ＩＳＳＮ　0386－5878３
土木研究所資料第3556号

受付
10.11.16
係2

土木研究所資料

平成９年度落石に関する実態調査報告書

平成10年10月

建設省土木研究所
耐震技術研究センター動土質研究室

Copyright © (1998) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は，土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって，本報告書の全部又は一部の転載，複製は，土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

土木研究所資料
第3556号　1998年10月

平成９年度落石に関する実態調査報告書

耐震技術研究センター　動土質研究室　室　長　松　尾　　修
研究員　堤　　達　也
研究員　佐々木　哲　也

要旨

落石防護工の現状および被害実態を把握することを目的に，全国的に落石に関する実態調査を実施し，各種防護工の被害状況の分析および落石防護柵の設計手法の適用性についての検討を行った。また，同時に落石検知・監視システムの現状を調査した。

キーワード：落石，落石防護工，実態調査，落石検知・監視システム

目次

第１章　まえがき …… 1
第２章　調査目的 …… 2
第３章　調査方法 …… 3
３．１　概説 …… 3
３．２　調査対象地点 …… 3
３．３　調査要領 …… 3

第４章　調査結果 …… 4
４．１　落石防護工の被害実態 …… 4
４．２　落石検知・監視システム …… 8

第５章　調査結果の分析 …… 56
５．１　分析方法 …… 56
５．１．１　落石防護柵の設計手法の評価 …… 56
５．１．２　防護工種別の被害集計 …… 58
５．２　落石防護柵 …… 59
５．２．１　設計時の可能吸収エネルギーの逆算方法 …… 59
５．２．２　落石による実吸収エネルギーの算出方法 …… 63
５．２．３　発生落石エネルギーの算出方法 …… 68
５．２．４　落石防護柵の被害集計 …… 77
５．２．５　落石エネルギーと吸収エネルギーの分析 …… 85
５．２．６　落石防護柵に関する考察 …… 100
５．３　落石防護網 …… 102
５．３．１　覆式落石防護網 …… 102
５．３．２　ポケット式落石防護網 …… 107
５．３．３　落石防護網に関する考察 …… 113
５．４　落石防護擁壁 …… 114
５．４．１　落石防護擁壁の定義と設計手法 …… 114
５．４．２　落石防護擁壁の被害集計 …… 115
５．４．３　落石防護擁壁に関する考察 …… 121

第６章　まとめ …… 122

第７章　謝辞 …… 124

参考文献

付録１　平成９年度落石に関する実態調査要領 …… 127
付録２　落石防護工の被害の概要（調査票１より抜粋) …… 160
付録３　落石検知・監視システムの概要（調査票２より抜粋) …… 354

第１章　まえがき

山岳道路の多い我が国においては道路の落石対策は道路防災上の重要な課題の一つである。これまで各方面において調査研究が進められているが、落石現象はさまざまな原因が複雑に関連しあって生じることが多く、その形態も複雑であり、依然として不明な点も多い。

昭和53年度に建設省が全国の落石防護工の現状、被害実態を把握するために「落石対策工の被害に関する実態調査」[1)]を実施した。その後、昭和58年に現場技術者が落石対策の設計、施工を行う上で参考となるように、それまでの知見をまとめた「落石対策便覧」[2)]（以下、便覧と呼ぶ）が日本道路協会から発行され、各種防護工の設計法が示された。建設省の調査もその中に参考資料として収録されている。

前回の全国調査から20年近くが経過し、便覧に従って設計、施工された防護工の数も増加していると考えられる。したがって、落石対策について検討する際に必要となる基礎的データの更新を目的として「落石に関する実態調査」を全国の直轄国道を対象に実施した。本資料は、その調査結果、分析結果を報告するものである。

第２章　調査目的

本調査の目的は以下の３点である。

1)落石防護工の現状、被害実態を把握すること。

2)落石検知・監視システムの現状を把握すること。

3)落石対策便覧[2)]の設計法の妥当性を検証するためのデータを得ること。

第３章　調査方法

３．１　概説

３．３に示す調査要領にもとづいて平成９年４月～５月の期間に全国の直轄国道において調査を実施した。調査は、（１）落石防護工の被害実態に関する調査、（２）落石検知・監視システムに関する調査の２種類である。調査票の記入は、建設省の各地方建設局、北海道開発局の各工事事務所が担当した。

３．２　調査対象地点

（１）落石防護工の被害実態に関する調査

建設省の各地方建設局および北海道開発局管内の直轄国道のうち、平成４年度～８年度に、１）落石のために落石防護工に変状ないしは被害のあった地点、２）落石防護工に被害はなかったが、重量100kgf以上の落石があった地点。

（２）落石検知・監視システムに関する調査

現在、斜面に落石検知システムあるいは落石監視システムを設置している地点。ただし、平成８年２月に発生した豊浜トンネル岩盤崩落事故等を受けて、建設省の各地建に１地点ずつ試験的に設置されている岩盤斜面挙動観測システム[3)]（全国８地点）は対象外とする。

なお、落石検知システムとは落石の発生・落下を検知するためのシステムであり、落石の落下・衝突を感知する計測器を使用する。また、落石監視システムとは斜面上の浮き石や不安定土塊の変状・傾動・応力変化などを計測し、異状を監視するためのシステムである。

３．３　調査要領

調査要領を付録１に示す。

第４章　調査結果

４．１　落石防護工の被害実態

表4.1に調査地点リスト、表4.2に調査結果一覧表をそれぞれ示す。今回、全国186地点において調査が行われたが、そのうち17地点は岩盤崩壊、11地点は表層崩壊（モルタル剥離１地点を含む）であり、落石が発生した箇所は158地点である。延べ落石発生回数は250回に及ぶ。その地方別内訳を表4.3に示す。また、各地点の被害の概要（調査票１より抜粋）を付録２に示す。

図4.1～図4.47、表4.4に落石が発生した158地点について各調査項目を集計した結果を示す。

（１）斜面の状況

図4.1～図4.19、表4.4は落石が発生した斜面に関するデータである。図4.1、図4.2より表土層および崖錐性堆積物の厚さが薄い箇所で落石の発生件数が多い。図4.3より斜面の勾配が50度を超すと落石の発生件数が急増している。図4.5、図4.6より岩、礫からなる斜面において落石の発生件数が多く、岩の中では花崗岩類、火山岩類が多い。図4.7～図4.10は斜面の樹木の状況を示しているが、全国の斜面に占める各項目の比率が大きく影響しているものと考えられ、必ずしも樹木が繁茂していたり、高木、落葉樹あるいは混合林である方が落石の発生確率が高いとはいえないと考えられる。また、図4.11、図4.12より湧水の有無、落石に関する標識（「落石の恐れあり」、「落石注意」等）の有無に関わらず、落石が発生している。

図4.13、図4.14に表土層および崖錐性堆積物の厚さと斜面勾配の関係を示す。それぞれの厚さの最大包絡線を引くと、斜面勾配が緩いほど表土層および崖錐性堆積物が厚くなる傾向が見られる。図4.15、図4.16に同様に斜面の土質との関係を示すが、明瞭な関係は認められない。

図4.17～図4.19に最近の防災点検の結果と落石の発生件数との関係を示す。複数の評価がされている斜面は、一つの斜面をさらに細かく分割して点検を実施しているためである。平成８年度の緊急点検は豊浜トンネルの岩盤崩落事故を受けて主にトンネル坑口部の岩盤露出部を対象に実施されたものであるため、点検対象外となっている箇所が多い。平成２年度および平成８年度の防災点検については安定度が低いと判断された地点ほど落石の発生件数が多い結果となっているが、点検対象外の地点においても落石が多く発生しているため点検箇所の選定には注意が必要である。なお、平成２年度の点検結果はランクⅠが安定度が低く、ランクⅣが安定度が高いことを表している。ただし、防災点検の評価項目には被災履歴が含まれているため、平成８年度の点検結果については今回の調査対象期間である平成４年度～８年度の間に落石が発生したために安定度が低いと評価された可能性がある。表4.4に平成２年度と平成８年度の点検結果の対比表を示す。概ねよく対応しているが、点検結果の評価が４段階から３段階に変更されているため、平成２年度にランクⅡと評価された地点が平成８年度には「要対策」と評価されている地点が多い。他方、平成２年度にランクⅠと評価された地点が平成８年度には「防災カルテ作成」と評価されている地点も多い。これは平成２年度の点検後に何らかの

対策が実施された可能性が高い。また、平成２年度に点検対象外だった地点について平成８年度には点検が実施されている地点が多いが、これについても平成４年度～８年度の間に落石が発生したことによる可能性が高いと考えられる。

（２）落石防護工の設置状況

図4.20～図4.23は落石防護工に関するデータである。図4.20は158地点の調査地点に設置されていた落石防護工の種類を示している。単独の工種では、ロックシェッドと落石防護柵が圧倒的に多い。また、複数の工種を組み合わせた地点が全体の約40%あり、その中では落石防護柵と防護擁壁の組み合わせが多い。今回の調査では、ロックシェッドの数が全体の約25%を占めているが、今回の調査は落石防護工設置箇所全体の特性を表したものではなく、落石の記録が詳細に残っている箇所を対象としていることに注意する必要がある。昭和53年度の調査結果と比較するとロックシェッドの割合が大幅に増加しており、防護柵あるいは防護柵と防護擁壁の併用が多い傾向は変化していない。図4.21、図4.22は防護工の設計荷重であるが、設計荷重の記録が残っている箇所はきわめて少ない。図4.23に設計荷重および実際に発生した落石荷重が判明している地点について両者をエネルギー（落石重量W×落下高さH）として比較した結果を示す。工種別にはロックシェッドの設計荷重が約15tf･mとわずかに大きく、他の工種では大きな差は見られない。また、比較的小さい荷重で設計されている箇所が多く、半分以上の箇所で設計荷重を上回る落石が実際に発生している。

（３）落石の発生状況・落石防護工の被害状況

図4.24～図4.47は発生した落石に関するデータであり、母集団は延べ落石発生回数の250回である。図4.24は調査対象となった158地点のうち、落石到達位置の判明している148地点について落石の到達位置を模式的に示したものである。何らかの落石防護施設が設置されていたのは148地点のうち139地点であるが、139地点のうち27%に相当する38地点において落石が路面に到達している。このうち「(c)落石防護網」及び「(d)落石防護柵と落石防護網」に該当する12地点のうち33%に相当する４地点においては、落石防護網設置位置よりも上方斜面より落石が発生しており、防護網がその機能をなさないケースが認められた。以上のことは、落石防護工の機能に限界があることを示している。なお、この調査は全数量ではなく、落石によって落石防護工に被害のあった地点あるいは重量100kgf以上の落石が発生した地点を対象としているため、落石が発生していない地点を含めた全国の落石防護工が設置されている地点に占める落石の道路への到達率はこれよりもきわめて小さくなると考えられる。点に注意を要する。

図4.25は落石が発生した調査地点158地点における落石発生源の位置を示しており、道路敷地外からの落石のほうが道路敷地内からの落石より多くなっている。また、「不明」とされているものの大部分も道路敷地外が発生源となっているのではないかと推察される。したがって、図4.25は落石対策を考える場合、道路敷地外からの落石についても十分考慮する必要があることを示している。

図4.26～図4.30に発生した落石の規模を示す。図4.26、図4.27より落石は５個以下、体積0.1m^{3}以下のものが圧倒的に多い。図4.28は落石の最大径の分布を示しており、最大径が0.4～0.6mのものが最

も多くなっているが、最大径３ｍ以上の石も12件あった。図4.29は今回の調査で観測された落石重量の分布である。0.5tfから１tfの石が最も多くなっているが、10tf以上の石も５件あった。図4.30は落石の落下高さを推定することのできた75地点の落下高さの分布であり、50m以上のものもかなり見られる。図4.31に落石の形状を示す。球状および角状のものが多い。

図4.32に落石の防護工への衝突高さを示すが、３ｍ以下のものが多い。なお、６ｍを越しているものは落石防護網に衝突したものである。図4.33に落石防護柵における落石の衝突位置の高さから求めた跳躍量と落下高さの関係を示す。落石の跳躍量は落石防護柵に石が当たったと推定される位置より以下の式を用いて計算した。

$$h_1 = (l \tan\theta + h) \cos\theta$$

ここに、h_1：跳躍量

l　：平場の幅

h　：衝突位置高さ

θ　：斜面勾配

ただし、図4.34に示すように平場の幅が大きくなると跳躍量h_1が異常に大きくなるため（図中②の径路）、防護柵に対して垂直に落石が衝突すると想定して求められる跳躍量h_2（①の径路）よりh_1が大きくなる場合にはh_2を跳躍量として採用した。また、防護柵に当たらず直接道路面に達した場合についても併せて記載した。この場合の衝突位置高さｈは、柵高プラス１ｍと仮定した。図4.33の作成に当たっては、今回の調査データに加え落石対策便覧[2)]（P285、図5-7）のデータも使用した。図4.33によると大部分の落石の跳躍量は２ｍ以内に入っている。なお、今回の調査では跳躍量が２ｍを越えた落石が６件あったが、防護柵に当たった３件はいずれも斜面勾配が斜面の途中で緩勾配から急勾配に変化している。また、防護柵を飛び越した３件はいずれも斜面の凹凸が大きく、特に跳躍量2.5mを越えた２件については斜面中の露岩による凸部で大きく跳ねたと考えられる。したがって、このような斜面では柵高の設定に十分配慮する必要がある。図4.35、図4.36に図4.33に含まれる防護柵単独の高さおよびポケット部（落石防護擁壁あるいは防護柵の基礎部）を含めた防護柵全体の高さの分布を示す。大部分のポケット部は土砂等で埋まっており、防護柵単独と全体の高さに差はほとんど見られず、2～2.5m以下が多い。参考までに防護柵で防ぎうる落石の跳躍量を図4.33と同様の方法で算出した結果を図4.37、図4.38に示す。図4.37は防護柵の頂部に落石が衝突する場合、図4.38は防護柵の高さの2/3の位置に落石が衝突する場合をそれぞれ想定している。図4.39に示すように設計上は防護柵の高さの1/3は余裕高さであり、防護柵の高さの2/3の位置に落石が衝突するものとして防護柵の吸収エネルギーを算出している。設計上の落石の跳躍量は２ｍが標準とされている[2)]が、図4.37では全体の半分以上、図4.38では全体の８割以上が跳躍量２ｍ以下となっており、防護柵の高さが不十分であることがわかる。特に設計上見るべき防護柵の余裕高さを見ていない地点が多いと考えられる。防護柵の高さが落石の標準的な跳躍量である２ｍ以下の場合では、防護柵背後の平場が狭く、斜面の勾配が急な場合には落石が防護柵を跳越する可能性が高いため、防護網を併用して落石の跳躍量を抑えることが望ましい。

図4.40に落石による防護工の被害の程度を示す。被害の程度の定義は図4.41を参照されたい。今回

の調査では無被害のものが比較的多い。図4.41は各種の落石防護工の被害の程度と落石のエネルギー（落石重量W×落下高さH）の関係を示している。なお、図4.41の作成にあたっては、今回の調査データに加え、落石対策便覧[2)]（P283、図5-3）のデータも使用している。図4.41によると、落石の位置エネルギーが大きくなると落石防護工の被害は増大する傾向が見られる。また、落石防護工の種類ごとに包絡線を引くことができ、落石防護網、落石防護柵、落石防護擁壁、ロックシェッドの順に耐えることのできる落石の位置エネルギーが大きくなっている。今回の調査結果によると、たとえば落石防護工に小破程度の被害が発生する落石の位置エネルギーの最小値は落石防護網では約0.1tf·m、落石防護柵では約0.6tf·m、落石防護擁壁では約60tf·mとなる。図4.42に落石による道路への被害の有無を示すが、防護工の被害が小破以下でとどまっている箇所が多いことから道路への被害は少ない。防護工の被害については第５章において詳しく述べるが、参考までに防護工および道路への被害を以下に例示する。

・落石防護柵

（例１）資料番号074201、柵高約2.5m、落石重量700kgf、落下高さ58m

→落石はワイヤロープをたわませ金網を突き抜け、車道に落下。

（例２）資料番号085002、柵高２m、落石重量325kgf、落下高さ15m

→落石は防護柵を跳越して車道に落下。防護柵は無被害。

（例３）資料番号085101、柵高２m、落石重量200kgf、落下高さ10m

→落石はワイヤロープを２本降伏、金網を変形させて防護柵で停止。

・落石防護網

（例１）資料番号013612、覆式落石防護網、落石重量350kgf、落下高さ80m

→防護網内で発生した落石が斜面の途中で防護網を破り車道に落下。

（例２）資料番号012305、覆式落石防護網、落石重量200kgfほか多数、落下高さ40m

→防護網の裾から落石が抜け落ち、防護柵のポケットで停止。防護工および道路への被害はなし。

（例３）資料番号013605、覆式落石防護網、落石重量不明、落下高さ30m

→防護網上方で発生した落石が防護網の上を転がりそのまま車道に落下。防護網は無被害。

・落石防護擁壁

（例１）資料番号053304、落石重量不明、落下高さ50m

→落石は擁壁背面に衝突し、ポケット部で停止。背面のコンクリートが欠損。

・ロックシェッド

（例１）資料番号012601、落石重量163tf、落下高さ90m

→頂版緩衝材上に落下後、頂版上谷側の土留壁を破壊し、海中に落下。道路への被害はなし。

図4.43～図4.47は落石の発生誘因を示したものであるが、雨、地震によるものは意外と少ない。また、雨による場合にも時間最大雨量10mm以下と少ない場合が多い。地震による場合には震度５以上のときに発生していることが多い。

４．２　落石検知・監視システム

表4.5に調査結果一覧表を示す。今回の調査では、建設省の各地方建設局において各１地点（計８地点）で実施されている岩盤モニタリングシステムを対象外としたため、落石検知・監視システムを現在設置している場所は６地点と少なかった。

地点１の豊浜トンネルは検知システムと監視システムの併用、その他の５地点はいずれも監視システムに分類される。なお、地点１～３は岩盤崩壊を対象としたシステムである。また、地点４～６は落石を対象としたシステムであるが、地点４、５はビデオ監視のみ、地点６は傾斜計による月２回の計測であるため、突発的に発生する落石の危険性を事前に監視するには不十分である。ビデオ監視の場合にはむしろ落石が発生したあとに道路交通への被害を最小限にとどめるために素早く対応するためのシステムといえる。各地点のシステムの概要（調査票２より抜粋）を付録３に示す。

表4.1(1)　調査地点リスト

通番	資料番号	地建名	事務所名	地点名	備考
1	010501	北海道開発局	当別道路維持事業所	北海道厚田郡厚田村太島内	岩盤崩壊
2	010502	北海道開発局	当別道路維持事業所	北海道厚田郡厚田村大字濃昼	
3	011101	北海道開発局	小樽道路事務所	小樽市忍路	岩盤崩壊
4	011102	北海道開発局	小樽道路事務所	余市郡余市町字豊浜町	豊浜ﾄﾝﾈﾙ(岩盤崩壊)
5	011103	北海道開発局	小樽道路事務所	古平郡古平町大字歌集	
6	011104	北海道開発局	小樽道路事務所	積丹郡積丹町字草内	
7	011105	北海道開発局	小樽道路事務所	積丹郡積丹町大字神崎町柾泊	
8	011106	北海道開発局	小樽道路事務所	積丹郡積丹町大字神崎町柾泊	
9	011201	北海道開発局	岩内道路維持事業所	古宇郡神恵内村字川白	
10	011202	北海道開発局	岩内道路維持事業所	古宇郡神恵内村大字珊内村	
11	011203	北海道開発局	岩内道路維持事業所	古宇郡神恵内村大字珊内村	
12	011204	北海道開発局	岩内道路維持事業所	古宇郡神恵内村大字珊内村	
13	011205	北海道開発局	岩内道路維持事業所	古宇郡神恵内村大字珊内村	
14	011206	北海道開発局	岩内道路維持事業所	古宇郡神恵内村字祈石	
15	011207	北海道開発局	岩内道路維持事業所	岩内郡岩内町字敷島内	
16	011208	北海道開発局	岩内道路維持事業所	岩内郡岩内町字敷島内	岩盤崩壊
17	011209	北海道開発局	岩内道路維持事業所	磯谷郡蘭越町字港町	
18	011210	北海道開発局	岩内道路維持事業所	磯谷郡蘭越町字港町	表層滑り～崩壊
19	011211	北海道開発局	岩内道路維持事業所	磯谷郡蘭越町字港町	
20	011401	北海道開発局	黒松内道路維持事業所	島牧郡島牧村字原歌町	
21	011402	北海道開発局	黒松内道路維持事業所	島牧郡島牧村字植車	表層崩壊(滑り)
22	011403	北海道開発局	黒松内道路維持事業所	島牧郡島牧村字栄浜	
23	011404	北海道開発局	黒松内道路維持事業所	島牧郡島牧村字栄浜	
24	011405	北海道開発局	黒松内道路維持事業所	島牧郡島牧村字栄浜	
25	011406	北海道開発局	黒松内道路維持事業所	島牧郡島牧村字持田	
26	011407	北海道開発局	黒松内道路維持事業所	島牧郡島牧村字持田	岩盤崩壊
27	011408	北海道開発局	黒松内道路維持事業所	島牧郡島牧村字持田	岩盤崩壊
28	011409	北海道開発局	黒松内道路維持事業所	島牧郡島牧村字持田	
29	011410	北海道開発局	黒松内道路維持事業所	島牧郡島牧村字持田	
30	012301	北海道開発局	瀬棚道路総合事業所	瀬棚郡瀬棚町字須筑	
31	012302	北海道開発局	瀬棚道路総合事業所	瀬棚郡瀬棚町北島歌	
32	012303	北海道開発局	瀬棚道路総合事業所	瀬棚郡瀬棚町字美谷	
33	012304	北海道開発局	瀬棚道路総合事業所	久達郡大成町平浜	
34	012305	北海道開発局	瀬棚道路総合事業所	久達郡大成町貝取澗	
35	012306	北海道開発局	瀬棚道路総合事業所	久達郡大成町貝取澗	
36	012601	北海道開発局	松前道路維持事業所	松前郡福島町字松浦	
37	013101	北海道開発局	室蘭道路事務所	室蘭市高平町	岩盤崩壊
38	013401	北海道開発局	虻田道路維持事業所	有珠郡大滝村字昭園	
39	013601	北海道開発局	浦河道路維持事業所	様似郡様似町東平字	表層崩壊
40	013602	北海道開発局	浦河道路維持事業所	様似郡様似町字幌満	表層崩壊に近い可能性大(写真なく不明)
41	013603	北海道開発局	浦河道路維持事業所	様似郡様似町字幌満	岩盤崩壊
42	013604	北海道開発局	浦河道路維持事業所	様似郡様似町字幌満	
43	013605	北海道開発局	浦河道路維持事業所	様似郡様似町字幌満	
44	013606	北海道開発局	浦河道路維持事業所	幌泉郡えりも町字庶野	岩盤崩壊
45	013607	北海道開発局	浦河道路維持事業所	幌泉郡えりも町字庶野	岩盤崩壊
46	013608	北海道開発局	浦河道路維持事業所	幌泉郡えりも町字庶野	
47	013609	北海道開発局	浦河道路維持事業所	幌泉郡えりも町字庶野	岩盤崩壊
48	013610	北海道開発局	浦河道路維持事業所	幌泉郡えりも町字庶野	岩盤崩壊
49	013611	北海道開発局	浦河道路維持事業所	幌泉郡えりも町字庶野	岩盤崩壊
50	013612	北海道開発局	浦河道路維持事業所	幌泉郡えりも町字目黒	

表4.1(2)　調査地点リスト

通番	資料番号	地建名	事務所名	地点名	備考
51	013613	北海道開発局	浦河道路維持事業所	幌泉郡えりも町字目黒	岩盤崩壊
52	013614	北海道開発局	浦河道路維持事業所	幌泉郡えりも町字目黒	
53	013615	北海道開発局	浦河道路維持事業所	幌泉郡えりも町字目黒	
54	013616	北海道開発局	浦河道路維持事業所	幌泉郡えりも町字目黒	岩盤崩壊
55	013617	北海道開発局	浦河道路維持事業所	幌泉郡えりも町字目黒	
56	014501	北海道開発局	上川道路維持事業所	上川町字層雲峡三の岩	
57	014502	北海道開発局	上川道路維持事業所	上川町字層雲峡四の岩	
58	014503	北海道開発局	上川道路維持事業所	上川町字層雲峡四の岩	
59	014504	北海道開発局	上川道路維持事業所	上川町字層雲峡大雪観光ホテル前	
60	014505	北海道開発局	上川道路維持事業所	上川町字層雲峡温泉	
61	014506	北海道開発局	上川道路維持事業所	上川町字層雲峡	
62	014507	北海道開発局	上川道路維持事業所	上川町字層雲峡	
63	014508	北海道開発局	上川道路維持事業所	上川町字層雲峡天城岩	
64	014509	北海道開発局	上川道路維持事業所	上川町字層雲峡渓谷	
65	015101	北海道開発局	留萌開発事務所	増毛町大字岩尾字歩古丹	
66	017201	北海道開発局	北見道路事務所	留辺藻町富士見	
67	017301	北海道開発局	斜里道路総合事業所	斜里郡斜里町日の出	写真から表層崩壊
68	017302	北海道開発局	斜里道路総合事業所	斜里郡斜里町字登呂	
69	018401	北海道開発局	広尾道路維持事業所	広尾郡広尾町字モイケシ	
70	018402	北海道開発局	広尾道路維持事業所	広尾郡広尾町字モイケシ	
71	018403	北海道開発局	広尾道路維持事業所	広尾郡広尾町字モイケシ	
72	018404	北海道開発局	広尾道路維持事業所	広尾郡広尾町字タンネン	
73	018405	北海道開発局	広尾道路維持事業所	広尾郡広尾町字ルベシベツ	
74	024501	東北地建	秋田工事事務所	秋田県由利郡象潟町小砂川字三崎	
75	024502	東北地建	秋田工事事務所	秋田県由利郡象潟町小砂川字三崎	
76	024701	東北地建	能代工事事務所	秋田県北秋田郡鷹巣町前山綱前	表層崩壊
77	034001	関東地建	高崎工事事務所	群馬県沼田市岩本町綾戸	表層崩壊
78	035301	関東地建	千葉国道工事事務所	千葉県富津市金谷字御代袋	表層崩壊
79	035302	関東地建	千葉国道工事事務所	千葉県鋸南町元名	
80	035303	関東地建	千葉国道工事事務所	千葉県富津市金谷	
81	035801	関東地建	相武国道工事事務所	神奈川県津久井郡藤野町小渕	
82	037001	関東地建	長野国道工事事務所	長野県上水内郡三水村倉井	
83	037002	関東地建	長野国道工事事務所	長野県上水内郡豊野町川谷地先	
84	037003	関東地建	長野国道工事事務所	長野県東筑摩郡生坂村山清路	
85	043201	北陸地建	新潟国道工事事務所	新潟県東蒲原郡三川村五十島	
86	043901	北陸地建	高田工事事務所	新潟県上越市大字鍋ヶ浦	表層崩壊
87	043902	北陸地建	高田工事事務所	勝山4号D	
88	043903	北陸地建	高田工事事務所	勝山5号D	
89	043904	北陸地建	高田工事事務所	勝山6号S	
90	043905	北陸地建	高田工事事務所	勝山7号S	
91	043906	北陸地建	高田工事事務所	勝山8号D	
92	043907	北陸地建	高田工事事務所	勝山9号S	
93	043908	北陸地建	高田工事事務所	勝山10号S	
94	043909	北陸地建	高田工事事務所	勝山11号S	
95	043910	北陸地建	高田工事事務所	勝山12号D	
96	043911	北陸地建	高田工事事務所	深谷5号D	
97	043912	北陸地建	高田工事事務所	深谷6号D	
98	043913	北陸地建	高田工事事務所	向山2号S	
99	043914	北陸地建	高田工事事務所	向山3号S	
100	043915	北陸地建	高田工事事務所	向山4号S	

表4.1(3)　調査地点リスト

通番	資料番号	地建名	事務所名	地点名	備考
101	043916	北陸地建	高田工事事務所	向山8号D	
102	043917	北陸地建	高田工事事務所	向山10号D	
103	043918	北陸地建	高田工事事務所	向山11号Dと駒返1号Dとの中間	
104	043919	北陸地建	高田工事事務所	大竹沢2号D	
105	043920	北陸地建	高田工事事務所	風波3号D	
106	043921	北陸地建	高田工事事務所	浄土4号S	
107	043922	北陸地建	高田工事事務所	先ヶ鼻4号D	
108	043923	北陸地建	高田工事事務所	先ヶ鼻5号D	
109	043924	北陸地建	高田工事事務所	先ヶ鼻6号D	
110	043925	北陸地建	高田工事事務所	先ヶ鼻8号D	
111	043926	北陸地建	高田工事事務所	先ヶ鼻10号D	
112	043927	北陸地建	高田工事事務所	赤崎2号S	
113	043928	北陸地建	高田工事事務所	三段滝1号D	
114	043929	北陸地建	高田工事事務所	三段滝5号S	
115	043930	北陸地建	高田工事事務所	三段滝6号S	
116	043931	北陸地建	高田工事事務所	三段滝7号S	
117	043932	北陸地建	高田工事事務所	三段滝10号D	
118	043933	北陸地建	高田工事事務所	三段滝11号D	
119	043934	北陸地建	高田工事事務所	三段滝12号D	
120	043935	北陸地建	高田工事事務所	三段滝13号S	
121	043936	北陸地建	高田工事事務所	三段滝14号S	
122	043937	北陸地建	高田工事事務所	三段滝16号D	
123	044501	北陸地建	富山工事事務所	富山県婦負郡細入村猪谷	
124	053301	中部地建	岐阜国道工事事務所	岐阜県郡上八幡町吉野地内	
125	053302	中部地建	岐阜国道工事事務所	岐阜県益田郡下呂町三原	
126	053303	中部地建	岐阜国道工事事務所	岐阜県郡上八幡町五町	
127	053304	中部地建	岐阜国道工事事務所	岐阜県益田郡下呂町三原地先	
128	053305	中部地建	岐阜国道工事事務所	岐阜県益田郡下呂町門原	
129	053306	中部地建	岐阜国道工事事務所	岐阜県加茂郡七宗町上麻生川並地先	
130	053307	中部地建	岐阜国道工事事務所	岐阜県加茂郡八百津町久田見地先	
131	053308	中部地建	岐阜国道工事事務所	岐阜県各務原市鵜沼陰平山地先	
132	053309	中部地建	岐阜国道工事事務所	岐阜県益田郡下呂町門原	
133	053310	中部地建	岐阜国道工事事務所	岐阜県益田郡金山町中切	
134	053311	中部地建	岐阜国道工事事務所	岐阜県益田郡金山町中切	
135	053312	中部地建	岐阜国道工事事務所	岐阜県加茂郡白川町河岐地内	
136	053313	中部地建	岐阜国道工事事務所	岐阜県益田郡下呂町門原	
137	053314	中部地建	岐阜国道工事事務所	岐阜県益田郡下呂町門原	
138	053315	中部地建	岐阜国道工事事務所	岐阜県各務原市鵜沼陰平山地先	モルタル吹付のモルタルが剥離
139	053316	中部地建	岐阜国道工事事務所	岐阜県益田郡下呂町保井戸	
140	053317	中部地建	岐阜国道工事事務所	岐阜県益田郡下呂町保井戸地先	
141	055201	中部地建	名古屋国道工事事務所	豊田市平戸橋町字馬場瀬	
142	055202	中部地建	名古屋国道工事事務所	豊田市勘八町字勘八	
143	055203	中部地建	名古屋国道工事事務所	豊田市勘八町字勘八	
144	055204	中部地建	名古屋国道工事事務所	豊田市勘八町字勘八	
145	055205	中部地建	名古屋国道工事事務所	東加茂郡足助町大字連谷字朽平	
146	055206	中部地建	名古屋国道工事事務所	北設楽郡稲武町大字小田木字川入	
147	055207	中部地建	名古屋国道工事事務所	北設楽郡稲武町大字小田木字川入	
148	055208	中部地建	名古屋国道工事事務所	北設楽郡稲武町大字小田木字川入	
149	056401	中部地建	紀勢国道工事事務所	三重県熊野市大泊町	
150	056402	中部地建	紀勢国道工事事務所	三重県熊野市大泊町	

表4.1(4) 調査地点リスト

通番	資料番号	地建名	事務所名	地点名	備考
151	056403	中部地建	紀勢国道工事事務所	三重県熊野市大泊町柏野	
152	056404	中部地建	紀勢国道工事事務所	三重県熊野市飛鳥町小阪	
153	057101	中部地建	飯田国道工事事務所	長野県木曽郡南木曽町羅天	
154	057102	中部地建	飯田国道工事事務所	長野県木曽郡上松町桟	
155	057103	中部地建	飯田国道工事事務所	長野県木曽郡上松町桟	
156	057104	中部地建	飯田国道工事事務所	長野県下伊那郡根羽村日向	
157	057105	中部地建	飯田国道工事事務所	長野県下伊那郡平谷村鞠	
158	057106	中部地建	飯田国道工事事務所	長野県下伊那郡平谷村鞠	
159	066601	近畿地建	紀南工事事務所	和歌山県西牟婁郡日置川町名立地先	岩盤崩壊
160	074201	中国地建	岡山国道工事事務所	岡山県総社市湛井	
161	075201	中国地建	三沢工事事務所	三次市三原町地内	
162	076001	中国地建	山口工事事務所	山口県萩市大井	
163	083001	四国地建	徳島工事事務所	徳島県三好郡山城町西宇字大歩危道の下	岩盤崩壊
164	083002	四国地建	徳島工事事務所	徳島県三好郡山城町上名字カラ谷	
165	085001	四国地建	松山工事事務所	愛媛県上浮穴郡美川村日野浦	
166	085002	四国地建	松山工事事務所	愛媛県上浮穴郡美川村日野浦	
167	085003	四国地建	松山工事事務所	松山市久谷町久谷	
168	085004	四国地建	松山工事事務所	愛媛県上浮穴郡美川村日野浦	
169	085005	四国地建	松山工事事務所	松山市久谷町久谷	
170	085006	四国地建	松山工事事務所	愛媛県周桑郡丹原町大字鞍瀬	
171	085101	四国地建	大洲工事事務所	愛媛県北宇和郡津島町針木	
172	086201	四国地建	土佐国道工事事務所	東洋町甲浦坂	
173	086202	四国地建	土佐国道工事事務所	室戸岬町椎名	
174	086203	四国地建	土佐国道工事事務所	高知県吾川郡吾川村大字大尾	
175	086204	四国地建	土佐国道工事事務所	東洋町淀ヶ磯	
176	086205	四国地建	土佐国道工事事務所	高知県長岡郡大豊町敷石	
177	086206	四国地建	土佐国道工事事務所	佐喜浜町水虎	
178	086207	四国地建	土佐国道工事事務所	佐喜浜町都呂	
179	086208	四国地建	土佐国道工事事務所	高知県長岡郡大豊町大字小川	
180	095001	九州地建	熊本工事事務所	熊本県宇土郡三角町大田尾	
181	096001	九州地建	大分工事事務所	大分県大分市大字神崎	表層崩壊
182	096501	九州地建	宮崎工事事務所	宮崎県日南市大字伊比井	
183	096502	九州地建	宮崎工事事務所	宮崎県日南市大字富士	
184	096503	九州地建	宮崎工事事務所	宮崎県日南市大字宮浦	
185	096504	九州地建	宮崎工事事務所	宮崎県日南市大字宮浦	
186	097101	九州地建	大隅工事事務所	鹿児島県垂水市牛根境	

表4.2(1-a) 調査結果一覧表

資料番号	路線名	標高	車線数	積雪寒冷地域	表土の厚さ	崖錐性堆積物の厚さ	斜面の勾配	斜面の凹凸	斜面の土質	発生源の地質・岩質	樹木の繁茂状況	樹木の種類1	樹木の種類2	樹木の種類3	湧水の有無	標識の有無	防護工の種類	設計条件 重量	設計条件 高さ	H2防災点検	H8緊急点検結果	H8防災点検結果	発生日時	天候	気象条件 時間最大雨量	気象条件 連続雨量	地震の場合は震度	落石個数
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	C1	C2	C3	C4	C5	C6
010501	国道231号線49.8km地点	7.470m	片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.0 m	60.0°	中	岩	火山岩類	裸地					無	防護網+防護柵+防護擁壁			ランクⅢ	要対策	要対策	H5.8.30	晴				多数
010502	国道231号線51.1km地点	11.160m	片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.0 m	50.0°	中		火山岩類	裸地				無	無	防護網+防護擁壁			ランクⅡ	要対策	要対策	H6.4.1	晴				3
011101	国道5号線233.6km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.5 m	0.0 m	80.0°	大	岩	火山岩類	裸地				有	無	防護柵+防護擁壁			点検対象外	点検対象外	要対策	H6.2.15	小雪				1
011102	国道229号線12.5km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.0 m	80.0°	大	岩	火山岩類	裸地				有	有	トンネル		150.0m	点検対象外		点検対象外	H7.2.10	曇				1
011103	国道229号線14.9km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.3 m	1.0 m	65.0°	大	岩	火山岩類	まばら	草本	落葉樹	混合林	無	有	防護柵+防護擁壁			点検対象外	点検対象外	要対策	H6.4.15	晴				多数
011104	国道229号線47.6km地点		片側1車線・両側2車線	ある	1.0 m	1.0 m	70.0°	小	岩	火山岩類	まばら	草本			有	有	防護柵			ランクⅡ	点検対象外	点検対象外	H6.8.19	晴				2
011105	国道229号線49.9km地点		片側1車線・両側2車線	ある	1.0 m	2.0 m	60.0	大	岩	火山岩類	裸地	草本			有	有	防護網+防護柵+防護擁壁			ランクⅠ	点検対象外	点検対象外	H5.5.13	晴				
011106	国道229号線50.2km地点		片側1車線・両側2車線	ある	1.0 m	2.0 m	60.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			有	無	防護柵+防護擁壁			ランクⅠ	点検対象外	点検対象外	H6.9.25	雨		97 mm		1
011201	国道229号線62.2km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.3 m	1.0 m	50.0°	大	岩	火山岩類	まばら	草本	落葉樹		有	無	防護柵+防護擁壁			ランクⅠ	点検対象外	要対策	H5.7.12	曇			5	多数
011202-1	国道229号線63.3km地点		片側1車線・両側2車線	ある	1.0 m	3.0 m	45.0°	大	岩	火山岩類	まばら	草本	落葉樹		有	無	防護擁壁			点検対象外	点検対象外	要対策	H6.6.6	晴				1
011202-2	国道229号線63.3km地点		片側1車線・両側2車線	ある	1.0 m	3.0 m	45.0°	大	岩	火山岩類	まばら	草本	落葉樹		有	無	防護擁壁			点検対象外	点検対象外	要対策	H6.7.12					
011203-1	国道229号線63.8km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.3 m	1.0 m	70.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			有	無	防護網+防護柵+防護擁壁			ランクⅡ	点検対象外	要対策	H6.5.5	雨のち曇				2
011203-2	国道229号線63.8km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.3 m	1.0 m	70.0	大	岩	火山岩類	裸地	草本			有	無	防護網+防護柵+防護擁壁			ランクⅡ	点検対象外	要対策	H6.4.26	曇				2
011203-3	国道229号線63.8km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.3 m	1.0 m	70.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			有	無	防護網+防護柵+防護擁壁			ランクⅡ	点検対象外	要対策	H5.7.12	曇				5
011204-1	国道229号線65.1km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.3 m	0.0 m	70.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			有	無	防護柵+防護擁壁			点検対象外	点検対象外	点検対象外	H5.7.12	曇			5	1
011204-2	国道229号線65.1km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.3 m	0.0 m	70.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			有	無	防護柵+防護擁壁			点検対象外	点検対象外	点検対象外	H6.5.14	晴				
011204-3	国道229号線65.1km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.3 m	0.0 m	70.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			有	無	防護柵+防護擁壁			点検対象外	点検対象外	点検対象外	H4.11.30	晴				
011205-1	国道229号線65.8km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.5 m	2.0 m	45.0°	大	岩	火山岩類	まばら	低木	落葉樹		有	無	防護網+防護柵+防護擁壁			点検対象外	点検対象外	要対策+点検対象外	H6.4.3	曇一時雨				多数
011205-2	国道229号線65.8km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.5 m	2.0 m	45.0°	大	岩	火山岩類	まばら	低木	落葉樹		有	無	防護網+防護柵+防護擁壁			点検対象外	点検対象外	要対策+点検対象外	H8.3.31	曇時々雨				1
011206	国道229号線77.6km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.3 m	0.0 m	70.0°	中	岩	火山岩類	裸地	草本			有	無	防護柵+防護擁壁			ランクⅡ	点検対象外	要対策	H8.11.16	曇				1
011207	国道229号線111.6km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.0 m	80.0°	大	岩	火山岩類	裸地				有	無	トンネル			点検対象外	要対策	要対策	H5.7.12	曇			5	多数
011208	国道229号線111.7km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.3 m	0.0 m	50.0°	大	岩	火山岩類	まばら	草本			有	無	防護柵+ロックシェッド+トンネル			点検対象外	対策不要	要対策	H5.7.12	曇			5	多数
011209-1	国道229号線113.3～7km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.5 m	2.0 m	40.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			有	無	防護柵+防護擁壁			点検対象外	点検対象外	点検対象外	H4.11.22	小雨		52 mm		1
011209-2	国道229号線113.3～7km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.5 m	2.0 m	40.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			有	無	防護柵+防護擁壁			点検対象外	点検対象外	点検対象外	H5.7.12	曇			5	多数
011209-3	国道229号線113.3～7km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.5 m	2.0 m	40.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			有	無	防護柵+防護擁壁			点検対象外	点検対象外	点検対象外	H5.5.2	曇				1
011209-4	国道229号線113.3～7km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.5 m	2.0 m	40.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			有	無	防護柵+防護擁壁			点検対象外	点検対象外	点検対象外	H6.5.14	晴				
011210	国道229号線113.8km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.5 m	1.0 m	40.0°	大	岩	火山岩類	まばら	草本			有	無	トンネル			点検対象外	要対策	要対策	H5.7.12	曇			5	多数
011211-1	国道229号線114km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.5 m	1.0 m	45.0°	大	岩	火山岩類	まばら	草本			有	無	防護柵+防護擁壁			点検対象外	点検対象外	点検対象外	H5.7.12	曇			5	多数
011211-2	国道229号線114km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.5 m	1.0 m	45.0°	大	岩	火山岩類	まばら	草本			有	無	防護柵+防護擁壁			点検対象外	点検対象外	点検対象外	H7.5.3	曇時々晴				
011211-3	国道229号線114km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.5 m	1.0 m	45.0°	大	岩	火山岩類	まばら	草本			有	無	防護柵+防護擁壁			点検対象外	点検対象外	点検対象外	H7.4.6	曇				多数
011401	国道229号線174.8km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.5 m	2.0 m	50.0°	大	礫	崖錐	まばら	草本			有	無	防護柵			点検対象外	点検対象外	点検対象外	H5.7.12	曇			5	数個
011402	国道229号線176.0km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.5 m	2.0 m	45.0	大	岩	火山岩類	まばら	草本			有	無	トンネル			点検対象外	要対策	要対策	H5.7.12	曇			5	多数
011403	国道229号線177.3km地点		片側1車線・両側2車線	ある	1.0 m	2.0 m	45.0°	大	礫	崖錐	繁茂	低木			有	無	防護柵+防護擁壁			点検対象外	点検対象外	点検対象外	H5.7.12	曇			5	数個
011404	国道229号線179.4km地点		片側1車線・両側2車線	ある	1.0 m	2.0 m	40.0	大	礫	崖錐	繁茂	草本			有	無	防護柵+防護擁壁			点検対象外	点検対象外	点検対象外	H5.7.12	曇			5	1
011405	国道229号線179.9km地点		片側1車線・両側2車線	ある	1.0 m	2.0 m	45.0°	中	礫	崖錐	繁茂	低木			有	無	防護柵+防護擁壁			点検対象外	点検対象外	点検対象外	H5.7.12	曇			5	数個
011406	国道229号線183.1km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.3 m	0.0 m	55.0°	大	岩	火山岩類	まばら	草本			有	無	トンネル			点検対象外	要対策	要対策	H5.7.12	曇			5	
011407	国道229号線183.8km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.0 m	70.0°	大	岩	火山岩類	裸地				有	無	防護網+防護柵+ロックシェッド				要詳細調査	点検対象外	H5.7.12	曇			5	多数
011408	国道229号線184.6km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.0 m	80.0°	大	岩	火山岩類	裸地				有	無	防護網+トンネル			点検対象外	要対策	要対策	H5.7.12	曇			5	多数
011409	国道229号線185.2km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.0 m	70.0°	大	岩	火山岩類	裸地				有	無	ロックシェッド			点検対象外	要対策	要対策	H5.7.12	曇			5	多数
011410	国道229号線188.45km地点		片側1車線・両側2車線	ある	0.3 m	0.0 m	80.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			有	無	防護網+ロックシェッド			点検対象外	点検対象外	点検対象外	H5.12.1	雨				
012301	国道229号線218.07km地点	5.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.3 m		40.0		岩+礫+腐植土		まばら	低木	落葉樹	単純林	無	有	防護柵			点検対象外		要対策	H9.3.25	曇				3
012302	国道229号線222.28km地点	10.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.5 m		45.0°	中	礫+腐植土		まばら	低木	落葉樹	混合林	有	無	防護柵			点検対象外		防災カルテ作成	H5.7.12				5	30
012303	国道229号線223.70km地点	10.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m		60.0	大	岩		裸地				無	有	防護網+防護柵+防護擁壁+覆道+ホケット			点検対象外		防災カルテ作成	H8.7.10					1
012304	国道229号線268.30km地点	5.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.5 m		60.0°	大	岩+礫+腐植土		まばら	低木	落葉樹	混合林	無	無	防護柵+防護擁壁			点検対象外		要対策	H5.7.12				5	10
012305-1	国道229号線272.4km地点	5.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.3 m		55.0°	大	岩+礫		裸地	草本			無	有	防護網+防護柵			ランクⅠ	要対策		H2.8.23	大雨				
012305-2	国道229号線272.4km地点	5.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.3 m		55.0°	大	岩+礫		裸地	草本			無	有	防護網+防護柵			ランクⅠ	要対策		H3.7.24					
012305-3	国道229号線272.4km地点	5.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.3 m		55.0°	大	岩+礫		裸地	草本			無	有	防護網+防護柵			ランクⅠ	要対策		H5.7.12				5	
012305-4	国道229号線272.4km地点	5.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.3 m		55.0°	大	岩+礫		裸地	草本			無	有	防護網+防護柵			ランクⅠ	要対策							100
012306	国道233号線273.04km地点	10.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.5 m		45.0°	大	岩+礫		まばら	低木+草本	落葉樹	混合林	有	無	防護網+防護柵+防護擁壁			点検対象外		防災カルテ作成	H5.7.12				5	5
012601-1	国道228号線81.1km地点	100.000m	片側1車線・両側2車線	ある			45.0°	大	岩+礫	火山岩類	まばら	草本			無	無	ロックシェッド	163 kg	90.0m	ランクⅡ	対策不要	防災カルテ作成	H5.7.12	晴			5	10
012601-2	国道228号線81.1km地点	100.000m	片側1車線・両側2車線	ある			45.0°	大	岩+礫	火山岩類	まばら	草本			無	無	ロックシェッド	163 kg	90.0m	ランクⅡ	対策不要	防災カルテ作成	H7.3.15	晴				32
013101-1	国道37号線77.6km地点	4.000m	片側2車線・両側4車線	ある			50.0°	大	岩	変成岩	裸地				無	有	防護網+防護柵			ランクⅠ	点検対象外	対策不要	H6.7.10	雨	15 mm	60 mm		
013101-2	国道37号線77.6km地点	4.000m	片側2車線・両側4車線	ある			50.0°	大	岩	変成岩	裸地				無	有	防護網+防護柵			ランクⅠ	点検対象外	対策不要	H8.8.3	晴				
013401	国道453号線12.7km地点	267.000m	片側1車線・両側2車線	ある			60.0°	大	岩	火山岩類	裸地				無	有	防護網			ランクⅡ	点検対象外	要対策	H5.4.18	曇				
013601	国道336号線18.690km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.0 m	50.0°	大	岩	変成岩	裸地				有	有	防護網+防護擁壁			ランクⅡ		要対策	H7.8.9	大雨				多数
013602	国道336号線23.94km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.0 m	70.0	中	岩	変成岩	裸地				有	有	防護柵+防護擁壁			ランクⅠ		対策不要	H5.4.25					多数
013603	国道336号線24.95km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.0 m	90.0°	大	岩	変成岩	裸地				無	無	ロックシェッド			ランクⅠ		対策不要	H4.12.4					多数
013604	国道336号線25.72km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.0 m	85.0°	大	岩	変成岩	裸地				無	有	防護網			ランクⅠ		要対策	H7.3.23					
013605	国道336号線25.83km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.0 m	90.0°	大	岩	変成岩	裸地				無	無	防護網			ランクⅠ		要対策	H6.5.23	曇				多数
013606	国道336号線58.745km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.0 m	75.0	中	岩	変成岩	裸地				無	有	なし			ランクⅠ	点検対象外	対策不要	H4.6.9	雨		68 mm		多数
013607	国道336号線60.1km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線		0.0 m	0.0 m	65.0°	中	岩	変成岩	裸地				無	有	防護網+防護柵+防護擁壁			ランクⅠ	点検対象外	要対策	H7.9.24					多数
013608	国道336号線60.2km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.2 m	60.0°	中	岩	変成岩	裸地				無	有	防護柵+防護擁壁			ランクⅠ	点検対象外	要対策	H5.4.9	曇				多数
013609	国道336号線61.20km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.0 m	70.0°	中	岩	変成岩+破砕帯	裸地				無	無	ロックシェッド			点検対象外	要対策	要対策	H8.3.15	晴				多数
013610	国道336号線61.24km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.0 m	65.0°	中	岩	変成岩	裸地				無	無	ロックシェッド			点検対象外	要対策	要対策	H9.2.11	晴				多数
013611	国道336号線61.25km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.0 m	80.0°	中	岩	変成岩	裸地				無	無	防護網+ロックシェッド			点検対象外	要対策	要対策	H9.3.4	曇				多数
013612-1	国道336号線62.4km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.3 m	0.0 m	65.0°	大	岩	変成岩	繁茂	低木	落葉樹	混合林	無	有	防護網+防護柵+防護擁壁			ランクⅠ	点検対象外	要対策	H5.1.15			2		
013612-2	国道336号線62.4km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.3 m	0.0 m	65.0°	大	岩	変成岩	繁茂	低木	落葉樹	混合林	無	有	防護網+防護柵+防護擁壁			ランクⅠ	点検対象外	要対策	H8.7.18					多数
013613-1	国道336号線62.5km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.0 m	55.0°	中	岩	変成岩	裸地				無	有	防護網+防護柵+防護擁壁			ランクⅠ	点検対象外	要対策	H4.9.23					多数
013613-2	国道336号線62.5km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.0 m	55.0°	中	岩	変成岩	裸地				無	有	防護網+防護柵+防護擁壁			ランクⅠ	点検対象外	要対策	H8.11.28					
013614	国道336号線63.6km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	3.0 m	65.0	中	岩	変成岩		草本			有		防護柵+防護擁壁			ランクⅡ	点検対象外	要対策	H4.8.9	曇				7
013615-1	国道336号線63.7km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.1 m	45.0°	大	岩	変成岩	裸地				無	有	防護柵			ランクⅡ	点検対象外	対策不要	H4.4.16	雨		40 mm		1
013615-2	国道336号線63.7km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.1 m	45.0°	大	岩	変成岩	裸地				無	有	防護柵			ランクⅡ	点検対象外	対策不要	H5.4.2					数個
013616	国道336号線64.6km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.0 m	60.0°	中	岩	変成岩	裸地				無	無	防護柵+防護擁壁			ランクⅡ	点検対象外	要対策	H8.12.18	晴				多数
013617	国道336号線64.65km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.0 m	70.0°	中	岩	変成岩	裸地				無	無	防護柵+防護擁壁			ランクⅡ	点検対象外	要対策	H4.4.16	曇				
014501	国道39号線55.600km地点	454.000m	片側1車線・両側2車線	ある					岩		繁茂	高木	落葉樹	混合林	有		防護柵+防護擁壁			ランクⅠ			H7.4.17	曇				1
014502	国道39号線60.700km地点	621.000m	片側1車線・両側2車線	ある			54.0°		岩		まばら	高木	落葉樹	混合林	有		防護柵+防護擁壁			ランクⅠ			H6.5.9	晴				2
014503	国道39号線61.440km地点	508.000m	片側1車線・両側2車線	ある					岩		まばら	高木	落葉樹	混合林	有		防護柵			ランクⅠ			H4.6.1	曇				多数
014504	国道39号線66.350km地点	622.000m	片側1車線・両側2車線	ある					岩		裸地	草本	落葉樹	混合林	有		防護網+防護柵			ランクⅠ			H5.5.23	雨				1
014505	国道39号線66.820km地点	628.000m	片側1車線・両側2車線	ある					岩		繁茂	高木	落葉樹	混合林	有		防護擁壁			ランクⅢ			H4.9.10	雨				1

表4.2(1-ｂ) 調査結果一覧表

資料番号	発生源の位置	形状	大きさ 寸法	大きさ 体積	重量	衝突位置	落下高さ	止まった位置 防護工で止まった	止まった位置 防護工で止まらなかった	防護工の被害の程度	道路等への被害の有無	備考		その他
A1	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18		C19
010501	外		4m×5m×5m	100.000000 m^3	70,000.0kg		45.0m		車道	大破	有	落石個数→「1500m3」		岩盤崩壊
010502	外	平傭	0.7m×0.7m×0.1m	0.049000 m^3	100.0kg		30.0m		路肩	中破	無			
011101		角			3,750,000.0kg	5.00m	15.0m		車道を越えた	大破	有	重量→「1500m3」・表土層の厚さ→「約0.5m」・落石個数→「岩体」のｺﾒﾝﾄ		岩盤崩壊
011102		角	70m×50m×13m	45500.000000 m^3	27,500,000.0kg	10.00m	80.0m		トンネル崩落	大破	有	設計条件→「φ50cm」・重量→「11000m3」・落下高さ→「(垂直落下距離7m)」のｺﾒﾝﾄ・落石個数→「岩体」のｺﾒﾝﾄ		豊浜トンネル
011103		角	φ0.5m	0.065450 m^3	163.625kg	1.50m		大部分止まった	路肩	大破	無	表土層の厚さ→「約0.3m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約1m」・衝突位置→「約3m」		
011104			1.0m×0.7m×m								無	表土層の厚さ→「約1m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約1m」		
011105											無	表土層の厚さ→「約1m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約2m」・斜面勾配→「上80° 下40° 」		
011106		角	1.2m×0.9m×0.5m	0.540000 m^3	1,350.000kg	4.00m			車道	小破	無	表土層の厚さ→「約1m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約2m」・斜面勾配→「上80° 下40° 」		
011201	内	角	2m×2m×2m	8.000000 m^3	20,000.000kg	2.00m	100.0m	2m×2m×2m	0.5m×0.5m×0.5m、7個車道	小破	無	表土層の厚さ→「約0.3m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約1m」		
011202-1		角	1m×1.2m×m						路肩	無被害	無	表土層の厚さ→「約1m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約3m」		
011202-2									道路			表土層の厚さ→「約1m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約3m」		
011203-1			0.7m×0.75m×0.3m	0.157500 m^3	393.750kg						無	表土層の厚さ→「約0.3m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約1m」		
011203-2		角	0.8m×0.8m×0.5m	0.320000 m^3	800.000kg	2.00m			道路	小破	無	表土層の厚さ→「約0.3m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約1m」		
011203-3		角										表土層の厚さ→「約0.3m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約1m」		
011204-1		角	0.9m×0.9m×0.9m	0.729000 m^3	1,822.500kg						無	表土層の厚さ→「約0.3m」		
011204-2		角									無	表土層の厚さ→「約0.3m」		
011204-3		角									無	表土層の厚さ→「約0.3m」		
011205-1		角	0.5m×0.5m×0.5m	0.125000 m^3	312.500kg				道路		無	表土層の厚さ→「約0.5m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約2m」		
011205-2		角	0.4m×0.3m×0.3m	0.036000 m^3	90.000kg						無	表土層の厚さ→「約0.5m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約2m」		
011206		角	0.8m×1.3m×3.2m	3.328000 m^3	8,320.000kg	0.00m	10.0m	止まった		無被害	無	表土層の厚さ→「約0.3m」		
011207	内	角								無被害	無			
011208		角	12m×6m×5m	360.000000 m^3	900,000.000kg	30.00m	90.0m			小破	無	表土層の厚さ→「約0.3m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約0m」		岩盤崩壊
011209-1		角	1.3m×0.9m×m						道路		有	表土層の厚さ→「約0.5m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約2m」		
011209-2		角	1.5m×1.5m×1.5m	3.375000 m^3	8,437.500kg	2.50m			車道	大破		表土層の厚さ→「約0.5m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約2m」		
011209-3		角	0.8m×0.6m×0.5m	0.240000 m^3	600.000kg				路肩			表土層の厚さ→「約0.5m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約2m」		
011209-4		角								中破	無	表土層の厚さ→「約0.5m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約2m」		
011210		角				10.00m				無被害	無	表土層の厚さ→「約0.5m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約1m」		表層滑り～崩壊
011211-1		角	5m×3m×2.5m	37.500000 m^3	93,750.000kg	2.25m		止まった		小破	無	表土層の厚さ→「約0.5m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約1m」		
011211-2		角	2m×1m×1m	2.000000 m^3	5,000.000kg	2.25m		止まった		小破	無	表土層の厚さ→「約0.5m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約1m」		
011211-3		角				2.25m		止まった		小破	無	表土層の厚さ→「約0.5m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約1m」		
011401		角	φ0.5m	0.065450 m^3	163.625kg	1.50m		止まった		中破		表土層の厚さ→「約0.5m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約2m」		
011402		角				10.00m	60.0m			無被害	無	表土層の厚さ→「約0.5m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約2m」		表層崩壊(滑り)
011403		角	φ2m	4.188790 m^3	10,471.975kg	1.00m			車道を越えた	大破		表土層の厚さ→「約1m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約2m」		
011404		角	φ4m	33.510322 m^3	83,775.805kg	1.00m		止まった		中破	無	表土層の厚さ→「約1m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約2m」		
011405		角	φ2m	4.188790 m^3	10,471.975kg	1.50m			路肩	中破	無	表土層の厚さ→「約1m」・崖錐性堆積物の厚さ→「約2m」		
011406		角	φ1m	0.523599 m^3	1,308.998kg					無被害	無	表土層の厚さ→「約0.3m」・落石個数→「不明」		
011407		角	φ2m	4.188790 m^3	10,471.975kg	130.00m				無被害	無	落石の大きさ→「約φ2m」		岩盤崩壊
011408		角			0.000kg	10.00m			トンネル崩壊	大破	有	重量→「2500m3」		岩盤崩壊
011409		角	φ4m	33.510322 m^3	83,775.805kg			止まった		小破	無			
011410												表土層の厚さ→「約0.3m」		
012301	外	平傭+角	0.2m×0.2m×0.2m	0.008000 m^3	20.0kg		30.0m		車道	無被害	無	斜面勾配→「上45° 下35° 」・衝突位置→「2～3m」・落下高さ→「20～30m」		
012302	外	円筒+角	1.4m×0.6m×0.6m	0.504000 m^3	120.0kg	1.00m	30.0m	○		小破	無	落石個数→「20～30」・落下高さ→「20～30m」		
012303	内	角	10m×8m×3m	240.000000 m^3	550,000.0kg	0.00m	50.0m	○	○	大破	無	防護工の被害の程度→「(金網)」のｺﾒﾝﾄ		
012304	外	角	1m×1m×1m	1.000000 m^3	200.0kg	1.00m	20.0m	○		無被害	無			
012305-1	内	角				1.00m	40.0m					斜面勾配→「50～60° 」・落下高さ→「30～40m」		
012305-2	内	角				1.00m	40.0m	○		中破		斜面勾配→「50～60° 」・落下高さ→「30～40m」		
012305-3	内	角				1.00m	40.0m			その他		斜面勾配→「50～60° 」・落下高さ→「30～40m」・防護工の被害の程度→「(片側通行)」のｺﾒﾝﾄ・地震の場合は震度→「(南西沖地震)」のｺﾒﾝﾄ		
012305-4	内	角	1m×1m×1m	1.000000 m^3	200.0kg	1.00m	40.0m	○		無被害	無	落石個数→「50～100」・斜面勾配→「50～60° 」・落下高さ→「30～40m」		
012306	外	角	0.8m×0.8m×0.8m	0.512000 m^3	100.0kg	1.20m	30.0m	○		小破	無			
012601-1	外	角	1.2m×1.2m×0.9m	1.296000 m^3	3,240.0kg		50.0m	覆道中央付近		無被害	無	地震の場合は震度→「推定5」		
012601-2	外	球	m×m×5.0m	65.449847 m^3	163,000.0kg		90.0m		覆道外30m海中	小破	無	落石個数→「(450kg以上)」のｺﾒﾝﾄ		
013101-1	内	角				1.00m	20.0m		歩道	中破	無	H8防災点検結果→「(施工中)」のｺﾒﾝﾄ		岩盤崩壊(表層崩壊)
013101-2	内	角				1.00m	20.0m	防護工で止まった		軽微	無	H8防災点検結果→「(施工中)」のｺﾒﾝﾄ		岩盤崩壊(表層崩壊)
013401	外	球	2.5m×m×1.5m	3.750000 m^3	9,375.000kg		4.0m		車道	無被害	無			
013601	内							○		軽微	無	落石個数→「岩石崩壊V=36m3」		表層崩壊
013602		角				3.50m	5.0m		車道	その他	無	落石個数→「岩石崩壊V=5m3」・衝突位置→「2.5～3.5m」・防護工の被害の程度→「あり」		表層崩壊に近い可能性大(写真なく不明)
013603							70.0m	覆道上に堆積		その他	有	斜面勾配→「(一部オーバーハング)」のｺﾒﾝﾄ・落石個数→「岩石崩壊V=500m3」・衝突位置→「覆道上部」・防護工の被害の程度→「覆道破壊」		岩盤崩壊
013604	内	平傭	0.5m×0.4m×0.3m	0.060000 m^3	150.0kg		60.0m		車道	無被害	有	斜面勾配→「(一部オーバーハング)」のｺﾒﾝﾄ		
013605							30.0m		車道	無被害	有	斜面勾配→「(オーバーハング)」のｺﾒﾝﾄ・落石個数→「小落石」		
013606	内	角	4m×3m×2m	24.000000 m^3	60,000.0kg		10.0m		一部車道		無	落石個数→「岩石崩壊V=200m3」		岩盤崩壊
013607							60.0m		現道堆積	その他	有	落石個数→「岩石崩壊V=1000m3」・防護工の被害の程度→「金網、柵破壊」		岩盤崩壊
013608			0.15m×0.15m×0.10r	0.002250 m^3	5.0kg		50.0m		車道	無被害	有	落石個数→「小落石」		
013609		角					40.0m	覆道上に堆積		無被害	無	落石個数→「岩石崩壊V=1000m3」・衝突位置→「覆道上部」		岩盤崩壊
013610		角	1.2m×1m×1m	1.200000 m^3	3,000.0kg		40.0m	覆道上に堆積		無被害	無	斜面勾配→「下50° 上80° 」・落石個数→「岩石崩壊V=20m3」・衝突位置→「覆道上部」		岩盤崩壊
013611							50.0m	覆道上に堆積		無被害	無	落石個数→「岩石崩壊V=600m3」・衝突位置→「覆道上部」		岩盤崩壊
013612-1										無被害	無			
013612-2		角	0.9m×0.4m×0.4m	0.144000 m^3	350.0kg		80.0m		車道		有	落石個数→「多数V=2m3」・衝突位置→「柵飛び越え」		
013613-1			0.1m×0.1m×0.1m	0.001000 m^3	3.0kg				車道に散乱	その他		落石個数→「小石多数」・防護工の被害の程度→「ｽﾄﾝｶﾞｰﾄﾞ破損」		岩盤崩壊
013613-2		角	2m×2m×1.5m	6.000000 m^3	15,000.0kg		20.0m		車道に堆積	その他	有	落石個数→「岩石崩壊V=150m3」・防護工の被害の程度→「ｽﾄﾝｶﾞｰﾄﾞ完全に破壊」		岩盤崩壊
013614	内	角	0.3m×0.3m×0.2m	0.018000 m^3	45.0kg		10.0m		車道	無被害	有	崖錐堆積物の厚さ→「(未端部)」のｺﾒﾝﾄ・斜面の勾配→「(露岩部)」のｺﾒﾝﾄ・落石個数→「5～7」・落下高さ→「(10)」		
013615-1		角	0.1m×0.1m×0.1m	0.001000 m^3	2.5kg				車道	無被害	無			
013615-2			20m×20m×10m	4000.000000 m^3	10.0kg		20.0m		車道	無被害	有			
013616		角	0.3m×0.3m×0.2m	0.018000 m^3	45.0kg		10.0m	防護柵背後で停止		無被害	無	落石個数→「岩石崩壊V=10m3」		岩盤崩壊
013617			0.5m×0.4m×0.4m	0.080000 m^3	200.0kg		10.0m		車道	無被害	有			
014501			0.5m×0.3m×0.3m	0.045000 m^3	112.500kg			防護工で止まった		無被害	無	湧水の有無→「(しみ出し程度)」のｺﾒﾝﾄ		
014502			1.5m×2m×0.5m	1.500000 m^3	3,750.000kg			防護工で止まった		無被害	無	斜面勾配→「上75° 下33° 」		
014503			1.5m×1.5m×1.5m	3.375000 m^3	8,437.500kg			防護工の手前で止まった		無被害	無	落石個数→「直径60cm以下10個以上」		
014504			0.8m×0.7m×1.1m	0.616000 m^3	1,540.000kg				路肩で止まった	小破	無	湧水の有無→「(しみ出し程度)」のｺﾒﾝﾄ		
014505			0.6m×0.6m×0.5m	0.180000 m^3	450.000kg				歩道上で止まった	無被害	無	湧水の有無→「(しみ出し程度)」のｺﾒﾝﾄ		

表4.2(2-ａ)　調査結果一覧表

資料番号	路線名	標高	車線数	積雪寒冷地域	表土の厚さ	崖錐性堆積物の厚さ	斜面の勾配	斜面の凹凸	斜面の土質	発生源の地質・岩質	樹木の繁茂状況	樹木の種類1	樹木の種類2	樹木の種類3	湧水の有無	樋門の有無	防護工の種類	設計条件 単量	設計条件 高さ	H2防災点検	H8緊急点検結果	H8防災点検結果	発生日時	天候	気象条件 時間最大雨量	気象条件 連続雨量	地震の場合は震度	落石個数
014506	国道39号線67,300km地点	633.000m	片側1車線・両側2車線	ある			25°		腐植土		繁茂	高木	落葉樹	混合林	有		なし			ランクⅠ			H6.7.17	晴				4
014507	国道39号線70,600km地点	688.000m	片側1車線・両側2車線	ある					腐植土		まばら	低木	落葉樹	混合林	有		流路工			点検対象外			H5.5.25	雨				
014508	国道39号線70,900km地点	671.000m	片側1車線・両側2車線	ある					腐植土		繁茂	高木	落葉樹	混合林	有	無	防護柵+防護擁壁			ランクⅡ			H4.10.19	晴				多数
014509	国道39号線81,900km地点	878.000m	片側1車線・両側2車線	ある					腐植土		まばら	低木	落葉樹	混合林	有		防護擁壁			ランクⅡ			H7.5.14	曇				1
015101	国道231号線100,887km地点	45.000m	片側1車線・両側2車線	ある	20.0 m	1.0 m	50.0°	中	岩	火山岩類	裸地				無	有	防護網+ロックシェッド	160 kg	10.0m	ランクⅠ	対策不要	対策不要	H8.5.28	晴				30
017201	国道39号線96.3km地点	789.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.0 m	60.0°	大	岩	含礫頁岩	裸地				無	無	防護柵+防護擁壁		2.0m	点検対象外	点検対象外	要対策	H6.7	曇				40
017301	国道334号線51km地点	6.500m	片側1車線・両側2車線	ある	0.1 m	0.5 m	60.0°	中	礫+砂	崖錐	まばら	低木+草本	落葉樹	混合林	有	有	防護柵	500 kg	10.0m	ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H6.4.13					10
017302	国道334号線33km地点	5.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.1 m	1.0 m	55.0°	小	岩+礫	崖錐	まばら	低木	落葉樹	混合林	有	有	防護柵	500 kg	10.0m	点検対象外	点検対象外	要対策	H6.10.4				6	多数
018401	国道336号線76.087km地点	4.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.5 m	0.2 m	57.5°	中	礫	変成岩	まばら	低木	落葉樹	混合林	有	有	防護柵+防護擁壁			ランクⅡ	要対策	要対策	H8.11.24	晴				
018402	国道336号線76.710km地点	4.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.5 m	0.0 m	70.0°	大	岩	変成岩	まばら	低木	落葉樹	混合林	有	有	防護柵+防護擁壁			ランクⅠ	要詳細調査	防災カルテ作成	H8.11.22	晴				
018403	国道336号線77.155km地点	4.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.3 m	0.1 m	61.0°	大	岩	変成岩	まばら	低木	落葉樹	混合林	有	有	防護柵+防護擁壁			ランクⅠ	要対策	要対策	H8.11.22	晴				
018404	国道336号線73.010km地点	12.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.3 m	0.5 m	65.0°	大	岩	変成岩	繁茂	低木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			点検対象外	要対策	要対策	H8.11.19	晴				
018405	国道336号線74.520km地点	15.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.0 m	0.2 m	65.0°	中	岩	変成岩	裸地				無	有	防護網+ロックシェッド			ランクⅠ	要対策	要対策	H8.11.20	晴				
024501	国道7号線194.8km地点	30.000m	片側1車線・両側2車線	ある			40.0°	中	礫	火山岩類	まばら	高木	常緑樹	単純林	無	無	防護柵			ランクⅣ	点検対象外	点検対象外	H9.3.19	晴	0 mm	0 mm		1
024502	国道7号線194.94km地点	30.000m	片側1車線・両側2車線	ある			45.0°	中	礫	火山岩類	まばら	高木	常緑樹	単純林	無	無	防護柵			ランクⅣ	点検対象外	点検対象外	H9.3.19	晴	0 mm	0 mm		1
024701	国道7号線359.65km地点	40.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.2 m	0.5 m	52.5°	中	岩	崖錐	まばら	草本			有	無	防護柵+スノーシェッド			ランクⅡ	要詳細調査	点検対象外	H8.7.3	雨	38 mm	57 mm		多数
034001	国道17号線141.98km地点	280.000m	片側1車線・両側2車線	ある			70.0°	中	礫	火山噴出物	繁茂	高木+低木+草本	落葉樹		無	有	防護網+防護柵+防護擁壁			ランクⅡ	点検対象外	要対策	H7.7.12	雨	12 mm	24 mm		14
035301	国道127号線24.0km地点	30.000m	片側1車線・両側2車線	ない	0.5 m	1.0 m	56.5°	中	岩	中生層	繁茂	草本			無	無	防護網+防護柵+防護擁壁		2.0m	ランクⅢ	点検対象外	防災カルテ作成	H5.8.30	雨のち晴				
035302	国道127号線23.4km地点	20.000m	片側1車線・両側2車線	ない	0.5 m	1.0 m	52.5°	中	岩	崖錐	繁茂	草本			無	無	防護網+ロックシェッド			点検対象外	点検対象外	防災カルテ作成	H6.9.28	雨				1
035303	国道127号線23.8km地点	30.000m	片側1車線・両側2車線	ない	0.5 m		62.5°	小	礫	中生層	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	防護柵+防護擁壁			ランクⅡ	点検対象外	防災カルテ作成	H7.9.17	雨	20 mm	120 mm		6
035801	国道20号線72.01km地点	200.000m	片側1車線・両側2車線	ない	1.0 m	1.0 m	30.0°	大	岩+粘土+腐植土	中生層	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	無	防護柵			点検対象外	点検対象外	防災カルテ作成	H6.12.27	雨	3 mm	16 mm		2
037001	国道18号線140.6km地点	480.000m	片側1車線・両側2車線		1.0 m	3.0 m	49.3°	小	礫	火山噴出物	まばら	低木	落葉樹	混合林	無	無	防護網+防護擁壁											
037002	国道18号線139.28km地点	450.000m	片側1車線・両側2車線		1.0 m	3.0 m	50.0°	小	礫	火山岩類	裸地	低木	落葉樹	混合林	有	無	防護柵+防護擁壁											
037003	国道19号線225.25km地点	500.000m	片側1車線・両側1車線		0.0 m	0.0 m	60.0°	中	岩	第三紀	まばら	低木	落葉樹	混合林	有	無	防護網+防護柵											
043201	国道49号線202.95km地点	40.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.2 m	0.0 m	60.0°	中	岩	花崗岩類	まばら	高木+低木	落葉樹		有	有	防護柵+防護擁壁				要対策	要対策	H6.9.2	晴	46 mm	0 mm		10
043901-1	国道8号線145.2km地点	14.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.2 m		65.0°	中	岩+腐植土	泥岩	繁茂	低木	落葉樹	混合林	無	有	防護柵			ランクⅢ	点検対象外	防災カルテ作成	H7.4.7	晴				多数
043901-2	国道8号線145.2km地点	14.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.2 m		65.0°	中	岩+腐植土	泥岩	繁茂	低木	落葉樹	混合林	無	有	防護柵			ランクⅢ	点検対象外	防災カルテ作成	H8.1.2	晴				多数
043902	国道8号線184.534km地点		片側1車線・両側2車線	ある			53.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	点検対象外	防災カルテ作成	H8.7					45
043903-1	国道8号線184.569km地点		片側1車線・両側2車線	ある			55.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	点検対象外	防災カルテ作成	H5.3					6
043903-2	国道8号線184.569km地点		片側1車線・両側2車線	ある			55.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	点検対象外	防災カルテ作成	H6.6					1
043903-3	国道8号線184.569km地点		片側1車線・両側2車線	ある			55.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	点検対象外	防災カルテ作成	H7.3					5
043903-4	国道8号線184.569km地点		片側1車線・両側2車線	ある			55.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	点検対象外	防災カルテ作成	H8.5					10
043903-5	国道8号線184.569km地点		片側1車線・両側2車線	ある			55.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	点検対象外	防災カルテ作成	H9.3					4
043904-1	国道8号線184.661km地点		片側1車線・両側2車線	ある			50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H4.5					12
043904-2	国道8号線184.661km地点		片側1車線・両側2車線	ある			50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H5.5					4
043904-3	国道8号線184.661km地点		片側1車線・両側2車線	ある			50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H6.3					30
043904-4	国道8号線184.661km地点		片側1車線・両側2車線	ある			50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H6.4					11
043904-5	国道8号線184.661km地点		片側1車線・両側2車線	ある			50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H6.7					3
043905-1	国道8号線184.716km地点		片側1車線・両側2車線	ある			50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H4.5					12
043905-2	国道8号線184.716km地点		片側1車線・両側2車線	ある			50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H4.12					3
043905-3	国道8号線184.716km地点		片側1車線・両側2車線	ある			50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H5.3					1
043905-4	国道8号線184.716km地点		片側1車線・両側2車線	ある			50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H5.7					4
043905-5	国道8号線184.716km地点		片側1車線・両側2車線	ある			50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H6.4					7
043906-1	国道8号線184.793km地点		片側1車線・両側2車線	ある			50.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	有	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H4.5					1
043906-2	国道8号線184.793km地点		片側1車線・両側2車線	ある			50.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	有	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H4.6					10
043906-3	国道8号線184.793km地点		片側1車線・両側2車線	ある			50.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	有	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H5.3					5
043906-4	国道8号線184.793km地点		片側1車線・両側2車線	ある			50.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	有	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H5.5					1
043906-5	国道8号線184.793km地点		片側1車線・両側2車線	ある			50.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	有	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H6.3					6
043907-1	国道8号線184.896km地点		片側1車線・両側2車線	ある			50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H5.7					2
043907-2	国道8号線184.896km地点		片側1車線・両側2車線	ある			50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H6.1					2
043907-3	国道8号線184.896km地点		片側1車線・両側2車線	ある			50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H9.3					5
043908-1	国道8号線184.938km地点		片側1車線・両側2車線	ある			45.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H4					8
043908-2	国道8号線184.938km地点		片側1車線・両側2車線	ある			45.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H5.3					2
043908-3	国道8号線184.938km地点		片側1車線・両側2車線	ある			45.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H5					6
043908-4	国道8号線184.938km地点		片側1車線・両側2車線	ある			45.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H5.7					4
043908-5	国道8号線184.938km地点		片側1車線・両側2車線	ある			45.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H6.1					1
043909-1	国道8号線185.012km地点		片側1車線・両側2車線	ある			45.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H5.7					4
043909-2	国道8号線185.012km地点		片側1車線・両側2車線	ある			45.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H6.8					30
043909-3	国道8号線185.012km地点		片側1車線・両側2車線	ある			45.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H6.10					12
043909-4	国道8号線185.012km地点		片側1車線・両側2車線	ある			45.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H6.12					20
043909-5	国道8号線185.012km地点		片側1車線・両側2車線	ある			45.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H7.7					1
043910-1	国道8号線185.115km地点		片側1車線・両側2車線	ある			40.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅢ	継続監視	防災カルテ作成	H5.7					4
043910-2	国道8号線185.115km地点		片側1車線・両側2車線	ある			40.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅢ	継続監視	防災カルテ作成	H7.1					25
043911-1	国道8号線185.749km地点		片側1車線・両側2車線	ある				中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅢ	点検対象外	要対策	H6.6					1
043911-2	国道8号線185.749km地点		片側1車線・両側2車線	ある				中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅢ	点検対象外	要対策	H6.10					1
043911-3	国道8号線185.749km地点		片側1車線・両側2車線	ある				中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅢ	点検対象外	要対策	H8.3					17
043912-1	国道8号線185.866km地点		片側1車線・両側2車線	ある			55.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H6.6					41
043912-2	国道8号線185.866km地点		片側1車線・両側2車線	ある			55.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H8.5					3
043913-1	国道8号線186.299km地点		片側1車線・両側2車線	ある			70.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要対策	要対策	H8.1					4
043913-2	国道8号線186.299km地点		片側1車線・両側2車線	ある			70.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要対策	要対策	H8.3					6
043913-3	国道8号線186.299km地点		片側1車線・両側2車線	ある			70.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要対策	要対策	H8.8					1
043913-4	国道8号線186.299km地点		片側1車線・両側2車線	ある			70.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要対策	要対策	H8.9					1
043914	国道8号線186.394km地点		片側1車線・両側2車線	ある			51.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	有	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H9.3					4
043915-1	国道8号線186.505km地点		片側1車線・両側2車線	ある			57.5°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	防災カルテ作成	H8.3					7
043915-2	国道8号線186.505km地点		片側1車線・両側2車線	ある			57.5°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	防災カルテ作成	H8.8					1
043915-3	国道8号線186.505km地点		片側1車線・両側2車線	ある			57.5°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	防災カルテ作成	H9.3					8
043916-1	国道8号線186.780km地点		片側1車線・両側2車線	ある			40.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H4.5					4
043916-2	国道8号線186.780km地点		片側1車線・両側2車線	ある			40.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H4.10					2
043916-3	国道8号線186.780km地点		片側1車線・両側2車線	ある			40.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H5.8					4
043916-4	国道8号線186.780km地点		片側1車線・両側2車線	ある			40.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H7.4					4
043916-5	国道8号線186.780km地点		片側1車線・両側2車線	ある			40.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H7.12					3

表4.2(2-ｂ) 調査結果一覧表

資料番号	発生源の位置	形状	大きさ 寸法	大きさ 体積	重量	衝突位置	落下高さ	止まった位置 防護工で止まった	止まった位置 防護工で止まらなかった	防護工の被害の程度	道路等への被害の有無	備考	その他
014506			0.6m×0.3m×0.2m	0.036000 m^3	90.000kg		4.0m				有	斜面勾配→「上30° 下20° 」・湧水の有無→「(しみ出し程度)」のｺﾒﾝﾄ・落下高さ→「3～4m」	
014507			0.3m×0.3m×m					防護工で止まった		無被害	無		
014508			1.5m×1.5m×1m	2.250000 m^3	5,625.000kg			防護工で止まった		無被害	無	落石個数→「直径60cm以下多数」	
014509			0.2m×0.3m×0.2m	0.012000 m^3	30.000kg				道路上で止まった		有	湧水の有無→「(しみ出し程度)」のｺﾒﾝﾄ	
015101	内	角	2.0m×1.5m×1.0m	3.000000 m^3	7,800.0kg	0.00m	30.0m	○		小破	無		
017201	外	平偏	0.4m×0.8m×0.3m	0.096000 m^3	250.0kg	2.00m	12.0m	○		その他	無	斜面勾配→「平均60° 」・落石個数→「30～40」・防護工の被害の程度→「ネット破損」	
017301	内	角	0.5m×0.5m×0.5m	0.125000 m^3	200.0kg	0.30m	10.0m	○		軽微	無	H2防災点検結果→「(切土対策終了)」のｺﾒﾝﾄ	写真では表層崩壊様
017302	内	角	0.3m×0.5m×0.5m	0.075000 m^3	140.0kg	0.30m	6.0m	○		軽微	無		
018401	内	角	1.1m×0.6m×0.5m	0.330000 m^3	800.0kg			○		軽微	無	斜面勾配→「上75° 下40° 」・衝突位置→「防止柵」となっている	
018402	内	角	0.7m×0.6m×1.4m	0.588000 m^3	1,200.0kg			○		無被害	無	衝突位置→「擁壁部」	
018403	内	角	0.6m×0.5m×1.5m	0.450000 m^3	1,080.0kg			○		無被害	有	斜面勾配→「上50° 下72° 」	
018404	内	角	1.2m×0.8m×0.4m	0.384000 m^3	920.0kg					無被害	無	斜面勾配→「上60° 下70° 」	
018405	内	角	0.4m×0.6m×2.5m	0.600000 m^3	580.0kg					無被害	無		
024501	内	球	0.6m×0.6m×0.6m	0.216000 m^3	220.0kg	0.65m	3.5m	○		軽微	無		
024502	内	球	0.5m×0.5m×0.5m	0.125000 m^3	125.0kg	0.35m	5.0m	○		小破	無		
024701	内						9.0m		道路上のスノーシェッドを越流	中破	無	標高→「約40m」・斜面勾配→「上60° 下45° 」・落石個数→「(土石流)」のｺﾒﾝﾄ	崩壊
034001		角	3.0m×1.5m×1.0m	4.500000 m^3	10,000.0kg		20.0m	○		中破	無	落下高さ→「15～20m」となっている	表層崩壊
035301	外	角	2m×1m×0.5m	1.000000 m^3	2,500.0kg	3.00m	30.0m	止まった		無被害	無	斜面勾配→「上75° 下38° 」	表層崩壊
035302	外	平偏	5m×2m×2m	20.000000 m^3	50,000.0kg		17.0m	止まった		小破	無	斜面勾配→「上75° 下30° 」	
035303	外	球			200.0kg	1.50m	30.0m		車道	軽微	無	斜面勾配→「上75° 下50° 」	
035801	外	角	0.2m×0.2m×0.1m	0.004000 m^3	5.0kg	0.80m	10.0m		○	その他	無	標高→「約200m」・表土層の厚さ→「1m程度」・崖錐性堆積物の厚さ→「1m程度」・斜面勾配→「裾部30° 程度(頂部に風化した岩塊が露出)」・防護工の被害の程度→「金網破損」	
037001												斜面勾配→「下78° 中50° 上20° 」	
037002													
037003													
043201	外	角	0.7m×0.6m×0.3m	0.126000 m^3	250.0kg	3.50m	40.0m		車道を越えた	中破	有	斜面勾配→「約60° 」・時間最大雨量→「(9･1)46mm」・落下高さ→「約40m」	
043901-1	内	角	1m×1m×1m	1.000000 m^3	2,200.0kg	0.80m	11.0m	背面に堆積		無被害	無	天候→「(前日雨)」のｺﾒﾝﾄあり・落石個数→「無数(崩壊)」	表層崩壊
043901-2	内	角	1m×1m×1m	1.000000 m^3	2,200.0kg	1.50m	12.0m		反対側車線まで散乱	その他	無	天候→「(前日雨)」のｺﾒﾝﾄ・落石個数→「無数(崩壊)」・防護工の被害の程度→「落石防護柵のﾜｲﾔｰ破断」	表層崩壊
043902		角	0.8m×0.6m×0.4m	0.192000 m^3	480.0kg								
043903-1		球	10m×m×m	523.598776 m^3	1,310.0kg								
043903-2		球	0.3m×m×m	0.014137 m^3	40.0kg								
043903-3		球	0.2m×m×m	0.004189 m^3	10.0kg								
043903-4		球	0.2m×m×m	0.004189 m^3	10.0kg								
043903-5		角	0.4m×0.4m×0.5m	0.080000 m^3	200.0kg								
043904-1		球	0.2m×m×m	0.004189 m^3	10.0kg								
043904-2		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg								
043904-3		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg								
043904-4		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg								
043904-5		球	0.1m×m×m	0.523599 m^3	1.0kg								
043905-1		球	0.2m×m×m	0.004189 m^3	10.0kg								
043905-2		球	0.7m×m×m	0.179594 m^3	450.0kg								
043905-3		球	0.6m×m×m	0.113097 m^3	280.0kg								
043905-4		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg								
043905-5		球	0.3m×m×m	0.014137 m^3	40.0kg								
043906-1		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg							斜面勾配→「40～60° 」	
043906-2		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg							斜面勾配→「40～60° 」	
043906-3		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg							斜面勾配→「40～60° 」	
043906-4		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg							斜面勾配→「40～60° 」	
043906-5		球	1.0m×m×m	52.359878 m^3	1,310.0kg							斜面勾配→「40～60° 」	
043907-1		球	0.3m×m×m	0.014137 m^3	40.0kg							斜面勾配→「40～60° 」	
043907-2		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg							斜面勾配→「40～60° 」	
043907-3		角	0.2m×0.2m×0.2m	0.008000 m^3	20.0kg							斜面勾配→「40～60° 」	
043908-1		球	0.6m×m×m	0.113097 m^3	280.0kg							斜面勾配→「40～50° 」	
043908-2		球	0.3m×m×m	0.014137 m^3	40.0kg							斜面勾配→「40～50° 」	
043908-3		球	0.7m×m×m	0.179594 m^3	450.0kg							斜面勾配→「40～50° 」	
043908-4		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg							斜面勾配→「40～50° 」	
043908-5		球	0.6m×m×m	0.113097 m^3	280.0kg							斜面勾配→「40～50° 」	
043909-1		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg							斜面勾配→「40～50° 」	
043909-2		球	0.2m×m×m	0.004189 m^3	10.0kg							斜面勾配→「40～50° 」	
043909-3		球	0.4m×m×m	0.083510 m^3	80.0kg							斜面勾配→「40～50° 」	
043909-4		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg							斜面勾配→「40～50° 」	
043909-5		角	0.4m×0.4m×0.5m	0.080000 m^3	200.0kg							斜面勾配→「40～50° 」	
043910-1		球	0.8m×m×m		670.0kg								
043910-2													
043911-1		球	0.8m×m×m	0.268082 m^3	670.0kg								
043911-2		角	0.2m×0.15m×1.1m	0.033000 m^3	80.0kg								
043911-3		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg								
043912-1		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg							斜面勾配→「上40° 下70° 」	
043912-2		角	1.2m×1.0m×0.4m	0.480000 m^3	1,200.0kg							斜面勾配→「上40° 下70° 」	
043913-1		角	1.2m×0.8m×0.1m	0.096000 m^3	240.0kg								
043913-2		角	0.6m×0.6m×0.6m	0.216000 m^3	540.0kg								
043913-3		角	0.4m×0.4m×0.2m	0.032000 m^3	80.0kg								
043913-4		角	0.4m×0.2m×0.1m	0.008000 m^3	20.0kg								
043914		角	0.5m×0.5m×0.4m	0.100000 m^3	250.0kg								
043915-1		角	0.2m×0.2m×0.2m	0.008000 m^3	20.0kg							斜面勾配→「上40° 下75° 」	
043915-2		角	0.3m×0.3m×0.1m	0.009000 m^3	20.0kg							斜面勾配→「上40° 下75° 」	
043915-3		角	0.6m×0.6m×0.3m	0.108000 m^3	270.0kg							斜面勾配→「上40° 下75° 」	
043916-1		球	0.2m×m×m	0.004189 m^3	10.0kg								
043916-2		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg								
043916-3		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg								
043916-4		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg								
043916-5		球	0.3m×m×m	0.014137 m^3	40.0kg								

表4.2(3-ａ)　調査結果一覧表

資料番号	路線名	標高	車線数	積雪寒冷地域	表土の厚さ	崖錐性堆積物の厚さ	斜面の勾配	斜面の凹凸	斜面の土質	発生源の地質・岩質	樹木の繁茂状況	樹木の種類1	樹木の種類2	樹木の種類3	湧水の有無	標識の有無	防護工の種類	設計条件 重量	設計条件 高さ	H2防災点検	H8緊急点検結果	H8防災点検結果	発生日時	天候	気象条件 時間最大雨量	気象条件 連続雨量	地震の場合は震度	落石個数
043917-1	国道8号線186.915km地点		片側1車線・両側2車線	ある				中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	有	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H5.3					3
043917-2	国道8号線186.915km地点		片側1車線・両側2車線	ある				中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	有	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H6.6					3
043917-3	国道8号線186.915km地点		片側1車線・両側2車線	ある				中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	有	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H6.10					8
043917-4	国道8号線186.915km地点		片側1車線・両側2車線	ある				中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	有	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H7.3					1
043917-5	国道8号線186.915km地点		片側1車線・両側2車線	ある				中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	有	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H8.3					5
043918-1	国道8号線186.935km地点		片側1車線・両側2車線	ある				中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			点検対象外	点検対象外	点検対象外	H6.10					6
043918-2	国道8号線186.935km地点		片側1車線・両側2車線	ある				中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			点検対象外	点検対象外	点検対象外	H8.3					71
043919-1	国道8号線191.124km地点		片側1車線・両側2車線	ある			35.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H8.3					3
043919-2	国道8号線191.124km地点		片側1車線・両側2車線	ある			35.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	防災カルテ作成	H9.3					11
043920	国道8号線191.898km地点		片側1車線・両側2車線	ある			62.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅢ	継続監視	防災カルテ作成	H8.3					1
043921-1	国道8号線193.500km地点		片側1車線・両側2車線	ある				大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	要対策	H4.5					3
043921-2	国道8号線193.500km地点		片側1車線・両側2車線	ある				大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	要対策	H5.3					3
043921-3	国道8号線193.500km地点		片側1車線・両側2車線	ある				大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	要対策	H5.7					3
043921-4	国道8号線193.500km地点		片側1車線・両側2車線	ある				大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	要対策	H5.10					1
043921-5	国道8号線193.500km地点		片側1車線・両側2車線	ある				大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	要対策	H6.1					4
043922-1	国道8号線193.936km地点		片側1車線・両側2車線	ある			53.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅢ	継続監視	対策不要	H5.7					2
043922-2	国道8号線193.936km地点		片側1車線・両側2車線	ある			53.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅢ	継続監視	対策不要	H8.3					3
043923-1	国道8号線193.984km地点		片側1車線・両側2車線	ある			48.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅢ	継続監視	防災カルテ作成	H5.6					4
043923-2	国道8号線193.984km地点		片側1車線・両側2車線	ある			48.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅢ	継続監視	防災カルテ作成	H8.3					1
043924-1	国道8号線194.029km地点		片側1車線・両側2車線	ある				大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅢ	点検対象外	防災カルテ作成	H5.6					2
043924-2	国道8号線194.029km地点		片側1車線・両側2車線	ある				大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅢ	点検対象外	防災カルテ作成	H9.3					1
043925	国道8号線194.118km地点		片側1車線・両側2車線	ある			48.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅣ	要詳細調査	要対策	H8.3					1
043926	国道8号線194.194km地点		片側1車線・両側2車線	ある				中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			点検対象外	点検対象外	防災カルテ作成	H5.3					1
043927-1	国道8号線194.497km地点		片側1車線・両側2車線	ある			53.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	有	有	ロックシェッド			ランクⅢ	継続監視		H4.12					3
043927-2	国道8号線194.497km地点		片側1車線・両側2車線	ある			53.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	有	有	ロックシェッド			ランクⅢ	継続監視		H9.3					9
043928-1	国道8号線194.619km地点		片側1車線・両側2車線	ある			45.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	要対策	H4.6					1
043928-2	国道8号線194.619km地点		片側1車線・両側2車線	ある			45.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	要対策	H8.3					10
043929	国道8号線194.744km地点		片側1車線・両側2車線	ある			40.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	点検対象外	対策不要	H9.3					1
043930-1	国道8号線194.962km地点		片側1車線・両側2車線	ある			38.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	要対策	H5.7					2
043930-2	国道8号線194.962km地点		片側1車線・両側2車線	ある			38.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	要対策	H7.3					1
043930-3	国道8号線194.962km地点		片側1車線・両側2車線	ある			38.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	要対策	H8.5					15
043930-4	国道8号線194.962km地点		片側1車線・両側2車線	ある			38.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	要対策	H8.7					1
043930-5	国道8号線194.962km地点		片側1車線・両側2車線	ある			38.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	継続監視	要対策	H8.8					1
043931-1	国道8号線195.058km地点		片側1車線・両側2車線	ある				大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	点検対象外	防災カルテ作成	H5.7					20
043931-2	国道8号線195.058km地点		片側1車線・両側2車線	ある				大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	点検対象外	防災カルテ作成	H7.3					2
043931-3	国道8号線195.058km地点		片側1車線・両側2車線	ある				大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	点検対象外	防災カルテ作成	H7.12					1
043932-1	国道8号線195.140km地点		片側1車線・両側2車線	ある			43.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅢ	要詳細調査	要対策	H8.3					2
043932-2	国道8号線195.140km地点		片側1車線・両側2車線	ある			43.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅢ	要詳細調査	要対策	H9.3					5
043933-1	国道8号線195.150km地点		片側1車線・両側2車線	ある			75.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅢ	継続監視	防災カルテ作成	H4.10					10
043933-2	国道8号線195.150km地点		片側1車線・両側2車線	ある			75.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅢ	継続監視	防災カルテ作成	H8.3					10
043933-3	国道8号線195.150km地点		片側1車線・両側2車線	ある			75.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅢ	継続監視	防災カルテ作成	H9.3					10
043934	国道8号線195.216km地点		片側1車線・両側2車線	ある			75.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅢ	継続監視	対策不要	H4.6					3
043935-1	国道8号線195.265km地点		片側1車線・両側2車線	ある				大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H4.5					5
043935-2	国道8号線195.265km地点		片側1車線・両側2車線	ある				大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H9.3					4
043936-1	国道8号線195.313km地点		片側1車線・両側2車線	ある			43.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H7.3					1
043936-2	国道8号線195.313km地点		片側1車線・両側2車線	ある			43.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅠ	要詳細調査	要対策	H9.3					17
043937-1	国道8号線195.431km地点		片側1車線・両側2車線	ある			40.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅢ	点検対象外	対策不要	H7.3					10
043937-2	国道8号線195.431km地点		片側1車線・両側2車線	ある			40.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅢ	点検対象外	対策不要	H8.3					11
043937-3	国道8号線195.431km地点		片側1車線・両側2車線	ある			40.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅢ	点検対象外	対策不要	H8.8					1
043937-4	国道8号線195.431km地点		片側1車線・両側2車線	ある			40.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	ロックシェッド			ランクⅢ	点検対象外	対策不要	H9.3					30
044501-1	国道41号線220.15km地点		片側1車線	ある			60.0°	大	岩		まばら	低木		混合林	有	有	防護網+ロックシェッド			ランクⅠ+ランクⅢ+ランクⅣ	要対策	要対策	S55.8					数個
044501-2	国道41号線220.15km地点		片側1車線	ある			60.0°	大	岩		まばら	低木		混合林	有	有	防護網+ロックシェッド			ランクⅠ+ランクⅢ+ランクⅣ	要対策	要対策	H7					2
053301	国道156号線52.18km地点	206.700m	片側1車線・両側2車線				70.0°	中	岩						無		防護擁壁			ランクⅠ		要対策	H4.7.1	雨		78 mm		1
053302	国道41号線104.800km地点	334.000m	片側1車線・両側2車線				50.0°	小	岩		繁茂	高木	落葉樹	混合林			防護柵+防護擁壁			点検対象外		点検対象外	H4.7.18	晴	11 mm			2
053303	国道156号線57.1km地点	224.010m	片側1車線・両側2車線				70.0°	小	岩		まばら	低木	落葉樹	混合林	有	無	防護柵+防護擁壁			ランクⅣ		点検対象外	H5.1.23					多数
053304-1	国道41号線104.815km地点	344.800m	片側1車線・両側2車線		0.0 m	0.0 m	45.0°	小	岩		繁茂	低木	落葉樹	混合林	無	有	防護柵+防護擁壁			ランクⅠ		点検対象外	H5.3.10	晴				1
053304-2	国道41号線104.815km地点	344.800m	片側1車線・両側2車線		0.0 m	0.0 m	45.0°	小	岩		繁茂	低木	落葉樹	混合林	無	有	防護柵+防護擁壁			ランクⅠ		点検対象外		晴				1
053305	国道41号線98.950km地点	306.000m	片側1車線・両側2車線				60.0°	中	岩	崖錐	繁茂	低木	落葉樹	混合林	無		防護擁壁			ランクⅡ		要対策	H5.5.10	雨	5 mm			1
053306	国道41号線55.52km地点	135.560m	片側1車線・両側2車線		0.0 m	0.0 m	40.0°	小	岩		まばら	低木	落葉樹	混合林			防護柵+防護擁壁			点検対象外		要対策	H5.6.14	雨	74 mm			4
053307	国道41号線62.95km地点	159.280m	片側1車線・両側2車線				50.0°	小	岩	中生層							防護柵+防護擁壁			ランクⅡ		要対策	H6.3.8	雨	4 mm			1
053308	国道41号線34.07km地点	55.000m	片側1車線・両側2車線								繁茂	高木	落葉樹	混合林		無	防護網			ランクⅡ		要対策	H6.3.23	雨				
053309-1	国道41号線100.200km地点	311.600m	片側1車線・両側2車線				40.0°		岩		繁茂	高木	落葉樹	混合林			防護柵+防護擁壁			点検対象外		防災カルテ作成	H6.5.17	晴				8
053309-2	国道41号線100.200km地点	311.600m	片側1車線・両側2車線				40.0°		岩		繁茂	高木	落葉樹	混合林			防護柵+防護擁壁			点検対象外		防災カルテ作成	H6.5.17	晴				5
053310	国道41号線91.060km地点	271.100m	片側1車線・両側2車線				34.0°	中	岩								なし			ランクⅡ		防災カルテ作成	H6.5.21	晴				1
053311-1	国道41号線90.168km地点	256.600m	片側1車線・両側2車線				50.0°	小	岩	崖錐	繁茂				無	無	防護網			ランクⅡ		要対策	H6.9.26	晴				1
053311-2	国道41号線90.168km地点	256.600m	片側1車線・両側2車線				50.0°	小	岩	崖錐	繁茂				無	無	防護網			ランクⅡ		要対策	H6.9.26	晴				3
053311-3	国道41号線90.168km地点	256.600m	片側1車線・両側2車線				50.0°	小	岩	崖錐	繁茂				無	無	防護網			ランクⅡ		要対策	H6.9.26	晴				10
053312	国道41号線63.705km地点	166.520m	片側1車線・両側2車線				64.0°		岩	中生層	繁茂	高木	落葉樹	混合林			防護網			点検対象外		防災カルテ作成	H7.3.14	晴				1
053313-1	国道41号線98.990km地点	305.500m	片側1車線・両側2車線				45.0°	中	岩	崖錐	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	無	防護網					要対策	H7.4.28	曇				2
053313-2	国道41号線98.990km地点	305.500m	片側1車線・両側2車線				45.0°	中	岩	崖錐	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	無	防護網					要対策	H7.4.28	曇				10
053314	国道41号線97.930km地点	301.900m	片側1車線・両側2車線				40.0°	中	岩	崖錐	繁茂	高木	落葉樹	混合林			防護柵+防護擁壁			ランクⅡ		防災カルテ作成	H7.8.20	晴				1
053315	国道21号線34.060km地点	55.000m	片側1車線・両側2車線								繁茂	高木	落葉樹	混合林			防護網			ランクⅡ		要対策	H8.4.13	曇				多数
053316	国道41号線95.910km地点	290.500m	片側1車線・両側2車線				50.0°	小	岩		まばら	高木	落葉樹	混合林			防護柵+防護擁壁			ランクⅡ		要対策	H8.11.13	晴				1
053317	国道41号線95.900km地点	290.500m	片側1車線・両側2車線				65.0°	中	岩		まばら	高木	落葉樹	混合林	無	無	防護網						H8.12.26	晴				1
055201	国道153号線25.400km地点	60.500m	片側1車線・両側2車線	ない	0.5 m	1.5 m	50.0°	小	岩	花崗岩類	まばら	低木	落葉樹	混合林	無	無	防護柵	400 kg	15.0m	ランクⅣ	点検対象外	防災カルテ作成						7
055202	国道153号線27.982km地点	71.000m	片側1車線・両側2車線	ない	1.0 m	0.5 m	35.0°	中	礫	花崗岩類+崖錐	まばら	高木	落葉樹	混合林	無	無	防護柵	350 kg	30.0m	点検対象外	点検対象外	防災カルテ作成						多数
055203	国道153号線28.090km地点	71.500m	片側1車線・両側2車線	ない	0.3 m	1.0 m	45.0°	小	砂	花崗岩類	まばら	低木	落葉樹	混合林	無	無	防護柵+防護擁壁	350 kg	20.0m	点検対象外	点検対象外	防災カルテ作成						1
055204	国道153号線28.240km地点	73.000m	片側1車線・両側2車線	ない	0.0 m	0.0 m	82.0°	大	岩	花崗岩類	裸地	草本			無	無	防護網	600 kg	15.0m	ランクⅢ	点検対象外	対策不要						3
055205	国道153号線53.226km地点	624.500m	片側1車線・両側2車線	ない	1.0 m	1.0 m	40.0°	小	砂	花崗岩類	まばら	低木	落葉樹	混合林	無	無	防護柵+防護擁壁	250 kg	20.0m	ランクⅣ	点検対象外	対策不要						3
055206	国道153号線53.560km地点	603.000m	片側1車線・両側2車線	ない	0.2 m	0.3 m	50.0°	小	砂	花崗岩類	裸地	草本			有	無	防護柵	200 kg	30.0m	ランクⅢ	点検対象外	対策不要						2
055207	国道153号線53.940km地点	630.000m	片側1車線・両側2車線	ない	0.0 m	0.0 m	75.0°	大	岩	花崗岩類	裸地				有	無	防護網	600 kg	20.0m	ランクⅠ	点検対象外	要対策						2

表4.2(3-ｂ) 調査結果一覧表

資料番号	発生源の位置	形状	大きさ 寸法	大きさ 体積	重量	衝突位置	落下高さ	止まった位置 防護工で止まった	止まった位置 防護工で止まらなかった	防護工の被害の程度	道路等への被害の有無	備考		その他
043917-1		球	0.1m×m×m	0.000524 m^3	1.0kg									
043917-2		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg									
043917-3		球	0.2m×m×m	0.004189 m^3	10.0kg									
043917-4		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg									
043917-5		球	0.2m×m×m	0.004189 m^3	10.0kg									
043918-1		角	0.4m×0.4m×0.4m	0.064000 m^3	160.0kg									
043918-2		球	0.7m×m×m	0.179594 m^3	450.0kg									
043919-1		角	0.8m×0.8m×0.3m	0.192000 m^3	480.0kg							斜面勾配→「30～40° 」		
043919-2		角	0.7m×0.7m×0.5m	0.245000 m^3	610.0kg							斜面勾配→「30～40° 」		
043920		角	0.6m×0.6m×0.6m	0.216000 m^3	540.0kg							斜面勾配→「上40～60° 中75～98° 下40～60° 」		
043921-1		球	0.1m×m×m	0.000524 m^3	1.0kg									
043921-2		球	0.2m×m×m	0.004189 m^3	10.0kg									
043921-3		球	0.3m×m×m	0.014137 m^3	40.0kg									
043921-4		球	0.4m×m×m	0.003351 m^3	80.0kg									
043921-5		球	0.3m×m×m	0.014137 m^3	40.0kg									
043922-1		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg							斜面勾配→「上45° 下60° 」		
043922-2		角	0.8m×0.8m×0.8m	0.512000 m^3	1,280.0kg							斜面勾配→「上45° 下60° 」		
043923-1		球	0.3m×m×m	0.014137 m^3	40.0kg							斜面勾配→「上42° 中47° 下56° 」		
043923-2		角	0.4m×0.4m×0.4m	0.064000 m^3	160.0kg							斜面勾配→「上42° 中47° 下56° 」		
043924-1		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg									
043924-2		角	0.5m×0.6m×0.2m	0.060000 m^3	150.0kg									
043925		角	0.4m×0.4m×0.4m	0.064000 m^3	160.0kg							斜面勾配→「上45～55° 中55° 下35° 」		
043926		球	0.9m×m×m	0.381704 m^3	950.0kg									
043927-1		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg							斜面勾配→「上38° 中55° 下65° 」		
043927-2		角	0.3m×0.3m×0.2m	0.018000 m^3	50.0kg							斜面勾配→「上38° 中55° 下65° 」		
043928-1		角	0.15m×0.15m×0.1m	0.002250 m^3	5.0kg							斜面勾配→「上35° 中上50° 中下40° 下55° 」		
043928-2		角	0.4m×0.4m×0.5m	0.080000 m^3	200.0kg							斜面勾配→「上35° 中上50° 中下40° 下55° 」		
043929		角	0.5m×0.5m×0.5m	0.125000 m^3	310.0kg									
043930-1		球	0.6m×m×m	0.113097 m^3	280.0kg							斜面勾配→「30～45° 」		
043930-2		角	1.2m×0.6m×0.6m	0.432000 m^3	1,080.0kg							斜面勾配→「30～45° 」		
043930-3		角	0.5m×0.5m×0.2m	0.050000 m^3	130.0kg							斜面勾配→「30～45° 」		
043930-4		角	0.3m×0.3m×0.3m	0.027000 m^3	70.0kg							斜面勾配→「30～45° 」		
043930-5		角	0.4m×0.6m×0.3m	0.072000 m^3	180.0kg							斜面勾配→「30～45° 」		
043931-1		球	0.3m×m×m	0.014137 m^3	40.0kg									
043931-2			1.2m×1.2m×0.6m	0.864000 m^3	2,160.0kg									
043931-3		球	0.3m×m×m	0.014137 m^3	40.0kg									
043932-1		角	0.8m×0.8m×0.7m	0.448000 m^3	1,120.0kg							斜面勾配→「上45° 中上40° 中下45～50° 下35° 」		
043932-2		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg							斜面勾配→「上45° 中上40° 中下45～50° 下35° 」		
043933-1		球	1.6m×0.9m×0.6m	0.864000 m^3	2,160.0kg							斜面勾配→「70～80° 」		
043933-2		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg							斜面勾配→「70～80° 」		
043933-3		角	1.0m×0.6m×0.6m	0.360000 m^3	900.0kg							斜面勾配→「70～80° 」		
043934		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg							斜面勾配→「70～80° 」		
043935-1		球	0.2m×m×m	0.004189 m^3	10.0kg									
043935-2			0.7m×0.7m×0.4m	0.196000 m^3	490.0kg									
043936-1		球	1.0m×m×m	0.523599 m^3	1,310.0kg							斜面勾配→「上45° 下40° 」		
043936-2		角	0.5m×0.5m×0.4m	0.100000 m^3	250.0kg							斜面勾配→「上45° 下40° 」		
043937-1		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg									
043937-2		角	0.7m×0.5m×0.7m	0.245000 m^3	610.0kg									
043937-3		角	0.4m×0.5m×0.2m	0.040000 m^3	100.0kg									
043937-4		角	0.1m×0.1m×0.3m	0.003000 m^3	8.0kg									
044501-1	内	球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	200.0kg				車道	無被害	無	斜面勾配→「上80° 下40° 」		
044501-2	内	球	2m×m×m	0.041888 m^3	1,400.0kg		35.0m	ロックシェッド上		無被害	無	斜面勾配→「上80° 下40° 」		
053301		球	0.5m×0.5m×0.5m	0.125000 m^3	312.500kg	1.00m	25.0m			軽微	無			
053302			1.0m×0.5m×0.8m	0.400000 m^3	1,000.000kg	0.50m	70.0m		○	中破	無			
053303		平偏				0.50m			○	無被害	無	落石個数→「モルタル吹付小塊」		
053304-1		角	1.8m×1.15m×1.3m	2.691000 m^3	6,727.500kg	2.80m	50.0m	○		小破	無			
053304-2			1.5m×1.0m×0.5m	0.750000 m^3	1,875.000kg	0.00m	32.0m		○		無	落石個数→「切り株1」		
053305		角	0.7m×0.45m×0.3m	0.094500 m^3	236.250kg	2.00m				小破	有			
053306		角	0.7m×0.4m×0.5m	0.140000 m^3	350.000kg	3.00m	3.5m			中破	無			
053307			0.4m×0.4m×0.4m	0.064000 m^3	160.000kg		11.0m			無被害	有			
053308			0.3m×0.3m×0.3m	0.027000 m^3	67.500kg	0.00m	0.0m		○					
053309-1		角	0.1m×0.1m×0.1m	0.001000 m^3	2.500kg				○	軽微	無			
053309-2		角	0.3m×0.3m×0.3m	0.027000 m^3	67.500kg			○		無被害	無			
053310		角	0.45m×0.45m×0.45r	0.091125 m^3	227.813kg	1.00m			○	無被害	有			
053311-1		球	0.6m×0.4m×0.22m	0.052800 m^3	132.000kg	0.00m			○	無被害	有			
053311-2			0.3m×0.3m×0.3m	0.027000 m^3	67.500kg	0.00m		○		無被害	無			
053311-3			0.1m×0.1m×0.1m	0.001000 m^3	2.500kg	0.00m		○		無被害	無			
053312			1.6m×2.0m×1.3m	4.160000 m^3	10,400.000kg				○	軽微	有			
053313-1		角	5.0m×5.0m×5.0m	125.000000 m^3	312,500.000kg			○						
053313-2		角	0.1m×0.1m×0.1m	0.001000 m^3	2.500kg			○						
053314			6.0m×6.0m×10.0m	360.000000 m^3	900,000.000kg					中破	無			
053315		平偏				0.00m			○	無被害	無	落石個数→「モルタル塊」		モルタル吹付のモルタルが剝離
053316			0.35m×0.45m×m			2.00m			○	無被害	有			
053317		角	0.35m×0.25m×0.25r	0.021875 m^3	54.688kg	0.00m				無被害	有			
055201	内	角	0.6m×0.4m×0.3m	0.072000 m^3	180.0kg	0.55m	10.5m	○		軽微	無			
055202	外					0.95m	28.0m	○		小破	無	落石個数→「除去されている」		
055203	内	角	0.9m×0.7m×0.7m	0.441000 m^3	1,100.0kg	0.35m	6.0m	○		軽微	無			
055204	内	角	1.0m×0.6m×0.3m	0.180000 m^3	450.0kg	3.00m	3.5m	○		無被害	無			
055205	外	角	1.0m×0.5m×0.5m	0.250000 m^3	625.0kg		20.0m			無被害	無	衝突位置・防護工で止まった→「衝突していない」		
055206	内	角	0.6m×0.4m×0.2m	0.048000 m^3	120.0kg	0.58m	6.0m	○		軽微	無			
055207	外	角	0.4m×0.2m×0.2m	0.016000 m^3	40.0kg	2.00m	30.0m	○		軽微	無			

表4.2(4-ａ)　調査結果一覧表

資料番号	路線名	標高	車線数	積雪寒冷地域	表土の厚さ	崖錐性堆積物の厚さ	斜面の勾配	斜面の凹凸	斜面の土質	発生源の地質・岩質	樹木の繁茂状況	樹木の種類1	樹木の種類2	樹木の種類3	湧水の有無	擁壁の有無	防護工の種類	設計条件 重量	設計条件 高さ	H2防災点検	H8緊急点検結果	H8防災点検結果	発生日時	天候	気象条件 時間最大雨量	気象条件 連続雨量	地震の場合は震度	落石個数
055208	国道153号線54.097km地点	645.000m	片側1車線・両側2車線	ない	0.0 m	0.0 m	80.0°	大	岩	花崗岩類	裸地				無	無	防護網	600 kg	20.0m	ランクⅠ	点検対象外	要対策						3
056401	国道42号線239.5km地点		片側1車線・両側2車線	ない			45.0°		岩		繁茂	高木					防護網			点検対象外		防災カルテ作成	H6.10.3	晴のち雨				7
056402-1	国道42号線236.7km地点		片側1車線・両側2車線	ない							繁茂	高木					防護柵			ランクⅠ		対策不要	H8.3.28	晴				1
056402-2	国道42号線236.7km地点		片側1車線・両側2車線	ない							繁茂	高木					防護柵			ランクⅠ		対策不要	H6.9.19	晴				1
056403	国道42号線235.8km地点		片側1車線・両側2車線	ない													ロックシェッド			点検対象外		対策不要	H7.9.18	晴				
056404	国道42号線233.7km地点		片側1車線・両側2車線	ない													防護網			点検対象外		対策不要	H7.9.18	晴				
057101	国道19号線106.38km地点	451.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.1 m	0.0 m	45.0°	小	礫	砂礫層	まばら	草本	落葉樹	混合林	無	無	防護柵						H9.4.7	雨	7 mm	33 mm		1
057102	国道19号線131.02km地点	698.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.2 m		60.0°	大	礫	砂礫層	まばら	高木	落葉樹	混合林	無	無	防護柵											1
057103	国道19号線131.42km地点	701.000m	片側1車線・両側2車線	ある	0.1 m	0.0 m	60.0°	小	礫	砂礫層	まばら	高木	落葉樹	混合林	無	無	防護柵											1
057104	国道153号線75.83km地点	533.900m	片側1車線・両側2車線	ある	0.5 m		45.0°	中	礫		繁茂	高木	落葉樹	混合林	無		防護柵											1
057105	国道153号線91.95km地点	########	片側1車線・両側2車線	ある	0.5 m		35.0°	中	礫		繁茂	高木			無		防護柵											
057106	国道153号線91.97km地点	########	片側1車線・両側2車線	ある	0.5 m		35.0°	中	礫		繁茂	高木			無		防護柵											
066601	国道42号線352.55km地点	20.000m	片側1車線・両側2車線	ない	1.5 m	1.5 m	50.0°	大	岩+礫	中生層	まばら	低木	常緑樹	混合林	無	無	防護網	300 kg	15.0m	ランクⅠ		要対策	H5.7.8	雨	14 mm	102 mm		多数
074201	国道180号線24.9km地点	28.841m	片側1車線		0.1 m	1.2 m	45.0°	小	礫	崖錐	まばら	高木	落葉樹	混合林	無	無	防護柵	500 kg	25.0m	ランクⅡ	点検対象外	点検対象外	H7.7.5	雨	7 mm	46 mm		2
075201	国道54号線75.2km地点	380.000m	片側1車線・両側2車線	ない	0.4 m	2.0 m	45.0°	中	岩	火山岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	有	なし			ランクⅡ	点検対象外	要対策	H4.8.8	晴				3
076001	国道191号線111-3.280km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線	ない	0.5 m	0.5 m	45.0°	中	岩+礫	火山岩類	繁茂	高木	常緑樹	混合林	無	無	防護網		3.0m	ランクⅡ	点検対象外	防災カルテ作成	H7.11.29	晴				1
083001	国道32号線75.6km地点	270.000m	片側1車線		1.0 m	3.0 m	80.0°	中	岩+礫	古生層	繁茂	高木	落葉樹		無	無	防護柵+防護擁壁		2.0m	ランクⅠ	対策不要	対策不要	H5.10.9	雨	4 mm	46 mm		多数
083002	国道32号線78.91km地点	230.000m	片側1車線			1.0 m	65.0°	小	岩	古生層	繁茂	高木	常緑樹	混合林	無	無	防護柵		2.0m	ランクⅢ	対策不要	対策不要	H4.4.24	雨	9 mm	35 mm		4
085001	国道33号線63.820km地点	300.000m	両側1車線	ある	1.0 m		60.0°	中	岩	古生層	繁茂	高木	常緑樹	単純林	無	無	防護柵			ランクⅣ	点検対象外	要対策	H4.8.18	雨				10
085002	国道33号線64.010km地点	280.000m	両側1車線	ある			60.0°	大	岩	古生層	繁茂	高木	常緑樹	単純林	無	無	防護柵			点検対象外	点検対象外	点検対象外	H5.3.8					3
085003	国道33号線99.270km地点	530.000m	両側1車線	ある	1.0 m		35.0°	中	岩	火山噴出物	繁茂	高木	常緑樹		無	無	防護柵			ランクⅢ	点検対象外	防災カルテ作成	H5.7.28					4
085004	国道33号線72.360km地点	560.000m	両側1車線	ある		1.0 m	40.0°	中	礫	崖錐	繁茂	高木	常緑樹		無	無	防護柵			点検対象外	点検対象外	要対策	H7.7.8	雨				1
085005	国道33号線99.650km地点	510.000m	両側1車線	ある	1.0 m		40.0°	中	礫	火山噴出物	繁茂	高木	常緑樹		無	無	防護柵			点検対象外	点検対象外	防災カルテ作成	H8.7.8					
085006	国道11号線208.48km地点	205.000m	両側1車線		0.1 m	0.3 m	50.0°	中	岩	古生層		低木	落葉樹	混合林	有	無	防護柵			ランクⅡ	点検対象外	要対策	H5.1.18					2
085101	国道56号線176.85km地点		片側1車線・両側2車線	ない			75.0°	中	岩		裸地					無	防護柵			ランクⅡ	点検対象外	防災カルテ作成	H5.6.17			1 mm		
086201	国道55号線93.785km地点		片側1車線・両側2車線	ない	0.1 m		40.0°	大	礫	砂礫層	繁茂	高木	常緑樹	混合林	無	無	防護柵			ランクⅡ		点検対象外	H4.9.23					
086202	国道55号線120.495km地点		片側1車線・両側2車線	ない	0.3 m	0.3 m	40.0°	大	礫		繁茂	高木+草本	常緑樹	混合林	無	無	不明			ランクⅡ		点検対象外	H6.7.25	雨	38 mm	210 mm		1
086203	国道33号線56.100km地点	470.000m	片側1車線・両側2車線	ない			45.0°	大	岩+礫+腐植土		繁茂	高木	常緑樹	混合林	無	無	防護柵+アンカー工			ランクⅡ	要詳細調査	要対策	H7.5.30	晴	5 mm	19 mm		多数
086204	国道55号線103.600km地点				0.5 m	0.5 m	50.0°	大	礫	変成岩	繁茂	低木	常緑樹	混合林	有	無	不明			ランクⅢ		点検対象外	H7.6.7	晴				
086205	国道32号線98.1km地点	235.000m	片側1車線・両側2車線	ない	0.5 m	0.5 m	70.0°	中	岩	変成岩	まばら	低木	落葉樹	混合林	無	無	防護柵			ランクⅡ	点検対象外	要対策	H8.3.18	曇				2
086206	国道55号線106.895km地点		片側1車線・両側2車線		0.2 m	0.2 m	70.0°	大	岩	変成岩	繁茂	低木	常緑樹	混合林	無	無	不明			点検対象外		対策不要	H8.7.30	晴				1
086207	国道55号線113.875km地点		片側1車線・両側2車線	ない	0.2 m		30.0°	大	岩		繁茂	草本	常緑樹	混合林	無	無	不明			点検対象外		要対策	H8.11.2	晴				3
086208	国道33号線106.4km地点	320.000m	片側1車線・両側2車線	ない	0.5 m	1.5 m	40.0°	中	礫	中生層	繁茂	高木	常緑樹	単純林	無	無	防護柵			ランクⅢ	点検対象外	防災カルテ作成	H9.3.28	晴				3
095001	国道57号線146km地点	7.000m	片側1車線・両側2車線	ない	0.0 m	3.0 m	40.0°	中	礫	崖錐	繁茂	高木	常緑樹	混合林	無	無	防護柵		2.3m	点検対象外	点検対象外	点検対象外	H8.6.20	曇	7 mm	27 mm		1
096001	国道10号線132.200km地点	6.500m	片側2車線・両側4車線	ない	0.8 m	0.5 m	46.0°	小	岩	火山岩類	繁茂	高木	常緑樹	混合林	無	無	防護柵	200 kg	25.0m	点検対象外	点検対象外	点検対象外	H5.9.3	暴風雨	82 mm	454 mm		多数
096501	国道220号線26.62km地点	50.000m	片側1車線・両側2車線	ない	0.0 m	0.1 m	40.0°	中	礫	中生層	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	無	防護柵			ランクⅠ		防災カルテ作成	H8.7.18	雨	12 mm	65 mm		15
096502	国道220号線32.710km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線	ない	0.1 m	0.1 m	45.0°	中	岩	中生層		低木	落葉樹	混合林	無	無	防護網	300 kg	40.0m	ランクⅠ			H7.6.26	雨	23 mm	113 mm		20
096503	国道220号線36.200km地点	6.000m	片側1車線・両側2車線	ない	0.0 m	0.1 m	60.0°	小	岩	中生層	裸地	草本			無	無	防護柵	150 kg		点検対象外			H8.5.7	雨	11 mm	87 mm		5
096504	国道220号線42.4km地点	40.000m	片側1車線・両側2車線	ない	0.1 m	0.1 m	40.0°	中	礫	中生層	繁茂	高木	落葉樹	混合林	無	無	防護柵						H8.6.14	雨	7 mm	40 mm		10
097101	国道220号線174.765km地点	1.500m	片側1車線・両側2車線	ない	0.3 m	1.0 m	45.0°	大	岩	火山岩類	まばら	高木	常緑樹	混合林	無	有	防護柵+防護擁壁			点検対象外	点検対象外	点検対象外	H8.6.1	曇				1

表4.2(4-b) 調査結果一覧表

資料番号	発生源の位置	形状	大きさ 寸法	大きさ 体積	重量	衝突位置	落下高さ	止まった位置 防護工で止まった	止まった位置 防護工で止まらなかった	防護工の被害の程度	道路等への被害の有無	備考	その他
055208	内	角	0.3m×0.2m×0.1m	0.006000 m^3	15.0kg	13.00m	18.0m	○		無被害	無		
056401		角	1.5m×1.0m×0.6m	0.900000 m^3	2,250.000kg			止まった		その他	無	防護工の被害の程度→「アンカー引抜」	
056402-1		角	0.6m×0.45m×m					止まった		無被害	無	防護工の被害の程度→「なし」・H2防災点検結果→「I1438」のｺﾒﾝﾄ・H8防災点検結果→「K024A058」のｺﾒﾝﾄ	
056402-2		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	163.625kg			止まった		無被害	無	防護工の被害の程度→「なし」・H2防災点検結果→「I1438」のｺﾒﾝﾄ・H8防災点検結果→「K024A058」のｺﾒﾝﾄ	
056403		角								無被害	無	防護工の被害の程度→「なし」・H8防災点検結果→「K042A033」のｺﾒﾝﾄ	
056404			0.5m×1.3m×0.7m	0.455000 m^3	1,137.500kg					無被害	無	防護工の被害の程度→「なし」・H8防災点検結果→「K042A024」のｺﾒﾝﾄ	
057101	内	平偏	1.7m×1.0m×0.5m	0.850000 m^3	2,125.000kg	0.50m	2.5m	○		軽微	無		
057102	内	円筒	2.5m×1.0m×1.0m	2.500000 m^3	6,250.000kg	1.00m	3.0m	○		小破	無		
057103	内	円筒	0.5m×1.0m×0.5m	0.250000 m^3	625.000kg	0.50m		○		中破	無		
057104	外	平偏	0.5m×0.3m×0.3m	0.045000 m^3	112.500kg	0.60m		○		小破	無	標高→「533.9m(路面)」	
057105	外	平偏						○		中破	無	標高→「1048.8m(路面)」	
057106	外	平偏				0.60m			○	中破	無	標高→「1048.9m(路面)」	
066601	内	球	3m×1.5m×4m	18.000000 m^3	39,600.0kg		15.0m	防護工及びガードレール		その他	無	標高→「約20m」・防護工の被害の程度→「360m²取替」	岩盤崩壊
074201	外	角	1.0m×0.6m×0.6m	0.360000 m^3	700.0kg	2.50m	58.0m		川側の車線で止まる	小破	無	H8防災点検結果→「H8処置済」のｺﾒﾝﾄ・衝突位置→「2.5、4.5m」	
075201	内	角	0.7m×0.8m×0.7m	0.392000 m^3	950.0kg		95.0m		車道	無被害	有	衝突位置→「側溝直撃0m」・防護工の被害の程度→「なし」	
076001	外	平偏	1m×1.2m×0.2m	0.240000 m^3	500.0kg	3.00m	70.0m	○		小破	無	路線名→「上り」のｺﾒﾝﾄ	
083001		円筒	4m×2m×1.5m	12.000000 m^3	30,000.0kg		100.0m		道路面	その他	無	落石個数→「岩塊700m3」・大きさ→「最大」のｺﾒﾝﾄ・防護工の被害の程度→「破壊」	岩盤崩壊
083002			0.5m×0.3m×0.15m	0.022500 m^3	40.0kg		50.0m	農道へ落石	国道へ枯木	無被害	無	防護工の被害の程度→「なし」	
085001	外	平偏	0.5m×0.3m×0.2m	0.030000 m^3	78.0kg		30.0m		○	小破	無	天候→「台風11号」のｺﾒﾝﾄ	
085002	外	角	0.5m×0.5m×0.5m	0.125000 m^3	325.0kg		15.0m		○	無被害	無		
085003	外	角	1m×1.2m×1.0m	1.200000 m^3	3,120.0kg	0.30m	15.0m	○		無被害	無		
085004	外	角	1.0m×0.6m×1.0m	0.600000 m^3	1,560.0kg	0.50m	5.0m	○		小破	無		
085005	外	角	1m×1.5m×1.5m	2.250000 m^3	5,900.0kg	0.90m	15.0m	○		小破	無		
085006			1.5m×1.0m×1.0m	1.500000 m^3	150.0kg	1.00m	15.0m	○		中破			
085101	外	角	1m×1m×1m	1.000000 m^3	200.0kg	1.00m	10.0m	○		中破	無	連続雨量→「1mm/24時間」	
086201	外		0.7m×0.4m×0.6m	0.168000 m^3	500.0kg	1.50m	20.5m		路肩		有		
086202	外	円筒	2.0m×2.0m×2.0m	8.000000 m^3	2,300.0kg		40.0m				有		
086203	外	球	0.7m×0.7m×0.5m	0.245000 m^3	700.0kg	3.00m	250.0m		車道センター付近に止まった	その他	無	斜面の土質→「場所によって違う、ﾁｬｰﾄ」のｺﾒﾝﾄ・設計条件に「ｽﾄﾝｶﾞｰﾄﾞ(W=130K9、H=50)、設計ｱﾝｶｰ=21.85tf/m」のｺﾒﾝﾄ・落石個数→「1個が破砕して路面落下は10個」のｺﾒﾝﾄ・防護工の被害の程度→「仮設防護柵の金網破損」	
086204		角	1.2m×1.0m×0.5m	0.600000 m^3	1,500.0kg	1.50m	20.0m			中破	無		
086205	外		0.8m×0.4m×0.3m	0.096000 m^3	240.0kg	2.00m	10.0m		側溝	中破	無		
086206	外	円筒	0.6m×0.8m×0.5m	0.240000 m^3	500.0kg		10.0m				無		
086207	外	平偏	1.3m×1.2m×0.5m	0.780000 m^3	2,000.0kg		6.0m				無		
086208	外	円筒	2m×2m×0.8m	3.200000 m^3	16,000.0kg		70.0m		路肩	大破	無	衝突位置→「(全面)」	
095001	外	球	3.8m×2.5m×2.8m	26.600000 m^3	26,000.0kg	1.00m	40.0m		車道を越えた	大破	有		
096001						2.00m	25.0m		車道	大破	有	天候→「台風13号」のｺﾒﾝﾄ・落石個数→「土砂」	表層崩壊
096501	外		1m×0.8m×0.8m	0.640000 m^3	1,600.0kg	1.00m	30.0m	○		中破	無		
096502	内	角	1.8m×0.8m×0.6m	0.864000 m^3	2,000.0kg	40.00m	40.0m	止まった		その他	無	防護工の被害の程度→「ロープ伸、金網支形」	
096503	内	角	0.5m×0.5m×0.5m	0.125000 m^3	200.0kg	3.30m	20.0m	止まった		その他	無	防護工の被害の程度→「金網支形」	
096504	外	平偏	1m×1.7m×0.8m	1.360000 m^3	3,400.0kg	0.00m	20.0m	○		無被害	無		
097101	内	角	2.0m×1.5m×1.0m	3.000000 m^3	7,500.0kg	1.00m	60.0m	防護柵支柱		中破	無	斜面勾配→「上55° 下35° 」	

表4.3 調査地点数

地区名	全調査地点数	落石発生回数
北海道	53	70
東北	2	2
関東	6	6
北陸	38	107
中部	34	40
近畿	0	0
中国	3	3
四国	16	16
九州	6	6
計	158	250

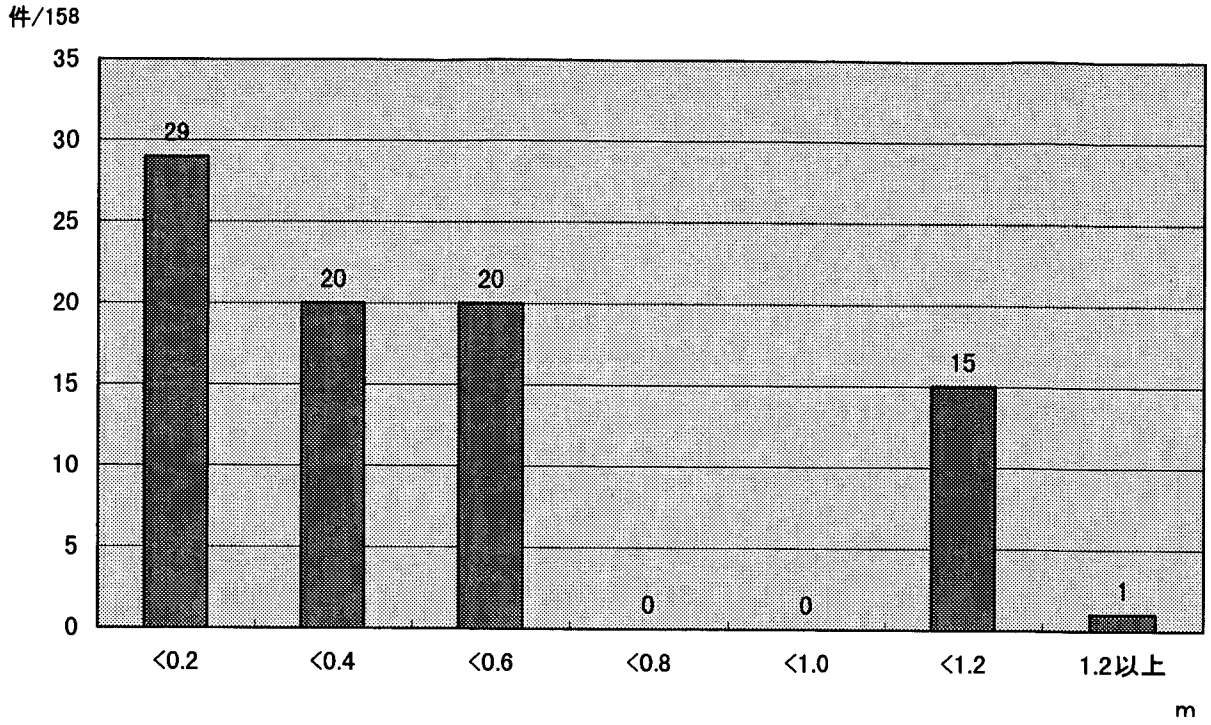


図4.1　表土層の厚さ

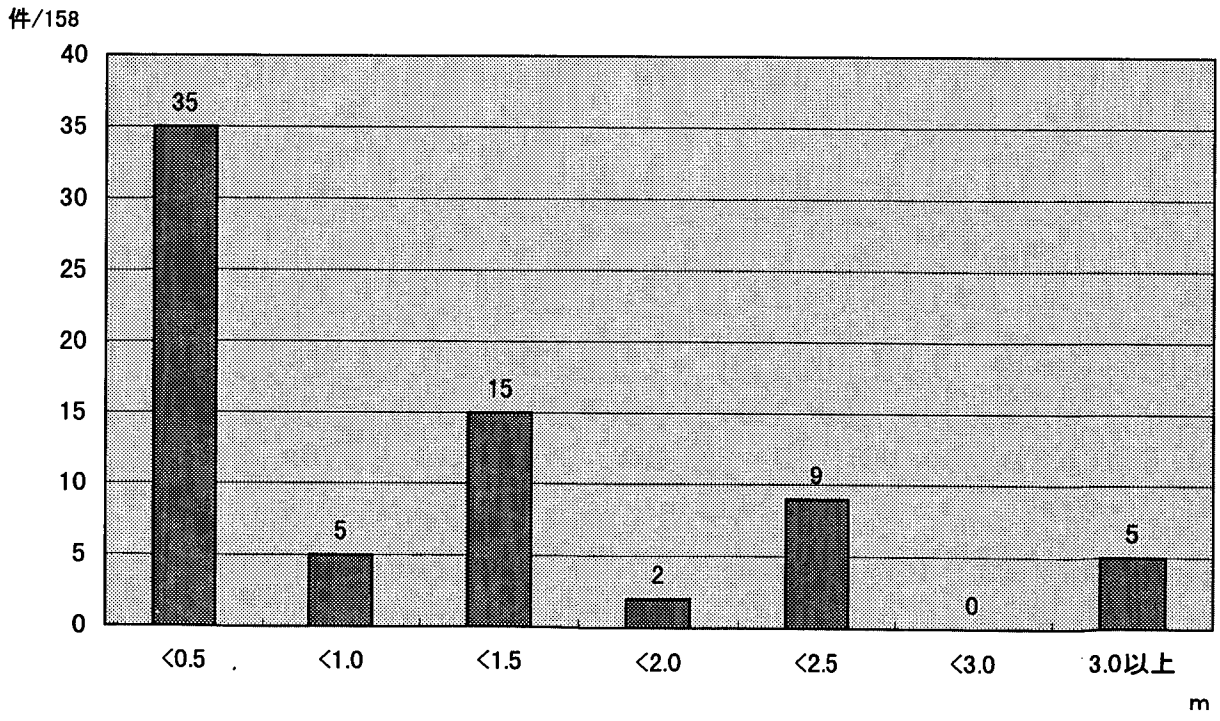


図4.2　崖錐性堆積物の厚さ

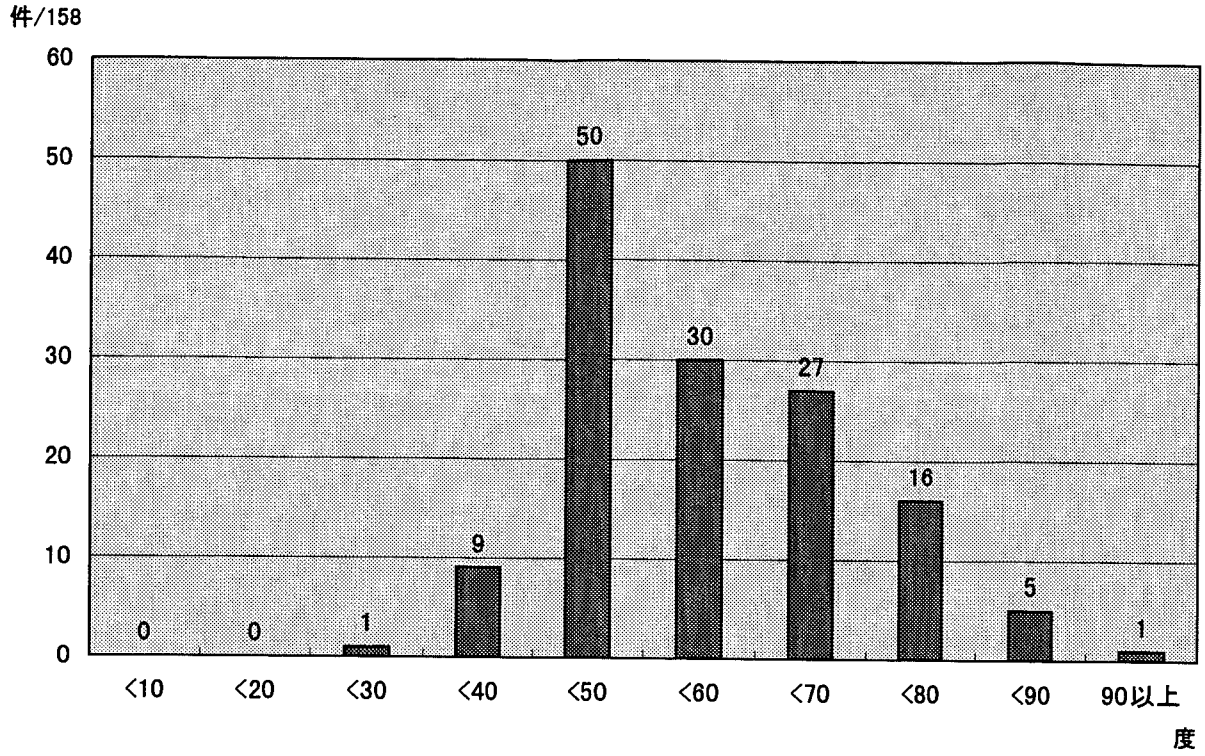


図4.3　斜面の勾配

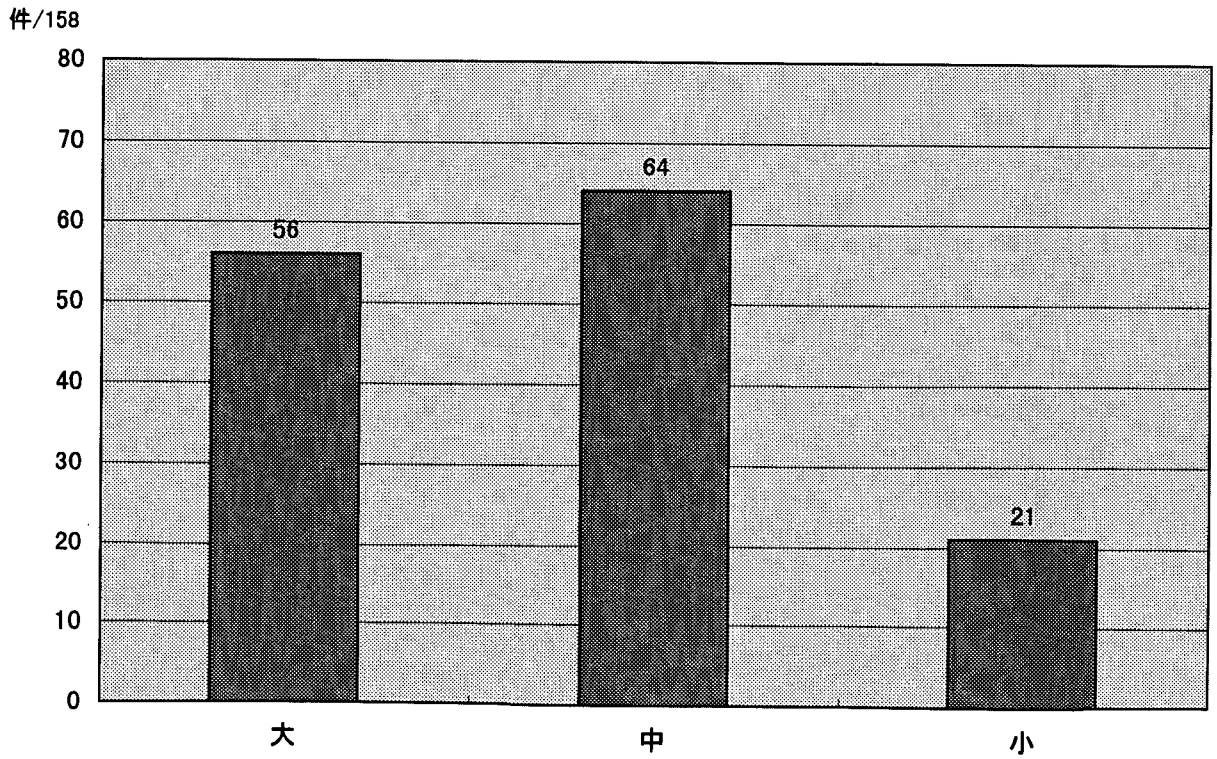


図4.4　斜面内の凹凸

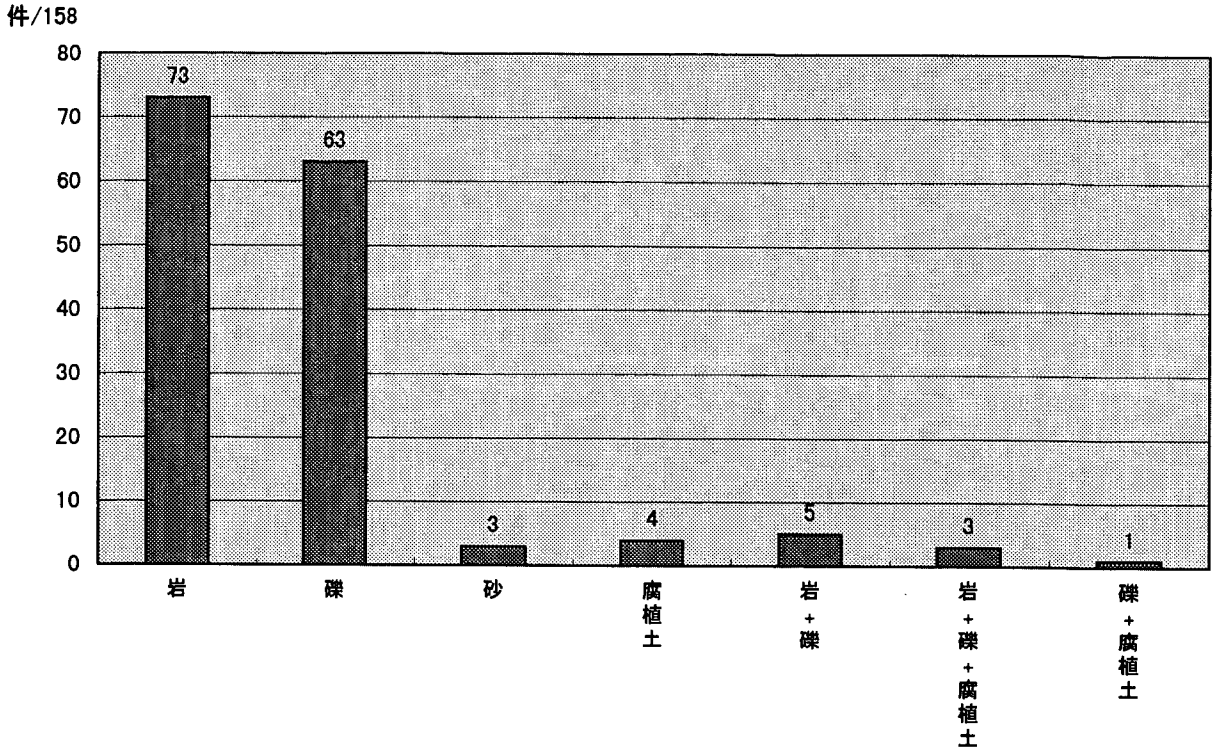


図4.5　斜面の土質

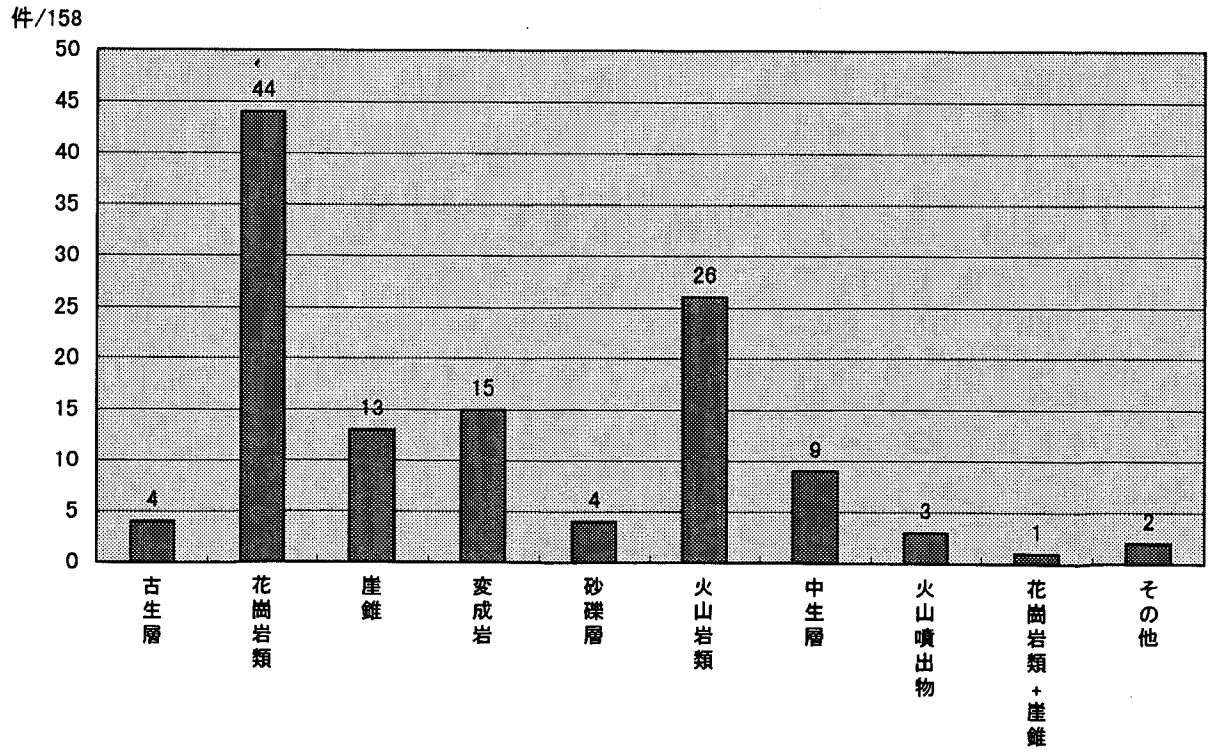


図4.6　発生源の地質・岩質

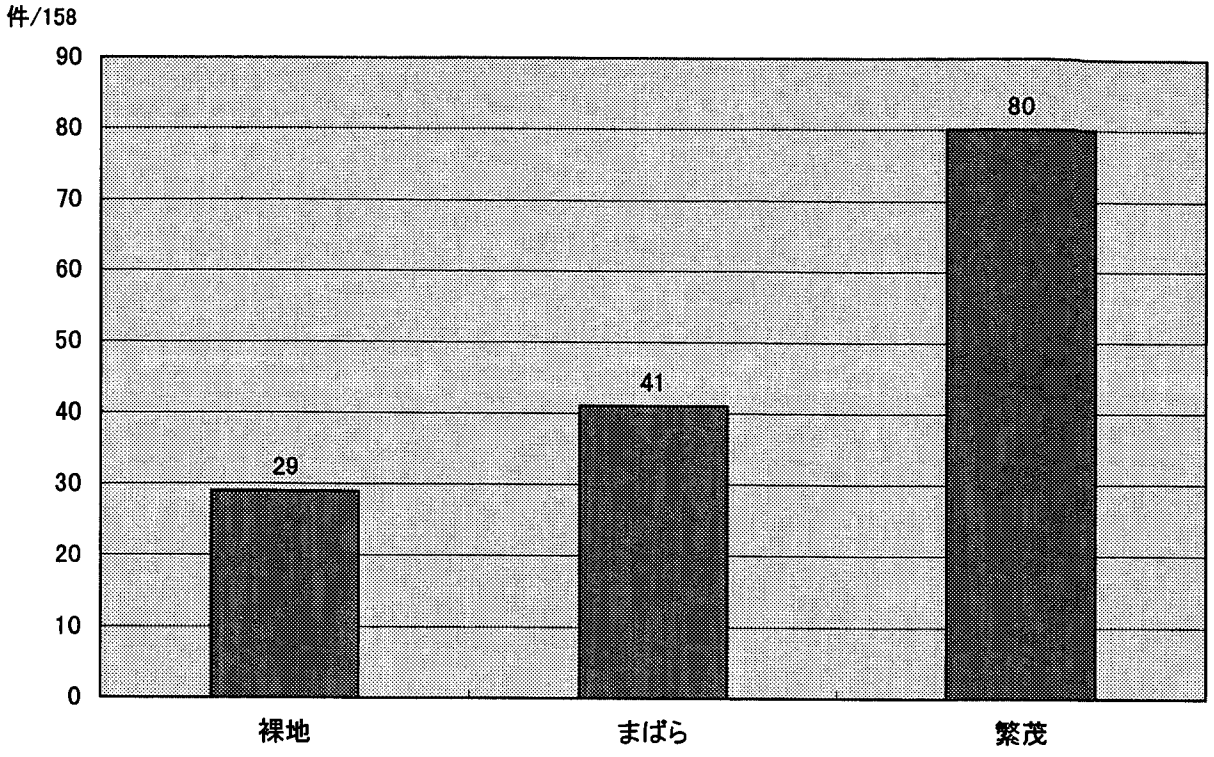


図4.7　樹木の繁茂状況

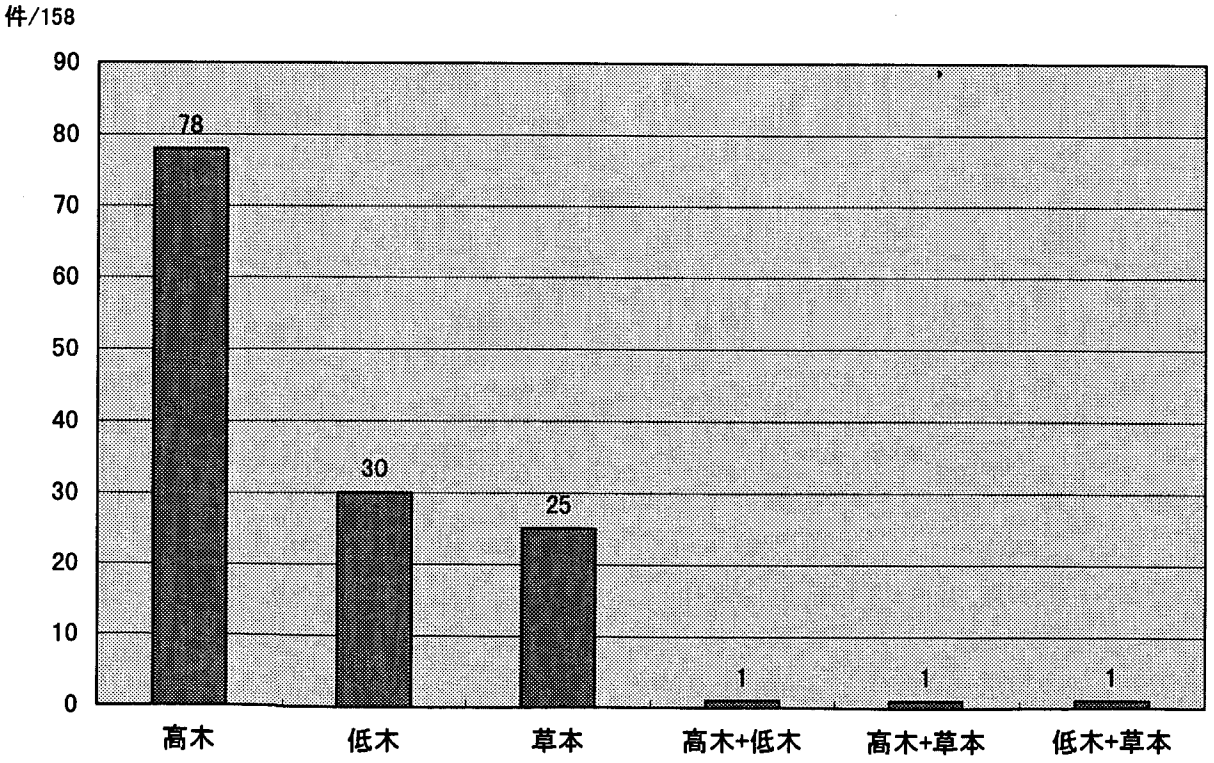


図4.8　樹木の種類①

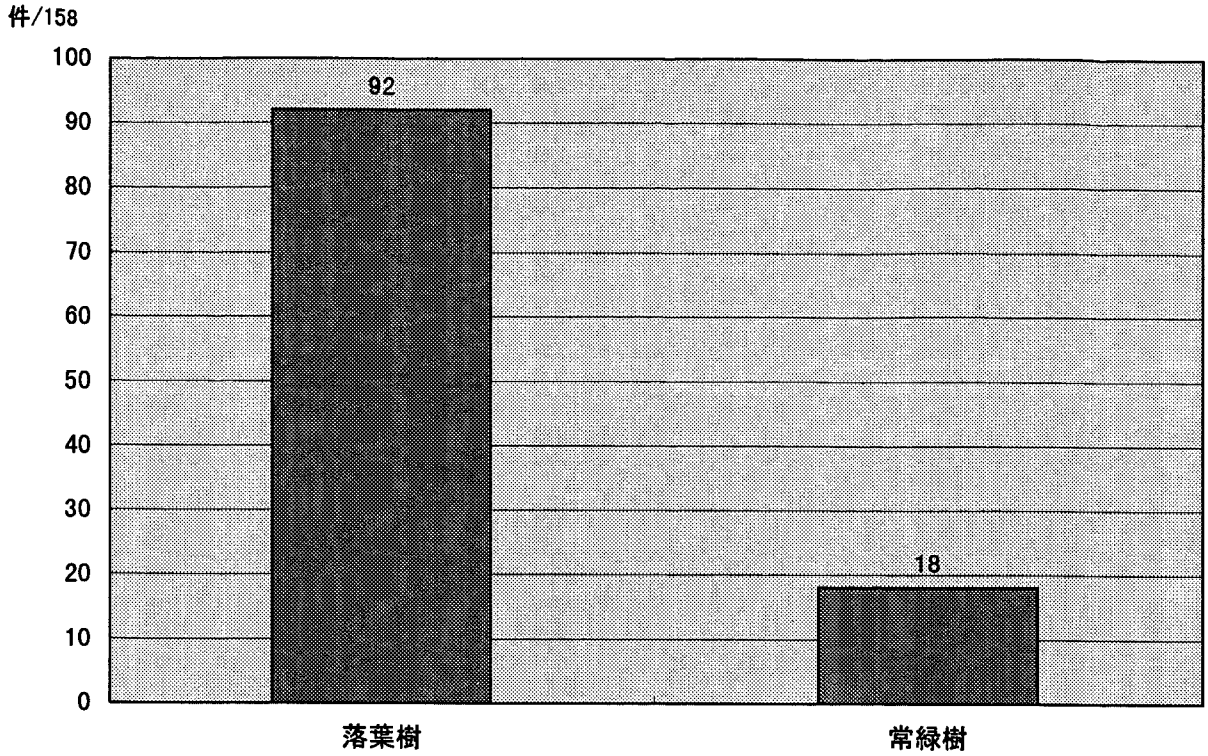


図4.9　樹木の種類②

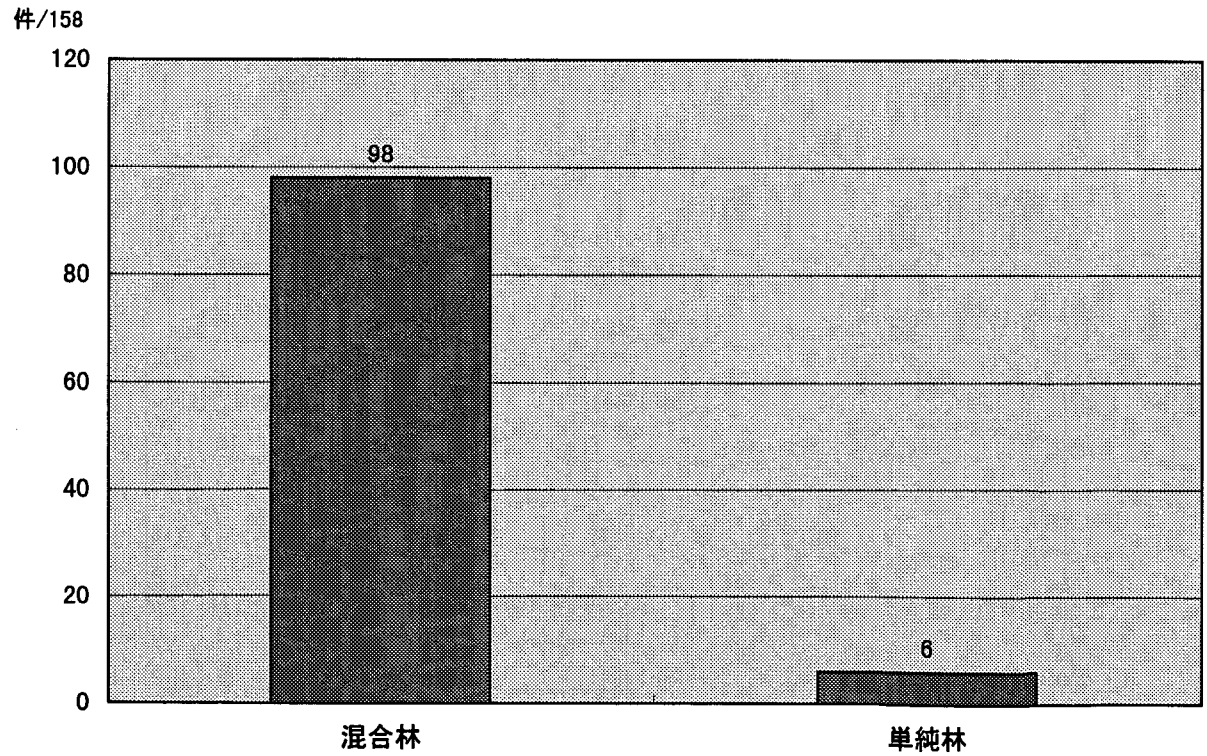


図4.10　樹木の種類③

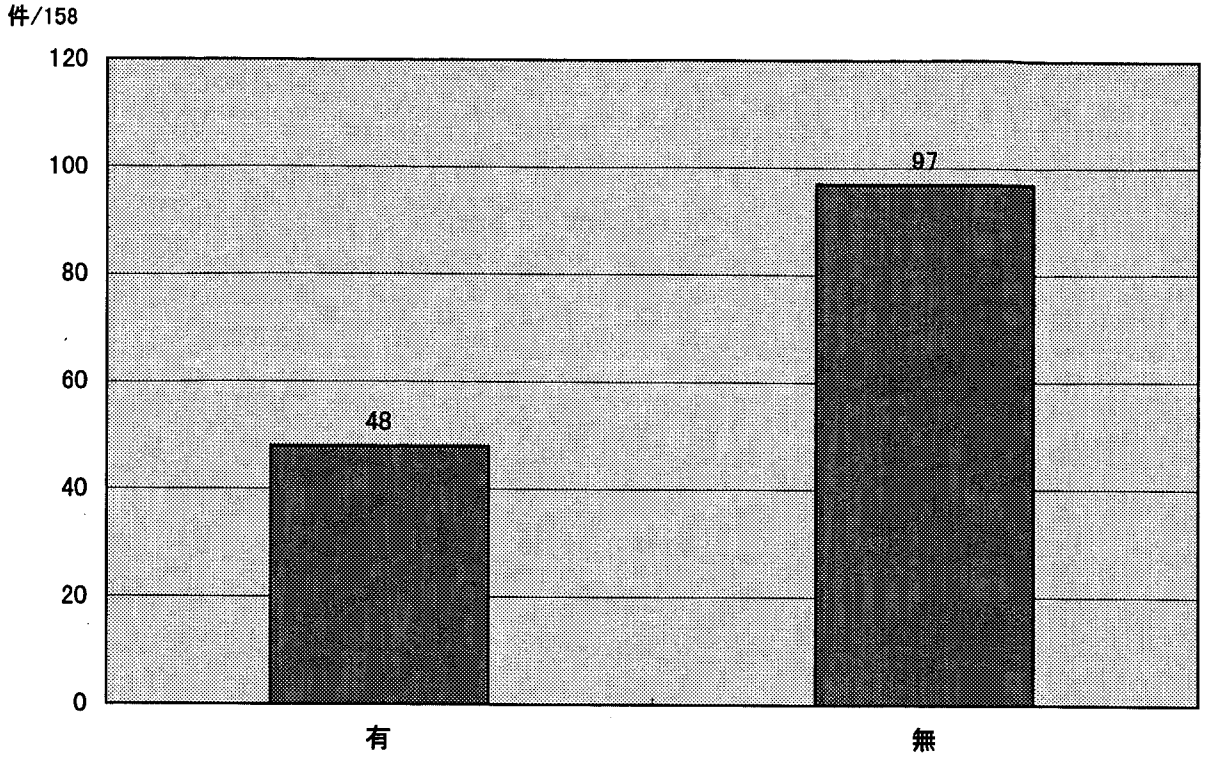


図4.11　湧水の有無

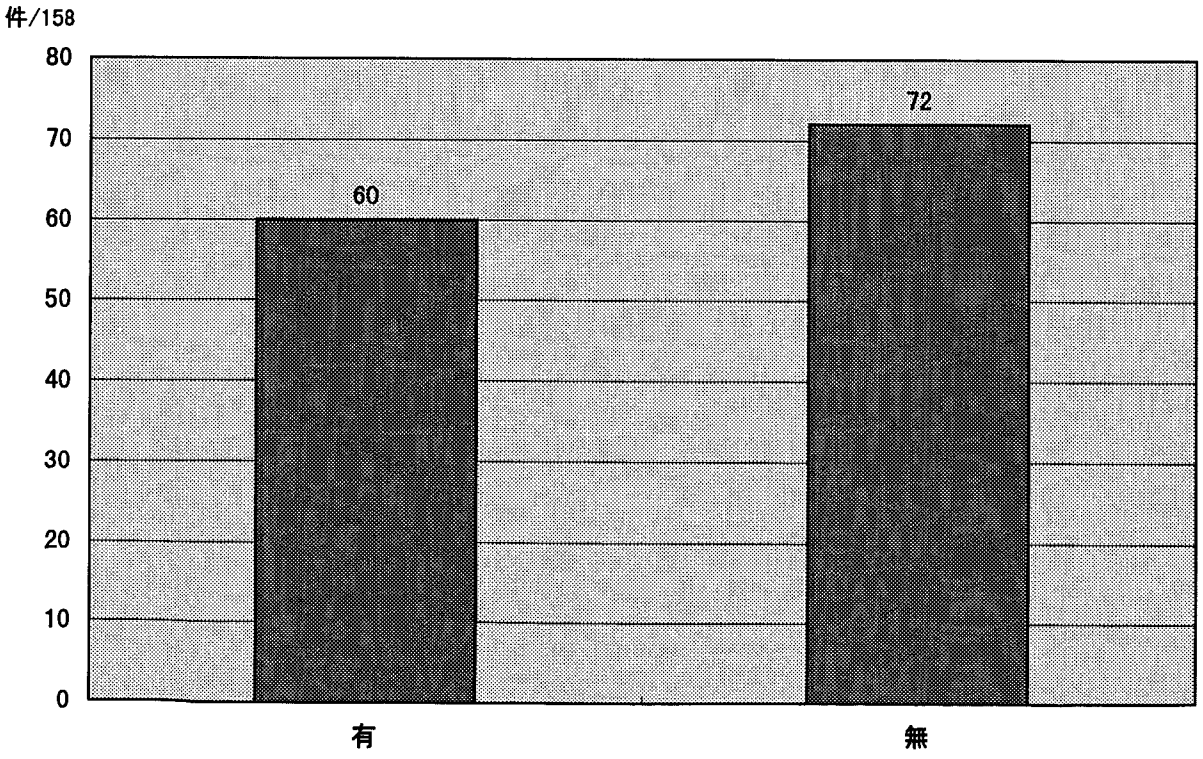


図4.12　標識の有無

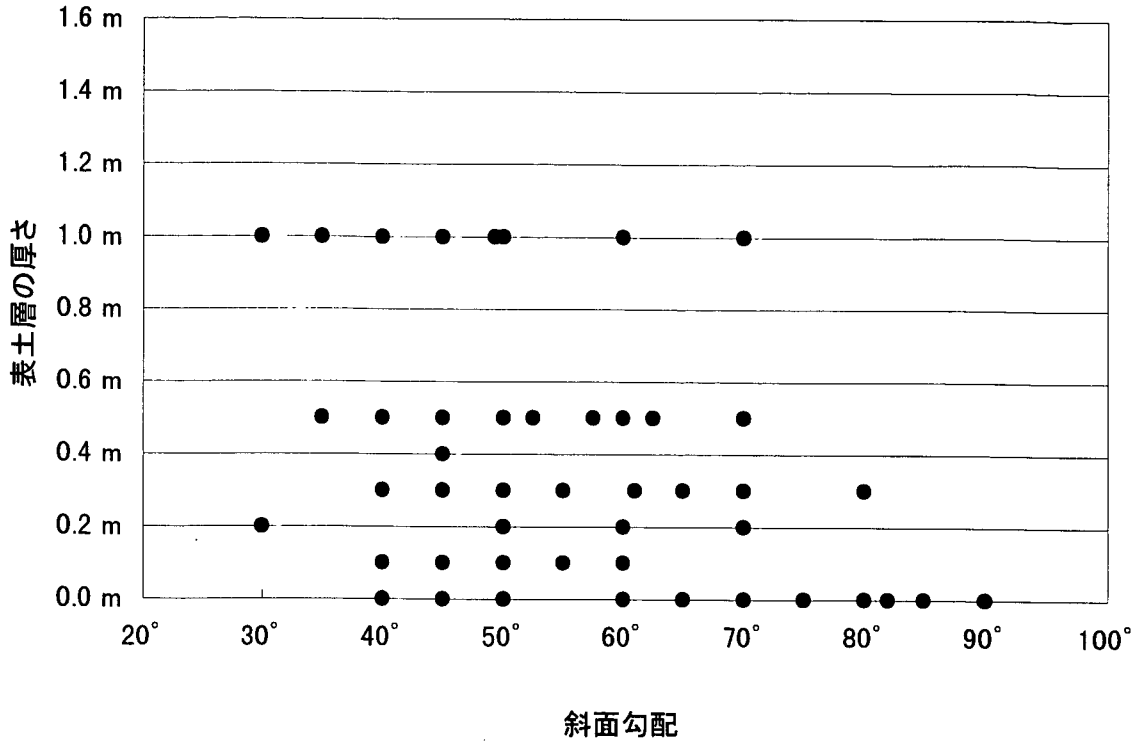


図4.13　表土層の厚さと斜面勾配の関係

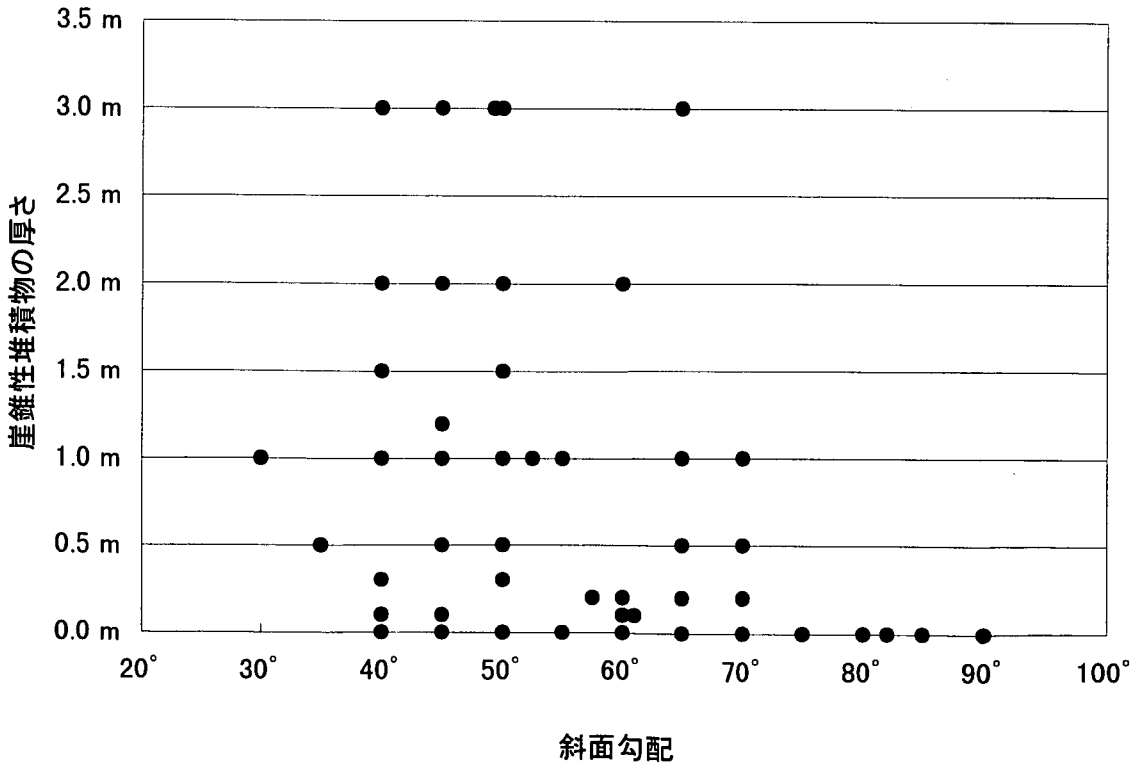


図4.14　崖錐性堆積物の厚さと斜面勾配の関係

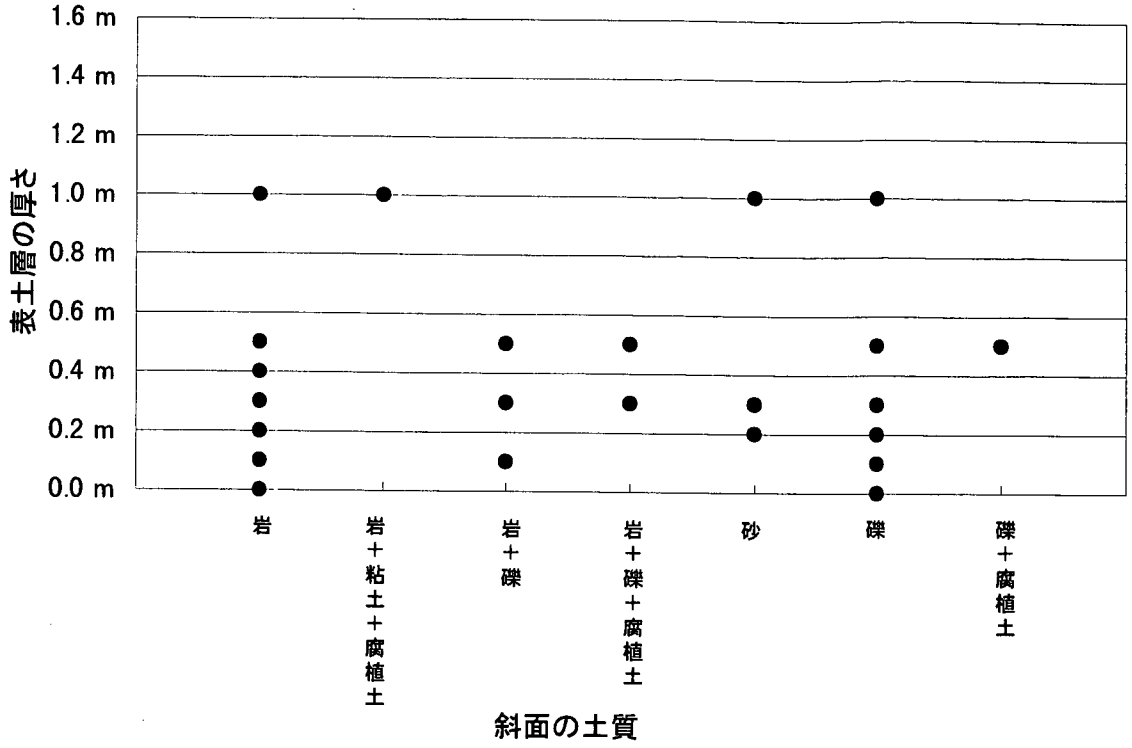


図4.15　表土層の厚さと斜面の土質の関係

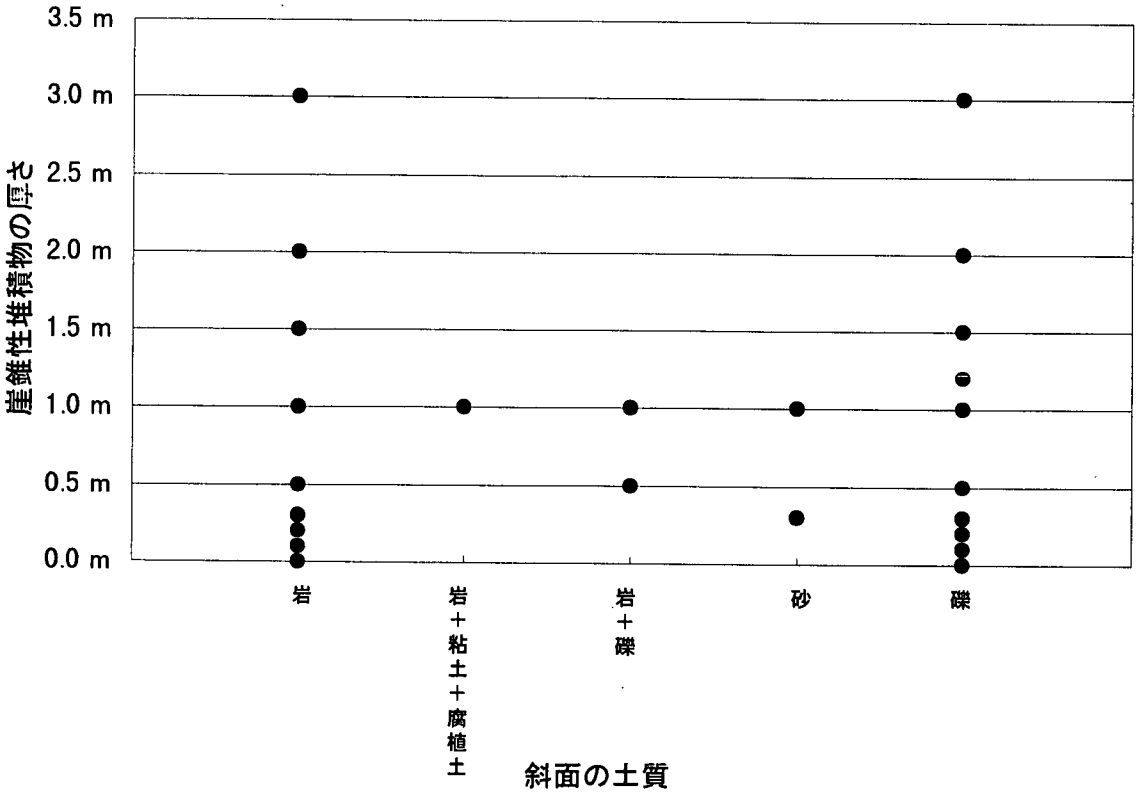


図4.16　崖錐性堆積物の厚さと斜面の土質の関係

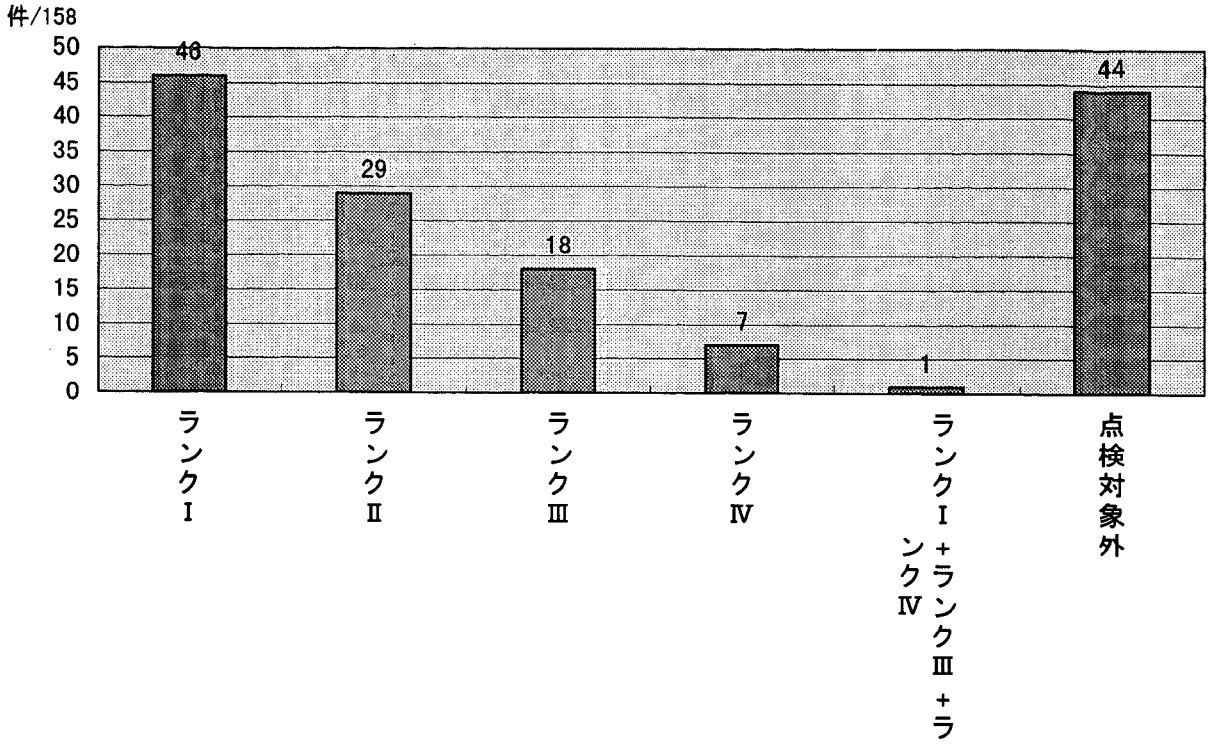


図4.17　平成２年度防災点検結果

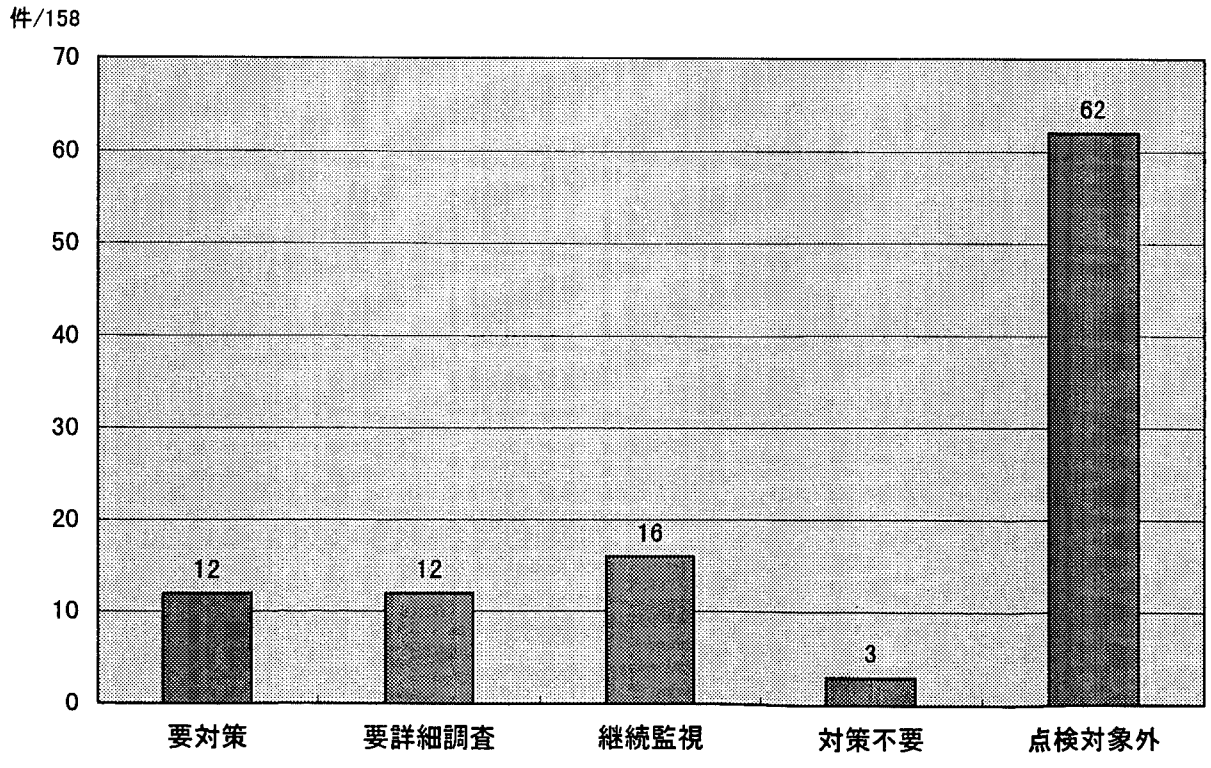


図4.18　平成８年度緊急点検結果

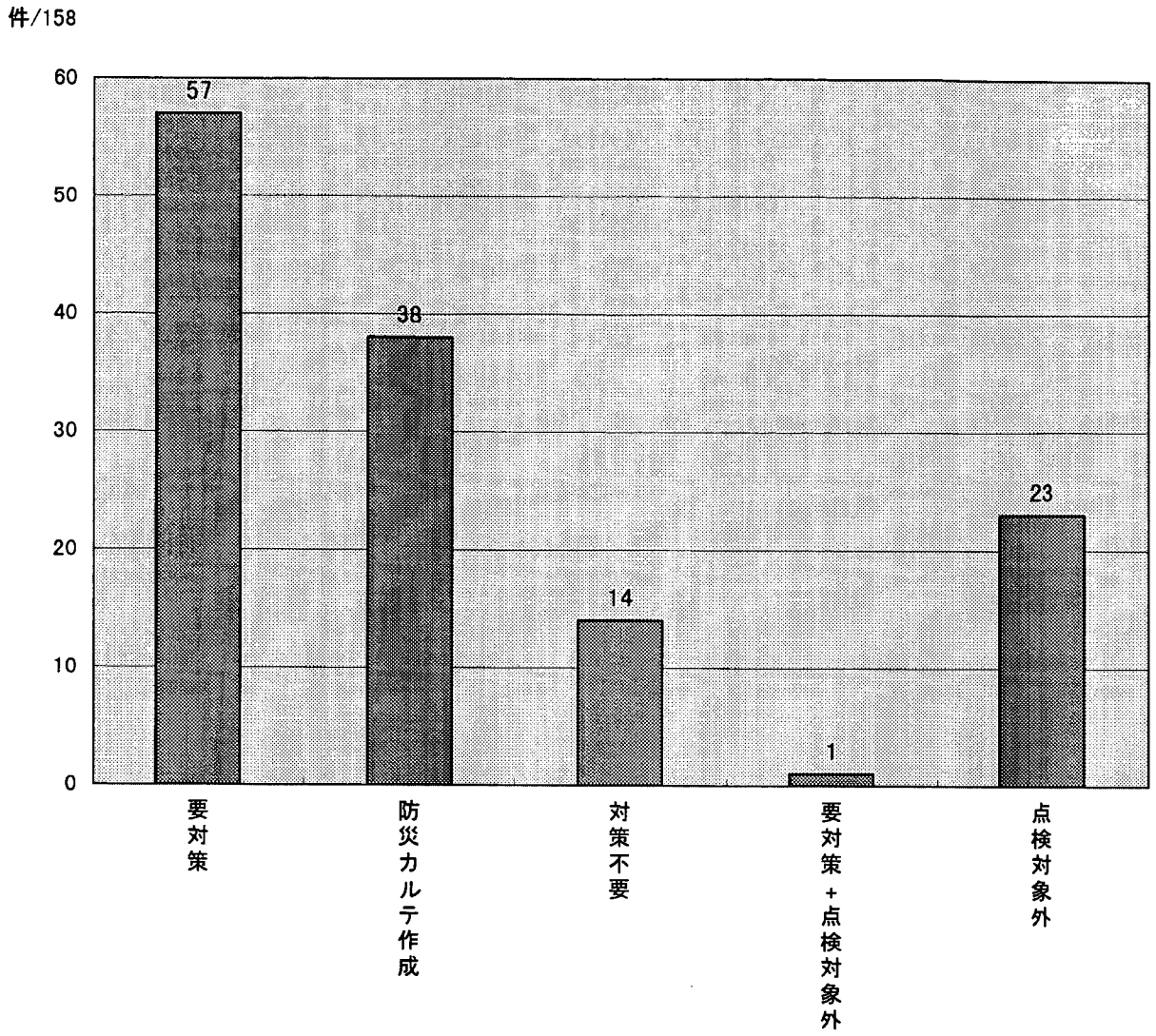


図4.19　平成８年度防災点検結果

表4.4　平成２年度と平成８年度の防災点検結果の対比表

H8 ＼ H2	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅰ＋Ⅲ＋Ⅳ	点検対象外	不明	合計
要対策	21	16	2	2	1	13	2	57
防災カルテ作成	12	6	7	1		12		38
対策不要	3	1	6	1		3		14
要対策＋点検対象外						1		1
点検対象外	3	4		3		13		23
不明	7	2	3			2	11	25
合計	46	29	18	7	1	44	13	158

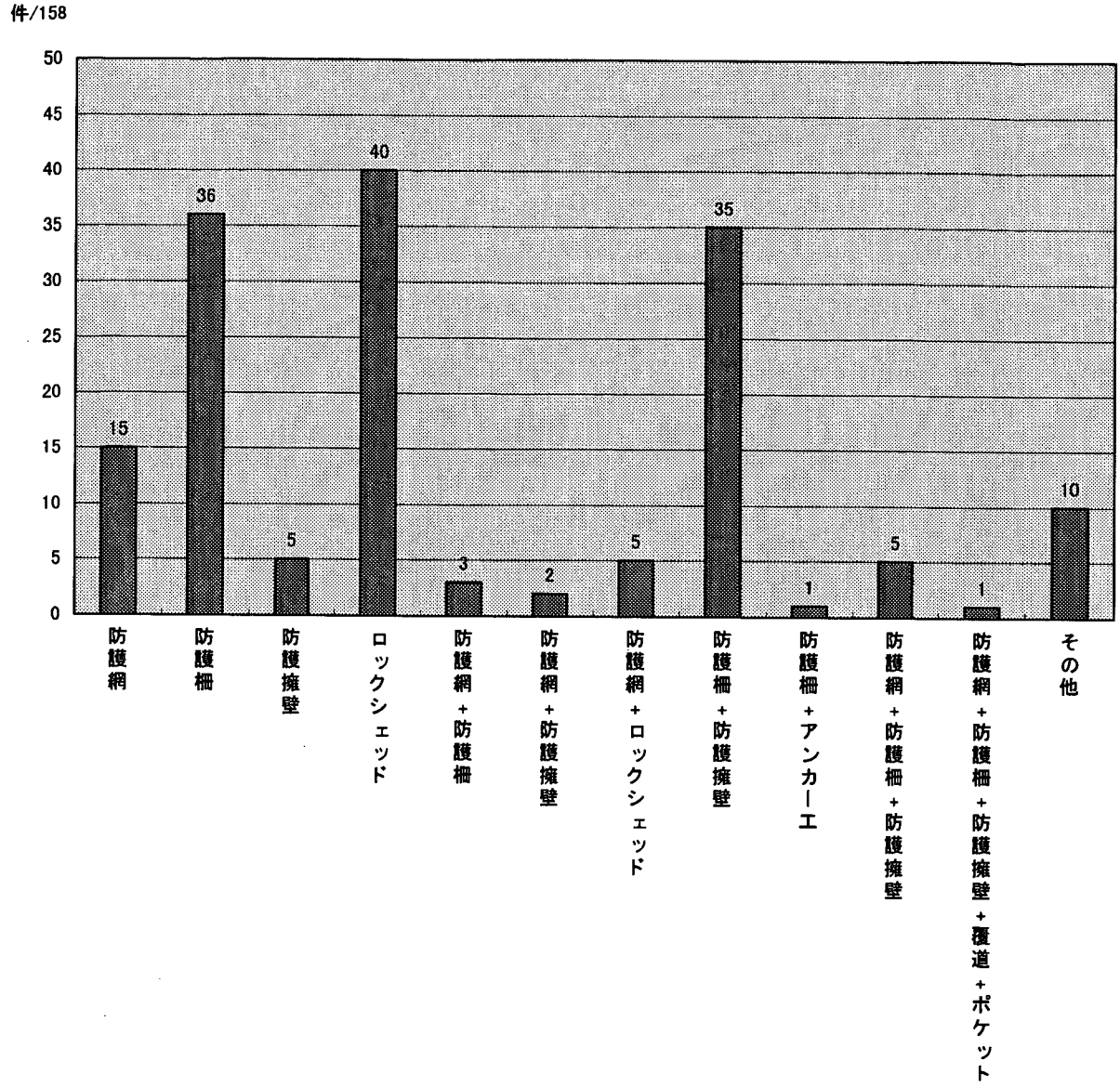

件/158
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
15
36
5
40
3
2
5
35
1
5
1
10
防護網
防護柵
防護擁壁
ロックシェッド
防護網＋防護柵
防護網＋防護擁壁
防護網＋ロックシェッド
防護柵＋防護擁壁
防護柵＋アンカー工
防護網＋防護柵＋防護擁壁
防護網＋防護柵＋防護擁壁＋覆道＋ポケット
その他

図4.20　防護工の種類

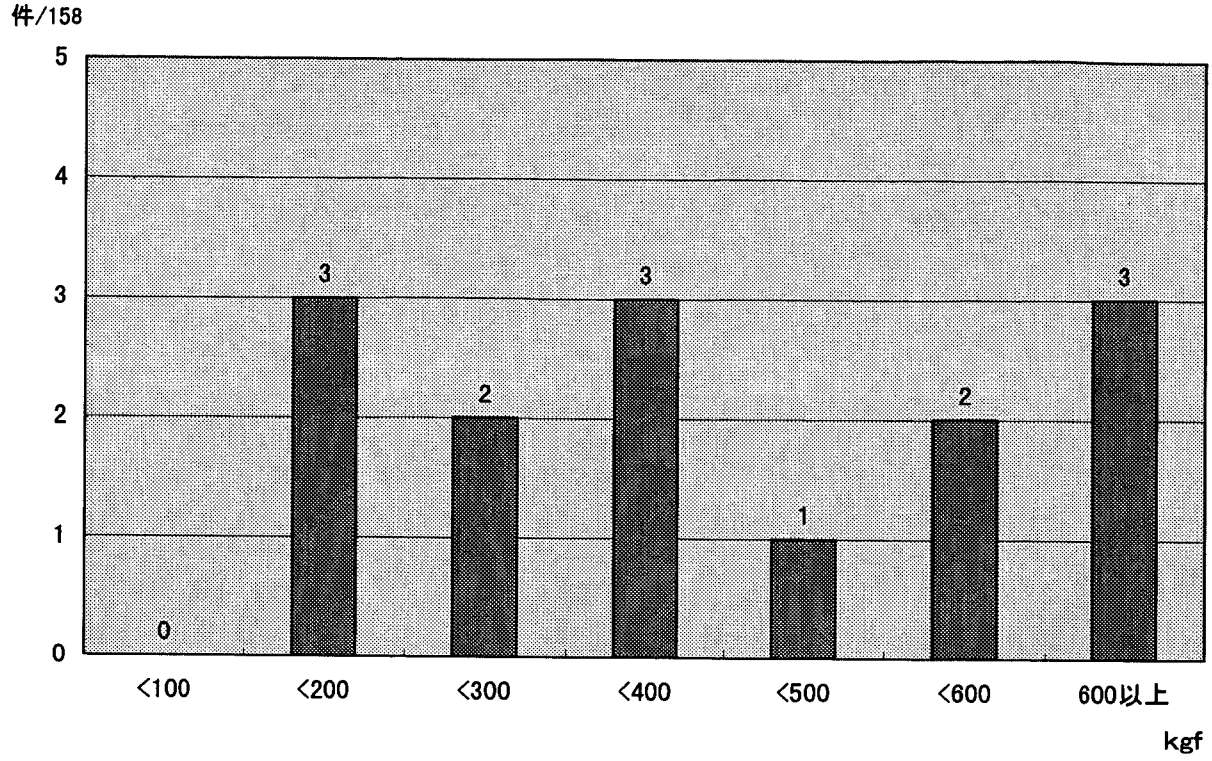


図4.21　設計条件（重量）

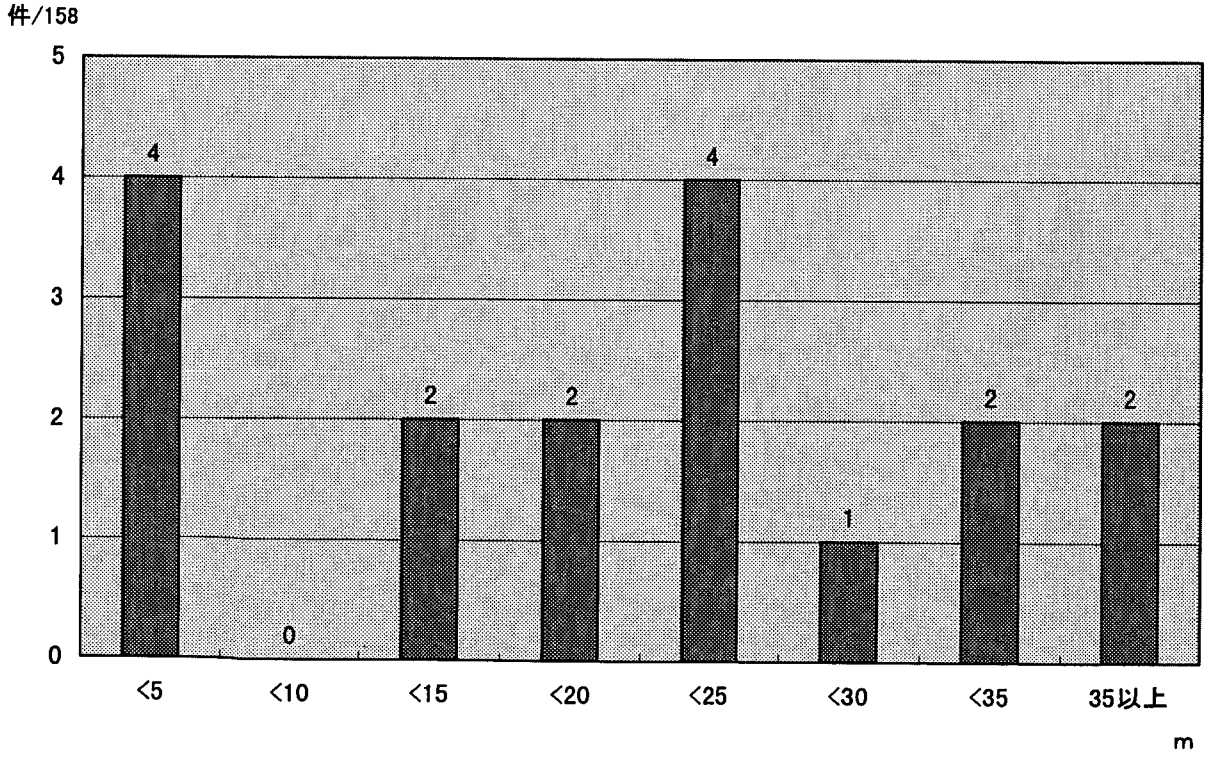


図4.22　設計条件（落下高さ）

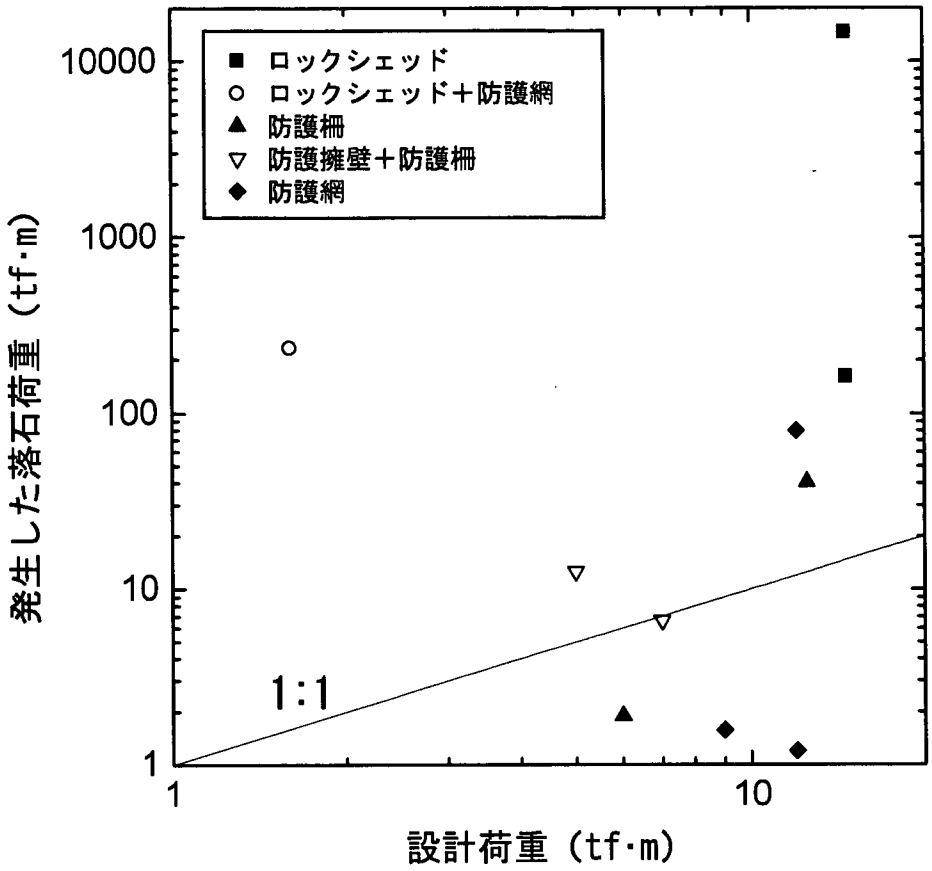
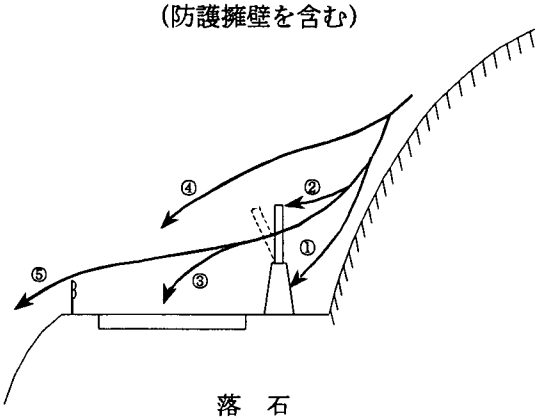


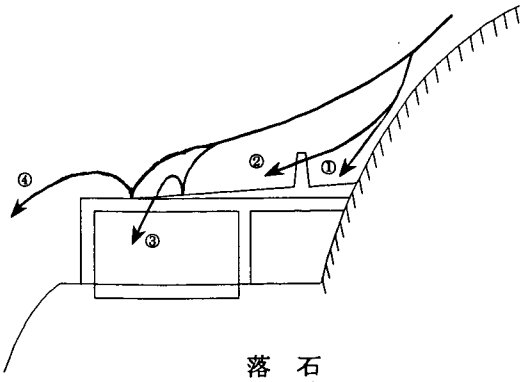
図4.23　設計荷重と発生した落石荷重の比較

(a) 落石防護柵
(防護擁壁を含む)



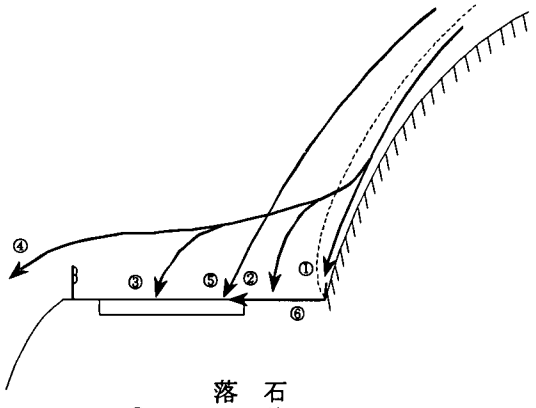
	落　石
①	４０件
②	１６件
③	２０件
④	８件
⑤	４件

(b) ロックシェッド



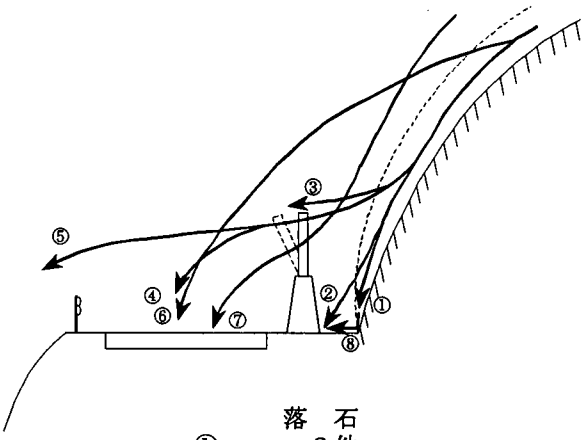
	落　石
①	１３件
②	３３件
③	０件
④	３件

(c) 落石防護網



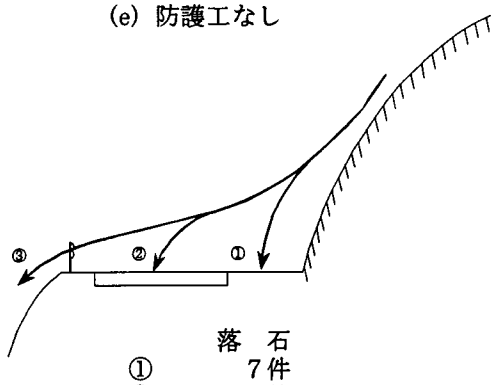
	落　石
①	７件
②	０件
③	３件
④	０件
⑤	３件
⑥	２件

(d) 落石防護柵と落石防護網



	落　石
①	２件
②	２件
③	１件
④	１件
⑤	０件
⑥	１件
⑦	１件
⑧	４件

(e) 防護工なし



	落　石
①	７件
②	２件
③	０件

図4.24　落石の到達位置

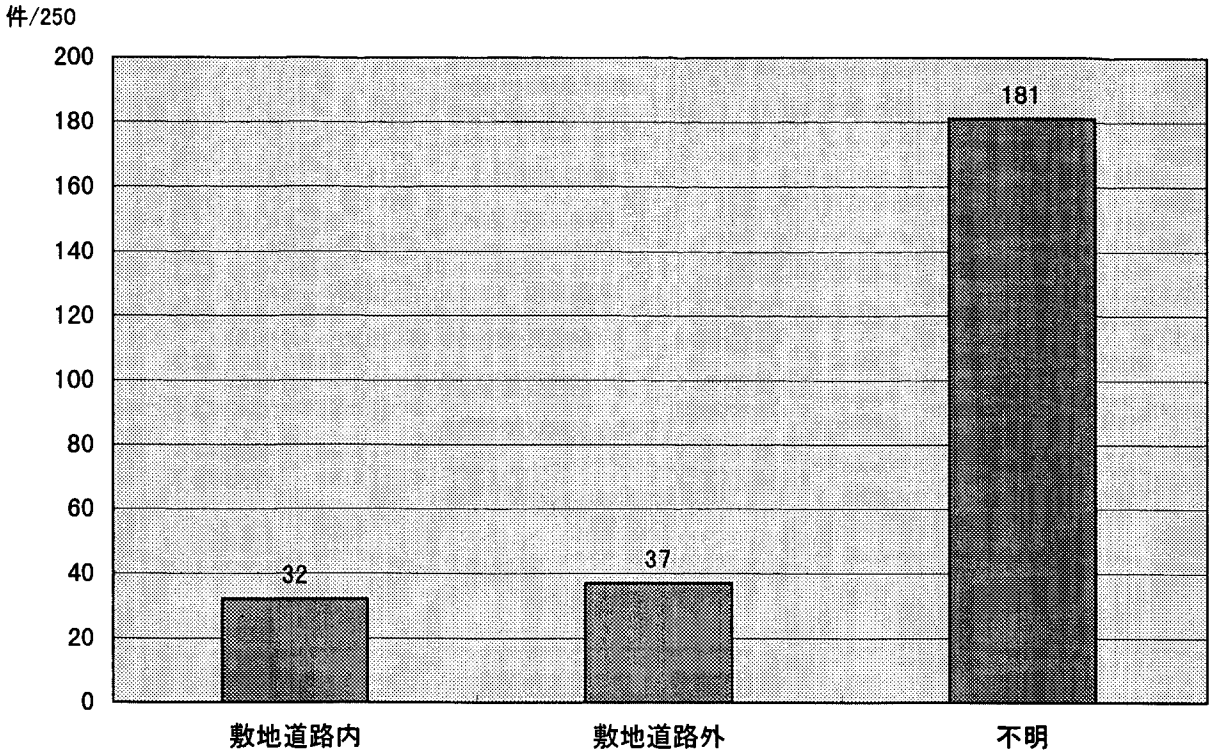


図4.25　発生源の位置

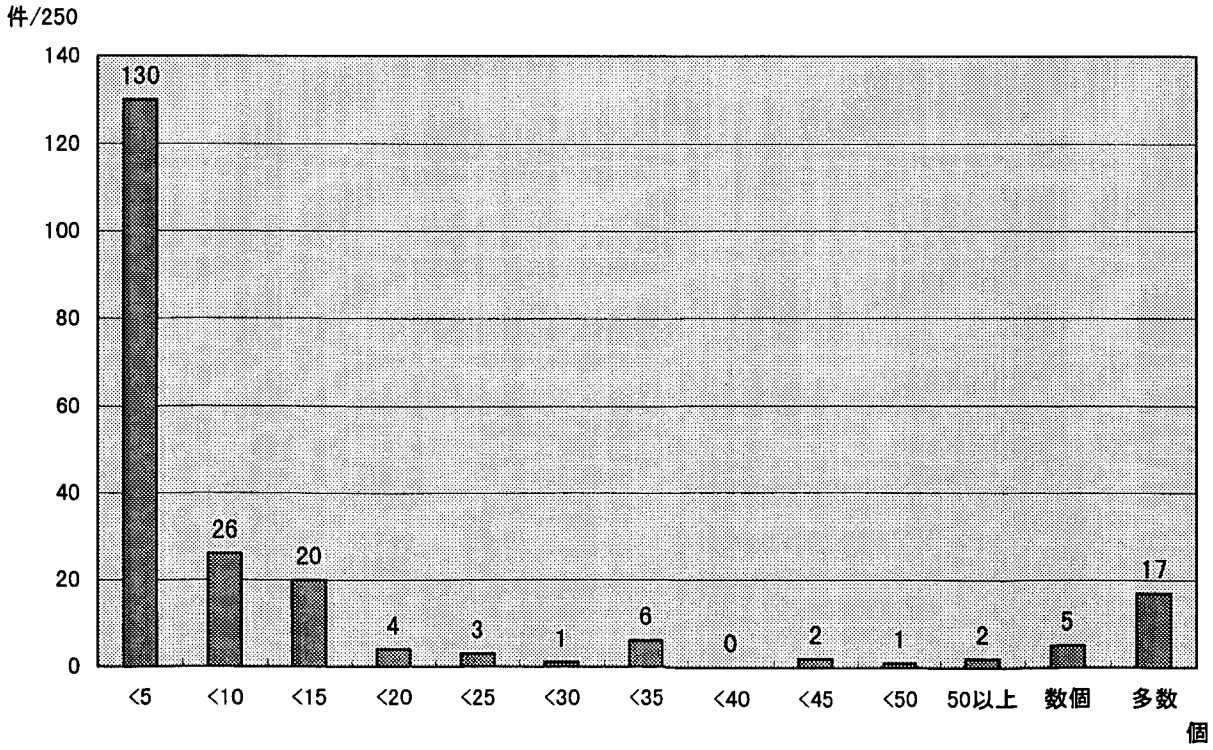


図4.26　落石個数

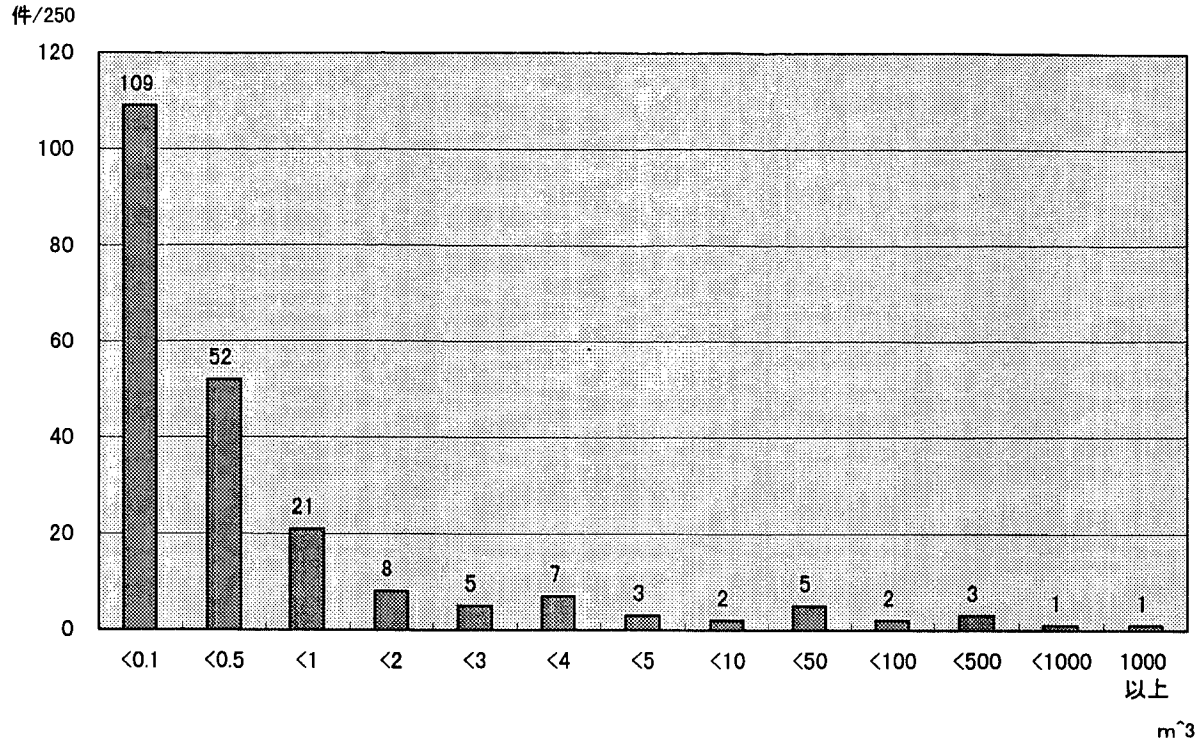


図4.27　落石の体積

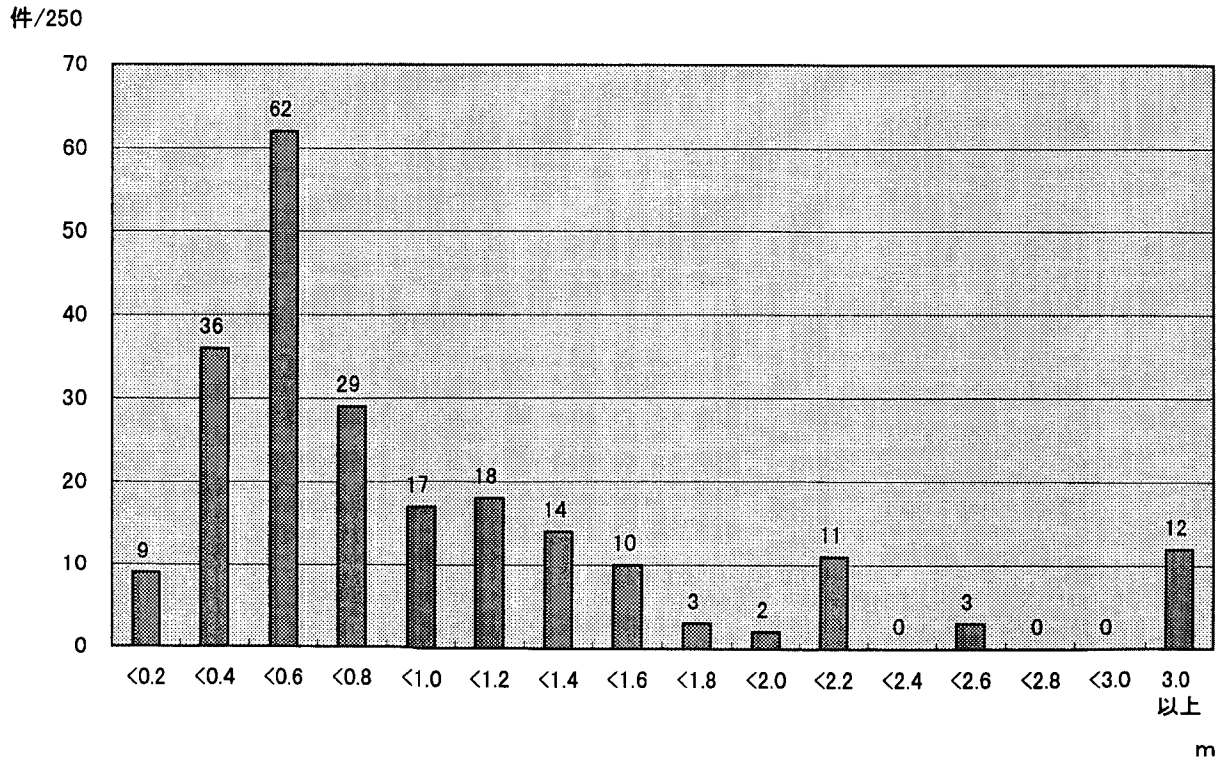


図4.28　落石の最大径

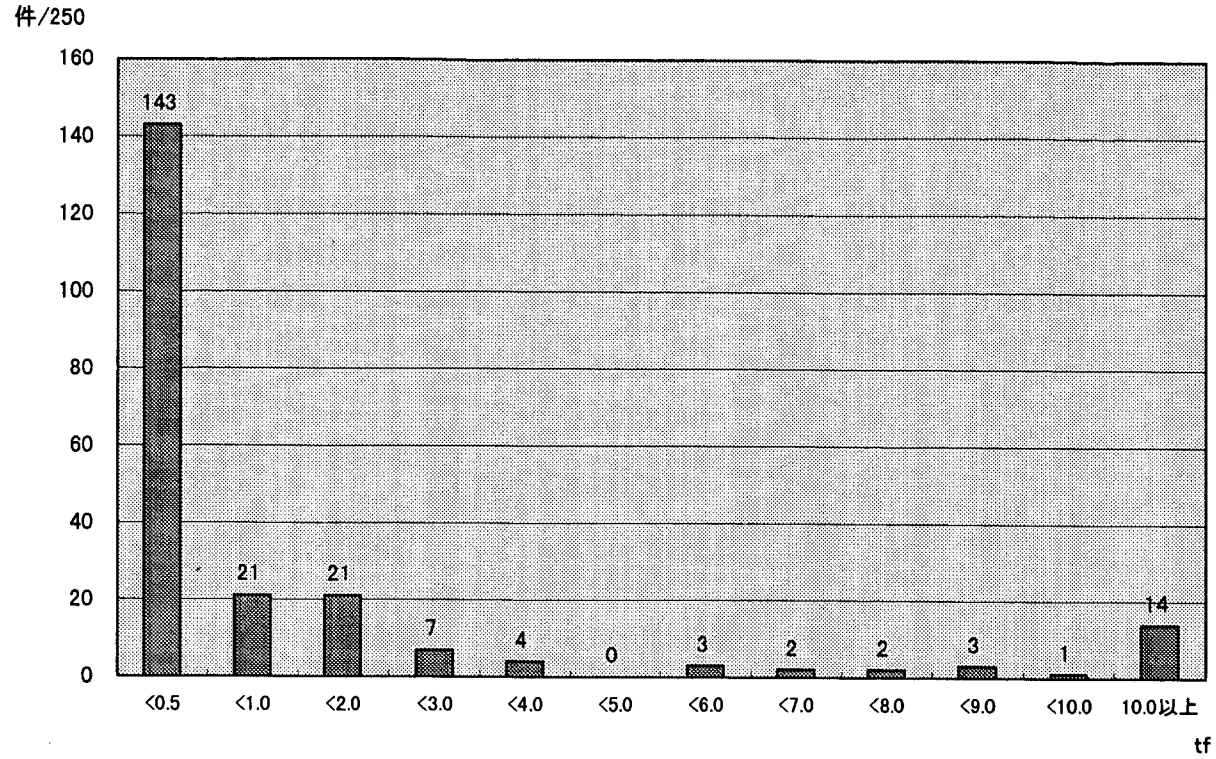


図4.29　落石重量

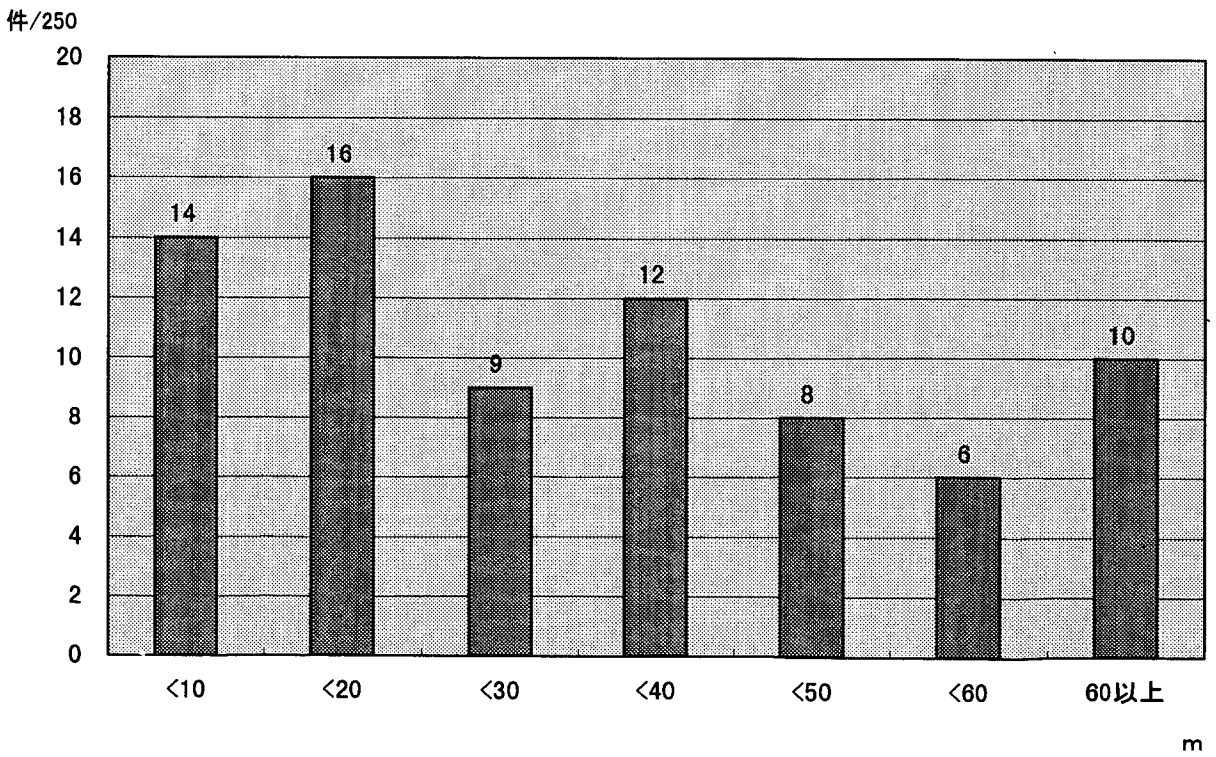


図4.30　落石の落下高さ

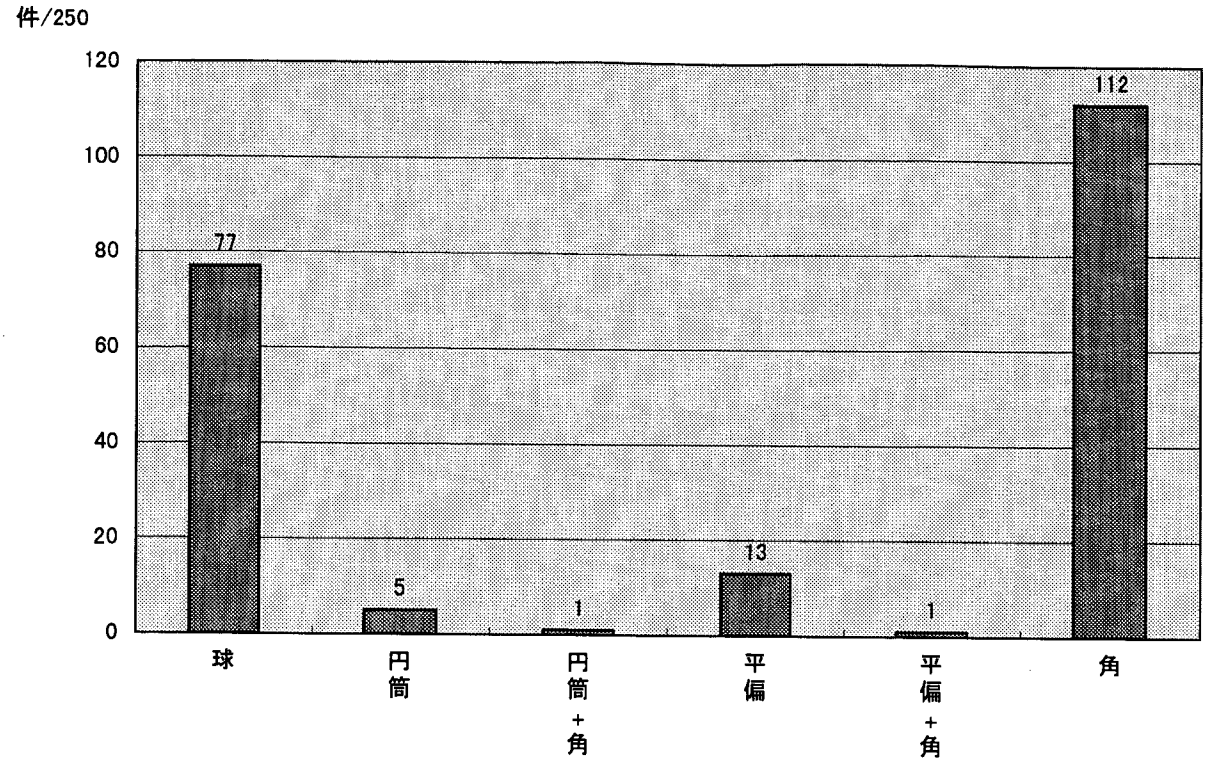


図4.31　落石の形状

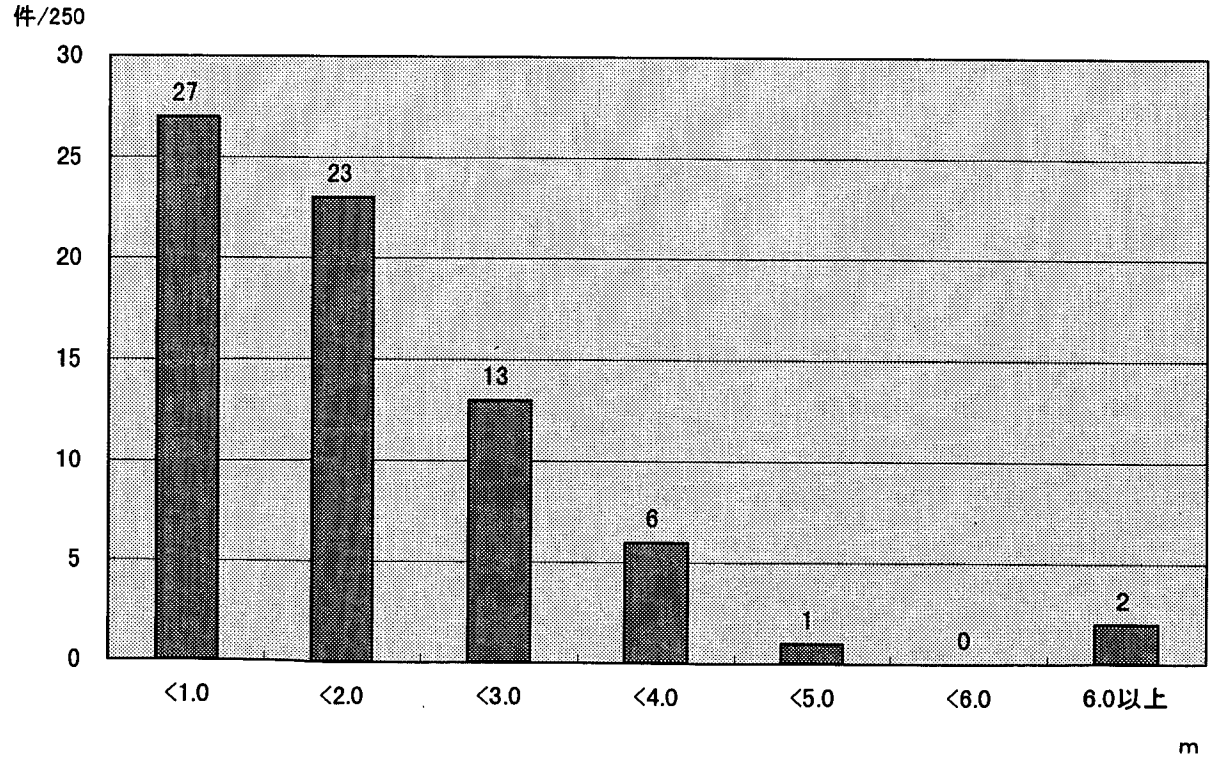


図4.32　防護工への落石の衝突高さ

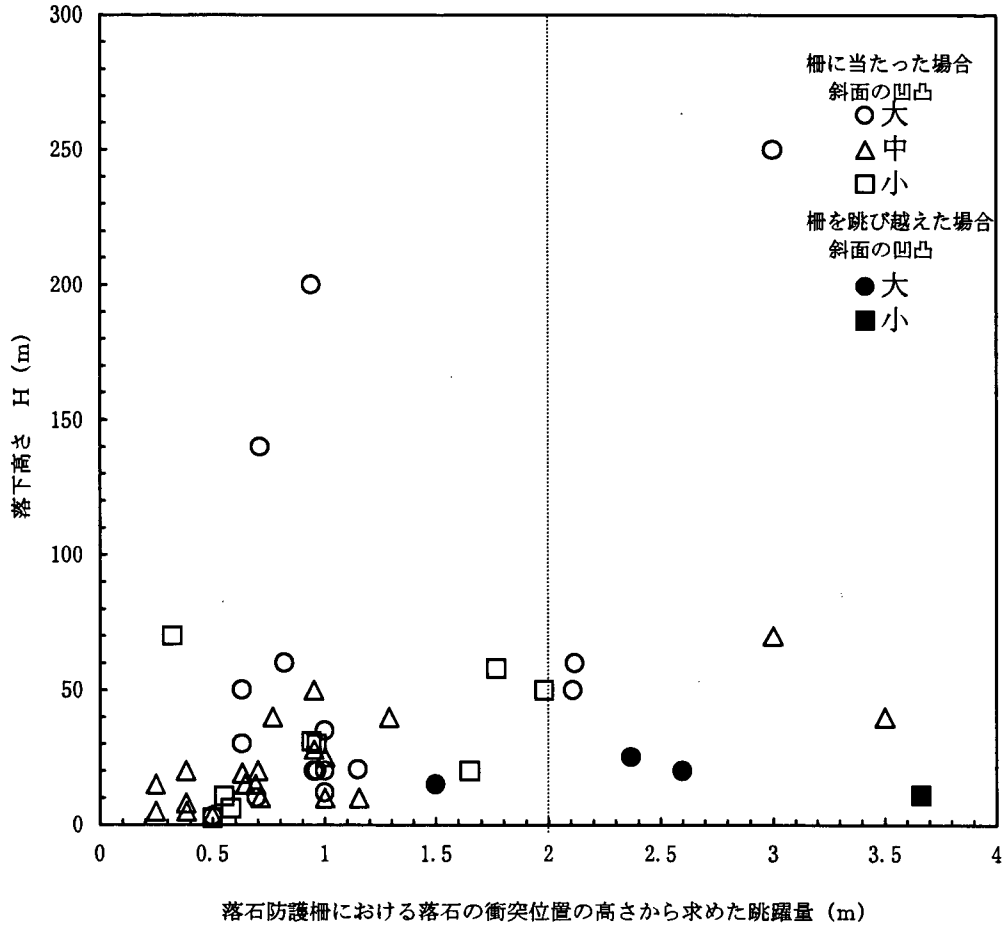


図4.33 落石防護柵における落石の衝突位置の高さから求めた跳躍量と落下高さの関係

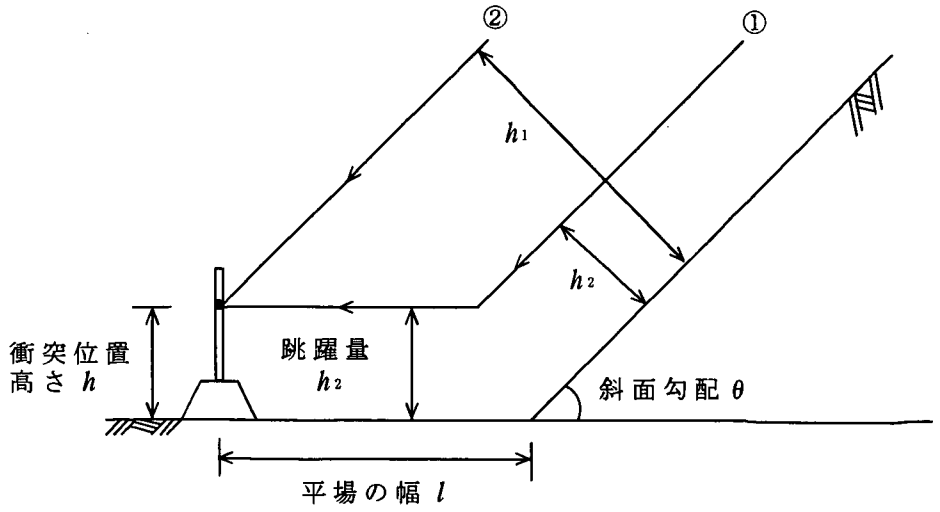


図4.34 落石跳躍量の考え方

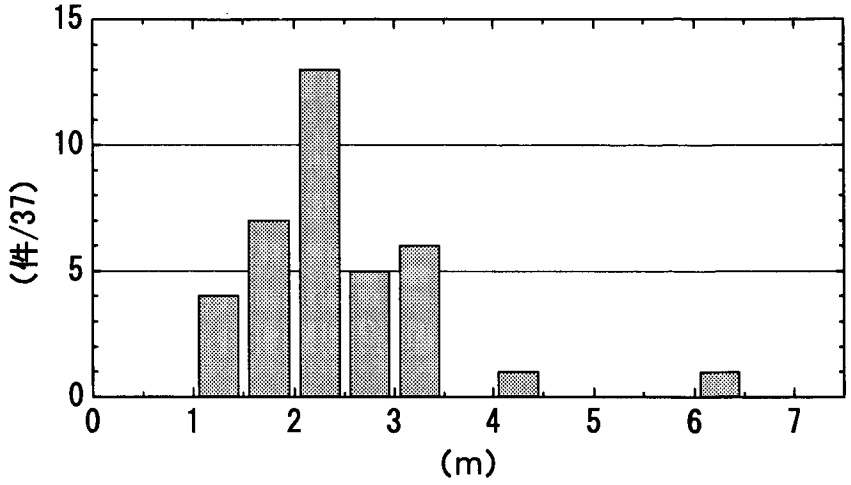


図4.35　落石防護柵の高さ

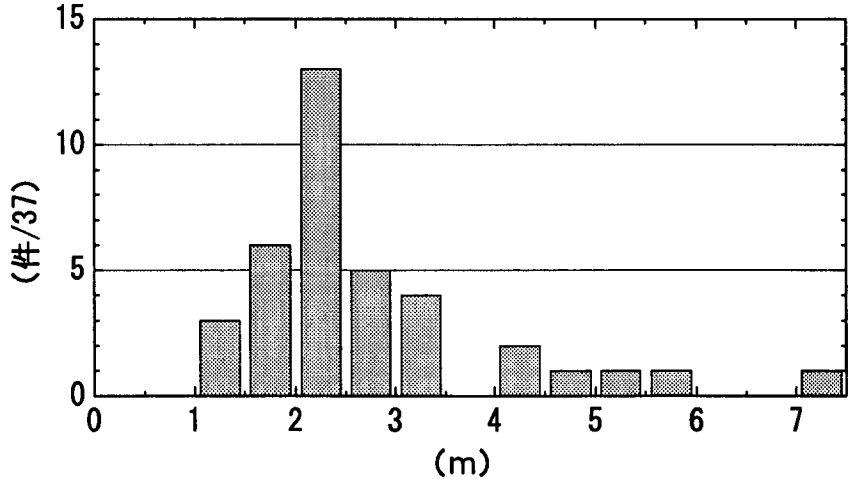


図4.36　ポケット部を含めた落石防護柵の高さ

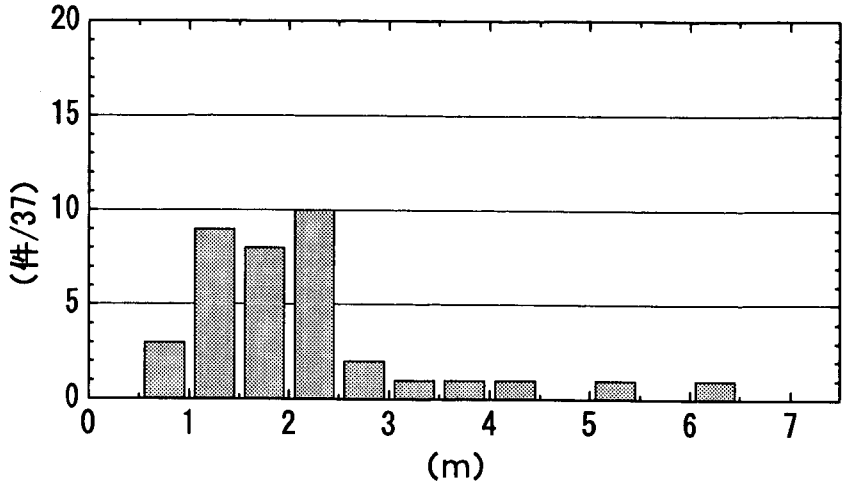


図4.37　防護柵で防ぎうる落石跳躍量

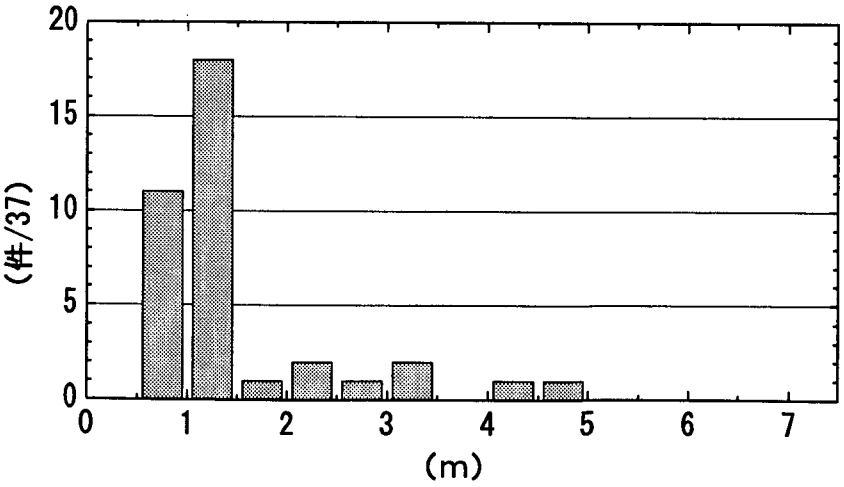


図4.38　余裕高さを考慮した場合の落石跳躍量

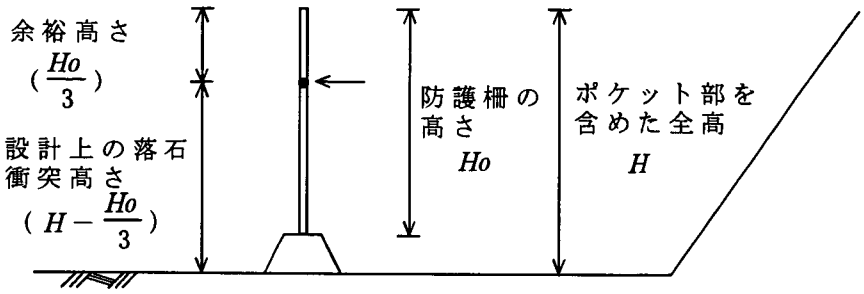


図4.39　設計上の落石衝突位置高さ

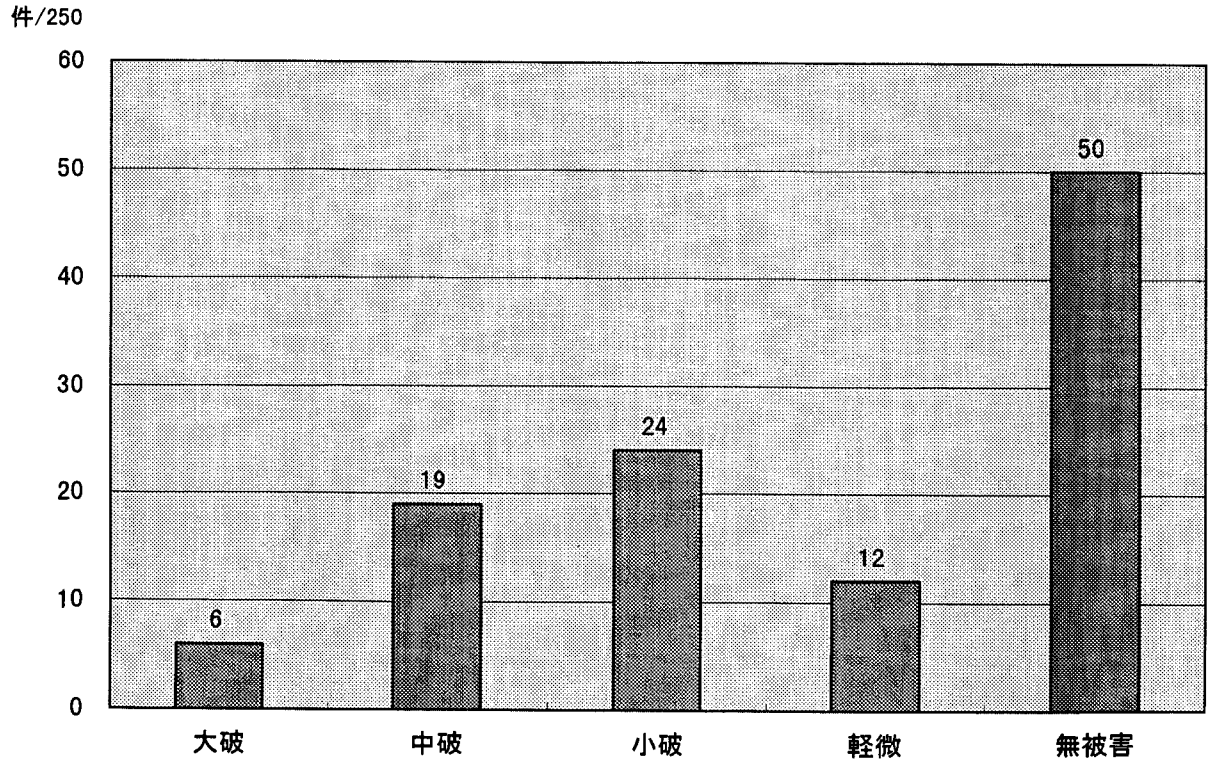
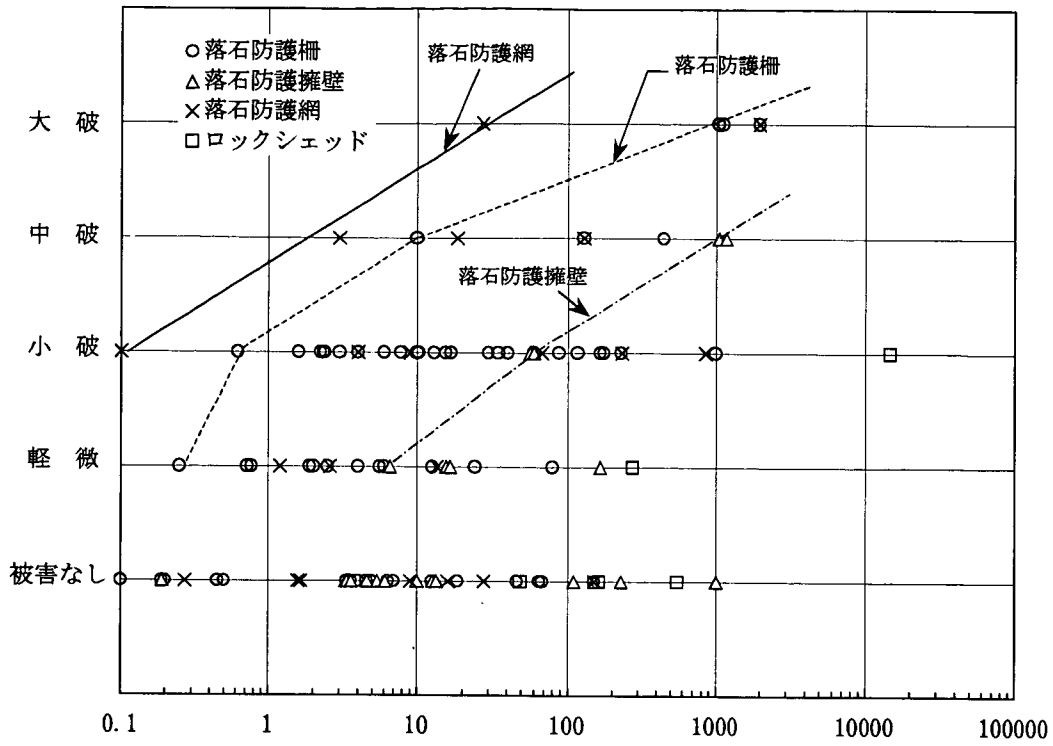


図4.40　防護工の被害の程度



凡　　例

被害なし…落石が衝突した形跡はあるがその痕跡が目立たないもの
軽　　微…被害程度が軽微なため修理が不要なもの
小　　破…被害程度は小規模であるが修理を要するもの
中　　破…被害程度が中規模であり改築には至らず修理可能なもの
大　　破…被害程度が大規模なため修理不可能となり改築を要するもの

各工種の被害程度

［防護柵］

被害なし
軽　微…支柱の被害はなく、ワイヤーのゆるみあるいは網のゆるみが見られる
小　破…支柱の傾斜が 30° 未満でワイヤーのゆるみあるいは網の破断が見られる
中　破…支柱の傾斜が 30° ～60° でワイヤーの破断あるいは網の破断が見られる
大　破…支柱の傾斜が 60° 以上でワイヤー，網の破断が見られる

［防護網］

被害なし
軽　微…破網面積が全体の５％未満
小　破…破網面積が全体の２５％未満
中　破…破網面積が全体の６０％未満
大　破…破網面積が全体の６０％以上

［防護擁壁］

被害なし
軽　微…クラックの深さが壁高の１０％未満，かつ剥離面積が壁断面積の１０％未満，かつ壁移動量が天端幅の２５％未満，かつ壁傾斜が２０° 未満
小　破…クラックの深さが壁高の５０％未満，かつ剥離面積が壁断面積の１０％未満，かつ壁移動量が天端幅の２５％未満，かつ壁傾斜が２０° 未満
中　破…クラックの深さが壁高の５０％以上，かつ剥離面積が壁断面積の５０％未満，かつ壁移動量が天端幅の２５％未満，かつ壁傾斜が２０° 未満
大　破…クラックの深さが壁高の５０％以上，かつ剥離面積が壁断面積の５０％以上，かつ壁移動量が天端幅の２５％以上，かつ壁傾斜が２０° 以上

図4.41　落石の位置エネルギーと落石防護工の被害程度の関係

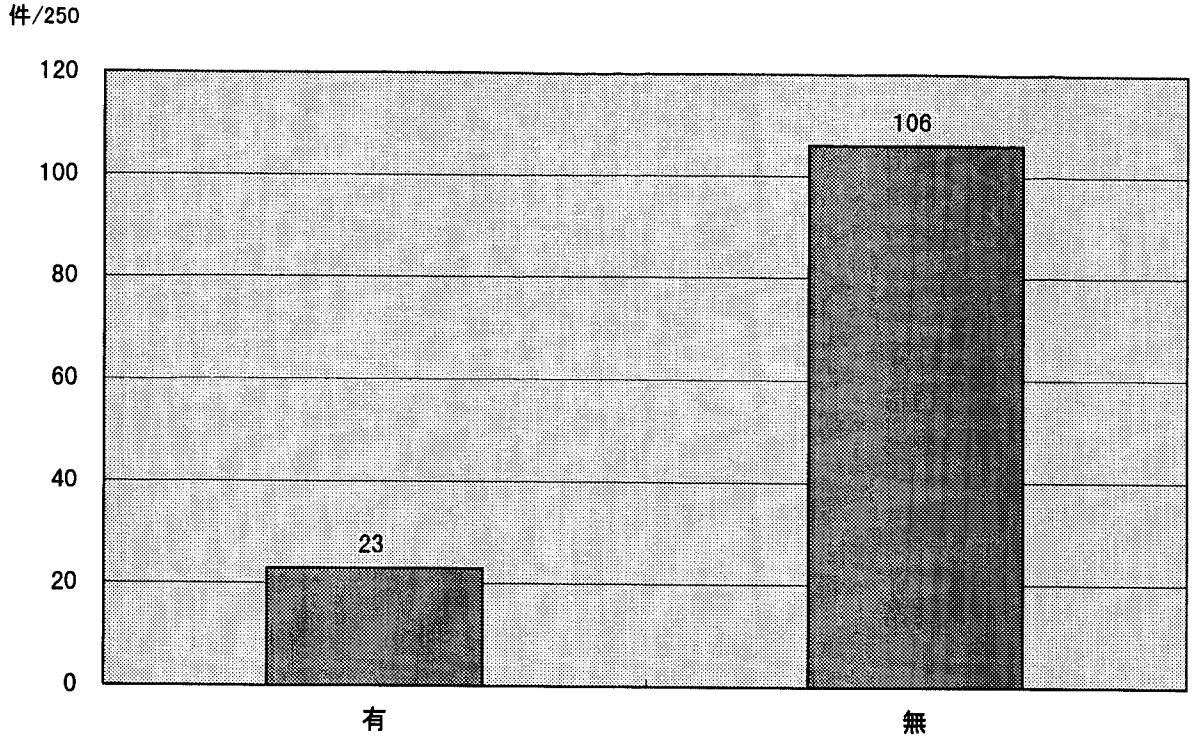


図4.42　道路等への被害の有無

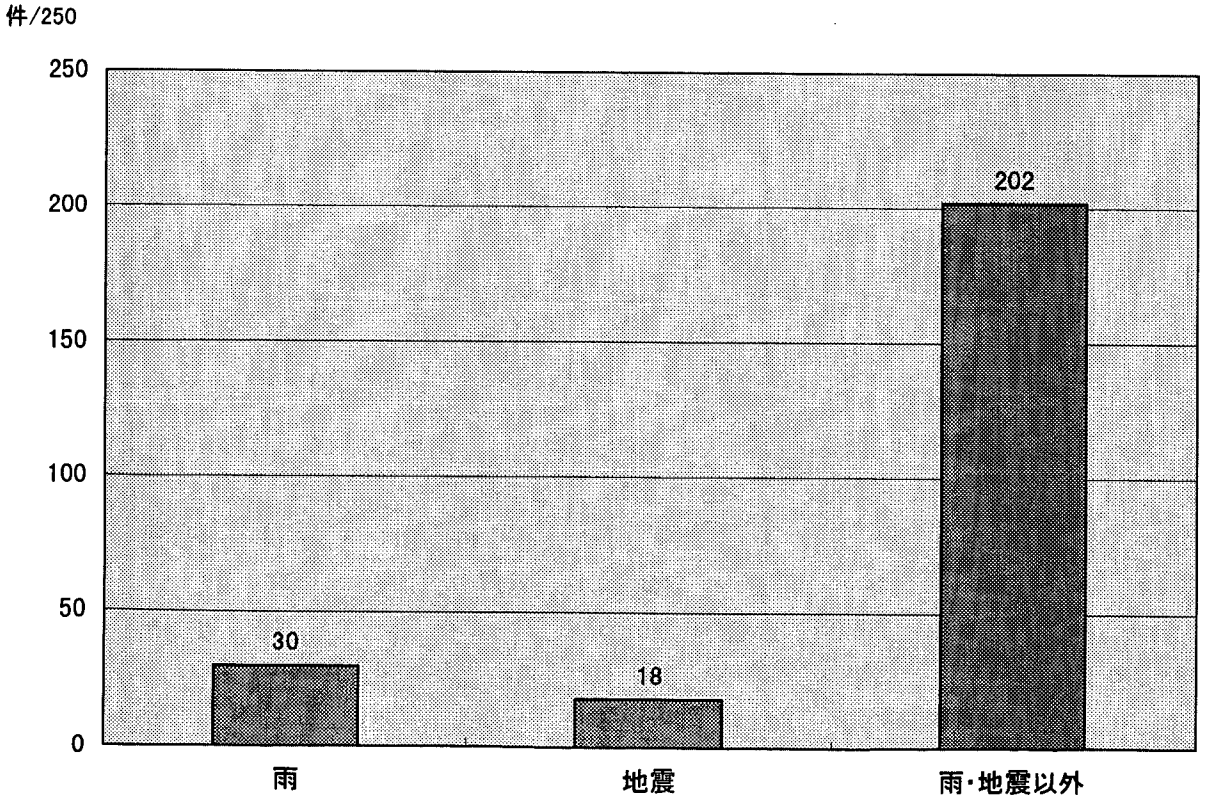


図4.43　落石の誘因

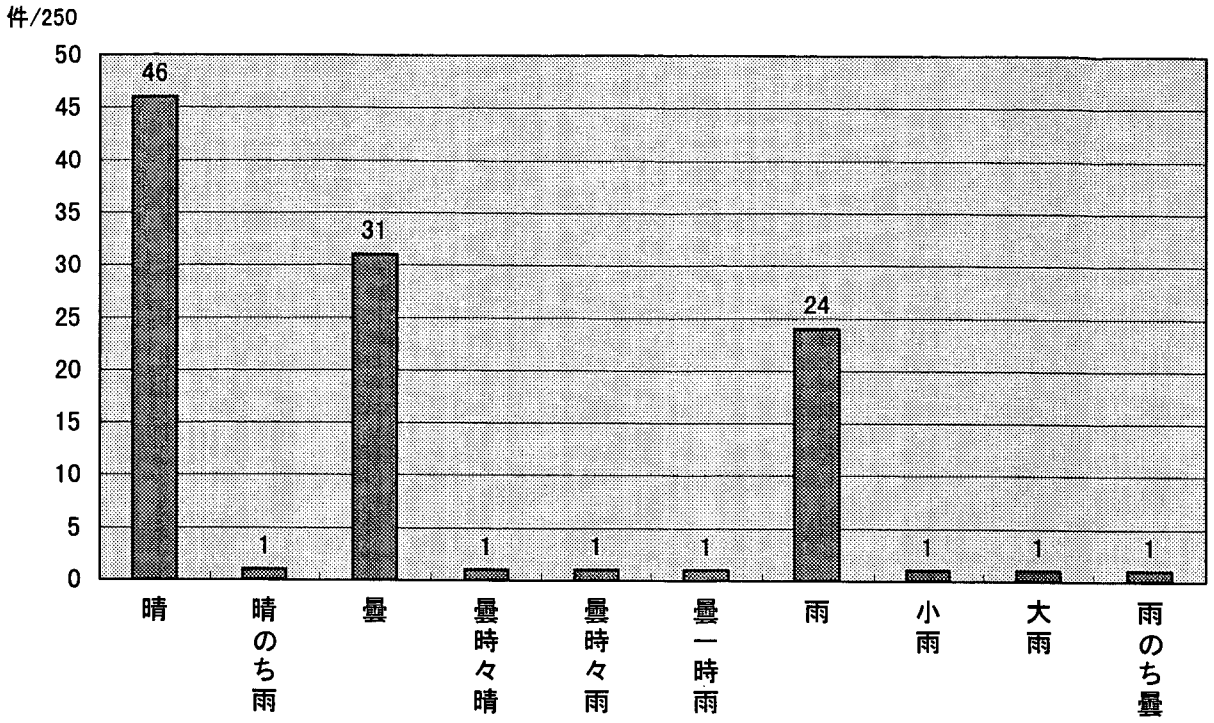


図4.44　落石発生時の天候

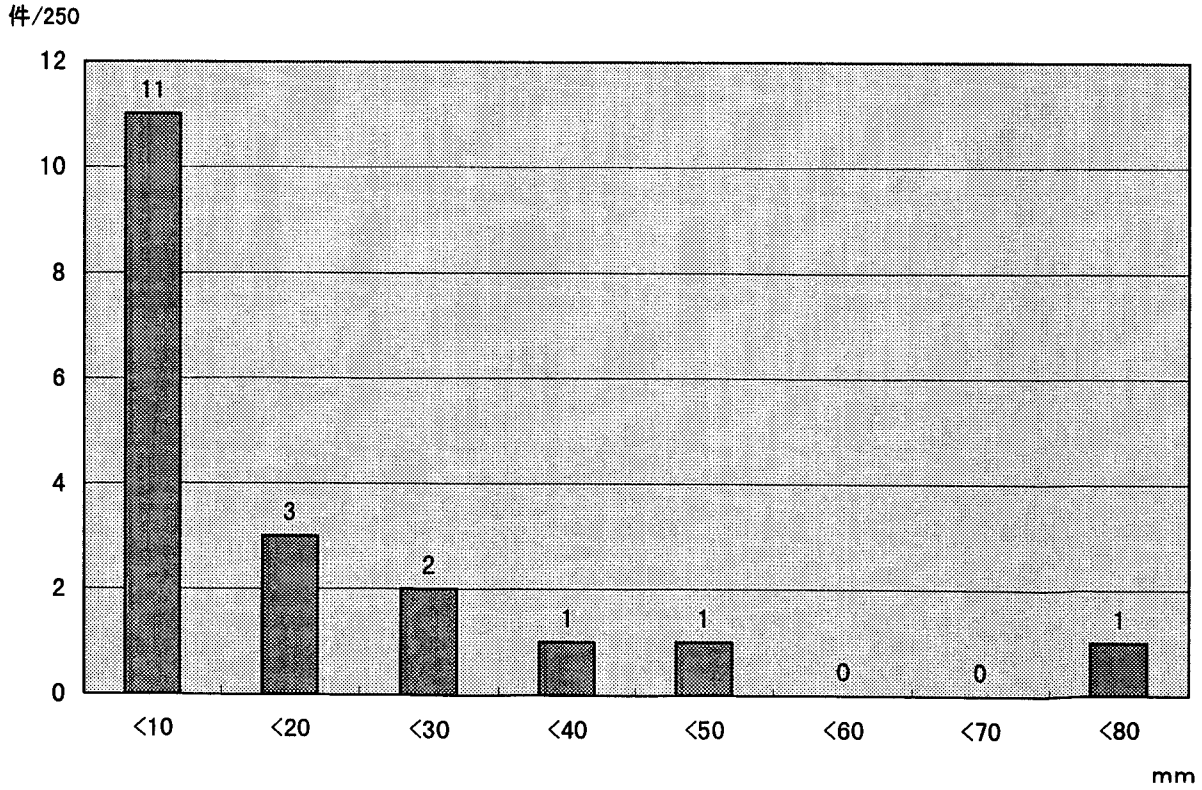


図4.45　時間最大雨量（雨天時のみ）

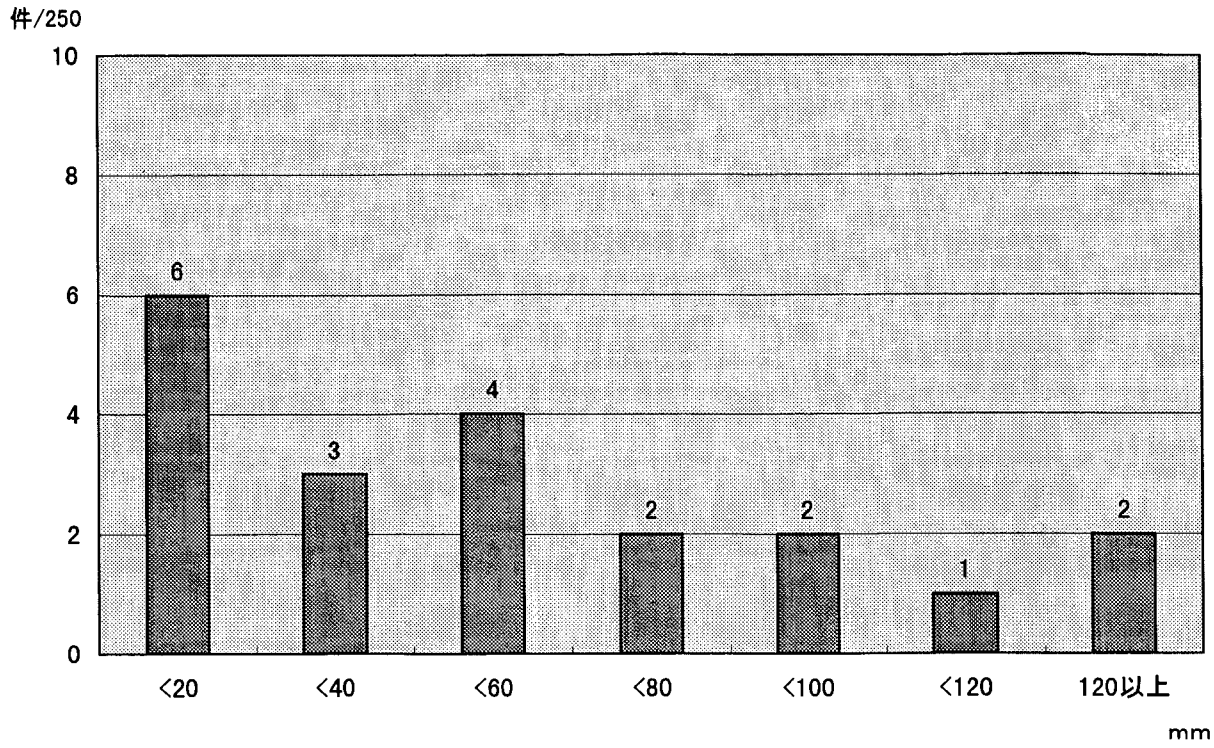


図4.46　連続雨量（雨天時のみ）

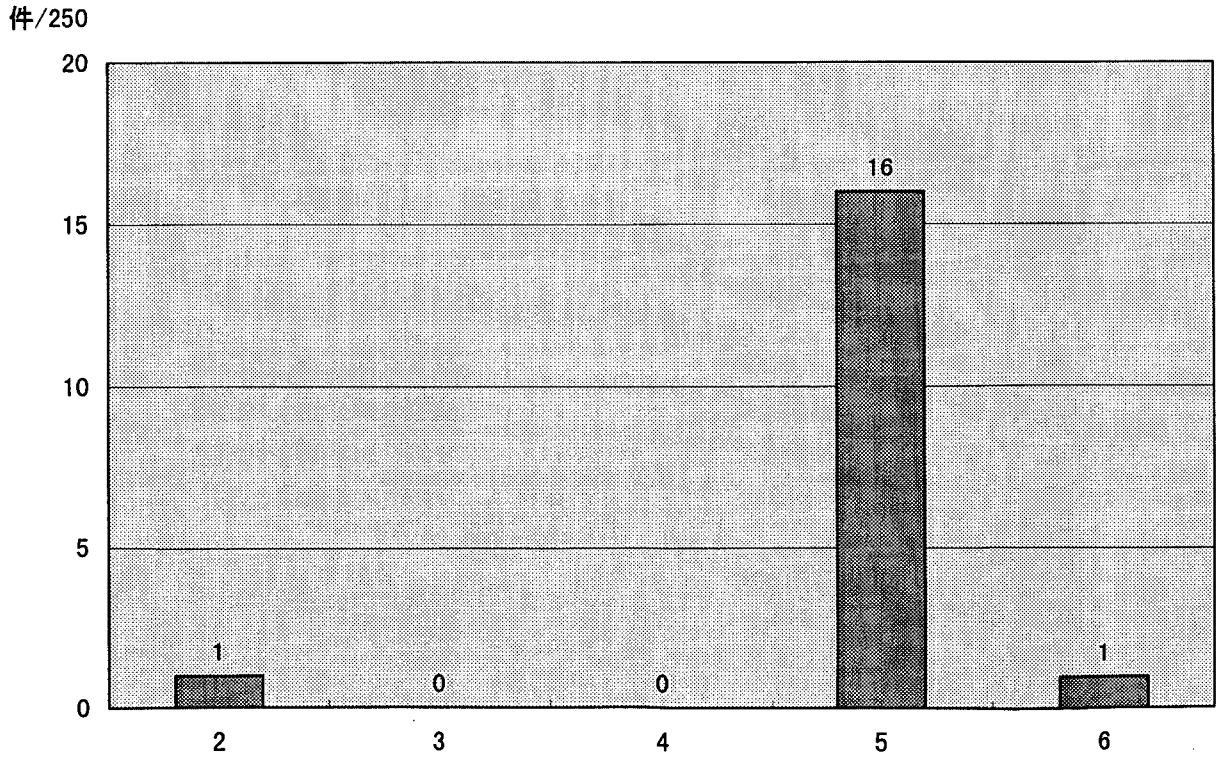


図4.47　地震の震度

表4.5　調査結果一覧表

通番	地建名	事務所名	地点名
1	北海道開発局	小樽道路事務所	余市郡余市町字豊浜町
	システムの種類	検知：受圧式	監視：計測機器、定点観測、ビデオ監視
	システム構成	新トンネル部：地中変位計－4ヵ所、継目計－4ヵ所 岩盤内温度－3台、AEセンサー－2ヵ所 強震計－2ヵ所、定点測量固定点－2ヵ所、 定点測量測定点－3ヵ所 旧トンネル部：継目計－5ヵ所、伸縮計－4ヵ所、水位計－1ヵ所、 間隙水圧計－1ヵ所	
	機能	①計測方法：24時間計測 ②伝達方法：オンライン ③異常伝達方法：無	
2	北海道開発局	上川道路維持事務所	上川町層雲峡地内
	システムの種類	監視：計測器設置	
	システム構成	四の岩①：継目計－6台、傾斜計－2台、温度計－2台、 データ収録装置－(8ch×1台、1ch×2台 四の岩②：継目計－6台、傾斜計－2台、温度計－2台、 データ収録装置－(8ch×1台、1ch×2台	
	機能	①計測方法：定期的(毎日3時間毎に自動収録) ②伝達方法：1ケ月毎にデータ回収 ③異常伝達方法：無	
3	東北地建	郡山国道工事事務所	福島県猪苗代町大字山潟
	システムの種類	監視：計測器設置	
	システム構成	亀裂変位計、傾斜計、温度計、データロガー、モデム、パソコン	
	機能	①計測方法：24時間観測 ②伝達方法：オンライン(NTT回線) ③異常伝達方法：基準値を越えるとﾊﾟｿｺﾝ警報音発信	
4	東北地建	山形工事事務所	山形県最上郡戸沢村揚巻地内
	システムの種類	監視：ビデオ監視	
	システムの構成	ITVビデオ監視システム1基	
	機能	①計測方法：24時間(事務所内で常時監視) ②伝達方法：オンライン ③異常伝達方法：無	
5	北陸地建	新潟国道工事事務所	新潟県東浦原郡三川村五十島
	システムの種類	監視：ビデオ監視	
	システムの構成	ITVビデオ監視システム1基	
	機能	①計測方法：24時間計測 ②伝達方法：オンライン ③異常伝達方法：無	
6	中部地建	紀勢国道工事事務所	三重県北牟婁郡海山町藤木地先
	システムの種類	監視：計測器設置	
	システムの構成	傾斜計	
	機能	①計測方法：定期的(2回／月) ②伝達方法：オフライン ③異常伝達方法：無	

第５章　調査結果の分析

本章では各種防護工の被害状況を集計し、被害が発生しやすい箇所（原因）を抽出するとともに、防護工として機能しているかどうかの評価を行う。また、特に被害事例の多い落石防護柵について設計荷重と落石荷重を比較することにより落石対策便覧[2)]に示された現行の設計手法の適用性を検討する。

なお、本章では発生形態（岩盤崩壊、表層崩壊あるいは落石）に関わらず全調査地点186地点のうち、何らかの落石防護工が設置されていた172地点について集計を行った。残り14地点の内訳は、対策工なしが４地点、トンネルが５地点、流路工が１地点、不明が４地点である。

５．１　分析方法

５．１．１　落石防護柵の設計手法の評価

（１）算出するエネルギー

落石防護柵の現行の設計手法の適用性を検討するために、以下の３種類のエネルギーを算出する。

１）設計エネルギーE_d　　：防護柵の断面形状から現行の落石対策便覧[2)]に従って逆算した設計上の可能吸収エネルギー

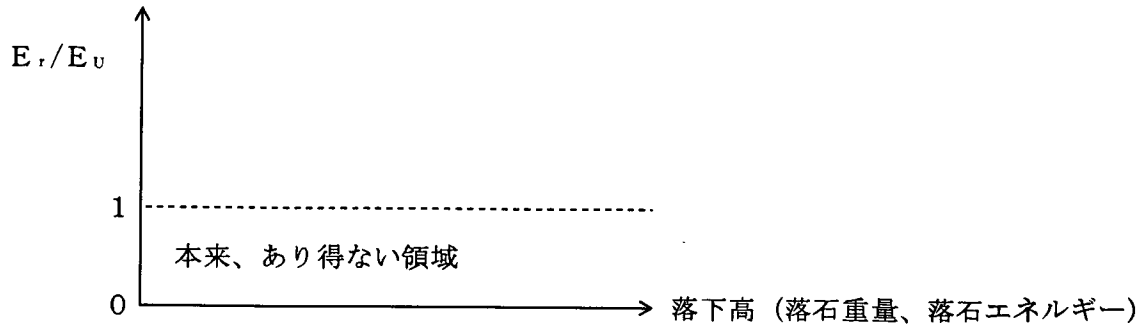
２）発生吸収エネルギーE_U：落石による防護柵の変形量から落石対策便覧[2)]に準じて逆算した防護柵の実吸収エネルギー

３）発生落石エネルギーE_r：実際に発生した落石の落石重量と落下高さ、斜面の等価摩擦係数からから算出した落石エネルギー

（２）設計手法の評価

１）発生落石エネルギーE_rと発生吸収エネルギーE_Uの比

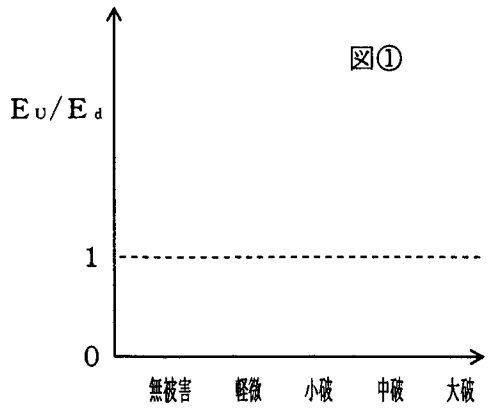
理論上は発生した落石エネルギー以上を吸収することはあり得ないので下図に示すように必ず$E_r \geqq E_U$となるはずであるが、$E_r < E_U$の結果が発生する場合には原因を解明し設計手法の妥当性を評価する。

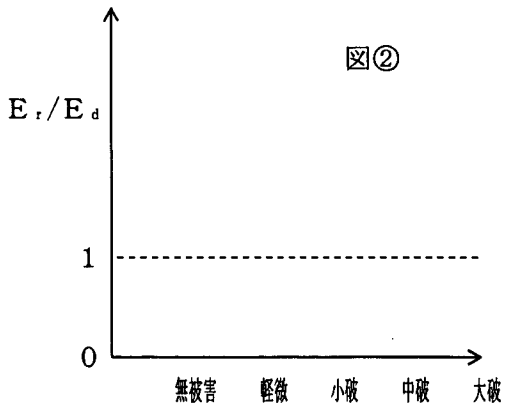


2）構造物の耐荷力

図①：現行の設計手法により設計された防護柵の余剰耐荷力を示す。

図②：設計落石荷重に対する発生落石荷重の大きさと被害程度の関係を示し、設計上の防護柵の余剰耐荷力を示す。

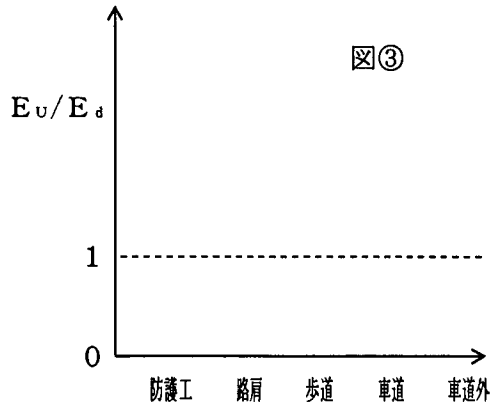


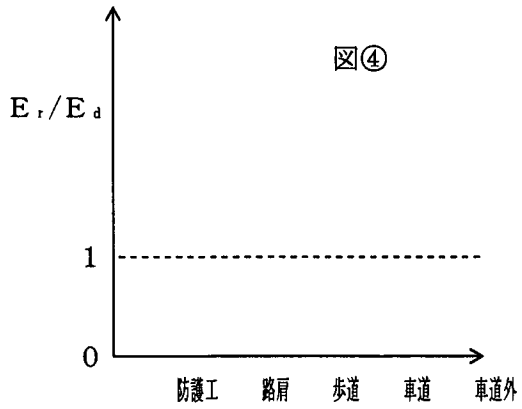


3）道路の安全性

図③：現行の設計手法により設計された防護柵を設置した道路の安全性を示す。

図④：設計落石荷重に対する発生落石荷重の大きさと道路への影響との関係を示し、設計上の道路の安全性を示す。

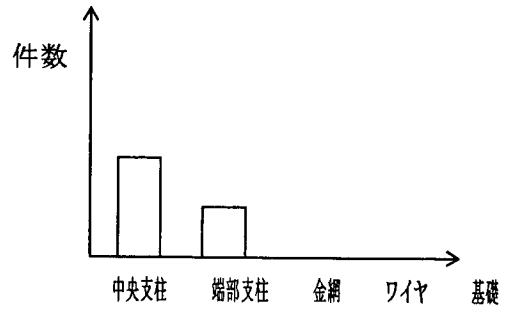




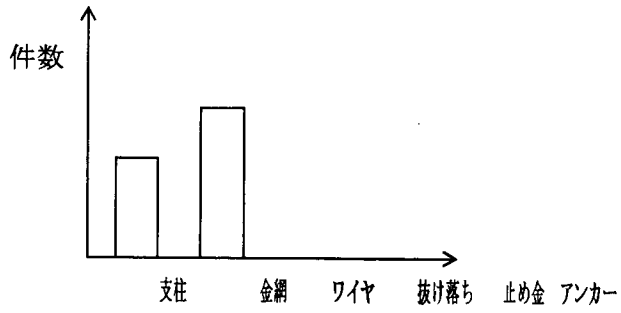
5．1．2　防護工種別の被害集計

（1）防護工種別の破壊箇所

防護柵・防護網・防護擁壁を対象に落石防護工の破壊箇所を累積し、破壊が生じやすい箇所を抽出する。なお、ロックシェッドについては破壊箇所の事例データが得られていないため、集計対象から除外する。



落石防護柵の場合



落石防護網の場合

（2）防護工種別の被害程度と落石の停止位置

表①：防護工種別の被害程度と落石の停止位置を集計し、各防護工として機能しているかどうかの評価を行う。

表①

		落石停止位置				
		防護工	路肩	歩道	車道	車道外
破損状態	無被害					
	軽微					
	小破					
	中破					
	大破					

5．2　落石防護柵

5．2．1　設計時の可能吸収エネルギーの逆算方法

（1）算出手順

既設の落石防護柵部材の寸法、規格を「落石に関する実態調査票」（以下、調査票と略す）より抽出し、落石対策便覧[2]の設計計算に従って、落石防護柵の可能吸収エネルギーを逆算する。図5.1に逆算法のフローチャートを示す。

（2）ワイヤロープの規格と諸値

調査票から既設落石防護柵のワイヤロープの径を抽出し、表5.1よりワイヤロープの降伏張力T_y、断面積Aを求める。また、既設落石防護柵の支柱間隔aおよびワイヤロープの全長Lは調査票より抽出する。

ワイヤロープの径について、調査票に記述がない場合は一般によく使用されているϕ18と仮定する。

表5.1　ワイヤーロープの諸値[2]

ワイヤロープ径	断面積 A (cm^2)	降伏張力 T_y (tf)	切断保証荷重 T_U (tf)
ϕ 18	1.29	12	16
ϕ 16	1.01	9	12
ϕ 14	0.78	7.5	10
ϕ 12	0.59	5.3	7

（3）既設支柱への反力R

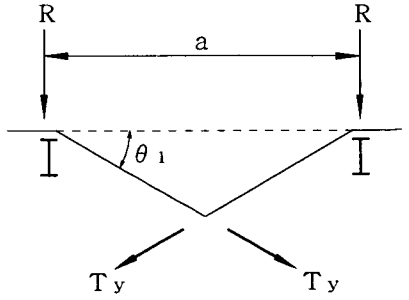
ワイヤロープに降伏張力T_yが作用したときの支柱への反力Rを次式より求める。この場合、2本のワイヤロープが共同して働くものとする。

$$R = 2T_y \sin\theta_1 \quad \cdots\cdots (5.1)$$

θ_1は次式より算出する。

$$\left(\frac{a}{2} + \frac{T_y \cdot L}{2E_w \cdot A}\right)\cos\theta_1 = \frac{a}{2} \quad \cdots\cdots (5.2)$$

ここに、a　：既設落石防護柵の支柱間隔
　　L　：既設落石防護柵のワイヤロープの全長
　　A　：既設落石防護柵のワイヤロープの断面積（表5.1）



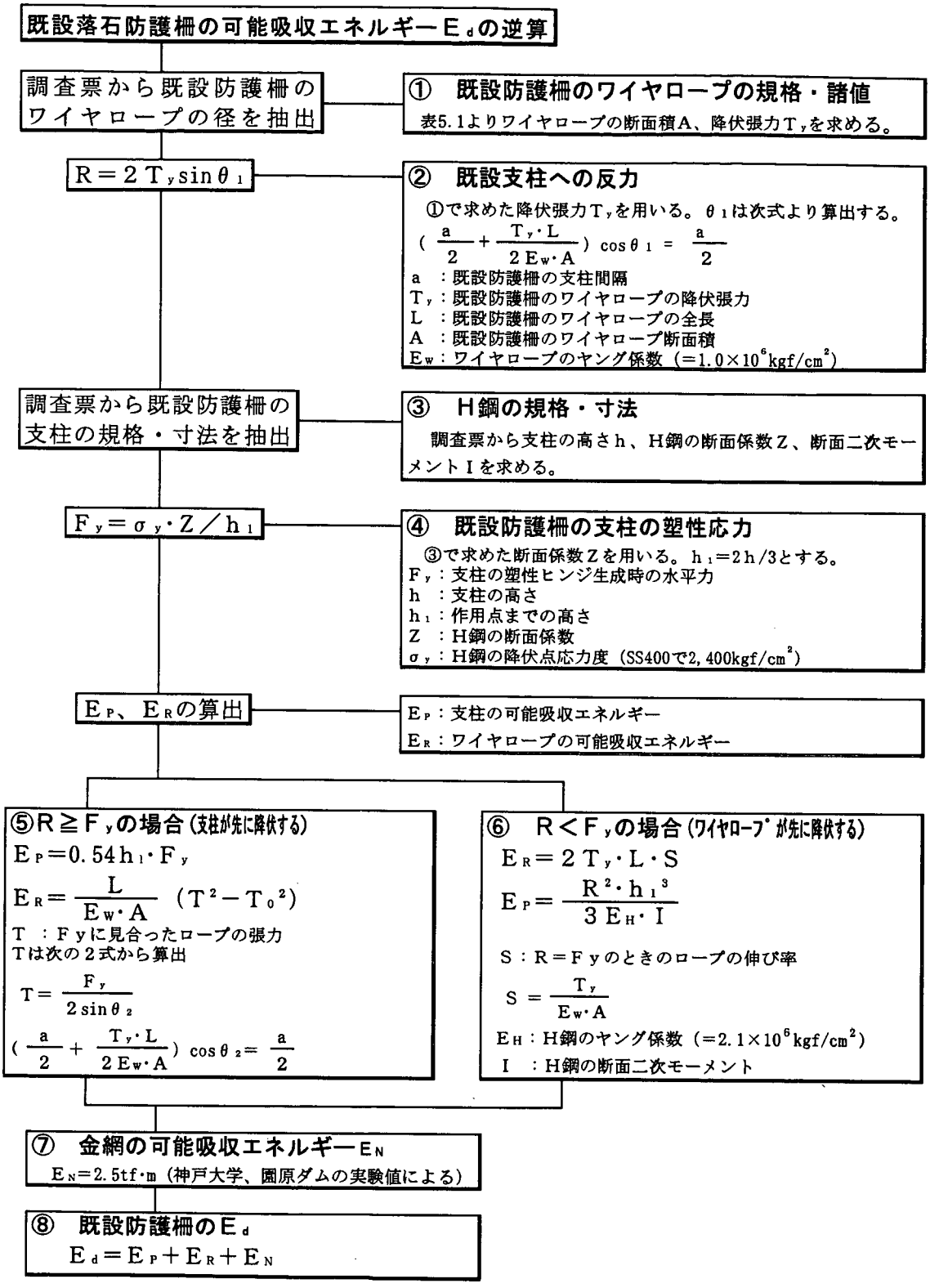


図5.1 落石防護柵の可能吸収エネルギーを逆算する方法のフローチャート

E_w：ワイヤロープのヤング係数

（ここでは、$E_w=1.0\times10^6 kgf/cm^2$と仮定する。）

（4）支柱となるH鋼の規格および寸法

調査票から既設落石防護柵の支柱の高さhおよびH鋼の規格寸法を抽出し、H鋼の断面係数Z、断面二次モーメントIを算出する。調査票に支柱の規格寸法に関する記述がない場合には、支柱断面を今回の調査で最も使用例の多いH-200×100と仮定する。

（5）既設支柱の塑性応力

支柱の下端が塑性ヒンジを形成するのに要する力F_yを次式より求める。

$$F_y=\frac{\sigma_y\cdot Z}{h_1} \quad \cdots\cdots (5.3)$$

ここに、σ_y：H鋼の降伏点応力度（SS400で2,400kgf/cm²とする。）

Z ：H鋼の断面係数

h_1：作用点までの高さ（$h_1=\frac{2}{3}h$）

（6）支柱およびワイヤロープの可能吸収エネルギー

上記で算出したRとF_yを比較し、次のような条件ごとに計算する。

1）$R\geqq F_y$の場合

（3）および（5）で算出したRとF_yを比較し、$R\geqq F_y$の場合、落石対策便覧[2]の式（5-15）～式（5-18）に準じ、次のように支柱とワイヤロープの可能吸収エネルギーを算出する。

$R\geqq F_y$の場合、支柱が先に降伏するため、支柱の可能吸収エネルギーE_Pは、支柱の許容最大変位角を15°とし、２本の支柱の可能吸収エネルギーを次式より求める。

$$E_P=2F_y\cdot h_1\tan15^\circ=0.54h_1\cdot F_y \quad \cdots\cdots (5.4)$$

支柱にR＝F_yの反力が生じたときのワイヤロープ２本分の可能吸収エネルギーE_Rは次式により算出する。

$$E_R=\frac{L}{E_w\cdot A}(T^2-T_0^2) \quad \cdots\cdots (5.5)$$

このとき、ワイヤロープに生じる張力Tは次の２式を解いて求める。

$$T=\frac{F_y}{2\sin\theta_2} \quad \cdots\cdots (5.6)$$

$$\left(\frac{a}{2}+\frac{T\cdot L}{2E_w\cdot A}\right)\cos\theta_2=\frac{a}{2} \quad \cdots\cdots (5.7)$$

ここに、T_0：ワイヤロープの初期張力（ここでは、500kgfと仮定する。）

θ_2：$R=F_y$のときのワイヤロープ変位角

2）$R<F_y$の場合

（3）および（5）で算出したRとF_yを比較し、$R<F_y$の場合は、落石対策便覧[2]の式（5-19）および式（5-20）に準じ、次のように支柱とワイヤロープの可能吸収エネルギーを算出する。

$R<F_y$の場合、ワイヤロープが先に降伏するため、弾性状態の支柱２本分の可能吸収エネルギーを次式より算出する。

$$E_P=\frac{R^2\cdot h_1^3}{3E_H\cdot I} \quad \cdots\cdots (5.8)$$

ここに、E_H：H鋼のヤング係数

I　：H鋼の断面二次モーメント

降伏後のワイヤロープ２本分の可能吸収エネルギーを次式より算出する。

$$E_R=2T_y\cdot L\cdot S \quad \cdots\cdots (5.9)$$

ここに、Sは降伏応力T_yが作用したときの伸び率であり

$$S=\frac{T_y}{E_w\cdot A} \quad \cdots\cdots (5.10)$$

より求められる。

（7）金網の可能吸収エネルギーE_N

金網の可能吸収エネルギーは落石対策便覧[2]に従い、神戸大学、園原ダムの実験値より$E_N=2.5$tf・mとする。

（8）既設落石防護柵の設計時における可能吸収エネルギーE_d

設計時の可能吸収エネルギーE_dは式（5.4）、式（5.5）または式（5.8）、式（5.9）の支柱およびワイヤロープの可能吸収エネルギーに金網の可能吸収エネルギー$E_N=2.5$tf・mを加え、次式より算出する。

$$E_d=E_P+E_R+E_N \quad \cdots\cdots (5.11)$$

5．2．2　落石による実吸収エネルギーの算出方法

（1）評価方法

実際に発生した落石により変形した落石防護柵について、落石実態調査票から金網、支柱およびワイヤロープの変形を抽出し、落石による落石防護柵の実吸収エネルギーを算出する。実吸収エネルギーE_Uの算出は、落石防護柵を構成する金網・ワイヤロープおよび支柱の各部材が吸収したエネルギーの和として、次式により算出する。

$$E_U = E_{UP} + E_{UR} + E_{UN} \qquad \cdots\cdot(5.12)$$

ここに、E_{UP}：既設落石防護柵の支柱の実吸収エネルギー

E_{UR}：既設落石防護柵のワイヤロープの実吸収エネルギー

E_{UN}：既設落石防護柵の金網の実吸収エネルギー

実際の落石により落石防護柵の各部材の実吸収エネルギーは、支柱とワイヤロープの弾性状態または弾塑性状態に対して、表5.2のように分類し、各状態での部材の応力－変位関係から算出する。ただし、支柱とワイヤロープの両方が弾性状態にある場合は、落石実態調査票から変形が評価できないため、実吸収エネルギーは算出できない。

落石実態調査票の落石防護柵の変形に関する記述より支柱とワイヤロープの状態を次のように評価する。

a）支柱が変形している場合

支柱に変位角が生じている場合は降伏を越えた変形（塑性状態）と判定する。この場合、支柱の変形量からワイヤロープのひずみを算出し、ワイヤロープの応力状態を評価する。

b）ワイヤロープが変形している場合

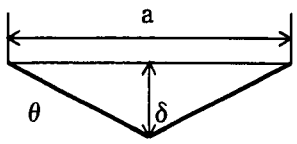
ワイヤロープの変形量からワイヤロープの伸び量を算出し、ワイヤロープの全長に対するひずみからワイヤロープの応力状態を評価する。ワイヤロープの張力から支柱の反力Rを算定し、支柱の下端に塑性ヒンジを形成するのに要する力と比較し、支柱の応力状態を評価する。

表5.2　支柱とワイヤロープの被害状況の分類

		ワイヤロープ		
		弾　性	降　伏	破　断
支柱	弾　性	算出不可	○	○
	降　伏	○	○	○

（2）ワイヤロープの張力

落石実態調査票に記載されている落石によるワイヤロープの変位角θまたは変形量δからワイヤロープに作用する張力を次式より求める。



$$\left(\frac{a}{2}+\frac{T\cdot L}{2E_w\cdot A_w}\right)\cos\theta=\frac{a}{2} \qquad \cdots\cdot(5.13)$$

a ：既設落石防護柵の支柱の間隔

T ：ワイヤロープに作用する張力

L ：既設落石防護柵のワイヤロープの全長

E_w：ワイヤロープのヤング係数

A_w：既設落石防護柵のワイヤロープの断面積

θ ：ワイヤロープの実変位角　　$\theta=\tan^{-1}(2\delta/a)$

Tが降伏張力Tyを越える場合は、T＝Tyとする。

ワイヤロープに張力Tが作用したときの支柱への反力Rを次式より求める。この場合、2本のワイヤロープが共同して働くものと仮定する。

$$R=2T\sin\theta \qquad \cdots\cdot(5.14)$$

（3）支柱の実吸収エネルギーE_{UP}

1）弾性状態

ワイヤロープの変形より求められるワイヤロープの張力Tが作用したときの支柱への反力Rを用いて次式より支柱の実吸収エネルギーE_{UP}を算出する。

$$E_{UP}=n\frac{R^2\cdot h_r^3}{6E_H\cdot I_H} \qquad \cdots\cdot(5.15)$$

n ：ワイヤロープから反力を受ける支柱の本数

h_r：ワイヤロープの設置高

E_H：既設落石防護柵の支柱のヤング係数

I_H：既設落石防護柵の支柱の断面2次モーメント

2）降伏状態

落石実態調査票より降伏した支柱の実吸収エネルギーE_{UP}は、実測した変位角より次式により算出する。

$$E_{UP}=n\cdot F_y\cdot h\cdot\tan\phi \qquad \cdots\cdot(5.16)$$

n ：降伏した支柱の本数

h ：実際の落石作用高さ

ϕ ：支柱の実傾斜角（$\phi \leqq 15^{\circ}$）

F_y：支柱下端に塑性ヒンジを形成するのに要する力

$$F_y = \frac{\sigma_y \cdot Z}{h}$$

σ_y：H鋼の降伏点応力度（SS400で2400kgf/cm²とする。）

Z ：H鋼の断面係数

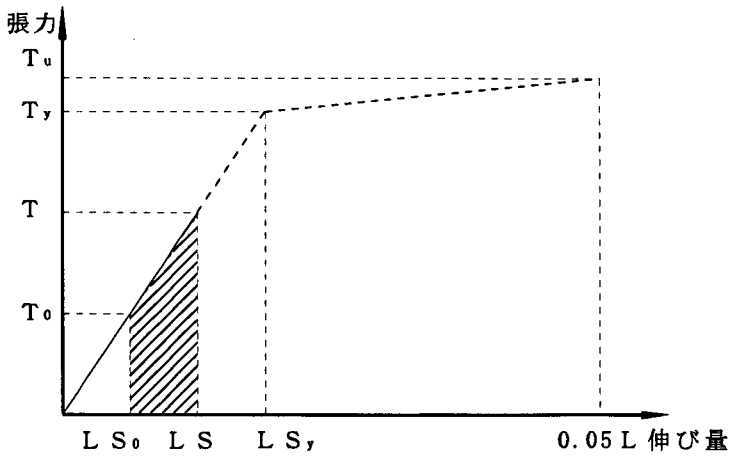
ただし、支柱の実傾斜角ϕが15°を越える場合は落石対策便覧[2]に従い、最大許容変位角15°とする。

（4）ワイヤロープの実吸収エネルギーE_{UR}

1）弾性状態

変形より求められるワイヤロープの張力Tにワイヤロープの初期張力T_0を考慮し、次式よりワイヤロープの実吸収エネルギーE_{UR}を算出する。

$$E_{UR} = n \frac{1}{2E_w \cdot A_w} \{(T+T_0)^2 - T_0^2\} \qquad \cdots\cdot(5.17)$$



n ：変形したワイヤロープの本数

T_0：初期張力(500kgf)

T_u：切断保証荷重

T_y：降伏張力

S ：伸び率

$S = T / (E_w \cdot A_w)$

L ：ワイヤロープの全長

図5.2 弾性域でのワイヤロープの吸収エネルギー

2）塑性状態

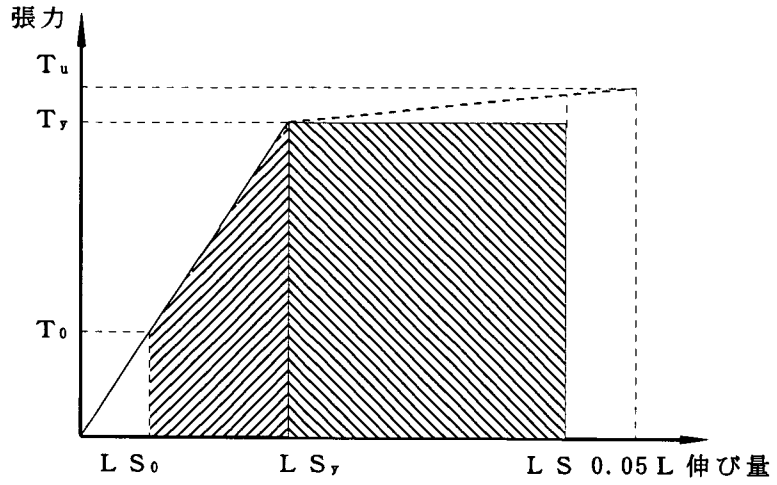
ワイヤロープは降伏したのち、切断するまで張力は徐々に増加するが、降伏後の張力の増加が非線形であることから、塑性状態でのワイヤロープの張力は降伏張力Tyと仮定する。この場合のワイヤロープの実吸収エネルギーE_{UR}を次式より算出する。

$$E_{UR}=n\frac{1}{2E_w\cdot A_w}\{T_y^2-T_0^2\}+n\left(SL-\frac{T_y\cdot L}{E_w\cdot A_w}\right)T_y \quad \cdots\cdots(5.18)$$

S ：ワイヤロープの伸び率　$S=\Delta L/L$

ΔL：ワイヤロープの伸び量　$\Delta L=a/\cos\theta-a$

ただし、Sは5%以下とする。Sが5%を越えた場合はS＝5%とする。



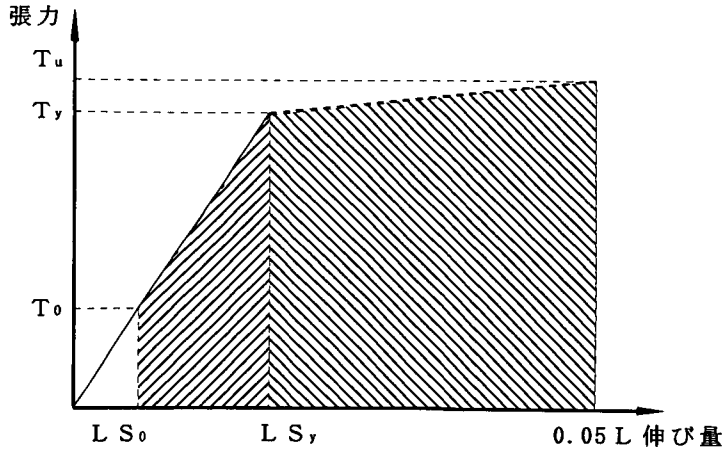
T_u：切断保証荷重
T_y：降伏張力
T_u：切断保証荷重
S ：伸び率
L ：ワイヤロープの全長

図5.3　塑性域でのワイヤロープの吸収エネルギー

3）破断状態

ワイヤロープが破断している場合、ワイヤロープの伸び量が求められないため、伸び量は落石対策便覧[2]に規定されているワイヤロープの許容最大伸び量5%と仮定し、次式によりワイヤロープ破断時の実吸収エネルギーE_{UR}を算出する。

$$E_{UR}=n\frac{1}{2E_w\cdot A_w}\{T_y^2-T_0^2\}+n\left(0.05L-\frac{T_y\cdot L}{E_w\cdot A_w}\right)\frac{T_y+T_u}{2} \quad \cdots(5.19)$$



T_u：切断保証荷重
T_y：降伏張力
S ：伸び率
L ：ワイヤロープの全長

図5.4　破断したワイヤロープの吸収エネルギー

（5）金網の実吸収エネルギーE_{UN}

金網の実吸収エネルギーは、落石対策便覧[2]資料編の式（4）(p. 288)に準じ、ワイヤロープの状態に応じて下式により求める。

1）ワイヤロープが弾性変形の範囲にあった場合

ワイヤロープの変形に必要なエネルギーの１／５とする。

$$E_{UN}=E_{UR}/5 \qquad \cdots\cdot(5.20)$$

2）ワイヤロープが降伏または破断した場合

ワイヤロープが降伏または破断した場合の金網の吸収エネルギーは次式により算出する。

$$E_{UN}=F_{SN}\times 2.5\ (tf\cdot m) \qquad \cdots\cdot(5.21)$$

F_{SN}：金網の安全率（ワイヤロープ降伏 １．５、ワイヤロープ破断 １．７）

（6）実吸収エネルギーの組合せ

落石実態調査票より被害状況を判定し、表5.3の組合せに応じて、式(5.12)により落石により変形した落石防護柵の実吸収エネルギーを算出する。

表5.3 被害状況別実吸収エネルギーの組合せ

		ワイヤロープ		
		弾　性	降　伏	破　断
支柱	弾　性	算出不可	(5.15)+(5.18)+(5.21)	(5.15)+(5.19)+(5.21)
	降　伏	(5.16)+(5.17)+(5.20)	(5.16)+(5.18)+(5.21)	(5.16)+(5.19)+(5.21)

5．2．3　発生落石エネルギーの算出方法

発生落石エネルギーE，は落石対策便覧[2)]（p. 17）に従い以下の式より求める。

$$E_r = (1+\beta)\left(1-\frac{\mu}{\tan\theta}\right) W \cdot H \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5.22)$$

ここに、β：回転エネルギー係数(＝0. 1)

μ：等価摩擦係数

θ：斜面勾配

W：実落石重量

H：実落石の落下高さ

式(5. 22)の等価摩擦係数μは今回の調査票の以下の事項から落石対策便覧[2)]（p. 16）に従い表5. 4に基づいて値を評価する。ただし、調査票における下記の項目から評価できない場合は、調査票の写真から評価する。表5. 5に落石エネルギーE，の評価に関する項目をデータベースに示す。

[等価摩擦係数μを決定するための調査票の項目]

1)斜面内の凹凸

2)斜面の土質

3)樹木の繁茂状況

4)樹木の種類

5)落石の形状

表5.4　斜面の種類と等価摩擦係数μの値[2)]

区分	落石および斜面の特性	設計に用いるμ	実験から得られるμの範囲
A	硬岩、丸状 凹凸小、立木なし	0. 05	0～0. 1
B	軟岩、角状～丸状 凹凸中～大、立木なし	0. 15	0. 11～0. 2
C	土砂・崖錐、丸状～角 凹凸小～中、立木なし	0. 25	0. 21～0. 3
D	崖錐・巨礫まじり崖錐、角状 凹凸大～中、立木なし～あり	0. 35	0. 31～

表5.5(1) 落石エネルギーErの評価

資料番号	斜面の勾配	斜面の凹凸	斜面の土質	発生源の地質・岩質	樹木の繁茂状況	樹木の種類1	樹木の種類2	樹木の種類3	防護工の種類	設計条件 重量	設計条件 高さ	落石個数	発生源の位置	形状	大きさ 寸法	立積	重量	形状から推定した落石重量	衝突位置	落下高さ	防護工の被害の程度	道路等への被害の有無	その他	等価摩擦係数	回転ｴﾈﾙｷﾞｰ係数	低減された落下高さ	落石ｴﾈﾙｷﾞｰ (t･m)	落石ｴﾈﾙｷﾞｰ推定荷重(t･m)
010501	60.0°	中	岩	火山岩類	裸地				防護網+防護柵+防護擁壁			多数	外		4m×5m×5m	100.000000 m^3	70,000.0kg	260,000.0kg		45.0m	大破	有	岩盤崩壊	0.15	0.1	41.103	3164.922	11755.425
010502	50.0°	中		火山岩類	裸地				防護網+防護擁壁			3	外	平偏	0.7m×0.7m×0.1m	0.049000 m^3	100.0kg	127.4kg		30.0m	中破	無		0.15	0.1	26.224	2.885	3.675
011101	80.0°	大	岩	火山岩類	裸地				防護柵+防護擁壁			1		角			3,750,000.0kg		5.00m	15.0m	大破	有	岩盤崩壊	0.15	0.1	14.603	60238.465	
011102	80.0°	大	岩	火山岩類	裸地				トンネル		150.0m	1		角	70m×50m×13m	45500.000000 m^3	27,500,000.0kg	118,300,000.0kg	10.00m	80.0m	大破	有		0.15	0.1	77.884	2355993.306	10135054.84
011103	65.0°	大	岩	火山岩類	まばら	草本	落葉樹	混合林	防護柵+防護擁壁			多数		角	φ0.5m	0.065450 m^3		170.2kg	1.50m		大破	無		0.31	0.1			
011104	70.0°	小	岩	火山岩類	まばら	草本			防護柵			2			1.0m×0.7m×m							無		0.31	0.1			
011105	60.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			防護網+防護柵+防護擁壁													無		0.15	0.1			
011106	60.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			防護柵+防護擁壁			1		角	1.2m×0.9m×0.5m	0.540000 m^3		1,404.0kg	4.00m		小破	無		0.15	0.1			
011201	50.0°	大	岩	火山岩類	まばら	草本	落葉樹		防護柵+防護擁壁			多数	内	角	2m×2m×2m	8.000000 m^3		20,800.0kg	2.00m	100.0m	小破	無		0.31	0.1	73.988		1692.843
011202-1	45.0°	大	岩	火山岩類	まばら	草本	落葉樹		防護擁壁			1		角	1m×1.2m×m						無被害	無		0.31	0.1			
011202-2	45.0°	大	岩	火山岩類	まばら	草本	落葉樹		防護擁壁															0.31	0.1			
011203-1	70.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			防護網+防護柵+防護擁壁			2			0.7m×0.75m×0.3m	0.157500 m^3		409.5kg				無		0.15	0.1			
011203-2	70.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			防護網+防護柵+防護擁壁			2		角	0.8m×0.8m×0.5m	0.320000 m^3		832.0kg	2.00m		小破	無		0.15	0.1			
011203-3	70.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			防護網+防護柵+防護擁壁			5		角										0.15	0.1			
011204-1	70.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			防護柵+防護擁壁			1		角	0.9m×0.9m×0.9m	0.729000 m^3		1,895.4kg				無		0.15	0.1			
011204-2	70.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			防護柵+防護擁壁					角								無		0.15	0.1			
011204-3	70.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			防護柵+防護擁壁					角								無		0.15	0.1			
011205-1	45.0°	大	岩	火山岩類	まばら	低木	落葉樹		防護網+防護柵+防護擁壁			多数		角	0.5m×0.5m×0.5m	0.125000 m^3		325.0kg				無		0.31	0.1			
011205-2	45.0°	大	岩	火山岩類	まばら	低木	落葉樹		防護網+防護柵+防護擁壁			1		角	0.4m×0.3m×0.3m	0.036000 m^3		93.6kg				無		0.31	0.1			
011206	70.0°	中	岩	火山岩類	裸地	草本			防護柵+防護擁壁			1		角	0.8m×1.3m×3.2m	3.328000 m^3	8,300.0kg	8,652.8kg	0.00m	10.0m	無被害	無		0.31	0.1	8.872	80.999	84.441
011207	80.0°	大	岩	火山岩類	裸地				トンネル			多数	内	角							無被害	無		0.15	0.1			
011208	50.0°	大	岩	火山岩類	まばら	草本			防護網+ロックシェッド+トンネル			多数		角	12m×6m×5m	360.000000 m^3		936,000.0kg	30.00m	90.0m	小破	無	岩盤崩壊	0.31	0.1	66.589		68560.158
011209-1	40.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			防護柵+防護擁壁			1		角	1.3m×0.9m×m							有		0.15	0.1			
011209-2	40.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			防護柵+防護擁壁			多数		角	1.5m×1.5m×1.5m	3.375000 m^3		8,775.0kg	2.50m		大破			0.15	0.1			
011209-3	40.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			防護柵+防護擁壁			1		角	0.8m×0.6m×0.5m	0.240000 m^3		624.0kg						0.15	0.1			
011209-4	40.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			防護柵+防護擁壁					角							中破	無		0.15	0.1			
011210	40.0°	大	岩	火山岩類	まばら	草本			トンネル			多数		角					10.00m		無被害	無		0.31	0.1			
011211-1	45.0°	大	岩	火山岩類	まばら	草本			防護柵+防護擁壁			多数		角	5m×3m×2.5m	37.500000 m^3		97,500.0kg	2.25m		小破	無		0.31	0.1			
011211-2	45.0°	大	岩	火山岩類	まばら	草本			防護柵+防護擁壁					角	2m×1m×1m	2.000000 m^3		5,200.0kg	2.25m		小破	無		0.31	0.1			
011211-3	45.0°	大	岩	火山岩類	まばら	草本			防護柵+防護擁壁			多数		角					2.25m		小破	無		0.31	0.1			
011401	50.0°	大	礫	崖錐	まばら	草本			防護柵			数個		角	φ0.5m	0.065450 m^3		170.2kg	1.50m		中破			0.31	0.1			
011402	45.0°	大	岩	火山岩類	まばら	草本			トンネル			多数		角					10.00m	60.0m	無被害	無		0.31	0.1	41.400		
011403	45.0°	大	礫	崖錐	繁茂	低木			防護柵+防護擁壁			数個		角	φ2m	4.188790 m^3		10,890.9kg	1.00m		大破			0.31	0.1			
011404	40.0°	大	礫	崖錐	繁茂	草本			防護柵+防護擁壁			1		角	φ4m	33.510322 m^3		87,126.8kg	1.00m		中破	無		0.31	0.1			
011405	45.0°	中	礫	崖錐	繁茂	低木			防護柵+防護擁壁			数個		角	φ2m	4.188790 m^3		10,890.9kg	1.50m		中破	無		0.31	0.1			
011406	55.0°	大	岩	火山岩類	まばら	草本			トンネル					角	φ1m	0.523599 m^3		1,361.4kg			無被害	無		0.31	0.1			
011407	70.0°	大	岩	火山岩類	裸地				防護網+防護柵+ロックシェッド			多数		角	φ2m	4.188790 m^3		10,890.9kg	130.00m		無被害	無	岩盤崩壊	0.15	0.1			
011408	80.0°	大	岩	火山岩類	裸地				防護網+トンネル			多数		角			6,250,000.0kg		10.00m		大破	有	岩盤崩壊	0.15	0.1			
011409	70.0°	大	岩	火山岩類	裸地				ロックシェッド			多数		角	φ4m	33.510322 m^3		87,126.8kg			小破	無		0.15	0.1			
011410	80.0°	大	岩	火山岩類	裸地	草本			防護網+ロックシェッド															0.15	0.1			
012301	40.0°		岩+礫+腐植土		まばら	低木	落葉樹	単純林	防護柵			3	外	平偏+角	0.2m×0.2m×0.2m	0.008000 m^3	20.0kg	20.8kg		30.0m	無被害	無		0.31	0.1	18.917	0.416	0.433
012302	45.0°	中	礫+腐植土		まばら	低木	落葉樹	混合林	防護柵			30	外	円筒+角	1.4m×0.6m×0.6m	0.504000 m^3	120.0kg	1,310.4kg	1.00m	30.0m	小破	無		0.31	0.1	20.700	2.732	29.838
012303	60.0°	大	岩		裸地				防護網+防護柵+防護擁壁+覆道+ポケット			1	内	角	10m×8m×3m	240.000000 m^3	550,000.0kg	624,000.0kg	0.00m	50.0m	大破	無		0.15	0.1	45.670	27630.273	31347.801
012304	60.0°	大	岩+礫+腐植土		まばら	低木	落葉樹	混合林	防護柵+防護擁壁			10	外	角	1m×1m×1m	1.000000 m^3	200.0kg	2,600.0kg	1.00m	20.0m	無被害	無		0.15	0.1	18.268	4.019	52.246
012305-1	55.0°	大	岩+礫		裸地	草本			防護網+防護柵				内	角					1.00m	40.0m				0.15	0.1	35.799		
012305-2	55.0°	大	岩+礫		裸地	草本			防護網+防護柵				内	角					1.00m	40.0m	中破			0.15	0.1	35.799		
012305-3	55.0°	大	岩+礫		裸地	草本			防護網+防護柵				内	角					1.00m	40.0m	その他			0.15	0.1	35.799		
012305-4	55.0°	大	岩+礫		裸地	草本			防護網+防護柵			100	内	角	1m×1m×1m	1.000000 m^3	200.0kg	2,600.0kg	1.00m	40.0m	無被害	無		0.15	0.1	35.799	7.876	102.384
012306	45.0°	大	岩+礫		まばら	低木+草本	落葉樹	混合林	防護網+防護柵+防護擁壁			5	外	角	0.8m×0.8m×0.8m	0.512000 m^3	100.0kg	1,331.2kg	1.20m	30.0m	小破	無		0.31	0.1	20.700	2.277	30.311
012601-1	45.0°	大	岩+礫	火山岩類	まばら	草本			ロックシェッド	163 kg	90.0m	10	外	角	1.2m×1.2m×0.9m	1.296000 m^3	3,240.0kg	3,369.6kg		50.0m	無被害	無		0.31	0.1	34.500	122.958	127.876
012601-2	45.0°	大	岩+礫	火山岩類	まばら	草本			ロックシェッド	163 kg	90.0m	32	外	球	m×m×5.0m	65.449847 m^3	163,000.0kg	170,169.6kg		90.0m	小破	無		0.31	0.1	62.100	11134.53	11624.286
013101-1	50.0°	大	岩	変成岩	裸地				防護網+防護柵				内	角					1.00m	20.0m	中破	無	岩盤崩壊(崩壊)	0.15	0.1	17.483		
013101-2	50.0°	大	岩	変成岩	裸地				防護網+防護柵				内	角					1.00m	20.0m	軽微	無	岩盤崩壊(崩壊)	0.15	0.1	17.483		
013401	60.0°	大	岩	火山岩類	裸地				防護網				外	球	2.5m×m×1.5m	0.004189 m^3		10.9kg		4.0m	無被害	無		0.15	0.1	3.654		0.044
013601	50.0°	大	岩	変成岩	裸地				防護網+防護擁壁			多数	内								軽微	無	表層崩壊	0.15	0.1			
013602	70.0°	中	岩	変成岩	裸地				防護柵+防護擁壁			多数		角					3.50m	5.0m	その他	無		0.15	0.1	4.727		
013603	90.0°	大	岩	変成岩	裸地				ロックシェッド			多数								70.0m	その他	有	岩盤崩壊	0.15	0.1	70.000		
013604	85.0°	大	岩	変成岩	裸地				防護網				内	平偏	0.5m×0.4m×0.3m	0.060000 m^3	150.0kg	156.0kg		60.0m	無被害	有		0.15	0.1	59.213	9.77	10.161
013605	90.0°	大	岩	変成岩	裸地				防護網			多数								30.0m	無被害	有		0.15	0.1	30.000		
013606	75.0°	中	岩	変成岩	裸地				なし			多数	内	角	4m×3m×2m	24.000000 m^3	60,000.0kg	62,400.0kg		10.0m		無	岩盤崩壊	0.15	0.1	9.598	633.473	658.812
013607	65.0°	中	岩	変成岩	裸地				防護網+防護柵+防護擁壁			多数								60.0m	その他	有	岩盤崩壊	0.15	0.1	55.803		
013608	60.0°	中	岩	変成岩	裸地				防護柵+防護擁壁			多数			0.15m×0.15m×0.10	0.002250 m^3	5.0kg	5.9kg		50.0m	無被害	有		0.15	0.1	45.670	0.251	0.294
013609	70.0°	中	岩	変成岩+破砕帯	裸地				ロックシェッド			多数		角						40.0m	無被害	無	岩盤崩壊	0.15	0.1	37.816		
013610	65.0°	中	岩	変成岩	裸地				ロックシェッド			多数		角	1.2m×1m×1m	1.200000 m^3	3,000.0kg	3,120.0kg		40.0m	無被害	無	岩盤崩壊	0.15	0.1	37.202	122.767	127.678
013611	80.0°	中	岩	変成岩	裸地				防護網+ロックシェッド			多数								50.0m	無被害	無	岩盤崩壊	0.15	0.1	48.678		
013612-1	65.0°	大	岩	変成岩	繁茂	低木	落葉樹	混合林	防護網+防護柵+防護擁壁												無被害	無		0.31	0.1			
013612-2	65.0°	大	岩	変成岩	繁茂	低木	落葉樹	混合林	防護網+防護柵+防護擁壁			多数		角	0.9m×0.4m×0.4m	0.144000 m^3	350.0kg	374.4kg		80.0m		有		0.31	0.1	68.436	26.348	28.185
013613-1	55.0°	中	岩	変成岩	裸地				防護網+防護柵+防護擁壁			多数			0.1m×0.1m×0.1m	0.001000 m^3	3.0kg	2.6kg			その他		岩盤崩壊	0.15	0.1			
013613-2	55.0°	中	岩	変成岩	裸地				防護網+防護柵+防護擁壁					角	2m×2m×1.5m	6.000000 m^3	15,000.0kg	15,600.0kg		20.0m	その他	有	岩盤崩壊	0.15	0.1	17.899	295.34	307.153
013614	65.0°	中	岩	変成岩		草本			防護柵+防護擁壁			7	内	角	0.3m×0.3m×0.2m	0.018000 m^3	45.0kg	46.8kg		10.0m	無被害	有		0.31	0.1	8.554	0.423	0.44
013615-1	45.0°	大	岩	変成岩	裸地				防護柵			1		角	0.1m×0.1m×0.1m	0.001000 m^3	2.5kg	2.6kg			無被害	無		0.15	0.1			
013615-2	45.0°	大	岩	変成岩	裸地				防護柵			数個			20m×20m×10m	4000.000000 m^3	10.0kg	10,400,000.0kg		20.0m	無被害	有		0.15	0.1	17.000	0.187	194480
013616	60.0°	中	岩	変成岩	裸地				防護柵+防護擁壁			多数		角	0.3m×0.3m×0.2m	0.018000 m^3	45.0kg	46.8kg		10.0m	無被害	無	岩盤崩壊	0.15	0.1	9.134	0.452	0.47
013617	70.0°	中	岩	変成岩	裸地				防護柵+防護擁壁						0.5m×0.4m×0.4m	0.080000 m^3	200.0kg	208.0kg		10.0m	無被害	有		0.15	0.1	9.454	2.08	2.163
014501			岩		繁茂	高木	落葉樹	混合林	防護柵+防護擁壁			1			0.5m×0.3m×0.3m	0.045000 m^3		117.0kg			無被害	無		0.31	0.1			
014502	54.0°		岩		まばら	高木	落葉樹	混合林	防護柵+防護擁壁			2			1.5m×2m×0.5m	1.500000 m^3		3,900.0kg			無被害	無		0.31	0.1			
014503			岩		まばら	高木	落葉樹	混合林	防護柵			多数			1.5m×1.5m×1.5m	3.375000 m^3		8,775.0kg			無被害	無		0.31	0.1			
014504			岩		裸地	草本	落葉樹	混合林	防護柵+防護柵			1			0.8m×0.7m×1.1m	0.616000 m^3		1,601.6kg			小破	無			0.1			
014505			岩		繁茂	高木	落葉樹	混合林	防護擁壁			1			0.6m×0.6m×0.5m	0.180000 m^3		468.0kg			無被害	無		0.31	0.1			

表5.5(2) 落石エネルギーErの評価

資料番号	斜面の勾配	斜面の凹凸	斜面の土質	発生源の地質・岩質	樹木の繁茂状況	樹木の種類1	樹木の種類2	樹木の種類3	防護工の種類	設計条件 重量	設計条件 高さ	落石個数	発生源の位置	形状	大きさ 寸法	大きさ 立積	重量	形状から推定した落石重量	衝突位置	落下高さ	防護工の被害の程度	道路等への被害の有無	その他	等価摩擦係数	回転ｴﾈﾙｷﾞｰ係数	低減された落下高さ	落石ｴﾈﾙｷﾞｰ (t・m)	落石ｴﾈﾙｷﾞｰ推定荷重(t・m)
014506	25.0°		腐植土		繁茂	高木	落葉樹	混合林	なし			4			0.6m×0.3m×0.2m	0.036000 m^3		93.6kg		4.0m		有		0.31	0.1	1.341		0.138
014507			腐植土		まばら	低木	落葉樹	混合林	流路工						0.3m×0.3m×m						無被害	無		0.31	0.1			
014508			腐植土		繁茂	高木	落葉樹	混合林	防護柵+防護擁壁			多数			1.5m×1.5m×1m	2.250000 m^3		5,850.0kg			無被害	無		0.31	0.1			
014509			腐植土		まばら	低木	落葉樹	混合林	防護擁壁			1			0.2m×0.3m×0.2m	0.012000 m^3		31.2kg				有		0.31	0.1			
015101	50.0°	中	岩	火山岩類	裸地				防護網+ロックシェッド	160 kg	10.0m	30	内	角	2.0m×1.5m×1.0m	3.000000 m^3	7,800.0kg	7,800.0kg	0.00m	30.0m	小破	無		0.15	0.1	26.224	225.002	225.002
017201	60.0°	大	岩	含礫頁岩	裸地				防護柵+防護擁壁		2.0m	40	外	平偏	0.4m×0.8m×0.3m	0.096000 m^3	250.0kg	249.6kg	2.00m	12.0m	その他	無		0.15	0.1	10.961	3.014	3.009
017301	60.0°	中	礫+砂	崖錐	まばら	低木+草本	落葉樹	混合林	防護柵	500 kg	10.0m	10	内	角	0.5m×0.5m×0.5m	0.125000 m^3	200.0kg	325.0kg	0.30m	10.0m	軽微	無		0.31	0.1	8.210	1.806	2.935
017302	55.0°	小	岩+礫	崖錐	まばら	低木	落葉樹	混合林	防護柵	500 kg	10.0m	多数	内	角	0.3m×0.5m×0.5m	0.075000 m^3	140.0kg	195.0kg	0.30m	6.0m	軽微	無		0.31	0.1	4.698	0.723	1.008
018401	57.5°	中	礫	変成岩	まばら	低木	落葉樹	混合林	防護柵+防護擁壁				内	角	1.1m×0.6m×0.5m	0.330000 m^3	800.0kg	858.0kg			軽微	無		0.31	0.1			
018402	70.0°	大	岩	変成岩	まばら	低木	落葉樹	混合林	防護柵+防護擁壁				内	角	0.7m×0.6m×1.4m	0.588000 m^3	1,200.0kg	1,528.8kg			無被害	無		0.31	0.1			
018403	61.0°	大	岩	変成岩	まばら	低木	落葉樹	混合林	防護柵+防護擁壁				内	角	0.6m×0.5m×1.5m	0.450000 m^3	1,080.0kg	1,170.0kg			無被害	有		0.31	0.1			
018404	65.0°	大	岩	変成岩	繁茂	低木	落葉樹	混合林	ロックシェッド				内	角	1.2m×0.8m×0.4m	0.384000 m^3	920.0kg	998.4kg			無被害	無		0.31	0.1			
018405	65.0°	中	岩	変成岩	裸地				防護網+ロックシェッド				内	角	0.4m×0.6m×2.5m	0.600000 m^3	580.0kg	1,560.0kg			無被害	無		0.15	0.1			
024501	40.0°	中	礫	火山岩類	まばら	高木	常緑樹	単純林	防護柵			1	内	球	0.6m×0.6m×0.6m	0.113097 m^3	220.0kg	294.1kg	0.65m	3.5m	軽微	無		0.15	0.1	2.874	0.696	0.93
024502	45.0°	中	礫	火山岩類	まばら	高木	常緑樹	単純林	防護柵			1	内	球	0.5m×0.5m×0.5m	0.065450 m^3	125.0kg	170.2kg	0.35m	5.0m	小破	無		0.15	0.1	4.250	0.584	0.796
024701	52.5°	中	岩	崖錐	まばら	草本			防護柵+スノーシェッド			多数	内							9.0m	中破	無	崩壊	0.31	0.1	6.859		
034001	70.0°	中	礫	火山噴出物	繁茂	高木+低木+	落葉樹		防護網+防護柵+防護擁壁			14		角	3.0m×1.5m×1.0m	4.500000 m^3	10,000.0kg	11,700.0kg		20.0m	中破	無	表層崩壊	0.31	0.1	17.743	195.177	228.357
035301	56.5°	中	岩	中生層	繁茂	草本			防護網+防護柵+防護擁壁		2.0m		外	角	2m×1m×0.5m	1.000000 m^3	2,500.0kg	2,600.0kg	3.00m	30.0m	無被害	無	表層崩壊	0.31	0.1	23.844	65.572	68.195
035302	52.5°	中	岩	崖錐	繁茂	草本			防護網+ロックシェッド			1	外	平偏	5m×2m×2m	20.000000 m^3	50,000.0kg	52,000.0kg		17.0m	小破	無		0.31	0.1	12.956	712.59	741.094
035303	62.5°	小	礫	中生層	繁茂	高木	落葉樹	混合林	防護柵+防護擁壁			6	外	球			200.0kg		1.50m	30.0m	軽微	無		0.31	0.1	25.159	5.535	
035801	30.0°	大	岩+粘土+腐植土	中生層	繁茂	高木	落葉樹	混合林	防護柵			2	外	角	0.2m×0.2m×0.1m	0.004000 m^3	5.0kg	10.4kg	0.80m	10.0m	その他	無		0.31	0.1	4.631	0.025	0.053
037001	49.3°	小	礫	火山噴出物	まばら	低木	落葉樹	混合林	防護網+防護擁壁															0.31	0.1			
037002	50.0°	小	礫	火山岩類	裸地	低木	落葉樹	混合林	防護柵+防護擁壁															0.15	0.1			
037003	60.0°	中	岩	第三紀	まばら	低木	落葉樹	混合林	防護網+防護柵															0.31	0.1			
043201	60.0°	中	岩	花崗岩類	まばら	高木+低木	落葉樹		防護柵+防護擁壁			10	外	角	0.7m×0.6m×0.3m	0.126000 m^3	250.0kg	327.6kg	3.50m	40.0m	中破	有		0.31	0.1	32.841	9.031	11.835
043901-1	65.0°	中	岩+腐植土	泥岩	繁茂	低木	落葉樹	混合林	防護柵			多数	内	角	1m×1m×1m	1.000000 m^3	2,200.0kg	2,600.0kg	0.80m	11.0m	無被害	無	表層崩壊	0.31	0.1	9.410	22.772	26.912
043901-2	65.0°	中	岩+腐植土	泥岩	繁茂	低木	落葉樹	混合林	防護柵			多数	内	角	1m×1m×1m	1.000000 m^3	2,200.0kg	2,600.0kg	1.50m	12.0m	その他	無	表層崩壊	0.31	0.1	10.265	24.842	29.359
043902	53.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			45		角	0.8m×0.6m×0.4m	0.192000 m^3	480.0kg	499.2kg						0.31	0.1			
043903-1	55.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			6		球	10m×m×m	523.598776 m^3	1,310.0kg	1,361,356.8kg						0.31	0.1			
043903-2	55.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		球	0.3m×m×m	0.014137 m^3	40.0kg	36.8kg						0.31	0.1			
043903-3	55.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			5		球	0.2m×m×m	0.004189 m^3	10.0kg	10.9kg						0.31	0.1			
043903-4	55.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			10		球	0.2m×m×m	0.004189 m^3	10.0kg	10.9kg						0.31	0.1			
043903-5	55.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			4		角	0.4m×0.4m×0.5m	0.080000 m^3	200.0kg	208.0kg						0.31	0.1			
043904-1	50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			12		球	0.2m×m×m	0.004189 m^3	10.0kg	10.9kg						0.31	0.1			
043904-2	50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			4		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg	170.2kg						0.31	0.1			
043904-3	50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			30		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg	87.1kg						0.31	0.1			
043904-4	50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			11		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg	87.1kg						0.31	0.1			
043904-5	50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			3		球	0.1m×m×m	0.000524 m^3	1.0kg	1.4kg						0.31	0.1			
043905-1	50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			12		球	0.2m×m×m	0.004189 m^3	10.0kg	10.9kg						0.31	0.1			
043905-2	50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			3		球	0.7m×m×m	0.179594 m^3	450.0kg	466.9kg						0.31	0.1			
043905-3	50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		球	0.6m×m×m	0.113097 m^3	280.0kg	294.1kg						0.31	0.1			
043905-4	50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			4		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg	87.1kg						0.31	0.1			
043905-5	50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			7		球	0.3m×m×m	0.014137 m^3	40.0kg	36.8kg						0.31	0.1			
043906-1	50.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg	87.1kg						0.31	0.1			
043906-2	50.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			10		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg	170.2kg						0.31	0.1			
043906-3	50.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			5		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg	170.2kg						0.31	0.1			
043906-4	50.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg	170.2kg						0.31	0.1			
043906-5	50.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			6		球	1.0m×m×m	0.523599 m^3	1,310.0kg	1,361.4kg						0.31	0.1			
043907-1	50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			2		球	0.3m×m×m	0.014137 m^3	40.0kg	36.8kg						0.31	0.1			
043907-2	50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			2		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg	170.2kg						0.31	0.1			
043907-3	50.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			5		角	0.2m×0.2m×0.2m	0.008000 m^3	20.0kg	20.8kg						0.31	0.1			
043908-1	45.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			8		球	0.6m×m×m	0.113097 m^3	280.0kg	294.1kg						0.31	0.1			
043908-2	45.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			2		球	0.3m×m×m	0.014137 m^3	40.0kg	36.8kg						0.31	0.1			
043908-3	45.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			6		球	0.7m×m×m	0.179594 m^3	450.0kg	466.9kg						0.31	0.1			
043908-4	45.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			4		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg	87.1kg						0.31	0.1			
043908-5	45.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		球	0.6m×m×m	0.113097 m^3	280.0kg	294.1kg						0.31	0.1			
043909-1	45.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			4		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg	87.1kg						0.31	0.1			
043909-2	45.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			30		球	0.2m×m×m	0.004189 m^3	10.0kg	10.9kg						0.31	0.1			
043909-3	45.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			12		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg	87.1kg						0.31	0.1			
043909-4	45.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			20		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg	170.2kg						0.31	0.1			
043909-5	45.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		角	0.4m×0.4m×0.5m	0.080000 m^3	200.0kg	208.0kg						0.31	0.1			
043910-1	40.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			4		球	0.8m×m×m	0.268083 m^3	670.0kg	697.0kg						0.31	0.1			
043910-2	40.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			25												0.31	0.1			
043911-1		中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		球	0.8m×m×m	0.268083 m^3	670.0kg	697.0kg						0.31	0.1			
043911-2		中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		角	0.2m×0.15m×1.1m	0.033000 m^3	80.0kg	85.8kg						0.31	0.1			
043911-3		中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			17		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg	87.1kg						0.31	0.1			
043912-1	55.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			41		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg	87.1kg						0.31	0.1			
043912-2	55.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			3		角	1.2m×1.0m×0.4m	0.480000 m^3	1,200.0kg	1,248.0kg						0.31	0.1			
043913-1	70.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			4		角	1.2m×0.8m×0.1m	0.096000 m^3	240.0kg	249.6kg						0.31	0.1			
043913-2	70.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			6		角	0.6m×0.6m×0.6m	0.216000 m^3	540.0kg	561.6kg						0.31	0.1			
043913-3	70.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		角	0.4m×0.4m×0.2m	0.032000 m^3	80.0kg	83.2kg						0.31	0.1			
043913-4	70.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		角	0.4m×0.2m×0.1m	0.008000 m^3	20.0kg	20.8kg						0.31	0.1			
043914	51.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			4		角	0.5m×0.5m×0.4m	0.100000 m^3	250.0kg	260.0kg						0.31	0.1			
043915-1	57.5°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			7		角	0.2m×0.2m×0.2m	0.008000 m^3	20.0kg	20.8kg						0.31	0.1			
043915-2	57.5°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		角	0.3m×0.3m×0.1m	0.009000 m^3	20.0kg	23.4kg						0.31	0.1			
043915-3	57.5°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			8		角	0.6m×0.6m×0.3m	0.108000 m^3	270.0kg	280.8kg						0.31	0.1			
043916-1	40.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			4		球	0.2m×m×m	0.004189 m^3	10.0kg	10.9kg						0.31	0.1			
043916-2	40.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			2		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg	87.1kg						0.31	0.1			
043916-3	40.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			4		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg	170.2kg						0.31	0.1			

表5.5(3) 落石エネルギーErの評価

資料番号	斜面の勾配	斜面の凹凸	斜面の土質	発生源の地質・岩質	樹木の繁茂状況	樹木の種類1	樹木の種類2	樹木の種類3	防護工の種類	設計条件 重量	設計条件 高さ	落石個数	発生源の位置	形状	大きさ 寸法	大きさ 立積	重量	形状から推定した落石重量	衝突位置	落下高さ	防護工の被害の程度	道路等への被害の有無	その他	等価摩擦係数	回転ｴﾈﾙｷﾞｰ係数	低減された落下高さ	落石ｴﾈﾙｷﾞｰ (t·m)	落石ｴﾈﾙｷﾞｰ推定荷重(t·m)
043916-4	40.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			4		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg	170.2kg						0.31	0.1			
043916-5	40.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			3		球	0.3m×m×m	0.014137 m^3	40.0kg	36.8kg						0.31	0.1			
043917-1		中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			3		球	0.1m×m×m	0.000524 m^3	1.0kg	1.4kg						0.31	0.1			
043917-2		中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			3		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg	87.1kg						0.31	0.1			
043917-3		中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			8		球	0.2m×m×m	0.004189 m^3	10.0kg	10.9kg						0.31	0.1			
043917-4		中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg	87.1kg						0.31	0.1			
043917-5		中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			5		球	0.2m×m×m	0.004189 m^3	10.0kg	10.9kg						0.31	0.1			
043918-1		中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			6		角	0.4m×0.4m×0.4m	0.064000 m^3	160.0kg	166.4kg						0.31	0.1			
043918-2		中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			71		球	0.7m×m×m	0.179594 m^3	450.0kg	466.9kg						0.31	0.1			
043919-1	35.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			3		角	0.8m×0.8m×0.3m	0.192000 m^3	480.0kg	499.2kg						0.31	0.1			
043919-2	35.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			11		角	0.7m×0.7m×0.5m	0.245000 m^3	610.0kg	637.0kg						0.31	0.1			
043920	62.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		角	0.6m×0.6m×0.6m	0.216000 m^3	540.0kg	561.6kg						0.31	0.1			
043921-1		大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			3		球	0.1m×m×m	0.523599 m^3	1.0kg	1,361.4kg						0.31	0.1			
043921-2		大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			3		球	0.2m×m×m	0.004189 m^3	10.0kg	10.9kg						0.31	0.1			
043921-3		大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			3		球	0.3m×m×m	0.014137 m^3	40.0kg	36.8kg						0.31	0.1			
043921-4		大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg	87.1kg						0.31	0.1			
043921-5		大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			4		球	0.3m×m×m	0.014137 m^3	40.0kg	36.8kg						0.31	0.1			
043922-1	53.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			2		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg	170.2kg						0.31	0.1			
043922-2	53.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			3		角	0.8m×0.8m×0.8m	0.512000 m^3	1,280.0kg	1,331.2kg						0.31	0.1			
043923-1	48.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			4		球	0.3m×m×m	0.014137 m^3	40.0kg	36.8kg						0.31	0.1			
043923-2	48.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		角	0.4m×0.4m×0.4m	0.064000 m^3	160.0kg	166.4kg						0.31	0.1			
043924-1		大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			2		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg	170.2kg						0.31	0.1			
043924-2		大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		角	0.5m×0.6m×0.2m	0.060000 m^3	150.0kg	156.0kg						0.31	0.1			
043925	48.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		角	0.4m×0.4m×0.4m	0.064000 m^3	160.0kg	166.4kg						0.31	0.1			
043926		中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		球	0.9m×m×m	0.381704 m^3	950.0kg	992.4kg						0.31	0.1			
043927-1	53.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			3		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg	170.2kg						0.31	0.1			
043927-2	53.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			9		角	0.3m×0.3m×0.2m	0.018000 m^3	50.0kg	46.8kg						0.31	0.1			
043928-1	45.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		角	0.15m×0.15m×0.1m	0.002250 m^3	5.0kg	5.9kg						0.31	0.1			
043928-2	45.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			10		角	0.4m×0.4m×0.5m	0.080000 m^3	200.0kg	208.0kg						0.31	0.1			
043929	40.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		角	0.5m×0.5m×0.5m	0.125000 m^3	310.0kg	325.0kg						0.31	0.1			
043930-1	38.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			2		球	0.6m×m×m	0.113097 m^3	280.0kg	294.1kg						0.31	0.1			
043930-2	38.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		角	1.2m×0.6m×0.6m	0.432000 m^3	1,080.0kg	1,123.2kg						0.31	0.1			
043930-3	38.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			15		角	0.5m×0.5m×0.2m	0.050000 m^3	130.0kg	130.0kg						0.31	0.1			
043930-4	38.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		角	0.3m×0.3m×0.3m	0.027000 m^3	70.0kg	70.2kg						0.31	0.1			
043930-5	38.0°	大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		角	0.4m×0.6m×0.3m	0.072000 m^3	180.0kg	187.2kg						0.31	0.1			
043931-1		大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			20		球	0.3m×m×m	0.014137 m^3	40.0kg	36.8kg						0.31	0.1			
043931-2		大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			2			1.2m×1.2m×0.6m	0.864000 m^3	2,160.0kg	2,246.4kg						0.31	0.1			
043931-3		大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		球	0.3m×m×m	0.014137 m^3	40.0kg	36.8kg						0.31	0.1			
043932-1	43.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			2		角	0.8m×0.8m×0.7m	0.448000 m^3	1,120.0kg	1,164.8kg						0.31	0.1			
043932-2	43.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			5		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg	170.2kg						0.31	0.1			
043933-1	75.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			10		球	1.6m×0.9m×0.6m	0.588977 m^3	2,160.0kg	1,531.3kg						0.31	0.1			
043933-2	75.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			10		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg	170.2kg						0.31	0.1			
043933-3	75.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			10		角	1.0m×0.6m×0.6m	0.360000 m^3	900.0kg	936.0kg						0.31	0.1			
043934	75.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			3		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	160.0kg	170.2kg						0.31	0.1			
043935-1		大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			5		球	0.2m×m×m	0.004189 m^3	10.0kg	10.9kg						0.31	0.1			
043935-2		大	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			4			0.7m×0.7m×0.4m	0.196000 m^3	490.0kg	509.6kg						0.31	0.1			
043936-1	43.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		球	1.0m×m×m	0.523599 m^3	1,310.0kg	1,361.4kg						0.31	0.1			
043936-2	43.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			17		角	0.5m×0.5m×0.4m	0.100000 m^3	250.0kg	260.0kg						0.31	0.1			
043937-1	40.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			10		球	0.4m×m×m	0.033510 m^3	80.0kg	87.1kg						0.31	0.1			
043937-2	40.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			11		角	0.7m×0.5m×0.7m	0.245000 m^3	610.0kg	637.0kg						0.31	0.1			
043937-3	40.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			1		角	0.4m×0.5m×0.2m	0.040000 m^3	100.0kg	104.0kg						0.31	0.1			
043937-4	40.0°	中	礫	花崗岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	ロックシェッド			30		角	0.1m×0.1m×0.3m	0.003000 m^3	8.0kg	7.8kg						0.31	0.1			
044501-1	60.0°	大	岩		まばら	低木		混合林	防護網+ロックシェッド			数個	内	球	0.5m×m×m	0.065450 m^3	200.0kg	170.2kg			無被害	無		0.31	0.1			
044501-2	60.0°	大	岩		まばら	低木		混合林	防護網+ロックシェッド			2	内	球	2m×m×m	4.188790 m^3	1,400.0kg	10,890.9kg		35.0m	無被害	無		0.31	0.1	28.736	44.253	344.253
053301	70.0°	中	岩						防護擁壁			1		球	0.5m×0.5m×0.5m	0.065450 m^3		170.2kg	1.00m	25.0m	軽微	無			0.1	25.000		4.68
053302	50.0°	小	岩		繁茂	高木	落葉樹	混合林	防護柵+防護擁壁			2			1.0m×0.5m×0.8m	0.400000 m^3		1,040.0kg	0.50m	70.0m	中破	無		0.31	0.1	51.792		59.25
053303	70.0°	小	岩		まばら	低木	落葉樹	混合林	防護柵+防護擁壁			多数		平僧					0.50m		無被害	無		0.31	0.1			
053304-1	45.0°	小	岩		繁茂	低木	落葉樹	混合林	防護柵+防護擁壁			1		角	1.8m×1.15m×1.3m	2.691000 m^3		6,996.6kg	2.80m	50.0m	小破	無		0.31	0.1	34.500		265.521
053304-2	45.0°	小	岩		繁茂	低木	落葉樹	混合林	防護柵+防護擁壁			1			1.5m×1.0m×0.5m	0.750000 m^3		1,950.0kg	0.00m	32.0m		無		0.31	0.1	22.080		47.362
053305	60.0°	中	岩	崖錐	繁茂	低木	落葉樹	混合林	防護擁壁			1		角	0.7m×0.45m×0.3m	0.094500 m^3		245.7kg	2.00m		小破	有		0.31	0.1			
053306	40.0°	小	岩		まばら	低木	落葉樹	混合林	防護柵+防護擁壁			4		角	0.7m×0.4m×0.5m	0.140000 m^3		364.0kg	3.00m	3.5m	中破	無		0.31	0.1	2.207		0.884
053307	50.0°	小	岩	中生層					防護柵+防護擁壁			1			0.4m×0.4m×0.4m	0.064000 m^3		166.4kg		11.0m	無被害	有			0.1	11.000		2.013
053308					繁茂	高木	落葉樹	混合林	防護網						0.3m×0.3m×0.3m	0.027000 m^3		70.2kg	0.00m	0.0m				0.31	0.1			
053309-1	40.0°		岩		繁茂	高木	落葉樹	混合林	防護柵+防護擁壁			8		角	0.1m×0.1m×0.1m	0.001000 m^3		2.6kg			軽微	無		0.31	0.1			
053309-2	40.0°		岩		繁茂	高木	落葉樹	混合林	防護柵+防護擁壁			5		角	0.3m×0.3m×0.3m	0.027000 m^3		70.2kg			無被害	無		0.31	0.1			
053310	34.0°	中	岩						なし			1		角	0.45m×0.45m×0.45	0.091125 m^3		236.9kg	1.00m		無被害	有			0.1			
053311-1	50.0°	小	岩	崖錐	繁茂				防護網			1		球	0.6m×0.4m×0.22m	0.033510 m^3		87.1kg	0.00m		無被害	有		0.31	0.1			
053311-2	50.0°	小	岩	崖錐	繁茂				防護網			3			0.3m×0.3m×0.3m	0.027000 m^3		70.2kg	0.00m		無被害	無		0.31	0.1			
053311-3	50.0°	小	岩	崖錐	繁茂				防護網			10			0.1m×0.1m×0.1m	0.001000 m^3		2.6kg	0.00m		無被害	無		0.31	0.1			
053312	64.0°		岩	中生層	繁茂	高木	落葉樹	混合林	防護網			1			1.6m×2.0m×1.3m	4.160000 m^3		10,816.0kg			軽微	有		0.31	0.1			
053313-1	45.0°	中	岩	崖錐	繁茂	高木	落葉樹	混合林	防護網			2		角	5.0m×5.0m×5.0m	125.000000 m^3		325,000.0kg						0.31	0.1			
053313-2	45.0°	中	岩	崖錐	繁茂	高木	落葉樹	混合林	防護網			10		角	0.1m×0.1m×0.1m	0.001000 m^3		2.6kg						0.31	0.1			
053314	40.0°	中	岩	崖錐	繁茂	高木	落葉樹	混合林	防護柵+防護擁壁			1			6.0m×6.0m×10.0m	360.000000 m^3		936,000.0kg			中破	無		0.31	0.1			
053315					繁茂	高木	落葉樹	混合林	防護網			多数		平僧					0.00m		無被害	無		0.31	0.1			
053316	50.0°	小	岩		まばら	高木	落葉樹	混合林	防護柵+防護擁壁			1			0.35m×0.45m×m				2.00m		無被害	有		0.31	0.1			
053317	65.0°	中	岩		まばら	高木	落葉樹	混合林	防護網			1		角	0.35m×0.25m×0.25	0.021875 m^3		56.9kg	0.00m		無被害	有		0.31	0.1			
055201	50.0°	小	岩	花崗岩類	まばら	低木	落葉樹	混合林	防護柵	400 kg	15.0m	7	内	角	0.6m×0.4m×0.3m	0.072000 m^3	180.0kg	187.2kg	0.55m	10.5m	軽微	無		0.31	0.1	7.769	1.538	1.6
055202	35.0°	中	礫	花崗岩類+崖錐	まばら	高木	落葉樹	混合林	防護柵	350 kg	30.0m	多数	外						0.95m	28.0m	小破	無		0.31	0.1	15.604		
055203	45.0°	小	砂	花崗岩類	まばら	低木	落葉樹	混合林	防護柵+防護擁壁	350 kg	20.0m	1	内	角	0.9m×0.7m×0.7m	0.441000 m^3	1,100.0kg	1,146.6kg	0.35m	6.0m	軽微	無		0.31	0.1	4.140	5.009	5.222

表5.5(4) 落石エネルギーErの評価

資料番号	斜面の勾配	斜面の凹凸	斜面の土質	発生源の地質・岩質	樹木の繁茂状況	樹木の種類1	樹木の種類2	樹木の種類3	防護工の種類	設計条件 重量	設計条件 高さ	落石個数	発生源の位置	発生源の形状	大きさ 寸法	大きさ 立積	重量	形状から推定した落石重量	衝突位置	落下高さ	防護工の被害の程度	道路等への被害の有無	その他	等価摩擦係数	回転ｴﾈﾙｷﾞｰ係数	低減された落下高さ	落石ｴﾈﾙｷﾞｰ (t·m)	落石ｴﾈﾙｷﾞｰ推定荷重(t·m)
055204	82.0°	大	岩	花崗岩類	裸地	草本			防護網	600 kg	15.0m	3	内	角	1.0m×0.6m×0.3m	0.180000 m^3	450.0kg	468.0kg	3.00m	3.5m	無被害	無		0.15	0.1	3.426	1.696	1.764
055205	40.0°	小	砂	花崗岩類	まばら	低木	落葉樹	混合林	防護柵+防護擁壁	250 kg	20.0m	3	外	角	1.0m×0.5m×0.5m	0.250000 m^3	625.0kg	650.0kg		20.0m	無被害	無		0.31	0.1	12.611	8.67	9.017
055206	50.0°	小	砂	花崗岩類	裸地	草本			防護柵	200 kg	30.0m	2	内	角	0.6m×0.4m×0.2m	0.048000 m^3	120.0kg	124.8kg	0.58m	6.0m	軽微	無		0.15	0.1	5.245	0.692	0.72
055207	75.0°	大	岩	花崗岩類	裸地				防護網	600 kg	20.0m	2	外	角	0.4m×0.2m×0.2m	0.016000 m^3	40.0kg	41.6kg	2.00m	30.0m	軽微	無		0.15	0.1	28.794	1.267	1.318
055208	80.0°	大	岩	花崗岩類	裸地				防護網	600 kg	20.0m	3	内	角	0.3m×0.2m×0.1m	0.006000 m^3	15.0kg	15.6kg	13.00m	18.0m	無被害	無		0.15	0.1	17.524	0.289	0.301
056401	45.0°		岩		繁茂	高木			防護網			7		角	1.5m×1.0m×0.6m	0.900000 m^3		2,340.0kg			その他	無		0.31	0.1			
056402-1					繁茂	高木			防護柵			1		角	0.6m×0.45m×m						無被害	無		0.31	0.1			
056402-2					繁茂	高木			防護柵			1		球	0.5m×m×m	0.065450 m^3		170.2kg			無被害	無		0.31	0.1			
056403									ロックシェッド					角							無被害	無			0.1			
056404									防護網						0.5m×1.3m×0.7m	0.455000 m^3		1,183.0kg			無被害	無			0.1			
057101	45.0°	小	礫	砂礫層	まばら	高木	落葉樹	混合林	防護柵			1	内	平偏	1.7m×1.0m×0.5m	0.850000 m^3	1,000.0kg	2,210.0kg	0.50m	2.5m	軽微	無		0.05	0.1	2.375	2.613	5.774
057102	60.0°	大	礫	砂礫層	まばら	高木	落葉樹	混合林	防護柵			1	内	円筒	2.5m×1.0m×1.0m	2.500000 m^3	2,000.0kg	6,500.0kg	1.00m	3.0m	小破	無		0.31	0.1	2.463	5.419	17.611
057103	60.0°	小	礫	砂礫層	まばら	高木	落葉樹	混合林	防護柵			1	内	円筒	0.5m×1.0m×0.5m	0.250000 m^3	1,000.0kg	650.0kg	0.50m		中破	無		0.31	0.1			
057104	45.0°	中	礫		繁茂	高木	落葉樹	混合林	防護柵			1	外	平偏	0.5m×0.3m×0.3m	0.045000 m^3		117.0kg	0.60m		小破	無		0.31	0.1			
057105	35.0°	中	礫		繁茂	高木			防護柵				外	平偏							中破	無		0.31	0.1			
057106	35.0°	中	礫		繁茂	高木			防護柵				外	平偏					0.60m		中破	無		0.31	0.1			
066601	50.0°	大	岩+礫	中生層	まばら	低木	常緑樹	混合林	防護網	300 kg	15.0m	多数	内	球	3m×1.5m×4m	11.993713 m^3	39,600.0kg	31,183.7kg		15.0m	その他	無	岩盤崩壊	0.31	0.1	11.098	483.437	380.69
076001	45.0°	中	岩+礫	火山岩類	繁茂	高木	常緑樹	混合林	防護網		3.0m	1	外	平偏	1m×1.2m×0.2m	0.240000 m^3	500.0kg	624.0kg	3.00m	70.0m	小破	無		0.31	0.1	48.300	26.565	33.153
074201	45.0°	小	礫	崖錐	まばら	高木	落葉樹	混合林	防護柵	500 kg	25.0m	2	外	角	1.0m×0.6m×0.6m	0.360000 m^3	700.0kg	936.0kg	2.50m	58.0m	小破	無		0.31	0.1	40.020	30.815	41.205
075201	45.0°	中	岩	火山岩類	繁茂	高木	落葉樹	混合林	なし			3	内	角	0.7m×0.8m×0.7m	0.392000 m^3	950.0kg	1,019.2kg		95.0m	無被害	有		0.31	0.1	65.550	68.5	73.489
083001	80.0°	中	岩+礫	古生層	繁茂	高木	落葉樹		防護柵+防護擁壁		2.0m	多数		円筒	4m×2m×1.5m	12.000000 m^3	30,000.0kg	31,200.0kg		100.0m	その他	無	岩盤崩壊	0.31	0.1	94.534	3119.617	3244.402
083002	65.0°	小	岩	古生層	繁茂	高木	常緑樹	混合林	防護柵		2.0m	4			0.5m×0.3m×0.15m	0.022500 m^3	40.0kg	58.5kg		50.0m	無被害	無		0.31	0.1	42.772	1.882	2.752
085001	60.0°	中	岩	古生層	繁茂	高木	常緑樹	単純林	防護柵			10	外	平偏	0.5m×0.3m×0.2m	0.030000 m^3	78.0kg	78.0kg		30.0m	小破	無		0.31	0.1	24.631	2.113	2.113
085002	60.0°	大	岩	古生層	繁茂	高木	常緑樹	単純林	防護柵			3	外	角	0.5m×0.5m×0.5m	0.125000 m^3	325.0kg	325.0kg		15.0m	無被害	無		0.31	0.1	12.315	4.403	4.403
085003	35.0°	中	岩	火山噴出物	繁茂	高木	常緑樹		防護柵			4	外	角	1m×1.2m×1.0m	1.200000 m^3	3,120.0kg	3,120.0kg	0.30m	15.0m	無被害	無		0.31	0.1	8.359	28.688	28.688
085004	40.0°	中	礫	崖錐	繁茂	高木	常緑樹		防護柵			1	外	角	1.0m×0.6m×1.0m	0.600000 m^3	1,560.0kg	1,560.0kg	0.50m	5.0m	小破	無		0.31	0.1	3.153	5.41	5.41
085005	40.0°	中	礫	火山噴出物	繁茂	高木	常緑樹		防護柵				外	角	1m×1.5m×1.5m	2.250000 m^3	5,900.0kg	5,850.0kg	0.90m	15.0m	小破	無		0.31	0.1	9.458	61.385	60.864
085006	50.0°	中	岩	古生層		低木	落葉樹	混合林	防護柵			2			1.5m×1.0m×1.0m	1.500000 m^3	150.0kg	3,900.0kg	1.00m	15.0m	中破				0.1	15.000	2.475	64.35
085101	75.0°	中	岩		裸地				防護柵				外	角	1m×1m×1m	1.000000 m^3	200.0kg	2,600.0kg	1.00m	10.0m	中破	無		0.31	0.1	9.169	2.017	26.224
086201	40.0°	大	礫	砂礫層	繁茂	高木	常緑樹	混合林	防護柵				外		0.7m×0.4m×0.6m	0.168000 m^3	500.0kg	436.8kg	1.50m	20.5m		有		0.31	0.1	12.926	7.11	6.211
086202	40.0°	大	礫		繁茂	高木+草本	常緑樹	混合林				1	外	円筒	2.0m×2.0m×2.0m	8.000000 m^3	2,300.0kg	20,800.0kg		40.0m		有		0.31	0.1	25.222	63.812	577.085
086203	45.0°	大	岩+礫+腐植土		繁茂	高木	常緑樹	混合林	防護柵+アンカー工			多数	外	球	0.7m×0.7m×0.5m	0.179594 m^3	700.0kg	466.9kg	3.00m	250.0m	その他	無		0.31	0.1	172.500	132.825	88.603
086204	50.0°	大	礫	変成岩	繁茂	低木	常緑樹	混合林						角	1.2m×1.0m×0.5m	0.600000 m^3	1,500.0kg	1,560.0kg	1.50m	20.0m	中破	無		0.31	0.1	14.798	24.416	25.393
086205	70.0°	中	岩	変成岩	まばら	低木	落葉樹	混合林	防護柵			2	外		0.8m×0.4m×0.3m	0.096000 m^3	240.0kg	249.6kg	2.00m	10.0m	中破	無		0.31	0.1	8.872	2.342	2.436
086206	70.0°	大	岩	変成岩	繁茂	低木	常緑樹	混合林				1	外	円筒	0.6m×0.8m×0.5m	0.240000 m^3	500.0kg	624.0kg		10.0m		無		0.31	0.1	8.872	4.879	6.09
086207	30.0°	大	岩		繁茂	草本	常緑樹	混合林				3	外	平偏	1.3m×1.2m×0.5m	0.780000 m^3	2,000.0kg	2,028.0kg		6.0m		無		0.31	0.1	2.778	6.112	6.198
086208	40.0°	中	礫	中生層	繁茂	高木	常緑樹	単純林	防護柵			3	外	円筒	2m×2m×0.8m	3.200000 m^3	16,000.0kg	8,320.0kg		70.0m	大破	無		0.31	0.1	44.139	776.845	403.96
095001	40.0°	中	礫	崖錐	繁茂	高木	常緑樹	混合林	防護柵		2.3m	1	外	球	3.8m×2.5m×2.8m	14.137167 m^3	26,000.0kg	36,756.6kg	1.00m	40.0m	大破	有		0.31	0.1	25.222	721.357	1019.794
096001	46.0°	小	岩	火山岩類	繁茂	高木	常緑樹	混合林	防護柵	200 kg	25.0m	多数							2.00m	25.0m	大破	有	表層崩壊	0.31	0.1	17.516		
096501	40.0°	中	礫	中生層	繁茂	高木	落葉樹	混合林	防護柵			15	外		1m×0.8m×0.8m	0.640000 m^3	1,600.0kg	1,664.0kg	1.00m	30.0m	中破	無		0.31	0.1	18.917	33.293	34.625
096502	45.0°	中	岩	中生層		低木	落葉樹	混合林	防護網	300 kg	40.0m	20	内	角	1.8m×0.8m×0.6m	0.864000 m^3	2,000.0kg	2,246.4kg	40.00m	40.0m	その他	無			0.1	40.000	88	98.842
096503	60.0°	小	岩	中生層	裸地	草本			防護柵	150 kg		5	内	角	0.5m×0.5m×0.5m	0.125000 m^3	200.0kg	325.0kg	3.30m	20.0m	その他	無		0.15	0.1	18.268	4.019	6.531
096504	40.0°	中	礫	中生層	繁茂	高木	落葉樹	混合林	防護柵			10	外	平偏	1m×1.7m×0.8m	1.360000 m^3	3,400.0kg	3,536.0kg	0.00m	20.0m	無被害	無		0.31	0.1	12.611	47.166	49.052
097101	45.0°	大	岩	火山岩類	まばら	高木	常緑樹	混合林	防護柵+防護擁壁			1	内	角	2.0m×1.5m×1.0m	3.000000 m^3	7,500.0kg	7,800.0kg	1.00m	60.0m	中破	無		0.31	0.1	41.400	341.55	355.212

5．2．4　落石防護柵の被害集計

（1）設計手法

落石対策便覧[2)]における落石防護柵の設計では、落石の跳躍量により落石防護柵の高さを決定し、落石エネルギーを落石防護柵の塑性変形により吸収できる構造としている。

落石防護柵の高さは、落石が柵を飛び越えないように決定する。落石防護柵の背面の平場の幅に応じて以下の条件を設定している（図5.5参照）。

①平場がない場合

$h > h_1 \sec\theta$

②幅 l の平場がある場合

i）$0 < l < (h_1 \sec\theta - h_1)\cot\theta$ のとき

$h > h_1 \sec\theta - l \tan\theta$

ii）$(h_1 \sec\theta - h_1)\cot\theta \leqq l$ のとき

$h > h_1$

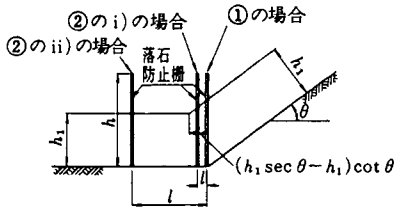


図5.5　落石の跳躍高の計算条件[2)]

ここに、標準的な落石の跳躍量を２ｍとするが、斜面の凹凸が大きい場合および斜面勾配が途中で変化している場合はこの限りではない。

設計での各部材の構造的な状態は次のとおりである。なお、金網とワイヤーロープあるいは支柱との間の力のやりとりは考慮しない。また、防護柵への落石の衝突方向は防護柵に対して直角としている。

金　　網：可能吸収エネルギー E_N=2.5tf･m
（応力の作用範囲・有効応力に対する照査はない）

ワイヤロープ・支柱：支柱間隔・ワイヤロープの全長および支柱の高さからワイヤロープまたは支柱のいずれかが降伏するときの可能吸収エネルギー
（ワイヤロープは全長に均一にひずみが発生することを仮定している）

基　　礎：支柱が塑性変形しても基礎が破壊されない構造
支柱の基部の曲げモーメントとせん断力に対して、基礎コンクリートの許容圧縮応力度と許容せん断応力度で抵抗する構造
（基部の補強鉄筋等に関する規定はない）

（2）データベースの集計

落石防護柵が設置された箇所の集計データを表5.6のデータベースに示す。表中の □ は防護柵の構造寸法から設計吸収エネルギーが算出可能なケース、■ はさらに破壊状態から実吸収エネルギーが算出可能なケースを示す。調査結果の概要は次ページに示したとおりである。なお、件数は延べ数であり、１箇所に過去に複数回の落石が発生した場合は重複して計上している。防護柵と防護網の併用または防護柵と防護網に他の対策工を併用した工法は全部で２５件あるが、そのうち２２件が北海道での事例である。また、防護柵と防護擁壁を併用した工法のうち１７件は防護柵の基礎となっている。

1)全調査件数		１１９件
2)防護工の設置状況	防護柵のみ	計４２件
	併用工法	計７７件
	防護柵＋防護網	７件
	防護柵＋防護擁壁	４８件
	防護柵＋防護擁壁＋防護網	１５件
	防護柵＋その他	６件

3)破壊程度と落石停止位置の記入状況（破壊程度は防護柵の破壊を示す）

	記　入	９１件
	未記入	２８件
4)落石の規模	岩盤崩壊	１１件
	（被害程度：大破６件、中破１件、軽微１件、無被害２件、不明１件）	
	表層崩壊	５件
	（被害程度：大破１件、中破１件、無被害３件）	
	落石	１１３件

（３）落石による損傷箇所

落石防護柵の構造上、落石により損傷が生じやすい箇所を検討するため、図5.6に落石防護柵の部材別損傷頻度を示す。図中の□は、大規模崩壊・表層崩壊または落石防護柵が大破に至った場合の損傷を示す。最も損傷度が高いのは金網であり、金網の破網が非常に多い。金網は設計上、経験的な可能吸収エネルギーのみ考慮しており、金網の強度および破網に関する規定はない。ワイヤロープの変形や降伏および支柱の変形は設計上、ある程度考慮される変形であるため、必ずしも危険な状態とは言えないが、ワイヤロープの脱落（止め金具の破損）および基礎の破損は、設計上の構造変形を越える変形が発生するため、道路への落石の落下が発生しやすい。ワイヤロープの止め金具はワイヤロープ全長に張力を伝達し、支柱に反力を作用する構造でなくてはならず構造改善が望まれる。また、支柱基部の破損を防止するためには補強鉄筋を配置することが望まれる。

（４）落石による落石防護柵の被害の程度と落石の停止位置

落石防護柵は部材の塑性変形により落石エネルギーを吸収し、落石を停止する構造物であることから、落石防護柵の被害の程度と落石の停止位置が落石対策工としての機能の評価基準となる。表5.7は落石防護柵の被害程度と落石の停止位置の関係を表す。発生落石件数に対し、約50%が落石防護柵または併用の対策工（表中では「その他」と表示）により道路への落石を防止しているが、半数近くが道路に到達している。歩道・路肩への落石の多くは、金網の破網と止め金具の破損により発生し、車道への落石は、破網・ワイヤロープのたるみ・防護柵の跳越・岩盤崩壊による大破により発生している。なお、表中の「抜け落ち」は防護柵基礎の凹型水路と柵との隙間から落石が抜け落ちたこと、

表5.6(1)　落石被害を受けた落石防護柵に関するデータベース

資料番号	防護工の種類	設計条件 重量	設計条件 高さ	重量	衝突位置	落下高さ	その他	落石停止位置	防護柵の被害の程度	落石個数	柵に衝突	破壊箇所 中間支柱	ワイヤロープ 変形	ワイヤロープ 降伏	ワイヤロープ 切断	ワイヤの脱落 端部	ワイヤの脱落 中間部	金網 変形	金網 破網	基礎	コメント
010501	防護網+防護柵+防護擁壁			70,000.0kg		45.0m	岩盤崩壊	車道	大破	多数	あり	1		1	1				1	1	大規模な岩盤崩落のため、防護柵以外の防護工も大破
011101	防護柵+防護擁壁			3,750,000.0kg	5.00m	15.0m	岩盤崩壊	車道外	大破	1	あり	1		1	1				1	1	大規模な岩盤崩落のため、防護柵以外の防護工も大破
011103	防護柵+防護擁壁				1.50m			路肩	大破	多数	あり	1		1					1	1	多数の落石
011104	防護柵									2											
011105	防護網+防護柵+防護擁壁																				
011106	防護柵+防護擁壁				4.00m			車道	小破	1	あり			1					1		落石が柵の上部に衝突し、車道に落下
011201	防護柵+防護擁壁				2.00m	100.0m		車道(跳越)	無被害	多数	なし										大径の落石は擁壁に衝突、擁壁に陳間が生じる。その他の小径落石は跳越
011203-1	防護網+防護柵+防護擁壁								小破	2											
011203-2	防護網+防護柵+防護擁壁				2.00m			車道	小破	2	あり	1		1				1			落石が柵の上部に衝突し、車道に落下
011203-3	防護網+防護柵+防護擁壁									5											
011204-1	防護柵+防護擁壁									1											
011204-2	防護柵+防護擁壁							防護工(防護柵)	中破		あり	1								1	支柱の基礎部分(擁壁)が崩れる
011204-3	防護柵+防護擁壁																				
011205-1	防護網+防護柵+防護擁壁							車道	中破	多数	あり	1		1			1		1		中間支柱(1本)からワイヤがすべて外れ、その支柱は90°以上の降伏
011205-2	防護網+防護柵+防護擁壁									1											
011206	防護柵+防護擁壁				0.00m	10.0m		防護工(その他)	無被害	1	なし										網が落石Eを殆ど吸収
011209-1	防護柵+防護擁壁									1											
011209-2	防護柵+防護擁壁				2.50m			車道	大破	多数	あり	1			1				1		大径の落石が多数落下
011209-3	防護柵+防護擁壁									1											
011209-4	防護柵+防護擁壁								中破												
011211-1	防護柵+防護擁壁				2.25m			防護工(防護柵)	小破	多数	あり	1		1							大径の落石だが防護工で停止
011211-2	防護柵+防護擁壁				2.25m			防護工(防護柵)	小破		あり										落石は支柱に衝突し、停止している
011211-3	防護柵+防護擁壁				2.25m			防護工(防護柵)	小破	多数	あり										
011403	防護柵+防護擁壁				1.00m			車道外	大破	数個	あり	1		1							大径の落石のため、支柱7本が90°の降伏
011404	防護柵+防護擁壁				1.00m			防護工(防護柵)	中破	1	あり	1		1			1				大径の落石がﾈｯﾄ部の上からのし掛かるように落下。ﾜｲﾔｰが支柱から外れる
011405	防護柵+防護擁壁				1.50m			歩道	中破	数個	あり	1		1			1				柵と擁壁に衝突(歩道に落下した落石は柵の被害状態から、恐らくﾈｯﾄの上部に衝突しそのまま落下したと思われる)
011407	防護網+防護柵+ロックシェッド				130.00m		岩盤崩壊		無被害	多数											
012301	防護柵			20.0kg		30.0m		車道(跳越)	無被害	3	なし										柵を飛び越えた
012302	防護柵			120.0kg	1.00m	30.0m		防護工(防護柵)	小破	30	あり								1		小径の落石が数個衝突
012303	防護網+防護柵+防護擁壁+覆道+ﾎﾟｹｯﾄ			550,000.0kg	0.00m	50.0m		防護工(その他)	無被害	1	なし										網が落石Eを吸収、柵には衝突なし
012304	防護柵+防護擁壁			200.0kg	1.00m	20.0m		防護工(その他)	無被害	10	なし										落石はﾎﾟｹｯﾄ部に落下
012305-1	防護網+防護柵				1.00m	40.0m															
012305-2	防護網+防護柵				1.00m	40.0m			中破												
012305-3	防護網+防護柵				1.00m	40.0m															
012305-4	防護網+防護柵			200.0kg	1.00m	40.0m		防護工(防護柵)	無被害	100	あり										平場があるため、直接の衝突はないと思われる
012306	防護網+防護柵+防護擁壁			100.0kg	1.20m	30.0m		防護工(防護柵)	小破	5	あり				1				1		
013101-1	防護網+防護柵				1.00m	20.0m	岩盤崩壊(崩壊)	歩道	大破		あり	1		1					1	1	大規模な岩盤崩落のため、防護柵以外の防護工も大破
013101-2	防護網+防護柵				1.00m	20.0m	岩盤崩壊(崩壊)		軽微												
013602	防護柵+防護擁壁				3.50m	5.0m			その他	多数											被災時の写真がないため詳細不明
013607	防護網+防護柵+防護擁壁					60.0m	岩盤崩壊	車道	大破	多数	あり										大規模な岩盤崩落のため、防護柵以外の防護工も大破
013608	防護柵+防護擁壁			5.0kg		50.0m		車道(擁壁の凹部	無被害	多数	なし										小径の落石が擁壁の凹部をくぐり抜ける
013612-1	防護網+防護柵+防護擁壁																				
013612-2	防護網+防護柵+防護擁壁			350.0kg		80.0m		車道(跳越)	無被害	多数	なし										防護網を破り、柵を跳越
013613-1	防護網+防護柵+防護擁壁			3.0kg			岩盤崩壊		その他	多数											
013613-2	防護網+防護柵+防護擁壁			15,000.0kg		20.0m	岩盤崩壊	車道	大破		あり										大規模な岩盤崩落のため、防護柵以外の防護工も大破
013614	防護柵+防護擁壁			45.0kg		10.0m		車道(擁壁の凹部	無被害	7	なし										小径の落石が擁壁の凹部をくぐり抜ける
013615-1	防護柵			2.5kg					無被害	1											
013615-2	防護柵			10.0kg		20.0m		車道(跳越)	無被害	数個	なし										柵を跳越
013616	防護柵+防護擁壁			45.0kg		10.0m	岩盤崩壊	防護工(防護柵)	無被害	多数	あり										小規模崩壊
013617	防護柵+防護擁壁			200.0kg		10.0m		車道(擁壁の凹部	無被害		なし							1			小径の落石が擁壁の凹部をくぐり抜ける
014501	防護柵+防護擁壁							防護工(防護柵)	無被害	1	あり										小径の落石が衝突
014502	防護柵+防護擁壁							防護工(その他)	無被害	2	なし										落石はﾎﾟｹｯﾄ部に落下
014503	防護柵							防護工(その他)	無被害	多数	なし										落石はﾎﾟｹｯﾄ部に落下
014504	防護網+防護柵							路肩	小破	1	あり								1		小径の落石が金網の破穴から抜け出る
014508	防護柵+防護擁壁									多数											
017201	防護柵+防護擁壁		2.0m	250.0kg	2.00m	12.0m		路肩	小破	40	あり		1								小径の落石が多数落下。柵の劣化(写真から判断)
017301	防護柵	500 kg	10.0m	200.0kg	0.30m	10.0m		防護工(防護柵)	小破	10	あり								1		小径の落石が多数落下
017302	防護柵	500 kg	10.0m	140.0kg	0.30m	6.0m		防護工(防護柵)	軽微	多数	あり										小径の落石が多数落下
018401	防護柵+防護擁壁			800.0kg				防護工(防護柵)	軽微		あり							1			落石が防護柵の上部に衝突し、擁壁のﾎﾟｹｯﾄ部に落下
018402	防護柵+防護擁壁			1,200.0kg				防護工(その他)	無被害		なし										落石はﾎﾟｹｯﾄ部に落下。柵には衝突なし
018403	防護柵+防護擁壁			1,080.0kg				防護工(その他)	無被害		なし										擁壁に衝突。柵には衝突なし
024501	防護柵			220.0kg	0.65m	3.5m		防護工(防護柵)	軽微	1	あり		1					1			落石1個
024502	防護柵			125.0kg	0.35m	5.0m		防護工(防護柵)	小破	1	あり		1						1		落石1個
02 01-1	防護柵+スノーシェッド					9.0m	崩壊		中破	多数											崩壊
034001	防護網+防護柵+防護擁壁			10,000.0kg		20.0m	表層崩壊	防護工(その他)	無被害	14	なし										網を破壊しﾎﾟｹｯﾄ部に落下。柵は無被害
035301	防護網+防護柵+防護擁壁		2.0m	2,500.0kg	3.00m	30.0m	表層崩壊	防護工(その他)	無被害		なし										擁壁に衝突。柵には衝突なし
035303	防護柵+防護擁壁			200.0kg	1.50m	30.0m		車道	軽微	6	あり		1								小径の落石が柵の上部に衝突し、車道に落下
036801	防護柵			5.0kg	0.80m	10.0m		路肩	小破	2	あり		1						1		ﾜｲﾔ変形、破網:70cm×130cm
037002	防護柵+防護擁壁																				
037003	防護網+防護柵																				
043201	防護柵+防護擁壁			250.0kg	3.50m	40.0m		車道	中破	10	あり	1		1			1		1		支柱に衝突、その衝撃で落石の一部が分離し車道に落下
043901-1	防護柵			2,200.0kg	0.80m	11.0m	表層崩壊		無被害	多数											
043901-2	防護柵			2,200.0kg	1.50m	12.0m	表層崩壊	車道	中破	多数	あり				1				1		岩盤崩壊
044501-1	防護柵+ロックシェッド			200.0kg					無被害	数個											
044501-2	防護柵+ロックシェッド			1,400.0kg		35.0m		防護工(その他)	無被害	2	なし										ﾎﾟｹｯﾄ部に落下。柵には衝突なし
053302	防護柵+防護擁壁				0.50m	70.0m		車道	中破	2	あり	1		1			1		1	1	支柱の基礎部分(擁壁)が崩れる

表5.6(2)　落石被害を受けた落石防護柵に関するデータベース

資料番号	防護工の種類	設計条件 重量	設計条件 高さ	重量	衝突位置	落下高さ	その他	落石停止位置	防護柵の被害の程度	落石個数	柵に衝突	破壊箇所 中間支柱	ワイヤロープ 変形	ワイヤロープ 降伏	ワイヤロープ 切断	ワイヤの脱落 端部	ワイヤの脱落 中間部	金網 変形	金網 破網	基礎	コメント
053303	防護柵+防護擁壁				0.50m			車道(跳越)	無被害	多数	なし										柵を跳越
053304-1	防護柵+防護擁壁				2.80m	50.0m		防護工(防護柵)	軽微	1	あり		1					1			擁壁の上部に衝突し、ポケットに落下。柵の最下段のワイヤーと金網の下部が変形
053304-2	防護柵+防護擁壁				0.00m	32.0m				1											
053306	防護柵+防護擁壁				3.00m	3.5m		路肩	中破	4	あり			1	1	1		1	1		ワイヤが全部(6本)破断または降伏、支柱に被害なし
053307	防護柵+防護擁壁					11.0m		車道(跳越)	無被害	1	なし										柵を跳越
053309-1	防護柵+防護擁壁							車道	軽微	8	あり								1		柵を破り車道に落下
053309-2	防護柵+防護擁壁								無被害	5											詳細不明
053314	防護柵+防護擁壁							防護工(防護柵)	中破	1	あり	1	1						1		支柱、ワイヤが変形、ネット50cm×50cmの破損
053316	防護柵+防護擁壁				2.00m			車道	小破	1	あり		1						1		落石が柵の上部に衝突し、車道に落下
055201	防護柵	400 kg	15.0m	180.0kg	0.55m	10.5m		防護工(防護柵)	軽微	7	あり							1			金網が変形
055202	防護柵	350 kg	30.0m		0.95m	28.0m		防護工(防護柵)	軽微	多数	あり		1					1			ワイヤと金網が変形
055203	防護柵+防護擁壁	350 kg	20.0m	1,100.0kg	0.35m	6.0m		防護工(その他)	軽微	1	なし										擁壁に衝突、柵には衝突なし
055205	防護柵+防護擁壁	250 kg	20.0m	625.0kg		20.0m		防護工(防護柵)	無被害	3	なし										平場で停止、柵には衝突なし
055206	防護柵	200 kg	30.0m	120.0kg	0.58m	6.0m		防護工(防護柵)	軽微	2	あり		1					1			ワイヤと金網が変形
056402-1	防護柵							防護工(防護柵)	無被害	1	あり										
056402-2	防護柵							防護工(防護柵)	無被害	1	あり										
057101	防護柵			1,000.0kg	0.50m	2.5m		防護工(防護柵)	軽微	1	あり										支柱に衝突
057102	防護柵			2,000.0kg	1.00m	3.0m		防護工(防護柵)	軽微	1	あり		1					1			ワイヤと金網が変形した程度
057103	防護柵			1,000.0kg	0.50m			防護工(防護柵)	小破	1	あり	1									支柱に衝突
057104	防護柵				0.60m			防護工(防護柵)	小破	1	あり		1					1			ワイヤと金網が変形した程度
057105	防護柵							防護工(防護柵)	中破		あり		1						1		
057106	防護柵				0.60m				中破												詳細不明
076008	防護網		3.0m	500.0kg	3.00m	70.0m		防護工(防護柵)	小破	1	あり			1		1			1		ワイヤの端部金具が壊れ、ケーブルが抜ける
074201	防護柵	500 kg	25.0m	700.0kg	2.50m	58.0m		車道	中破	2	あり			1					1		落石が金網を破り車道に落下
083001	防護柵+防護擁壁		2.0m	30,000.0kg		100.0m	岩盤崩壊	車道	大破	多数	あり										岩盤崩壊
083002	防護柵		2.0m	40.0kg		50.0m		車道(跳越)	無被害	4	なし										柵を跳越
085004	防護柵			78.0kg		30.0m		車道	小破	10	あり	1	1				1		1		落石の一部が車道へ落下
085002	防護柵			325.0kg		15.0m		車道(跳越)	無被害	3	なし										柵を跳越
085003	防護柵			3,120.0kg	0.30m	15.0m		防護工(防護柵)	無被害	4	あり										支柱に衝突
085004	防護柵			1,560.0kg	0.50m	5.0m		防護工(防護柵)	中破	1	あり	1		1					1		ほとんどのワイヤが降伏
085005	防護柵			5,900.0kg	0.90m	15.0m		防護工(防護柵)	小破		あり	1	1						1		落石が防護柵最端部の支柱間に衝突
085006	防護柵			150.0kg	1.00m	15.0m		防護工(防護柵)	中破	2	あり	1	1						1		支柱(下側)に衝突
085103	防護柵			200.0kg	1.00m	10.0m		防護工(防護柵)	中破		あり			1				1			ワイヤ2本降伏
086201	防護柵			500.0kg	1.50m	20.5m		路肩	中破		あり			1		1					落石が柵の上部に衝突し、路肩に落下。最上段のワイヤの端部が抜ける
086203	防護柵+アンカー工			700.0kg	3.00m	250.0m		車道	中破	多数	あり			1			1		1		落石が柵の上部に衝突し、路肩に落下。最上段のワイヤが支柱から外れる
086205	防護柵			240.0kg	2.00m	10.0m		路肩	中破	2	あり		1						1		落石が金網を破って路肩に落下
086208	防護柵			16,000.0kg		70.0m		路肩	大破	3	あり	1		1			1	1			大径の落石が支柱に衝突、落石の一部が分離し路肩へ落下。支柱90°、殆どのワイヤが降伏
095003	防護柵		2.3m	26,000.0kg	1.00m	40.0m		車道外	大破	1	あり	1		1	1				1	1	大径の落石のため防護柵は大破。基礎コンクリートも破壊された
096001	防護柵	200 kg	25.0m		2.00m	25.0m	表層崩壊	車道	大破	多数	あり										岩盤崩壊
096501	防護柵			1,600.0kg	1.00m	30.0m		防護工(防護柵)	小破	15	あり		1					1			破壊箇所は写真から判断
096503	防護柵	150 kg		200.0kg	3.30m	20.0m		防護工(防護柵)	軽微	5	あり							1			金網の微少な変形
096504	防護柵			3,400.0kg	0.00m	20.0m		防護工(その他)	無被害	10	なし										擁壁に衝突(防護工の種類に擁壁は記載されてないが…)
097101	防護柵+防護擁壁			7,500.0kg	1.00m	60.0m		防護工(防護柵)	中破	1	あり	1		1	1		1		1		大径の落石が支柱に衝突。ワイヤ1本降伏、1本破断

「突き抜け」は落石が防護柵のワイヤロープあるいは金網を突き破ったことをそれぞれ表している。

道路へ到達した落石を集計すると52%(=22/42)は落石防護柵を中破および大破している。防護柵の中破の定義は支柱の変形が30%以上またはワイヤロープあるいは金網の破断であるため、設計上考慮している変形を上回っており、設計荷重より大きい落石が発生したことを意味する。設計および実際の落石エネルギーの比較については５．２．５で述べる。また、道路へ到達した落石の19%(=8/42)は落石防護柵を跳び越えており、７%(=3/42)は防護柵基礎と柵との隙間から抜け落ちている。したがって、今後の設計においては、設計荷重を適切に評価するとともに、斜面勾配が急変する場合や斜面の凹凸が著しい場合には、落石シミュレーション解析の活用による跳躍量の適切な評価や落石防護網の併用による落石の跳躍の減勢工法等の跳躍量に配慮した検討が望まれる。また、防護柵基礎の凹型水路は表面排水に有効であるが、落石が落下しないように何らかの方法で部分的にふさぐことが望ましい。さらに、維持管理上、金網の腐食およびワイヤロープ止めの劣化と緩みに対する注意が求められる。

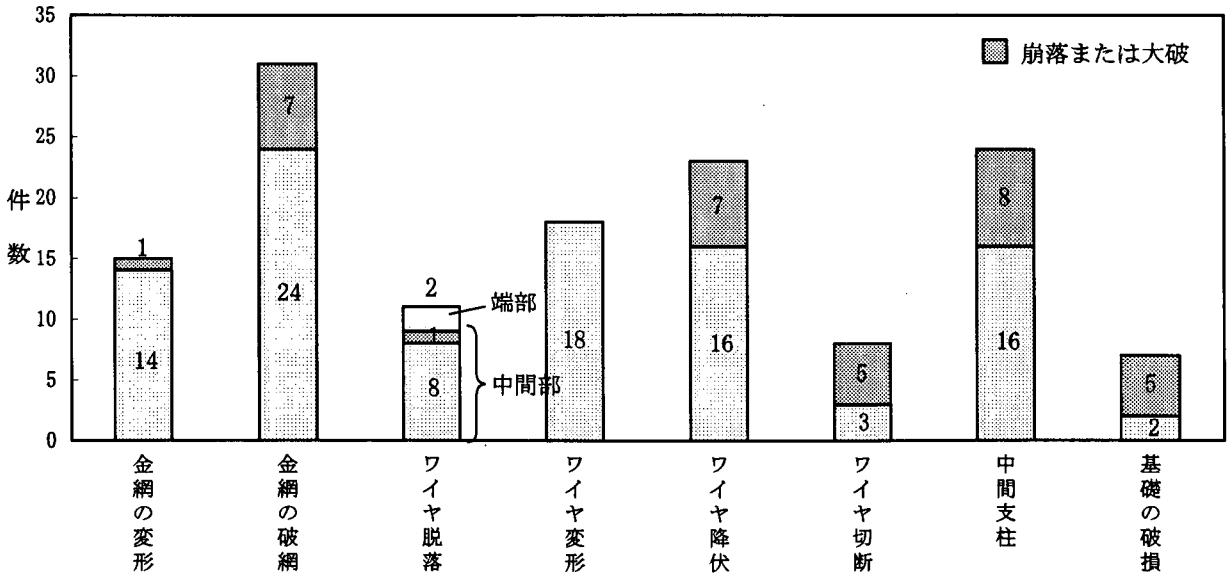


図5.6　落石による落石防護柵の損傷箇所

表5.7　落石防護柵の被害程度と落石の停止位置

（a）発生件数

	防護工		歩　道	路　肩	車　道			車道外	総　計
	防護柵	その他			抜け落ち	跳　越	突き抜け		
無被害	6	12	0	0	3	8	0	0	29
軽　微	10	1	0	0	0	0	2	0	13
小　破	12	0	0	3	0	0	4	0	19
中　破	8	0	1	3	0	0	6	0	18
大　破	0	0	1	2	0	0	6	3	12
総　計	36	13	2	8	3	8	18	3	
	49		42						91

（b）比　　率

	防護工		歩　道	路　肩	車　道			車道外	総　計
	防護柵	その他			抜け落ち	跳　越	突き抜け		
無被害	6.6%	13.2%			3.3%	8.8%			31.9%
軽　微	11.0%	1.1%					2.2%		14.3%
小　破	13.2%			3.3%			4.4%		20.9%
中　破	8.8%		1.1%	3.3%			6.6%		19.8%
大　破			1.1%	2.2%			6.6%	3.3%	13.2%
総　計	39.6%	14.3%	2.2%	8.8%	3.3%	8.8%	19.8%	3.3%	
	53.8%		46.2%						100%

5．2．5　落石エネルギーと吸収エネルギーの分析

（1）データベースの集計

表5.6のデータのうち、既設落石防護柵のワイヤロープおよび支柱に関する諸データから設計時の可能吸収エネルギーが算出でき、かつ、発生した落石エネルギーの算出が可能なケースについて、吸収エネルギーを算出するために必要な部材データを表5.8にまとめる。また、表5.8の金網、ワイヤロープおよび支柱の状態から求めた各ケースの発生落石エネルギー・設計エネルギー・実吸収エネルギーを表5.9にまとめる。表5.9中、E_rは発生落石エネルギーであり、E_P、E_RおよびE_Nは支柱、ワイヤロープおよび金網の設計時の可能吸収エネルギーであり、E_dはE_P、E_RおよびE_Nの和で落石防護柵の設計時の可能吸収エネルギーである。また、E_{UP}、E_{UR}およびE_{UN}は支柱、ワイヤロープおよび金網の落石による実吸収エネルギーであり、E_UはE_{UP}、E_{UR}およびE_{UN}の和で落石防護柵の実吸収エネルギーである。RとF$_y$の大小関係は、Rはワイヤロープが降伏する時の支柱に働く反力、F$_y$は支柱の基部に塑性ヒンジが生成する時の水平力であり、ワイヤロープと支柱の降伏に達する順序を示す。R≧F$_y$は支柱の降伏が先行することを意味する。

調査の結果、落石防護柵の可能吸収エネルギーは４～７tf･m程度であり、いずれの落石防護柵も、ワイヤロープの降伏より支柱の塑性ヒンジの生成が先行する設計となっている。各部材の可能吸収エネルギーより金網の可能吸収エネルギーへの依存度が高く、全可能吸収エネルギーの35～60%を占める。次に、支柱の変形による可能吸収エネルギーが全体の25～45%を占め、ワイヤロープの可能吸収エネルギーは余剰耐力を期待する程度である。

発生した落石エネルギーは、0.05～400tf･mであり、約半数は設計時の可能吸収エネルギーを越えている。落石は落下高が3.5～250mで、概ね70m以内であり、落石重量は5kgf～15tfと幅広い。

落石を受けた落石防護柵の被害は、金網の損傷とワイヤロープの変形が多く、支柱が変形すること少ない。設計上は、ワイヤロープの降伏より、支柱の塑性ヒンジの形成が先行しているが、実際の損傷はワイヤロープの変形が生じることが多い。その原因として、以下の状況が考えられる。

・落石の落石防護柵への作用角が鋭角である。

設計では、落石防護柵への落石は水平方向に作用させ、ワイヤロープの変形に応じた支柱の塑性ヒンジの生成による吸収エネルギーを期待しているが、調査票から落石の作用方向は鉛直（柵の真上から）または斜面方向と推測され、支柱への水平力の作用は小さく、ワイヤロープへの吸収エネルギーの依存度が高い。

・落石防護柵への落石衝突位置

設計では、支柱高の2/3の高さに作用させた時のワイヤロープと支柱の部材状態で、支柱の塑性ヒンジの生成による吸収エネルギーを期待しているが、調査票から落石の作用位置が支柱基部付近となることもあり、支柱に塑性ヒンジが発生しないことが考えられる。

・ワイヤロープが局部的に降伏

設計では、ワイヤロープ全長が均一に変形することを仮定しているが、実際の落石では、支柱位置でワイヤロープの変形が拘束され、支柱間で局部的にワイヤロープが降伏していることが考えられる。

表5.8　金網、ワイヤロープおよび支柱の被災状況

斜面および落石							ワイヤロープ							支柱							被災状況							
		斜面勾配（平均）	等価摩擦係数	回転ｴﾈﾙｷﾞｰ係数	落石重量	落下高さ	ﾜｲﾔﾛｰﾌﾟ径	降伏張力	初期引張力	支柱間隔	ﾛｰﾌﾟ全長	ﾛｰﾌﾟ断面積	ﾛｰﾌﾟのﾔﾝｸﾞ率	H鋼の降伏点応力度	支柱の高さ	H鋼のﾔﾝｸﾞ率	H鋼の断面二次ﾓｰﾒﾝﾄ	H鋼の断面係数	ﾛｰﾌﾟ張力	金網の可能吸収ｴﾈﾙｷﾞｰ	落石個数	実落石の作用高	支柱の変位角	支柱の変形本数	切断保証荷　重	切断本数	ﾜｲﾔｰの実変位角	降伏本数
資料番号	記　号	θ	μ	β	W	H	ϕ	T_y	T_0	a	L	A	Ew	σ_Y	h	E_H	I	Z	T	E_N	n_1	h_3	α	n_2	T_U	n_3	γ	n_4
	単　位	Deg	－	－	t f	m	mm	t	t	m	m	cm^2	kgf/cm^2	kgf/cm^2	m	tf/cm^2	cm^4	cm^3	t	t f・m	個	m	DEG	本	t f	本	DEG	本
011206		70	0.31	0.1	8.30	10	18	12.0	0.50	3.0	45.0	1.29	1000000	2400	1.25	2100	666	88.8	4.24134	2.50	1				16.0			
012301		45	0.31	0.1	0.02	25	18	12.0	0.50	3.0	66.5	1.29	1000000	2400	1.55	2100	1840	184	5.34369	2.50	3				16.0	0		0
012302		45	0.31	0.1	1.03	25	18	12.0	0.50	3.0	135.0	1.29	1000000	2400	1.25	2100	666	88.8	3.01717	2.50	25	0.25		0	16.0	0	0.00	0
012304		60	0.15	0.1	2.60	20	18	12.0	0.50	3.0	189.0	1.29	1000000	2400	1.25	2100	666	88.8	2.73049	2.50	10	0.25			16.0	0		0
012305-4		55	0.15	0.1	2.60	35	18	12.0	0.50	3.0	129.1	1.29	1000000	2400	2.00	2100	1840	184	3.65956	2.50	75	1.00			16.0	0		0
012306		45	0.31	0.1	1.33	30	18	12.0	0.50	3.0	20.0	1.29	1000000	2400	1.55	2100	1840	184	7.78708	2.50	5	1.55		0	16.0	2		0
013613-2		55	0.15	0.1	15.00	20	18	12.0	0.50	3.0	59.0	1.29	1000000	2400	1.30	2100	666	88.8	3.73796	2.50	崩土				16.0			
013614		65	0.31	0.1	0.045	10	18	12.0	0.50	3.0	137.0	1.29	1000000	2400	1.30	2100	666	88.8	2.90510	2.50	崩土				16.0			
013615-2		45	0.15	0.1	0.01	20	18	12.0	0.50	3.0	83.4	1.29	1000000	2400	1.60	2100	1840	184	4.85920	2.50	複数				16.0			
013616		60	0.15	0.1	0.045	10	18	12.0	0.50	3.0	282.8	1.29	1000000	2400	1.30	2100	666	88.8	2.35029	2.50	複数				16.0			
013617		70	0.15	0.1	0.20	10	18	12.0	0.50	3.0	282.8	1.29	1000000	2400	1.30	2100	666	88.8	2.35029	2.50	複数				16.0			
017201		60	0.15	0.1	0.25	12	18	12.0	0.50	3.0	65.0	1.29	1000000	2400	2.00	2100	1840	184	4.50545	2.50	35	2.00	0.00	0	16.0	0	7.59	1
017301		60	0.31	0.1	0.20	10	18	12.0	0.50	3.0	57.0	1.29	1000000	2400	2.00	2100	1840	184	4.69288	2.50	10				16.0			
017302		55	0.31	0.1	0.14	6	18	12.0	0.50	3.0	18.0	1.29	1000000	2400	2.00	2100	1840	184	6.77002	2.50	複数				16.0			
018403		72	0.31	0.1	1.08	50	18	12.0	0.50	3.0	95.0	1.29	1000000	2400	1.55	2100	1840	184	4.79992	2.50			0.00		16.0			
024501		40	0.15	0.1	0.22	3.5	18	12.0	0.50	3.0	78.0	1.29	1000000	2400	1.25	2100	1840	184	5.92060	2.50	1	0.83		0	16.0	0	7.59	2
024502		45	0.15	0.1	0.125	5	18	12.0	0.50	3.0	78.8	1.29	1000000	2400	1.25	2100	1840	184	5.90272	2.50	1	0.42	0.00	0	16.0	0	3.81	2
034001		70	0.31	0.1	10.00	17.5	18	12.0	0.50	3.0	42.0	1.29	1000000	2400	2.00	2100	1840	184	5.16420	2.50	14				16.0			
035801		30	0.31	0.1	0.010	10	18	12.0	0.50	3.0	28.7	1.29	1000000	2400	3.00	2100	1840	184	4.42073	2.50	2	0.60	0.00	0	16.0	0	10.00	3
044501-2		80	0.31	0.1	10.90	35	18	12.0	0.50	3.0	20.0	1.29	1000000	2400	2.00	2100	1840	184	6.54371	2.50					16.0			
057101		45	0.05	0.1	2.21	2.5	18	12.0	0.50	3.0	55.0	1.29	1000000	2400	2.00	2100	1840	184	4.60683	2.50					16.0			
057102		60	0.31	0.1	5.10	3	18	12.0	0.50	3.0	200.0	1.29	1000000	2400	2.00	2100	1840	184	3.22343	2.50	1	1.00		0	16.0	0	10.00	1
076001		45	0.31	0.1	0.50	70	18	12.0	0.50	3.0	45.0	1.29	1000000	2400	3.00	2100	1840	184	3.82663	2.50	1	1.89		0	16.0	0	50.00	1
083001		80	0.31	0.1	30.00	80	18	12.0	0.50	3.0	40.0	1.29	1000000	2400	2.00	2100	1840	184	5.24432	2.50					16.0			
083002		65	0.31	0.1	0.04	50	18	12.0	0.50	3.0	45.0	1.29	1000000	2400	2.00	2100	1840	184	5.05321	2.50	4	1.10			16.0			4
085001		60	0.31	0.1	0.078	30	18	12.0	0.50	3.0	119.0	1.29	1000000	2400	1.50	2100	1840	184	4.58829	2.50	10	1.00	10.00	1	16.0		5.00	5
085003		35	0.31	0.1	3.12	15	18	12.0	0.50	3.0	50.0	1.29	1000000	2400	2.50	2100	1840	184	4.17817	2.50	4				16.0			
085004		40	0.31	0.1	1.56	5	18	12.0	0.50	3.0	60.0	1.29	1000000	2400	1.50	2100	1840	184	5.62966	2.50	1	0.50	10.00	1	16.0	0	45.00	4
085005		40	0.31	0.1	5.90	15	18	12.0	0.50	3.0	40.0	1.29	1000000	2400	2.50	2100	1840	184	4.48461	2.50		0.40	10.00	1	16.0	0	5.82	3
085101		75	0.31	0.1	2.60	10	18	12.0	0.50	3.0	24.0	1.29	1000000	2400	2.00	2100	1840	184	6.17104	2.50		1.00		0	16.0	0	23.00	4
086203		45	0.31	0.1	0.70	250	18	12.0	0.50	3.0	13.0	1.29	1000000	2400	2.00	2100	1840	184	7.52303	2.50	10	2.00	0.00	0	16.0	0		2
095001		40	0.31	0.1	69.10	40	18	12.0	0.50	3.0	42.0	1.29	1000000	2400	1.50	2100	1840	184	6.28524	2.50	1	2.00	15.00	2	16.0	5		
097101		55	0.31	0.1	7.50	60	18	12.0	0.50	3.0	80.0	1.29	1000000	2400	1.50	2100	1840	184	5.15956	2.50	1	1.00	15.00	5	16.0	1	30.00	1

表5.9　落石防護柵の発生落石エネルギー、設計エネルギーおよび実吸収エネルギーのデータベース

資料番号	斜面の勾配	斜面の凹凸	摩擦損失係数	防護工の種類	形状	落石の寸法	重量	衝突位置	落下高さ	落石停止位置	防護工の被害の程度	落石個数	支柱	ワイヤロープ	金網	その他	発生落石エネルギー Er(tf·m)	RとFyの大小関係	可能吸収エネルギー(tf·m) EP	ER	EN	設計エネルギー Ed(tf·m)	実吸収エネルギー(tf·m) EUP	EUR	EUN	EU(tf·m)	Er／Eu	Er／Ed	Eu／Ed
011206	70.0°	中	0.31	防護網+防護柵+防護擁壁	角	0.8m×1.3m×3.2m	8,300.0kg	0.00m	10.0m	衝突なし	無被害	1					80.999	R≧Fy	1.152	0.619	2.500	4.271						18.965	
012301	40.0°		0.31	防護柵	平偏+角	0.2m×0.2m×0.2m	20.0kg		25.0m	車道(跳越)	無被害	3					0.380	R≧Fy	2.386	1.459	2.500	6.345						0.060	
012302	45.0°	中	0.31	防護柵	円筒+角	1.4m×0.6m×0.6m	1,030.0kg	1.00m	25.0m	防護工	小破	30					19.544	R≧Fy	1.152	0.927	2.500	4.579						4.268	
012304	60.0°	大	0.15	防護柵+防護擁壁	角	1m×1m×1m	2,600.0kg	1.00m	20.0m	衝突なし	無被害	10					52.246	R≧Fy	1.152	1.056	2.500	4.708						11.097	
012305-4	55.0°	大	0.15	防護網+防護柵	角	1m×1m×1m	2,600.0kg	1.00m	35.0m	衝突なし	無被害	100					89.586	R≧Fy	2.384	1.315	2.500	6.199						14.452	
012406	45.0°	大	0.31	防護網+防護柵+防護擁壁	角	0.8m×0.8m×0.8m	1,330.0kg	1.20m	30.0m	防護工	小破	5	変形なし	2本破断	破網		30.284	R≧Fy	2.386	0.936	2.500	5.822	0.209	25.019	4.250	29.478	1.027	5.202	5.063
013613-2	55.0°	中	0.15	防護網+防護柵+防護擁壁	角	2m×2m×1.5m	15,000.0kg		20.0m	車道	大破					岩盤崩壊	295.340	R≧Fy	1.151	0.628	2.500	4.279						69.021	
013614	65.0°	中	0.31	防護柵+防護擁壁	角	0.3m×0.3m×0.2m	45.0kg		10.0m	車道	無被害	7					0.423	R≧Fy	1.151	0.87	2.500	4.521						0.094	
013615-2	45.0°	大	0.15	防護柵		20m×20m×10m	10.0kg		20.0m	車道(跳越)	無被害	数個					0.187	R≧Fy	2.386	1.51	2.500	6.396						0.029	
013616	60.0°	中	0.15	防護柵+防護擁壁	角	0.3m×0.3m×0.2m	45.0kg		10.0m	防護工	無被害	多数				岩盤崩壊	0.452	R≧Fy	1.151	1.156	2.500	4.807						0.094	
013617	70.0°	中	0.15	防護柵+防護擁壁		0.5m×0.4m×0.4m	200.0kg		10.0m	車道	無被害						2.080	R≧Fy	1.151	1.156	2.500	4.807						0.433	
017201	60.0°	大	0.15	防護柵+防護擁壁	平偏	0.4m×0.8m×0.3m	250.0kg	2.00m	12.0m	防護工	小破	40	変形なし	1本変形	破網		3.014	R≧Fy	2.384	1.01	2.500	5.894	1.334E-04	0.040	0.008	0.049	61.891	0.511	0.008
017301	60.0°	中	0.31	防護柵	角	0.5m×0.5m×0.5m	200.0kg	0.30m	10.0m	防護工	軽微	10					1.806	R≧Fy	2.384	0.962	2.500	5.846						0.309	
017302	55.0°	小	0.31	防護柵	角	0.3m×0.5m×0.5m	140.0kg	0.30m	6.0m	防護工	軽微	多数					0.723	R≧Fy	2.384	0.636	2.500	5.520						0.131	
018403	61.0°	大	0.31	防護柵+防護擁壁	角	0.6m×0.5m×1.5m	1,080.0kg		50.0m	防護工	無被害						53.417	R≧Fy	2.386	1.678	2.500	6.564						8.138	
021501	40.0°	中	0.15	防護柵	球	0.6m×0.6m×0.6m	220.0kg	0.65m	3.5m	防護工	軽微	1	変形なし	2本変形	変形		0.696	R≧Fy	2.384	2.104	2.500	6.988	6.620E-06	0.038	0.008	0.046	15.203	0.100	0.007
024402	45.0°	中	0.15	防護柵	球	0.5m×0.5m×0.5m	125.0kg	0.35m	5.0m	防護工	小破	1	変形なし	2本変形	破網		0.584	R≧Fy	2.384	2.113	2.500	6.997	1.336E-08	0.007	0.001	0.009	66.052	0.083	0.001
034001	70.0°	中	0.31	防護柵+防護柵+防護擁壁	角	3.0m×1.5m×1.0m	10,000.0kg		17.5m	衝突なし	無被害	14				表層崩壊	170.780	R≧Fy	2.384	0.86	2.500	5.744						29.732	
035501	30.0°	大	0.31	防護柵	角	0.2m×0.2m×0.1m	10.0kg	0.80m	10.0m	路肩	小破	2	変形なし	3本変形	破網		0.051	R≧Fy	2.387	0.429	2.500	5.316	9.725E-05	0.143	0.029	0.171	0.298	0.010	0.032
044501-2	60.0°	大	0.31	防護網+ロックシェッド	球	2m×m×m	10,900.0kg		35.0m	衝突なし	無被害	2					396.711	R≧Fy	2.384	0.66	2.500	5.544						71.557	
057101	45.0°	小	0.05	防護柵	平偏	1.7m×1.0m×0.5m	2,210.0kg	0.50m	2.5m	防護工	軽微	1					5.774	R≧Fy	2.384	0.894	2.500	5.778						0.999	
057103	60.0°	大	0.31	防護柵	円筒	2.5m×1.0m×1.0m	5,100.0kg	1.00m	3.0m	防護工	小破	1	変形なし	1本変形	変形		13.818	R≧Fy	2.384	1.572	2.500	6.456	9.271E-06	0.060	0.012	0.072	191.590	2.140	0.011
075601	45.0°	中	0.31	防護柵	平偏	1m×1.2m×0.2m	500.0kg	3.00m	70.0m	防護工	小破	1	変形なし	1本降伏	破網		26.565	R≧Fy	2.387	0.502	2.500	5.389	0.770	17.490	3.750	22.010	1.207	4.929	4.084
083001	80.0°	中	0.31	防護柵+防護擁壁	円筒	4m×2m×1.5m	30,000.0kg		80.0m	歩道	大破	多数				岩盤崩壊	2495.694	R≧Fy	2.384	0.845	2.500	5.729						435.625	
083002	65.0°	小	0.31	防護柵		0.5m×0.3m×0.15m	40.0kg		50.0m	車道(跳越)	無被害	4					1.882	R≧Fy	2.384	0.882	2.500	5.766						0.326	
085401	60.0°	中	0.31	防護柵	平偏	0.5m×0.3m×0.2m	78.0kg		30.0m	車道	小破	10	1本10°傾斜	5本変形	破網		2.113	R≧Fy	2.387	1.919	2.500	6.806	0.779	0.013	0.003	0.794	2.661	0.310	0.117
085003	35.0°	中	0.31	防護柵	角	1m×1.2m×1.0m	3,120.0kg	0.30m	15.0m	防護工	無被害	4					28.688	R≧Fy	2.381	0.667	2.500	5.548						5.171	
085004	40.0°	中	0.31	防護柵	角	1.0m×0.6m×1.0m	1,560.0kg	0.50m	5.0m	防護工	小破	1	1本10°傾斜	4本降伏	破網		5.410	R≧Fy	2.387	1.462	2.500	6.349	0.779	46.228	3.750	50.757	0.107	0.852	7.994
085005	40.0°	中	0.31	防護柵	角	1m×1.5m×1.5m	5,900.0kg	0.90m	15.0m	防護工	小破		1本10°傾斜	3本変形	破網		61.385	R≧Fy	2.381	0.616	2.500	5.497	0.779	0.023	0.005	0.807	76.097	11.167	0.147
085101	75.0°	中	0.31	防護柵	角	1m×1m×1m	2,600.0kg	1.00m	10.0m	防護工	中破		変形なし	4本降伏	変形		26.224	R≧Fy	2.384	0.704	2.500	5.588	0.066	7.068	3.750	10.885	2.409	4.693	1.948
086203	45.0°	大	0.31	防護柵+アンカー工	球	0.7m×0.7m×0.5m	700.0kg	3.00m	250.0m	車道	中破	多数					132.825	R≧Fy	2.384	0.568	2.500	5.452						24.363	
089001	40.0°	中	0.31	防護柵	球	3.8m×2.5m×2.8m	69,100.0kg	1.00m	40.0m	車道外	大破	1	2本90°傾斜	5本切断	破網		1917.144	R≧Fy	2.387	1.278	2.500	6.165	2.367	131.352	4.250	137.968	13.896	310.972	22.379
091101	45.0°	大	0.31	防護柵+防護擁壁	角	2.0m×1.5m×1.0m	7,500.0kg	1.00m	60.0m	防護工	中破	1	5本10～60°傾斜	1本降伏, 1本切断	破網		387.553	R≧Fy	2.387	1.635	2.500	6.522	5.916	56.704	4.250	66.871	5.796	59.422	10.253

（2）落石規模に対する落石防護柵のエネルギー吸収率

図5.7に落石防護柵の実吸収エネルギーE_Uと高速道路調査会の式[4]（5．2．3参照）による落石エネルギーE_rの関係を示すが、データは昭和53年の調査結果で、落石対策便覧[2]の図5-12(p.289)に示されたデータを含む。

図5.8、図5.9および図5.10には、今回の調査における落石エネルギー、落下高および落石重量に対する落石エネルギーE_rと落石防護柵の実吸収エネルギーE_Uとの比（E_r／E_U）の関係を示す。エネルギー保存の法則からE_UがE_rを越えることはないはずであるが、調査の解析結果では、2件がE_U＞E_rとなる。図5.8でE_r＝0.051tf･m（H＝10m）でE_U＞E_rとなっているが、この場合、金網に腐食が見られることからワイヤロープの劣化も考えられ、小規模な落石であっても、発生した変形が大きく、解析上は部材を健全な状態で評価することからE_U＞E_rとなったものと推定される。また、E_r＝5.410tf･m（H＝5m）でE_U＞E_rとなっているのは、落石防護柵への落石の衝突方向が鉛直に近い状態にあり、ワイヤロープに異常な伸びが生じ、ワイヤロープと金網が分離し、金網の変形により落石が停止していることから、解析上、ワイヤロープの吸収エネルギーの過大評価によりE_Uが大きくなっている。したがって、E_U＞E_rとなっているのは特異値と言える。

図5.9および図5.10より落石エネルギーおよび落石重量とE_r／E_Uの相関性は見られないが、図5.8より落下高が15m以下の場合にE_r／E_Uが大きく、落石防護柵によるエネルギー吸収率がよくない。

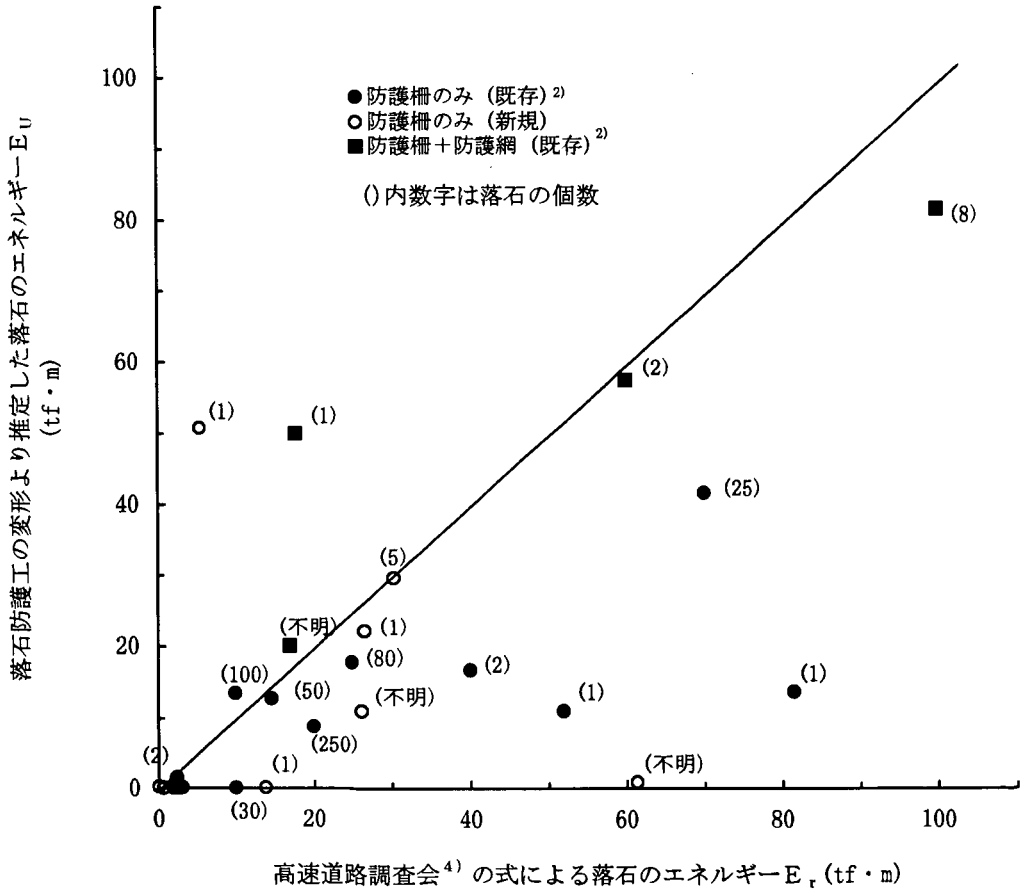


図5.7　落石エネルギーの推定値E_rと実際の落石防護工の被害から推定したエネルギーE_uの比較

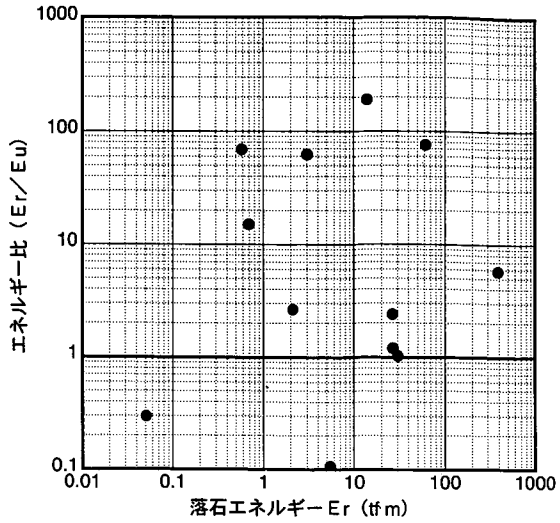


図5.8　落石エネルギーに対する落石エネルギーと落石防護柵の実吸収エネルギーの比

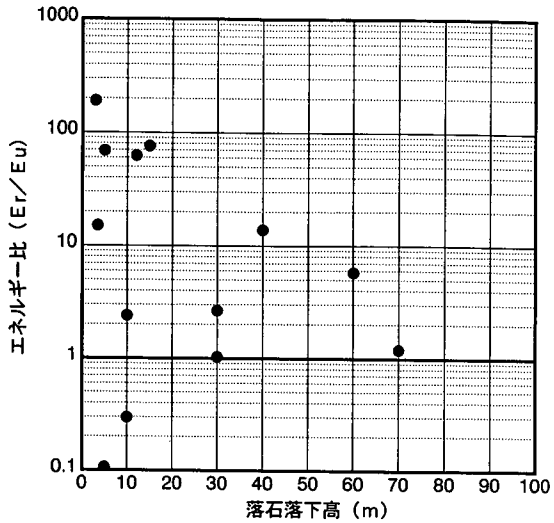


図5.9　落石落下高に対する落石エネルギーと落石防護柵の実吸収エネルギーの比

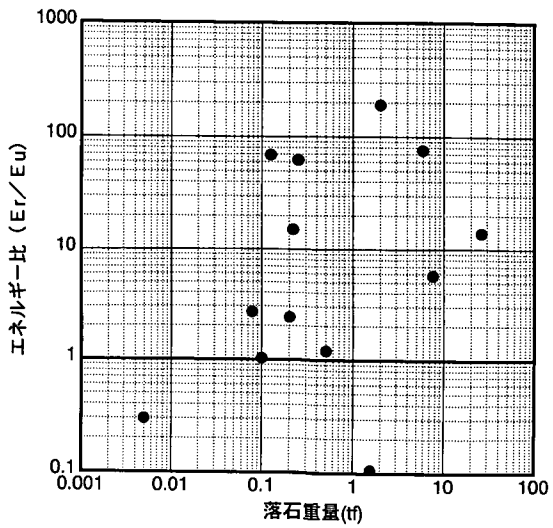


図5.10　落石重量に対する落石エネルギーと落石防護柵の実吸収エネルギーの比

（3）エネルギー比と被害の程度

落石実態調査の結果から得られた落石防護柵の設計吸収エネルギーE_dと発生した落石エネルギーE_rの比、または設計吸収エネルギーE_dと落石防護柵の実吸収エネルギーE_Uの比を落石防護柵の破壊状態と対比することにより、落石対策便覧[2]により設計された落石防護柵の安全性と課題について評価する。

被害程度毎の状態を以下に述べる。

[無被害]－ほとんどが防護柵に衝突していない	(計１３件)
他の防護工によりポケットに止まった落石	(６件)
ポケットまで届かなかった	(１件)
防護柵の基礎の凹型水路から抜け落ち	(２件)
防護柵を飛び越えた落石	(３件)
支柱基部に衝突	(１件)
[軽　微]－落石は全て設計値以下	(計 ４件)
金網の変形または金網の変形に伴うワイヤロープの変形	
[小　破]	(計１０件)
金網の破網	(６件)
ロープの切断	(１件)
支柱の変形	(３件)
[中　破]－ロープの切断またはロープ止め金具の破損	(計 ３件)
落石は防護柵で止まっている	(２件)
落石岩塊の分裂により路上へ到達	(１件)
[大　破]－岩盤崩壊と大規模落石による破壊	(計 ３件)

図5.11は落石防護柵の設計吸収エネルギーE_dと発生した落石エネルギーE_rの比（E_r/E_d）に対する被害の程度を示すが、図中の○は落石防護柵に衝突しない落石、●は落石防護柵に衝突した落石、△は岩盤崩壊である。また、$E_r/E_d<1$は設計荷重より小さい落石を意味する。

落石防護柵の設計は、部材の塑性変形を考慮したエネルギー法による設計であることから、落石により構造部材が変形することもある。特に、金網については、小落石でも変形を許す構造である。図5.11の軽微および小破のうち支柱の変形は、設計において発生し得る変形であり、特に危惧する変形ではない。ただし、設計値を越える落石が多々見られることから、設計時に落石荷重を適切に評価すること、また、維持管理段階において新たに大きい落石が発見された場合に早急に対応することが重

要である。

図5.12は設計吸収エネルギーEdと落石防護柵の実吸収エネルギーEuの比（Eu／Ed）に対する被害の程度を示す。小破では、落石防護柵の可能吸収エネルギーに対して、実際の落石による吸収エネルギーが小さいケース（Eu＜Ed）が多い。小破では、金網の破網が多く、実吸収エネルギーの解析上、金網の変形や破網は考慮されていないためと考えられる。また、図5.12のEu＜Edとなるデータには、金網の腐食や落石防護柵の上端への落石により十分なエネルギー吸収が得られない場合も含まれることから、維持管理や設計落石条件の評価において注意することも必要である。

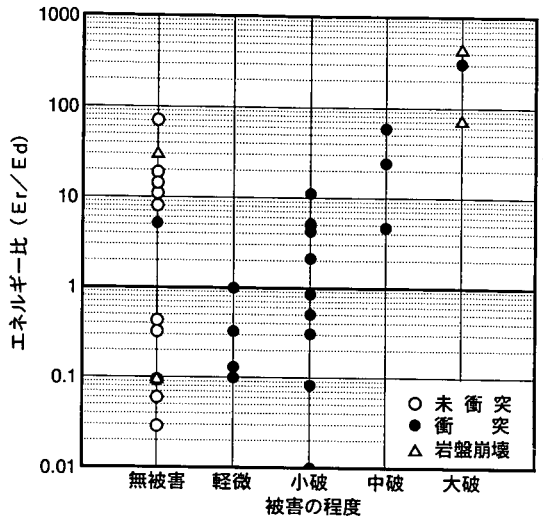


図5.11　落石エネルギーErと設計吸収エネルギーEdの比と被害の程度

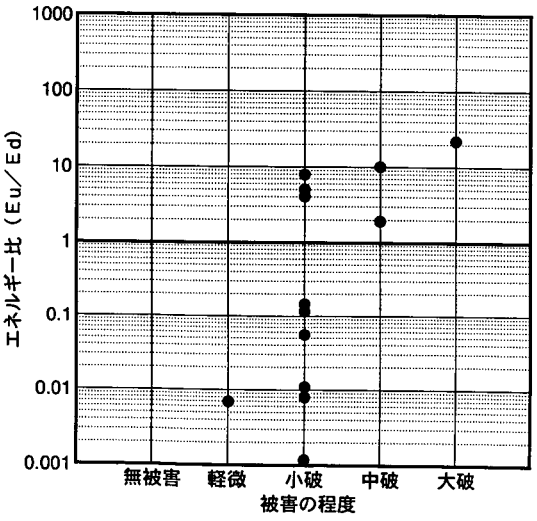


図5.12　実吸収エネルギーEuと設計吸収エネルギーEdの比と被害の程度

（4）エネルギー比と道路への影響

前述のとおり、落石防護柵の設計はエネルギー法によるものであり、落石衝撃力によりある程度の部材の塑性変形を許すものであるため、落石防護柵の機能に対する評価は、落石防護柵により道路への落石被害を防止できるかどうかにある。したがって、落石防護柵の設計吸収エネルギーE_dと発生した落石エネルギーE_rの比または設計吸収エネルギーE_dと落石防護柵の実吸収エネルギーE_Uの比に対する落石の停止位置から落石対策便覧[2]により設計された落石防護柵の安全性と課題について評価する。

道路へ到達した落石の状況を以下に述べる。

道路へ到達した落石	(計１１件)
1)大規模落石と岩盤崩壊	(　３件)
2)金網の腐食	(　１件)
3)防護柵の最上端に落石	(　１件)
4)防護柵に衝突して分裂した岩塊	(　１件)
5)防護柵を飛び越えた落石	(　３件)
6)防護柵の基部の凹型水路からの抜け落ち	(　２件)
防護工で止まった落石	(計２２件)
1)他の防護工で止まった落石	(　２件)
2)ポケットまで届かなかった落石	(　５件)
3)防護柵で止まった落石	(　１５件)

図5.13に落石防護柵の設計吸収エネルギーと発生した落石エネルギーの比（E_r／E_d）と落石の停止位置との関係を示す。図中の○は落石防護柵に衝突しない落石、●は落石防備柵に衝突した落石、△は岩盤崩壊である。また、E_r／E_d＜１は設計荷重より小さい落石を意味する。

設計荷重より大きい落石が防護工を破壊して道路へ到達した事例が今回の調査では図中のＡ～Ｄの４件ある。Ａ～Ｃはそれぞれ重量30tfの岩石崩壊、15tfの落石崩壊、26tfの大規模落石であり、防護工を大破させている。Ｄは重量700kgf、落下高さ250mの落石であり、ワイヤロープを変形させて道路に到達している。いずれも発生落石エネルギーが膨大であり、道路へ到達したことは順当であるといえる。

Ｅ～Ｊの14件の落石は設計荷重を上回っているにもかかわらず防護工で落石を止めているものであり、現行設計法の安全余裕度を示している。これらのうち白抜きのＥ、Ｇ、Ｈは落石防護柵の手前の平場あるいは防護柵の基礎である防護擁壁に衝突し、防護柵には衝突せずに落石が止まった。また、Ｆは防護柵と防護擁壁の併用工法であり、柵の支柱と擁壁に衝突し落石が停止した。したがって、これらについては防護柵の評価の対象にはならない。他方、Ｉ、Ｊは防護柵単独で落石を停止させている。

Ｋ～Ｑの７件の落石は設計荷重を下回っているにもかかわらず防護工で落石を止められずに道路へ

到達したものである。ただし、Kは大きな落石が防護柵に衝突して分割され、その一部が道路へ到達したものである。また、Lは数個の落石が腐食した金網に衝突、破網し、一部が破網部分から道路に落ちたものである。KとLはその分割片あるいは一部の落石から発生落石エネルギーを算出しているため、過小評価になっていると考えられる。M、Nの２件の落石は防護柵基礎の凹型水路と防護柵の隙間から抜け落ちたもの、O～Qの３件の落石は防護柵を跳び越したものであり、いずれも防護柵には衝突していない。したがって、K～Qの７件は特異な事例であるといえる。ただし、構造物の劣化による被害も見られることから、斜面のみならず構造物に対する維持管理を適切に行う必要がある。

なお、防護柵を跳越した事例を見ると、Oは斜面が65°と急勾配であるにもかかわらず、防護柵背後の平場がなく、防護柵の高さが２mと低い。Pは柵高が1.55mとさらに低い。また、Qは斜面中の露岩による凸部で大きく跳ねている。したがって、設計箇所毎に落石の跳躍量の設定に対して十分配慮する必要がある。

Sは岩盤崩壊であるにもかかわらずエネルギー比が小さい。これはK、Lと同様に岩盤崩壊の一部の破片から発生落石エネルギーを算出しているためである。また、防護柵の基礎である防護擁壁により崩壊をせき止めているため防護柵の評価の対象にはならない。

図5.13から評価対象外の事例、特異な事例を取り除いたものを図5.14に示す。同図より、現行の防護柵の設計手法には最大10倍程度の安全余裕がある可能性があることがわかる。

図5.15は、設計吸収エネルギーと落石防護柵の実吸収エネルギーの比（E_u/E_d）に対する落石の停止位置を示す。防護柵の変形量から実吸収エネルギーを算出しているため、変形量が測定されている地点のみがプロットされている。したがって図5.12に比べてデータ数が少ない。基本的には図5.13と同様の傾向であり、設計落石荷重を越える落石でも防護柵で止まっているが、エネルギー比（E_u/E_d）は図5.13のエネルギー比（E_r/E_d）に比べて全体的に小さい。これは発生落石エネルギーE_rのすべてが防護柵によって吸収されているわけではないこと、落石が衝突後に防護柵の変形が戻っていること、また、発生落石エネルギーE_rの評価が過大になっている可能性があることを示唆する。すなわち、発生落石エネルギーを算出する際の斜面の等価摩擦係数μを設計上0.35を最大値としている（表5.4参照）が、実際の斜面は立木等により摩擦係数が0.35以上となっていることが予想される。なお、図中Rの落石については実吸収エネルギーE_uが発生落石エネルギーE_rより大きい。これは落石が防護柵上方から衝突したことにより、ワイヤロープが支柱間で局所的に降伏し、ワイヤロープの伸びが大きくなったためと考えられる。

同図より今回の評価法によると、落石防護柵が実際に吸収しであろうエネルギーE_uは、設計吸収エネルギーE_dの約10倍である。吸収エネルギーの余裕量（両者の差）は主にワイヤロープのひずみによるものである。ただし、設計上は落石荷重によりワイヤロープは全長にわたって伸びることを想定しているが、実際には支柱間で局所的に降伏することがあるため、ワイヤロープの吸収エネルギーE_{UR}を過大評価している可能性があることに注意する必要がある。

なお、A～Rの資料番号は以下のとおりである。

A：083001

B：013613-2

C：095001

D：086203

E：044501-2

F：097101

G：034001

H：011206、012304、012305-4、018403

I：085005

J：012302、012306、057102、076001、085003、085101

K：085001

L：035801

M：013617

N：013614

O：083002

P：012301

Q：013615

R：085004

S：013616

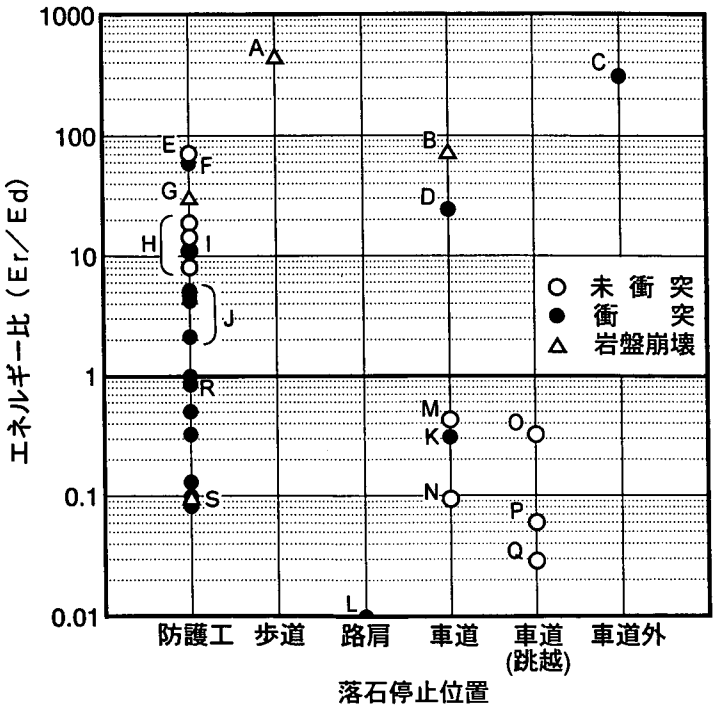


図5.13 落石エネルギーErと設計吸収エネルギーEdの比と落石停止位置

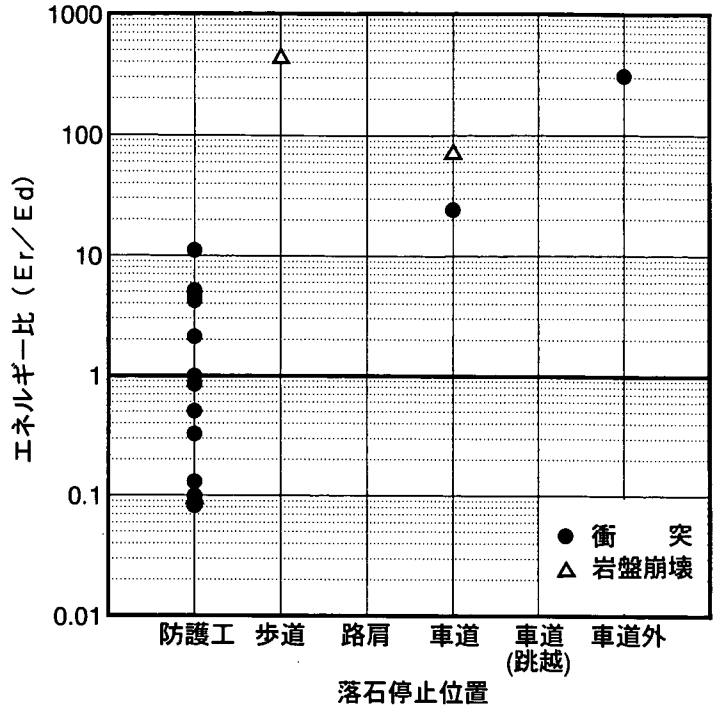


図5.14　落石エネルギーErと設計吸収エネルギーEdの比と落石停止位置（データ吟味後）

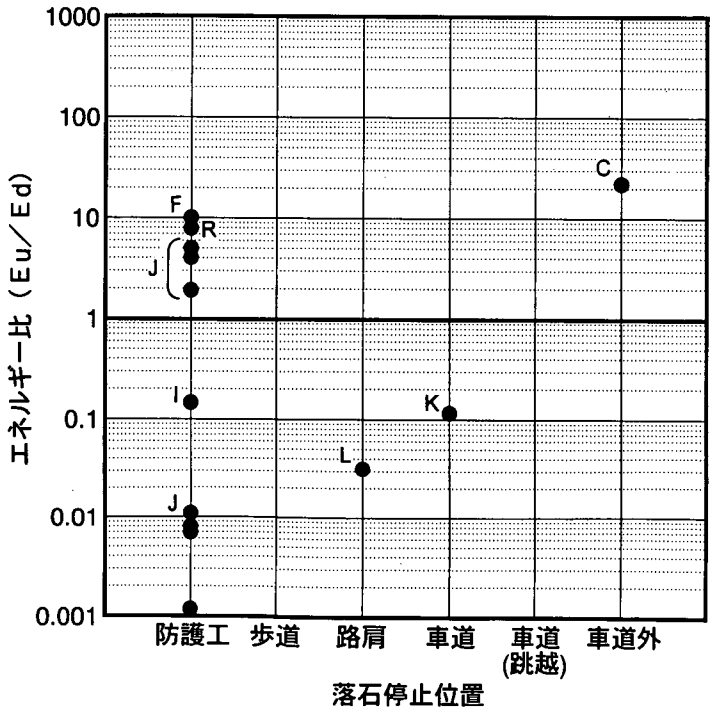


図5.15　実吸収エネルギーEuと設計吸収エネルギーEdの比と落石停止位置

（5）落石エネルギーと金網の状態

落石防護柵は設計上、金網の可能吸収エネルギーへの依存度が高く、表5.9の設計時の可能吸収エネルギーからその依存度は全可能吸収エネルギーの35～60%である。しかし、落石対策便覧[2)]では、金網の可能吸収エネルギーを支柱およびワイヤロープの配置に関わらず、神戸大学菌原ダムの実験から2.5tf･mの一定値としている。図5.16は実落石エネルギーと金網の損傷状況を示す。図中、落石エネルギー2.5tf･m以下での破網が４件みられるが、いずれも金網の腐食や鉛直方向の落石によるものであり、2.5tf･m以下での変形３件は複数落石によるものである。設計に応じた落石に対し、落石エネルギー2.5tf･m以下での破網が生じていないことと金網の可能吸収エネルギーを計算で求められないことから、現時点では金網の可能吸収エネルギーを2.5tf･mとすることが適切と言える。ただし、３tf･m程度で破網していることから、支柱とワイヤロープの構造を考慮した金網の吸収エネルギーと有効引張応力度を評価する手法について検討すべきである。図5.17は損傷した金網に対する落石の落下高と最大落石径の関係を示す。図中、○は破網した金網であり、●は変形した金網である。落下高と落石径は金網の損傷に対して相関性は見られない。

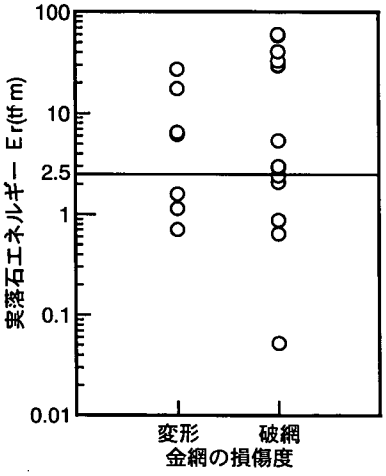


図5.16　実落石エネルギーと金網の損傷度

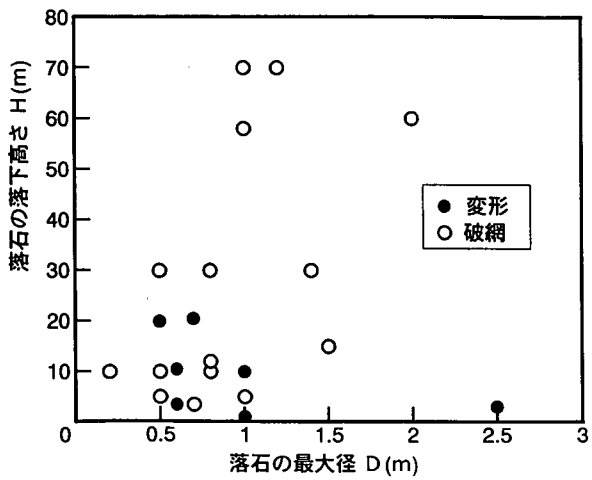


図5.17　金網の損傷に対する落石の落下高と落石径の関係

５．２．６　落石防護柵に関する考察

落石実態調査の集計結果より落石防護柵の設計および構造の課題を以下にまとめる。

（１）今回の調査では、落石防護柵は主に道路沿いに設置され、斜面末端で道路への落石を防止する構造物であるにもかかわらず、落石ケースの約半数が道路に到達しており、機能を果たしていない。その原因の大部分は、落石防護柵を跳越する落石あるいは設計荷重を上回る規模の落石がはっせいしていたことである。落石防護柵を跳越する落石については、まず、背面の平場の幅を考慮し、落石対策便覧[2)]に準じ、適切に落石防護柵の高さを決定しなければならないが、凹凸の著しい斜面や斜面勾配が途中で変化している場合に対する落石跳躍量の検討方法を明示することが望まれる。斜面状況により落石の跳躍量が増す危険性がある場合には、必要に応じて、落石シミュレーション解析により跳躍量を評価したり、落石防護網の併用による落石の跳躍を減勢する工法等の採用を検討することが考えられる。

（２）落石防護柵の設計では、金網の吸収エネルギーへの依存度が高いが、金網の吸収エネルギーは経験的な値を使用しており、実際の落石により破網するケースも少なくない。しかし、破網は落石エネルギー2.5tf･m以上で発生しており、概ね設計上の吸収エネルギーを有するが、破網による道路への落石を防止するためにも、落石の大きさやワイヤロープの間隔などから金網の有効張力等を考慮した設計が望まれる。

（３）落石防護柵は設計上、水平方向の落石に対して設計されるため、ワイヤロープと支柱への応力分配によるワイヤロープと支柱の吸収エネルギーの和により評価しているが、実際の落石は鉛直から斜め方向の落石が作用するため､ワイヤロープおよびワイヤロープの止め金具への荷重負担が大きく、ワイヤロープの過大なたるみが生じるケースが多い。したがって、鉛直から斜め方向の落石に対する安全性を検討する必要がある。

（４）設計時の可能吸収エネルギーを逆算し、発生した落石エネルギーと比較した結果、設計落石エネルギーを越える落石が多いことから、適切な設計落石エネルギーの評価が必要である。他方、維持管理においても、斜面の経年変化による対象落石エネルギーの増加に対する注意が必要である。今回の調査から標準的な落石防護柵の設計落石エネルギーは４～７tf･m程度であるため、維持管理点検においてこの値を上回る落石が発見された場合には何らかの対応が必要となる。

（５）落石防護柵の損傷状況より、金網の腐食やワイヤロープの脱落が確認されていることから、構造物の劣化に対する維持管理が必要である。特に、積雪地域や海岸付近では、鋼構造物の劣化が著しいため、特に注意が必要であると思われる。

（６）設計落石エネルギー以下の落石では、防護柵の被害程度が小破以下でとどまっていること、また、防護柵を跳越する等の特殊な事例を除けば防護工で落石を止めていることから、現行の落石対策

便覧[2]の設計手法は概ね妥当であると言える。ただし、設計落石エネルギーの10倍程度の発生落石エネルギーに対して防護柵で止めているため、現行の吸収エネルギー評価式は過小評価、発生落石エネルギー算定式は過大評価していることが考えられ、全体としては現行設計法にはかなりの安全余裕が含まれていることがわかる。

５．３　落石防護網

５．３．１　覆式落石防護網

（１）現行の設計手法

落石対策便覧[2)]の覆式落石防護網は、設計対象となる岩塊をワイヤロープ付ネットで覆う形式となっており、対象落石を落石防護網で抑える構造となっている。

覆式落石防護網の設計は落石重量に対して応力法により設計する。設計での各部材の照査基準は次のとおりである。

覆式落石防護網－応力法（設計荷重：落石重量）

縦ロープ：縦ロープ１スパンの斜面内の落石重量と自重＜ロープの切断荷重／２

横ロープ：横ロープ３スパンの斜面内の落石重量と自重＜ロープの切断荷重／２

金　　網：横ロープ３スパンの斜面内の落石重量と自重＜金網の有効張力（耐荷力／２）

※地山と落石の間の摩擦力および斜面勾配により落石重量を補正

（２）データベースの集計

覆式落石防護網が設置された箇所を表5.10のデータベースに示す。調査結果の概要は次のとおりである。なお、件数は延べ数であり、１箇所に過去に複数回の落石が発生した場合は重複して数えている。すべてが北海道の事例であり、他の工法との併用が多く、落石の減勢と跳躍抑止に利用されている。北海道での使用例が多いのは、ポケット式落石防護網の場合、ネットと地山の間に空間があり、雪崩や積雪による損傷を受けやすいためと想定され、地山に沿って設置される覆式落石防護網が主として利用されている。

1)全調査件数		３４件（北海道のみ）
（被災後、設置されたものが２件含まれている）		
2)防護工の設置状況	覆式落石防護網のみ	３件
	併用工法	３１件
3)破壊程度と落石停止位置の記入状況		
	記　入	１８件
	未記入	１６件
（破壊程度は防護網の破壊を示す）		
4)落石の規模	岩盤崩壊	１０件
	（被害程度：大破４件、中破１件、無被害２件、不明３件）	
	表層崩壊	１件
	（被害程度：軽微１件）	
	落石	２３件
5)防護網外の落石		７件（内２件は上方）

表5.10　落石被害を受けた覆式落石防護網に関するデータベース

資料番号	防護工の種類	設計条件 重量	設計条件 高さ	落石個数	重量	衝突位置	落下高さ	その他	落石の停止位置	防護工の被害程度	破壊箇所 縦ロープ 降伏	縦ロープ 切断	縦ロープ アンカー	横ロープ 降伏	横ロープ 切断	横ロープ アンカー	金網破網	抜け落ち	飛び越え	落石発生源位置	コメント
010501	防護網+防護柵+防護擁壁			多数	70,000.0kg		45.0m	岩盤崩壊	車道外	大破	1	1	1	1	1	1	1	1		防護工内	大規模な岩盤崩落のため、すべての防護工が大破
010502	防護網+防護擁壁			3	100.0kg		30.0m		路肩(飛び抜け)	中破	1			1			1			防護工内	落石による破穴(0.7m×0.7m)から路肩へ落下
011105	防護網+防護柵+防護擁壁																				被災状況の詳細がないため抽出不可、擁壁の補修跡あり
011203-1	防護網+防護柵+防護擁壁			2																	
011203-2	防護網+防護柵+防護擁壁			2		2.00m															防護網が設置箇所以外のところで落石が発生しているため抽出不可
011203-3	防護網+防護柵+防護擁壁			5																	
011205-1	防護網+防護柵+防護擁壁			多数																	防護網が設置箇所以外のところで落石が発生しているため抽出不可
011205-2	防護網+防護柵+防護擁壁			1																	
011206	防護柵+防護擁壁			1	8,320.0kg	0.00m	10.0m		防護工(網)	無被害								1		防護工内	防護網の裾から抜け落ち、平場で停止
011407	防護網+防護柵+ロックシェッド			多数		130.00m		岩盤崩壊	防護工(その他)	無被害								1			網を抜け、防護柵を破壊し、ロックシェッド上で停止
011208	防護網+ロックシェッド+トンネル			多数		30.00m	90.0m	岩盤崩壊													防護網は被災後に設置されたものと思われる
011408	防護網+トンネル			多数	6,250,000.0kg	10.00m		岩盤崩壊		大破											防護網は被災後に設置されたものと思われる
011410	防護網+ロックシェッド																				被災時の詳細がないため、抽出不可
012303	防護網+防護柵+防護擁壁+覆道+ポケット			1	550,000.0kg	0.00m	50.0m		防護工(網)	大破	1			1	1		1			防護工内	防護網内で発生した落石が引きずるように、網を破壊したものと思われる、平場で停止
012305-1	防護網+防護柵					1.00m	40.0m														
012305-2	防護網+防護柵					1.00m	40.0m														
012305-3	防護網+防護柵					1.00m	40.0m														
012305-4	防護網+防護柵			100	200.0kg	1.00m	40.0m		防護工(その他)	無被害								1		防護工内	防護網の裾から抜け落ち、殆どが平場で停止
012306	防護網+防護柵+防護擁壁			5	100.0kg	1.20m	30.0m														被災時の詳細がないため、抽出不可
013101-1	防護網+防護柵					1.00m	20.0m	岩盤崩壊(崩壊)	歩道(抜け落ち)	大破	1	1		1	1		1	1		防護工内	大規模な岩盤崩落のため、防護工が大破
013101-2	防護網+防護柵					1.00m	20.0m	岩盤崩壊(崩壊)													
013401	防護網				9,375.0kg		4.0m		車道(抜け落ち)	無被害								1		防護工内	防護網の裾から抜け落ち、車道へ落下
013601	防護網+防護擁壁			多数	1,540.0kg			表層崩壊	防護工(その他)	軽微								1		防護工内	小規模な表層崩壊による多数の落石が防護網の裾から抜け落ち、防護柵で停止する
013604	防護網				150.0kg		60.0m		車道(飛び越え)	無被害									1	防護工より上方	防護網より上方で発生した落石が、網の上を転がりそのまま車道に落下
013605	防護網			多数			30.0m		車道(飛び越え)	無被害									1	防護工より上方	防護網より上方で発生した落石が、網の上を転がりそのまま車道に落下
013607	防護網+防護柵+防護擁壁			多数			60.0m	岩盤崩壊	車道(抜け落ち)	大破						1	1	1		防護工内	防護網設置個所の端部で岩盤崩壊が発生したため、その付近の横ワイヤのアンカーが破壊
013611	防護網+ロックシェッド			多数			50.0m	岩盤崩壊	防護工(その他)	無被害								1		防護工内	防護網内で岩盤崩壊が発生した。落石は裾から抜け落ち、ロックシェッド上で停止
013612-1	防護網+防護柵+防護擁壁																				
013612-2	防護網+防護柵+防護擁壁			多数	350.0kg		80.0m		車道	小破							1			防護工内	防護網内で発生した落石が斜面の途中で網を破り、車道に落下
013613-1	防護網+防護柵+防護擁壁			多数	3.0kg			岩盤崩壊													
013613-2	防護網+防護柵+防護擁壁				15,000.0kg		20.0m	岩盤崩壊	車道(抜け落ち)	大破						1	1	1		防護工内	防護網設置個所の端部で岩盤崩壊が発生したため、その付近の横ワイヤのアンカーが破壊
014504	防護網+防護柵			1					路肩(飛び抜け)	中破							1				
015101	防護網+ロックシェッド	160 kg	10.0m	30	7,800.0kg	0.00m	30.0m		防護工(その他)	中破	1			1	1		1	1		防護工内	防護網内で発生した落石により、横ワイヤ-3本切断、破網(幅4.0m×高さ20.0m)、落石はロックシェッド上で停止
018405	防護網+ロックシェッド				580.0kg				車道外	無被害								1		防護工内	防護網内で発生した大規模落石。落石は網の裾から抜け出し、ロックシェッドを越えて停止

（3）落石による損傷箇所

覆式落石防護網の構造上、落石により損傷が生じやすい箇所を検討するため、図5.18に覆式落石防護網の部材別損傷頻度を示す。図中、□は崩落および大破を意味する。損傷のほとんどは大規模落石や岩盤崩壊により生じている。一般的に落石による被害で最も多いのは裾部からの落石の抜け落ちと金網の破網である。裾部からの抜け落ちは、積雪や雪崩が裾部に堆雪し、落石防護網に負荷を与えないように、裾部を開放しているために生じる。そのため、覆式落石防護網のほとんどは他の落石防護工と併用されているが、その際、落石防護網は落石防護柵や落石防護擁壁を覆わず裾部を背面のポケット部に置く。急崖斜面で積雪や雪崩の影響がない場合には、裾部をアンカー等により閉口することが望まれる。金網の破網は、劣化や過大落石により生じたと推測される。

また、岩盤崩落や表層崩壊により縦ロープの降伏・破断と横ロープの降伏・破断が生じ、大破しているが、アンカーの定着位置や覆式落石防護網の設置箇所の状況・施工範囲および適用規模に注意する必要がある。

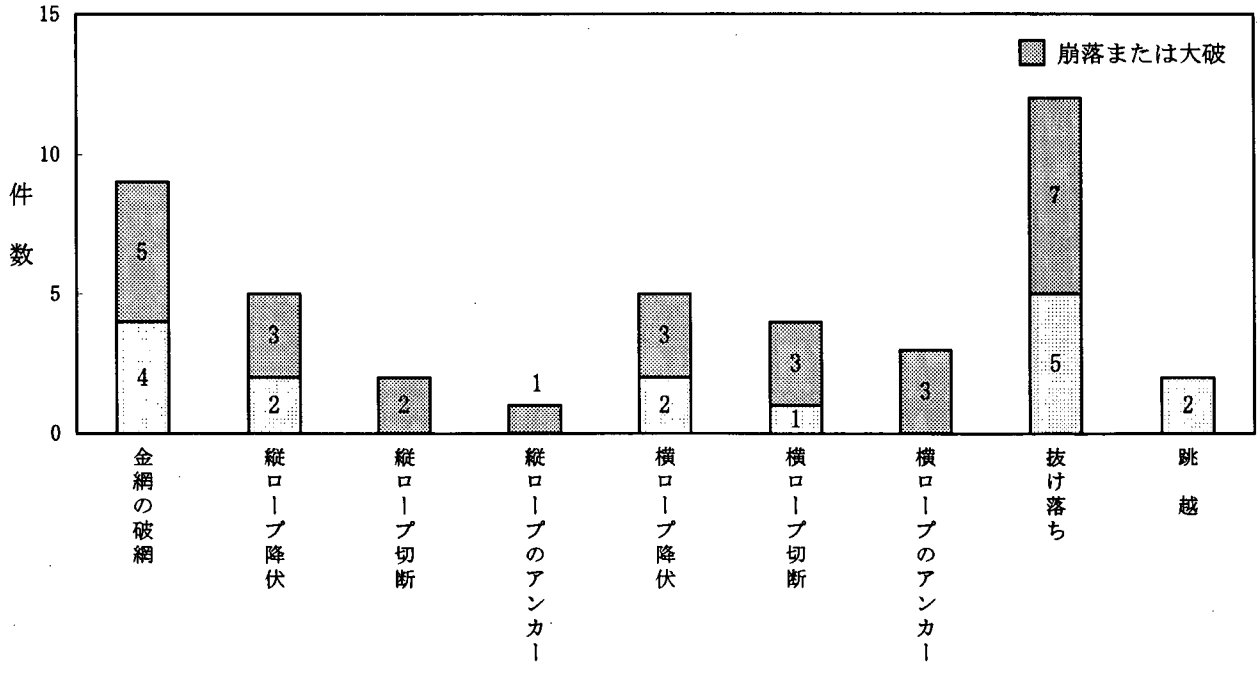


図5.18　覆式落石防護網の損傷箇所

（4）落石による覆式落石防護網の被害の程度と落石の停止位置

ここでは覆式落石防護網による道路への落石防止の効果と覆式落石防護網の被害の程度を考察する。表5.11に覆式落石防護網の被害程度と落石の停止位置の関係を示す。他の工法との併用により落石の防止を期待しているにもかかわらず、60%以上が道路に到達している。ただし、全18件のうち12件が岩盤崩壊、表層崩壊あるいは大規模な落石である。そのうちの半分にあたる６件を防護工で止めている。これら６件のうち３件はロックシェッドとの併用であり、防護網から抜け落ちたもの、あるいは防護網を破壊したものがロックシェッド上で停止した。残り３件は防護柵との併用であり、防護網から抜け落ちたもの、あるいは防護網を破壊したものが防護柵背後の平場あるいは防護柵基礎で停止した。防護工で止められなかった６件は斜面と道路の間の平場がほとんどないため、防護網から抜け落ちたものがそのまま道路に到達したり、あるいは防護網、防護柵を大破させて道路に到達したものが多い。したがって、斜面と道路の間の平場の有無が道路への被害の有無を左右していると思われる。全18件のうち残りの６件は300kgf程度以下の通常規模の落石であるが、道路に到達したものは金網の破網、裾部からの抜け落ち、防護網より上方からの落石によるものである。抜け落ちについては、覆式落石防護網とできるだけ落石防護柵や落石防護擁壁を併用することが望まれ、落石防護網の裾は他の落石防護工のポケット内に設置すべきである。また、覆式落石防護網の裾部にゆとりをとり、開口しない構造とすることも考えられる。

金網の破網の原因としては、落石が設計荷重以上であることの他に、設計上は斜面上に停止している落石を防護網で拘束することを想定しているが、実際には斜面と防護網との間に隙間があり、斜面上を転がってきた落石が金網に衝突するため、静的な設計荷重より大きい衝撃荷重が金網に加わることが考えられる。したがって、覆式防護網は、できるだけ斜面と落石防護網を密着させるように設置し、防護網内での落石挙動を抑止することが望ましい。また、金網については、自然環境の厳しい状況下にあるため、腐食に対する管理が重要であり、特に海岸部においては、塩害に対する劣化に注意する必要がある。

表5.11　覆式落石防護網の被害の程度と落石の停止位置

（a）発生件数

	防護工		歩　道	路　肩	車　道			車道外	総　計
	防護網	その他	抜け落ち	破　網	抜け落ち	跳　越	破　網		
無被害	1	3	0	0	1	2	0	1	8
軽　微	0	1	0	0	0	0	0	0	1
小　破	0	0	0	0	0	0	1	0	1
中　破	0	1	0	2	0	0	0	0	3
大　破	1	0	1	0	2	0	0	1	5
総　計	2	5	1	2	3	2	1	2	
	7		11						18

（b）比　　率

	防護工		歩　道	路　肩	車　道			車道外	総　計
	防護網	その他	抜け落ち	破　網	抜け落ち	跳　越	破　網		
無被害	5.6%	16.7%			5.6%	11.1%		5.6%	44.4%
軽　微		5.6%							5.6%
小　破							5.6%		5.6%
中　破		5.6%		11.1%					16.7%
大　破	5.6%		5.6%		11.1%			5.6%	27.8%
総　計	11.1%	27.8%	5.6%	11.1%	16.7%	11.1%	5.6%	11.1%	
	38.9%		61.1%						100%

５．３．２　ポケット式落石防護網

（１）現行の設計手法

ポケット式落石防護網は落石防護網の頂部に支柱にて落石の入口を設け、上部より入り込んだ落石をネットに衝突させることにより落石エネルギーを吸収する構造であり、ネットの吸収エネルギーを基準として設計する。落石は通常、中央の横ロープより上部と考える。落石の衝突方向は、斜面の衝突による飛び出しを考慮し、水平とする。ただし、落石防護網が吸収するエネルギーは落石防護網の直角方向成分のみとする。

設計での各部材の構造的な状態は次のとおりである。

ポケット式落石防護網－エネルギー法

金網以外の部材が金網より先に破壊しないことを原則とする。

設計荷重：等価摩擦係数を考慮した落石エネルギー

金　　網：落石径より金網に作用する張力（有効張力）から吸収エネルギーを求める。

横ロープ：金網の張力により発生するひずみと力から吸収エネルギーを求める。

支　　柱：ロープの張力により支柱に働く力とひずみから吸収エネルギーを求める。

上部からの落石が直撃した場合の抵抗は考慮していない。

（２）データベースの集計

ポケット式落石防護網が設置された箇所を表5.12のデータベースに示す。調査結果の概要は次のとおりである。なお、件数は延べ数であり、１箇所に過去に複数回の落石が発生した場合は重複して数えている。すべてが北海道以外の事例である。本州でも、積雪や雪崩の影響を受ける地域があるが、ポケット式落石防護網を採用している。

1)全調査件数		２０件（すべて北海道以外）
2)防護工の設置状況	ポケット式落石防護網のみ	１３件
	併用工法	７件
3)破壊程度と落石停止位置の記入状況		
	記　入	１３件
	未記入	７件
（破壊程度は防護網の破壊を示す）		
4)落石の規模	岩盤崩壊	１件
	（被害程度：不明１件）	
	表層崩壊	２件
	（被害程度：大破１件、無被害１件）	
	落石	１７件

表5.12　落石被害を受けたポケット式落石防護網に関するデータベース

資料番号	防護工の種類	設計条件 重量	設計条件 高さ	落石 個数	落石 重量	衝突位置	落下高さ	その他	落石の停止位置	防護工の被害の程度	破壊箇所 縦ロープ 変形	縦ロープ 切断	掘止アンカー 破損	横ロープ 切断	金網 変形	金網 破網	抜け落ち	跳越	支柱の破損	落石発生源位置	コメント
034001	防護網+防護柵+防護擁壁			14	10,000.0kg		20.0m	表層崩壊	防護工(網)	大破											表層崩壊により防護網は大破したが、落石は防護網で停止
035301	防護網+防護柵+防護擁壁		2.0m		2,500.0kg	3.00m	30.0m	表層崩壊	防護工(その他)	無被害											
035302	防護網+ロックシェッド			1	50,000.0kg		17.0m		防護工(その他)	大破		1		1		1				防護工内	網が15m^2破損し、ロックシェッドの手前で停止
037001	防護網+防護擁壁								防護工(網)	無被害										防護工内	防護網が土砂で少し膨らんだ程度
037003	防護網+防護柵																				落石が発生した形跡なし
044501-1	防護網+ロックシェッド			数個	200.0kg				車道												
044501-2	防護網+ロックシェッド			2	1,400.0kg		35.0m		防護工(その他)												「ロックネット破損」と記述はあるが、破壊箇所の詳細は不明
053308	防護網				67.5kg	0.00m	0.0m														データ不足のため抽出不可
053311-1	防護網			1	132.0kg	0.00m			車道(抜け落ち)	無被害							1			防護工より上方	防護網の裾から抜け落ちる
053311-2	防護網			3	67.5kg	0.00m															
053311-3	防護網			10	2.5kg	0.00m															
053315	防護網			多数		0.00m			車道(抜け落ち)	無被害							1			防護工内	防護網の裾から抜け落ちる。発生源位置は防護工より上方
053317	防護網			1	54.7kg	0.00m			車道(跳越)	無被害								1		防護工より上方	防護工より上方で発生し、防護網を飛び越え車道に落下
055204	防護網	600 kg	15.0m	3	450.0kg	3.00m	3.5m		防護工(網)	無被害										防護工内	節理面から剥落した落石が、防護網で完全にとどまっている
055207	防護網	600 kg	20.0m	2	40.0kg	2.00m	30.0m		防護工(網)	軽微	1				1					防護工より上方	網とモルタル吹付の斜面の起伏により、落石は防護工内で停止
055208	防護網	600 kg	20.0m	3	15.0kg	13.00m	18.0m		防護工(網)	無被害										防護工内	防護工内のコンクリート吹付工が剥離したものが落下したが、網とモルタル吹付の斜面の起伏により、落石は防護工内で停止
056401	防護網			7	2,250.0kg				路肩(抜け落ち)	小破			1				1			不明	掘止アンカーが破壊され路肩へ落下
056404	防護網				1,137.5kg				歩道(抜け落ち)	無被害							1			不明	防護網の裾から抜け落ちる。
066601	防護網	300 kg	15.0m	多数	39,600.0kg		15.0m	岩盤崩壊	防護工(網)	中破		1				1	1		1	防護工内	支柱4本欠落、縦ロープ4本切断、金網の変形。ガードレールで止まる
096502	防護網	300 kg	40.0m	20	2,000.0kg	40.00m	40.0m		防護工(網)	軽微					1					防護工より上方	防護網内で停止しているが、防護柵にも衝突の形跡あり

（3）落石による損傷箇所

ポケット式落石防護網の構造上、落石により損傷が生じやすい箇所を検討するため、図5.19にポケット式落石防護網の部材別損傷頻度を示す。 □ は崩落および大破を意味する。損傷のほとんどは大規模落石や岩盤崩壊により生じている。落石による被害で最も多いのは、覆式落石防護網と同様に裾部からの落石の抜け落ちである。裾部からの抜け落ちは、覆式落石防護網と同様に、積雪や雪崩が裾部に堆雪し、落石防護網に負荷を与えないように、裾部を開放しているために生じる。ポケット式落石防護網は単独で設置されることが多いが、裾部から抜け落ちた落石が道路に達するのを防ぐためにできるだけ他の落石防護工と併用することが望ましい。その際は、落石防護網は落石防護柵や落石防護擁壁を覆わず裾部を背面のポケット部に置く。また、急崖斜面で積雪や雪崩の影響がない場合には、裾部をアンカー等により閉口することが望まれる。損傷状況に裾部アンカーの破損があるように、裾部を閉口することもあるようだが、この場合には、裾部のネットにゆとりをとり、裾部に達する落石がワイヤロープに伝える衝撃力を緩衝する方法も考えられる。ポケット式落石防護網は覆式落石防護網に比べ、金網の破網が少ないのが特徴的である。これは、ポケット式落石防護網がエネルギー法による設計であるため、落石のポテンシャルを適切に評価することができているためと考えられる。

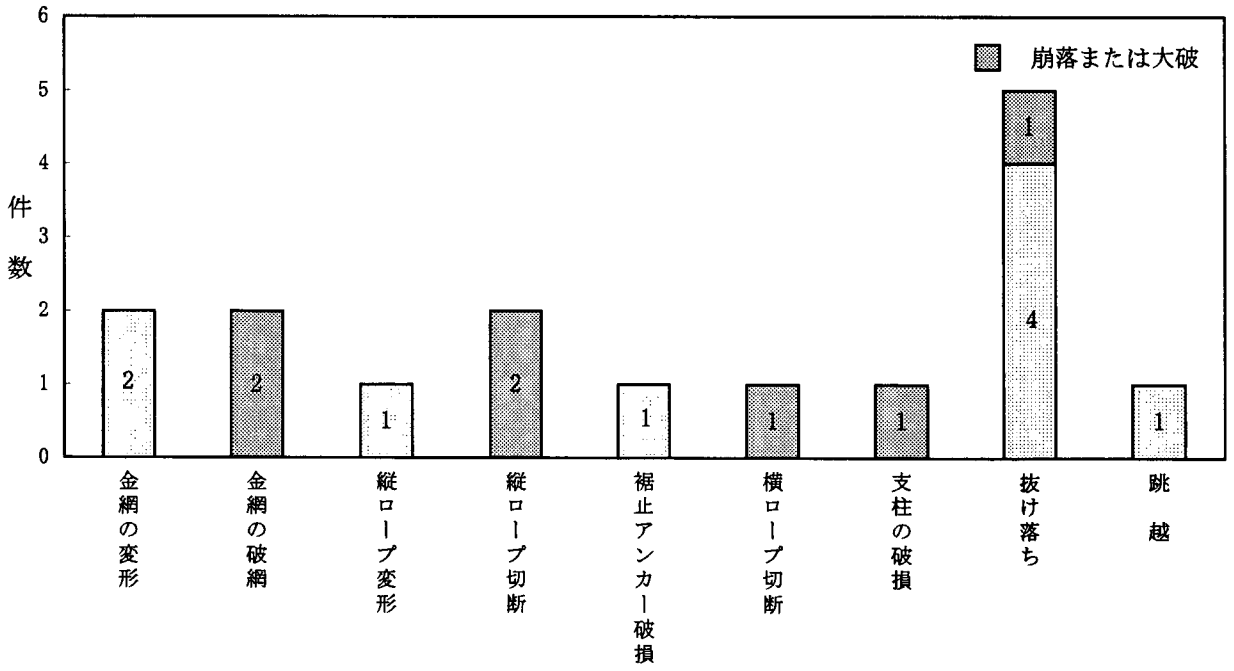


図5.19　ポケット式落石防護網の損傷箇所

（4）落石によるポケット式落石防護網の被害の程度と落石の停止位置

ポケット式落石防護網は部材の塑性変形により落石エネルギーを吸収し、落石を停止する構造であることから、ポケット式落石防護網の被害の程度と落石の停止位置が落石対策工としての機能の指標となる。表5.13にポケット式落石防護網の被害程度と落石の停止位置の関係を示す。ポケット式防護網は覆式落石防護網に比べ、破網による道路への落石がなく、落石の抑止効果が高いと言える。道路へ到達する落石のほとんどが、抜け落ちによるものであり、この場合、落石防護網は無被害の状態で、ネットと地山斜面の間を落石が転げ落ち、減勢されない状態で道路に到達しているものと推測する。前述のとおり、ポケット式落石防護網の場合、積雪や雪崩による支柱やアンカーの損傷を受けやすいため、裾部を開口しているケースが多いが、落石防護網の機能を有効にするためにも、落石防護網の裾部は閉口することが望まれる。ただし、裾部を閉口する場合、裾部への堆積物の維持管理が容易となるような工夫が望まれる。

なお、ポケット式落石防護網は、覆式落石防護網に比べ被害の程度が軽いが、これは覆式落石防護網がすべて北海道における調査結果であり、近年の大規模な地震による落石被害が多く、発生した落石規模が大きいためである。

表5.13　ポケット式落石防護網の被害の程度と落石の停止位置

（a）発生件数

	防護工		歩道	路肩	車道			車道外	総計
	防護網	その他	抜け落ち	抜け落ち	抜け落ち	跳越	破網		
無被害	3	1	1	0	2	1	0	0	8
軽微	2	0	0	0	0	0	0	0	2
小破	0	0	0	1	0	0	0	0	1
中破	1	0	0	0	0	0	0	0	1
大破	1	1	0	0	0	0	0	0	2
総計	7	2	1	1	2	1	0	0	
	9		5						14

（b）比　率

	防護工		歩道	路肩	車道			車道外	総計
	防護網	その他	抜け落ち	抜け落ち	抜け落ち	跳越	破網		
無被害	21.4%	7.1%	7.1%		14.3%	7.1%			57.1%
軽微	14.3%								14.3%
小破				7.1%					7.1%
中破	7.1%								7.1%
大破	7.1%	7.1%							14.3%
総計	50.0%	14.3%	7.1%	7.1%	14.3%	7.1%	0.0%	0.0%	
	64.3%		35.7%						100%

５．３．３　落石防護網に関する考察

落石実態調査の集計結果より落石防護網の設計および構造の課題を以下にまとめる。

（１）覆式・ポケット式を問わず、落石防護網の裾部からの落石の抜け落ちによる道路への被災が多いことから、裾部は閉口することが望まれる。その際、落石が裾部に到達したときの衝撃や積雪・雪崩によるワイヤロープおよび支柱への過大な荷重の作用を避けるため、ネットにゆとりをとり、落石衝撃力の緩衝や積雪余裕とするなどの工夫が必要である。また、落石防護柵や落石防護擁壁と併用する場合には、これらの落石防護工をネットで覆わず、落石防護網の裾部はポケット内に設置することが望ましい。

（２）覆式落石防護網は積雪や雪崩の影響に配慮し、北海道で多く使用されているが、ポケット式落石防護網に比べ、破網による道路への影響があり、できるだけ他の落石防護工と併用することが望まれる。

（３）覆式落石防護網は、落石衝撃力による破網を避け、できるだけ落石防護網により落石を抑止するため、ネットは地山に密着させることが望ましい。

（４）ポケット式落石防護網の支柱は落石の直撃に対して設計は行っていないが、落石が衝突しても耐え得る構造とすることが望ましい。

（５）落石防護網は主として金網により落石を抑制する構造であるため、金網やワイヤロープの取付部の劣化や腐食に対しての維持管理が重要である。

5．4　落石防護擁壁

5．4．1　落石防護擁壁の定義と設計手法

（1）定義

落石防護擁壁の機能は、落石対策便覧[2]において、「岩石が道路に落下することを防止する防護工として、また、崩土が考えられる場所の防護工として用いられるもので、主として、道路の側近に設置されるもの」としており、「落石防護擁壁はその背後にポケットを設け、ある程度の落石や崩土を堆積させることができる構造にすることが望ましい」とされている。

今回の落石実態調査では、落石が発生した箇所において、耐落石設計の有無に関わらず擁壁構造となっているものはすべて、「落石防護擁壁」として記載されている。以下のデータの集計においては土留め擁壁等と考えられるものを除き、擁壁背面にポケット部を有し、落石対策便覧[2]の機能を有する構造の擁壁を落石防護擁壁と見なす。

（2）現行の設計手法

落石対策便覧[2]の落石防護擁壁の設計では、落石や崩土の持つ運動エネルギーを擁壁本体および支持地盤の変形エネルギーに換えて吸収することとしている。落石防護擁壁は一般的に重力式コンクリート擁壁とし、設計上、落石防護擁壁を弾性地盤に支持された剛体と仮定する。

落石に対する設計手順は次のとおりである。

1）落石の持つ運動エネルギーと地盤のバネの変形エネルギーが等しくなるまで、水平変位および回転変位が生ずるものとする。

2）先の変位および回転により地盤が受ける水平力およびモーメントを求める。

3）2）で求めた水平力およびモーメントに擁壁自重および土圧による外力を加え、「道路土工－擁壁・カルバート・仮設構造物工指針」[5]を参考に安定計算を行う。

落石防護擁壁本体の設計として、落石対策便覧[2]では躯体部の補強のため鉄筋に関する規定を設けている。

今回の落石実態調査では、落石防護柵の基礎を兼ねた構造も多く含まれる。落石防護擁壁と落石防護柵の基礎では落石に対する考え方が全く異なり、落石防護柵の基礎として設計された落石防護柵の基礎は無筋コンクリートであり、落石防護柵の基礎に落石が衝突した場合、コンクリートの欠損、破壊が生じることが多い。

落石防護柵の基礎の設計は次のとおりである。

落石防護柵支柱基礎：支柱根入れ部は落石防護柵への落石により発生する曲げモーメントとせん断力に対して基礎コンクリートの許容応力度で抵抗することとし、鉄筋に関する規定および鉄筋の抵抗は考慮しない。

落石防護柵基礎本体：重力式擁壁と同様であり、鉄筋に関する規定はない。特に、落石防護擁壁として落石が衝突することを想定した設計は行われない。

５．４．２　落石防護擁壁の被害集計

（１）データベースの集計

落石防護擁壁が設置された箇所の集計データを表5.14のデータベースに示す。調査結果の概要は次のとおりである。なお、件数は延べ数であり、１箇所に過去に複数回の落石が発生した場合は重複して数えている。表中の［　］は５．４．１の定義により落石防護擁壁から除外したケースである。今回の調査で落石防護擁壁として計上されているものは７３件であり、５．４．１の定義により落石防護擁壁と見なせる構造は５１件である。５．４．１の定義により除外したものは２２件で、土留め擁壁が５件と落石防護柵の基礎で背面のポケットがほとんどないもの１７件である。５１件のうち４７件は落石防護柵との併用としているが、落石防護擁壁として設計されているかは不明であり、背面にポケットを有し、落石防護擁壁と同等の機能を期待していることから、落石防護擁壁と見なす。しかし、背面にポケットを有し、落石防護擁壁と同等の機能を期待する落石防護柵との併用工法の破壊面から擁壁が無筋コンクリートであると確認できるものが６件ある。また、調査箇所では、北海道の事例が多いのが特徴的である。

1)全調査件数		７３件
2)防護工の設置状況	落石防護擁壁	５１件
	（単独工法　４件、併用工法　４７件）	
	落石防護柵の基礎（ポケットがほとんどない）	１７件
	土留め擁壁	５件
3)破壊程度と落石停止位置の記入状況		
	記　入	４１件
	未記入	１０件
（破壊程度は防護擁壁の破壊を示す）		
4)落石の規模	岩盤崩壊	７件
	（被害程度：大破３件、無被害３件、不明１件）	
	（ただし、無被害２件は擁壁が埋没している）	
	表層崩壊	３件
	（被害程度：無被害３件）	
	落石	６３件
5)補強鉄筋の有無	落石防護柵との併用工法（補強鉄筋なし）	６件
	落石防護擁壁については不明	

表5.14　落石被害を受けた落石防護擁壁に関するデータベース

資料番号	防護工の種類	設計条件 重量	設計条件 高さ	落石 個数	重量	衝突位置	落下高さ	その他	落石の停止位置	防護擁壁の被害程度	破壊箇所 ポケット部 過剰堆積	ポケット部 抜け落ち	防護柵の基礎 破壊	防護柵の基礎 ｸﾗｯｸ	擁壁本体 傾斜	擁壁本体 滑動	擁壁本体 目地ずれ	擁壁本体 全壊	擁壁本体 天端	擁壁本体 背面	補強鉄筋	コメント
010501	防護網+防護柵+防護擁壁			多数	70,000.0kg		45.0m	岩盤崩壊	車道外	大破			1		1	1	1				不明	大規模岩盤崩壊のため、擁壁が完全に倒れる
010502	防護網+防護擁壁			3	100.0kg		30.0m															被災時の詳細なし
011101	防護柵+防護擁壁			1	3,750,000.0kg	5.00m	15.0m	岩盤崩壊	車道外	大破			1		1	1	1	1			不明	大規模岩盤崩壊のため、擁壁が傾き破壊される
011103	防護柵+防護擁壁			多数	163.6kg	1.50m			路肩	小破				1					1		なし	多数の落石
011105	防護網+防護柵+防護擁壁																					被災時の詳細なし
011106	防護柵+防護擁壁			1	1,350.0kg	4.00m			車道	無被害												落石が柵の上部に衝突し、車道に落下。擁壁には衝突なし
011201	防護柵+防護擁壁			多数	20,000.0kg	2.00m	100.0m		車道	中破						1	1				不明	擁壁に落石が直撃し、施工目地に隙間が生じる
011202-1	防護擁壁			1					路肩（跳越）	無被害												被災時の詳細なし（土留め擁壁）
011202-2	防護擁壁																					被災時の詳細なし（土留め擁壁）
011203-1	防護網+防護柵+防護擁壁			2	393.8kg																	
011203-2	防護網+防護柵+防護擁壁			2	800.0kg	2.00m			車道	無被害												落石が柵の上部に衝突し、車道に落下。擁壁には衝突なし
011203-3	防護網+防護柵+防護擁壁			5																		
011204-1	防護柵+防護擁壁			1	1,822.5kg																	
011204-2	防護柵+防護擁壁								防護工（擁壁）	中破			1						1		なし	数個の落石が擁壁に衝突
011204-3	防護柵+防護擁壁																					
011205-1	防護網+防護柵+防護擁壁			多数	312.5kg				路肩	中破									1		なし	擁壁の上部が破壊せれ、その破片が路肩に落下
011205-2	防護網+防護柵+防護擁壁			1	90.0kg				車道	中破		1							1			
011206	防護柵+防護擁壁			1	8,320.0kg	0.00m	10.0m		防護工（その他）	無被害												防護網の裾から抜け出し、平場で停止。擁壁には衝突なし
011209-1	防護柵+防護擁壁			1																		
011209-2	防護柵+防護擁壁			多数	8,437.5kg	2.50m			車道	無被害												ｻﾝﾄﾞﾏｯﾄがあるため、直接の衝突はなし
011209-3	防護柵+防護擁壁			1	600.0kg																	
011209-4	防護柵+防護擁壁								防護工（その他）	無被害												
011211-1	防護柵+防護擁壁			多数	93,750.0kg	2.25m			防護工（その他）	無被害												ｻﾝﾄﾞﾏｯﾄがあるため、直接の衝突はなし
011211-2	防護柵+防護擁壁				5,000.0kg	2.25m			防護工（擁壁）	無被害												
011211-3	防護柵+防護擁壁			多数		2.25m			防護工（擁壁）	無被害												
011403	防護柵+防護擁壁			数個	10,472.0kg	1.00m			車道外	無被害												ポケット部が浅いため、1個めの落石がポケットをふさぎ次の落石が防護柵を直撃し車道へ落下
011404	防護柵+防護擁壁			1	83,775.8kg	1.00m			防護工（その他）	無被害												殆どポケット部がないため、防護柵に直撃。擁壁に衝突なし
011405	防護柵+防護擁壁			数個	10,472.0kg	1.50m				中破			1						1		なし	平場はあるがポケット部が浅いため、防護柵の支柱に直撃
012303	防護網+防護柵+防護擁壁+覆道+ﾎﾞｹｯﾄ			1	550,000.0kg	0.00m	50.0m		防護工（その他）	無被害												衝突なし
012304	防護柵+防護擁壁			10	200.0kg	1.00m	20.0m		防護工（擁壁）	無被害												ポケット部が深いため、そこに落下
012306	防護網+防護柵+防護擁壁			5	100.0kg	1.20m	30.0m															
013601	防護網+防護擁壁			多数				表層崩壊	防護工（その他）	無被害												ポケット部、平場なし
013602	防護柵+防護擁壁			多数		3.50m	5.0m		車道	無被害	1											被災時の詳細なし
013607	防護網+防護柵+防護擁壁			多数			60.0m	岩盤崩壊	車道（抜け落ち）	無被害	1											被災時の詳細なし
013608	防護柵+防護擁壁			多数	5.0kg		50.0m		車道（抜け落ち）	無被害	1	1										擁壁の凹部から落石がこぼれ落ちる
013612-1	防護網+防護柵+防護擁壁																					
013612-2	防護網+防護柵+防護擁壁			多数	350.0kg		80.0m															衝突なし
013613-1	防護網+防護柵+防護擁壁			多数	3.0kg			岩盤崩壊	車道	無被害												
013613-2	防護網+防護柵+防護擁壁				15,000.0kg		20.0m	岩盤崩壊	車道（抜け落ち）	無被害	1											大規模岩盤崩壊。詳細な破壊箇所は抽出不可
013614	防護柵+防護擁壁			7	45.0kg		10.0m		車道（抜け落ち）	無被害	1	1										擁壁の凹部から落石がこぼれ落ちる
013616	防護柵+防護擁壁			多数	45.0kg		10.0m	岩盤崩壊	防護工（その他）	無被害	1											ポケット部が浅いため、崩壊岩塊が防護柵の背後まで堆積
013617	防護柵+防護擁壁				200.0kg		10.0m		車道（抜け落ち）	無被害		1										擁壁の凹部から落石がこぼれ落ちる
014501	防護柵+防護擁壁			1	112.5kg																	被災時の詳細なし
014502	防護柵+防護擁壁			2	3,750.0kg				防護工（擁壁）	無被害												ポケット部が深いため、そこに落下
014505	防護擁壁			1	450.0kg																	土留め擁壁
014508	防護柵+防護擁壁			多数	5,625.0kg																	被災時の詳細なし
014509	防護擁壁			1	30.0kg																	土留め擁壁
017201	防護柵+防護擁壁		2.0m	40	250.0kg	2.00m	12.0m															防護柵の基礎
018401	防護柵+防護擁壁				800.0kg				防護工（その他）	無被害												落石が防護柵の上部に衝突し、ポケット部に落下。擁壁には衝突なし
018402	防護柵+防護擁壁				1,200.0kg				防護工（擁壁）	無被害												擁壁背面に衝突。ポケット部あり
018403	防護柵+防護擁壁				1,080.0kg				防護工（擁壁）	無被害												擁壁背面に衝突。ポケット部あり
034001	防護網+防護柵+防護擁壁			14	10,000.0kg		20.0m	表層崩壊	防護工（その他）	無被害												控え壁式擁壁。落石は防護網で停止。擁壁には衝突なし
035301	防護網+防護柵+防護擁壁		2.0m		2,500.0kg	3.00m	30.0m	表層崩壊	防護工（擁壁）	無被害												擁壁背面に衝突。ポケット部あり
035303	防護柵+防護擁壁			6	200.0kg	1.50m	30.0m		車道	無被害												落石が防護柵の上部に衝突し、車道に落下。擁壁には衝突なし
037001	防護網+防護擁壁																					土留め擁壁
037002	防護柵+防護擁壁																					土留め擁壁
043201	防護柵+防護擁壁			10	250.0kg	3.50m	40.0m		防護工（その他）	無被害												写真からは擁壁に衝突した形跡は見られない
053301	防護擁壁			1	312.5kg	1.00m	25.0m		路肩	軽微									1		不明	詳細不明
053302	防護柵+防護擁壁			2	1,000.0kg	0.50m	70.0m		車道	中破	1		1						1		なし	落石がポケット部に過剰に堆積。そのため防護柵に直撃し、車道に落下
053303	防護柵+防護擁壁			多数		0.50m			車道（跳越）	無被害												落石が防護柵を跳越。擁壁には衝突なし
053304-1	防護柵+防護擁壁			1	6,727.5kg	2.80m	50.0m		防護工（擁壁）	小破										1	なし	擁壁背面に衝突しポケット部に落下。背面のｺﾝｸﾘｰﾄが欠損
053304-2	防護柵+防護擁壁			1	1,875.0kg	0.00m	32.0m															
053305	防護擁壁			1	236.3kg	2.00m			路肩	無被害	1											落石がポケット部に過剰に堆積。そのため防護柵に直撃し、車道に落下（「防護工の種類」に防護柵あり）
053306	防護柵+防護擁壁			4	350.0kg	3.00m	3.5m		路肩	無被害												ポケット部が小さいため防護柵に直撃、路肩に落下
053307	防護柵+防護擁壁			1			11.0m		車道（跳越）	無被害												落石が防護柵を飛び越えた
053309-1	防護柵+防護擁壁			8	2.5kg				車道	無被害												ポケット部が小さいため防護柵に直撃、路肩に落下
053309-2	防護柵+防護擁壁			5	67.5kg																	
053314	防護柵+防護擁壁			1	900,000.0kg				防護工（その他）	無被害												ポケット部が小さいため防護柵に直撃し、ポケット部に落下
053316	防護柵+防護擁壁			1		2.00m			車道	無被害												落石が防護柵の上部に衝突し、車道に落下。擁壁には衝突なし
055203	防護柵+防護擁壁	350 kg	20.0m	1	1,100.0kg	0.35m	6.0m		防護工（擁壁）	軽微										1	不明	落石が擁壁背面に衝突し、背面のｺﾝｸﾘｰﾄが剥離
055205	防護柵+防護擁壁	250 kg	20.0m	3	625.0kg		20.0m															ブロック積擁壁
063001	防護柵+防護擁壁		2.0m	多数	30,000.0kg		100.0m	岩盤崩壊	車道	大破					1	1	1	1			不明	大規模岩盤崩壊のため、擁壁が完全に破壊される
097101	防護柵+防護擁壁			1	7,500.0kg	1.00m	60.0m		防護工（その他）	無被害												大径の落石だが写真からは落石による被害は確認できない

（2）落石による損傷箇所

落石防護擁壁の構造上、落石により損傷が生じやすい箇所を検討するため、図5.20に落石防護擁壁の部材別損傷頻度を示す。図中の □ は岩盤崩壊または大破したものを示す。最も多いのはポケット部の過剰堆積であり、落石防護柵との併用工法の場合、ポケットの容積が非常に小さいことが多い。したがって設計時に崩落する土砂の容量等からポケットの容量について、できるだけ検討することが望まれる。また、維持管理において、堆積土砂を排除すべきである。

コンクリートの欠損に対しては落石防護柵の基礎が無筋コンクリートでできている場合が多く、擁壁天端が破壊している。すなわち、今回の調査で落石防護柵との併用工法と見なしたものの多くは、落石防護柵の基礎として設計しながら、背面にポケットを設けている場合がほとんどであり、落石防護柵の基礎に直接落石が衝突することが考慮されていない。落石防護柵の基礎は背面を埋戻し、落石が直接作用しない構造とするか、ポケットを設ける場合には基礎の安定性について、基礎への落石に対して、落石防護擁壁と同等の設計をすることが望まれる。

また、落石防護擁壁の落石衝突部に緩衝材（ＥＰＳ・土羽等）を適用し、落石衝撃力を緩衝することがより安全な処置であると考えられる。

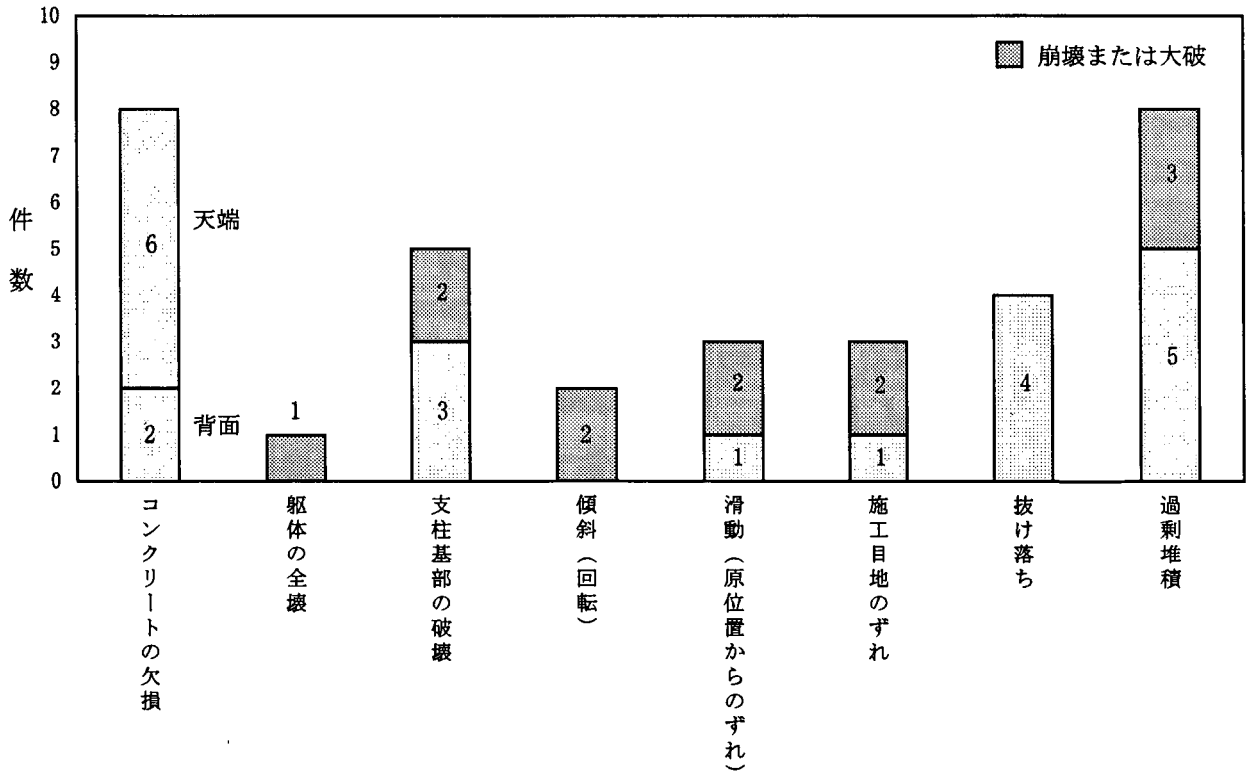


図5.20　落石防護擁壁の損傷箇所

（3）落石による落石防護擁壁の被害の程度と落石の停止位置

表5.15に落石防護擁壁の被害程度と落石の停止位置の関係を示す。落石防護擁壁は落石防護柵と併用されることが多いため、表中では、落石防護擁壁に衝突した場合と落石防護柵に衝突した場合に分類する。落石防護擁壁への衝突は17件あるが、10件は落石防護擁壁で落石が止まっており、道路に達した落石は７件である。そのうち６件の内訳は、岩盤崩壊による落石防護擁壁の倒壊・傾斜が２件、複数の落石によりポケット部が埋まり落石防護柵を破壊して道路に達しているものが２件、擁壁に衝突し落石が分割され、その破片が道路に達したものが１件、擁壁の高さが１mと低いために擁壁を跳越するときに擁壁頂部を削ったものが１件であり、特殊な事例が多い。残りの１件（資料番号011205）のみが落石が擁壁に正面から衝突し、擁壁を破壊した。なお、抜け落ちとは、防護擁壁の頂部にポケットの高さで凹型水路が設けられており、その水路からの落石の抜け落ちを意味する。水路等の設置に際しても、落石が道路に到達しないよう十分な配慮が必要である。

表5.15　落石防護擁壁の被害の程度と落石の停止位置

（a）発生件数

	防護工		路肩			車道				車道外	総計
	防護擁壁	その他	跳越	擁壁に衝突	柵に衝突	抜け落ち	跳越	擁壁に衝突	柵に衝突		
無被害	7	9	1	1	1	3	2	0	8	0	32
軽微	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
小破	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
中破	1	0	0	1	0	0	1	2	0	0	5
大破	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
総計	10	9	1	3	2	3	3	2	8	2	
	19		24								43

（b）比　率

	防護工		路肩			車道				車道外	総計
	防護擁壁	その他	跳越	擁壁に衝突	柵に衝突	抜け落ち	跳越	擁壁に衝突	柵に衝突		
無被害	16.3%	20.9%	2.3%	2.3%	2.3%	7.0%	4.7%		18.6%		74.4%
軽微	2.3%			2.3%							4.7%
小破	2.3%				2.3%						4.7%
中破	2.3%			2.3%			2.3%	4.7%			11.6%
大破										4.7%	4.7%
総計	23.3%	20.9%	2.3%	7.0%	4.7%	7.0%	7.0%	4.7%	18.6%	4.7%	
	44.2%		55.8%								100%

５．４．３　落石防護擁壁に関する考察

落石実態調査の集計結果より落石防護擁壁の設計および構造における課題を以下にまとめる。

（１）落石防護擁壁は、単独で落石対策工として用いられることが少なく、落石防護柵と併用している箇所が多いが、特殊な事例を除き、落石防護擁壁への落石の衝突に対しては概ね防護工位置で落石が止まっており、防護工としての機能を果たしている。

（２）落石防護擁壁の場合、擁壁背面のポケットに土砂が堆積している箇所が見られるが、ポケット部は落石防護上、有用な構造であることから、定期的な堆積土砂の排除等の維持管理が望まれる。また、できる限り設計時にポケット容量の適正について検討が望まれるとともに、落石防護擁壁を跳越する落石があることから、落石防護擁壁の擁壁高は、設計落石の挙動から適切に評価しなければならない。

（３）落石防護擁壁の躯体構造は剛体と見なし、補強鉄筋が配筋される程度であるため、落石の衝撃力によりコンクリートの剥離・クラックが発生しやすい。また、擁壁に直接、落石が衝突するため、局部的に応力が集中し、特に、擁壁の目地部等に損傷が生じやすい。したがって、落石防護擁壁背面の落石衝突部に緩衝材（土羽、ＥＰＳ等）を設置し、衝撃力を緩和し、応力を分散させることにより安全な構造とすることが考えられる。

（４）落石防護柵の基礎で背面にポケットがあり、落石防護擁壁と同等の構造となっていることが多いが、落石衝撃力が作用するにも関わらず落石防護擁壁として設計されていない。落石防護柵の基礎においても、落石が直接衝突すると考えられる場合には、落石防護擁壁の設計に準じて設計することが望ましい。また、基礎躯体に補強鉄筋を配筋することが望まれる。

第６章　まとめ

本調査の１次データ整理結果をまとめると以下のようになる。ただし、今回の調査は落石の全数調査ではなく、防護工に被害が発生した箇所あるいは100kgf以上の比較的大きい落石が発生した箇所を対象としていることに注意する必要がある。

(1)何らかの落石防護施設が設置されていても約３割の地点で落石が路面に達しており、道路防災上、落石防護施設の設置方法、設計法に関する研究が必要であることを示している。

(2)落石防護柵への衝突位置から推定した落石の跳躍量は、ほぼ２ｍ以内に入っていた。ただし、斜面の凹凸が大きい場合や斜面の途中で斜面勾配が変化する場合は、落石が予想以上に跳躍する場合があった。

(3)落石防護工の各工種はそれぞれ耐えうる落石エネルギーの限界を持っており、その値は落石防護網、落石防護柵、落石防護擁壁、ロックシェッドの順に大きくなる。落石防護工に小破程度の被害が発生する落石エネルギーの最小値は、落石防護網では約0.1tf･m、落石防護柵では約0.6tf･m、落石防護擁壁では約60tf･mであった。

本調査の分析結果をまとめると以下のようになる。

○落石防護柵

(1)道路に到達する落石は、落石防護柵を跳越する落石の発生、金網の破網、ワイヤロープのたるみによるものが多い。

(2)高速道路調査会の報告書で提案している落石エネルギーの計算式を用いて計算した値は、実際の落石防護柵の変形より推定した落石エネルギーと同等あるいは安全側の値となった。

(3)設計時の可能吸収エネルギーを逆算し、発生した落石エネルギーと比較した結果、設計エネルギーの約10倍までの落石を防護柵で止めていた。したがって、現行便覧の吸収エネルギー評価式は過小評価、発生落石エネルギー算定式は過大評価していることが考えられ、設計法全体としてはかなりの安全余裕が含まれていることがわかる。

○落石防護網

(1)落石防護網の裾部からの落石の抜け落ちによる道路への被災が多い。落石防護網を選定する場合には、裾部を閉口するか、他の落石防護工と併用することが望ましい。

(2)覆式落石防護網は、落石が金網に衝突することを想定せずに設計を行っているため、落石衝撃力による金網の破網が多く見られた。覆式の場合には、地山と防護網を密着させることが望ましい。

○落石防護擁壁

(1)落石防護擁壁は落石防護柵と併用されることが多い。道路に到達する落石は、ポケット部の過剰堆積により落石防護柵を超越する場合と落石防護柵を破壊する場合が多く、擁壁本体の破壊による場

合は少ない。

(2)落石防護擁壁に落石が衝突し、コンクリートが欠損する事例や落石防護柵の支柱基部のコンクリートが破壊する事例が多く見られた。補強鉄筋による強化や鉄筋コンクリート構造とすることが望まれる。

第７章　謝辞

最後に、調査の実施にあたって御協力いただいた建設省道路局企画課道路防災対策室の伊藤正秀課長補佐、松本豊和係長ならびに本調査を実際に担当された建設省の各地方建設局、北海道開発局の関係者各位に対し深く感謝の意を表する。

参考文献

1) 建設省土木研究所：落石防護工の被害に関する実態調査（第１報），土木研究所資料第1572号，1980.

2) 日本道路協会：落石対策便覧，1983.

3) 門間敬一、小嶋伸一：岩盤斜面挙動観測システム、土木技術資料、Vol.39, No.12, pp.4-5, 1997.

4) （財）高速道路調査会：落石防護施設の設置に関する調査研究報告書，1974.

5) 日本道路協会：道路土工－擁壁・カルバート・仮設構造物工指針，1987.

付録１　平成９年度落石に関する実態調査要領

平成９年４月１８日

各地方建設局道路管理課長
北海道開発局道路維持課課長補佐 殿

建設省道路局企画課
道路防災対策室課長補佐　伊藤正秀
建設省土木研究所耐震技術研究センター
動土質研究室長　松尾

平成９年度落石に関する実態調査について（依頼）

現在、落石対策便覧の改訂作業を進めているところでありますが、改訂に関する資料を収集するために標記調査を別添調査要領により行いたいので、下記により御回答願います。

記

１．調査要領　　別添の平成９年度落石に関する実態調査要領による

２．提出期限　　平成９年５月２３日（金）郵送にて必着

３．提 出 先　　建設省土木研究所耐震技術研究センター動土質研究室

４．問合せ先　　建設省土木研究所耐震技術研究センター動土質研究室 堤研究員
tel.0298-64-4969(ﾏｲｸﾛ 4943)　fax.0298-64-2576(ﾏｲｸﾛ 4940)
建設省道路局企画課道路防災対策室 松本係長
tel.03-5251-1896(ﾏｲｸﾛ 3636)　fax.03-5251-1949(ﾏｲｸﾛ 4814)

平成９年度落石に関する実態調査要領

１．調査目的

現在、落石対策便覧の改訂作業を進めているところであるが、本調査は改訂作業を進めるにあたり、道路における落石防護工の被害実態、落石検知・監視システムの設置状況などを把握し、改訂内容に関する資料を収集することを目的とする。

２．調査実施機関

各地方建設局及び北海道開発局

３．調査対象地点

各地方建設局及び北海道開発局管内の直轄国道のうち、以下のいずれかに該当する地点を調査の対象とする。ただし、該当している地点であっても、管理上の問題等から調査の対象とするか判断に迷う場合については、本省道路防災対策室へ問い合わせをされたい。

（１）落石防護工の被害実態に関する調査

平成４年度～平成８年度に下記のいずれかの記録が残っている地点。

１）落石のため落石防護工に変状ないし被害のあった地点。

２）落石防護工に被害はなかったが、重量100kg以上の落石があった地点。

記入方法は、１地点につき１組の調査票を作成する。同一地点で上記１）または２）の現象が複数回あった場合には、それら全てを同じ調査票へ記入する。

なお、同一地点である場合でも、落石の被害による修繕や改築などで防護施設そのものに変化があった場合には、別の調査票へ記入するものとする。

また、落石防護工は同一であっても斜面の状態が図１のように大きく異なる場合には別の地点として扱う。

（２）落石検知・監視システムに関する調査

現在、斜面に落石検知システムあるいは落石監視システムを設置している地点。ただし、岩盤崩壊モニタリングシステムを設置している地点（全国８地点）を除く。

記入方法は、１地点につき１組の調査票を作成する。同一地点で落石が複数回あった場合には、それら全てを同じ調査票へ記入する。

なお、調査対象期間は、システムを設置し、観測を開始してから平成９年３月末までとする。

４．調査項目

（１）落石防護工の被害実態に関する調査（調査票１：様式１～６）

・地点情報、斜面情報、落石情報（様式１）
・調査地点位置図、落石防護工及び斜面の平面図（様式２）
・落石防護工の概略図（様式３）
・落石防護工の被害状況（様式４）
・落石防護工の被害状況写真（様式５）
・落石による道路等の被害状況（様式６）

なお、本調査における落石防護工は以下のものを指す。

１）落石防護網

斜面に網を張り、落石の発生を防ぐとともに、万一落石が発生した場合には石が飛び跳ねることなく斜面に沿って落ちるようにすることを目的とした工法

２）落石防護柵

斜面の最下部または中段に設置し、落石を防止する柵。なだれ防護柵と兼用

のものも含む。

3）落石防護擁壁

落石を受け止める擁壁タイプの構造物。

4）ロックシェッド

斜面下の道路を全面的に覆ってしまう工法で落石覆工、洞門工ともよばれる。一種のトンネルである。

（2）落石検知・監視システムに関する調査（調査票２：様式７～12）

・機器を設置している場所の地点情報、斜面情報、機器の構成、機能（様式７）
・機器を設置している場所の位置図、平面図（様式８）
・機器を設置している場所の側面図（様式９）
・機器の設置状況写真（様式10）
・これまでの検知事例あるいは監視経過（様式11、12）

なお、本調査における落石検知・監視システムは以下のものを指す。

1）落石検知システム

落石の発生・落下を検知するためのシステム。落石の落下・衝突を感知する計測器を使用する。表１に示すように、感知式、断線式、受圧式などがある。

2）落石監視システム

斜面上の浮き石や不安定土塊の変状・傾動・応力変化などを計測し、異常を監視するためのシステム。伸縮計や傾斜計などの計測器の設置、光波測量やＧＰＳなどによる定点観測、ＩＴＶを用いたビデオ監視などがある。

５．調査票記入要領

調査票の記入にあたっては下記事項に従うものとし、極力既存の資料を活用して調査を実施するものとする。また、既存資料で把握できない項目については、現地調査をするなどしてデータの収集に努められたい。なお、現地調査によってもデータが得られない項目については記入欄に「不明」と明記する。

様式２、３、４、８、９については記入例を参考にされたい。

（1）落石防護工の被害実態に関する調査（調査票１：様式１～６）

1）表紙

落石防護工の被害実態に関する調査（調査票１）において、資料番号は６桁の数字とし、初めの２桁は地建の番号、次の２桁は事務所の番号、最後の２桁は事務所の中での地点番号を記入する。

参考までに表２に地建番号を示す。また、事務所の番号は各地建内の組織コードに基づく番号を記入し、最後の２桁の番号は、事務所の中で順番に01、02、03・・・とつける。

2）様式１

地点情報、斜面情報、落石情報を記述する。なお、資料番号は表紙と同じ番号を記入する。

①地点情報

○調査地点名

○○県○○市○○町○○と記し、調査地点の緯度・経度を併せて記入する。

○路線名

国道○○号○○km地点と記入する。

○車線数

片側○車線、両側○車線と記入する。

○積雪寒冷地域

積雪寒冷地域は「積雪寒冷地域における道路交通の確保に関する特別措置法施

行令」第１条に基づいて指定されている地域を指す。

②斜面情報

○表層土の厚さ

斜面の表層土の厚さが変化する場合には平均値とする。

なお、本調査項目は既存資料に基づいて調査することを原則とし、現地において貫入試験等を実施する必要はない。

○崖錐性堆積物の厚さ

斜面の崖錐性堆積物の厚さが変化する場合には平均値とする。

なお、本調査項目は既存資料に基づいて調査することを原則とし、現地において貫入試験等を実施する必要はない。

○斜面の勾配

斜面の勾配をクリノメーター等で測定して、平均値を記入する。図２に示すように斜面が何段階に分かれている場合、上30度あるいは下45度のように分けて記入する。

○斜面の凹凸

斜面内に深さ１ｍ以上の凹凸がある場合には大、深さ１ｍ～20cmの凹凸がある場合には中、深さ20cm以下の凹凸がある場合は小とする。

○斜面の土質

斜面を観察して、斜面の土質を選択する。

○発生源の地質・岩質

斜面を観察あるいは地質図等を参考にして落石の発生源の地質・岩質を選択する。

○樹木の種類・繁茂状況

斜面を観察して落石発生時の地被物の種類・繁茂状況を推定し各々選択する。

○湧水の有無

落石発生源における落石発生時の湧水の有無を推定し記入する。

○落石に関する標識の有無

落石の恐れあり、落石注意等の落石に関する標識の有無を記入する。

○落石防護工の種類

落石防護工の種類を選択する。複数種類の落石防護工がある場合はすべて選択する。

○設計条件

設計に用いた落石の重量と落下高さを記入する。

なお、同一地点で複数種類の防護工がある場合には、各々について設計条件を記入する。

○Ｈ２防災点検結果

Ｈ２年度に実施された防災点検の対象地点である場合には、点検の結果を選択する。また、点検の対象外である場合には点検対象外を選択する。

○Ｈ８緊急点検結果

Ｈ８年に実施されたトンネル坑口部等の緊急点検の対象地点である場合には、点検の結果を選択する。また、点検の対象外である場合には点検対象外を選択する。

○Ｈ８防災点検結果

Ｈ８年度に実施されている道路防災総点検の対象地点である場合には、点検の結果を選択する。また、点検の対象外である場合には点検対象外を選択する。

③落石情報

○気象条件

時間最大雨量は落石発生前の24時間内での時間最大雨量を、連続雨量は降り始めから（途中で３時間以上連続して雨量がゼロの場合にはそこから改めてカウントし直す）の累計雨量を記入するものとする。落石時に降雨がなかった場合でも、落石発生前３時間以内に降雨があったときには、降雨があったものとして連続雨量を記入する。

なお、落石が地震により発生した場合には震度を記入し、この場合には天候、時間最大雨量、連続雨量の記入は必要ない。

○落石個数

最大径10cm以上の落石の個数を記入する。

○落石発生源の位置

落石発生源の位置が道路敷地内であるかどうか記入する。

○形状

形状について記入箇所の選択肢から選ぶものとするが、落石の個数が複数ある場合には最大の落石の形状を記入する。

○大きさ

大きさについて記入するものとするが、落石の個数が複数ある場合には最大の落石の大きさを記入する。

○重量

重量について記入するものとするが、落石の個数が複数ある場合には重量が最大の落石を記入する。

○衝突位置

落石が防護工に衝突した際の地面からの高さ（図３のH_1）を記入する。例えば、斜面に防護工が設置してある場合には、設置斜面からの高さとする。

○落下高さ

落石の発生源と思われる地点までの道路面からの高さ（図４のH_2）を記入する。

○落石が止まった位置

落石が防護工で止まったかどうかを記入し、もし防護工で止まらなかった場合には、道路のどの位置（路肩、歩道、車道、車道を越えたなど）で止まったかを明記する。

○防護工の被害の程度

下記に記した被害の程度を記入する。

無被害：落石が衝突した形跡はあるがその痕跡が目立たないもの
軽　微：被害程度が軽微なため修理が不要なもの
小　破：被害程度は小規模であるが、修理を要するもの
中　破：被害程度が中規模であり、改築には至らず修理可能なもの
大　破：被害程度が大規模なため、修理が不可能であり改築を要するもの

○道路等への被害の有無

落石防護工以外の道路構造物、走行車両、沿道家屋、人等への被害状況の有無を記す。「有」の場合には様式６を作成する。

３）様式２

○防護工の地点位置図

１／５万の地図に調査地点の位置を記す。

○落石防護工及び斜面の平面図

落石防護工の位置、斜面の状況（岩、植生、凹凸、斜面の保護工など）について、詳細に記述する。なお、斜面の状況については、添付している凡例（表３）を参考にして記入する。

○落石の発生地点・落下径路
　落石の発生地点が確認ないしは推定できる場合には、図中に「×」記号で示すとともに、斜面に残された痕跡等から落石の落下径路を推定し、同図中に記入する。

4）様式３
○落石防護工の概略図
　落石防護工の代表的な断面図を示す。特に防護柵、防護擁壁については図５に示す寸法を記入する。サンドマット等がある場合にはそれも記入する。被災の前後で防護工の種類、形状などが変化した場合には被災前の概略図を記入する。
　なお、落石防護工の設計図面及び設計計算書がある場合にはそれらを添付し、様式３の作成は省略する。

5）様式４
○落石防護工の被害状況
　落石によって落石防護工に被害があった地点については、その被害状況を図に示す。特に防止柵については図６に示す変形量、破壊状況を記入する。

6）様式５
○落石防護工の被害状況写真
　調査地点の全景、落石防護工の調査時の正面、断面及び細部のカラー写真を貼る。また、落石が発生した直後の写真があればそれらも添付する。

7）様式６
○落石による道路等への被害状況
　落石防護工以外の道路構造物、走行車両、沿道家屋等の被害がある場合には、死者・負傷者、通行止めをした車線数、時間、走行車両、沿道家屋の被害状況を記入する。

（２）落石検知・監視システムに関する調査（調査票２：様式７～12）

1）様式７
様式１と同じ項目については同様の要領で記入する。
○落石検知・監視システムの種類
　該当する項目をすべて○で囲む。
○落石検知・監視システムの構成・機能
　構成：落石検知・監視システムを構成する機器（センサーの種類等）、基数を記入する。また、計測の結果を道路利用者へ情報提供している場合には、その機器、方法についても記す。
　機能：①計測方法
　　24時間計測しているのか、定期的に計測しているのかを記入する。
　　：②計測結果の伝達方法
　　現地で計測結果を記録するだけか（オフライン）、事務所とオンライン接続しているかを記入する。
　　オンライン接続している場合には24時間、事務所や委託業者が監視しているのか、また、特に24時間体制はとっていないかを記入する。
　　：③計測値から異常を知らせるシステムの有無
　　一定の値を超えたとき、自動的に何らかの動作を行うかを記入する。
　　例）事務所内の監視装置ブザーが鳴る。
　　道路情報板に「通行止め」等の表示がされる。等

2）様式８
○設置地点位置図
１／５万の地図に設置地点の位置を記す。

○設置機器及び斜面の平面図

機器の設置位置、諸元、斜面の状況（岩、植生、凹凸、斜面の保護工など）について詳細に記入する。なお、斜面の状況については、添付している凡例（表3）を参考にして記入する。

また、設置している機器が複数ある場合には全てを記すこと。

3）様式9

○設置機器の側面図

斜面を含めた断面図を記入する。なお、設置している機器が複数ある場合には代表的な断面へ投影して全てを記入する。

4）様式10

○機器の設置状況写真

設置地点の全景、機器の正面、側面及び細部のカラー写真を貼る。

5）様式11

○これまでに異常を検知・観測した事例の有無

これまでに異常を観測したことがあるかどうか記入する。

また、検知・観測した異常に伴い落石が実際に発生した場合には、様式12を作成する。

○検知・監視状況

記入例に従い、日時、事象、その後の対応を記入する。その後の対応には、継続監視（特に緊急性を要しない）、通行止めの実施、対策工の実施などがある。

なお、センサー等の計測データをとりまとめてグラフ、表などにしたものがある場合には添付する。

○対応の判断基準の有無

検知、監視結果に基づく通行規制、対策工の実施等についての判断基準を設けているか。設けている場合には基準の内容（データの種類、基準値等）を記入する。

6）様式12

①機器を設置している地点情報

○○県○○市○○町○○と記入する。

②落石情報

様式1③落石情報と同じ要領で記入する。

③気象情報

設置地点付近の気象台またはテレメーターのデータから落石の発生した月の月別降水量、月別最高・平均・最低気温を記入する。

6．調査票提出先

〒305　茨城県つくば市旭1

建設省土木研究所動土質研究室

担当　堤　達也

tel.0298-64-4969(ﾏｲｸﾛ 4943)　fax.0298-64-2576(ﾏｲｸﾛ 4940)

7．提出期限

平成9年5月23日（金）（郵送にて必着のこと）

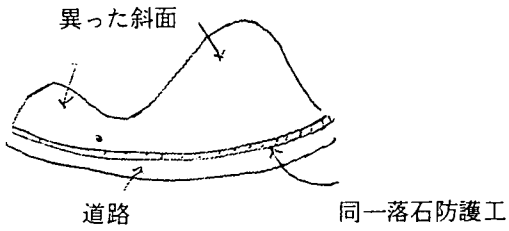


図１　異なった斜面の例

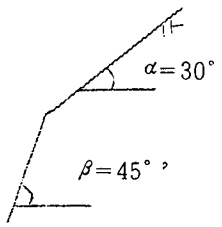


図２　斜面の勾配

表１　検知システムの例

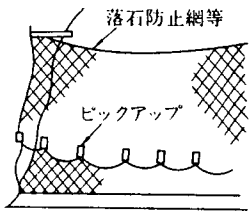
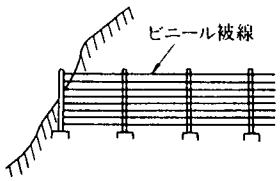
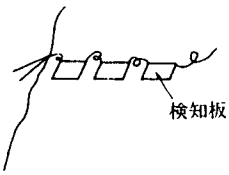
検知装置構造	検知方式	機能例
	衝撃加速度（G）感知式	測定間隔　約8 m（ネット） 動作範囲　50G以下調整可 耐衝撃　100G 重量　150g カウント間隔　100msec
	断線式	型式　中銅線切断方式 線間隔　10･20･30cm
	（落石頻度測定法） 受圧式	検知板　300×350 衝撃力　10kg 計測速度　0.1sec以下 表示　累積頻度 1～24時間当たり頻度 警報　ランプ ※落石重量頻度計も有り。

表２　地建番号

01	北海道	04	北陸	07	中国
02	東北	05	中部	08	四国
03	関東	06	近畿	09	九州

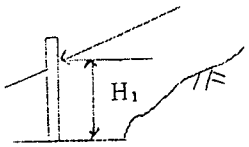


図３　落石の衝突位置

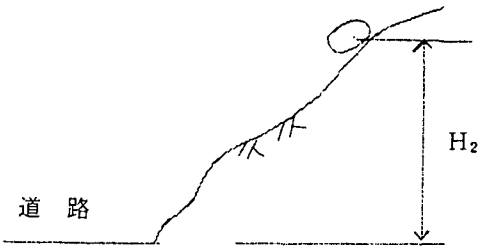
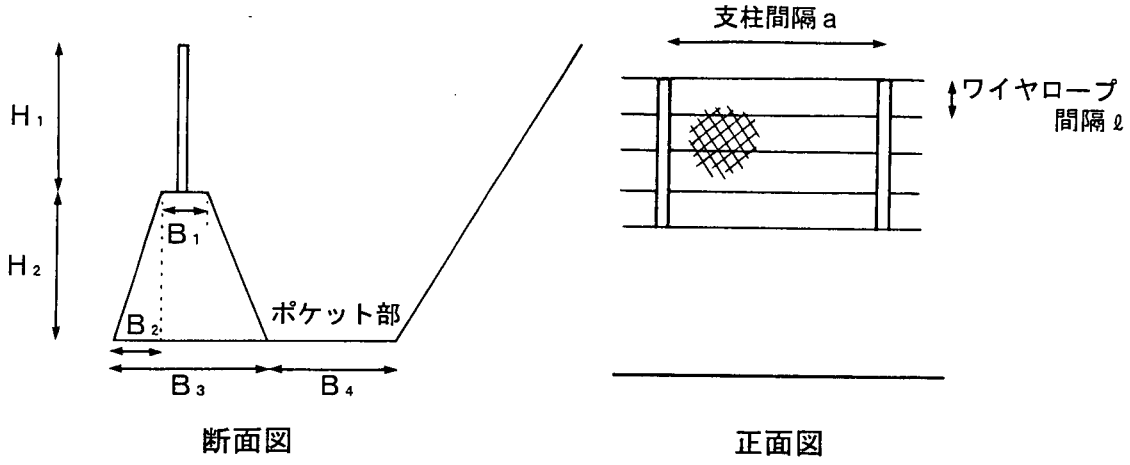
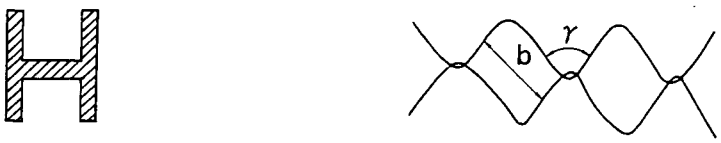


図４　落石の落下高さ





・支柱断面寸法
・ワイヤロープの全長
・ワイヤロープの径

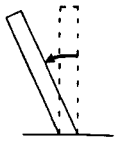
・金網の素線の直径
・金網の交差角γ
・金網の間隔ｂ

・柵の製作年及びメーカー

図５　防護工の概略図

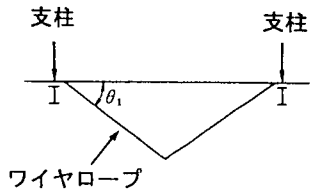
（支柱）

支柱の傾斜角ϕ



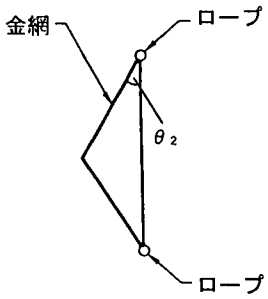
（ワイヤロープ）

- ワイヤロープの変形角θ_1（降伏あるいは切断していないものを対象）
- 降伏したワイヤロープの本数
- 切断されたワイヤーロープの本数



（金網）

- 金網の変形角θ_2
- 破網部分の寸法b，h



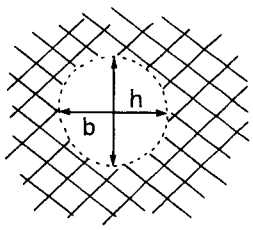


図６　防護工の被害状況

表３－１　斜面の記載凡例１

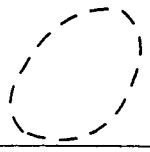
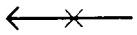
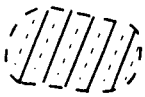
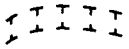
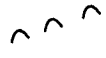
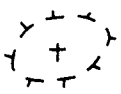
区分	使用記号	記号の意味	区分	使用記号	記号の意味
地形		地すべり地形もしくは地すべり範囲			沢水の濁り
		ガリー			水路からの溢水
		凹地	植生		植生の傾倒
		湿地			植生の枯死
		段丘面			根曲がり
		河道			草地（荒地） 若齢樹木
		流域界	変状		水路の変形
		天然ダム・湛水面			溝状陥没
		砂防ダム			亀裂
		風倒木・伐採地等			亀裂 （段差を伴う）
水文		湧水			隆起
		しみ出し			はらみ出し せり出し

表３－２　斜面の記載凡例２

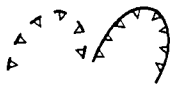
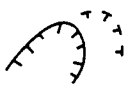
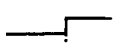
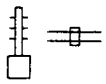
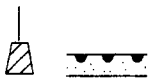
区分	使用記号	記号の意味		使用記号	記号の意味
変状		落石	変状		遷緩線
		構造物の亀裂や目地の開口（上方開口）			露岩部
		構造物の亀裂や目地の開口（全体開口）			落石堆
		構造物の開口や目地の開口（下方開口）			リニアメント
		崩壊地			断層
		崩落			陥没
		崩壊残土			剥落
		滑落崖			ひび割れ
		洗堀			空洞
		崖錐			目地のずれ（正面）
		浮石・転石			目地のずれ（平面）
		遷急線			排水工

表３－３　斜面の記載凡例３

区分	使用記号	記号の意味		使用記号	記号の意味
変状		吹付工	変状		
		のり枠工			
		アンカー工 ロックボルト工			
		落石防止柵			
		落石防止網			
		落石防止擁壁			

平成９年度落石に関する実態調査票１

資料番号 | | | | | | |

平成９年５月

地　建　名	
工事事務所名	

（様式１）

①地点情報

資料番号		
記入者	氏　名	
	所　属	
	ＴＥＬ	（マイクロ）
	ＦＡＸ	（マイクロ）
調査年月日		年　月　日
調査地点名		
		（緯度　経度　）
路線名		国道　号線　km地点
標高		m
車線数		片側　車線・両側　車線
積雪寒冷地域で		ある・ない

②斜面情報

表土層の厚さ	m
崖錐性堆積物の厚さ	m
斜面の勾配	度
斜面内の凹凸	大・中・小
斜面の土質	岩・礫・砂・粘土・腐植土
発生源の地質・岩質	古生層・花崗岩類・崖錐・変成岩・砂礫層・火山岩類・中生層・破砕帯・火山噴出物
樹木の繁茂状況	裸地・まばら・繁茂
樹木の種類	（高木・低木・草本）・（落葉樹・常緑樹）・（混合林・単純林）
湧水の有無	有・無
標識の有無	有・無
防護工の種類	防護網・防護柵・防護擁壁・ロックシェッド・その他（　）
設計条件	（重量）　kg（高さ）　m
Ｈ２防災点検結果	ランクⅠ・ランクⅡ・ランクⅢ・ランクⅣ・点検対象外
Ｈ８緊急点検結果	要対策・要詳細調査・継続監視・対策不要・点検対象外
Ｈ８防災点検結果	要対策・防災カルテ作成・対策不要・点検対象外

③落石情報

発生日時		年　月　日	年　月　日	年　月　日	年　月　日	年　月　日
気象条件	天候					
	時間最大雨量					
	連続雨量					
	地震の場合は震度					
落石個数						
発生源の位置		内・外	内・外	内・外	内・外	内・外
形状		球・円筒・平偏・角	球・円筒・平偏・角	球・円筒・平偏・角	球・円筒・平偏・角	球・円筒・平偏・角
大きさ		m×　m×　m	m×　m×　m	m×　m×　m	m×　m×　m	m×　m×　m
重量		kg	kg	kg	kg	kg
衝突位置		m	m	m	m	m
落下高さ		m	m	m	m	m
止まった位置	防護工で止まった					
	防護工で止まらなかった					
防護工の被害の程度						
道路等への被害の有無		有・無	有・無	有・無	有・無	有・無

（様式２）

資料番号	

（調査地点位置図）	（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下径路）

（様式３）

資料番号	

（落石防護工の概略図）

（様式４）

資料番号	

（落石防護工の被害状況）

（様式５）

資料番号	

（落石防護工の被害状況写真）

（様式６）

資料番号	

発　生　日　時	年　月　日	（道路以外の沿道施設の被害状況）
死者・負傷者数	死者　人・負傷　人	
通行止めをした車線数		
通行止めをした時間		
（走行車両への被害状況）		

平成９年度落石に関する実態調査票２

平成９年５月

地　建　名	
工事事務所名	

（様式７）

①地点情報

地建名		
事務所名		
記入者	氏　名	
	所　属	
	ＴＥＬ	（マイクロ）
	ＦＡＸ	（マイクロ）
調査年月日		年　月　日
調査地点名		
		（緯度　経度　）
路線名		国道　号線　km地点
標高		m
車線数		片側　車線・両側　車線
積雪寒冷地域で		ある・ない
システムの種類	検知	感知式・断線式・受圧式・その他（　）
	監視	計測器設置・定点観測・ビデオ監視・ その他（　）

②斜面情報

表土層の厚さ	m
崖錐性堆積物の厚さ	m
斜面の勾配	度
斜面内の凹凸	大・中・小
斜面の土質	岩・礫・砂・粘土・腐植土
発生源の地質・岩質	古生層・花崗岩類・崖錐・変成岩・砂礫層・火山岩類・中生層・破砕帯・火山噴出物
樹木の繁茂状況	裸地・まばら・繁茂
樹木の種類	（高木・低木・草本）・（落葉樹・常緑樹）・（混合林・単純林）
湧水の有無	有・無
標識の有無	有・無
防護工の種類	防護網・防護柵・防護擁壁・ロックシェッド・その他（　）
設計条件	（重量）　kg（高さ）　m
Ｈ２防災点検結果	ランクⅠ・ランクⅡ・ランクⅢ・ランクⅣ・点検対象外
Ｈ８緊急点検結果	要対策・要詳細調査・継続監視・対策不要・点検対象外
Ｈ８防災点検結果	要対策・防災カルテ作成・対策不要・点検対象外

システムの構成・機能

構成：

機能：①計測方法

24時間計測・定期的に計測・その他（定期的、その他の場合は具体的に記入）

②計測結果の伝達方法

オフライン・オンライン・その他（オンライン、その他の場合は具体的に記入）

③計測値から異常を知らせるシステムの有無

有・無（有る場合は具体的に記入）

（様式８）

地建名		事務所名		地点名	
（設置地点位置図）		（設置機器及び斜面の平面図）			

（様式９）

地建名		事務所名		地点名	

（設置機器の側面図）

（様式10）

地建名		事務所名		地点名	
（機器の設置状況写真）					

（様式11）

地建名		事務所名		地点名	
これまでに異常を検知、監視した事例の有無	有　・　無				

日　　時	検　知　・　観　測　結　果	落石の有無	対　　応
（記入例）○年○月○日○時○分	衝撃加速度50Ｇを検知	有	継続監視（特に対応せず）
△年△月△日△時△分	センサーが断線	有	通行止め（片側１車線、２時間）
□年□月□日□時□分	傾斜計の値が急増	無	通行止め（両側２車線、３時間）
×年×月×日×時×分	ひずみ計の値が急増	無	不安定岩塊を除去

（対応の判断基準の有無）　有・無

（様式１２）

①地点情報

地建名	
事務所名	
地点名	

②落石情報

発生日時		年　月　日	年　月　日	年　月　日	年　月　日	年　月　日
気象条件	天候					
	時間最大雨量					
	連続雨量					
	地震の場合は震度					
落石個数						
発生源の位置		内　・　外	内　・　外	内　・　外	内　・　外	内　・　外
形状		球・円筒・平偏・角	球・円筒・平偏・角	球・円筒・平偏・角	球・円筒・平偏・角	球・円筒・平偏・角
大きさ		m×　m×　m	m×　m×　m	m×　m×　m	m×　m×　m	m×　m×　m
重量		kg	kg	kg	kg	kg
衝突位置		m	m	m	m	m
落下高さ		m	m	m	m	m
止まった位置	防護工で止まった					
	防護工で止まらなかった					
防護工の被害の程度						
道路等への被害の有無		有　・　無	有　・　無	有　・　無	有　・　無	有　・　無

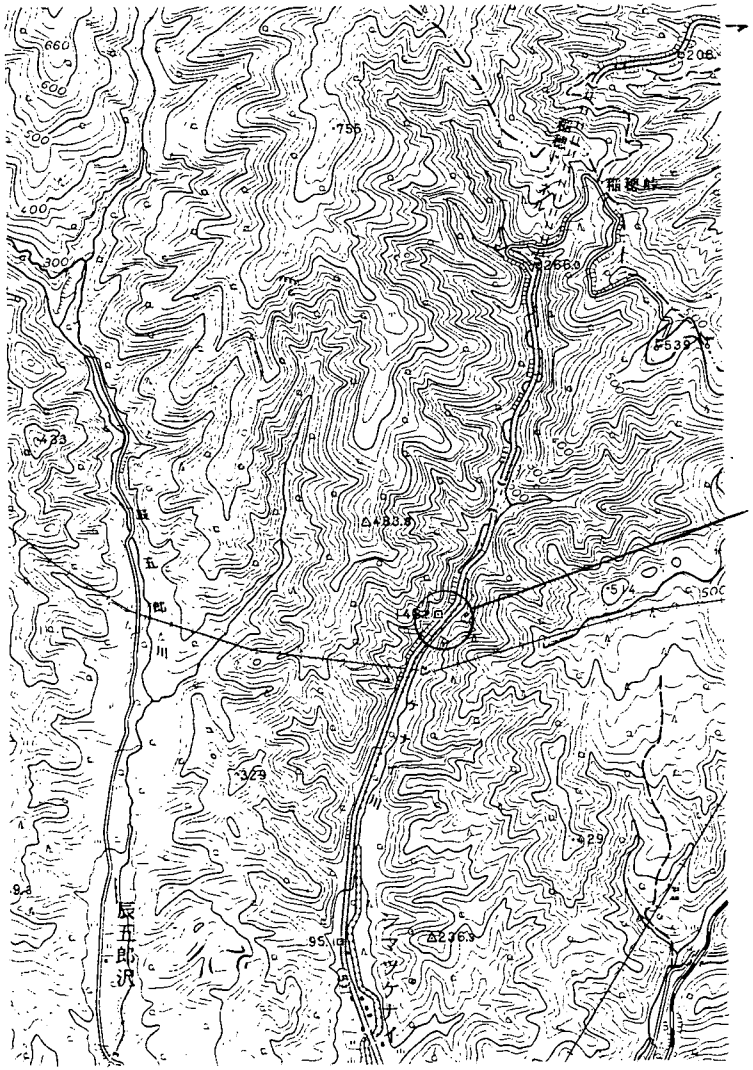
③気象情報

	１月	２月	３月	４月	５月	６月	７月	８月	９月	１０月	１１月	１２月
月別降水量(mm)												
月別最高気温(℃)												
月別最低気温(℃)												
月別平均気温(℃)												

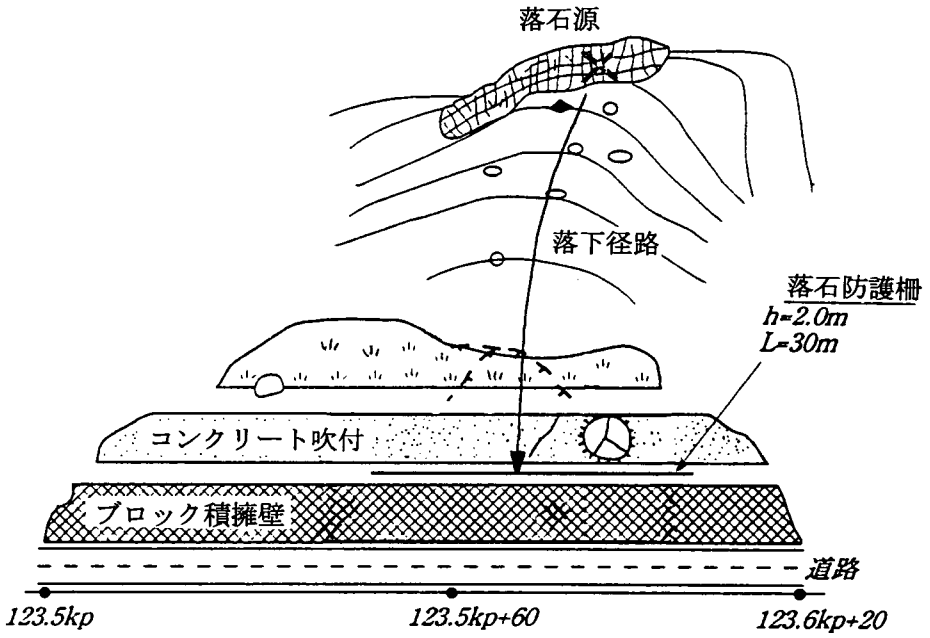
（様式２） 記入例

資料番号	

（調査地点位置図）



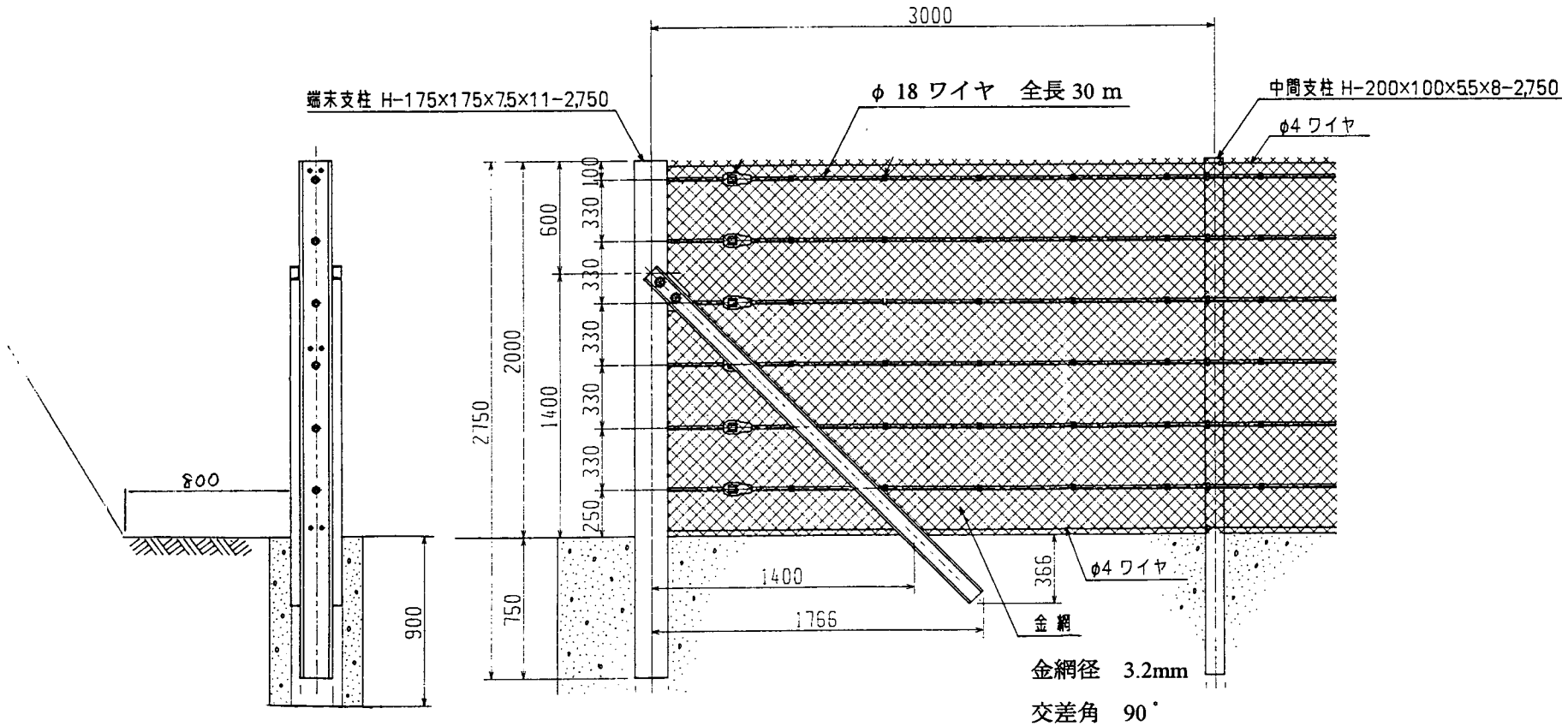
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下径路）



（様式３）記入例

資料番号	

（落石防護工の概略図）



金網径　3.2mm

交差角　90°

網目　　50 × 50mm

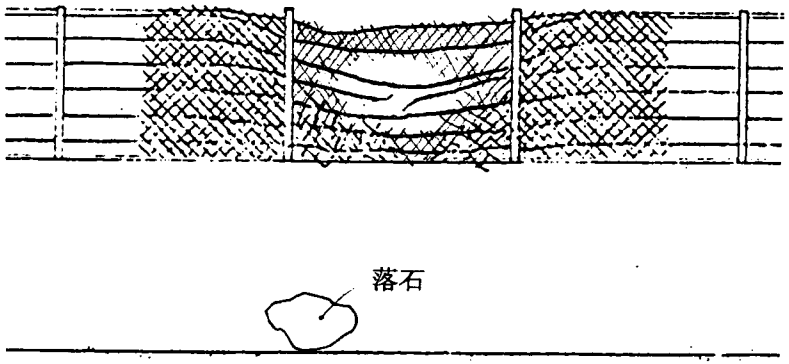
メーカー：○○○○

製作年　：昭和○年

（様式４）記入例

資料番号	

（落石防護工の被害状況）



支柱と支柱の間に落石が衝突し、ワイヤロープと金網が破壊され石は道路に落ちた。

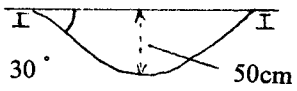
（支柱）被害なし（傾斜角０˚）

（ワイヤロープ）

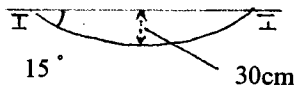
切断された本数：１本

降伏した本数　：１本

変形した本数　：２本



（上から２本目）



（上から５本目）

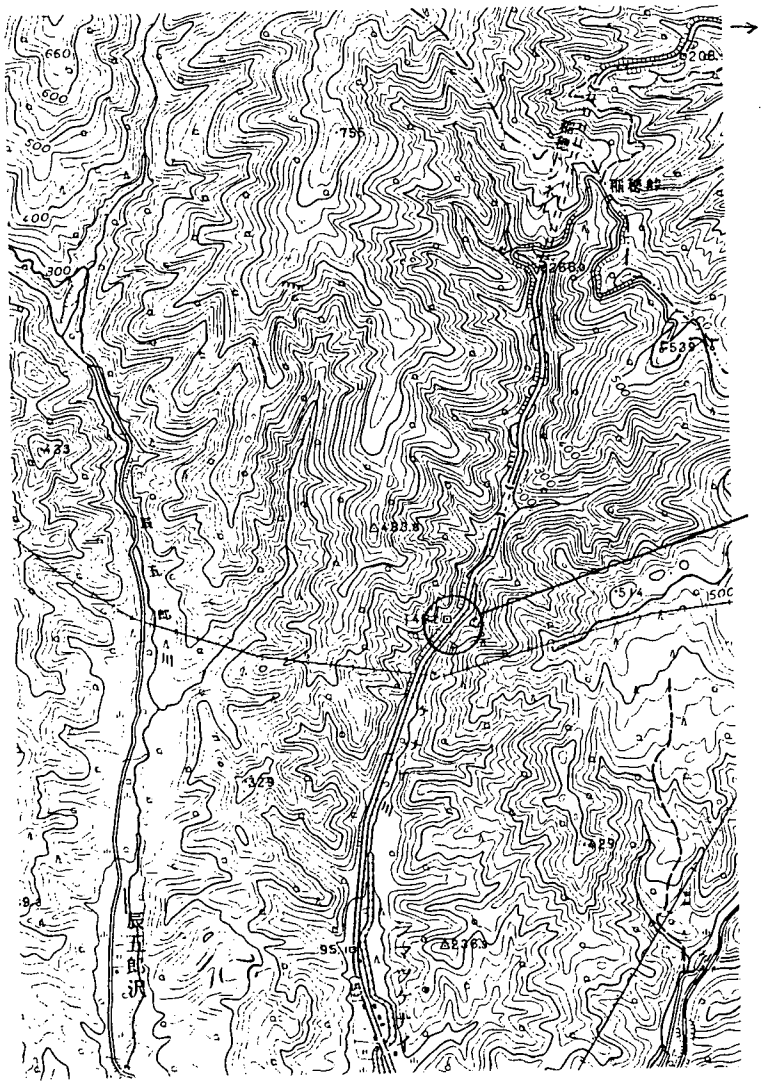
（金網）

破網：幅 70cm ×高さ 50cm

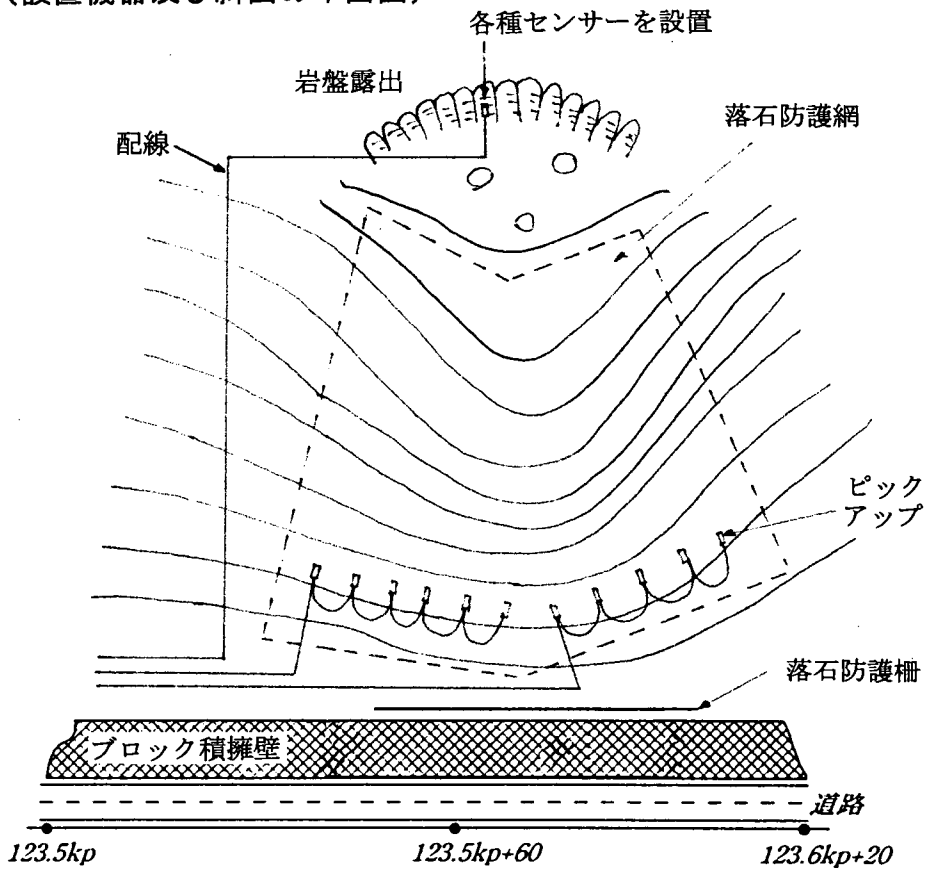
（様式８）記入例

地建名		事務所名		地点名	

（設置地点位置図）



（設置機器及び斜面の平面図）

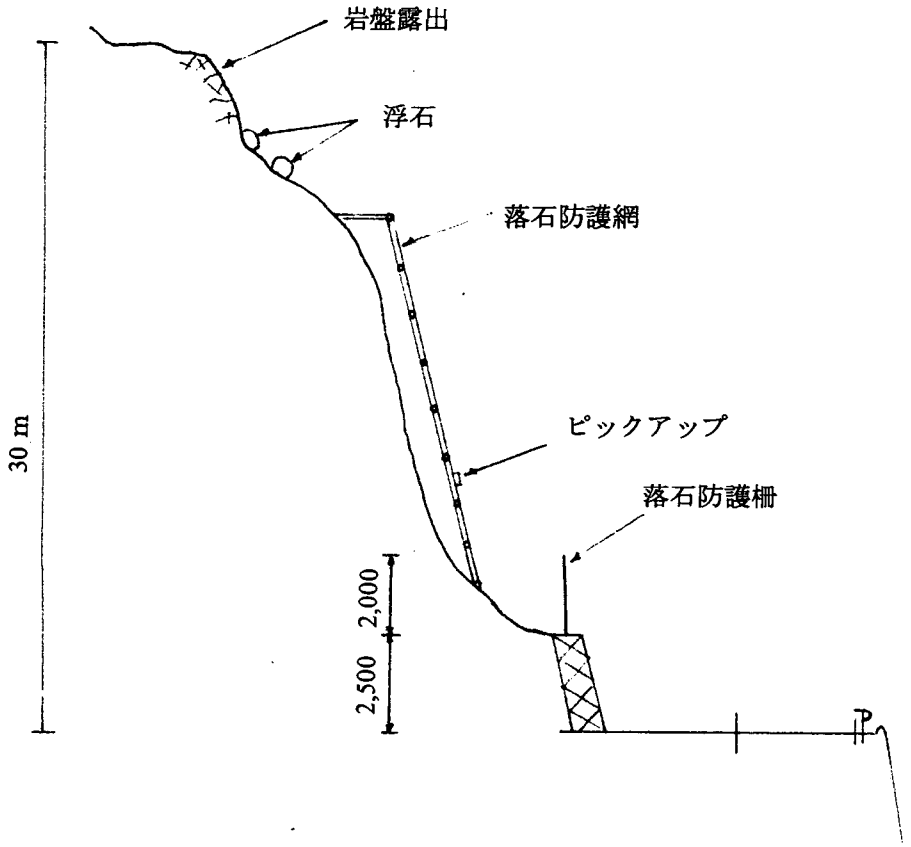


(同一地点に検知システムと監視システムが設置されている例を示している。)

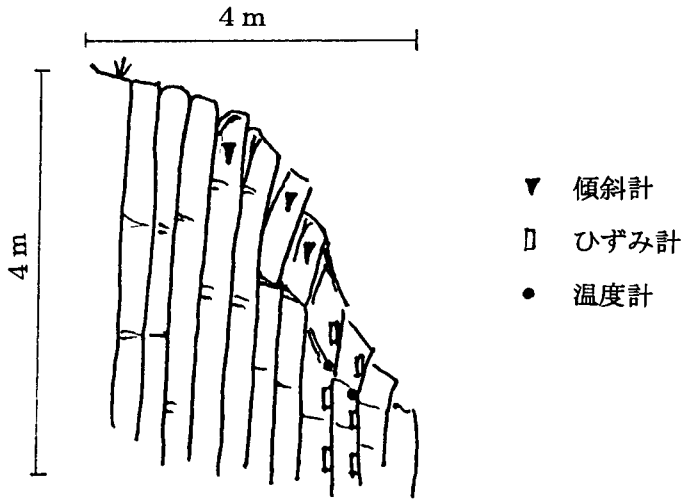
（様式９）記入例

地建名		事務所名		地点名	

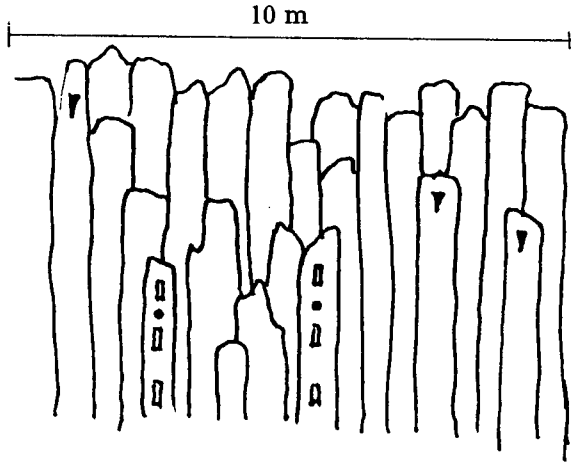
（設置機器の側面図）



全体断面図



断面図



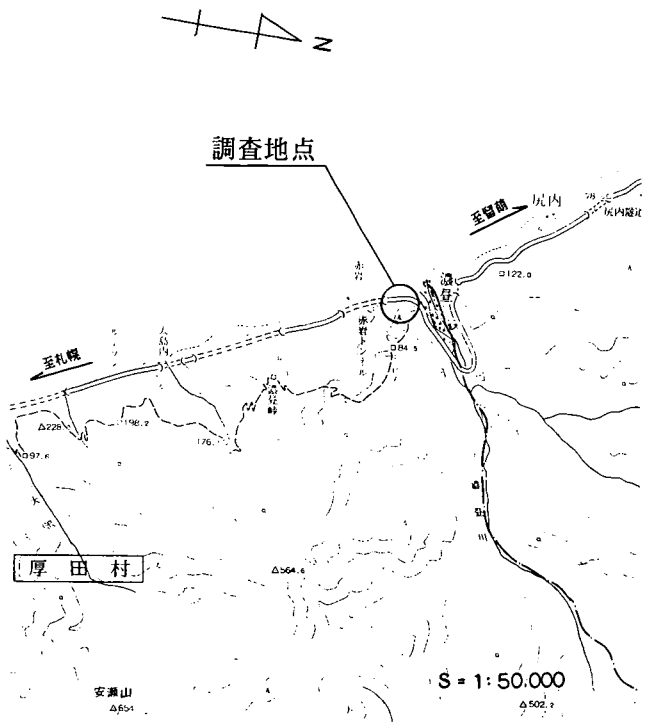
正面図

岩盤露出部拡大図

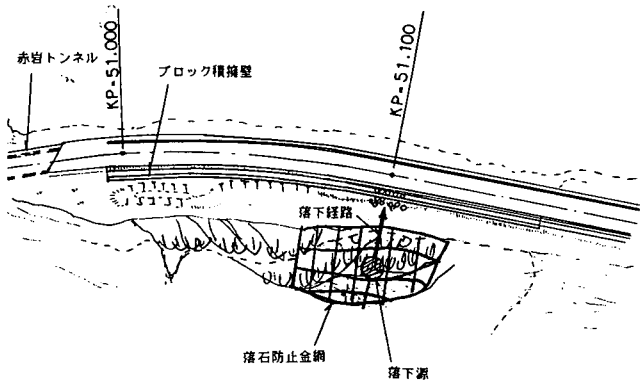
付録２　落石防護工の被害の概要
（調査票１より抜粋）

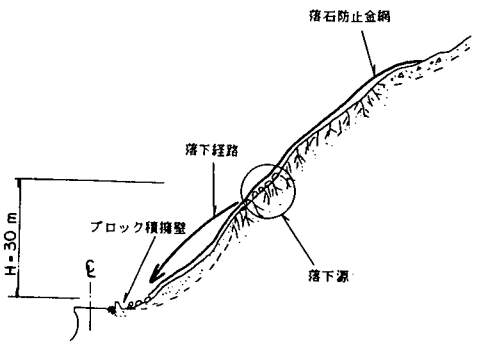
資料番号　010502

（調査地点位置図）

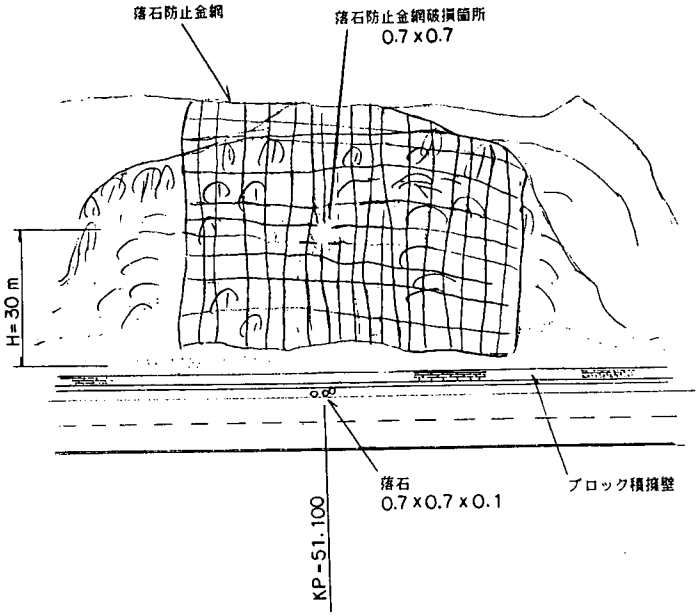


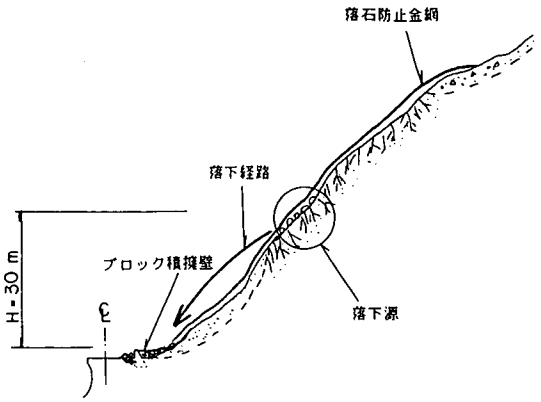
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



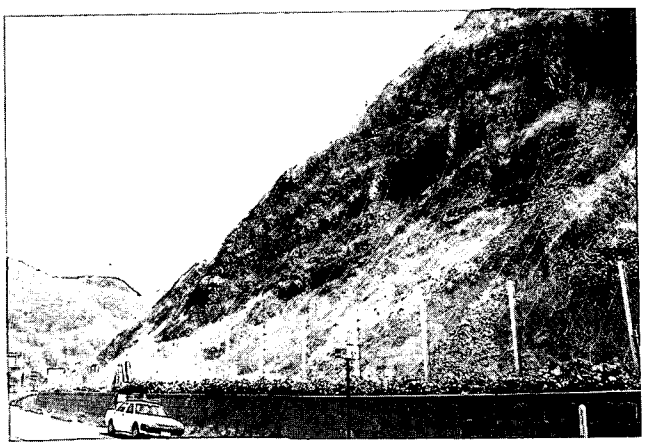


（落石防護工の被害状況）



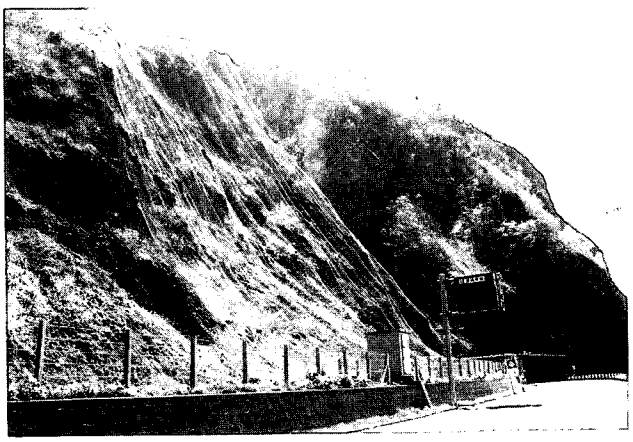


（落石防護工の現況写真）



札幌側より留萌方向

（撮影：平成9年5月13日）



留萌側より札幌方向

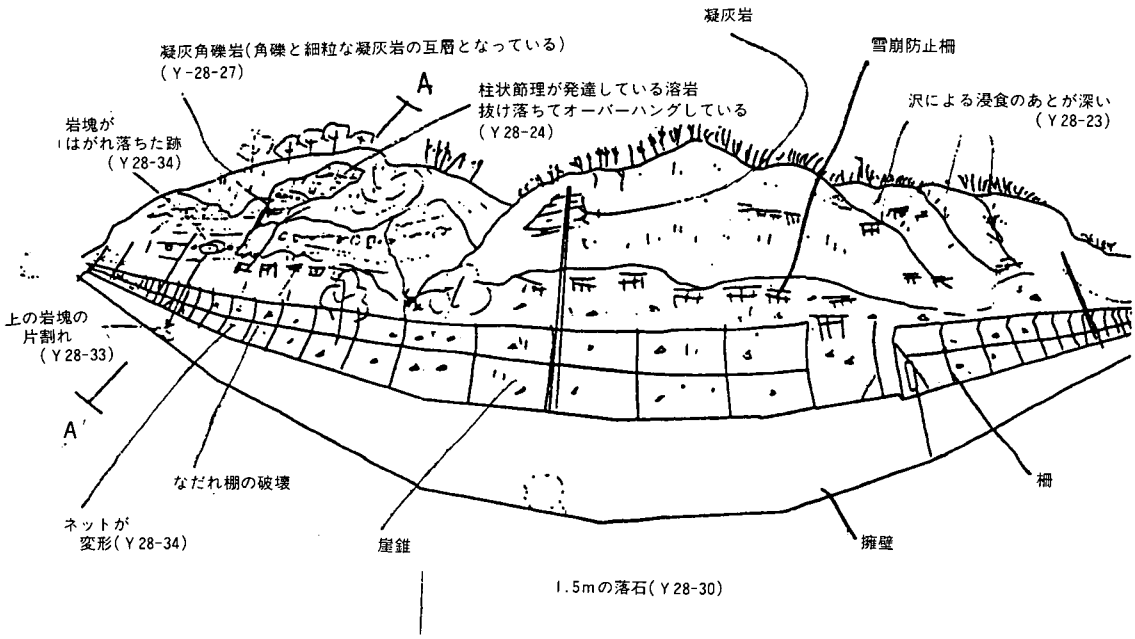
落石当時、落石防護柵は、未設置。

資料番号　011103

（調査地点位置図）

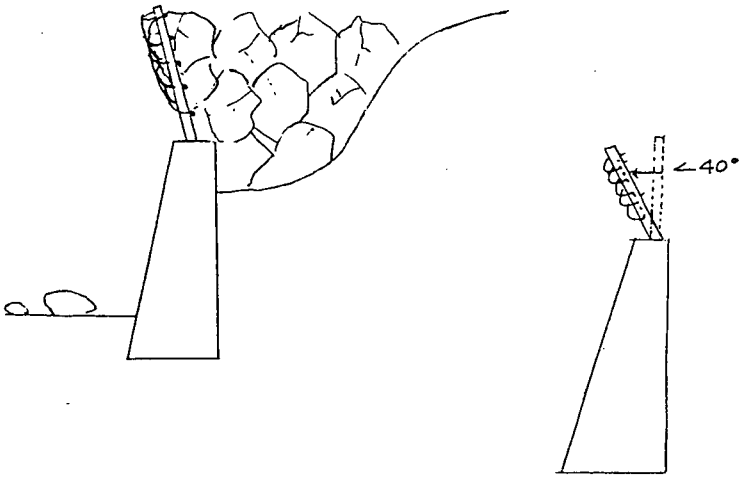


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の被害状況）

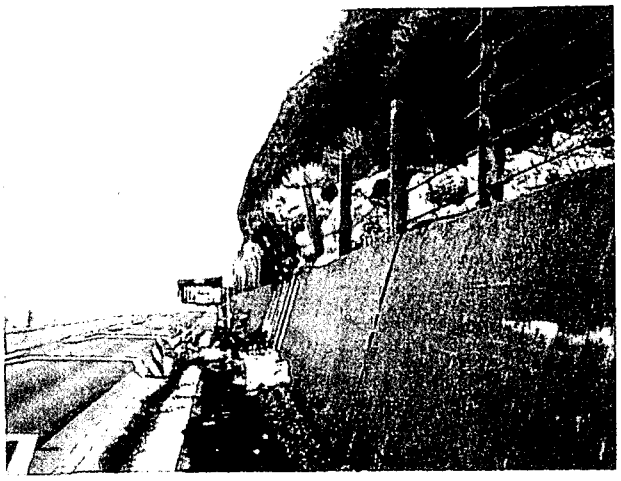
擁壁及び柵に岩及び土塊が
雪崩防止柵を巻き込み落下した。
大部分は防護工で止まったが
一部土塊が路肩へ落下した。

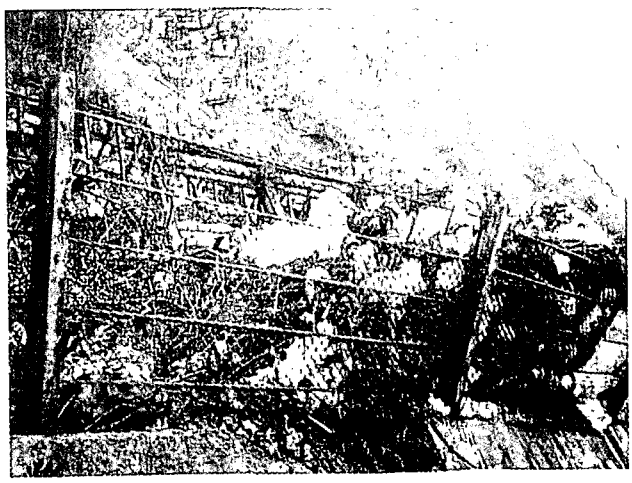


（支柱）傾斜角４０°

（ワイヤーロープ）
切断された本数：０本
降伏した本数　：５本
（写真より判断）

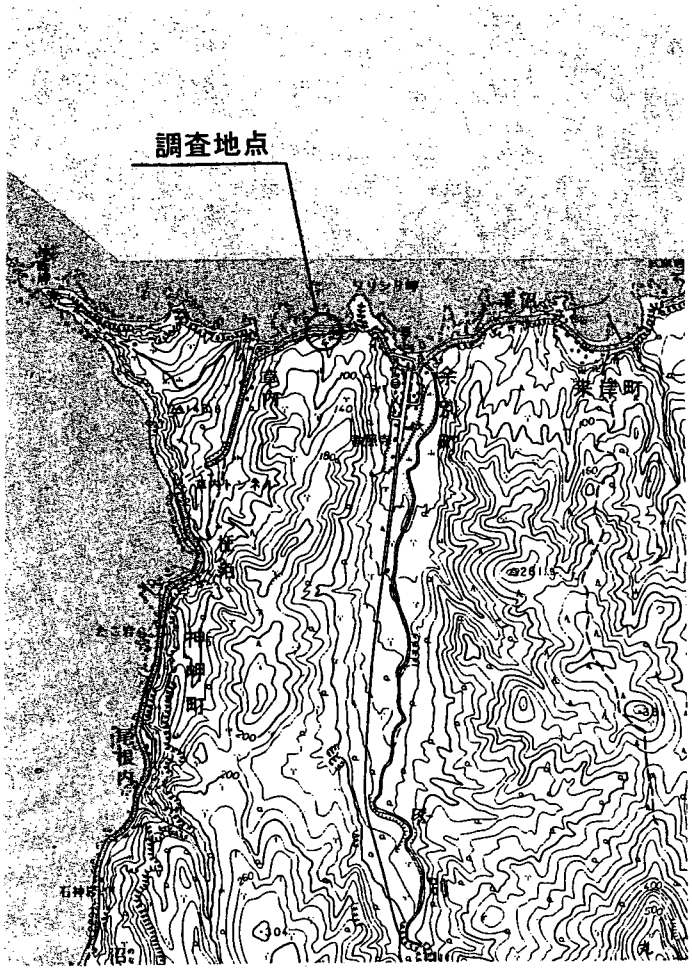
（落石防護工の被害状況写真）



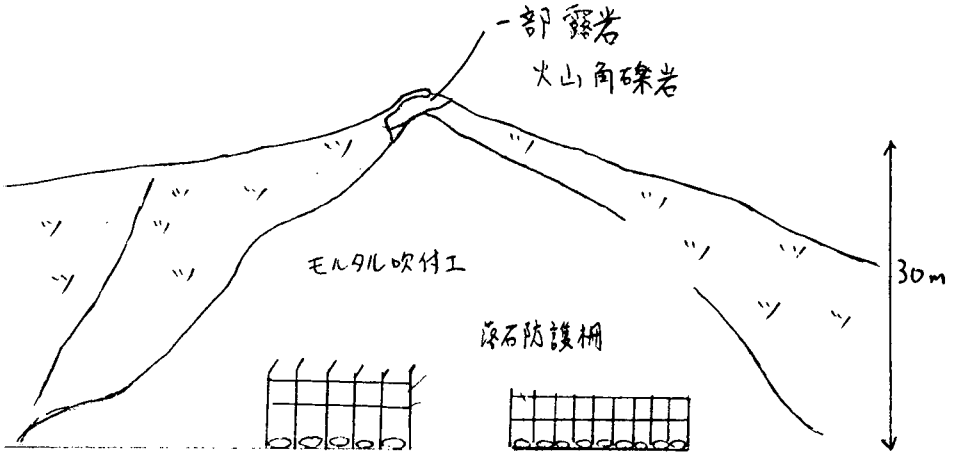


資料番号　011104

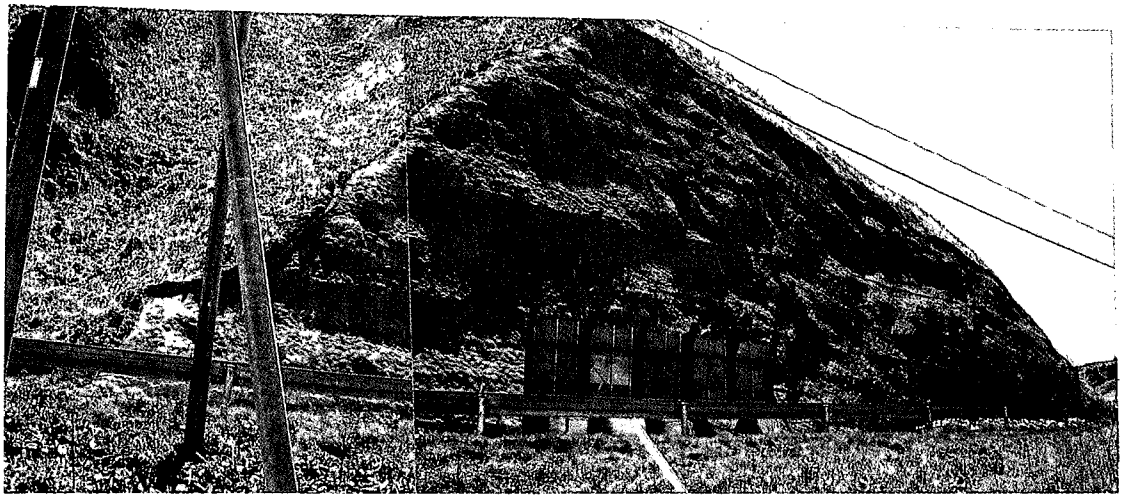
（調査地点位置図）

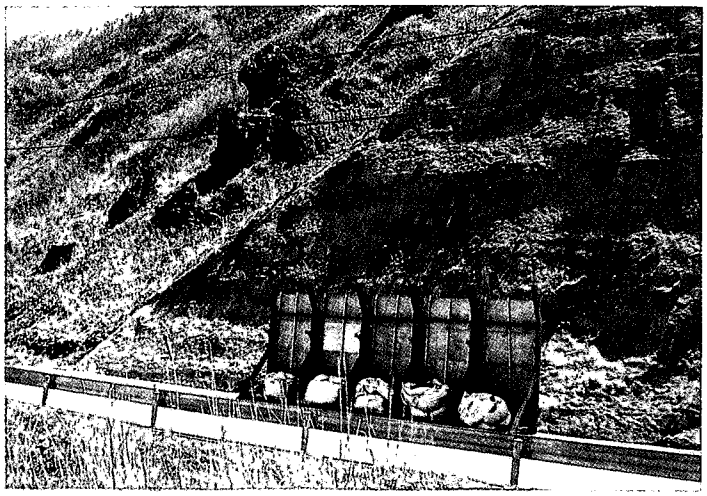


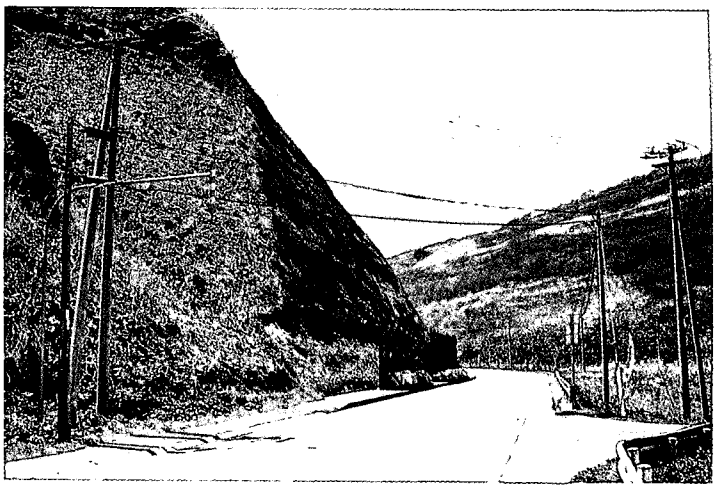
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の現況写真）

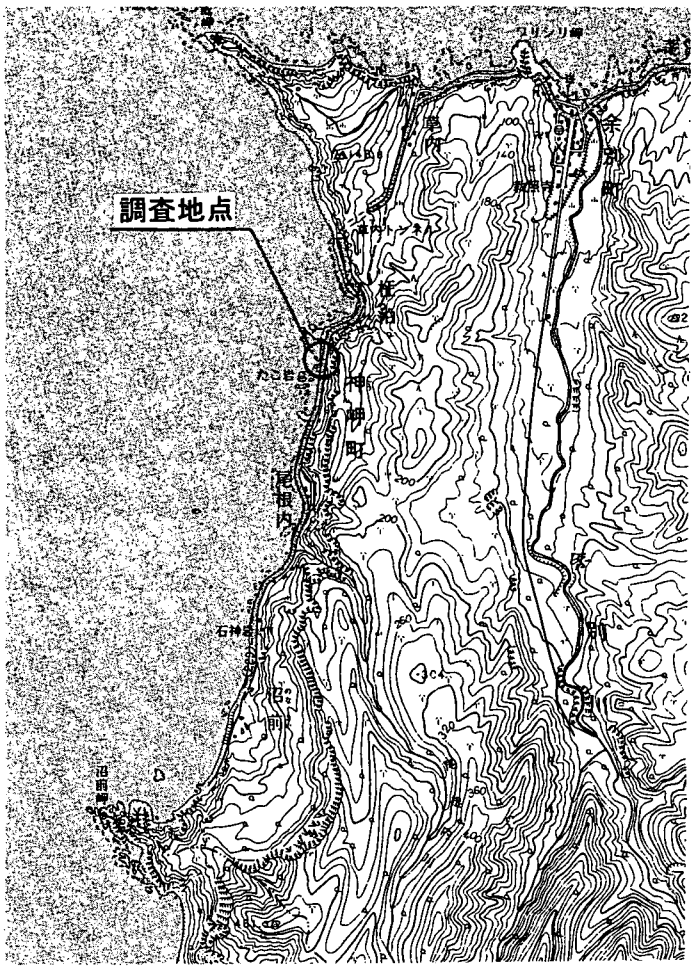




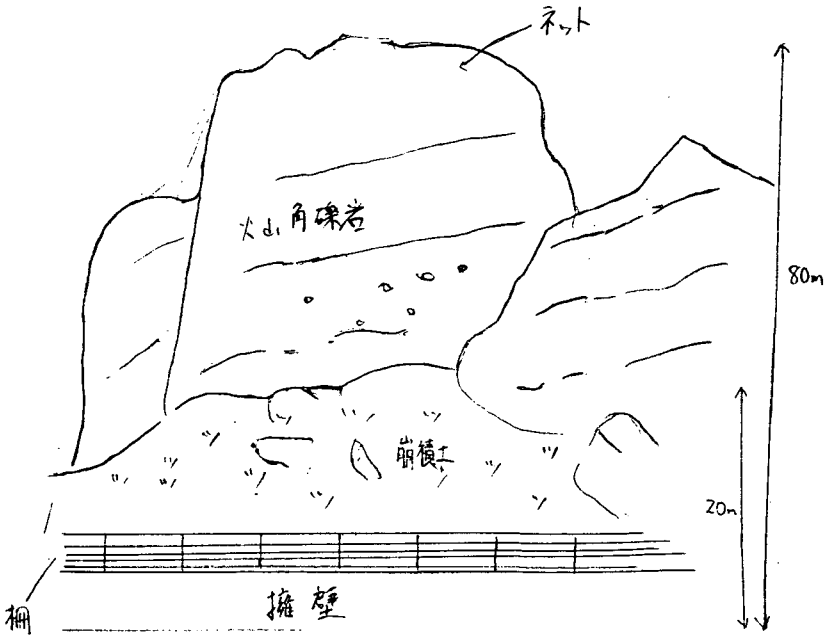


資料番号　011105

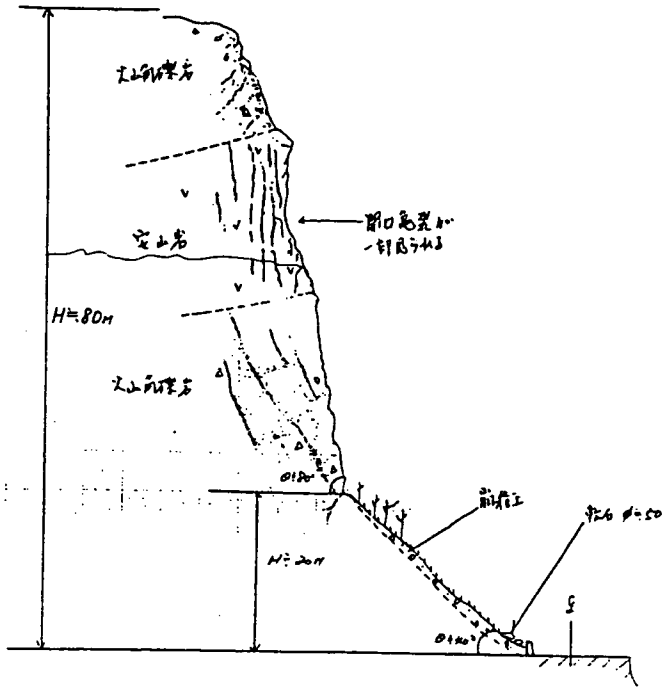
（調査地点位置図）



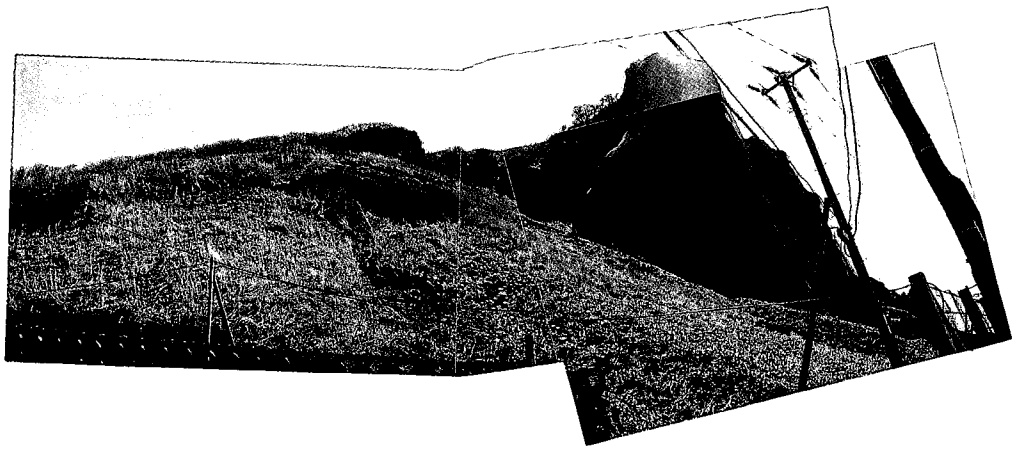
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

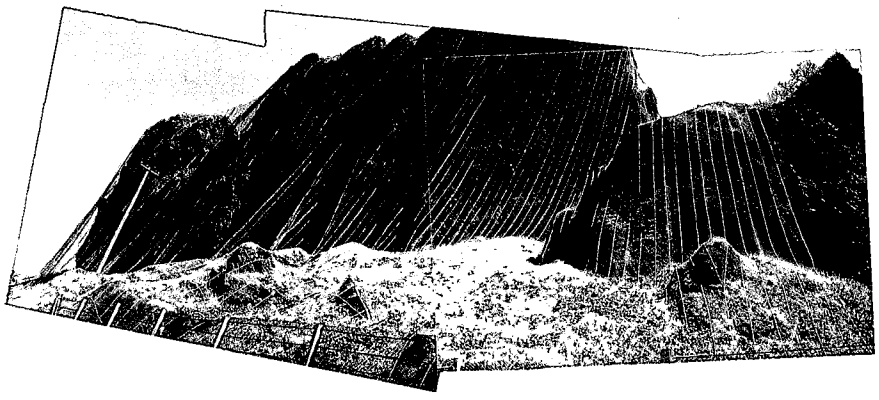


（落石防護工の被害状況）



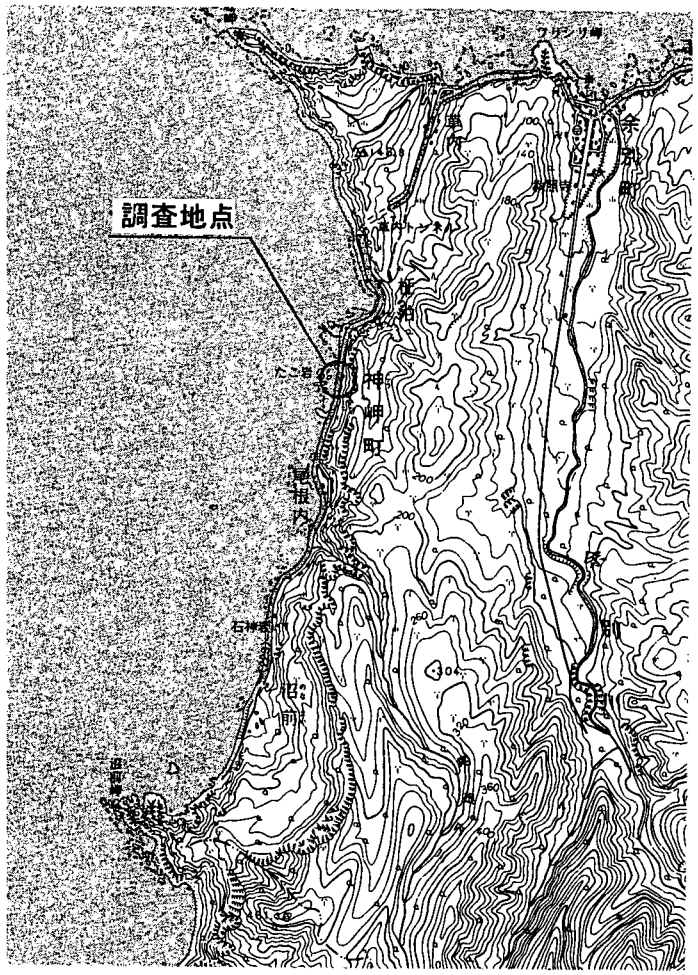
（落石防護工の現況写真）



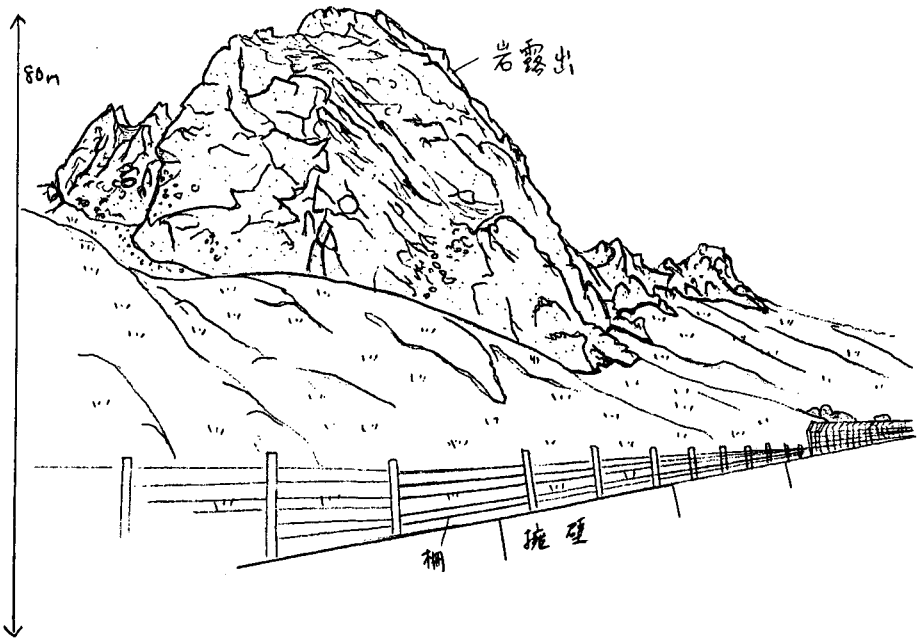


資料番号　011106

（調査地点位置図）



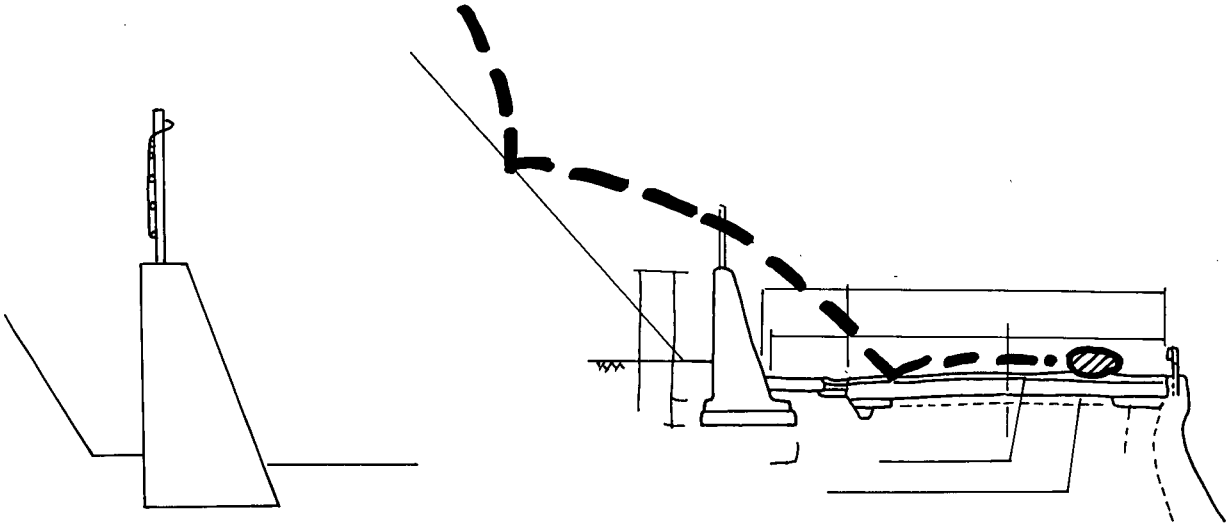
（落石防護工及び平面図・落石の落下経路）



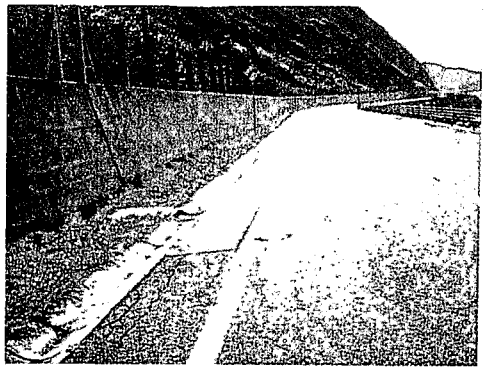
（落石防護工の被害状況）

支柱と支柱の間に落石が衝突し，上から１本目のワイヤーロープが支柱からはずれ，金網が破壊され，石は道路に落ちた。

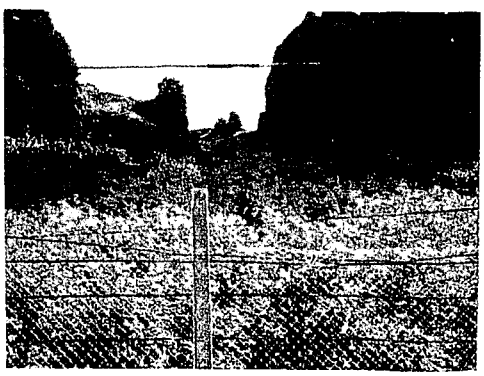
（支柱）　被害なし　傾斜角０°
（ワイヤーロープ）
降伏した本数：１本



（落石防護工の被害状況写真）

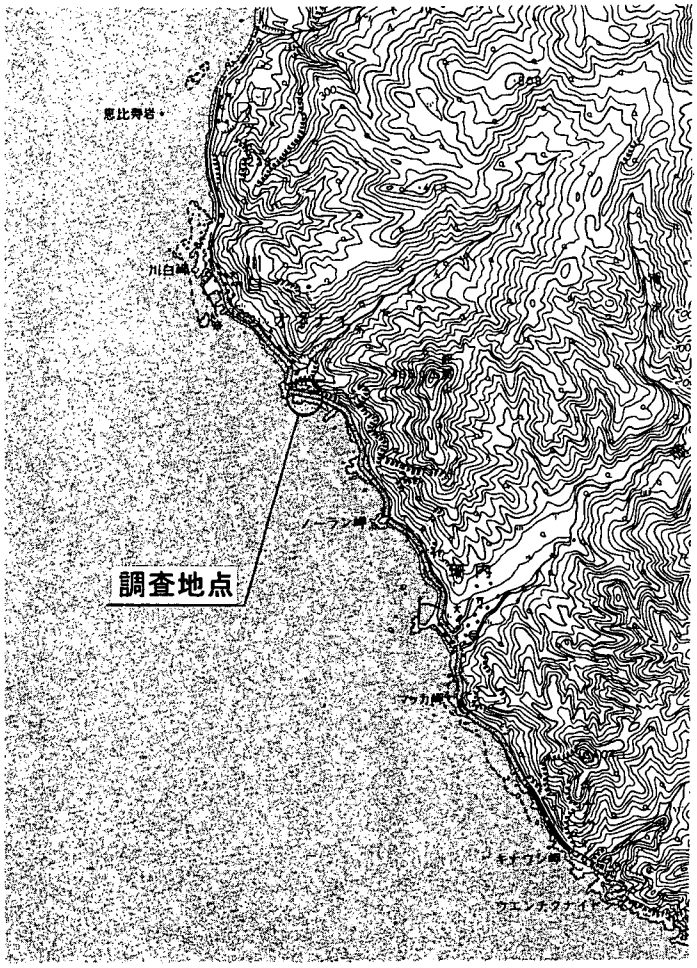




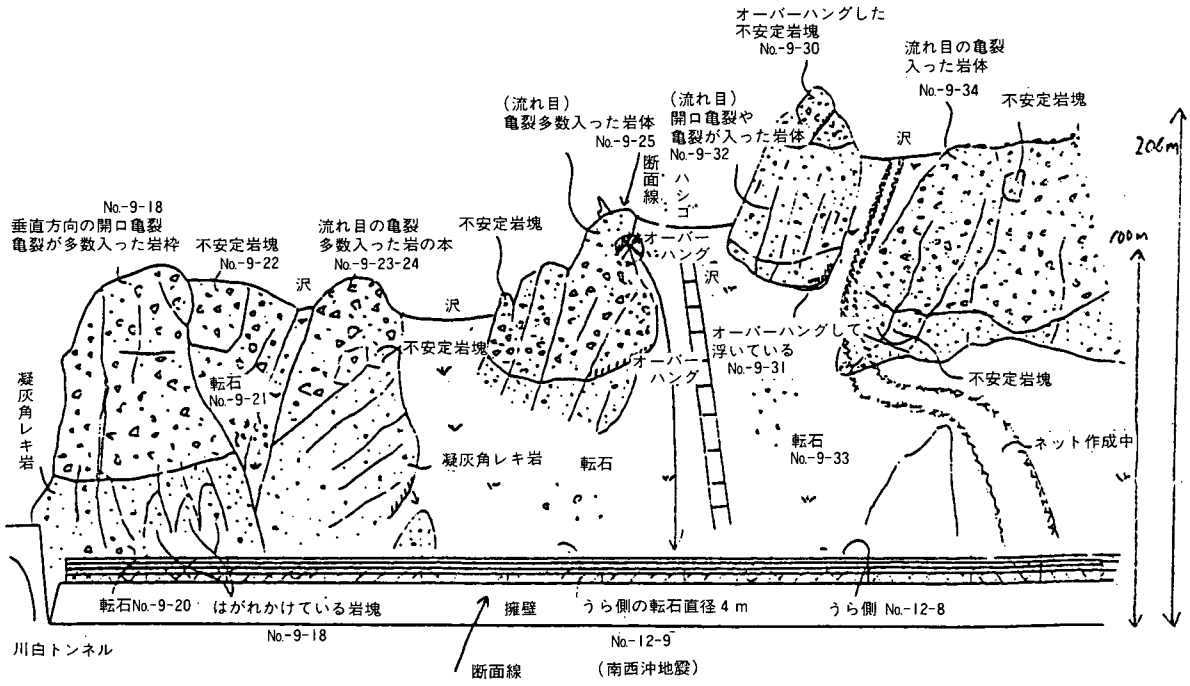


資料番号　011201

（調査地点位置図）

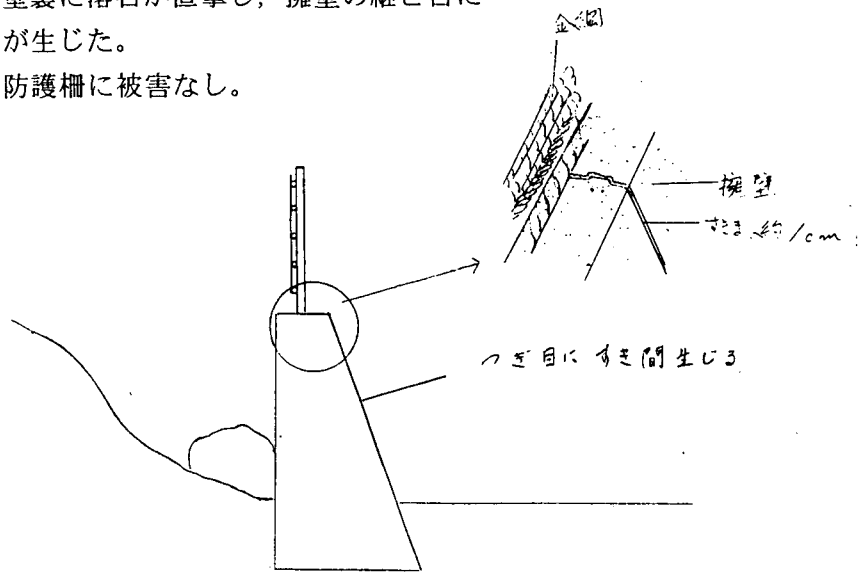


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

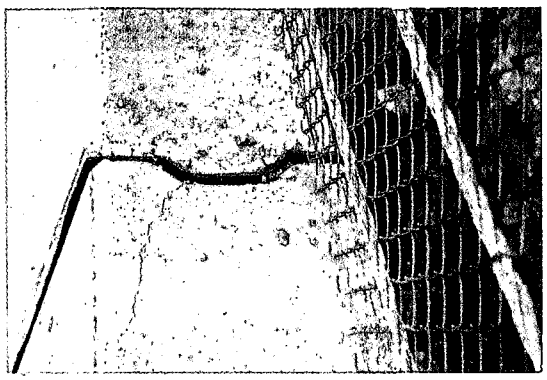


（落石防護工の被害状況）

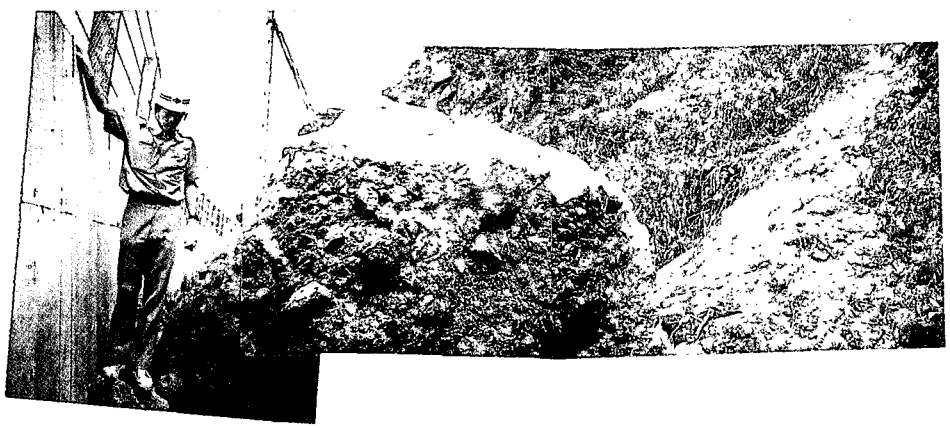
擁壁裏に落石が直撃し，擁壁の継ぎ目に隙間が生じた。
落石防護柵に被害なし。



（落石防護工の被害状況写真）

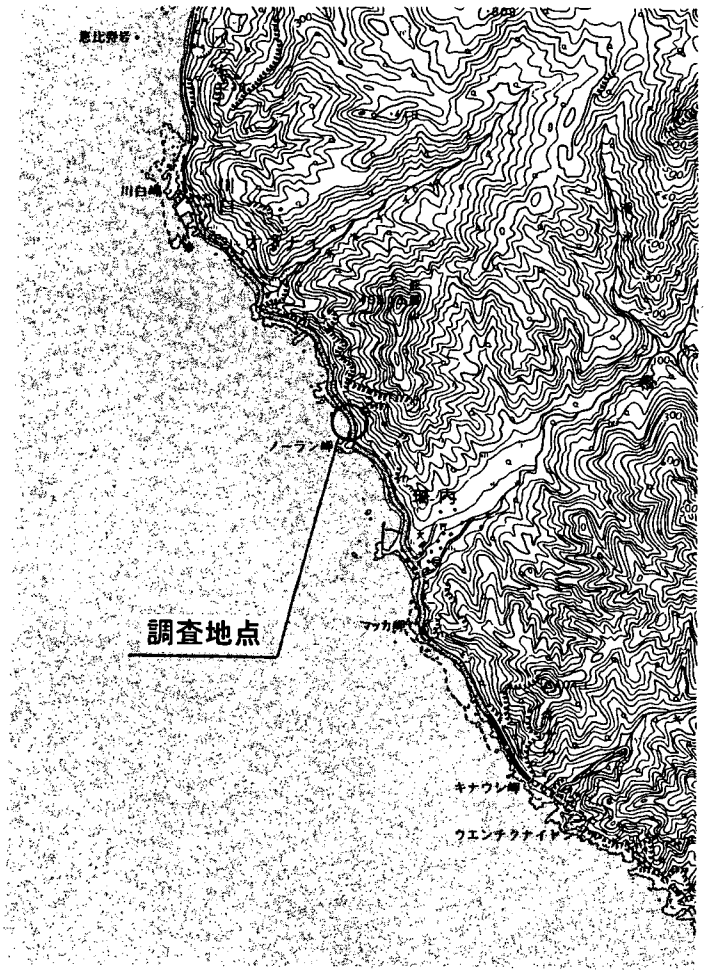




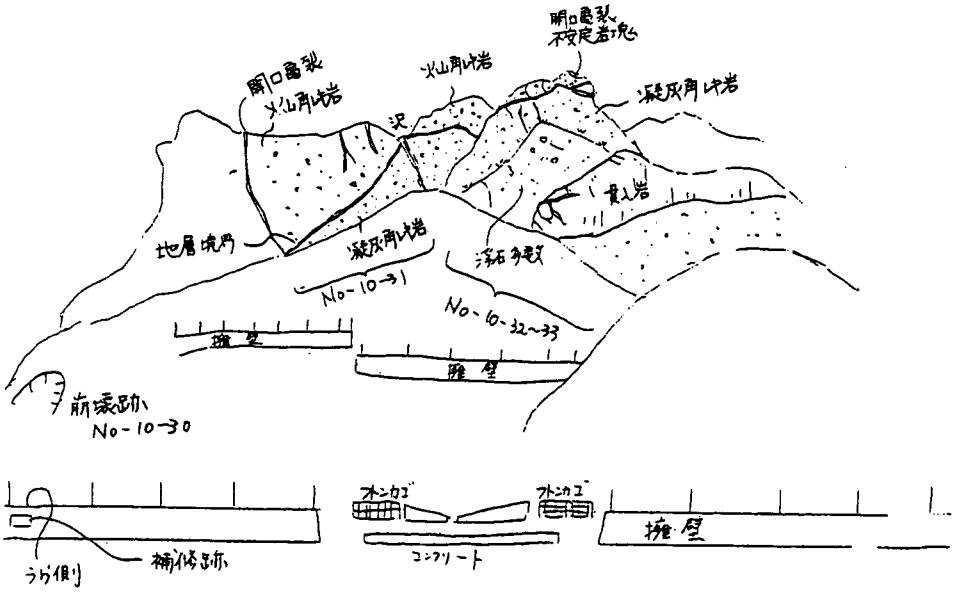


資料番号　011202

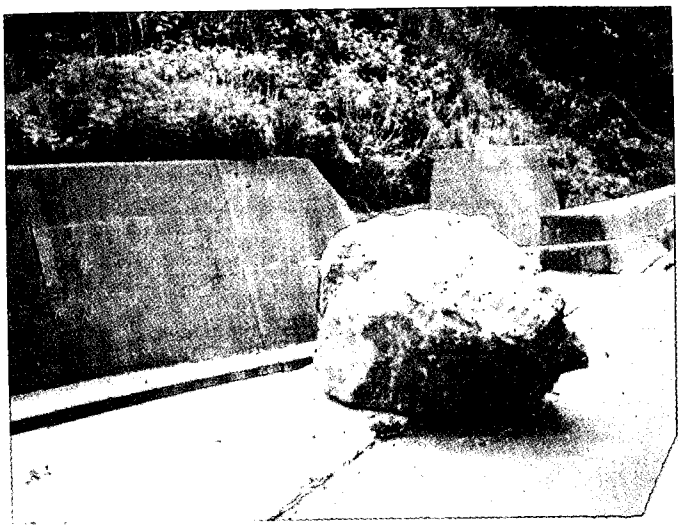
（調査地点位置図）

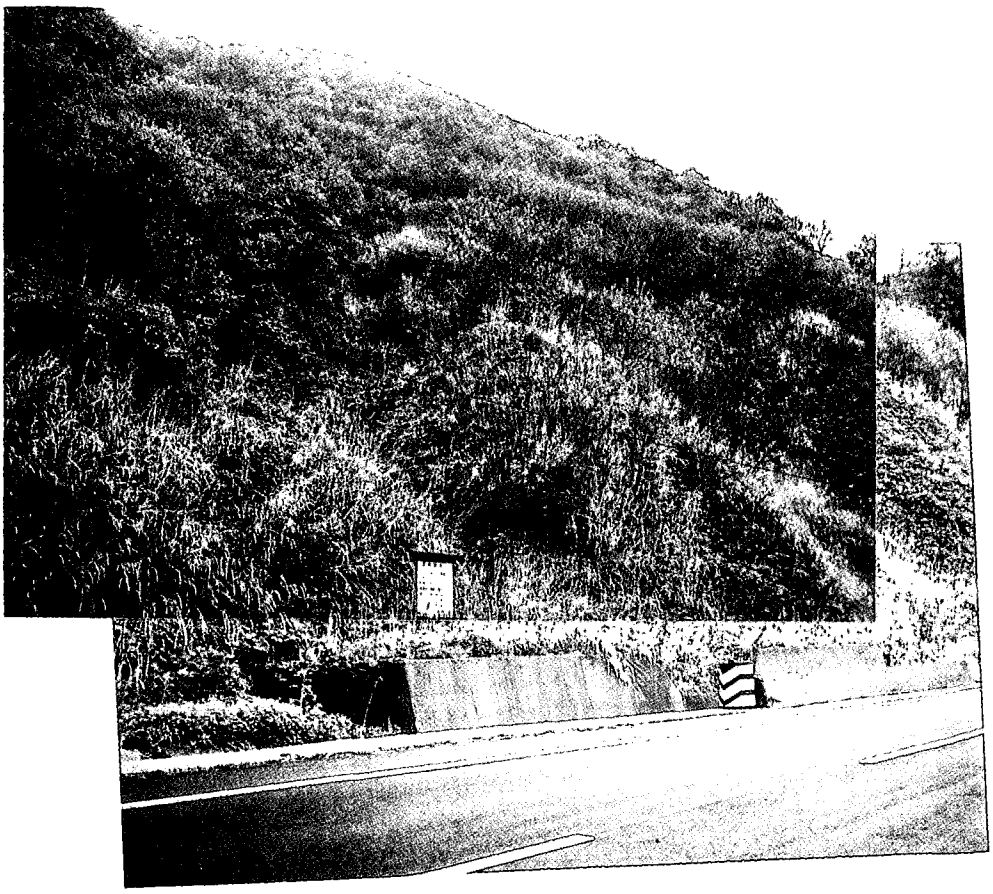


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



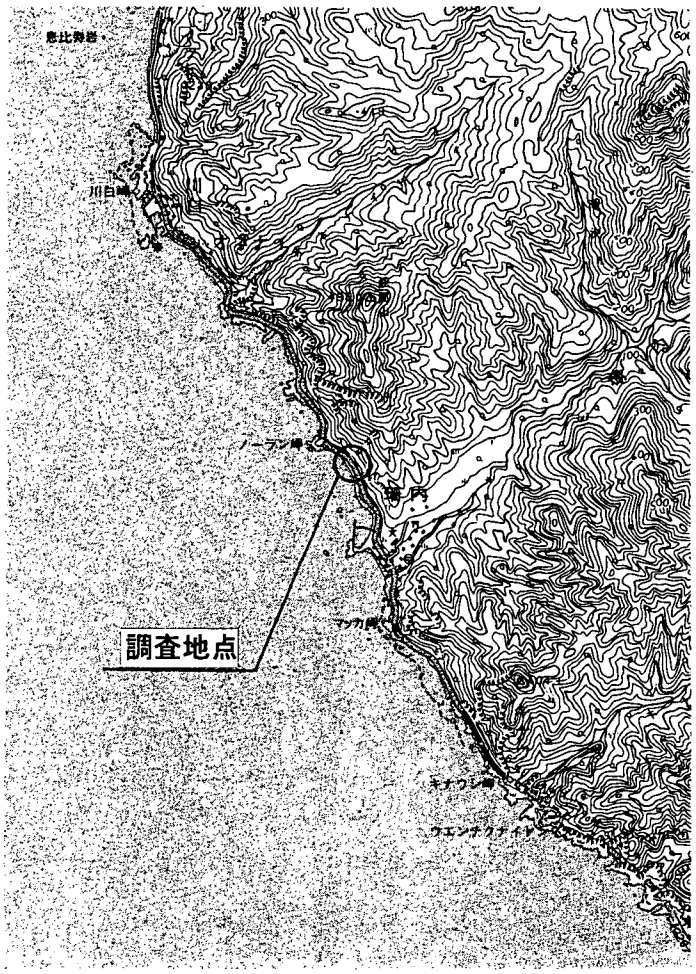
（落石防護工の被害状況写真）



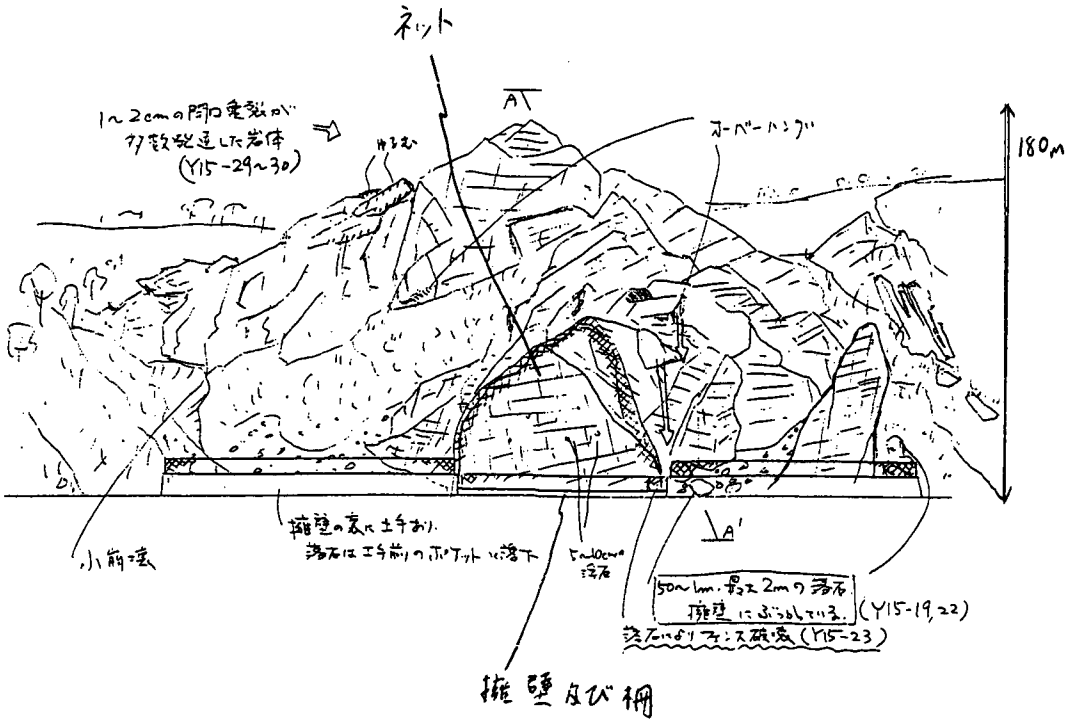


資料番号　011203

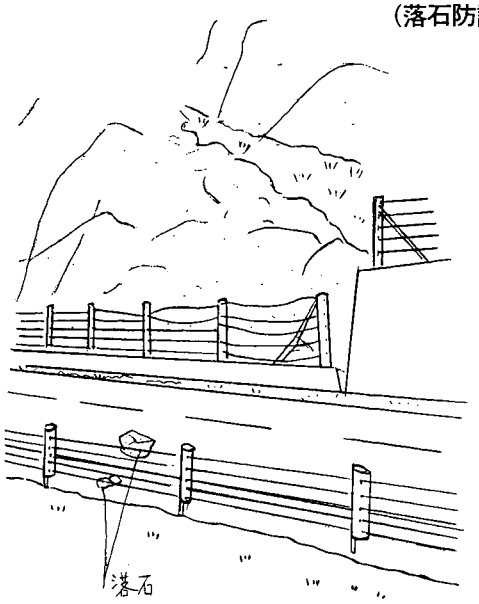
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



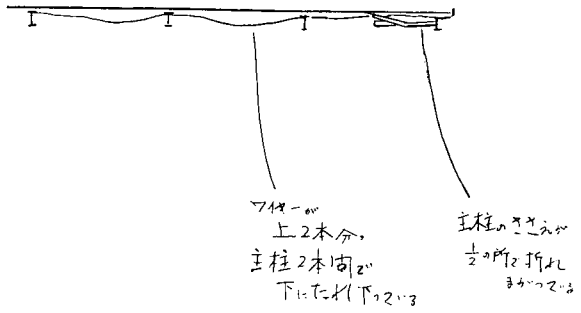
（落石防護工の被害状況）



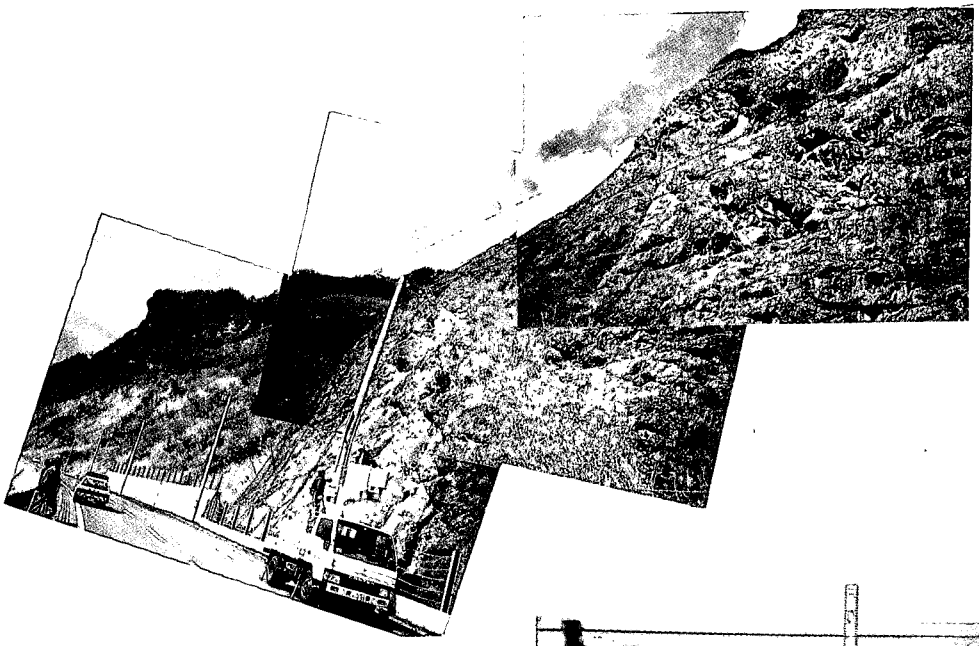
斜面からの落石（ネットの中、及びネット上り上）柵に衝突

（支柱）1本（傾斜角5°）

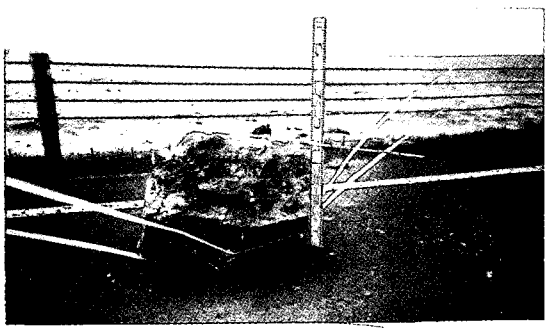
（ワイヤーロープ）降伏 1本
変形 1本

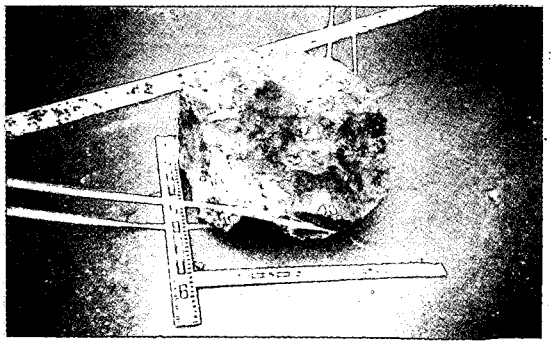


（落石防護工の被害状況写真）



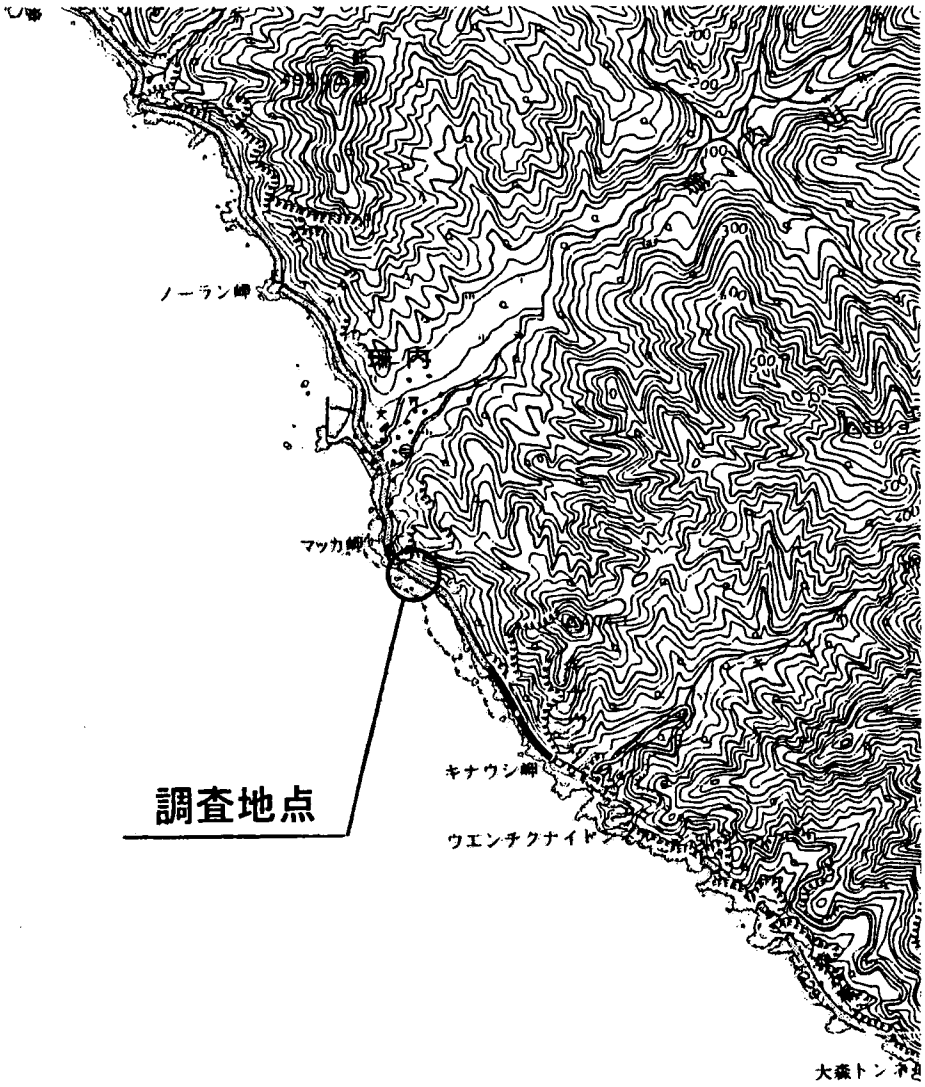






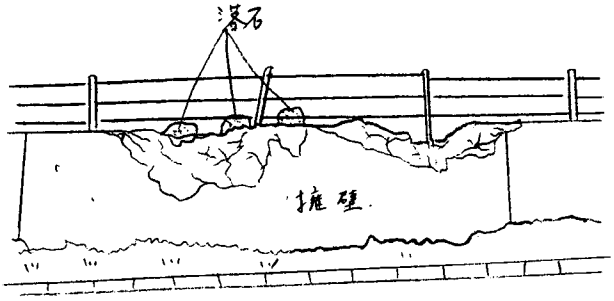
資料番号　011204

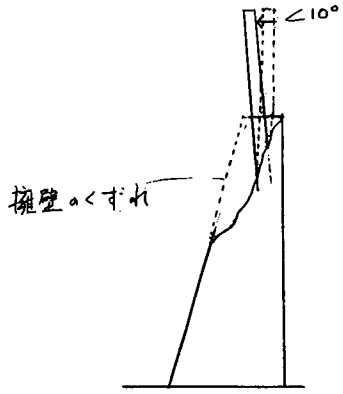
（調査地点位置図）



（落石防護工の被害状況）

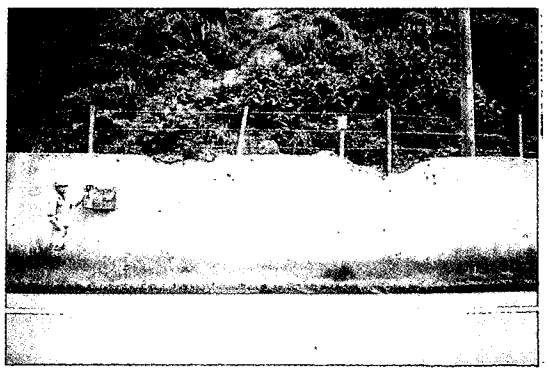
斜面から転石落下し，擁壁に衝突し，
擁壁損壊。
（支柱）　１本　傾斜角１０°
（ワイヤーロープ）　被害なし



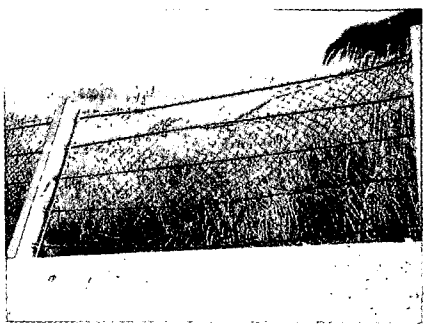


（落石防護工の被害状況写真）



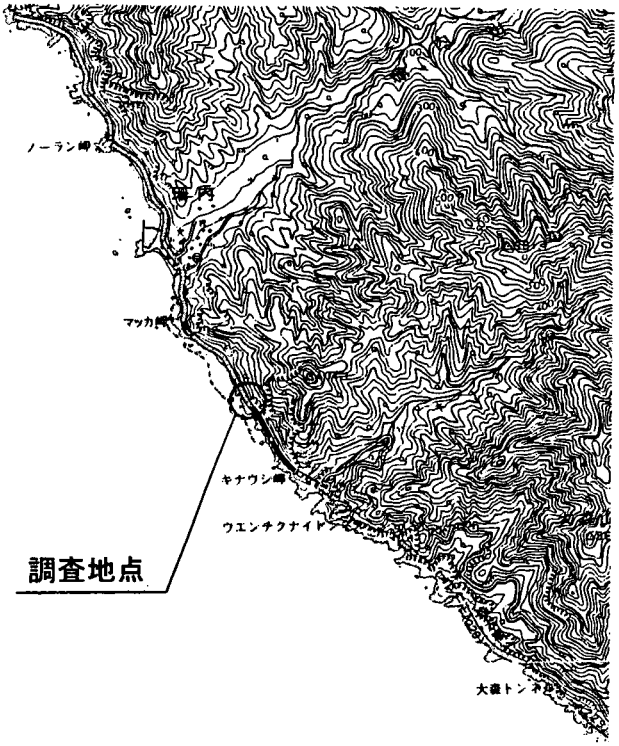




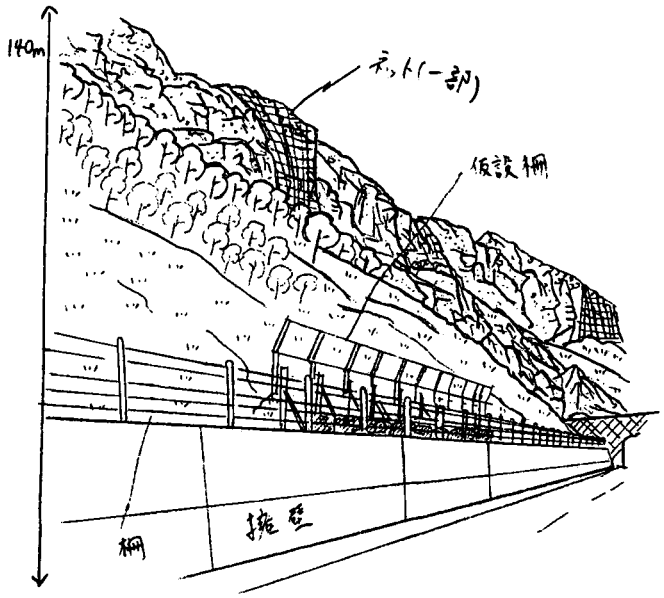


資料番号　011205

（調査地点位置図）

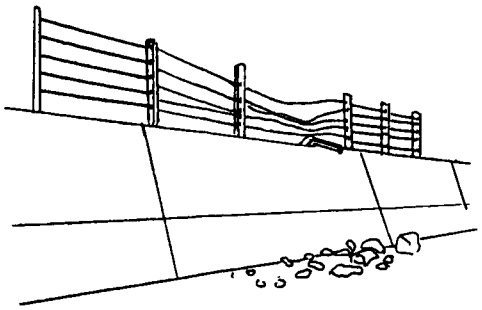


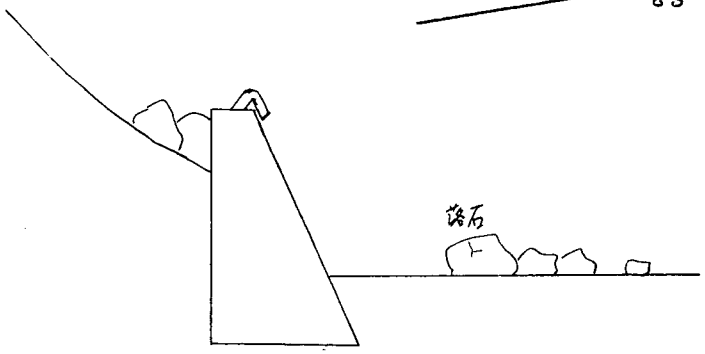
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



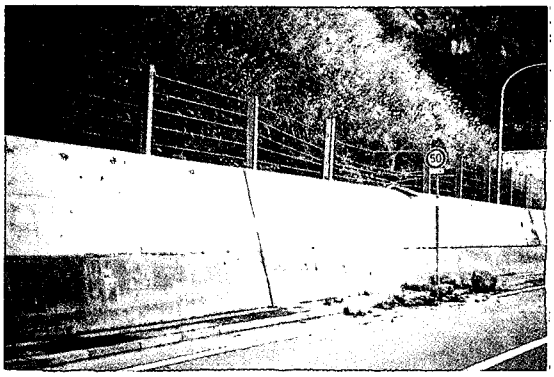
（落石防護工の被害状況）

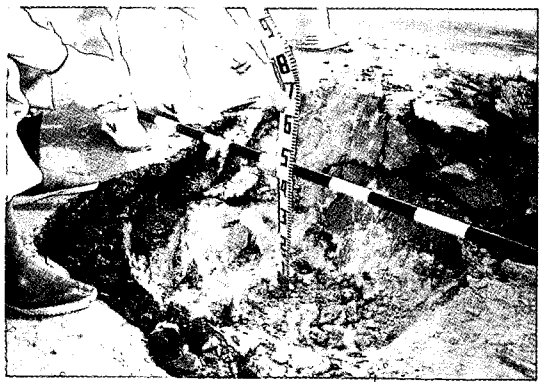
支柱に落石が衝突し，支柱，ワイヤーロープ，金網が破壊され，石は路側及び道路に落ちた。
（支柱）　１本　傾斜角９０°
（ワイヤーロープ）　変形した本数：５本
（全て支柱からはずれる）

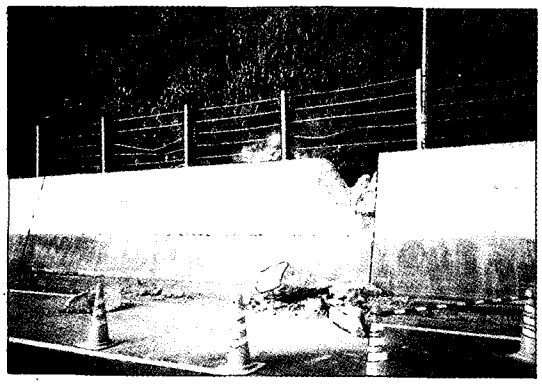




（落石防護工の被害状況写真）

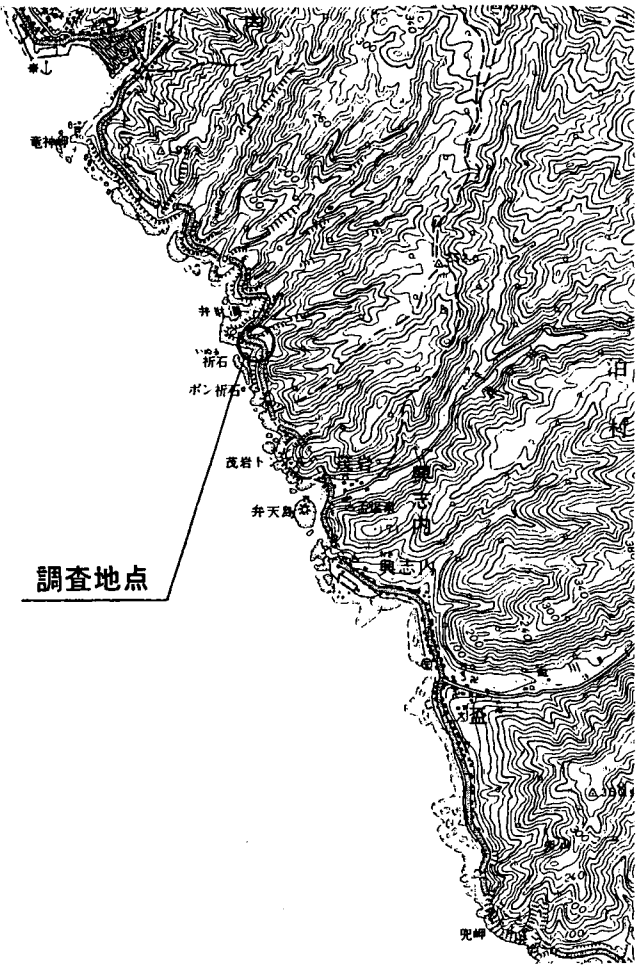




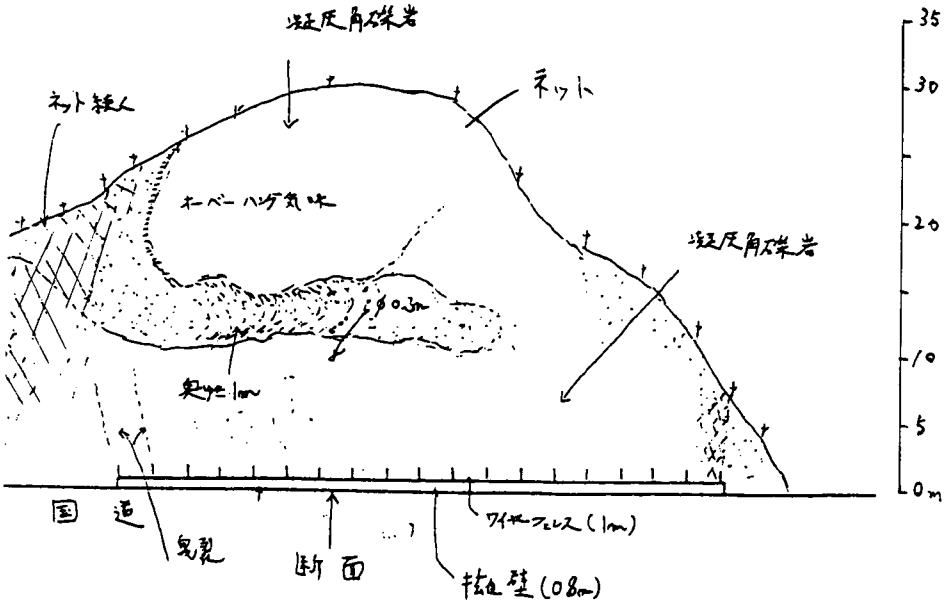


資料番号　011206

（調査地点位置図）



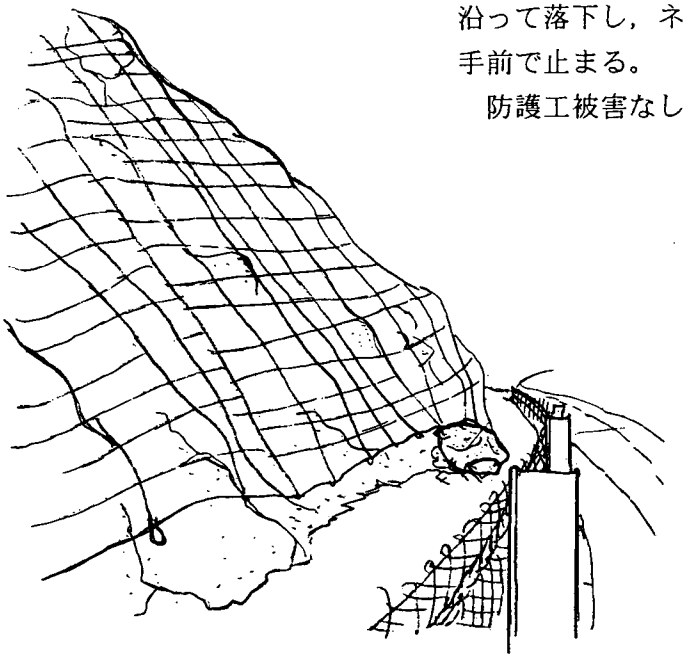
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の被害状況）

ネット内部と思われる，不安定岩塊が斜面に沿って落下し，ネット下をすりぬけて，擁壁裏手前で止まる。

防護工被害なし

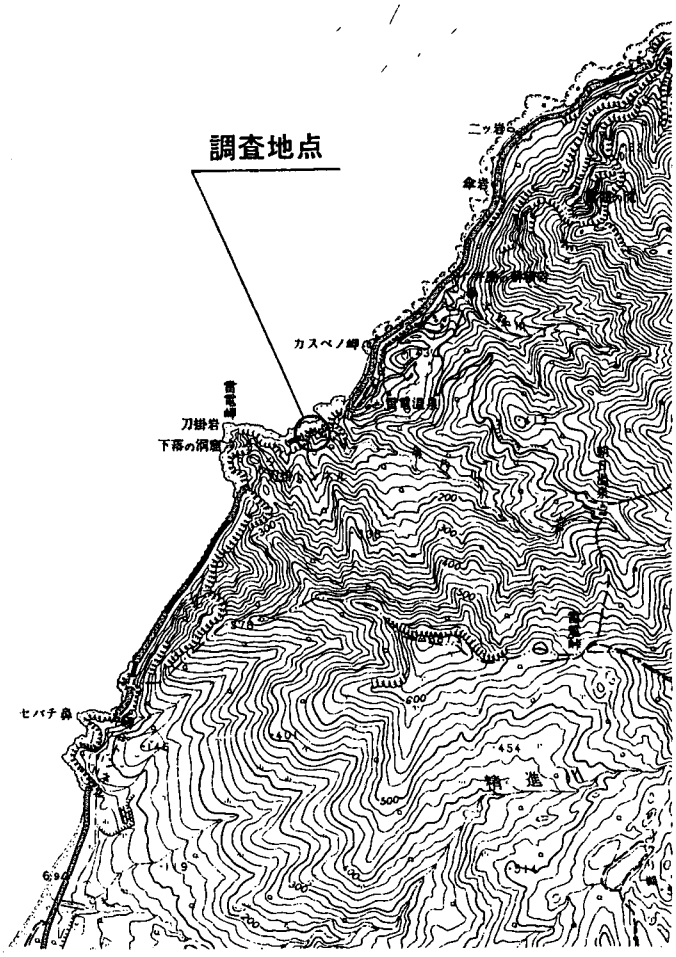


（落石防護工の被害状況写真）

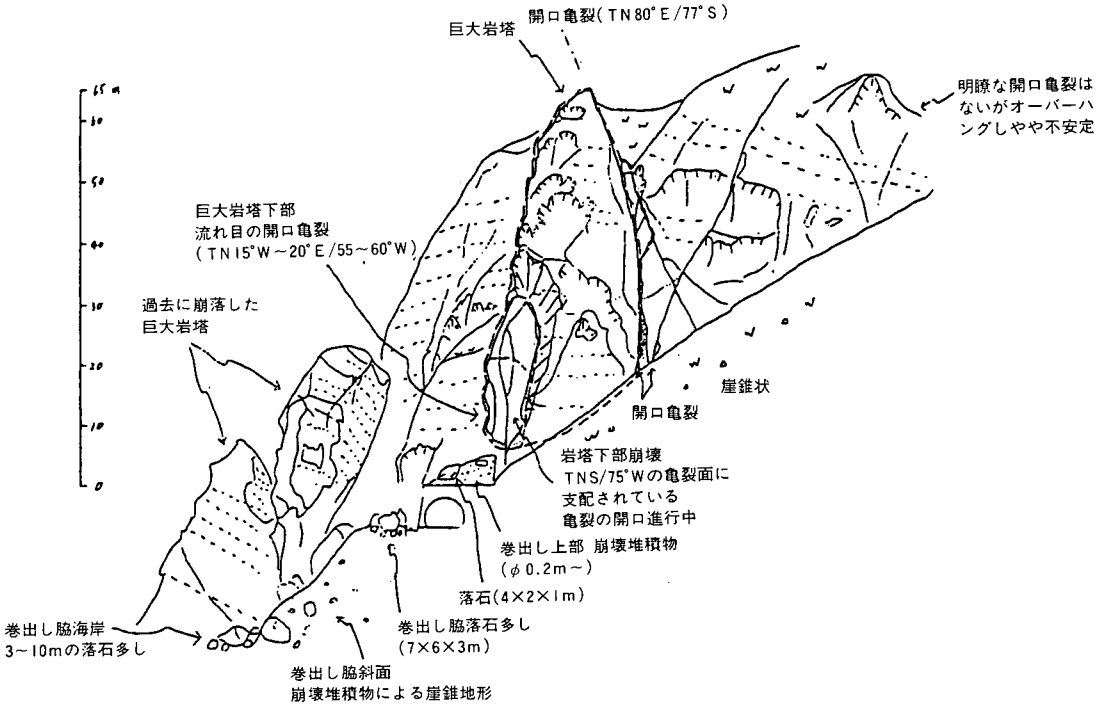


資料番号　011207

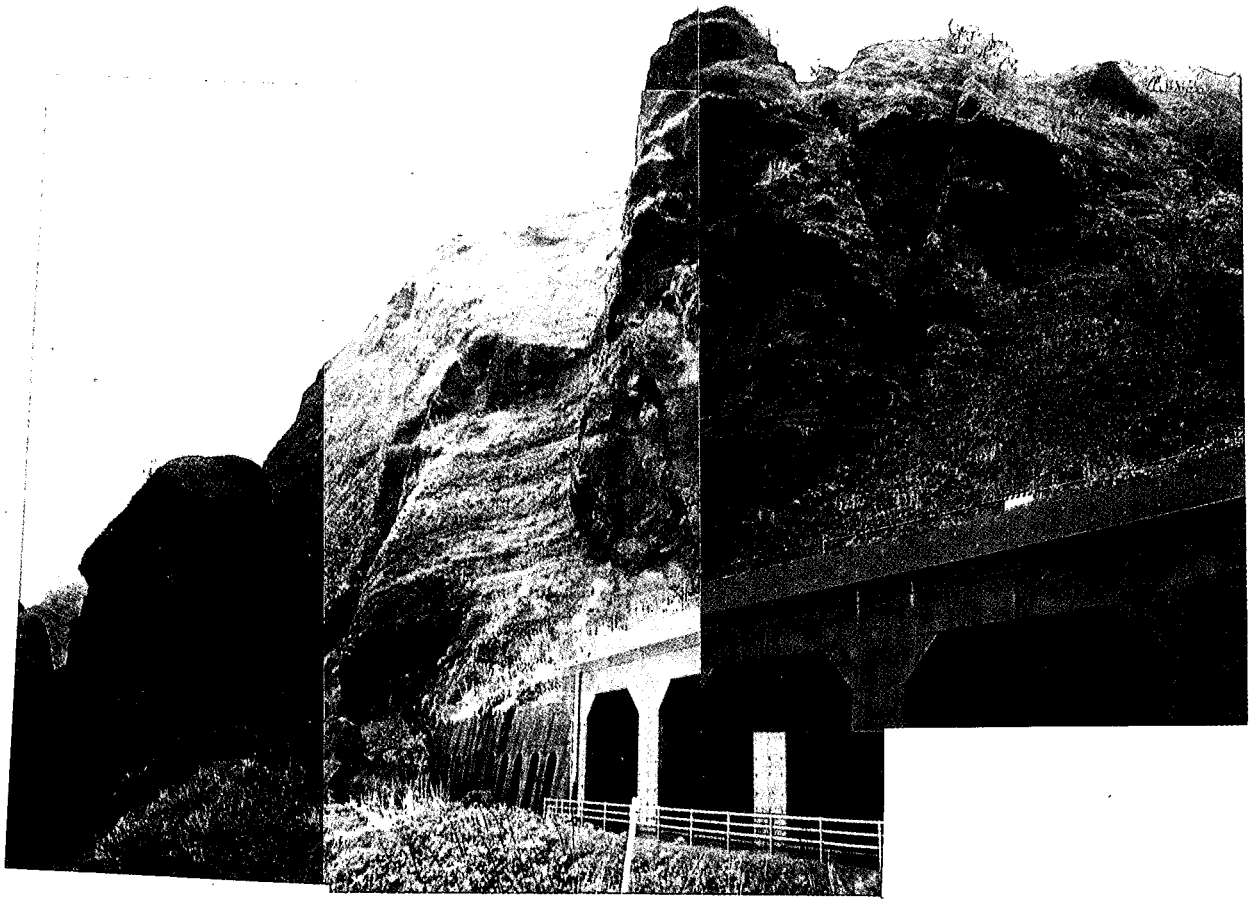
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



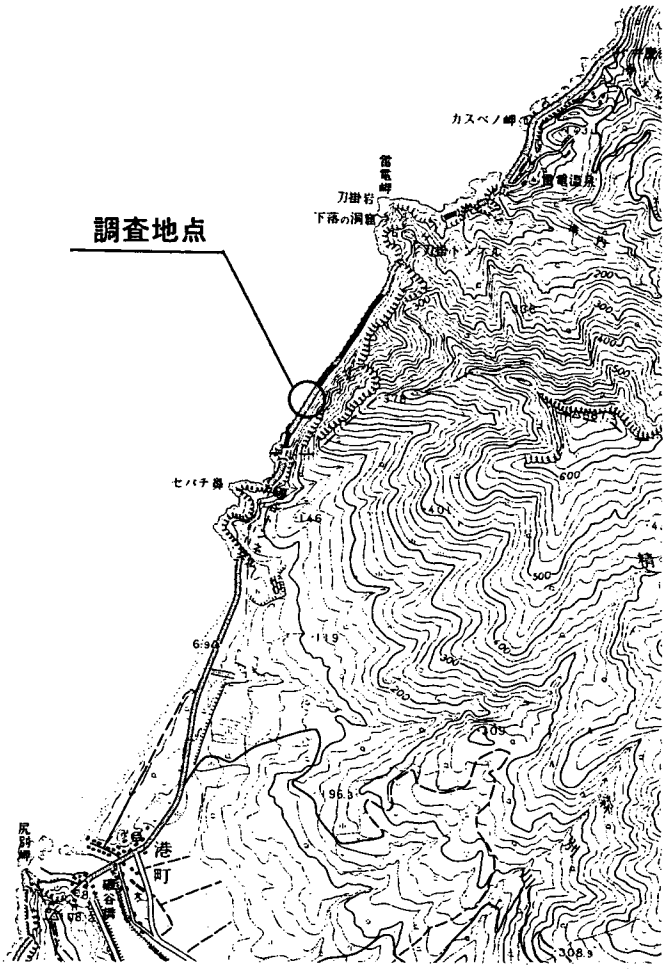
（落石防護工の現況写真）



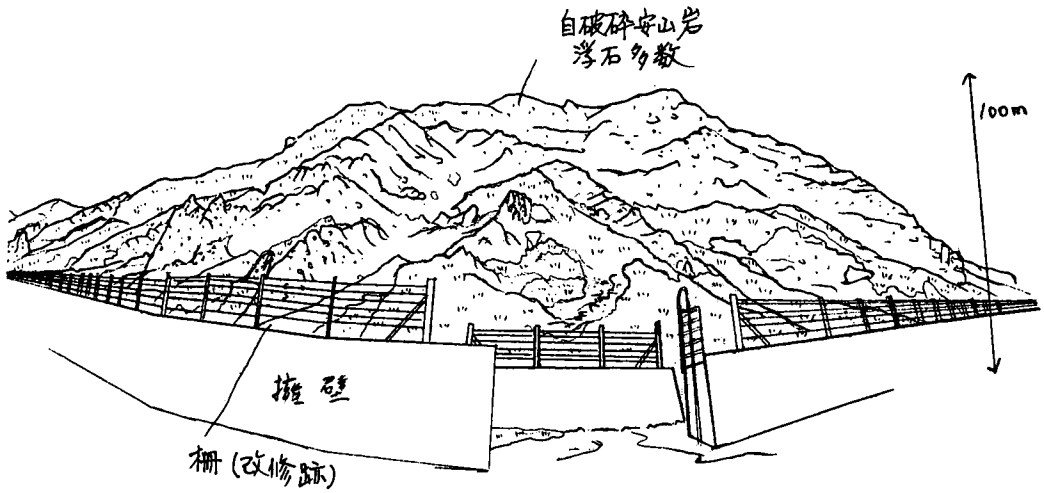
坑口（寿都側）上部の斜面で落石崩壊
本体に異常なし

資料番号　011209

（調査地点位置図）

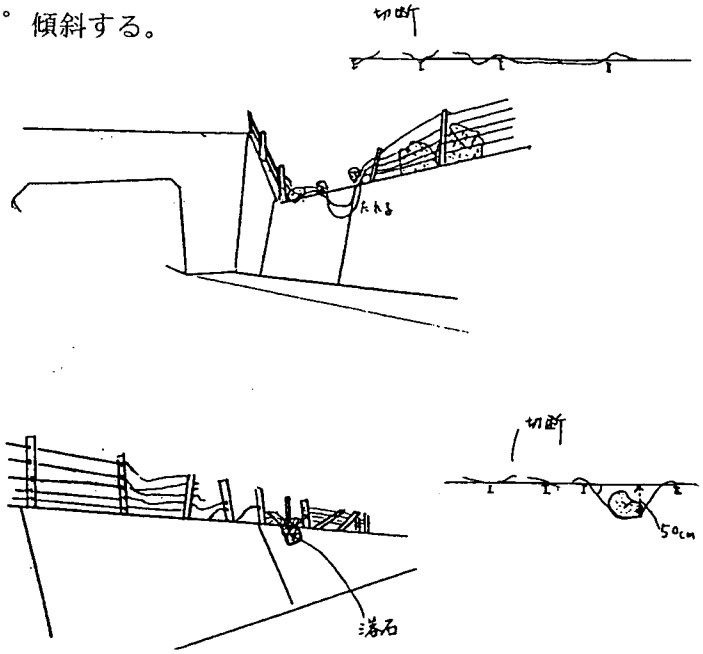


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

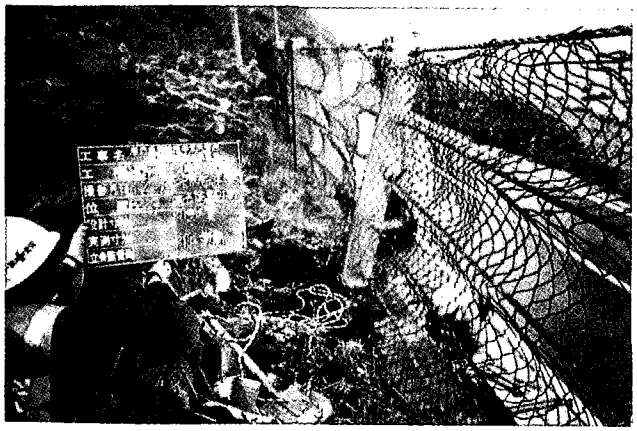


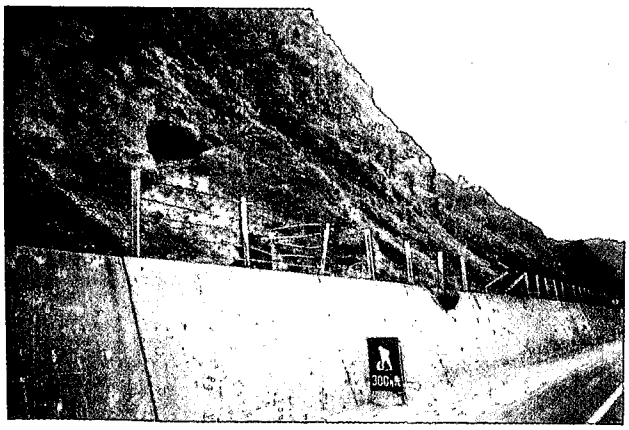
（落石防護工の被害状況）

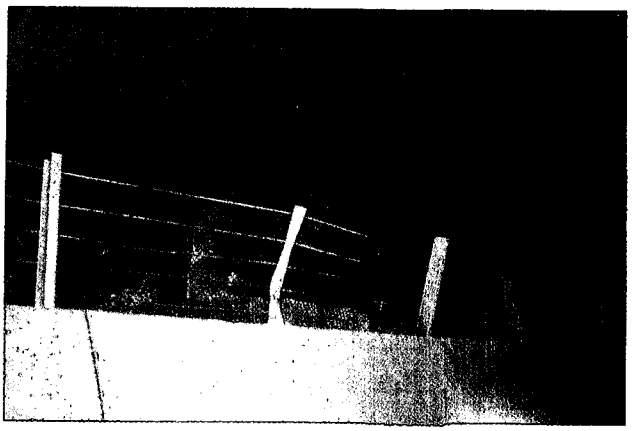
いたる所に落石し、支柱、最大９０°傾斜する。
金網も破断する。
（支柱）　８本　傾斜角最大９０°
（ワイヤーロープ）　切断５本
（写真より判断）



（落石防護工の被害状況写真）

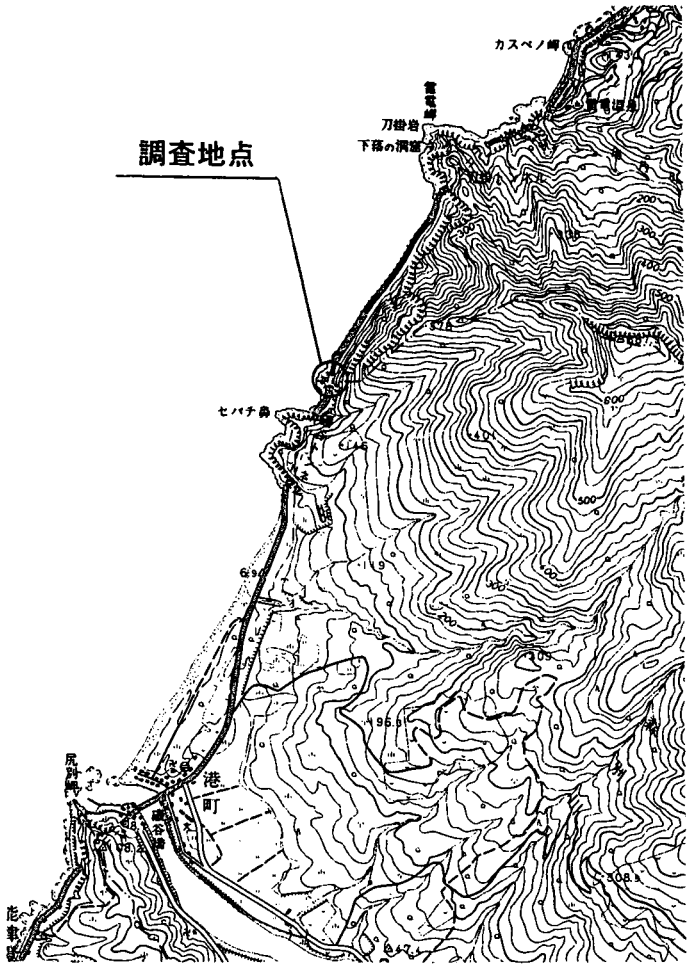




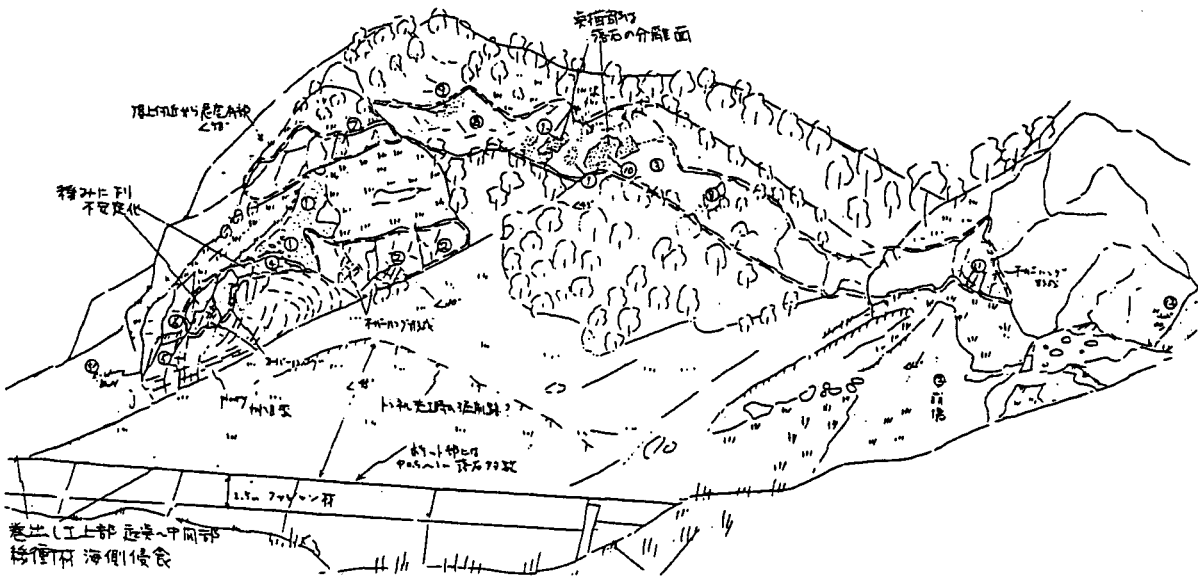


資料番号　011210

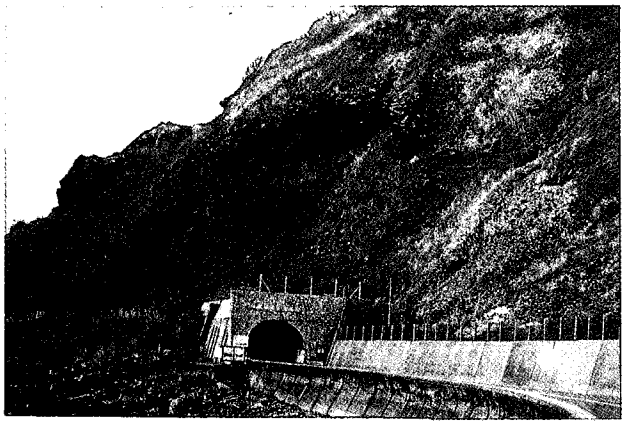
（調査地点位置図）

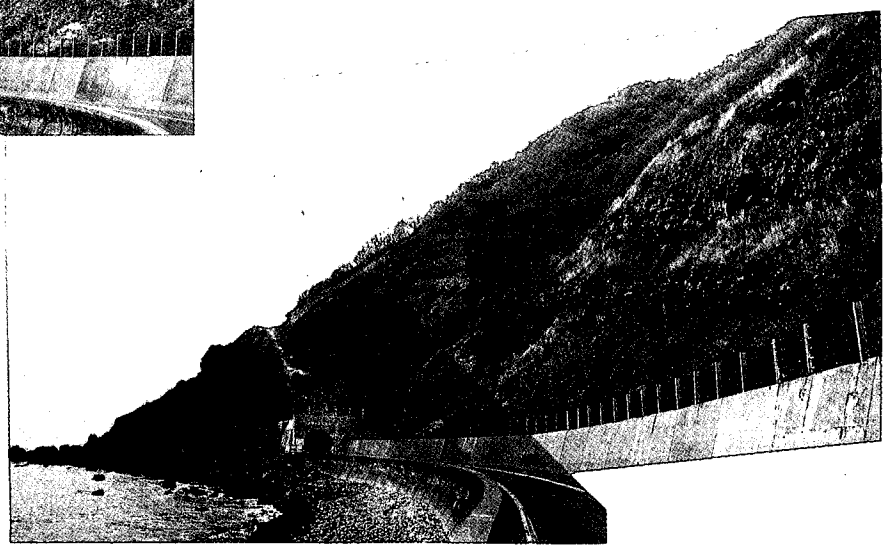


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の現況写真）

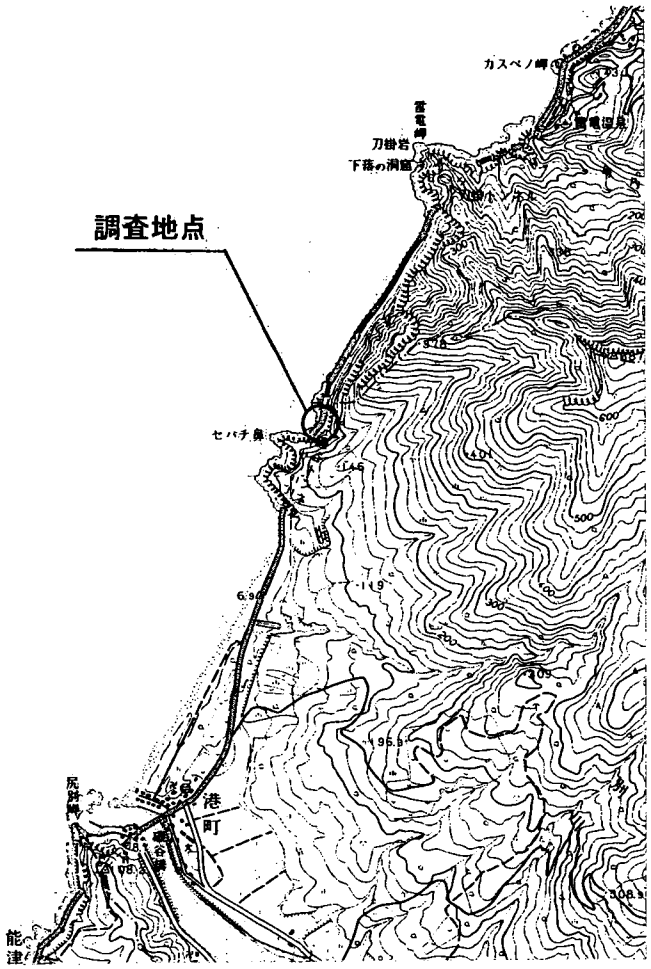




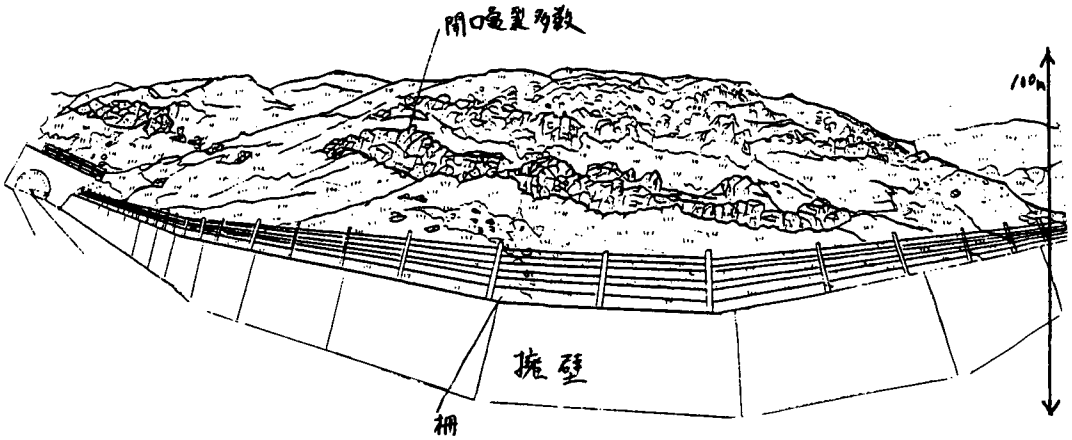
両坑口上部の斜面で落石崩壊
詳細不明

資料番号　011211

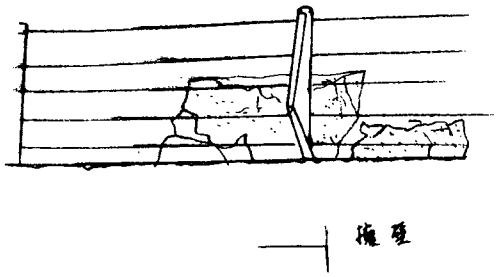
（調査地点位置図）

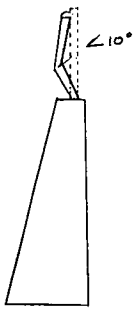


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

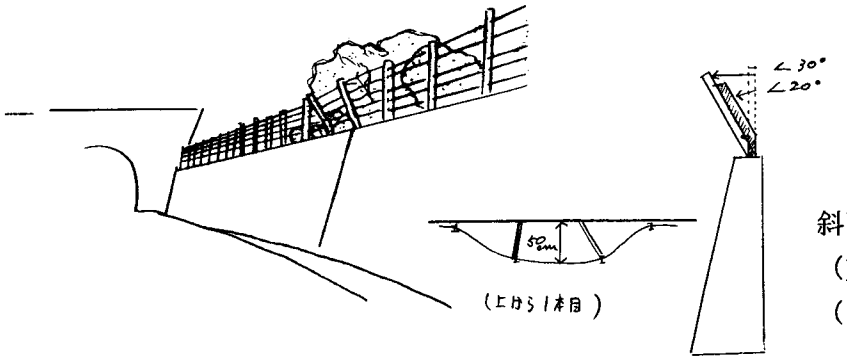


（落石防護工の被害状況）



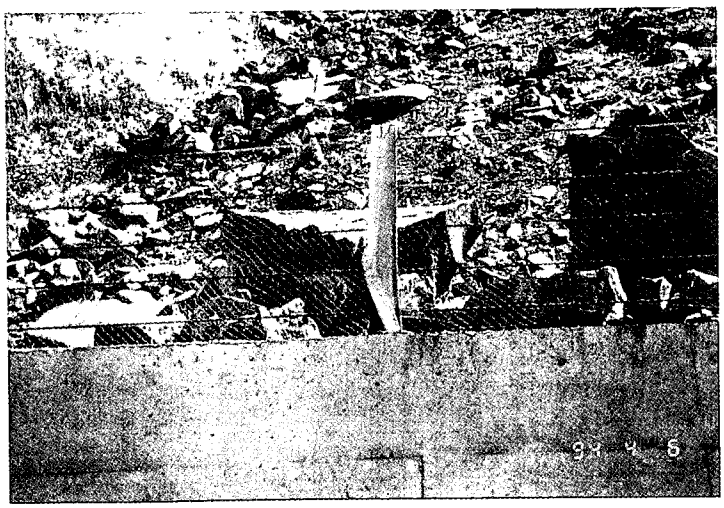


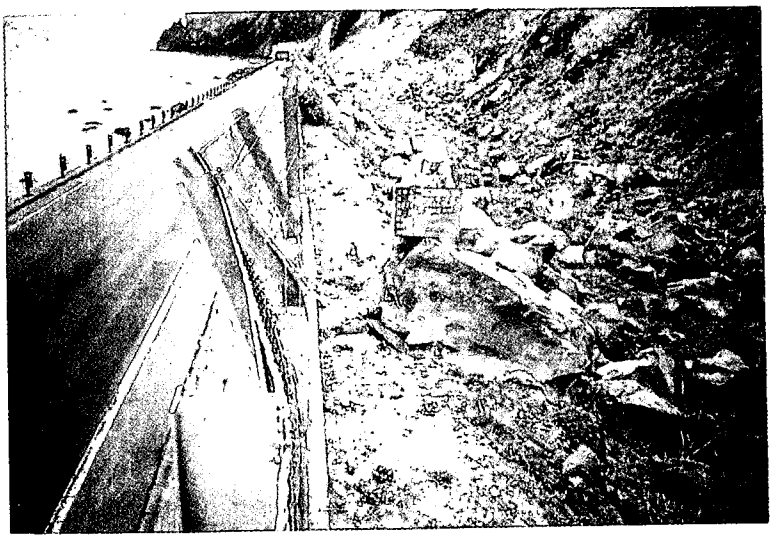
斜面からの落石で，支柱下部に衝突する。
（支柱）　１本　傾斜角１０°
（ワイヤーロープ）　変形：４本



斜面からの落石が柵に衝突し，乗り上げる。
（支柱）　２本　傾斜角３０・
（ワイヤーロープ）　変形：４本

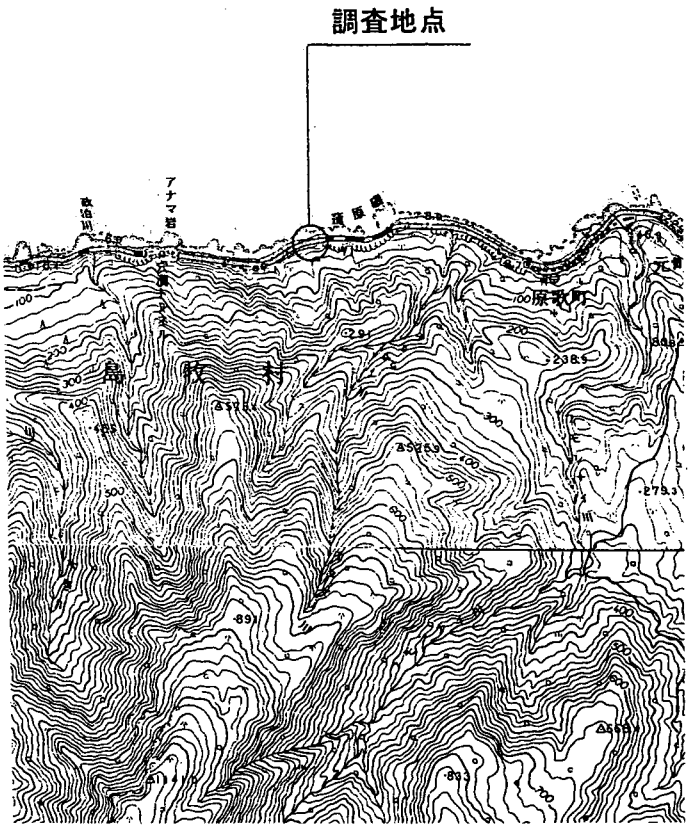
（落石防護工の被害状況写真）



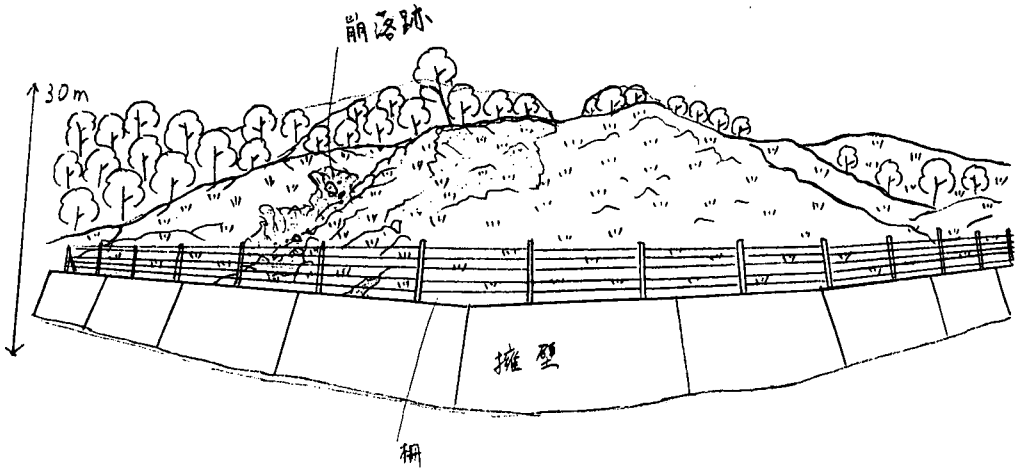


資料番号　011401

（調査地点位置図）

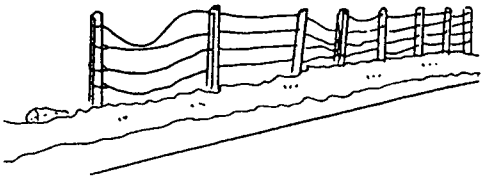


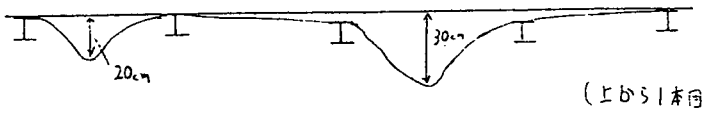
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

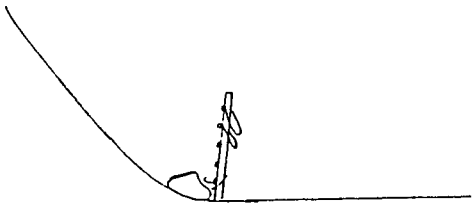


(落石防護工の被害状況)

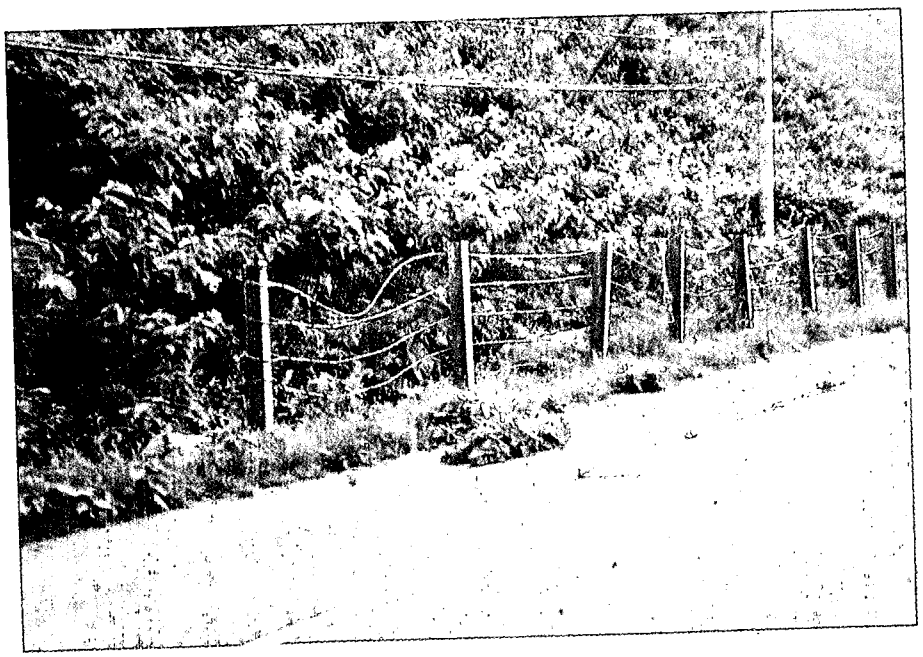
φ０．４ｍ～０．５ｍの転石数個が柵に衝突
(支柱)　２本　傾斜角５°
(ワイヤーロープ)　変形　５本





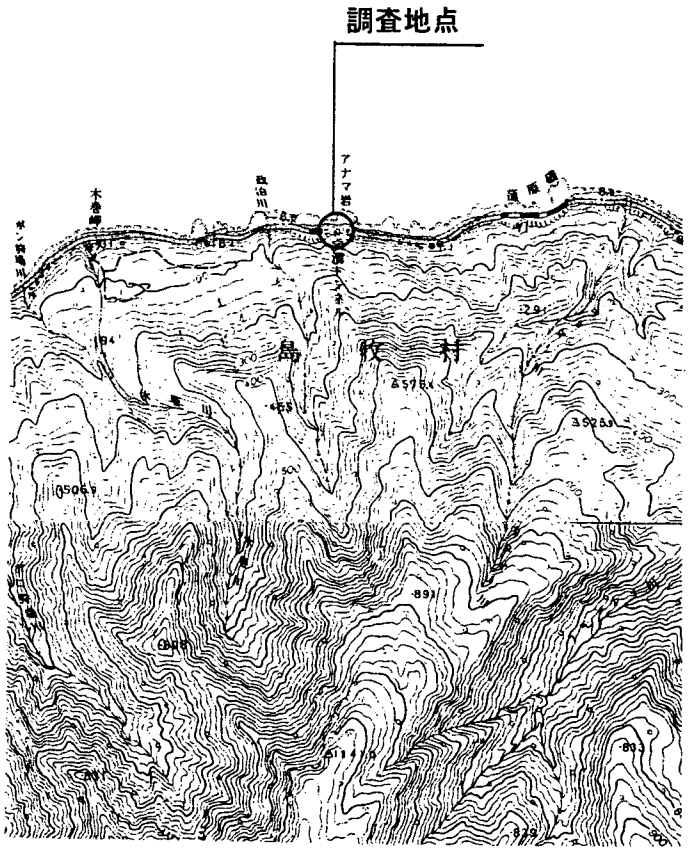


(落石防護工の被害状況写真)

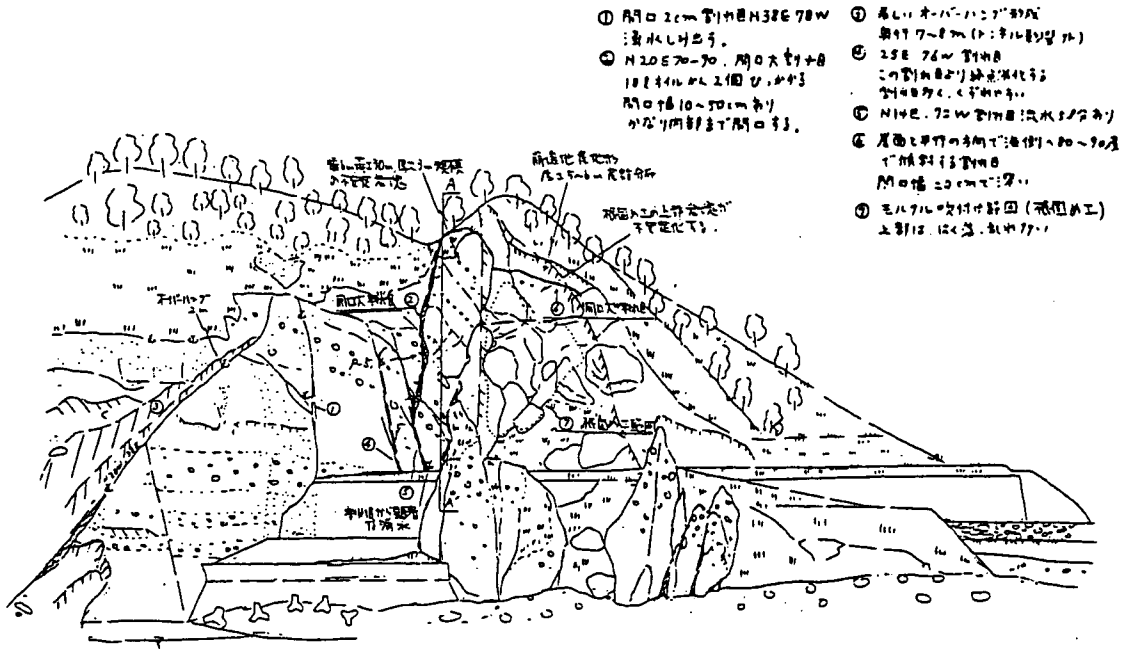


資料番号　011402

（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



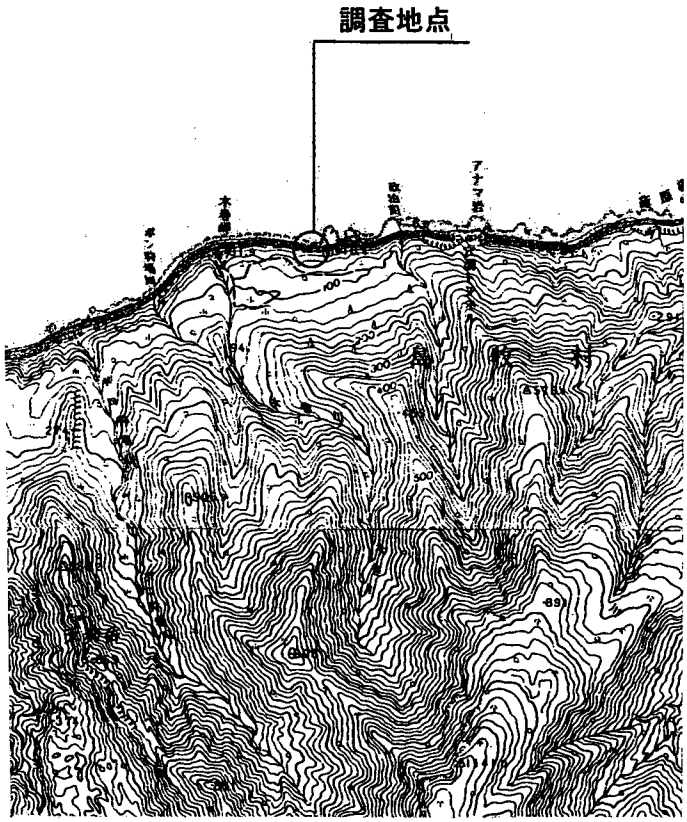
（落石防護工の被害状況写真）



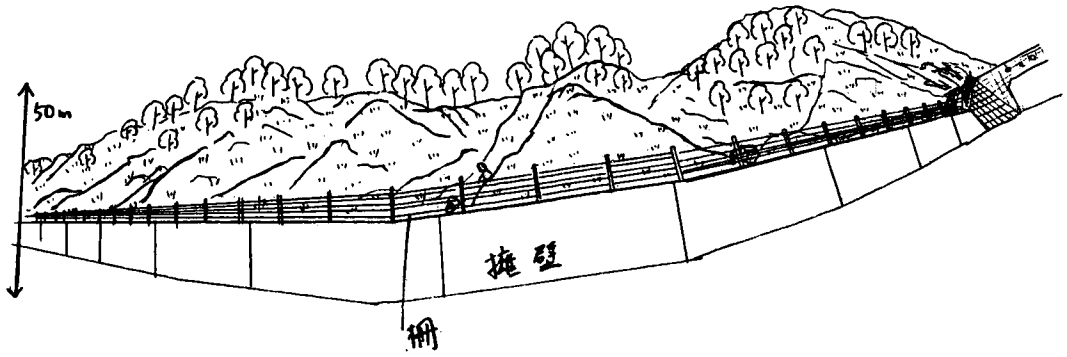
落石によるトンネル被害なし

資料番号　011403

（調査地点位置図）

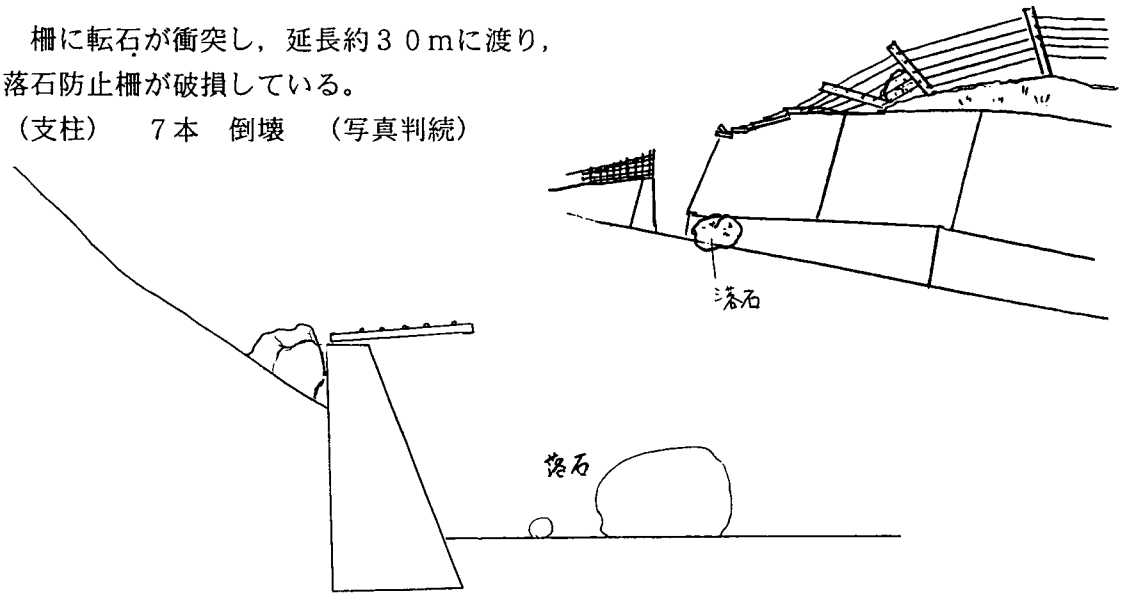


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



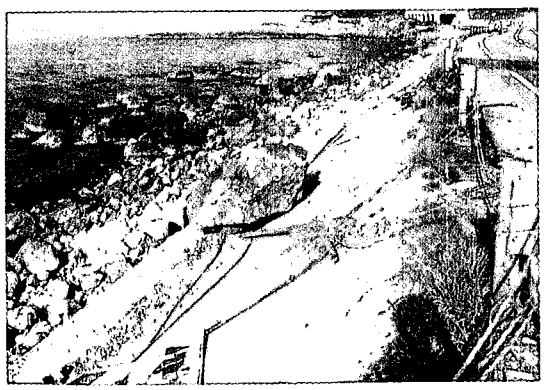
（落石防護工の被害状況）

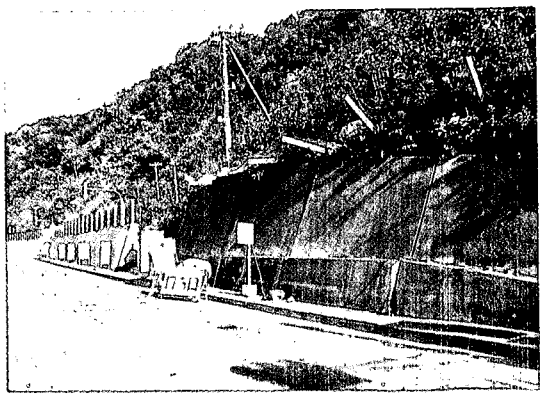
柵に転石が衝突し，延長約３０ｍに渡り，
落石防止柵が破損している。
（支柱）　７本　倒壊　（写真判続）



（落石防護工の被害状況写真）

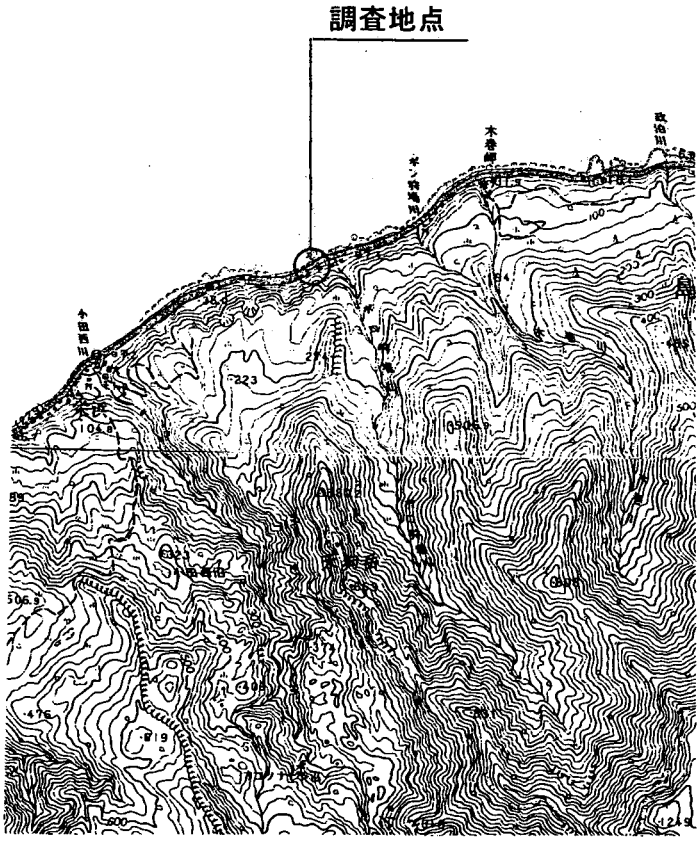




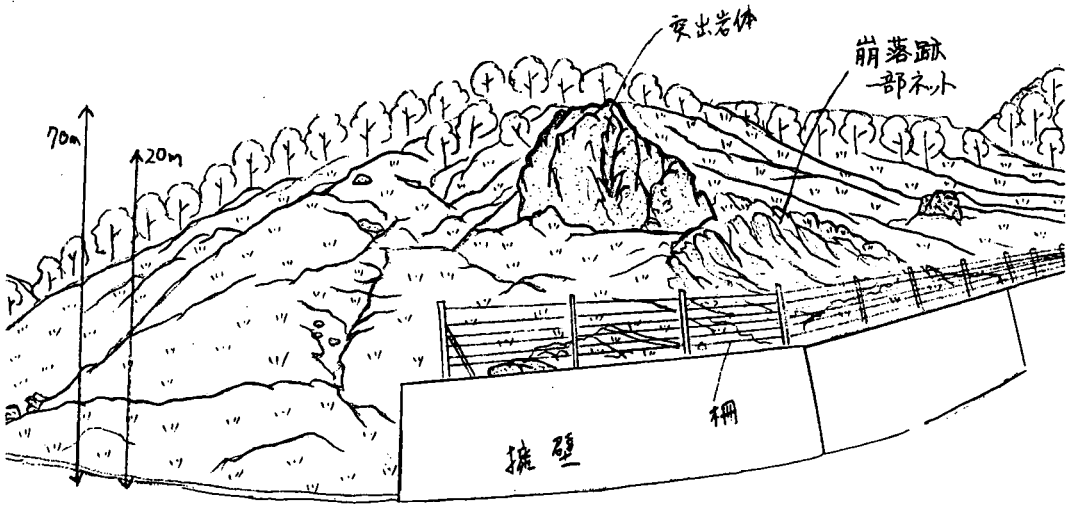


資料番号　011404

（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

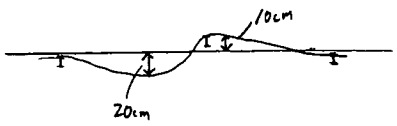


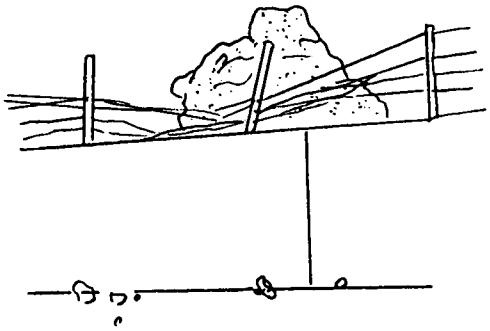
（落石防護工の被害状況）

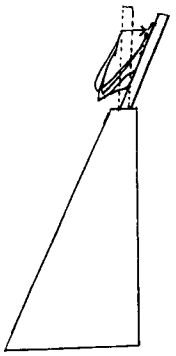
斜面突出岩体一部が落下し擁壁に衝突したものと思われる。

（支柱）　２本　傾斜角　後方１０°

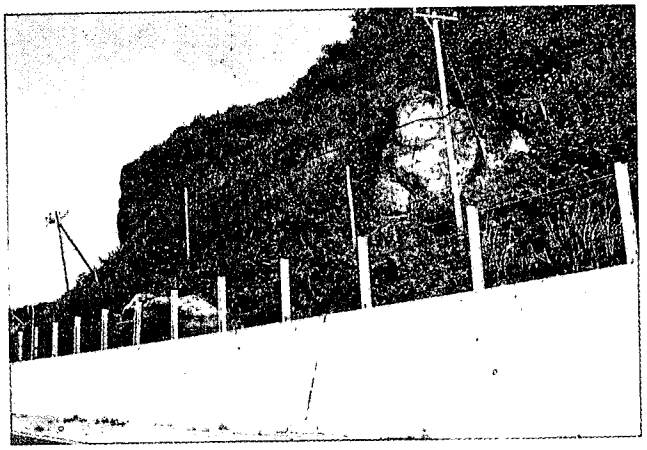
（ワイヤーロープ）　降伏：３本　変形：１本







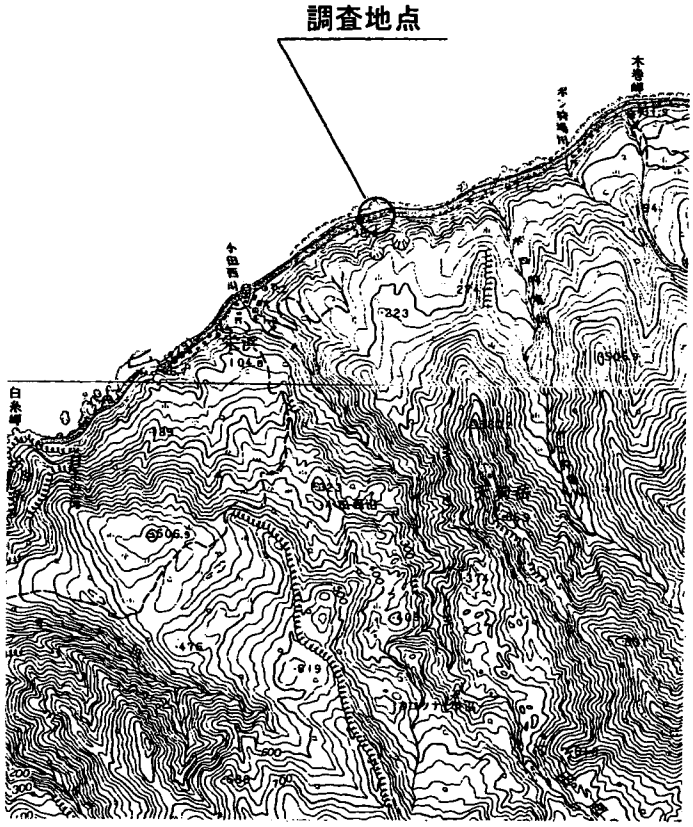
（落石防護工の被害状況写真）



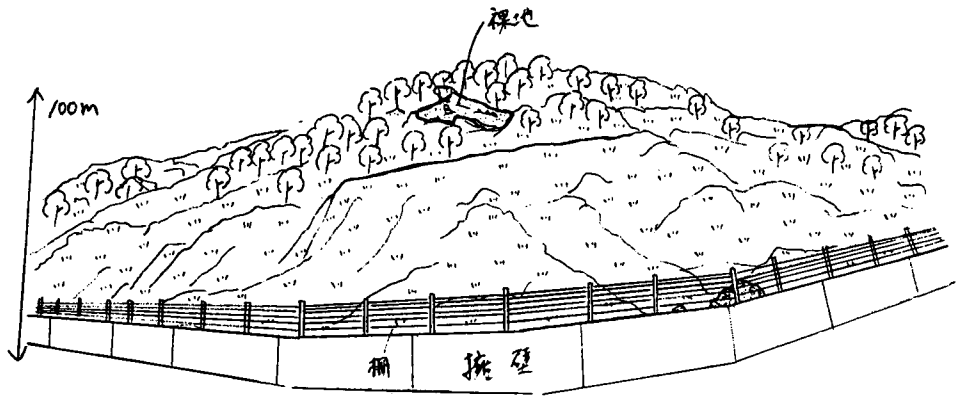


資料番号　011405

（調査地点位置図）

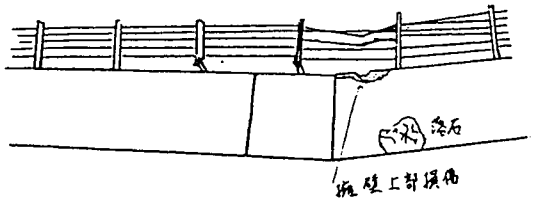


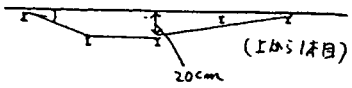
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の被害状況）

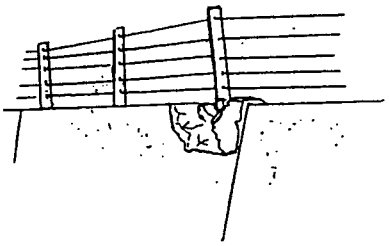
斜面上部の露岩部からの落石が擁壁及び柵に衝突したと思われる。

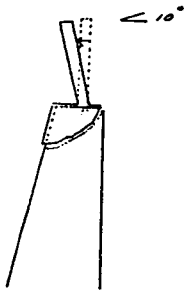




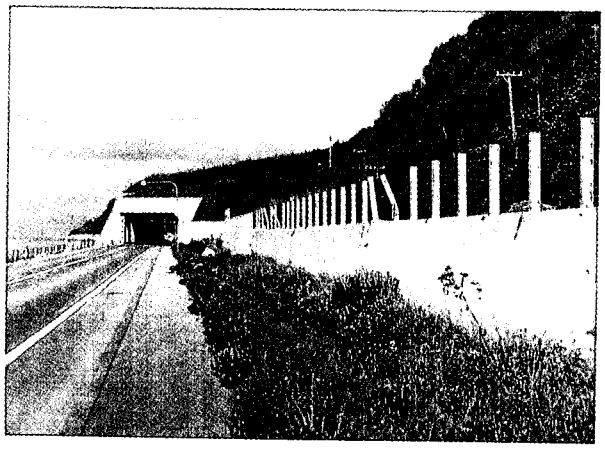
（支柱）　２本　傾斜角１０°
（ワイヤーロープ）　降伏１本　変形３本

（支柱）　１本　傾斜角１０°
（ワイヤーロープ）　被害なし





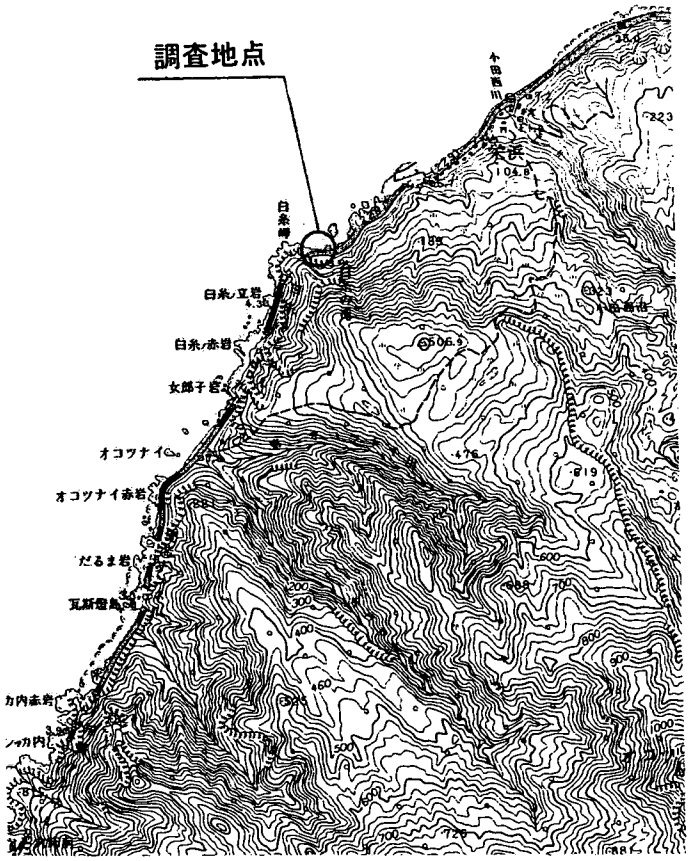
（落石防護工の被害状況写真）



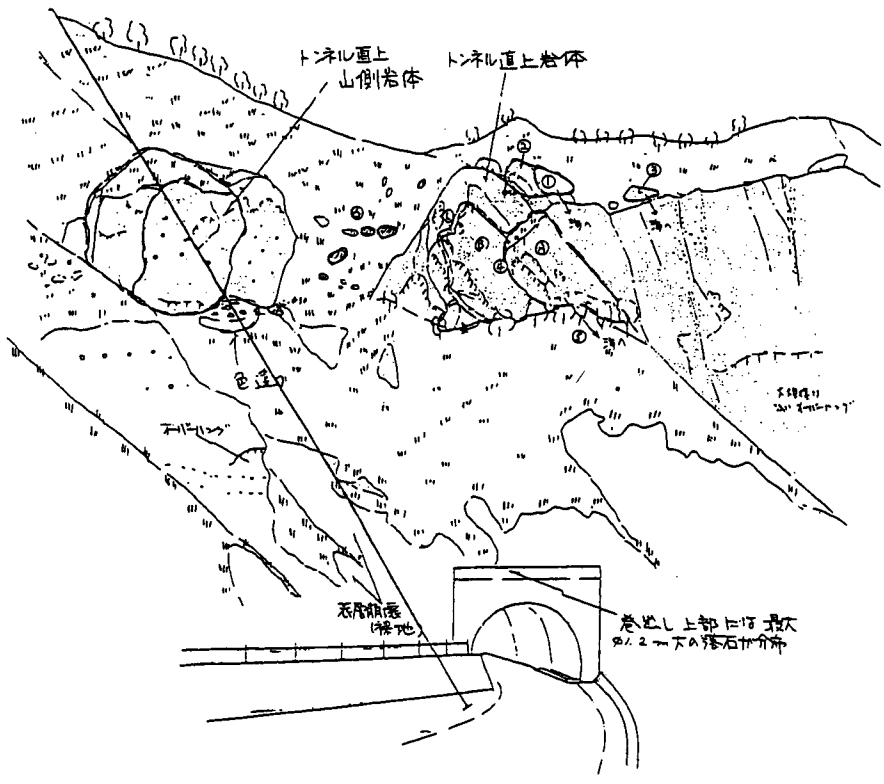


資料番号　011406

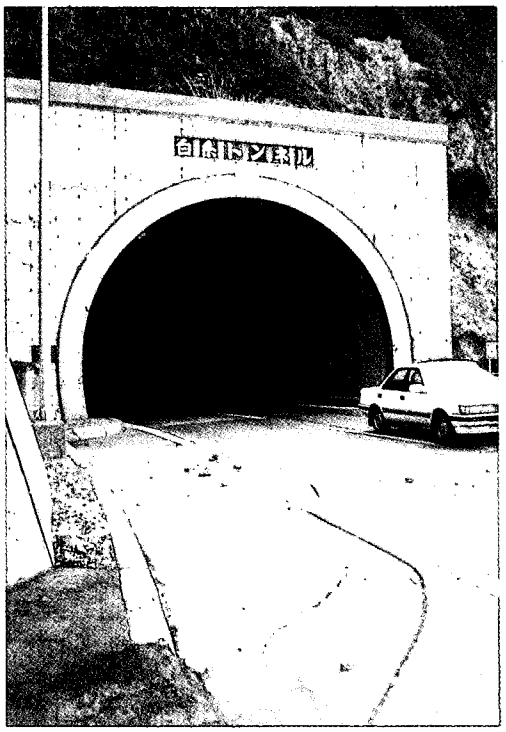
（調査地点位置図）

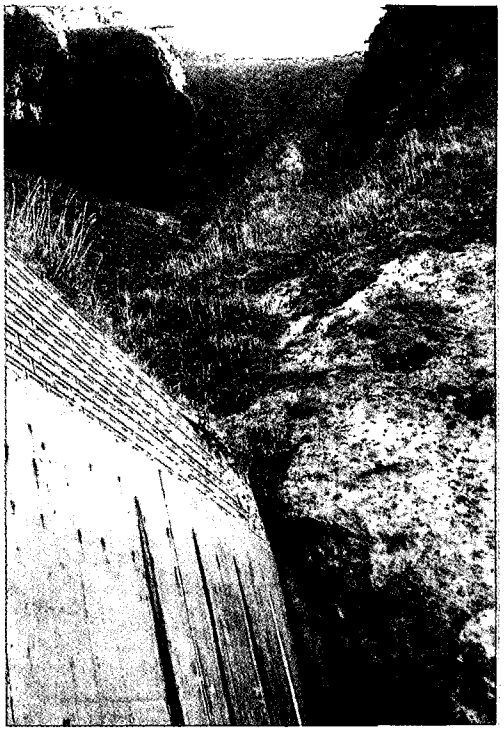


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の被害状況写真）

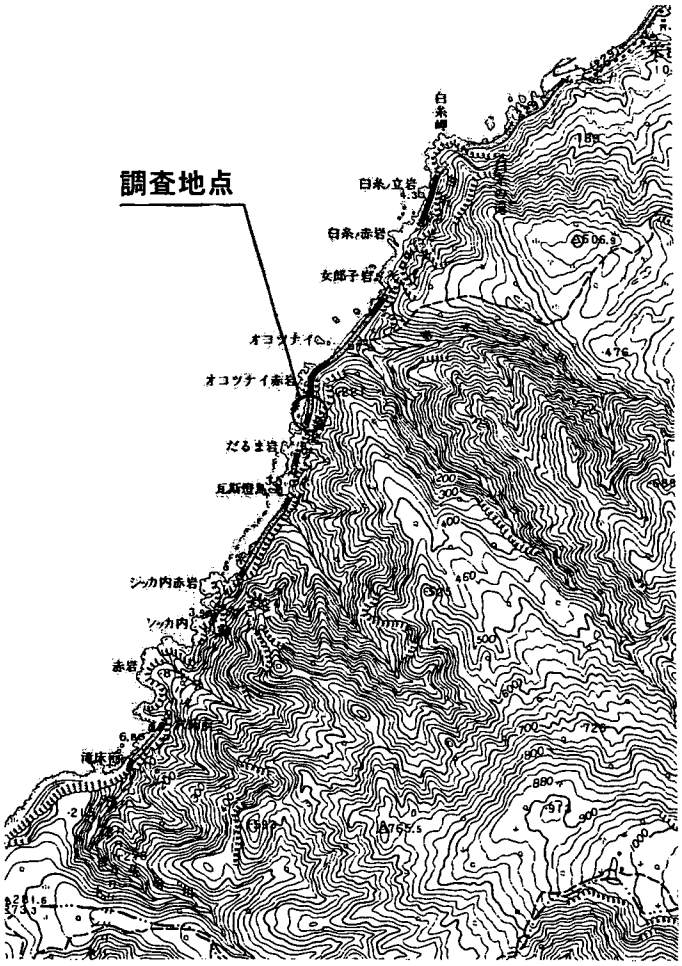




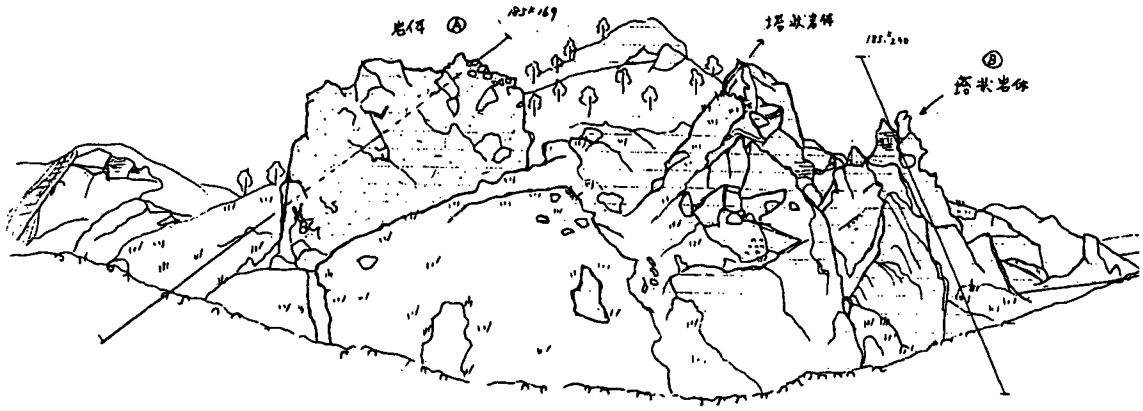
トンネル寿都側巻出部の頂上部ブロックＬ＝２，０ｍ崩壊
詳細不明

資料番号　011409

（調査地点位置図）

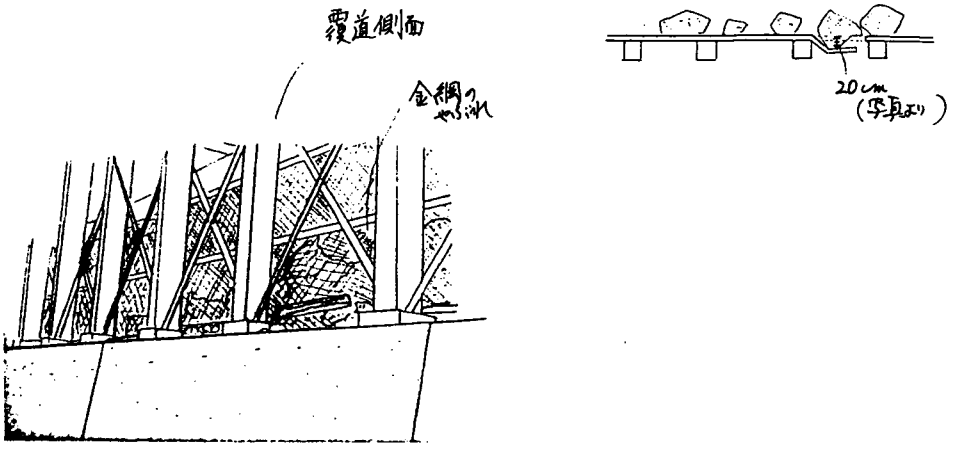


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

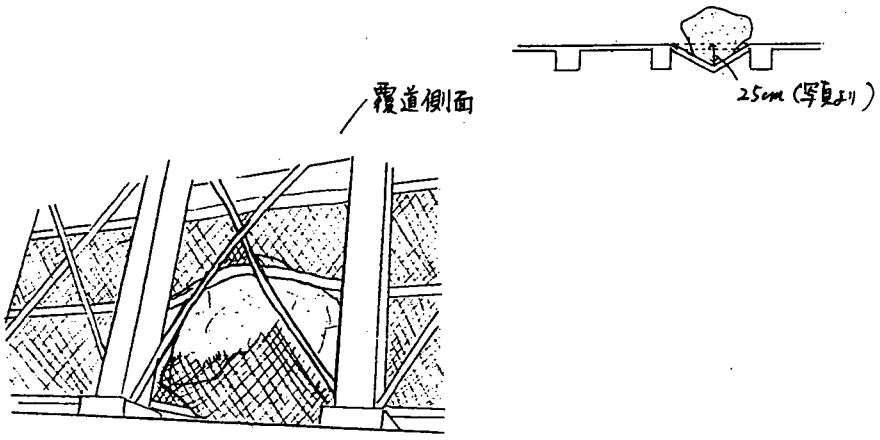


（落石防護工の被害状況）

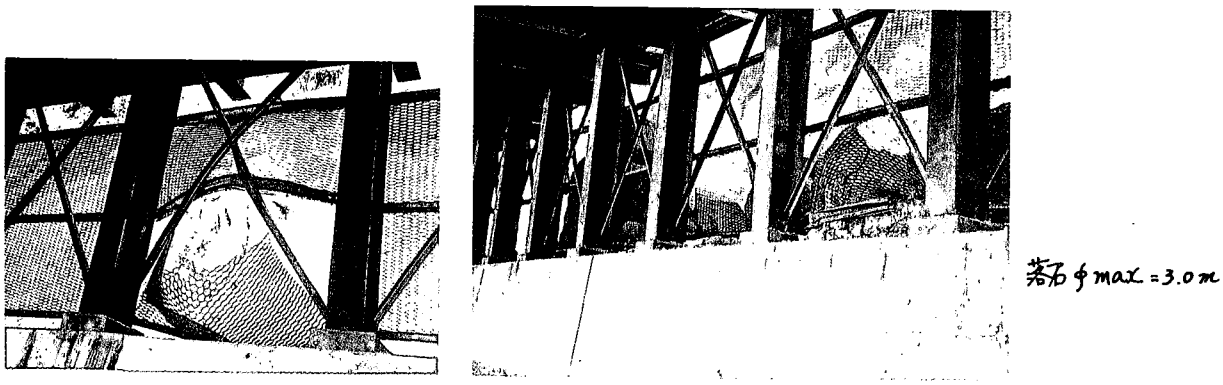
斜面からの落石が覆道側面へ衝突



斜面からの落石が覆道側面に衝突

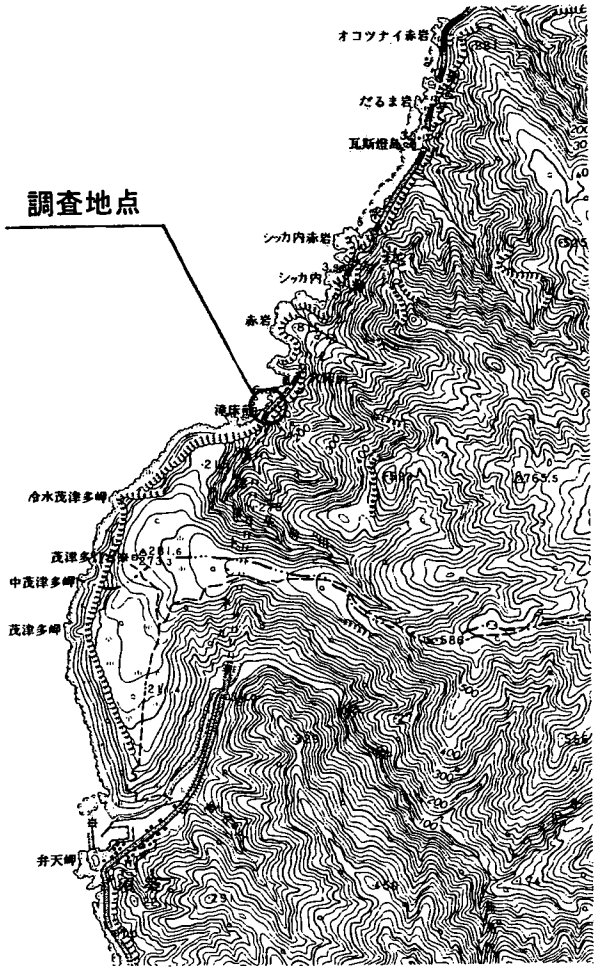


（落石防護工の被害状況写真）

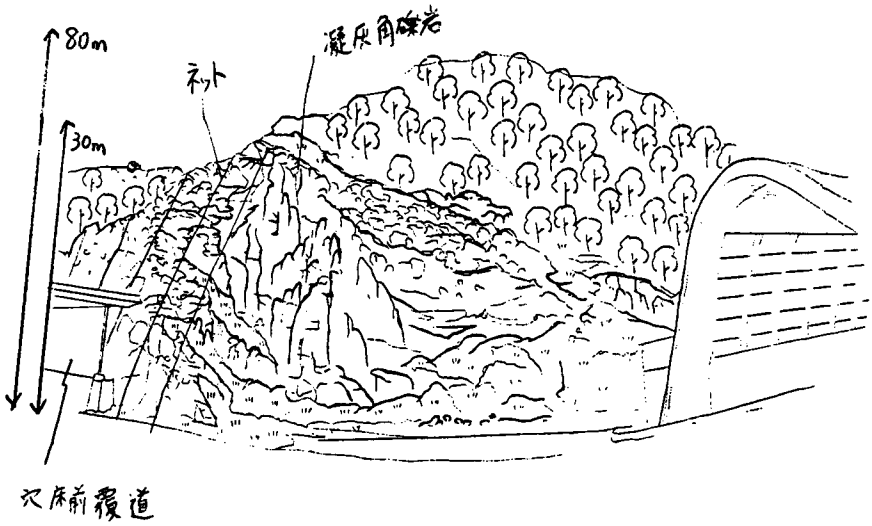


資料番号　011410

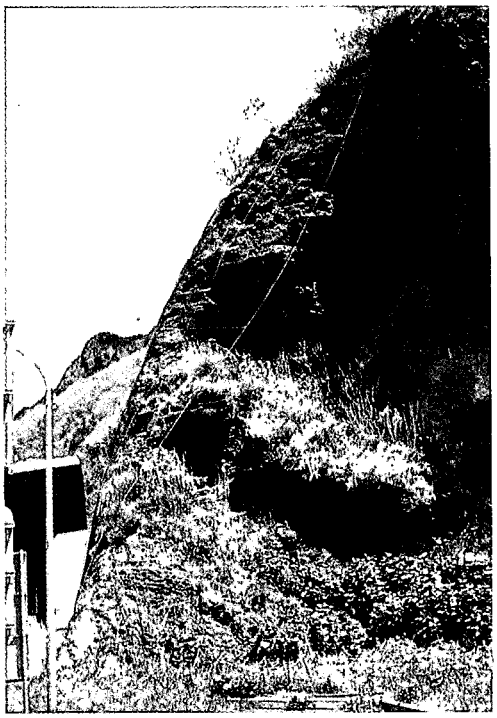
（調査地点位置図）



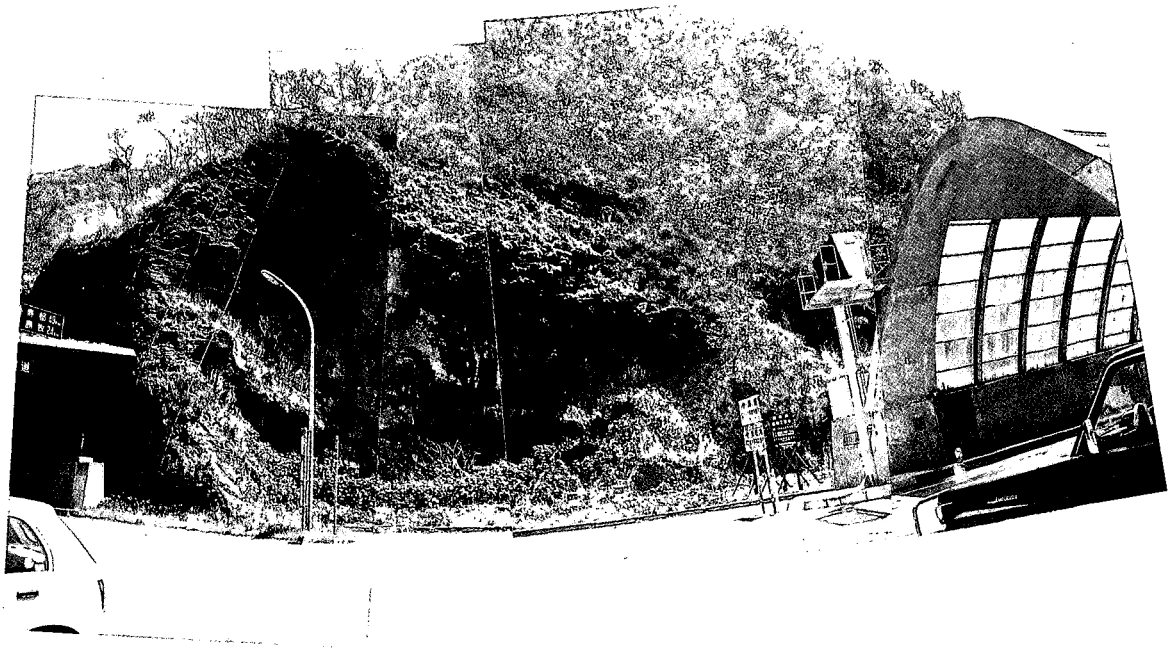
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の現況写真）

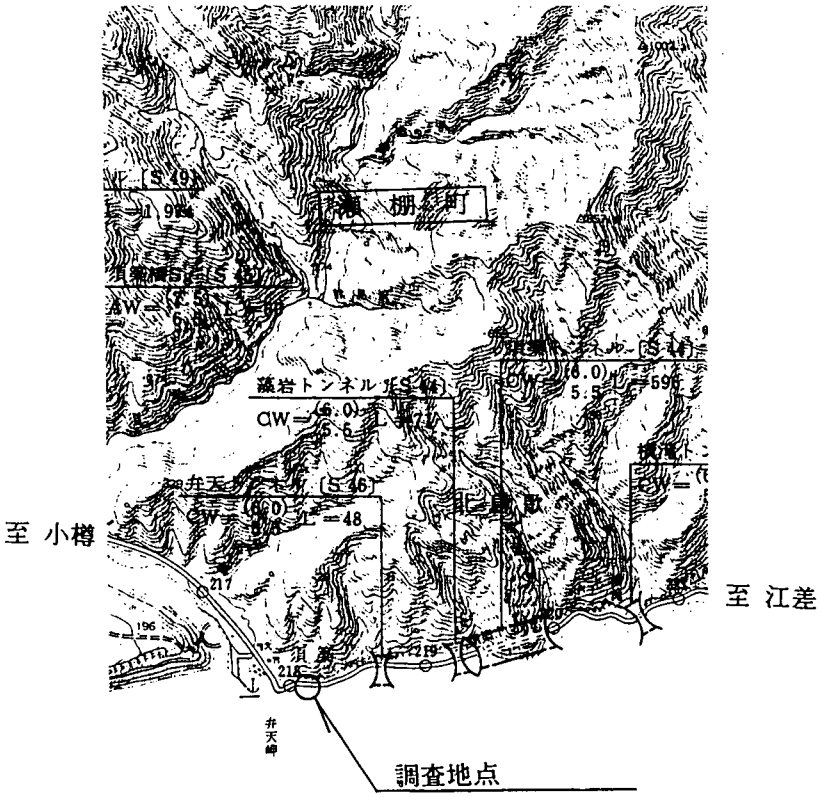




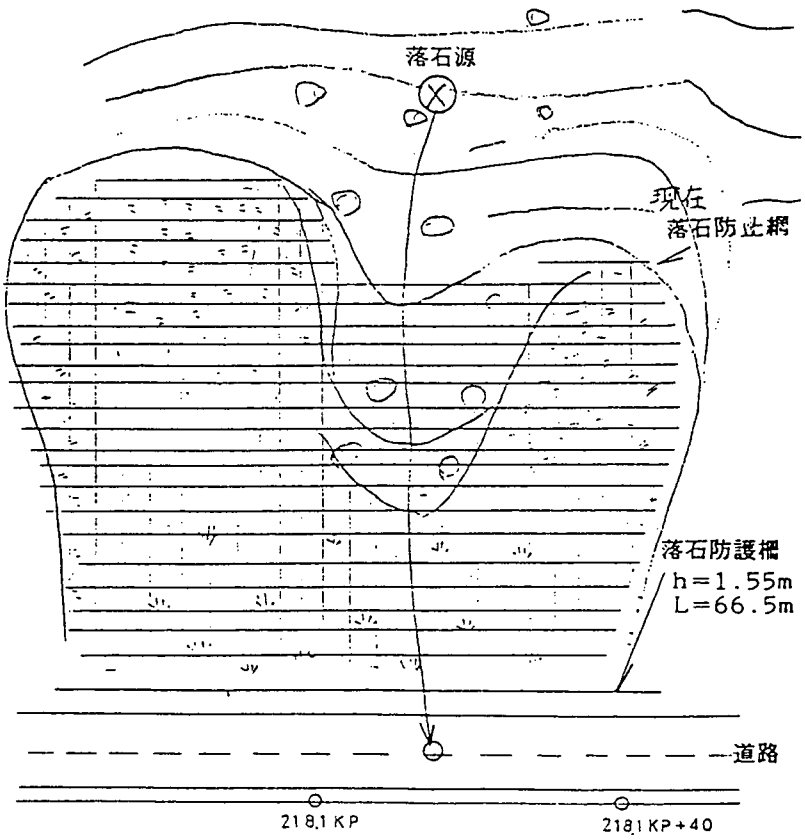


資料番号　012301

（調査地点位置図）

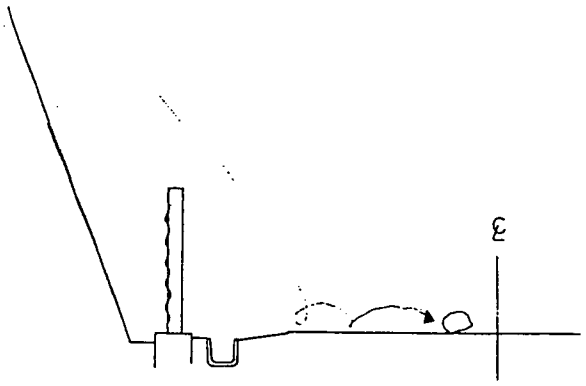


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

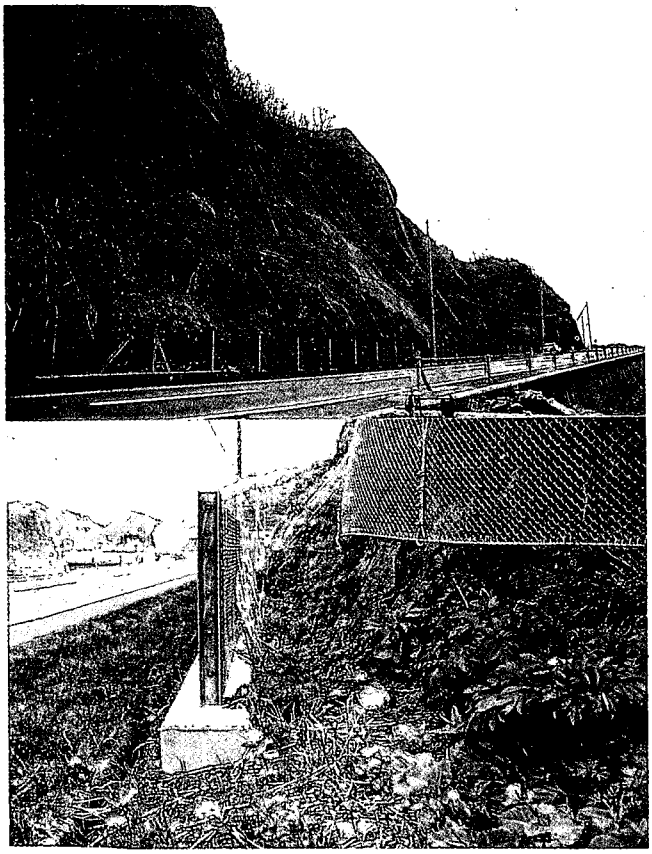


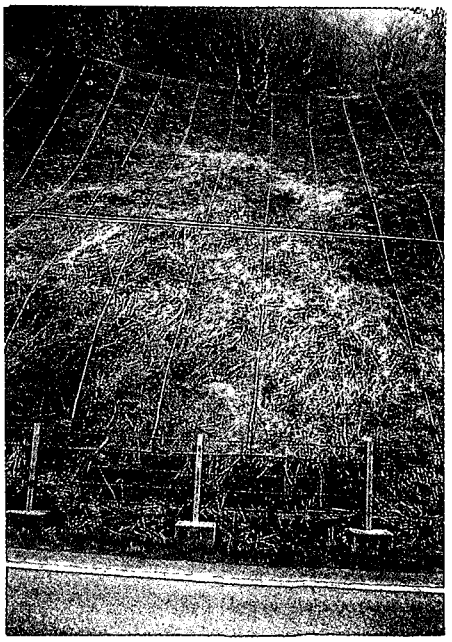
（落石防護工の被害状況）

落石防護柵に被害はないが、防護柵の上を落石が越えて車道部へ落ちた。



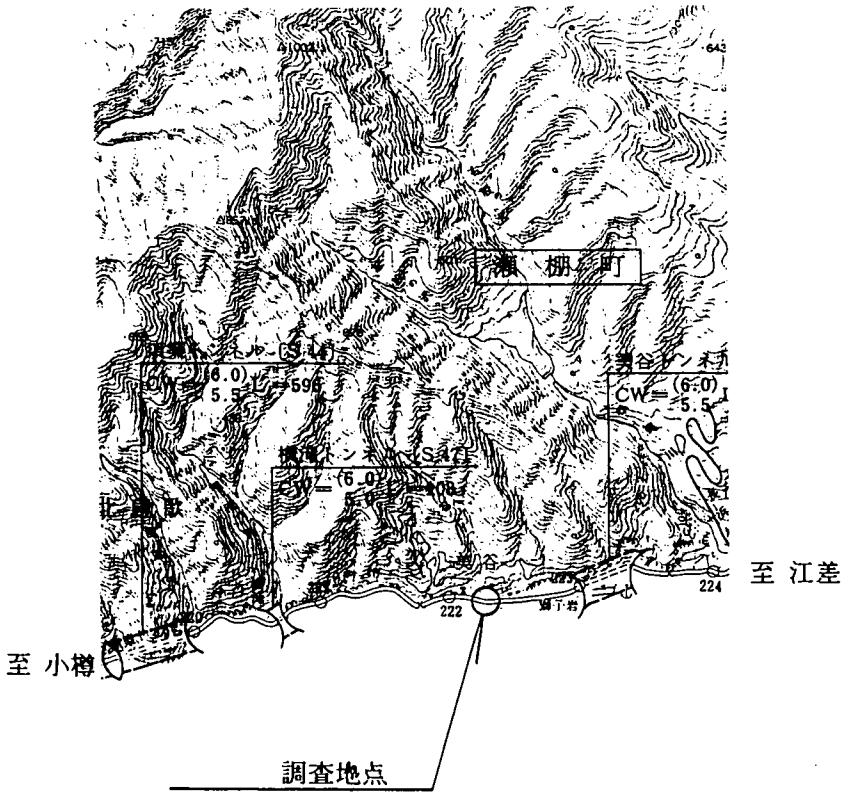
（落石防護工の現況写真）



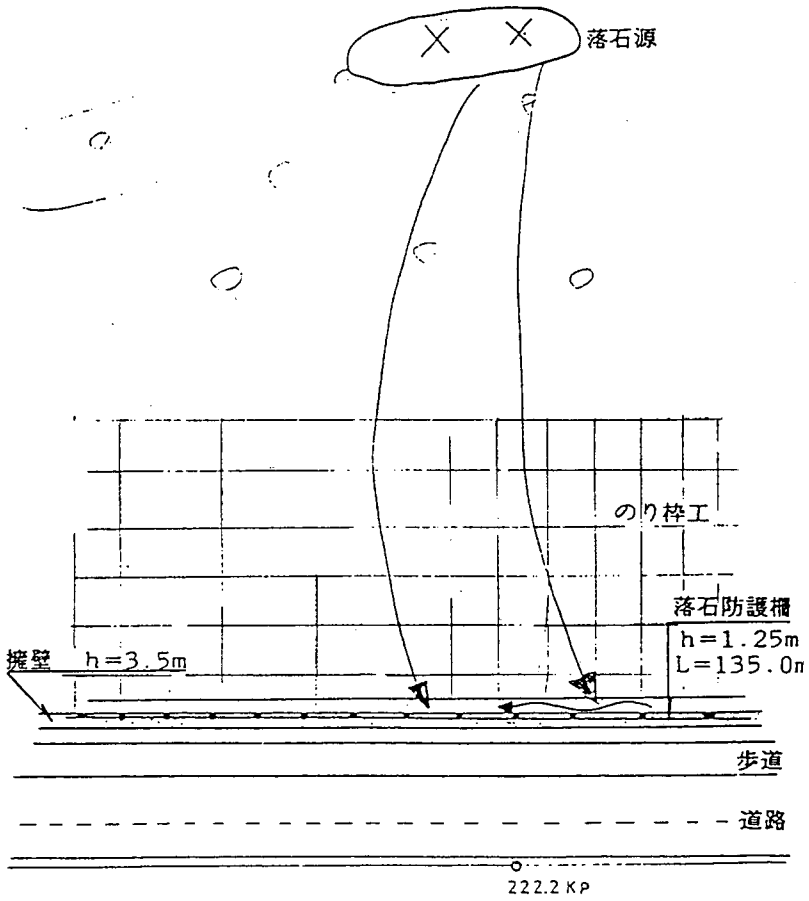


資料番号　012302

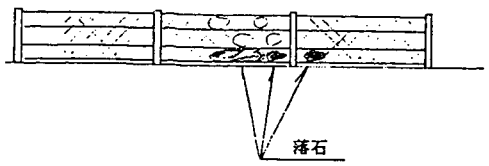
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の被害状況）

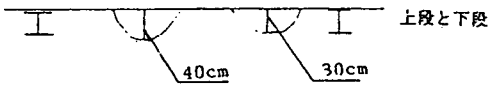


落石は支柱間の金網に衝突して停止、道路への被害はない。

落石で破損した箇所は、金網だけでワイヤーロープ・支柱に被害はない。

金網の破損程度

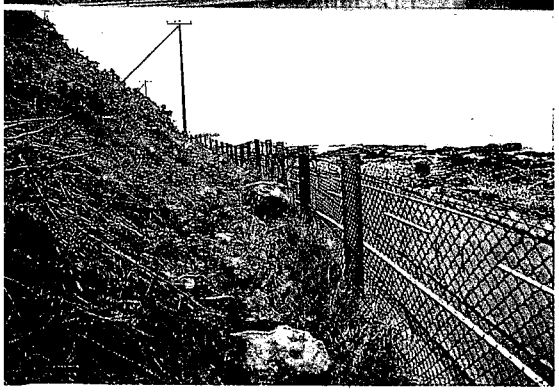
被　網　：　幅　５０ｃｍ　×　５０ｃｍ　　４ケ所

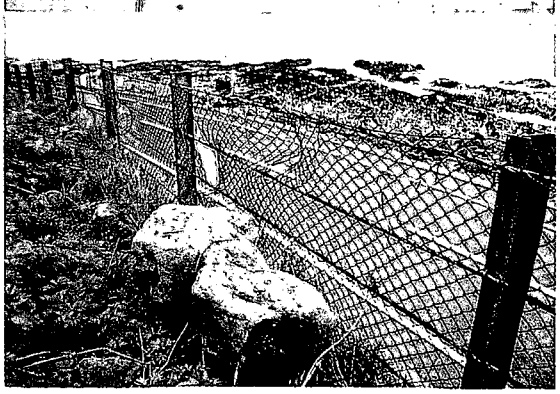


（落石防護工の被害状況写真）



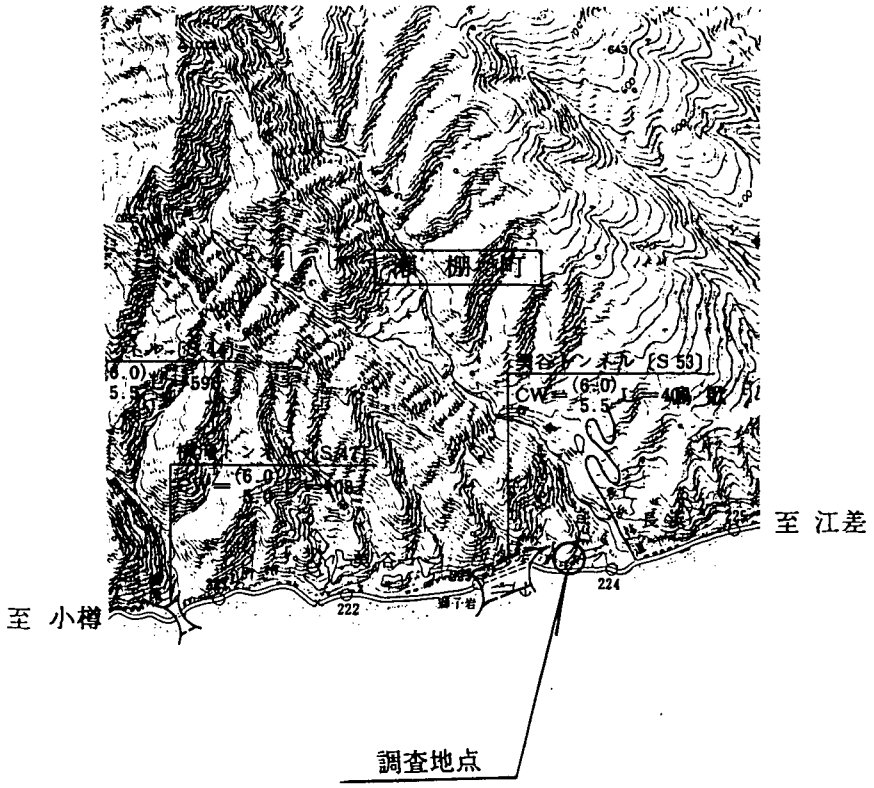




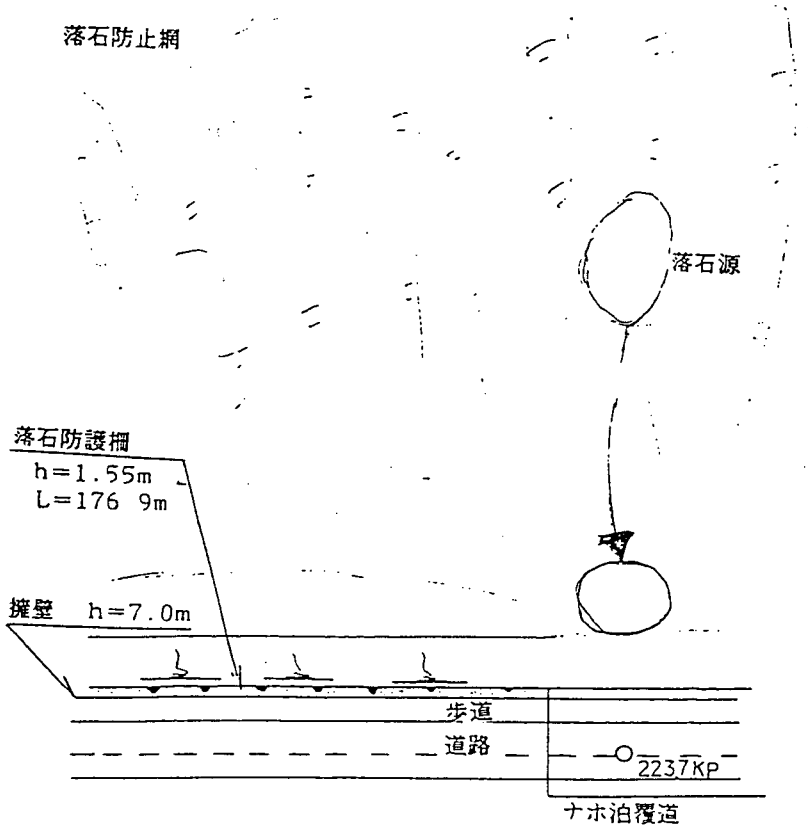


資料番号　012303

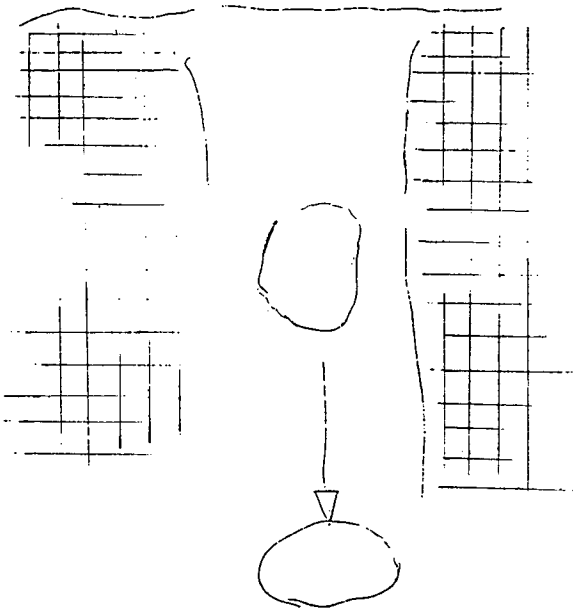
(調査地点位置図)



(落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路)



（落石防護工の被害状況）



岩石はポケット部に落ちて停止、道路への被害はない。

落石で破損した箇所は、落石防止網が岩石に引きずられ網が大破した。

金網の破損程度

被　網　：　幅　４０ｍ　　×　高さ　７０～８０ｍ

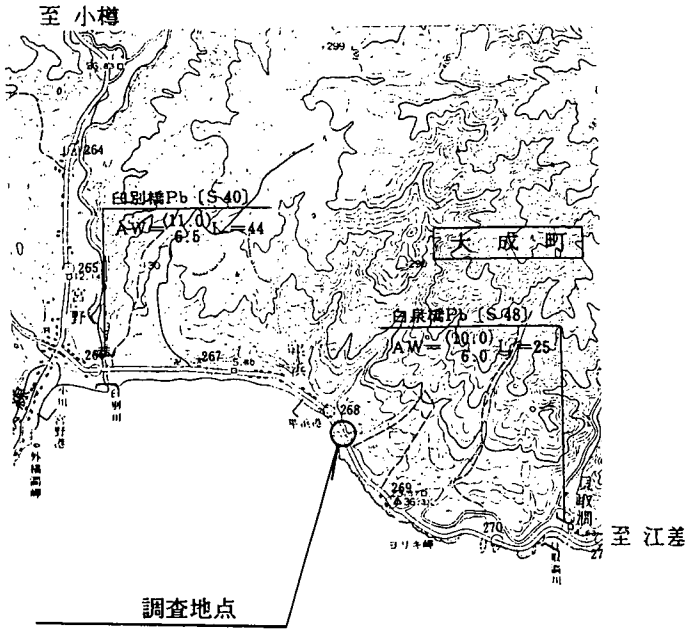
（落石防護工の被害状況写真）



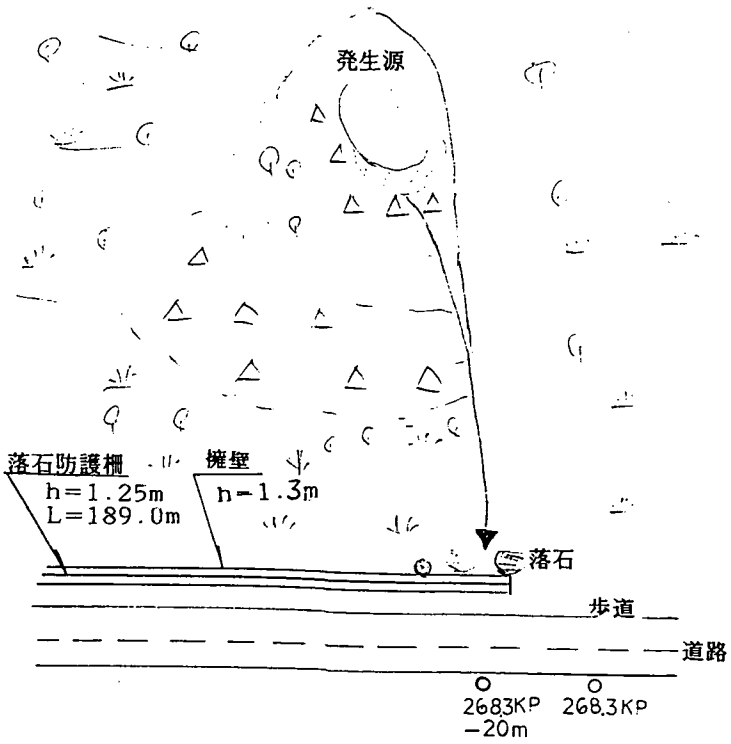


資料番号　012304

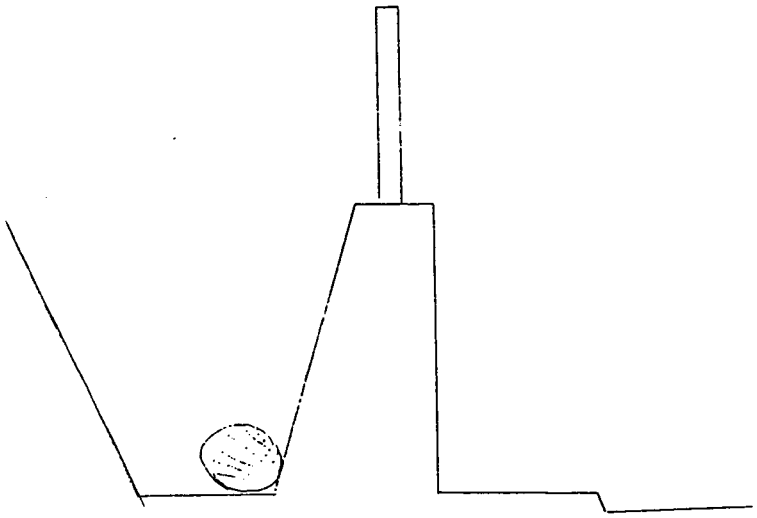
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の被害状況）



落石はポケット部に落ちて停止、道路への被害はない。

（落石防護工の現況写真）





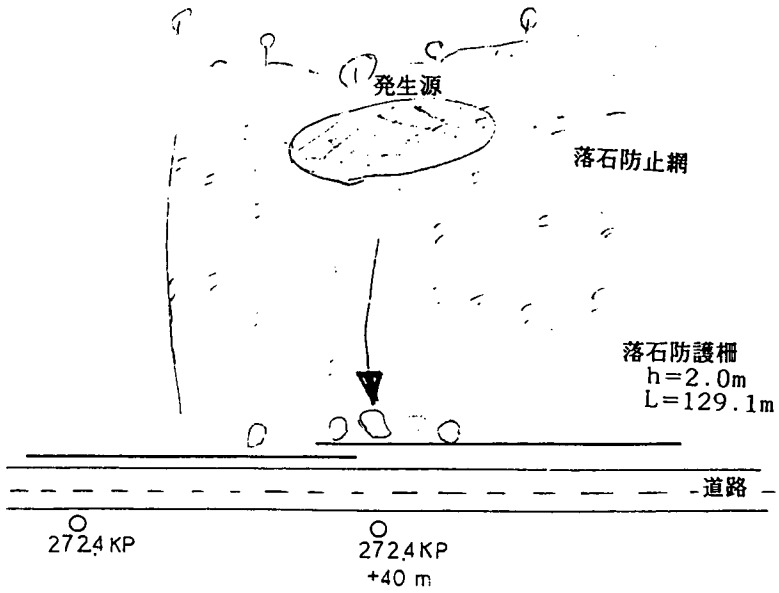


資料番号　012305

（調査地点位置図）

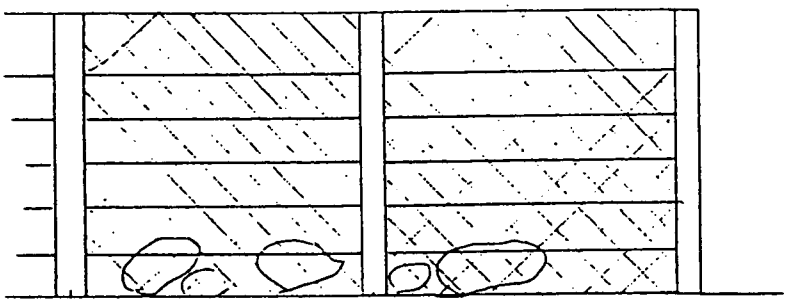


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

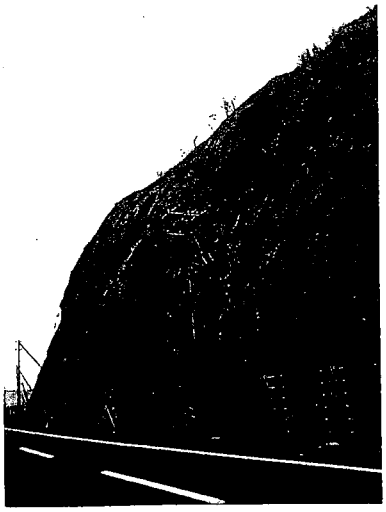


(落石防護工の被害状況)

落石はポケット部に落ちて停止、道路への被害はない。



(落石防護工の被害状況写真)

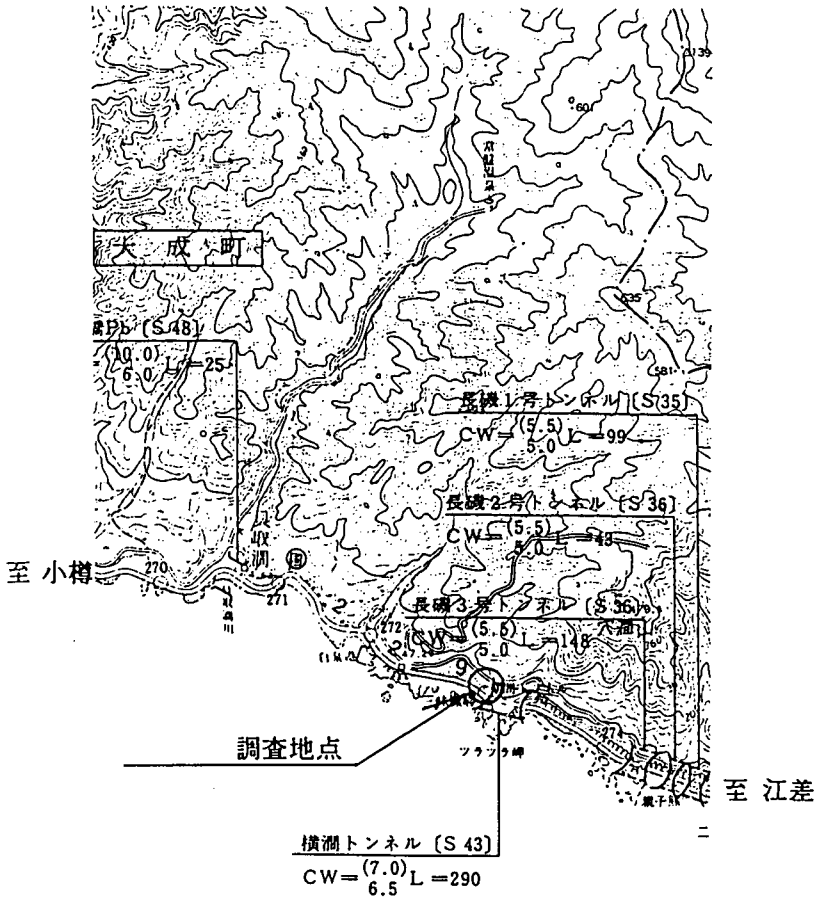




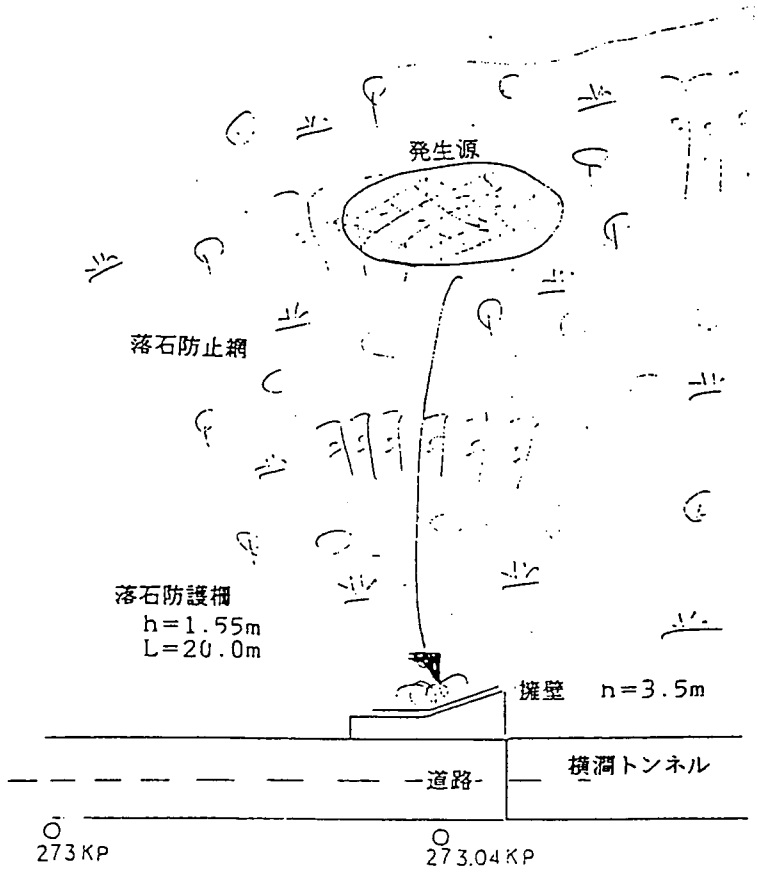


資料番号　012306

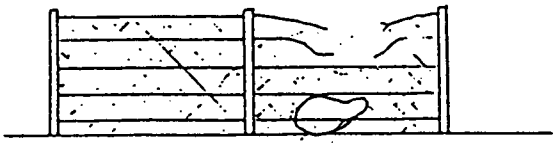
(調査地点位置図)



(落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路)



（落石防護工の被害状況）



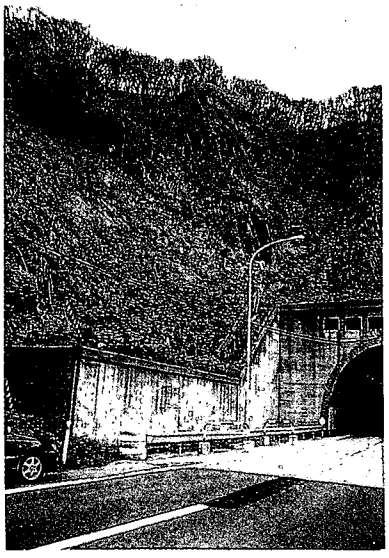
支柱と支柱の間に落石が衝突し、ワイヤーロープと金網が破壊され石は防護柵内に落ちた。

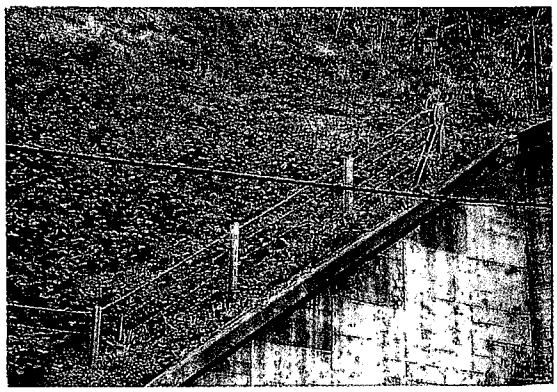
破損箇所

ワイヤーロープ　２本　切断
上から１段目　上から２段目

金　網　形状の変形
幅　１ｍ　高さ　５０ｃｍ

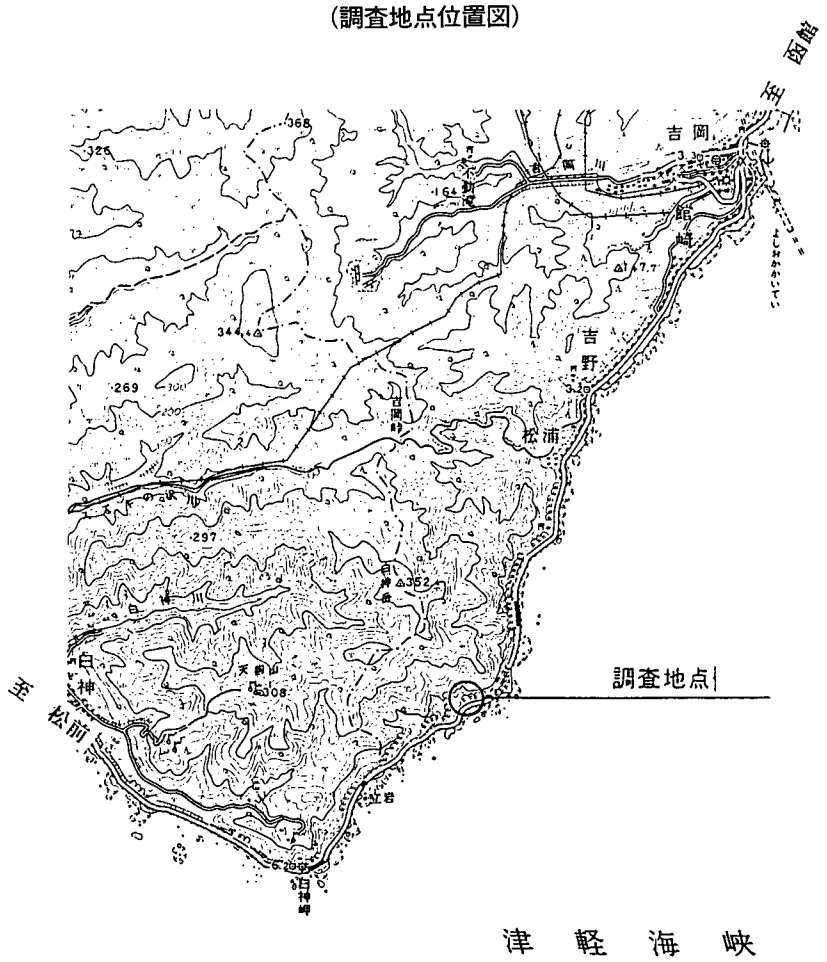
（落石防護工の被害状況写真）



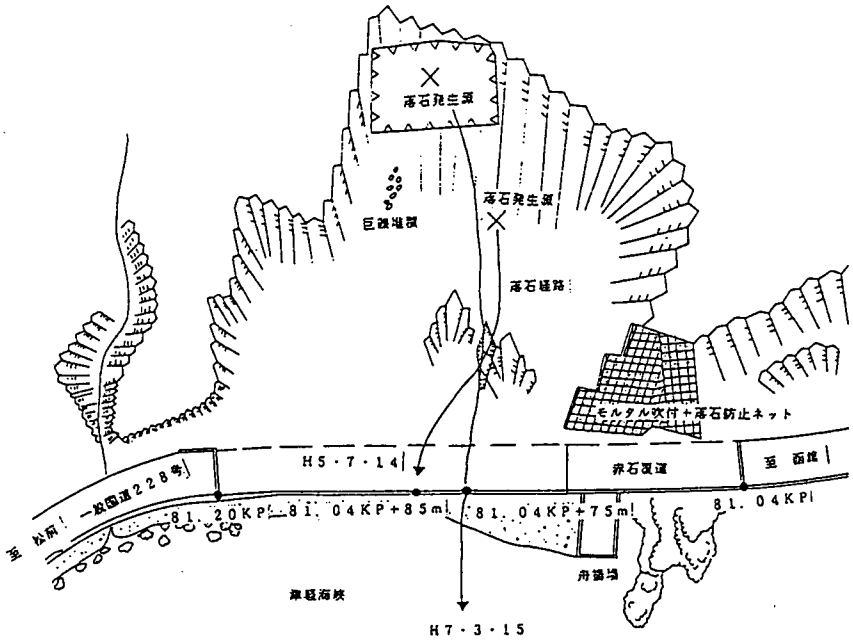


資料番号　012601

（調査地点位置図）

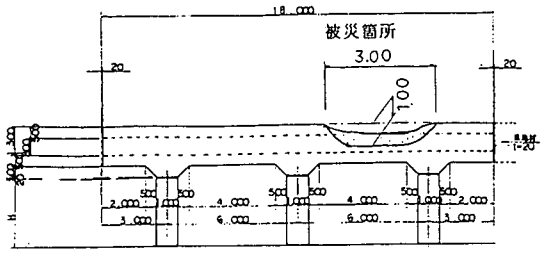


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

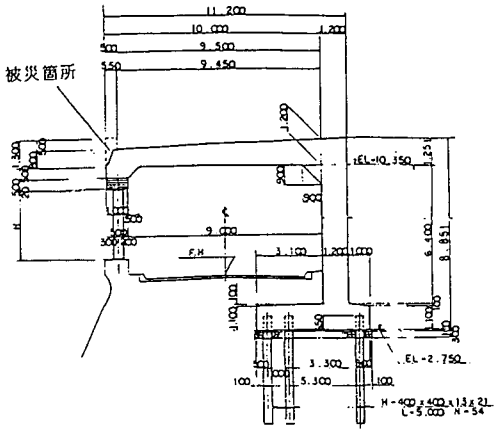


（落石防護工の被害状況）

側面図



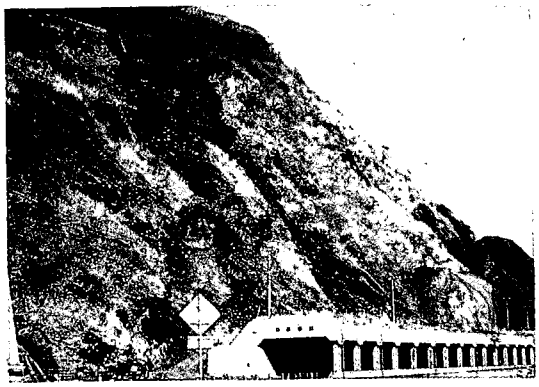
断面図



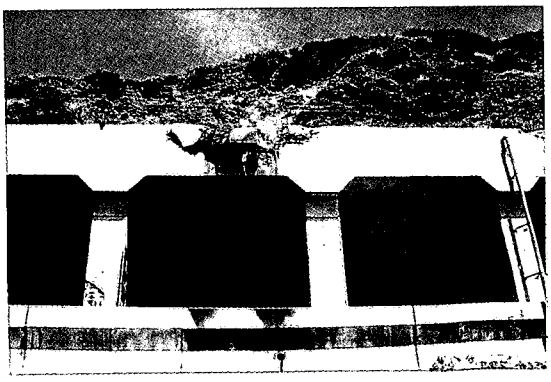
赤石覆道クッション材に落石後転がり
覆道土留壁を破壊し海中に落ちた。

覆道土留壁（コンクリート）Ｌ＝３．０ｍ
Ｈ＝０．５～１．０程度被災。

（落石防護工の被害状況写真）

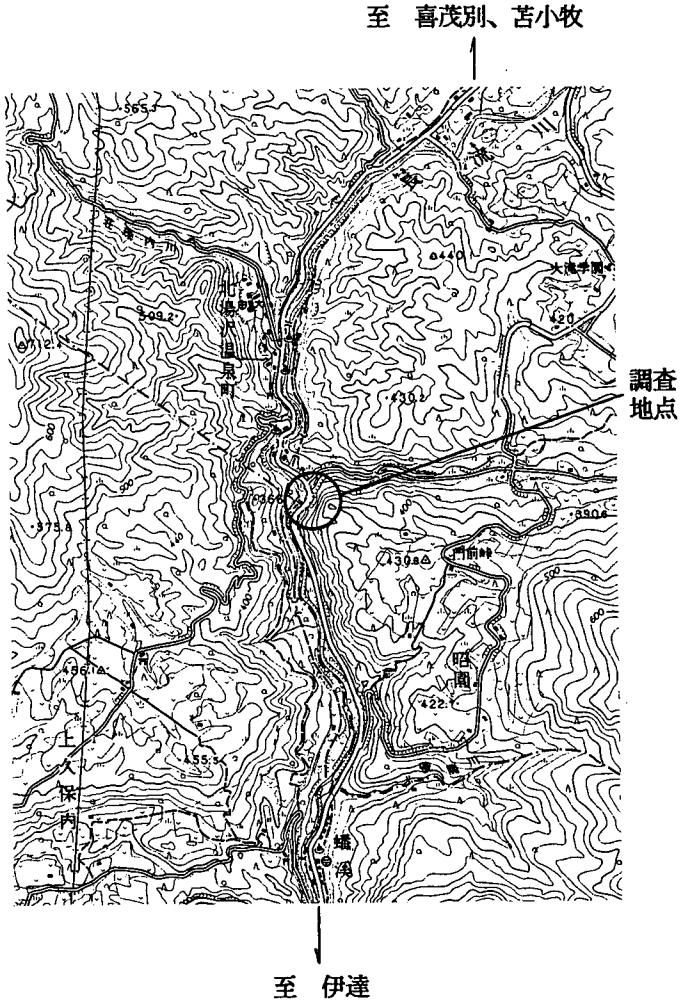




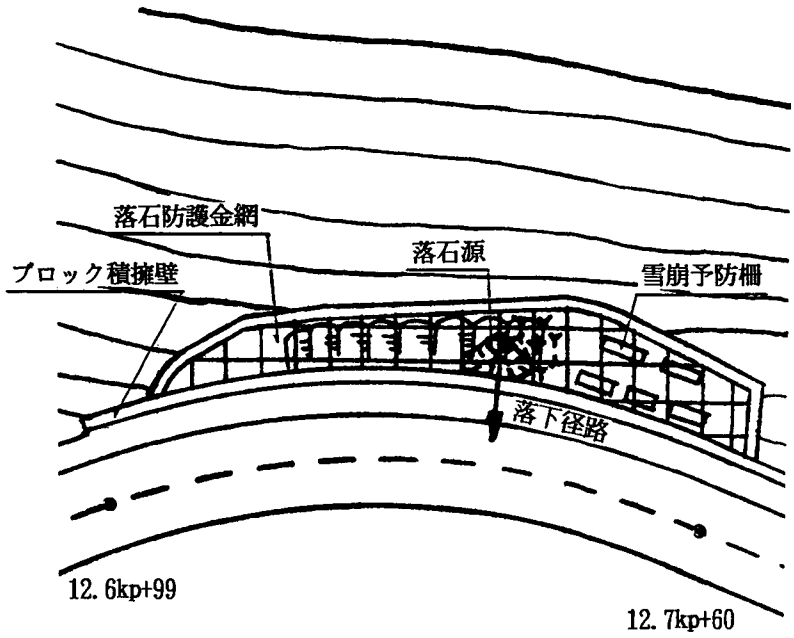


資料番号　013401

（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



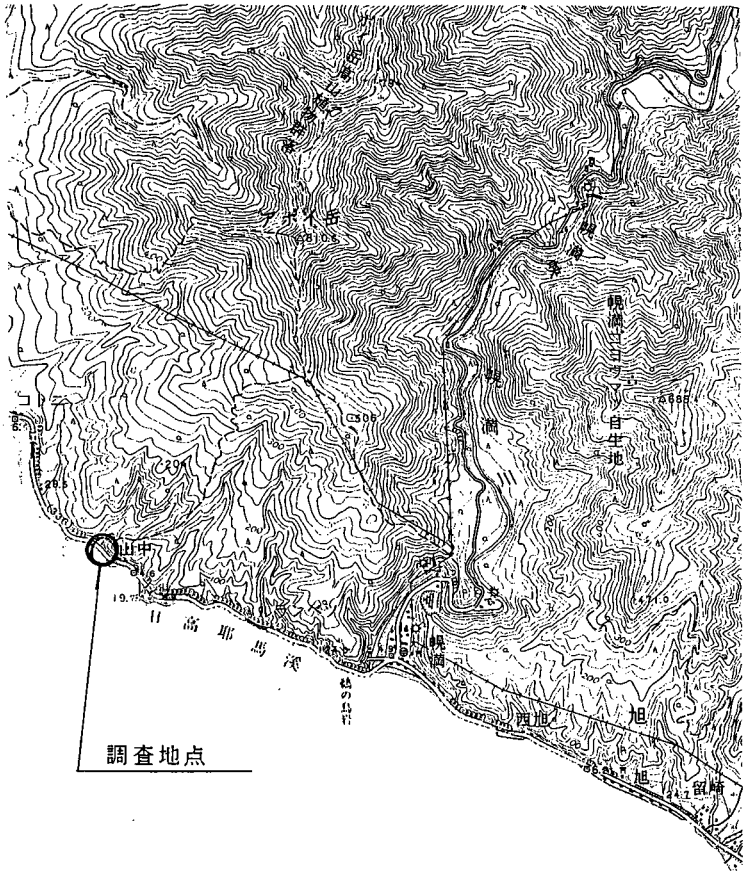
（落石防護工の被害状況写真）



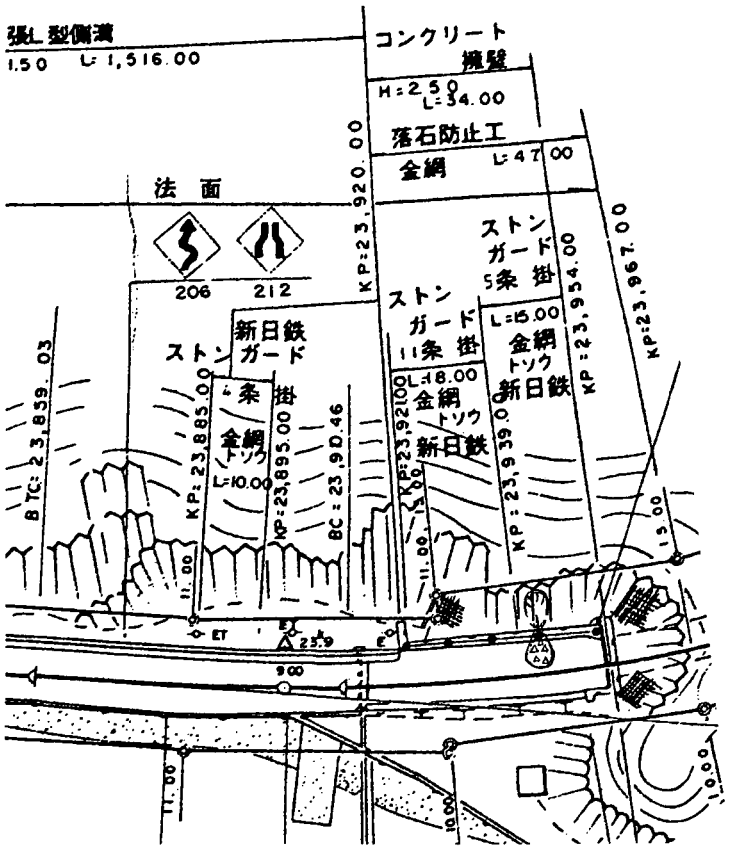


資料番号　013602

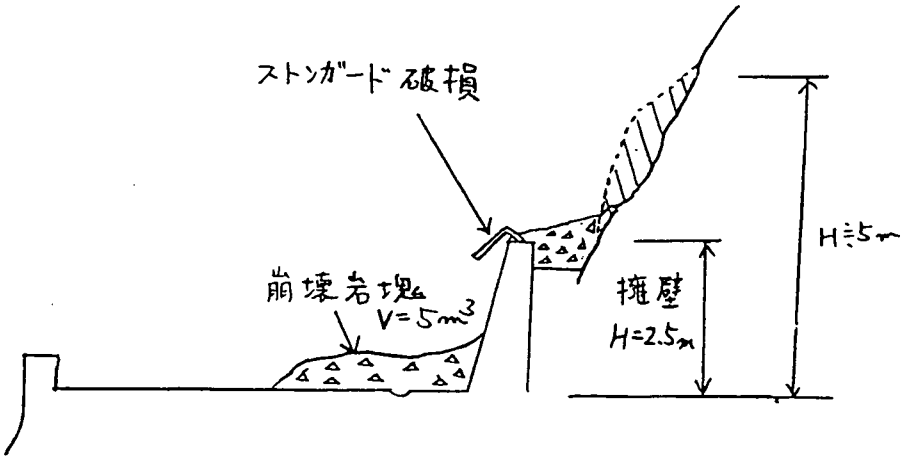
（調査地点位置図）



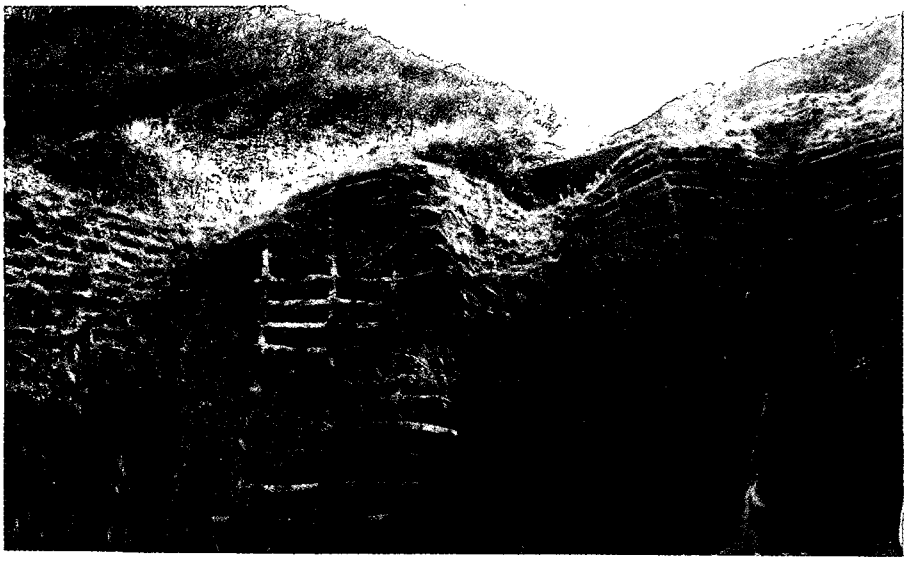
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の被害状況）

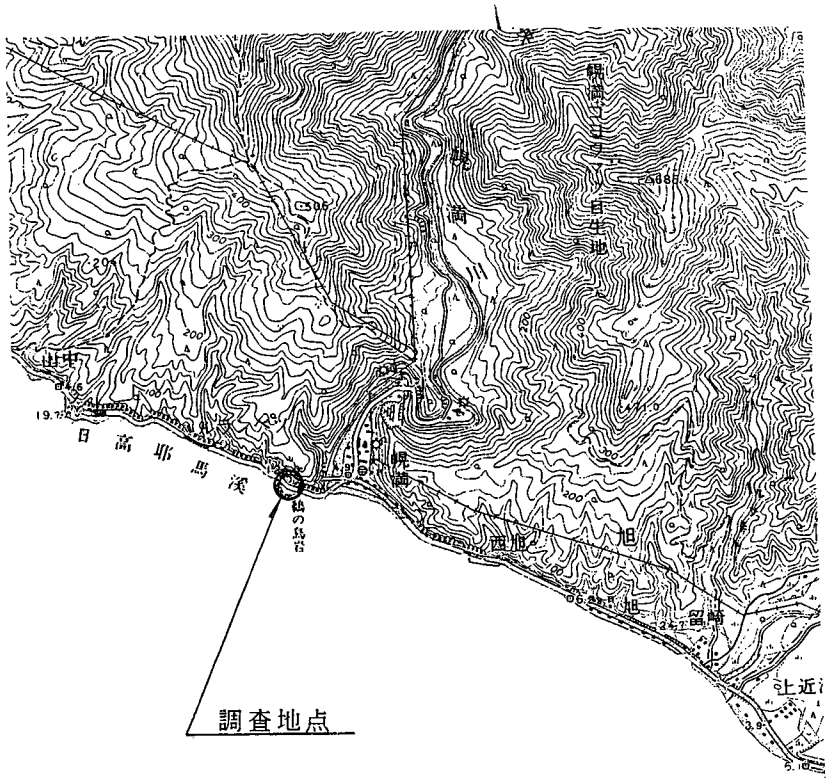


（落石防護工の現況写真）

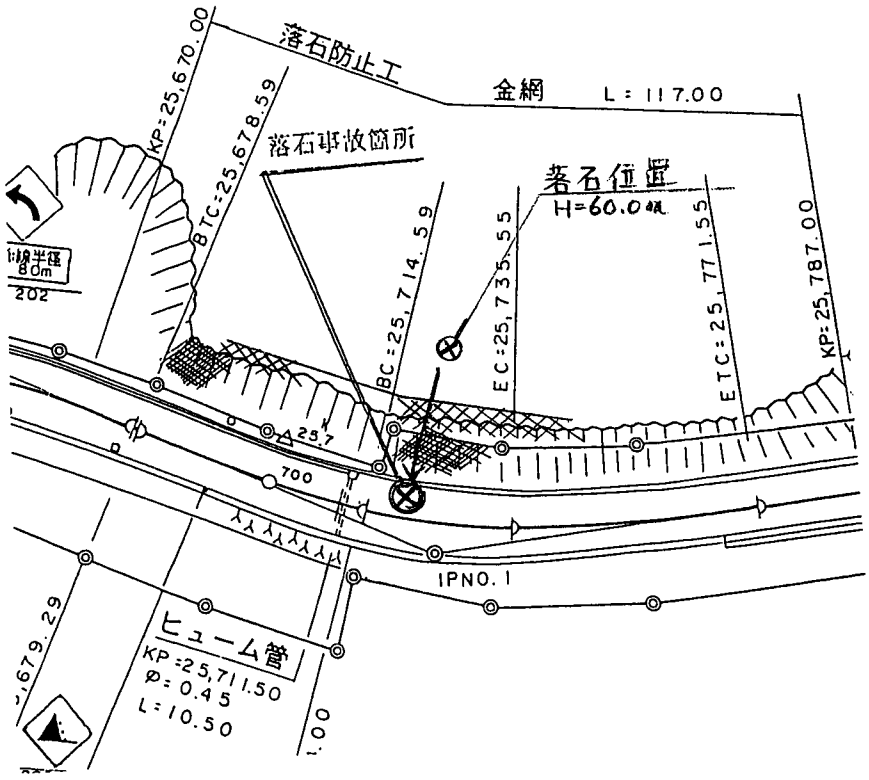


資料番号　013604

（調査地点位置図）

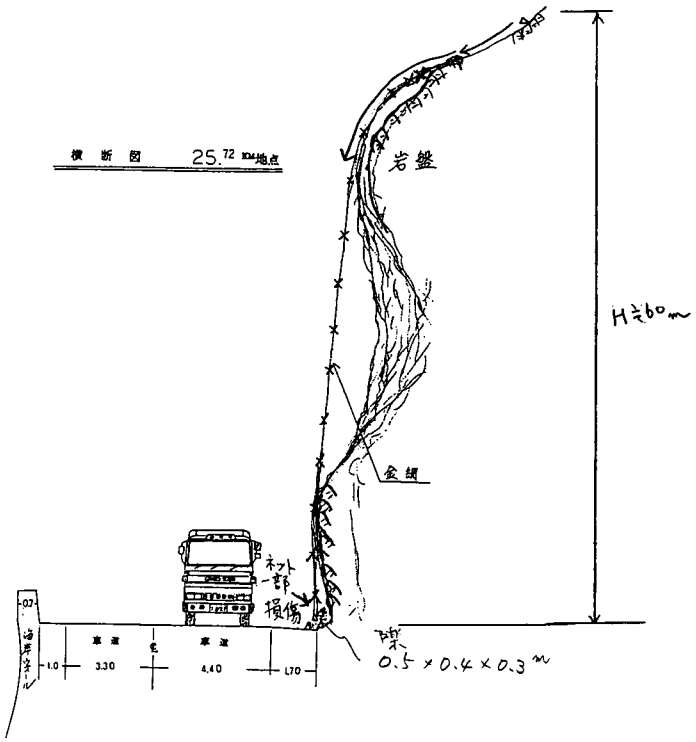


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

落石防護網（金網）の末端部付近に変状が認められるが，今回の事故のものではなくネット内を通過した過去の落石によるものである。



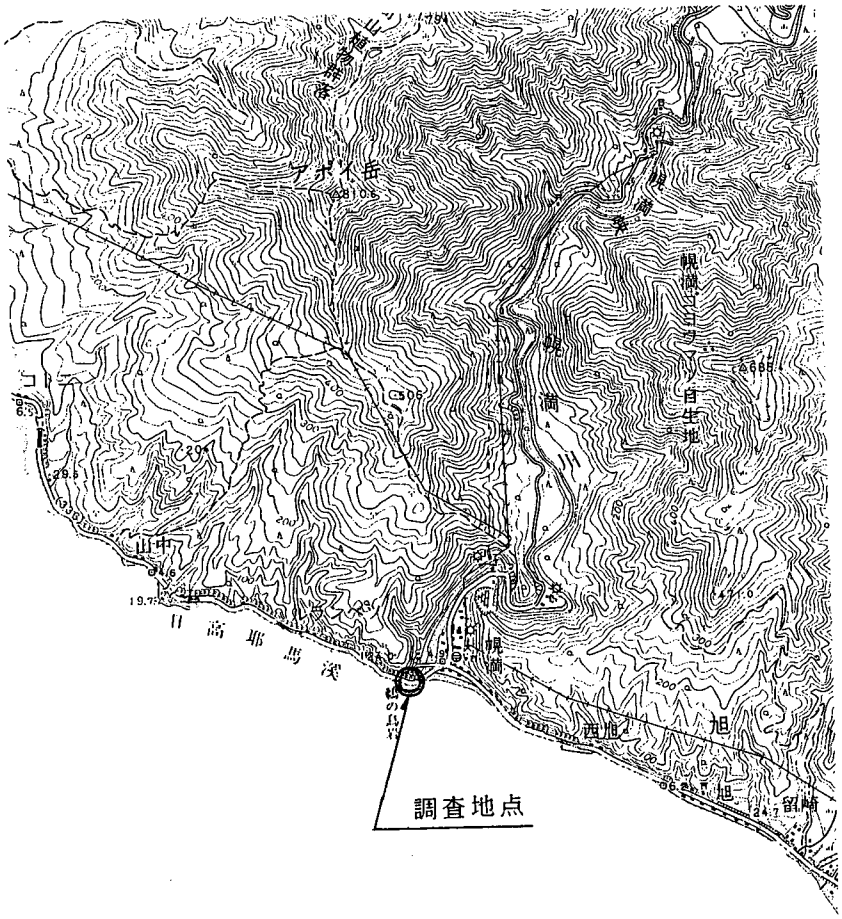
（落石防護工の被害状況写真）

過去の落石により落石防護網（金網）に変状が認められる。

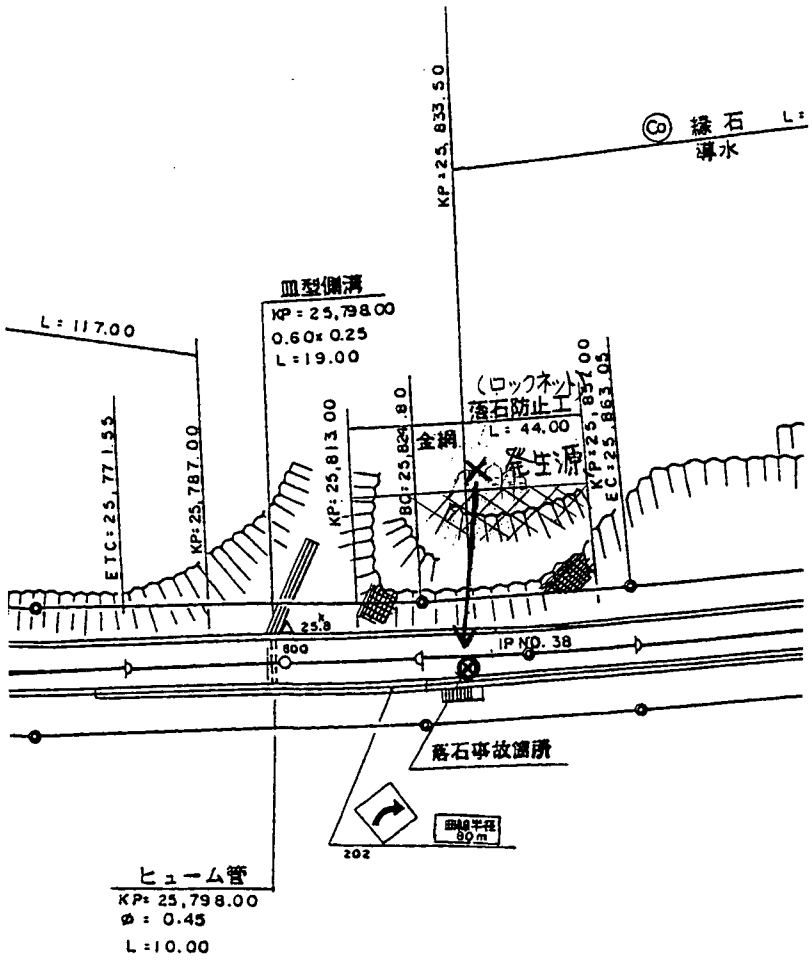


資料番号　013605

(調査地点位置図)

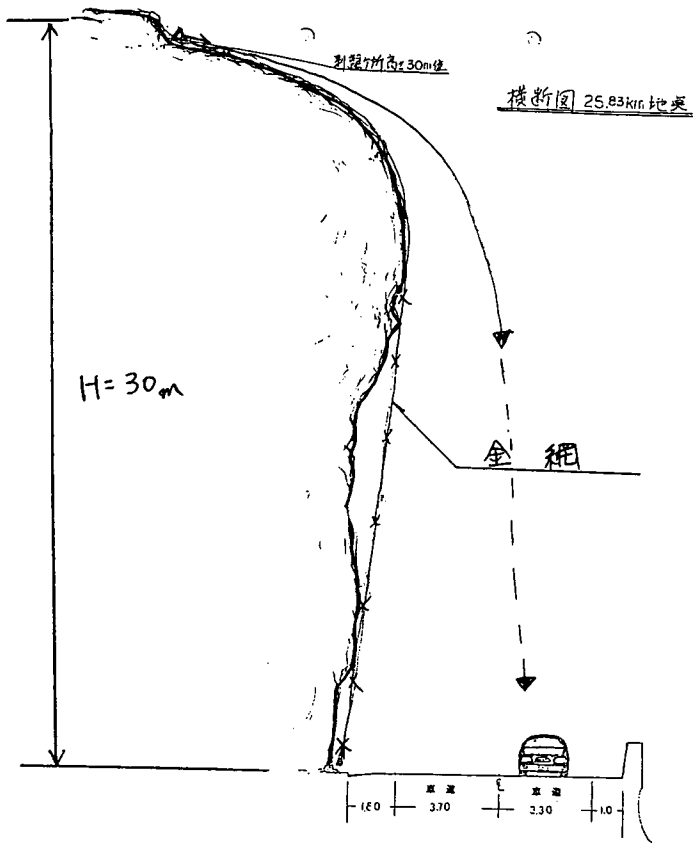


(落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路)

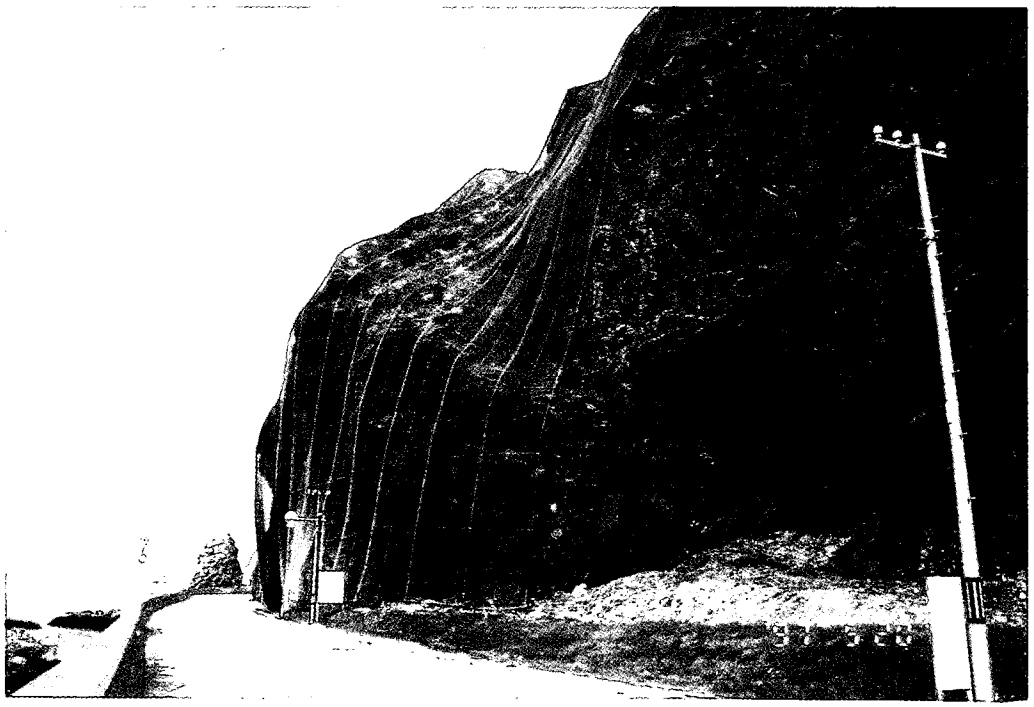


（落石防護工の被害状況）

ロックネット工の上部からの落石であるため，
ロックネット工には被害は認められなかった。

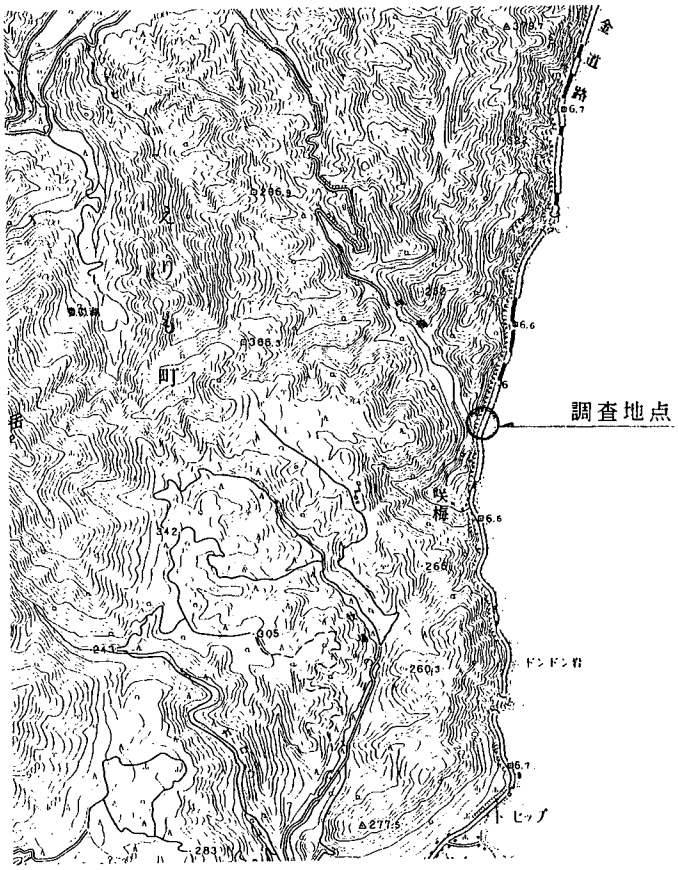


（落石防護工の現況写真）

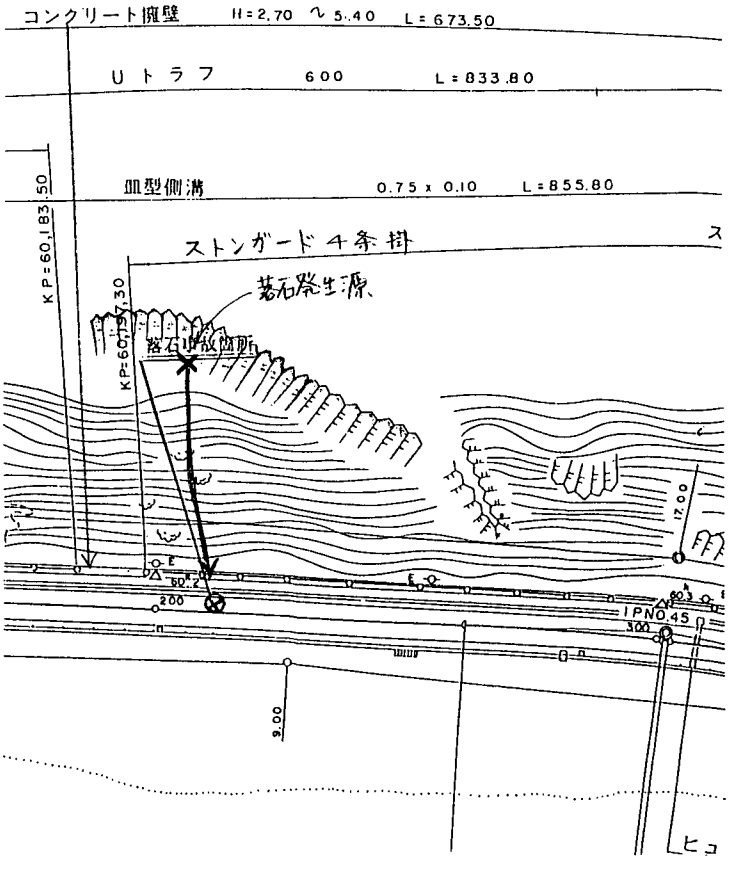


資料番号　013608

（調査地点位置図）



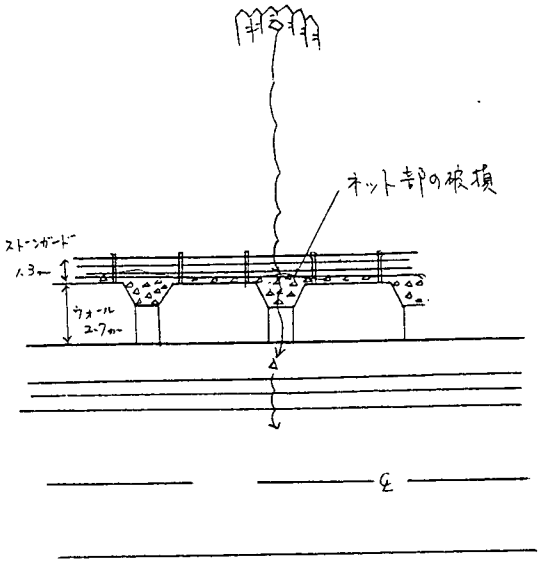
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

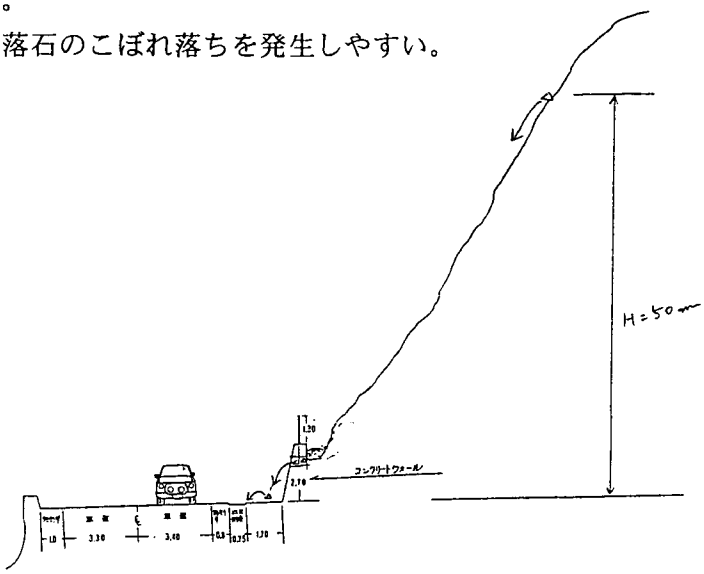


（落石防護工の被害状況）

ウォール間の隙間（凹部）から落石が車道へこぼれ落ちる。

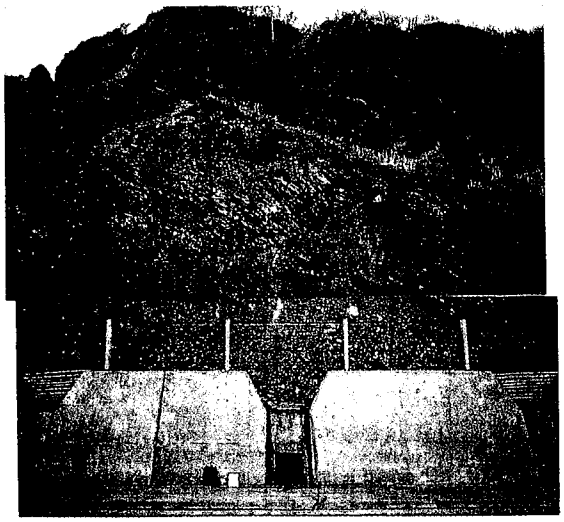
擁壁の凹部は落石のこぼれ落ちを発生しやすい。





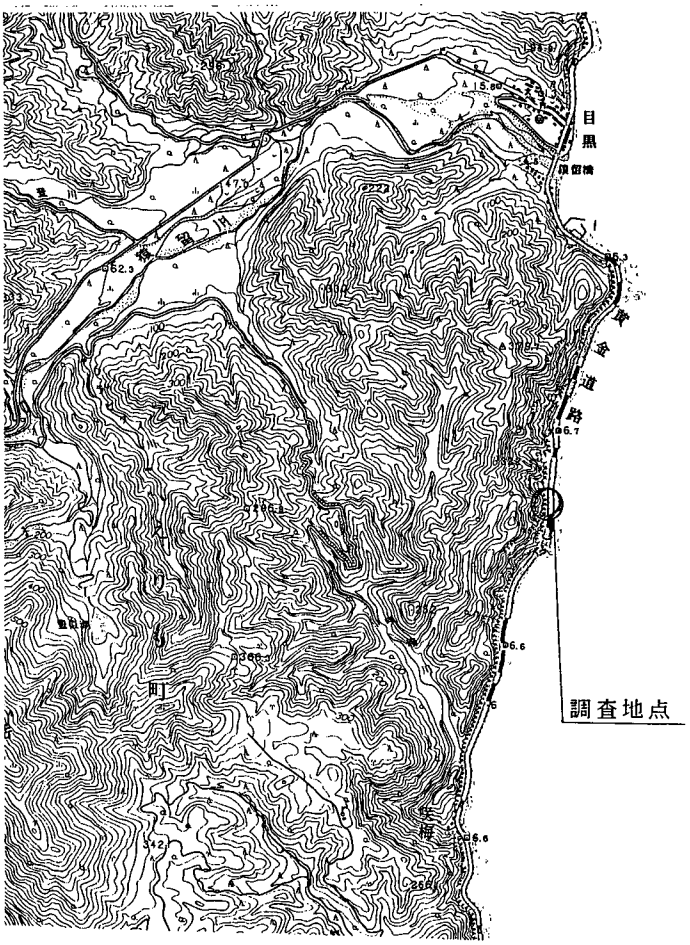
（落石防護工の被害状況写真）

防護工の隙間をすり抜けたため防護工は軽微なネット部の破損を生じた。

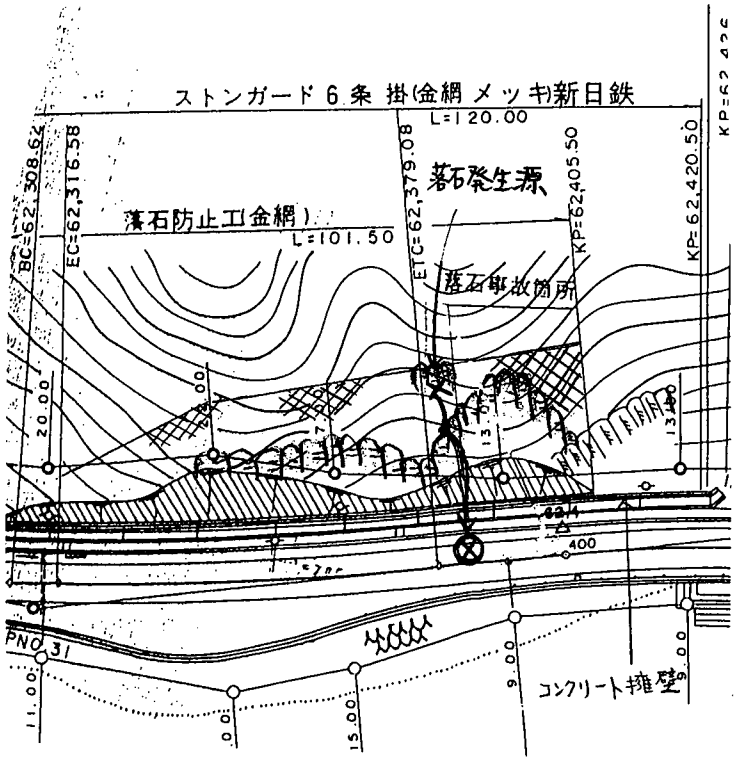


資料番号　013612

（調査地点位置図）



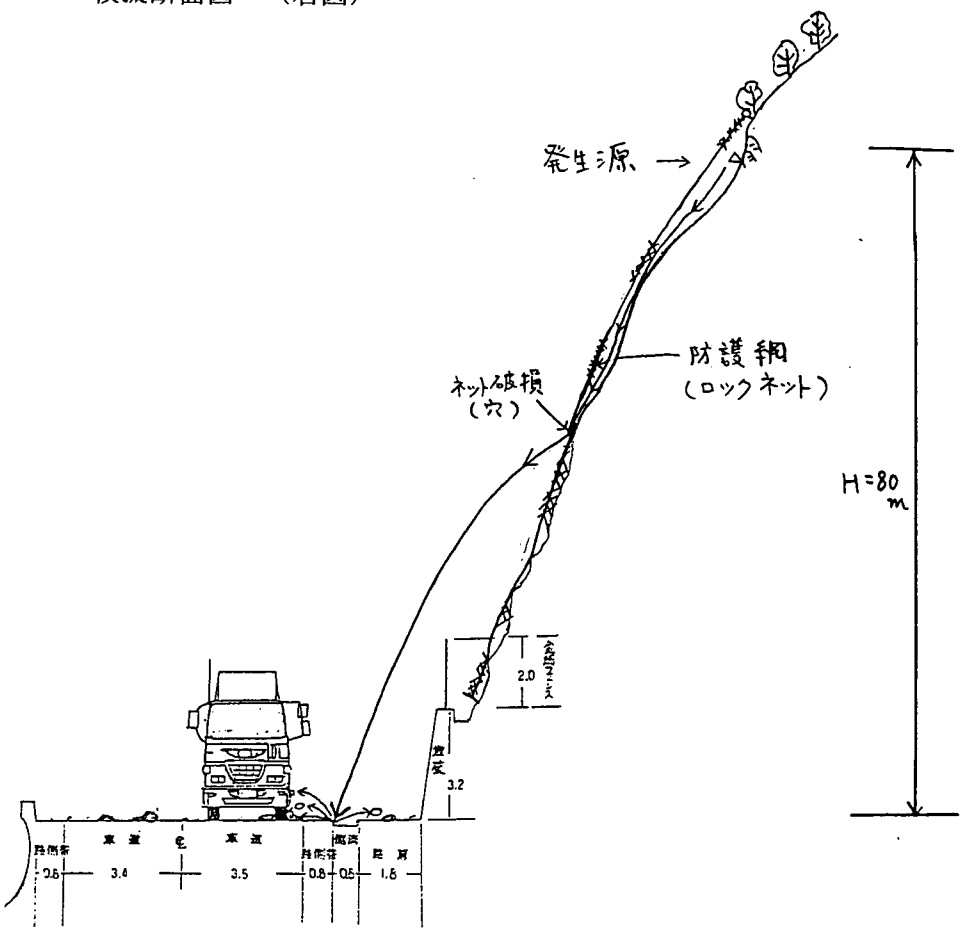
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の被害状況）

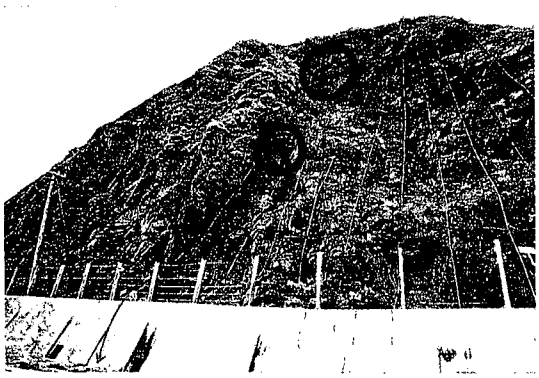
防護柵（フェンス）を飛び越えたため被害なし。

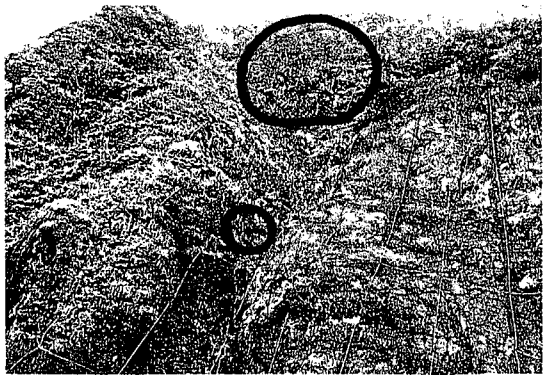
模擬断面図　（右図）



（落石防護工の被害状況写真）

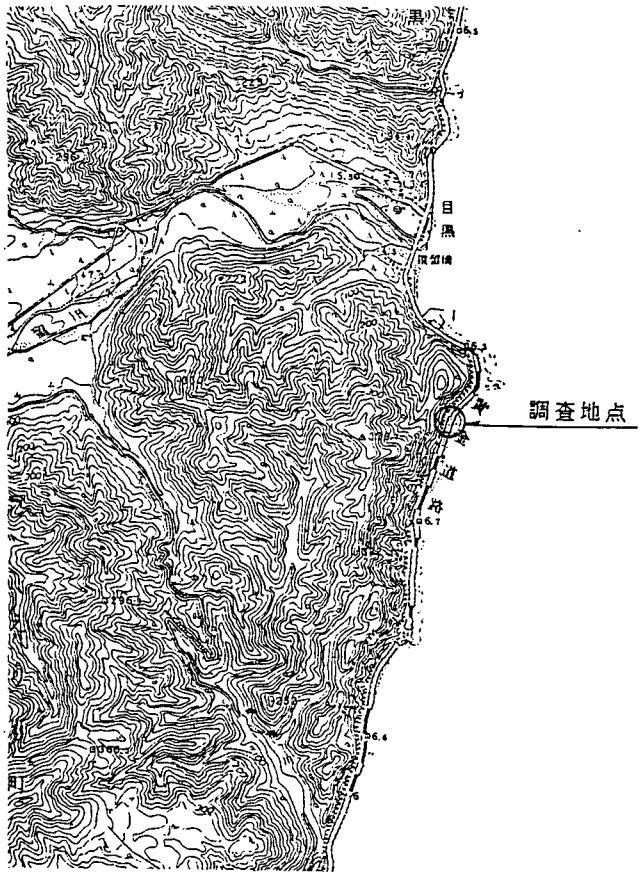
丸印 →発生源



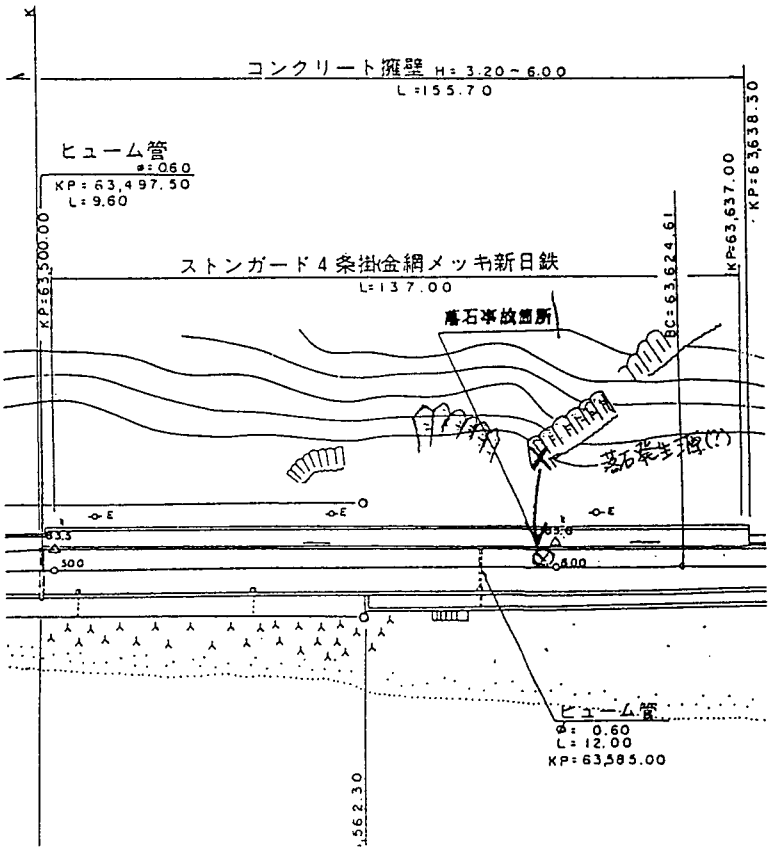


資料番号　013614

（調査地点位置図）

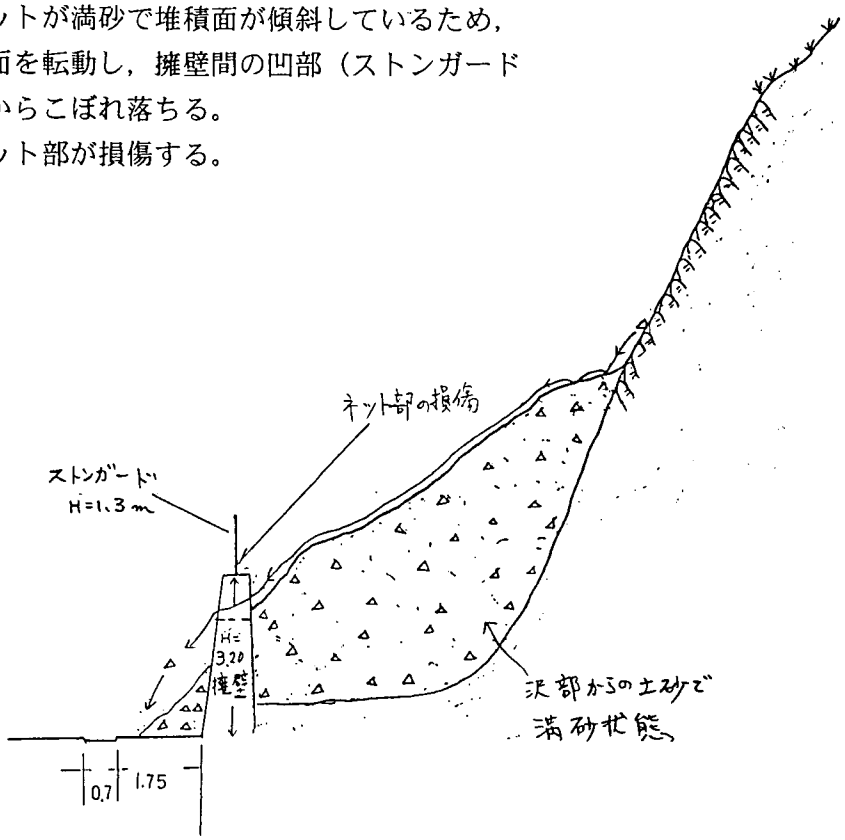


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



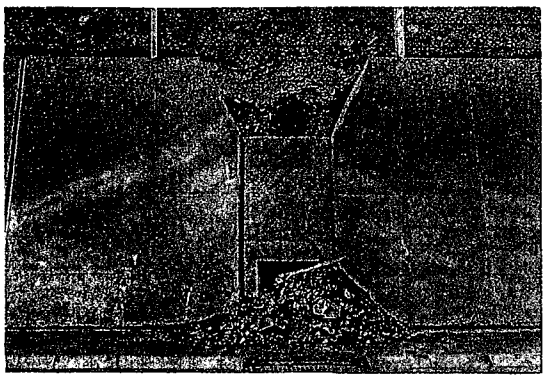
（落石防護工の被害状況）

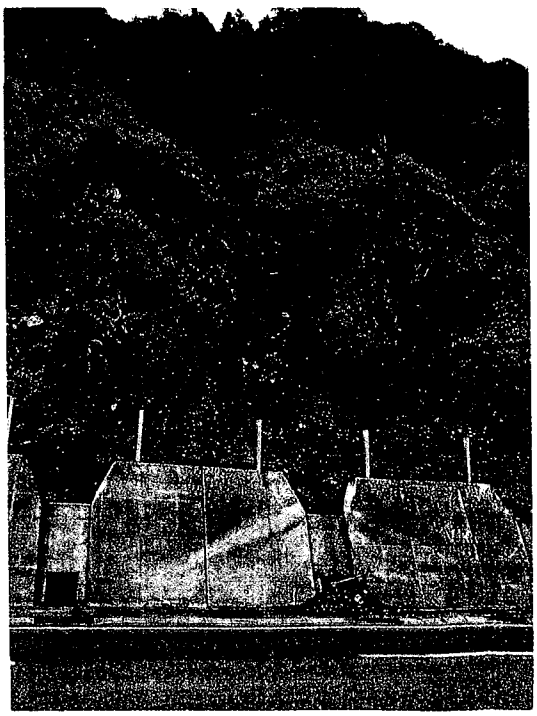
擁壁ポケットが満砂で堆積面が傾斜しているため，落石は堆積面を転動し，擁壁間の凹部（ストンガード下の隙間）からこぼれ落ちる。
防護工はネット部が損傷する。



（落石防護工の被害状況写真）

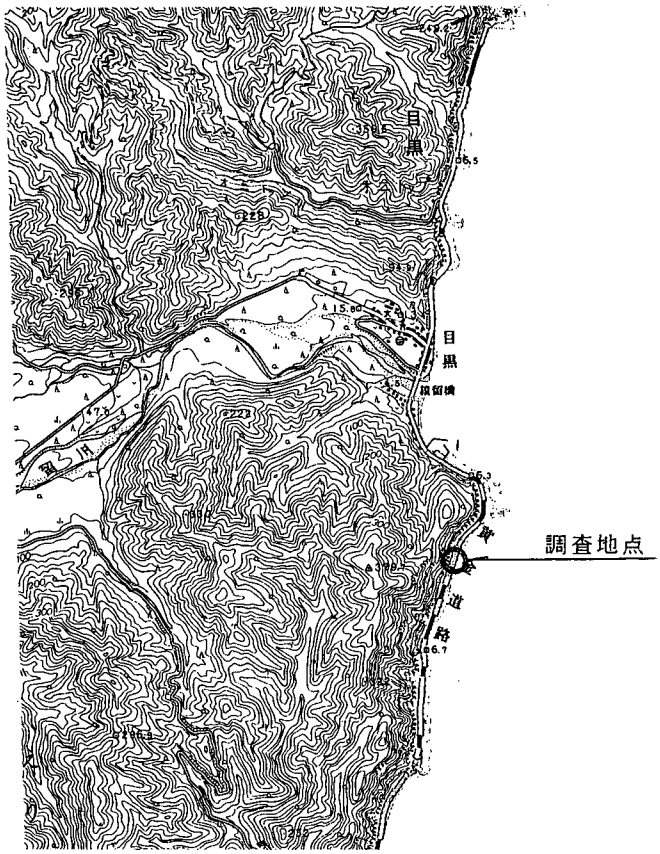
擁壁よりこぼれた落石の状況



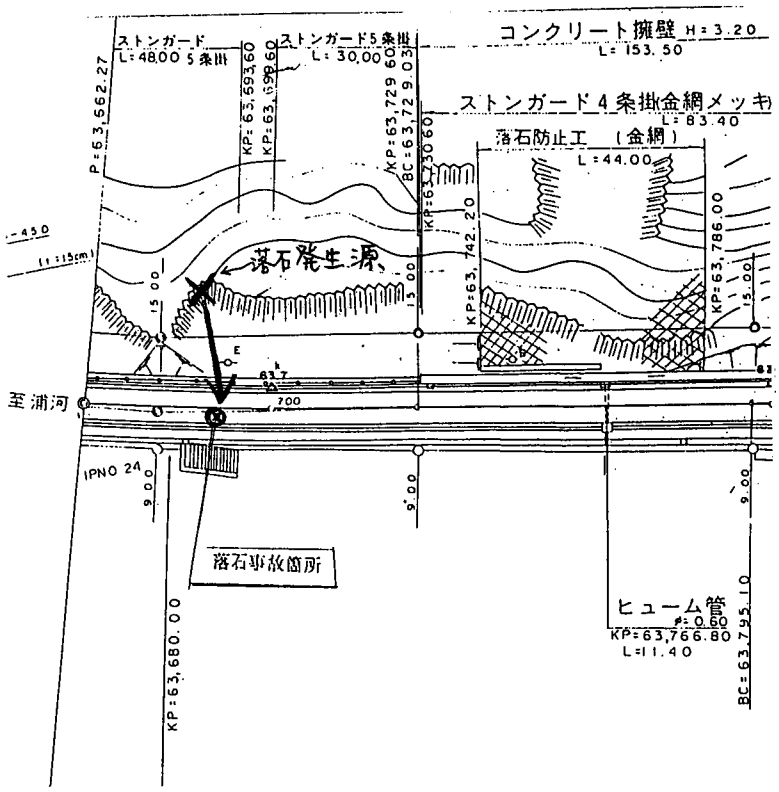


資料番号　013615

（調査地点位置図）



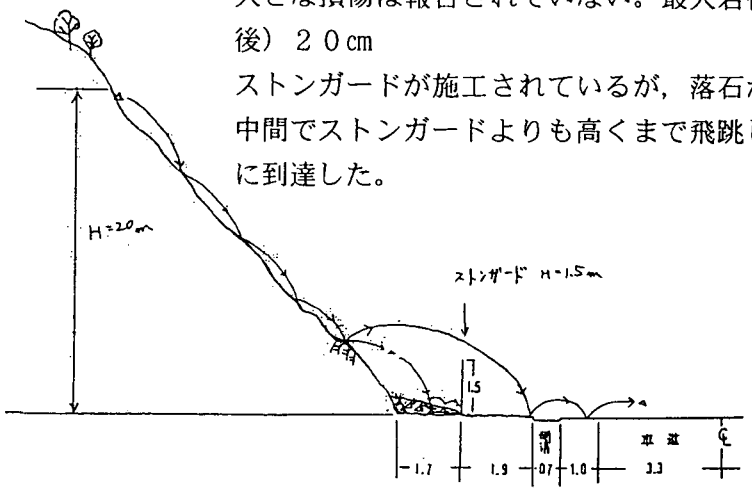
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の被害状況）

末端部で飛散した落石の一部が車道へ達した。ストンガードに衝突した瓦礫もあると思われるが大きな損傷は報告されていない。最大岩径（飛散後）２０cm

ストンガードが施工されているが，落石が斜面の中間でストンガードよりも高くまで飛跳し，現道部に到達した。

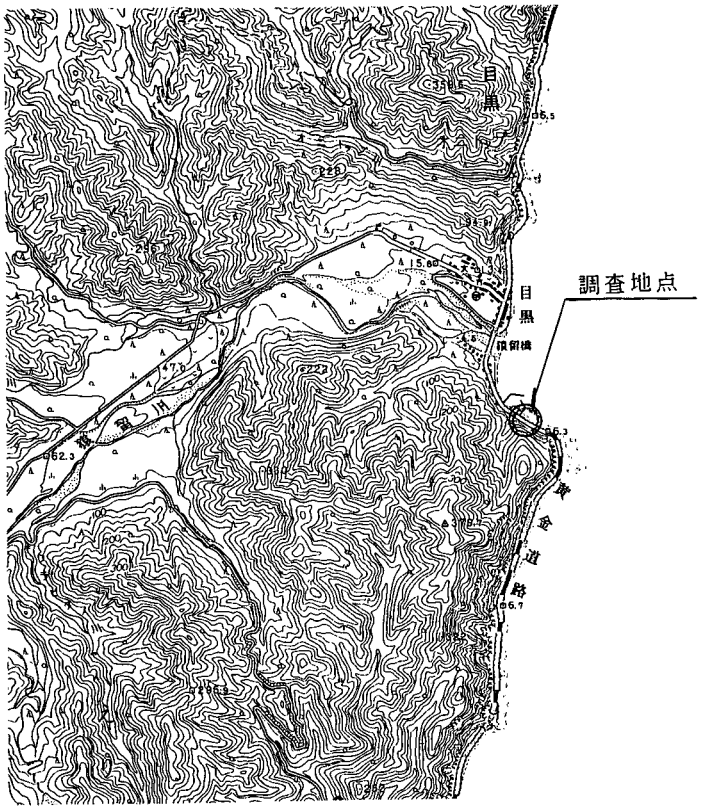


（落石防護工の被害状況写真）

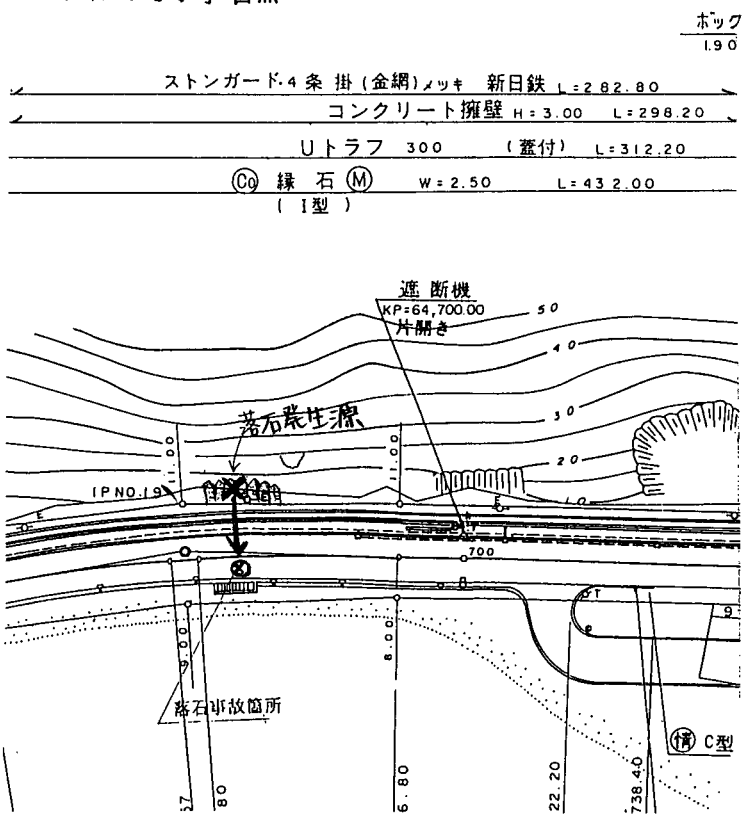


資料番号　013617

（調査地点位置図）

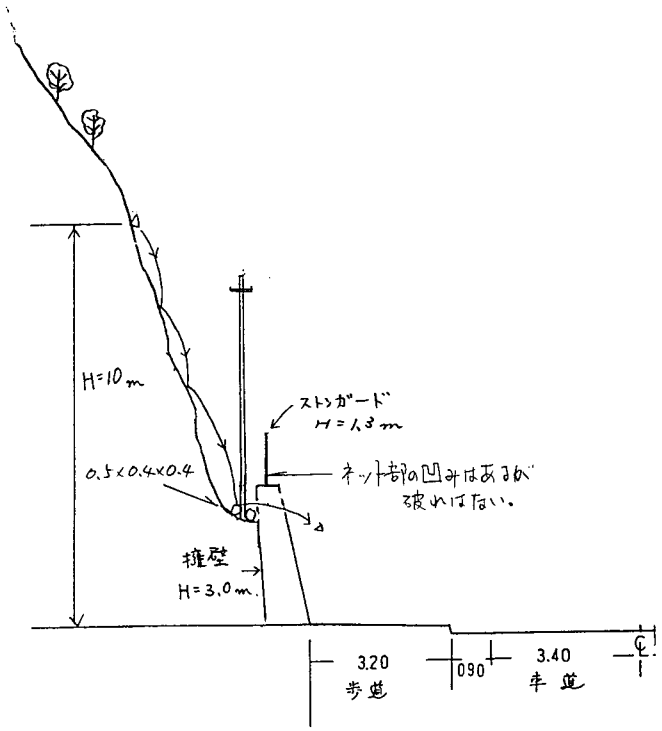


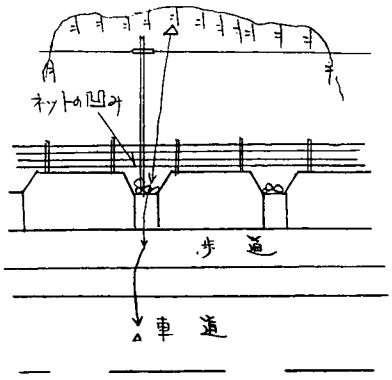
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



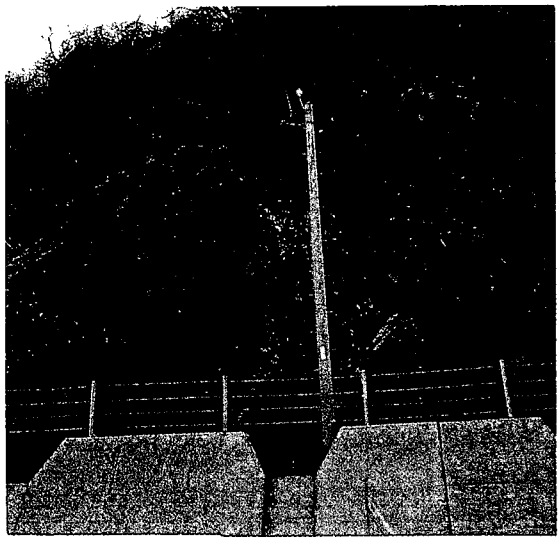
（落石防護工の被害状況）

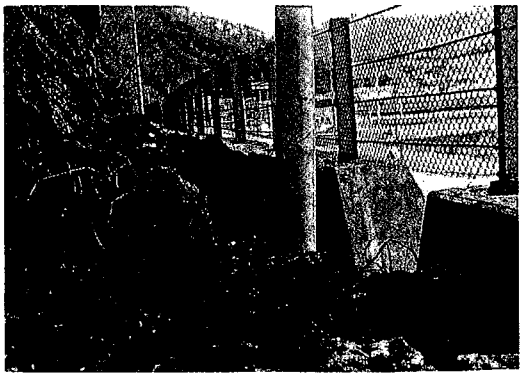
落石はストンガードの下の隙間（擁壁間の凹部）から車道へ転落。擁壁の損傷はない。ストンガードのネットに凹みは見られるが，破れはない。





（落石防護工の被害状況写真）

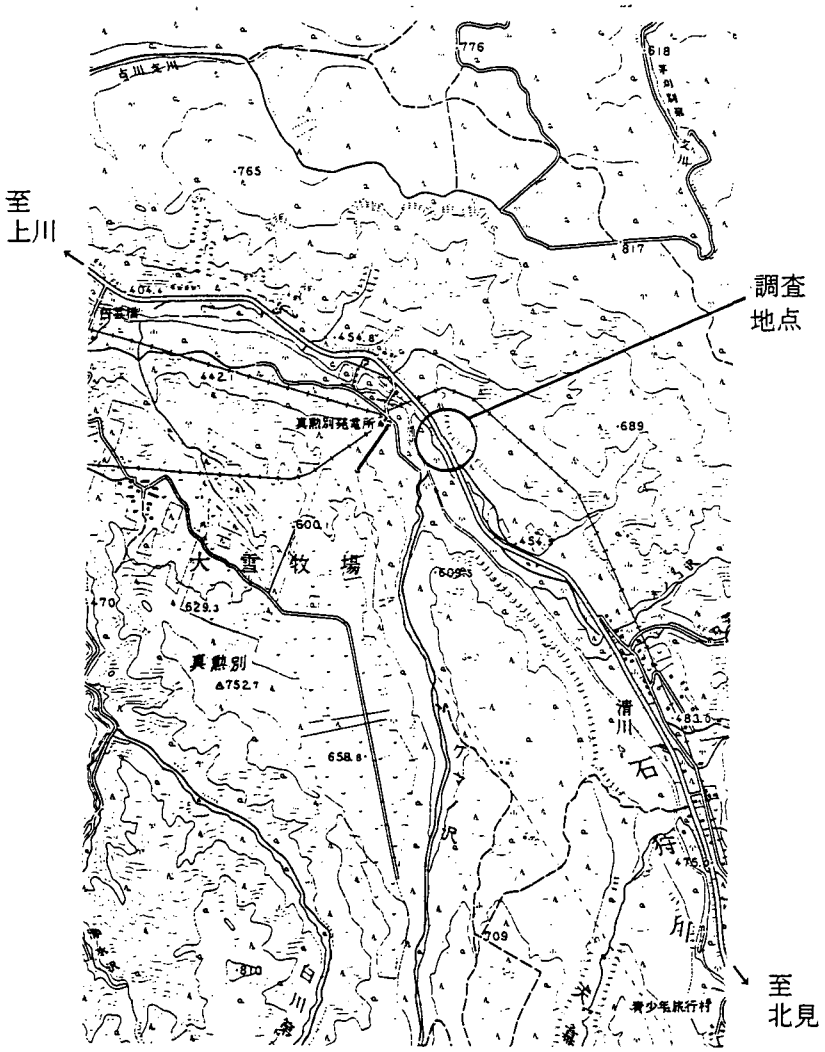




φ0.5×0.4×0.4の落石が数認められる

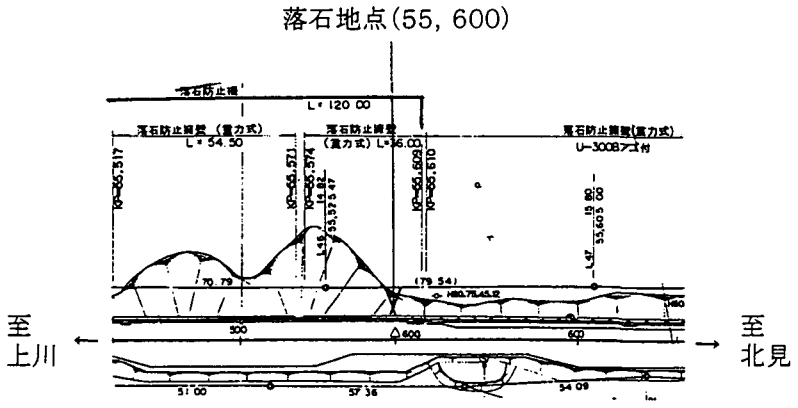
資料番号　014501

(調査地点位置図)

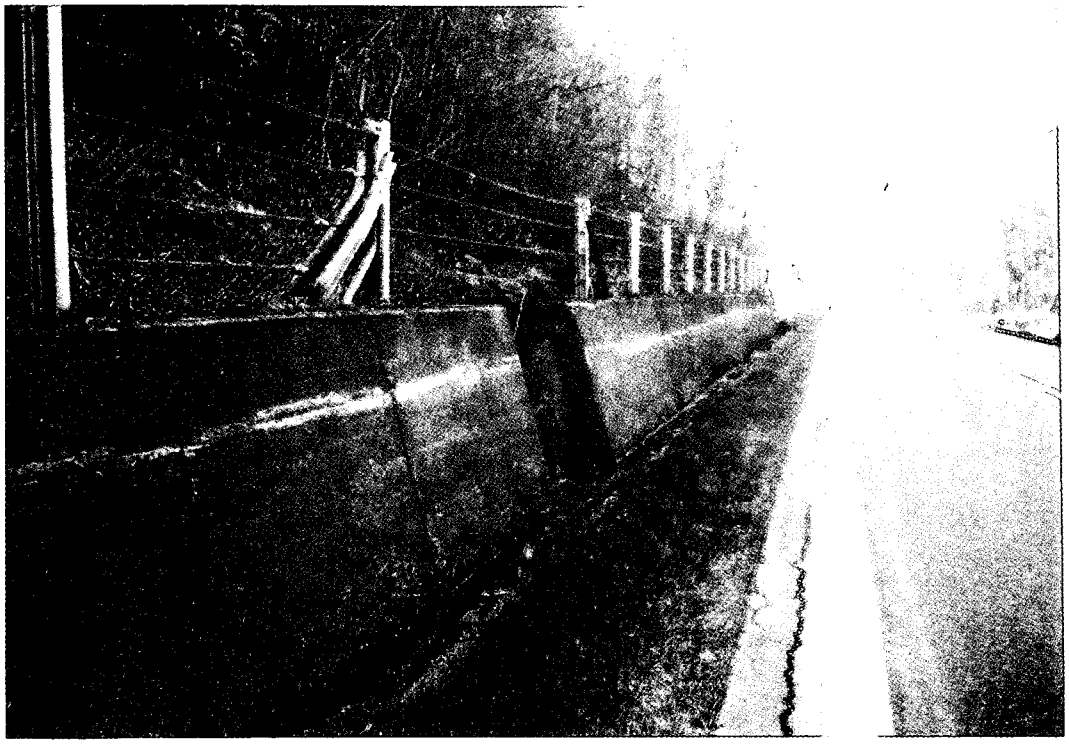


(落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路)

S＝1／2，000



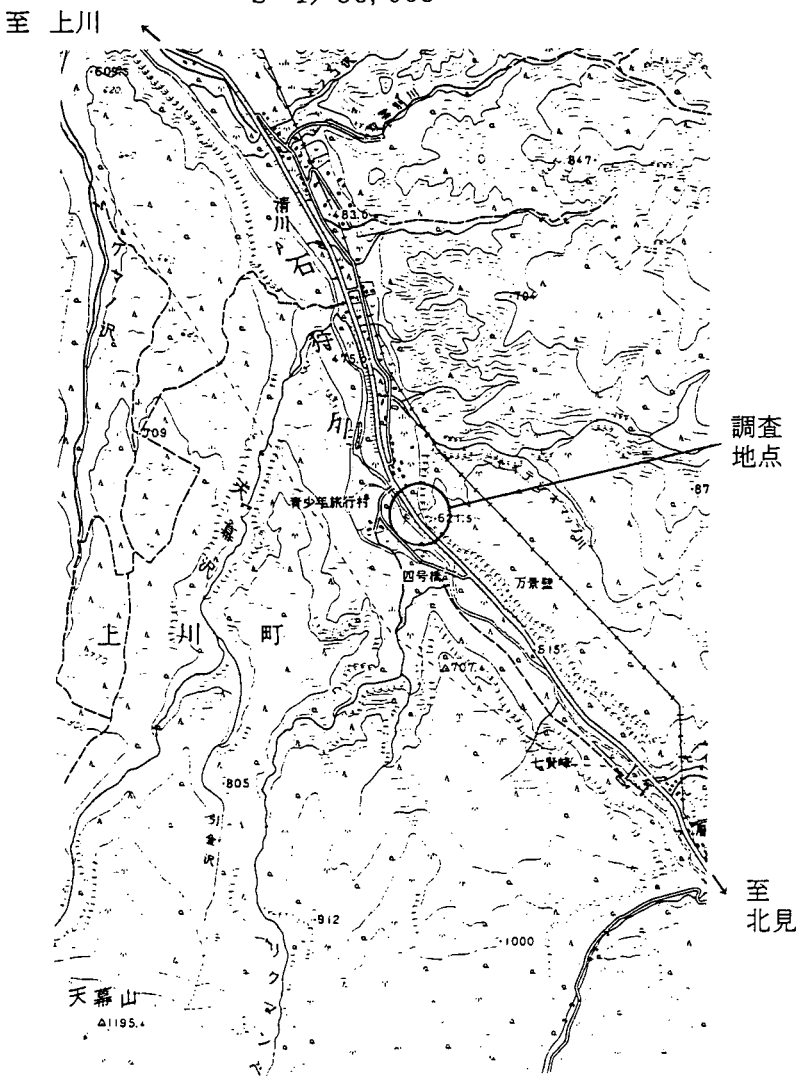
（落石防護工の現況写真）



資料番号　014502

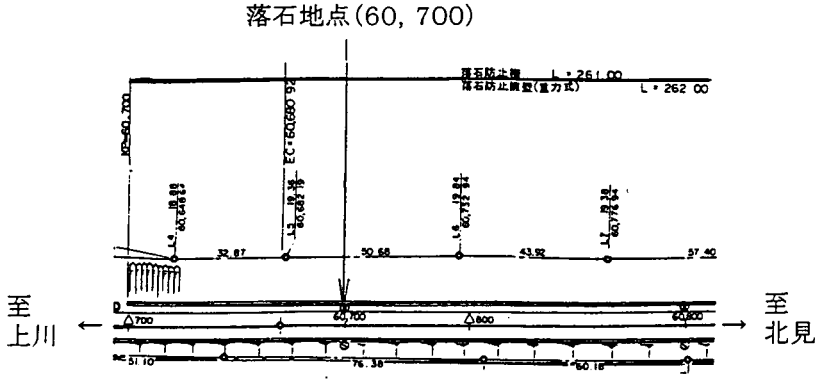
(調査地点位置図)

S＝1／50, 000

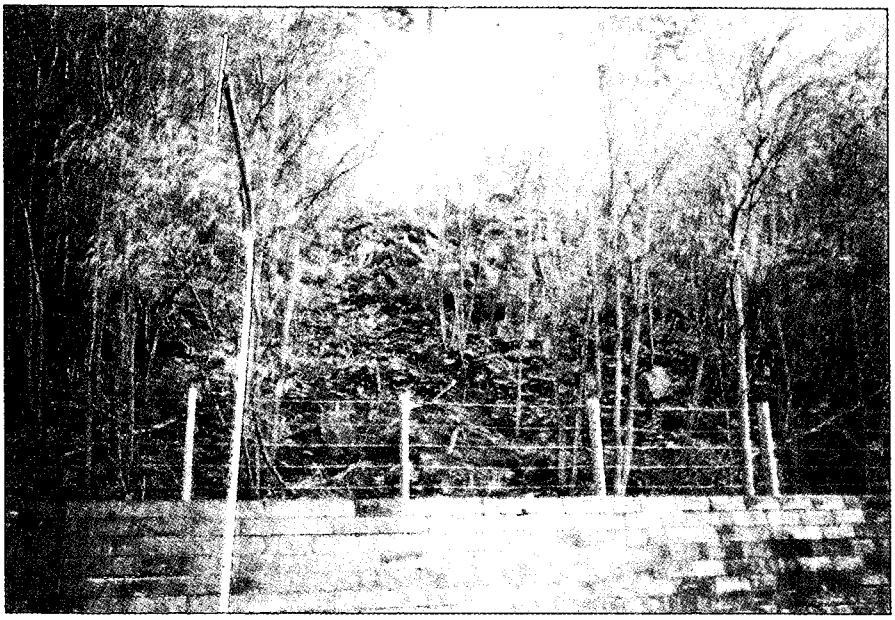


(落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路)

S＝1／2, 000



（落石防護工の被害状況写真）

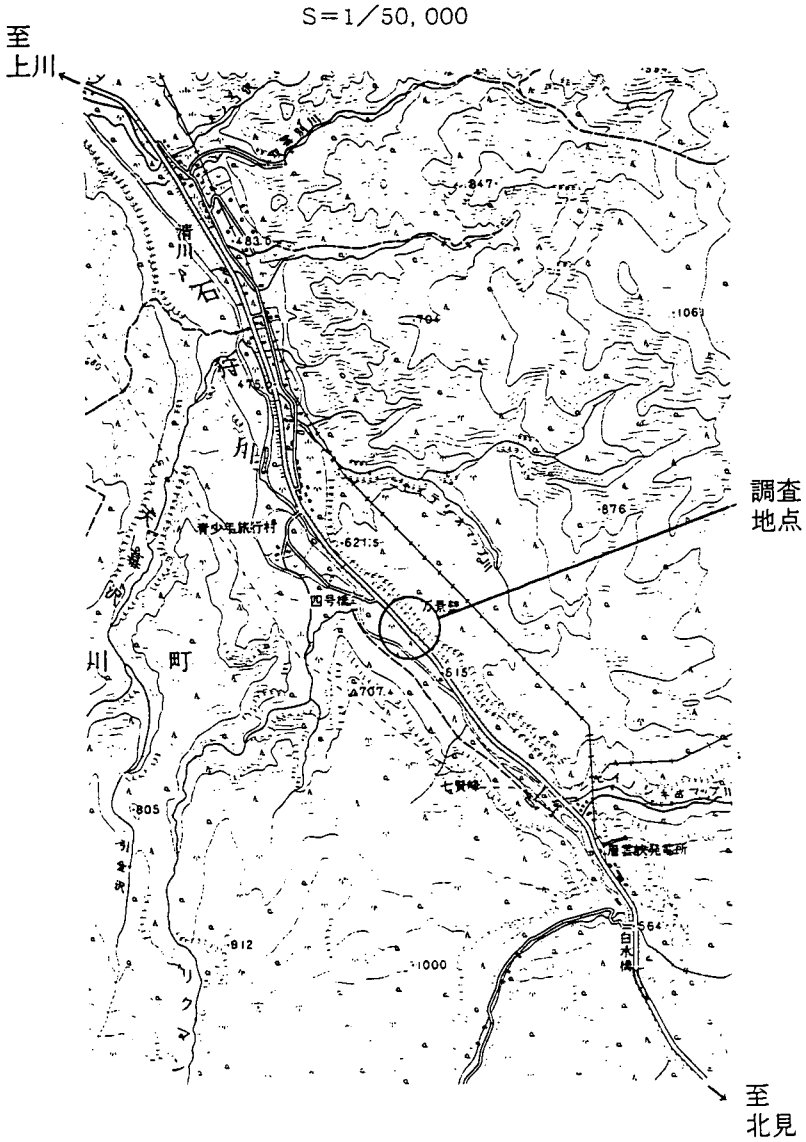




資料番号　014503

（調査地点位置図）

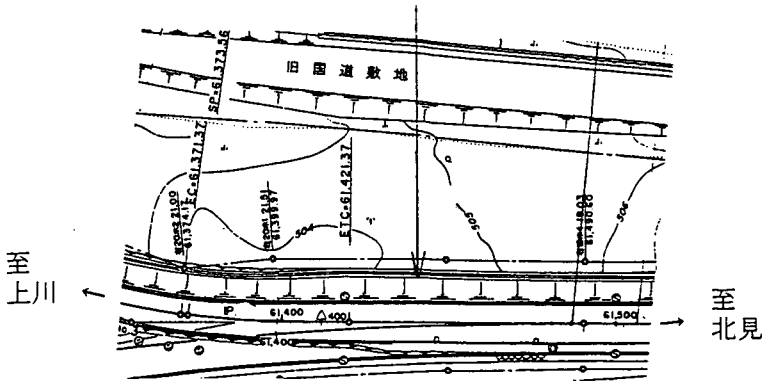
S＝1／50，000



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

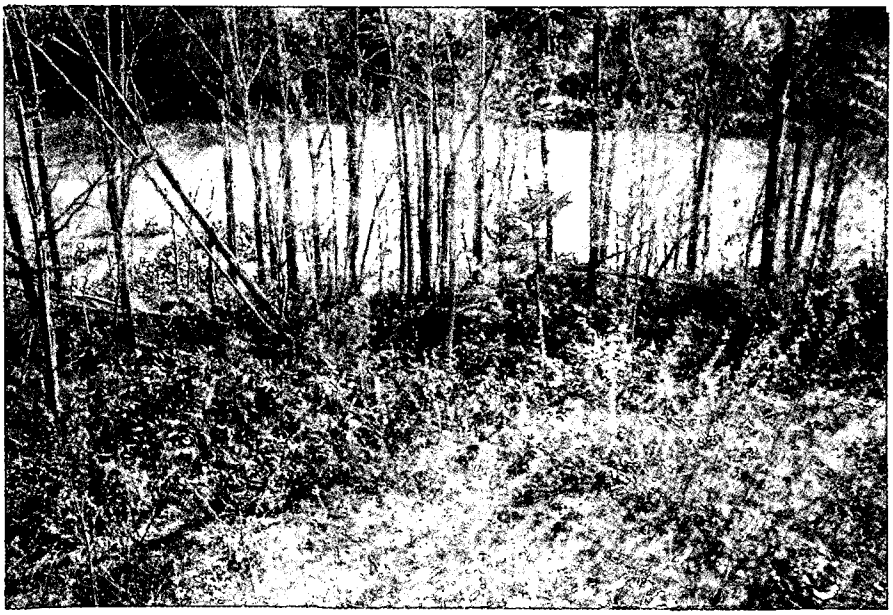
S＝1／2，000

落石地点（61，440）



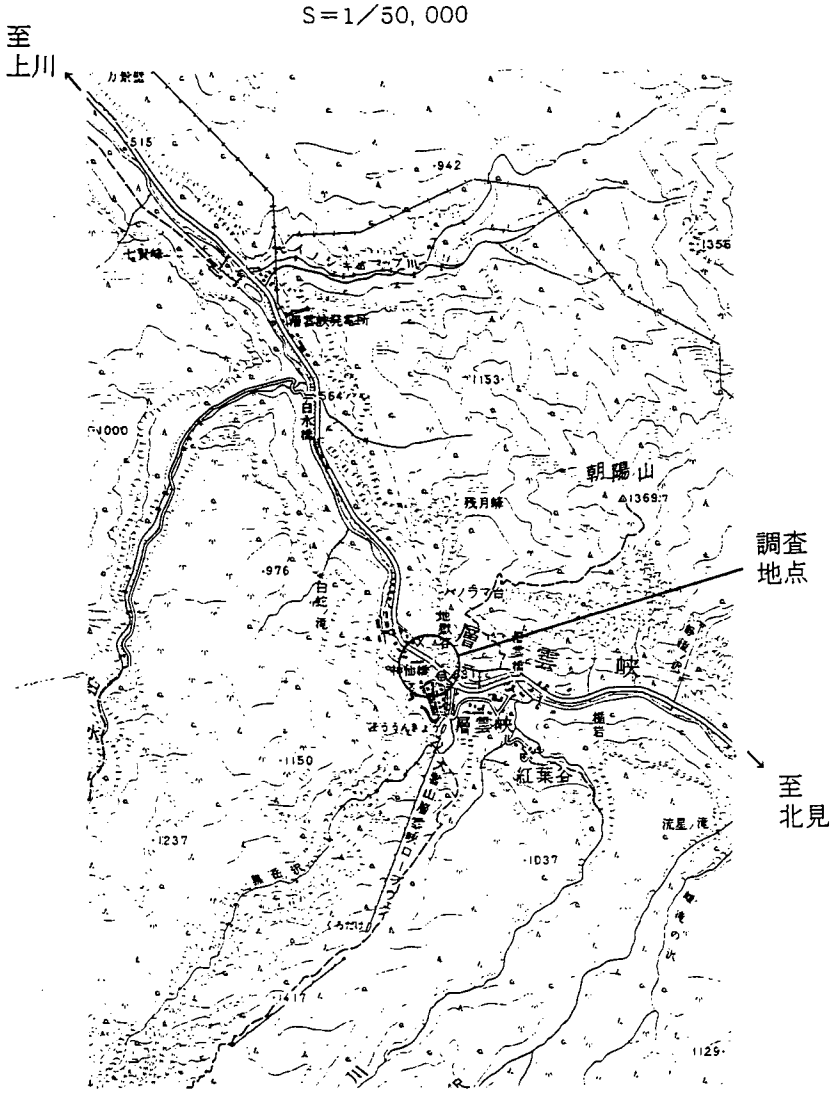
（落石防護工の現況写真）





資料番号　014504

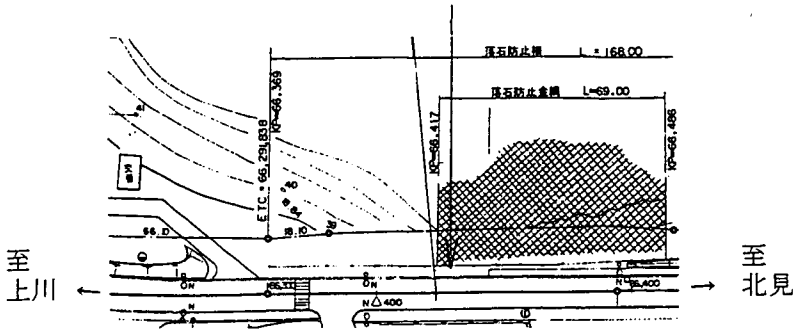
（調査地点位置図）
S＝1／50，000



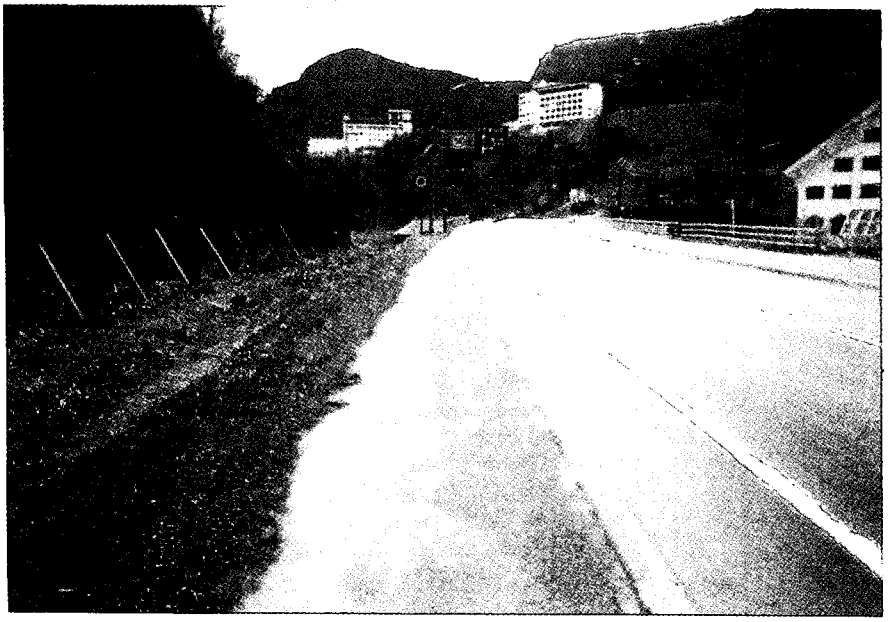
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

S＝1／2，000

落石地点（66，350）



（落石防護工の現況写真）



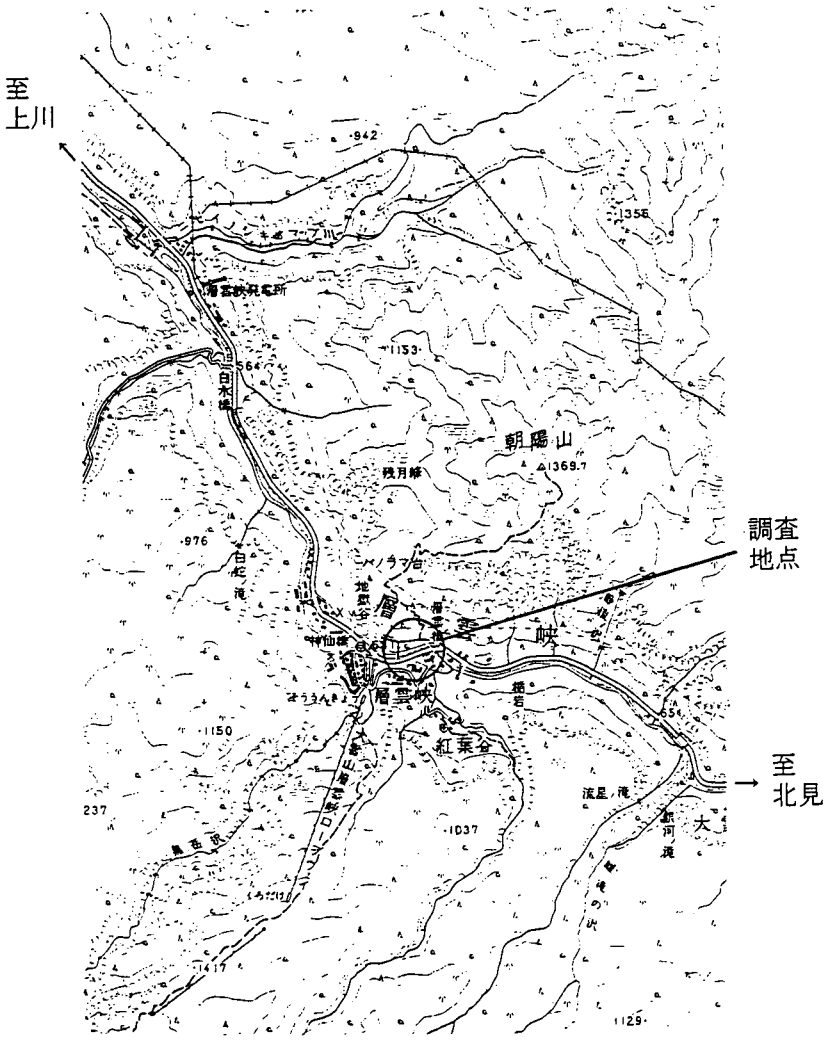
落石が金網を破り，落石防護柵の
金網破損部分をくぐり路肩に落下した。



資料番号　014505

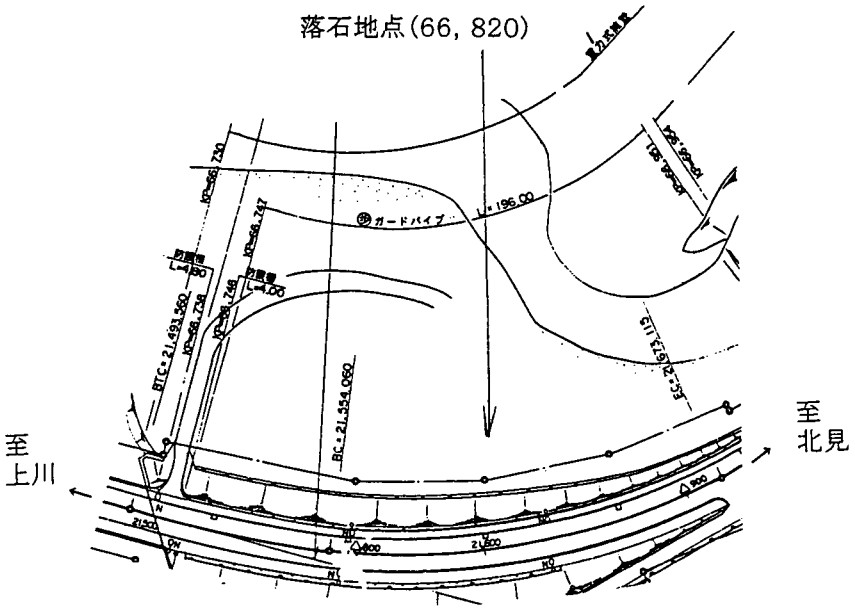
(調査地点位置図)

S＝1／50, 000

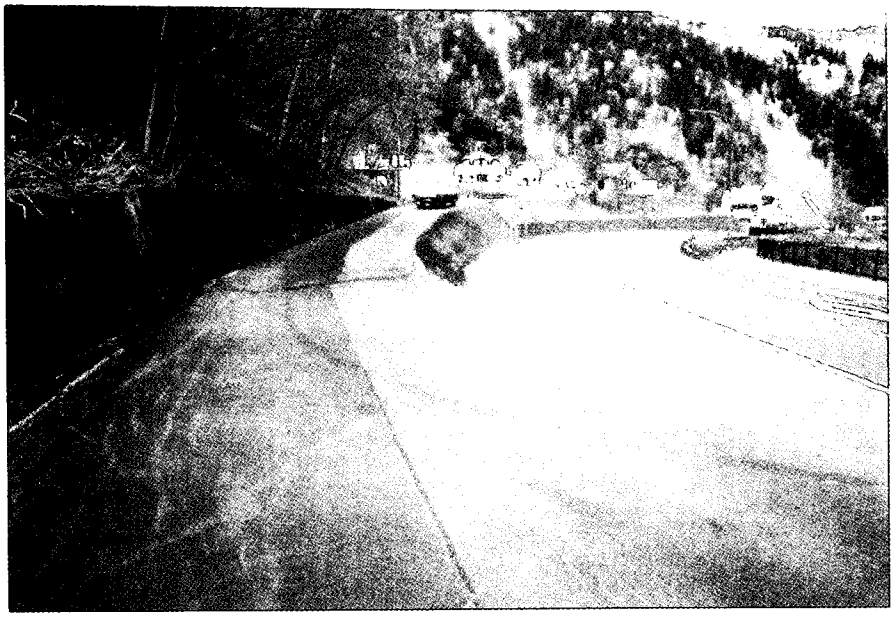


(落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路)

S＝1／2, 000



（落石防護工の現況写真）

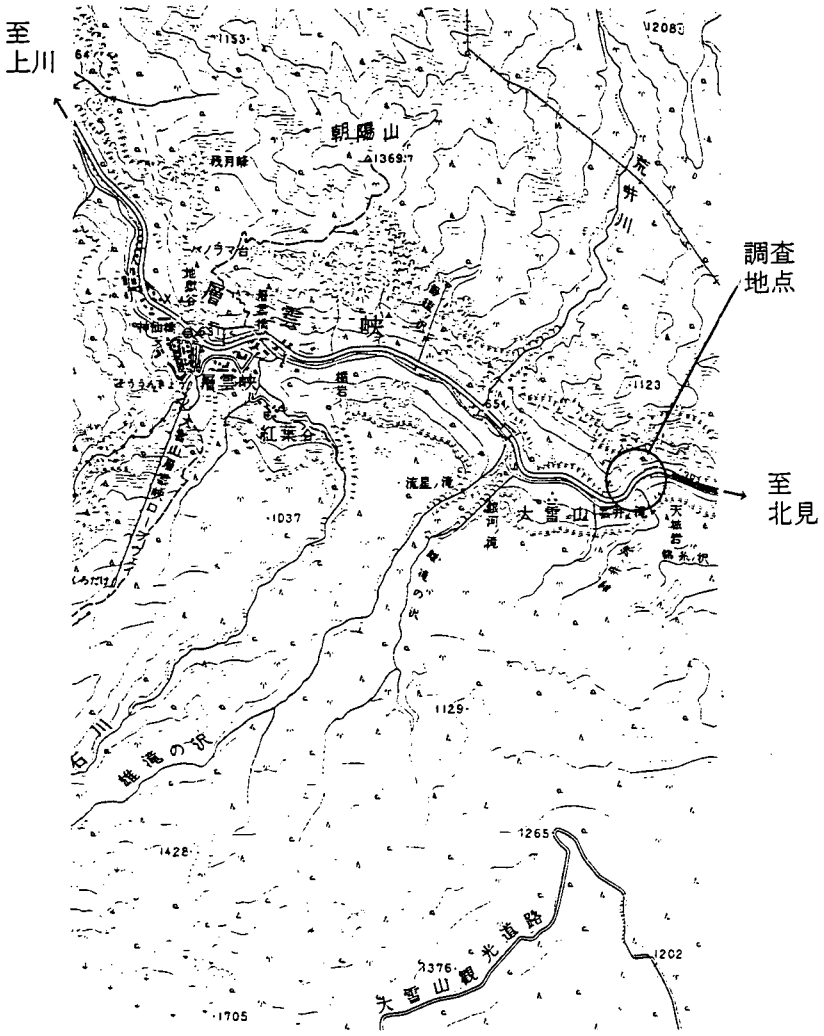




資料番号　014507

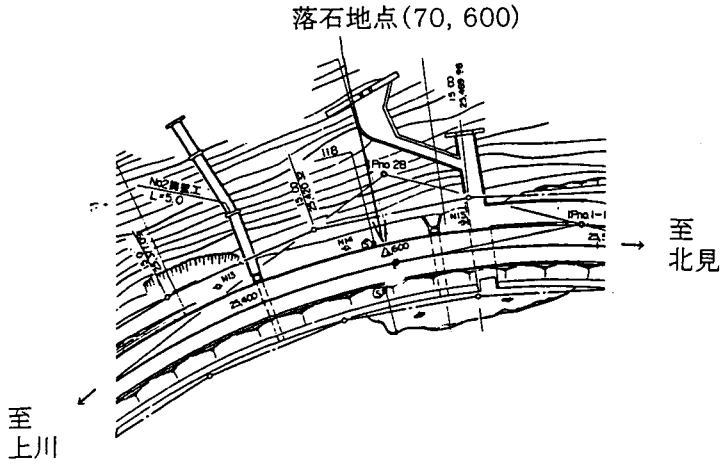
（調査地点位置図）

S＝1／50，000



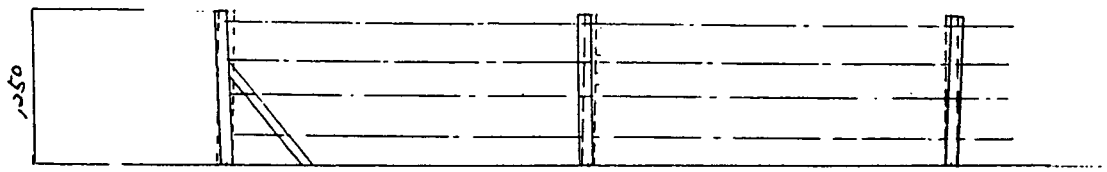
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

S＝1／2，000



（落石防護工の被害状況）

自然斜面からの落石。
防護柵で止まり支柱の列が変形した。



支柱の列が変状している
落石 ○さ×○.□

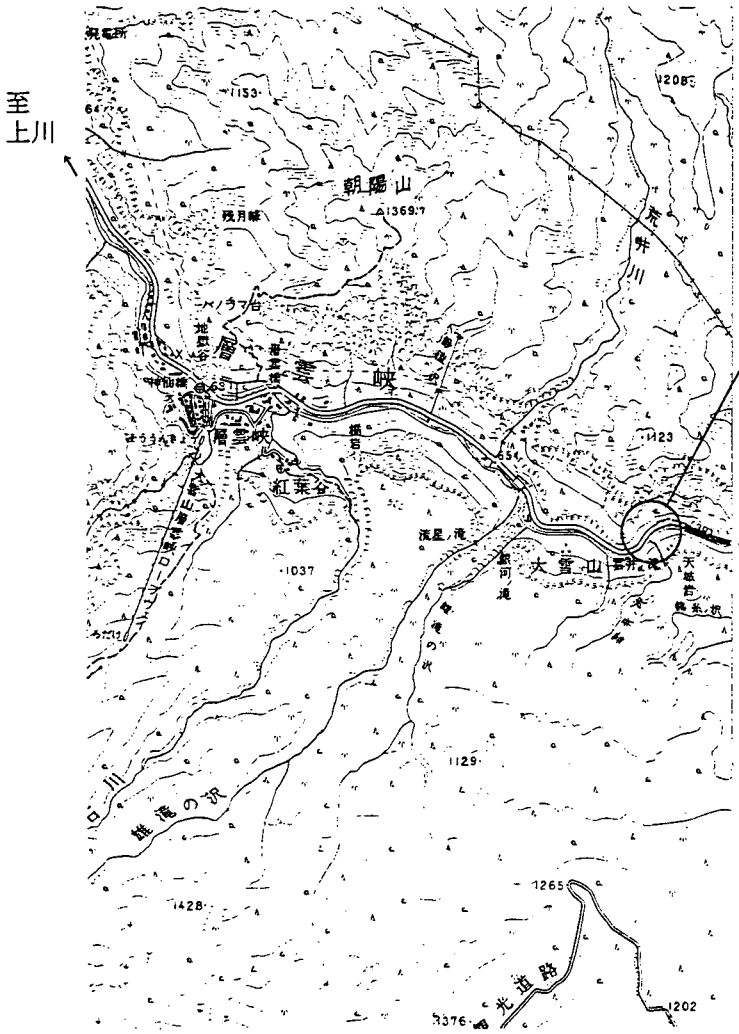
（落石防護工の現況写真）



資料番号　014508

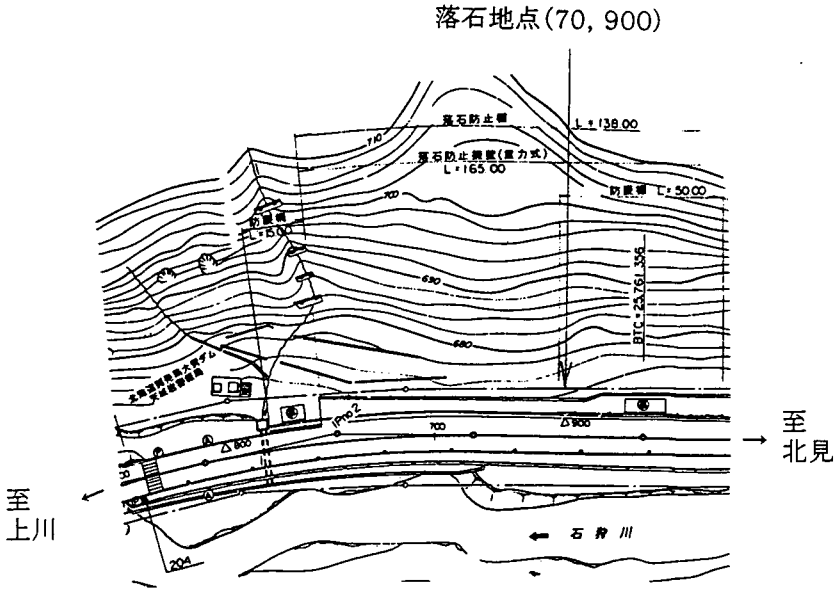
(調査地点位置図)

S＝1／50, 000



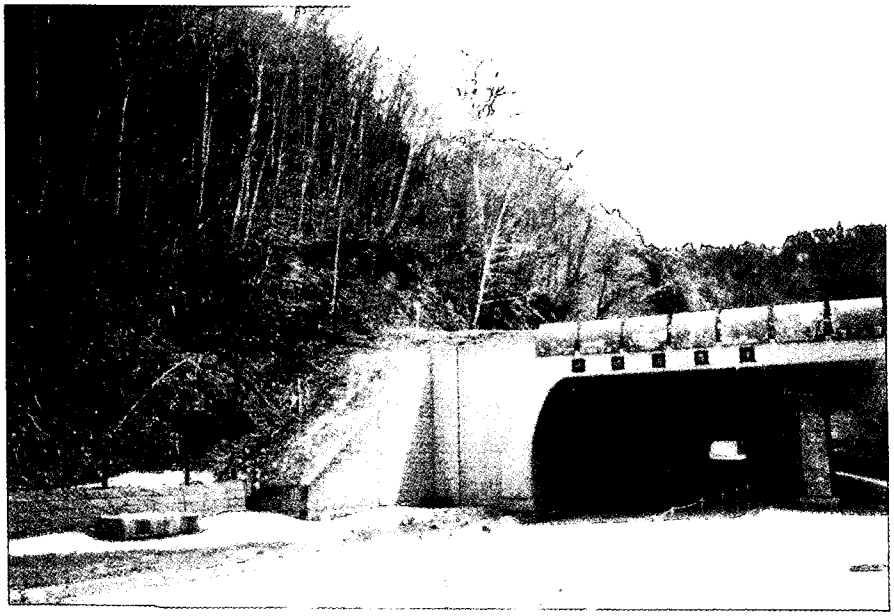
(落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路)

S＝1／2, 000



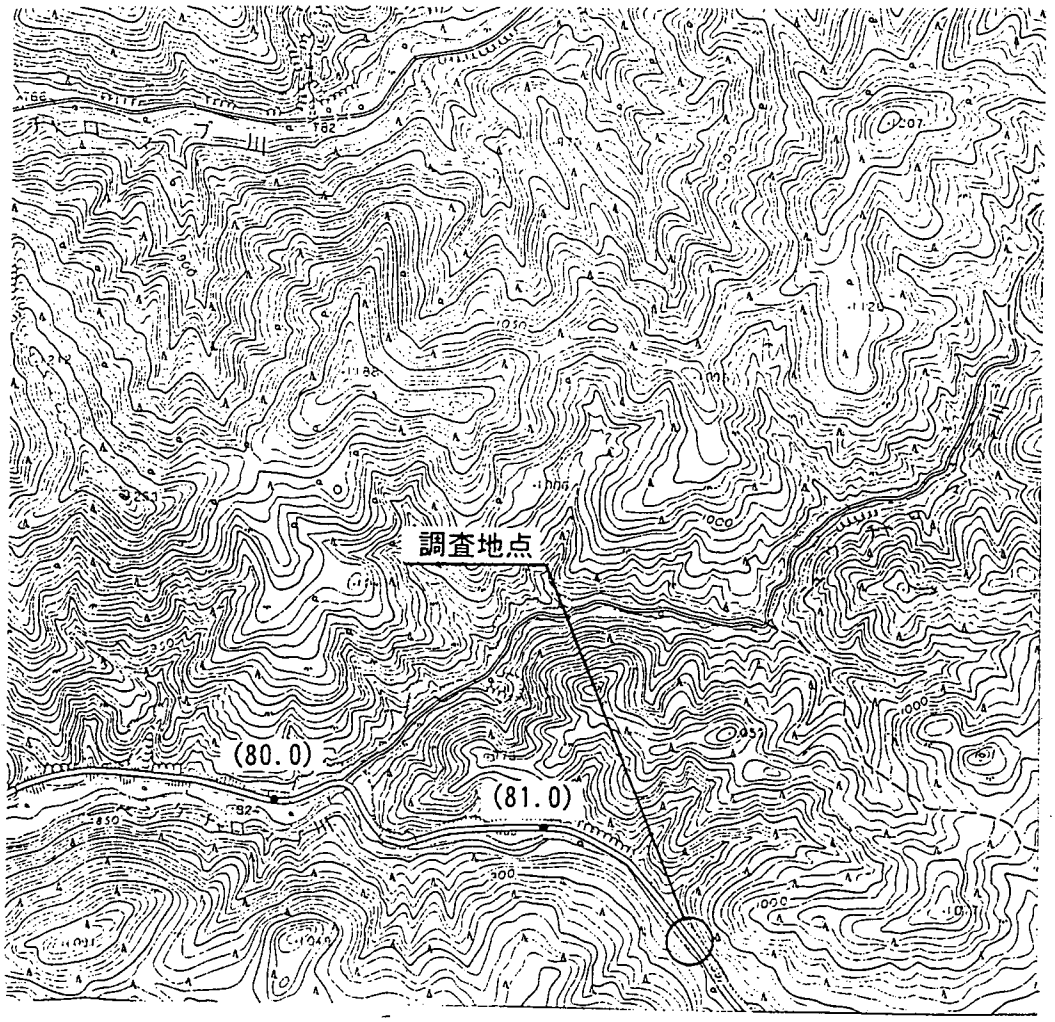
（落石防護工の現況写真）



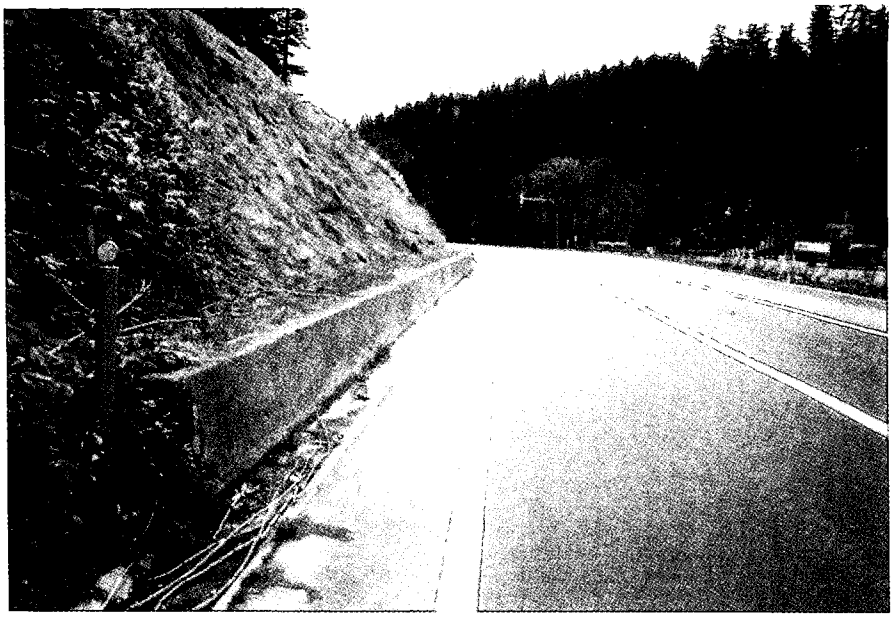


資料番号　014509

(調査地点位置図)



（落石防護工の被害状況写真）

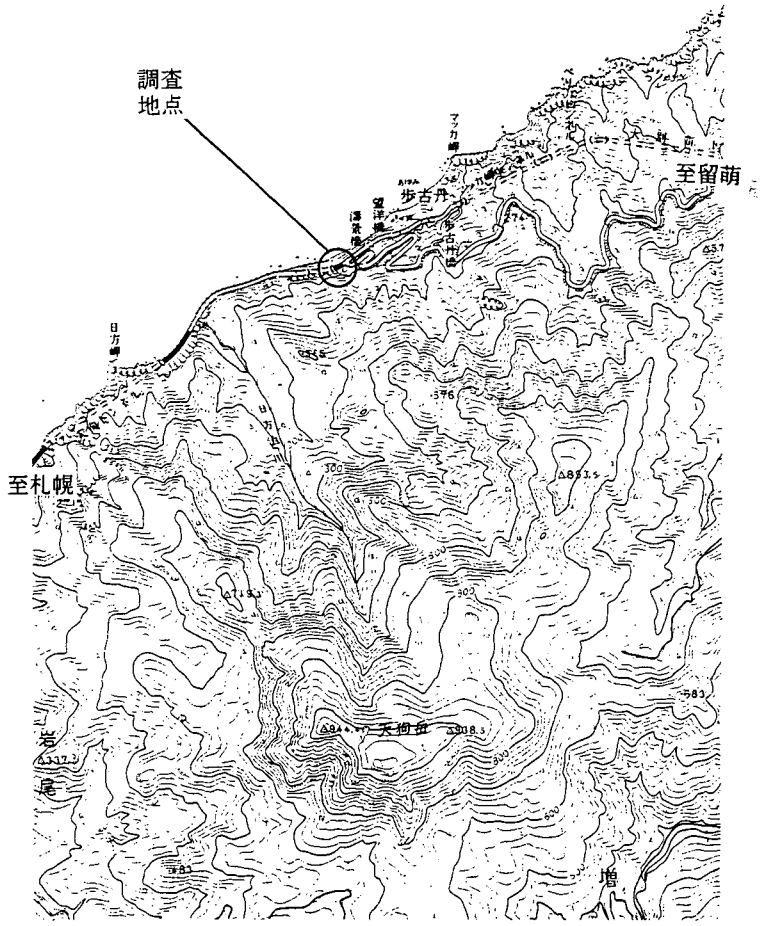




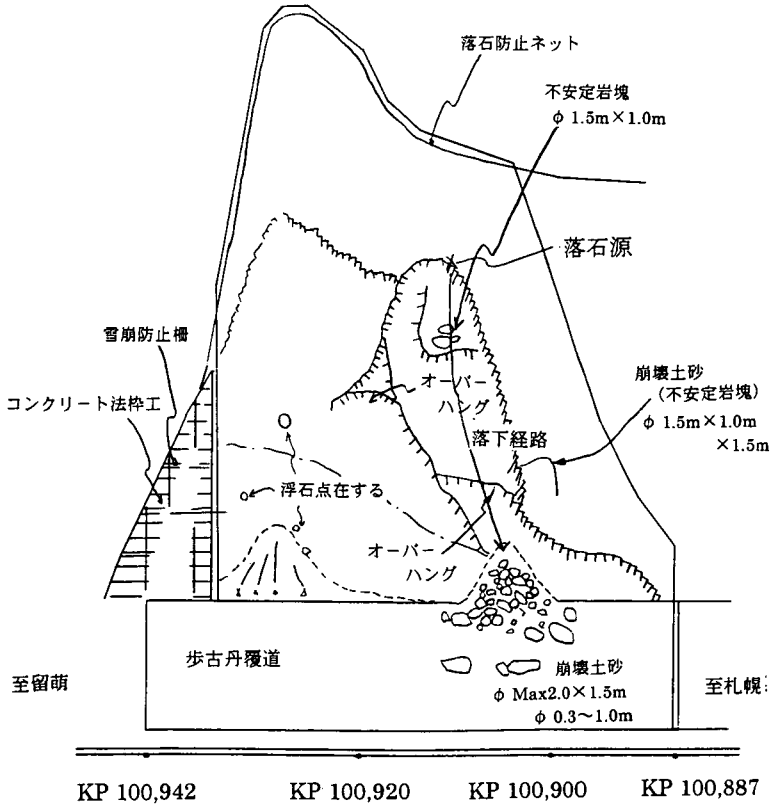
資料番号　015101

（調査地点位置図）

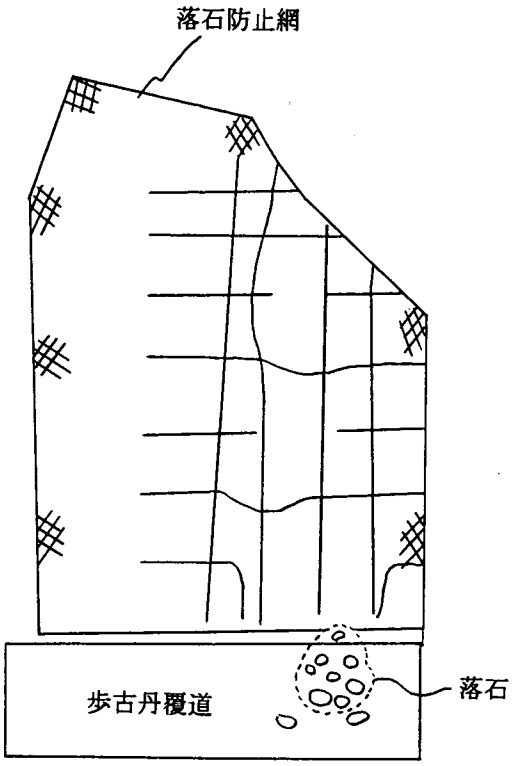
S＝1／50，000



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の被害状況）



金網が破損を受け、ロープが３本切断されたいる。
落石は覆道で止まって降り、覆道上に変状は認められない

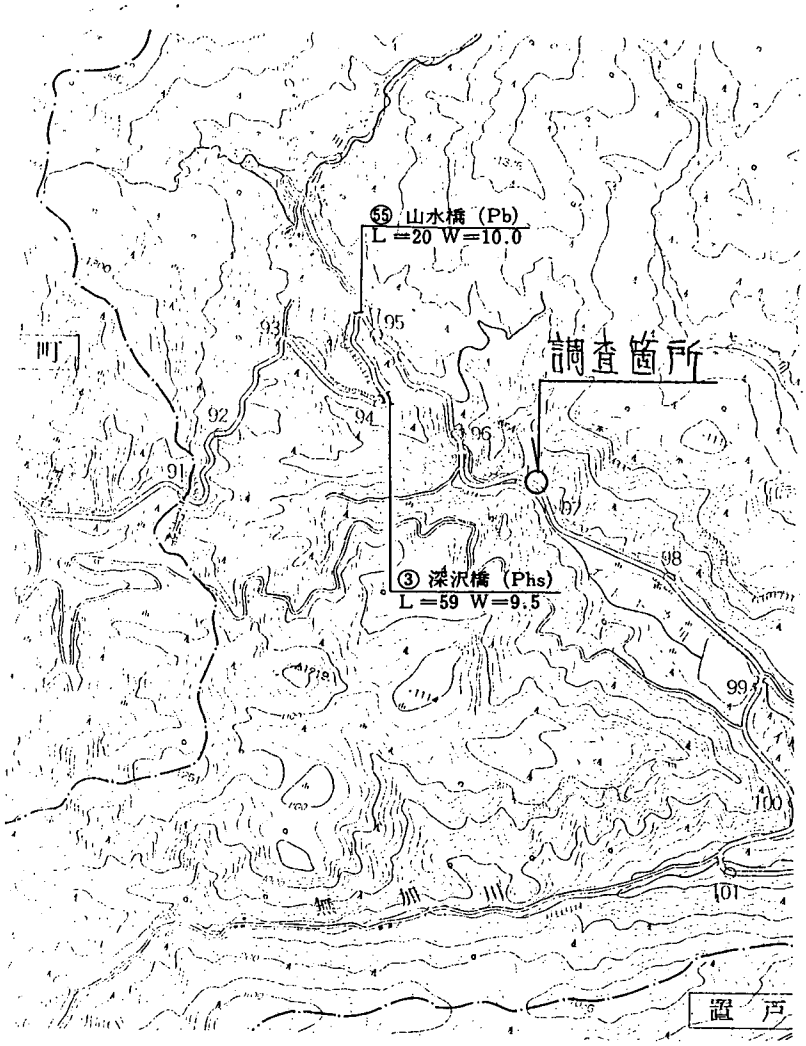
（金網）
破網：幅 4.0m×高さ 20.0m

（落石防護工の現況写真）

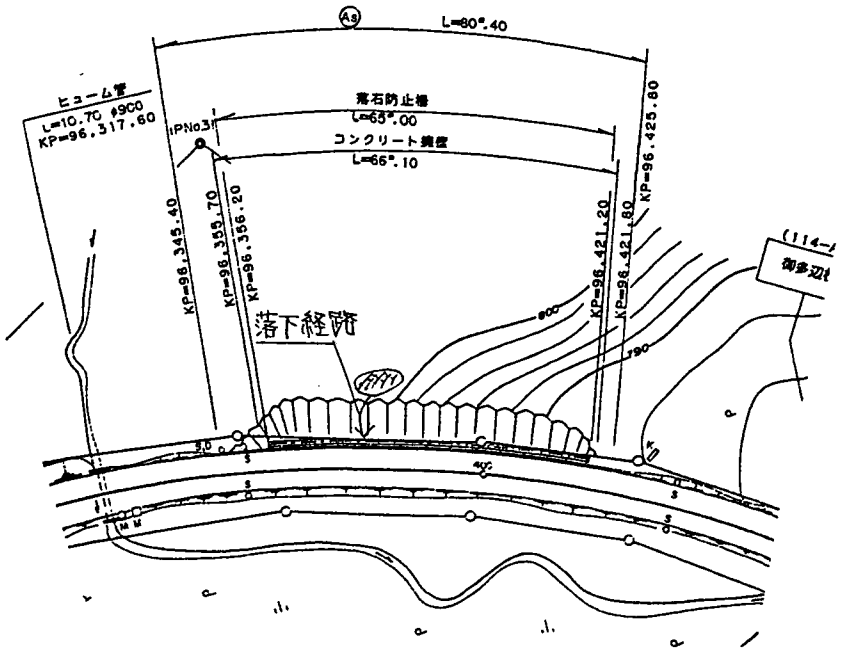


資料番号　017201

（調査地点位置図）

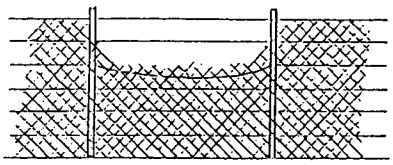


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

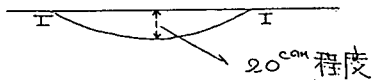


（落石防護工の被害状況）

支柱と支柱の間に落石が衝突し金網が破壊され
石は山側ポケットで止まった。（一部は道路へ）



（支柱）　被害なし
（ワイヤーロープ）　1本変形

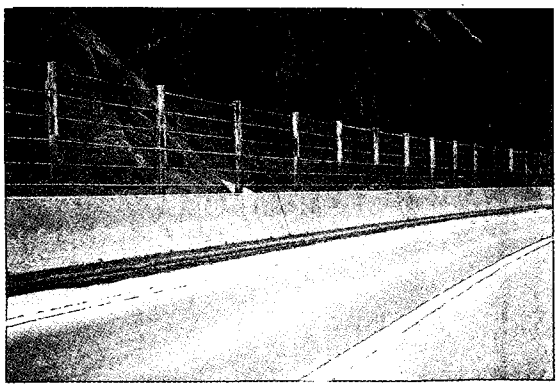


（落石防護工の被害状況写真）

被害状況

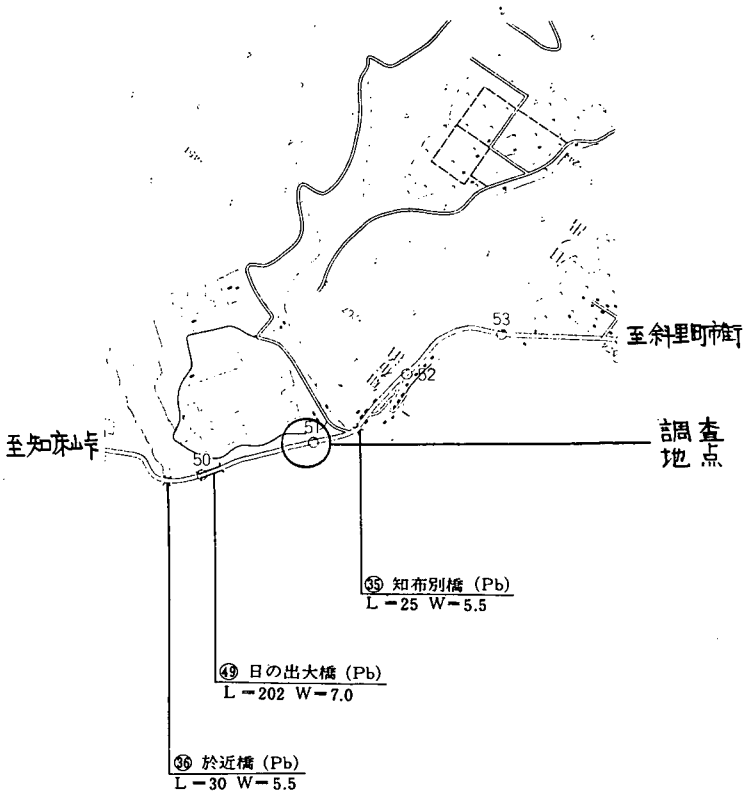


現　況

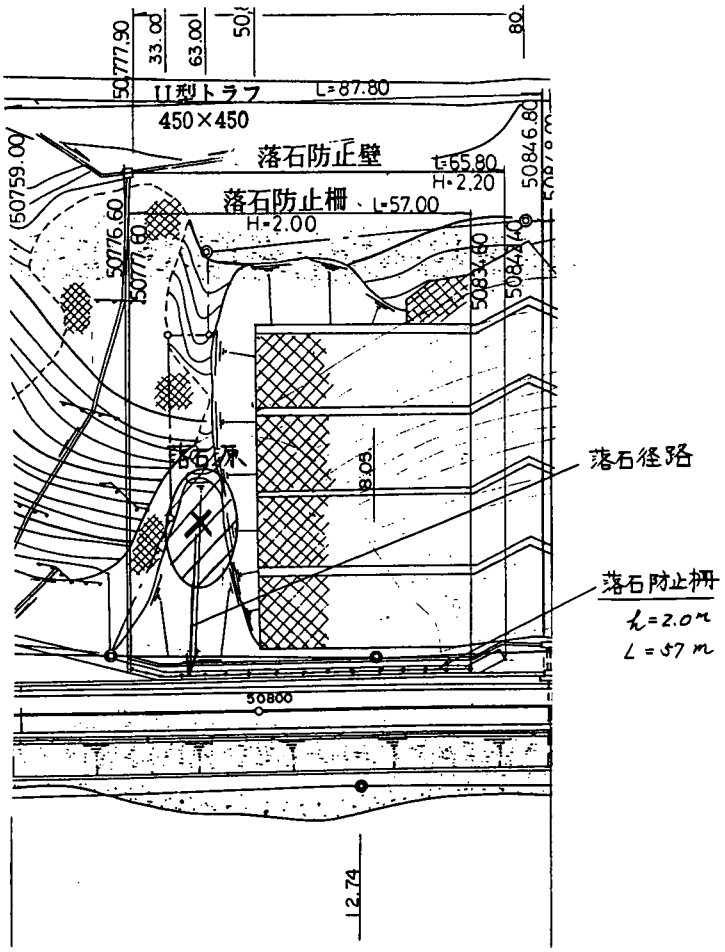


資料番号　017301

（調査地点位置図）

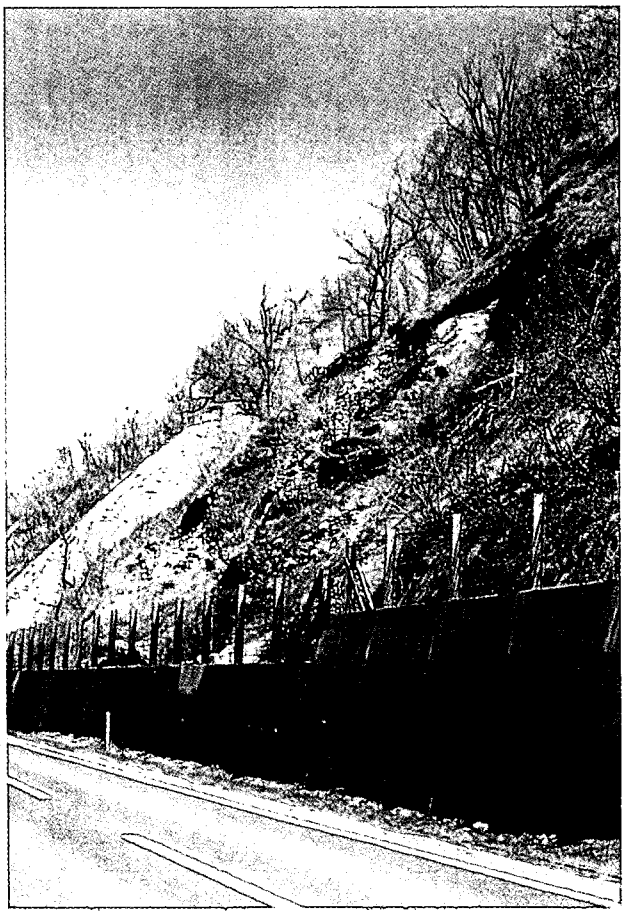


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



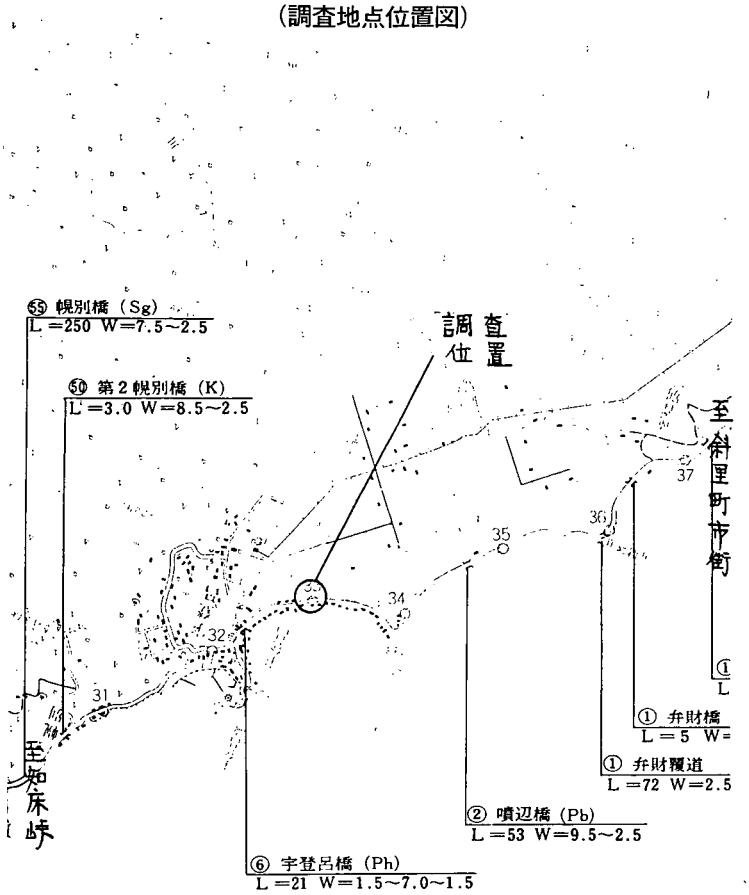
（落石防護工の被害状況写真）



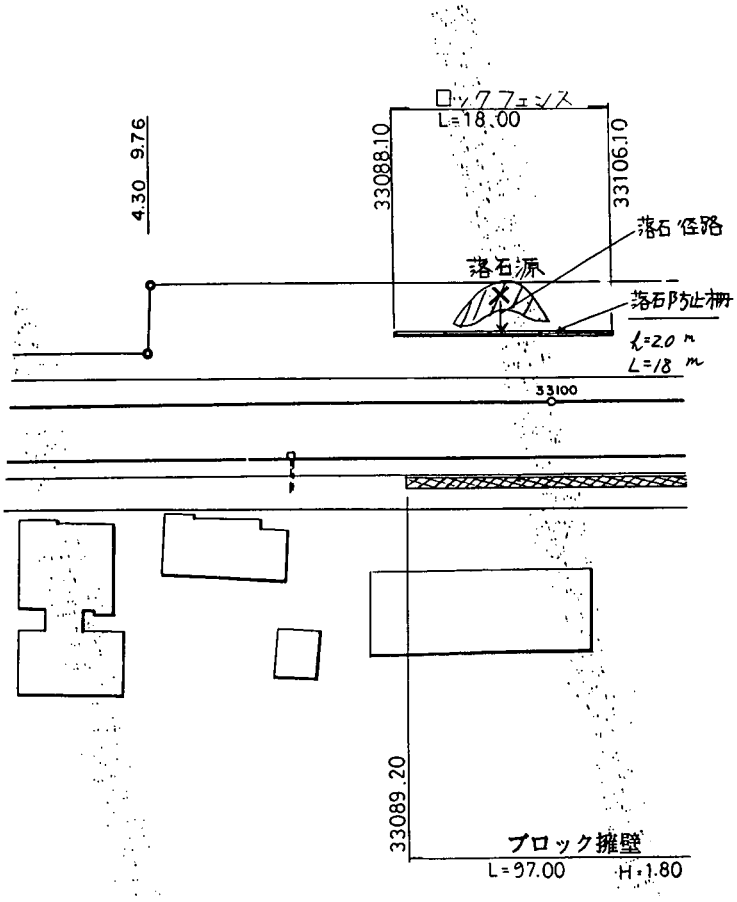


資料番号　017302

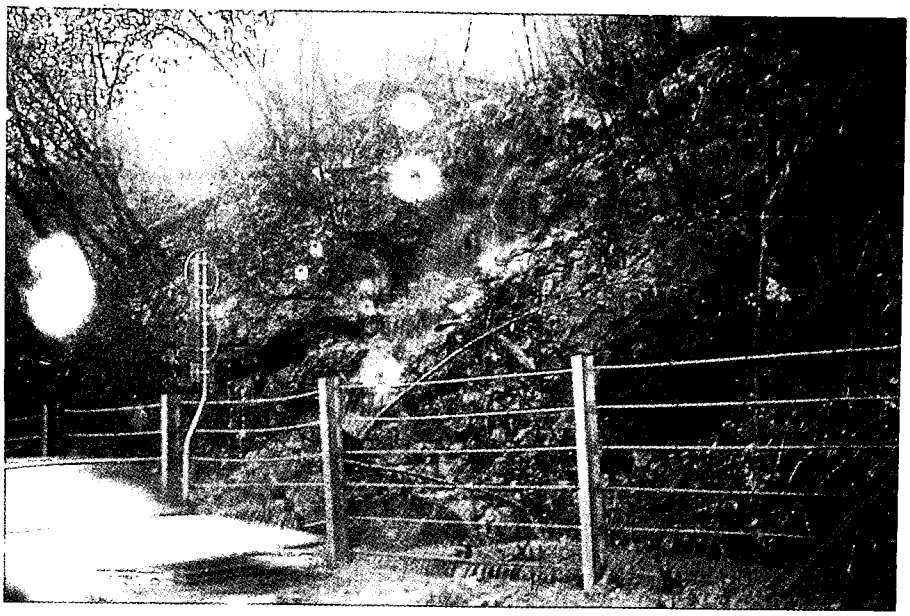
（調査地点位置図）

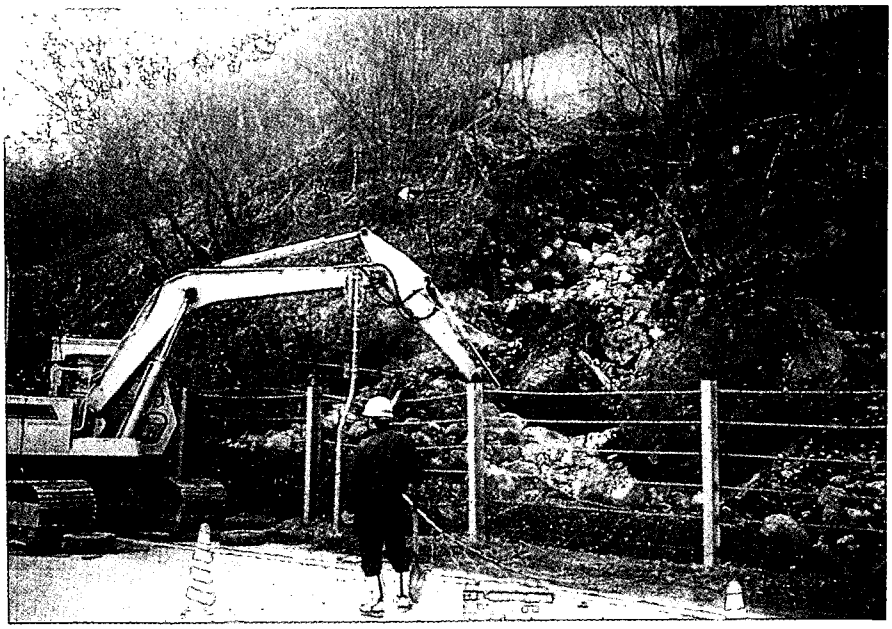


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



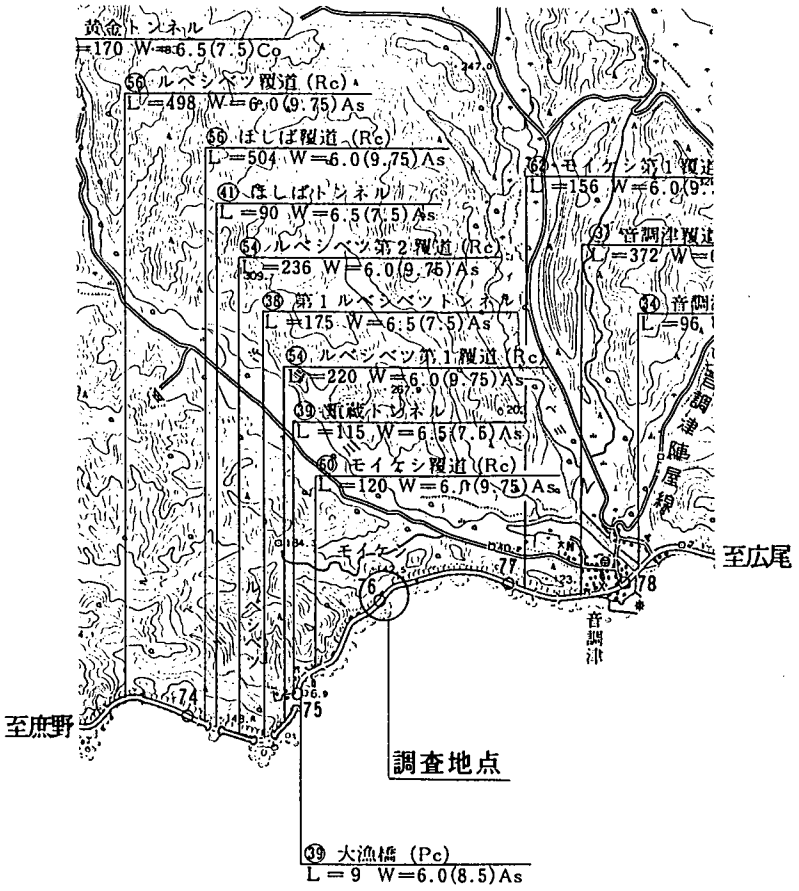
（落石防護工の被害状況写真）



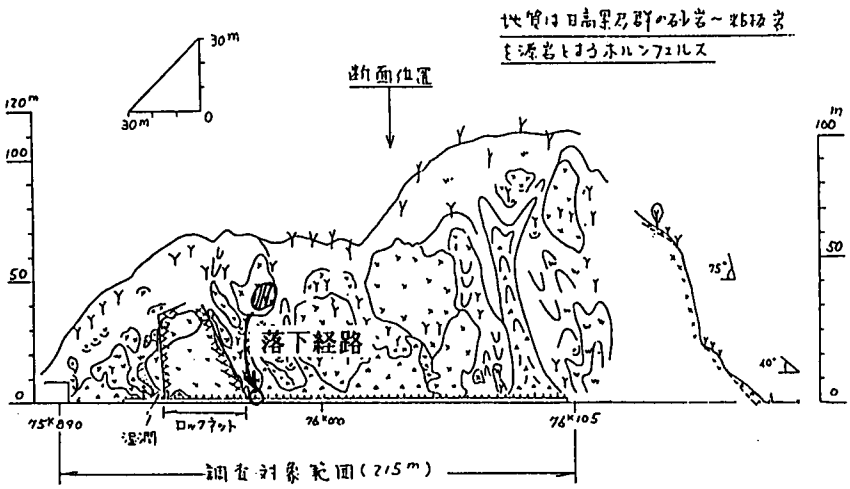


資料番号　018401

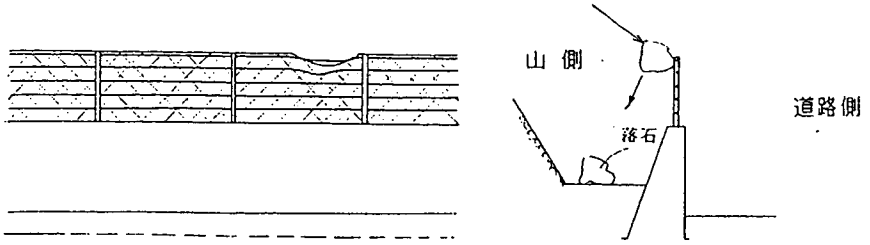
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の被害状況）



支柱と支柱の間に落石が衝突し、ワイヤロープと金網が損傷をうけた。
損傷の程度はワイヤロープと金網が伸びた。

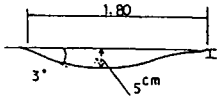
（支柱）　被害なし

（ワイヤロープ）

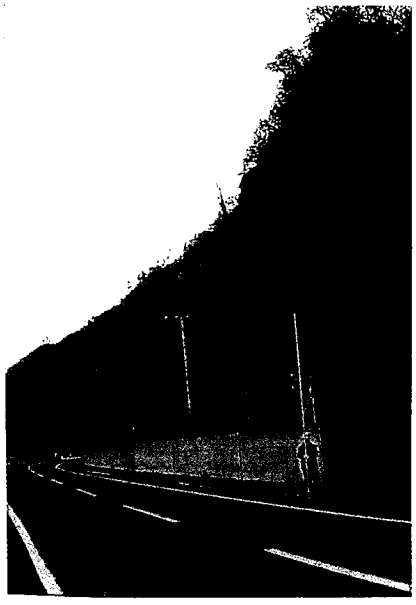
切断された本数：０本
降伏した本数　：０本
変形した本数　：２本

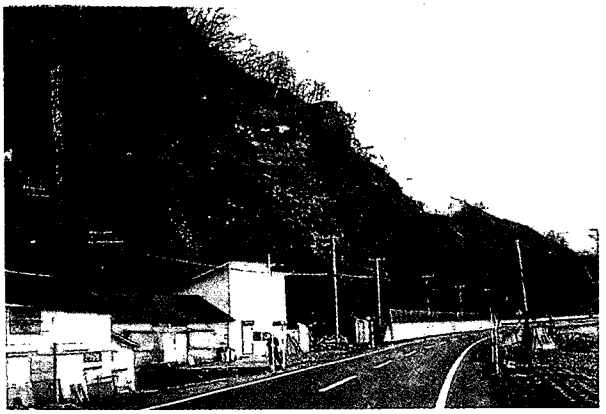
（金網）　変形網：幅１８０cm×高さ５０cm

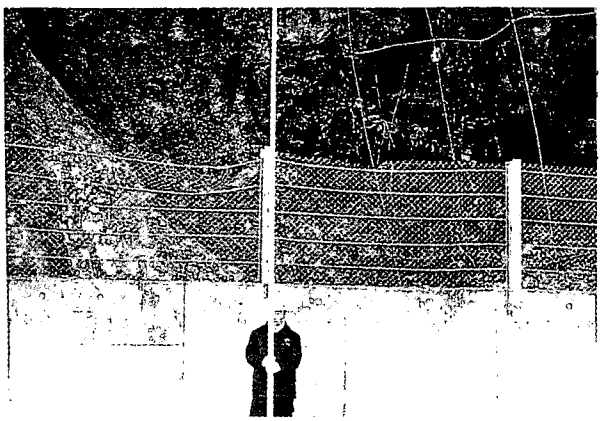
（上から１、２本目）



（落石防護工の被害状況写真）

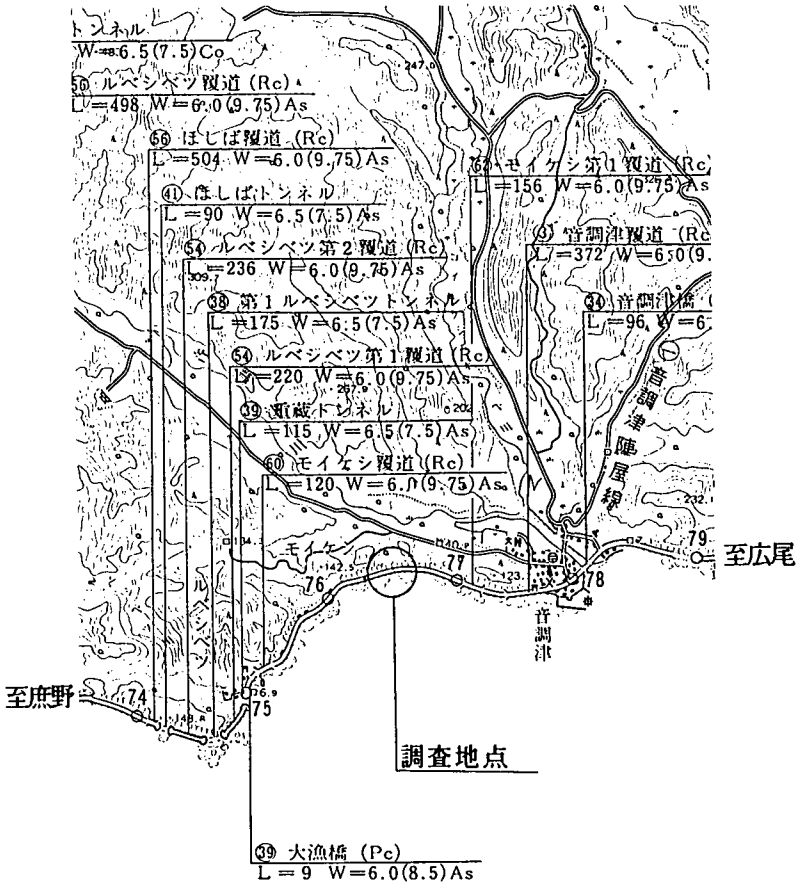




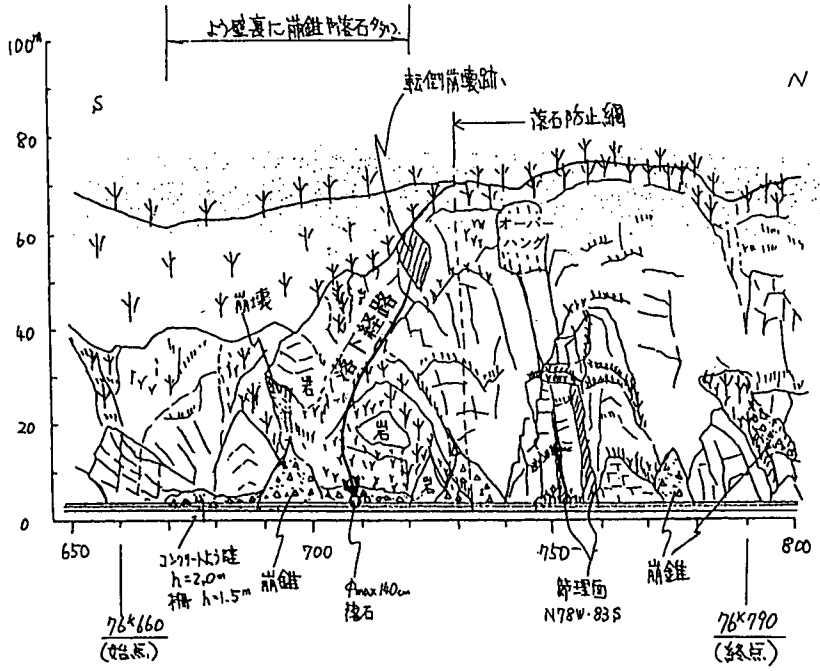


資料番号　018402

（調査地点位置図）

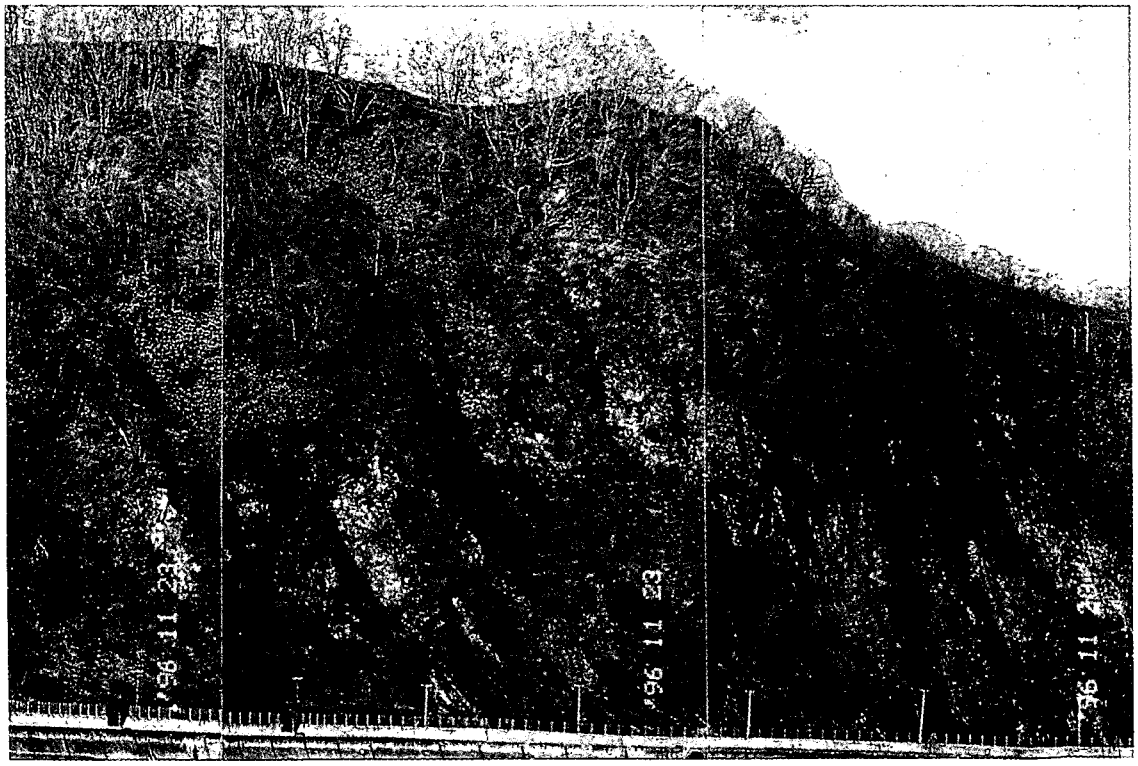


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



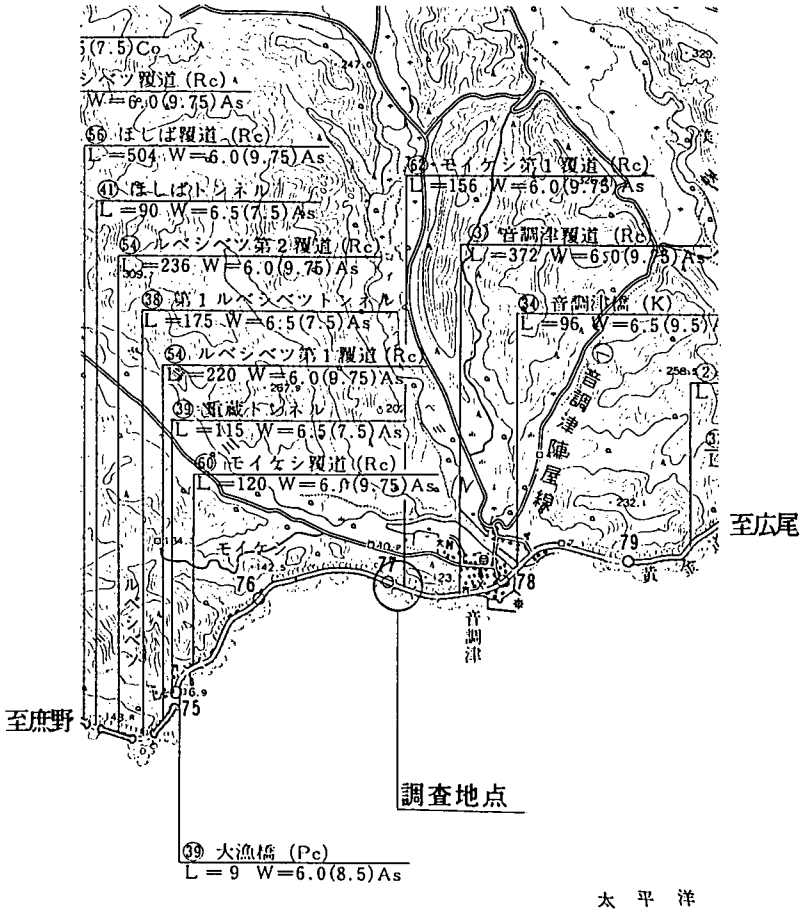
（落石防護工の被害状況写真）



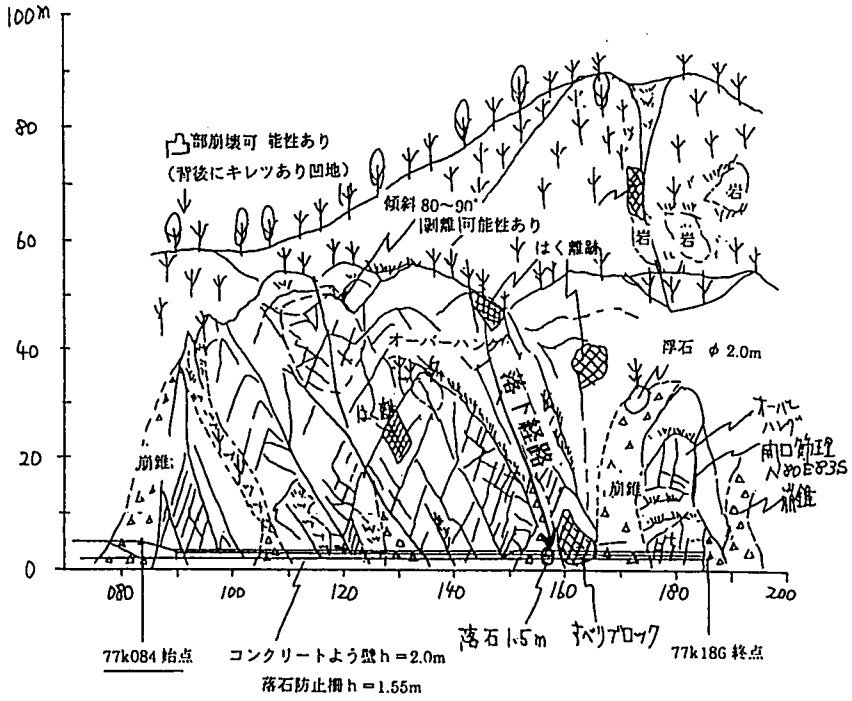


資料番号　018403

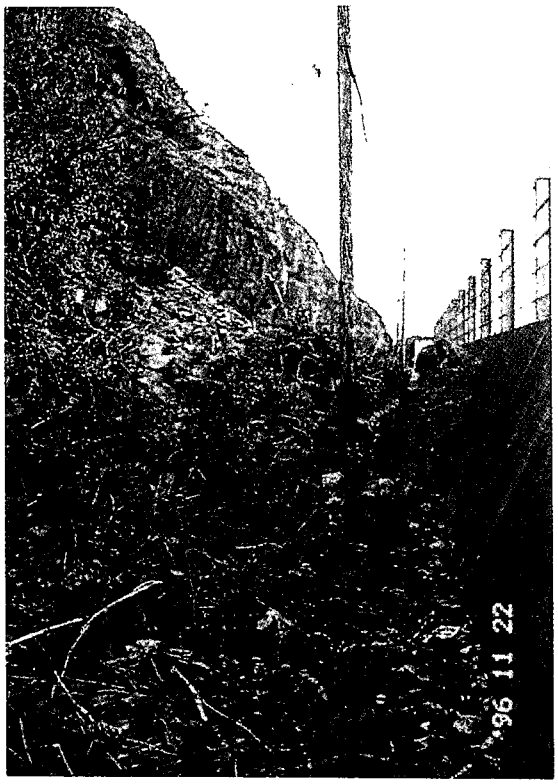
（調査地点位置図）

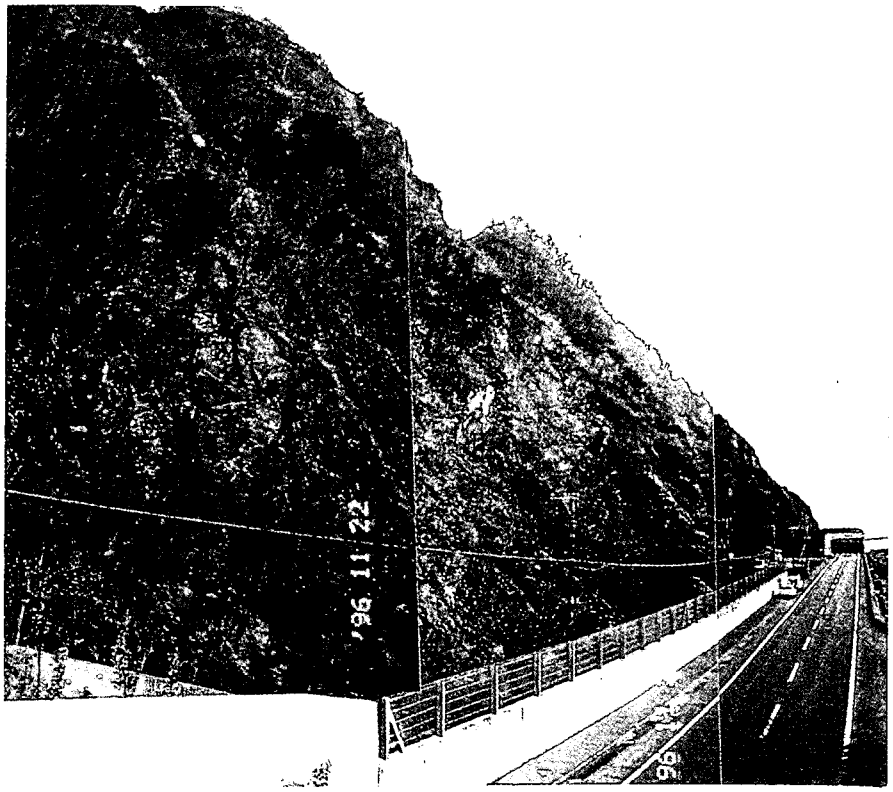


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



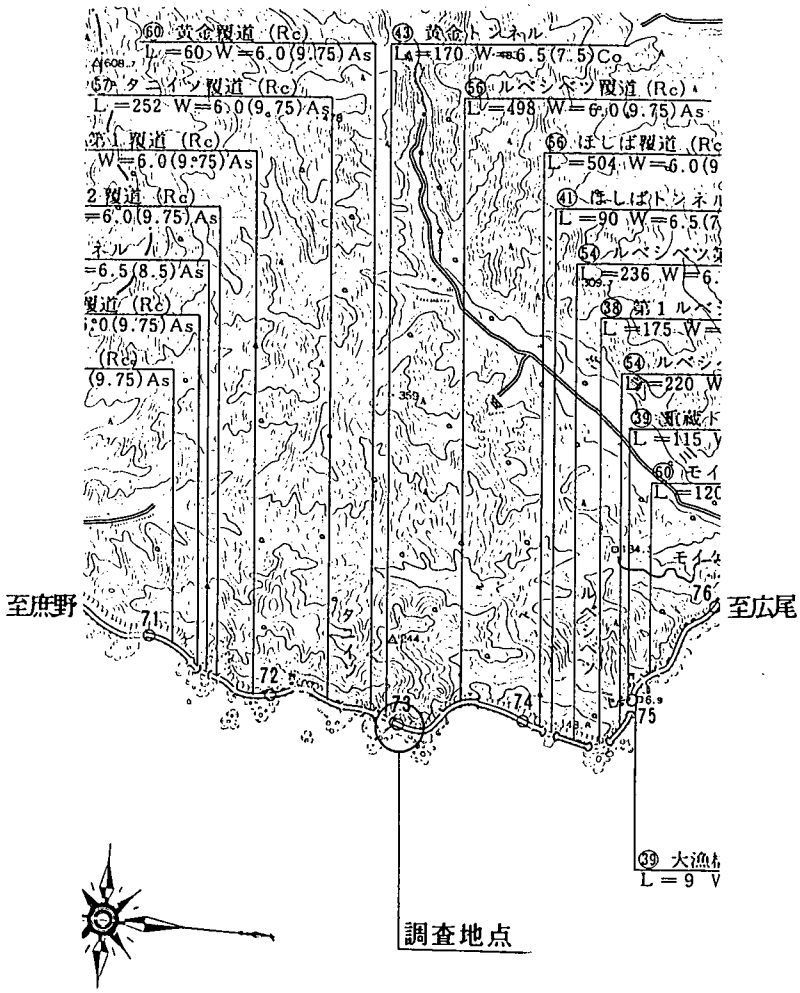
（落石防護工の被害状況写真）



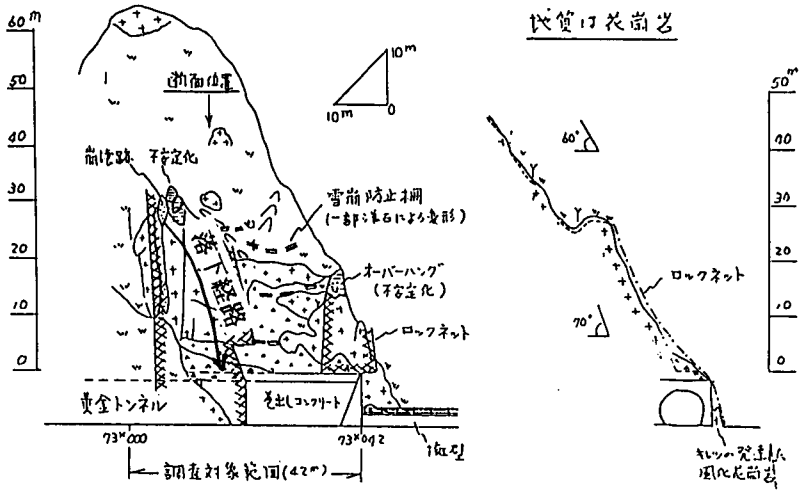


資料番号　018404

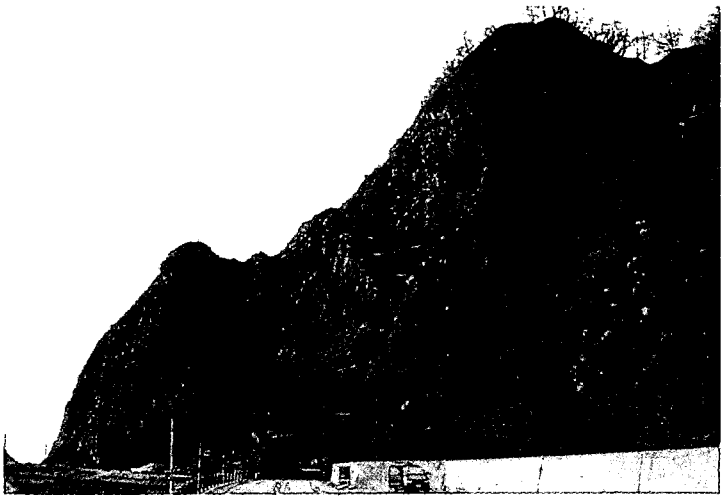
（調査地点位置図）



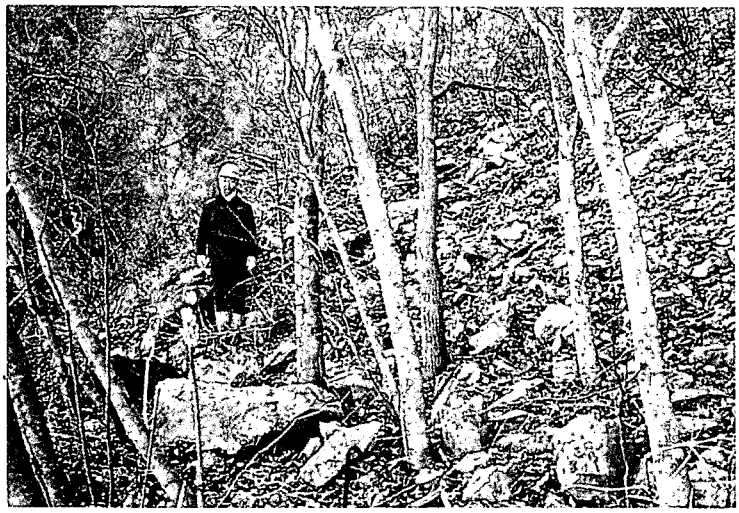
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の被害状況写真）

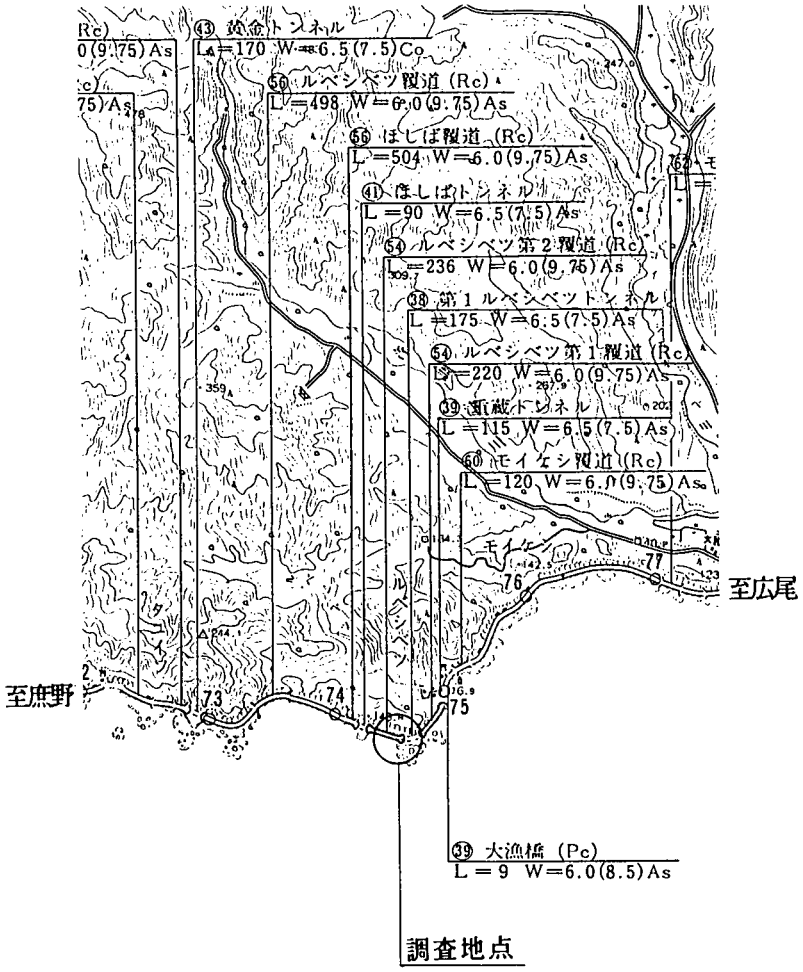




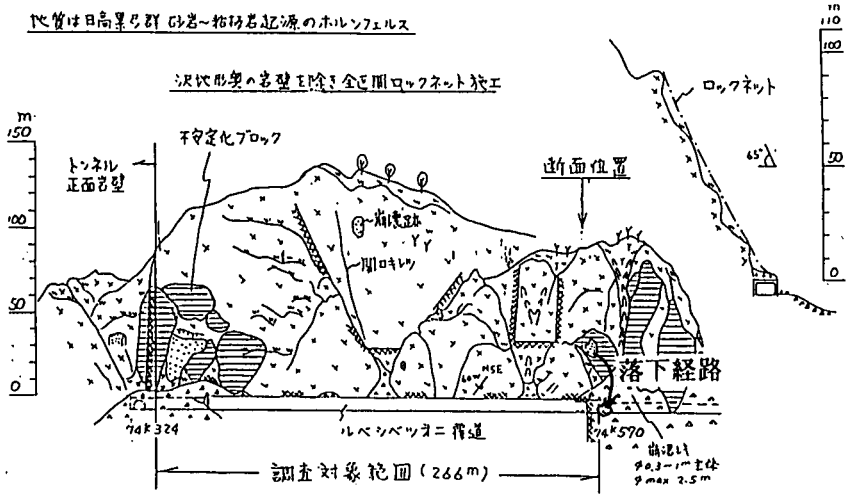


資料番号　018405

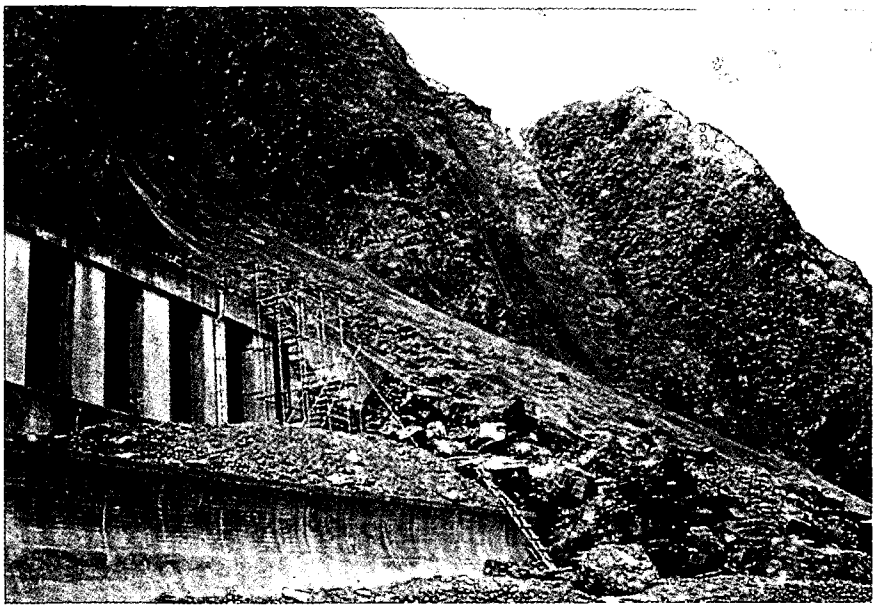
（調査地点位置図）

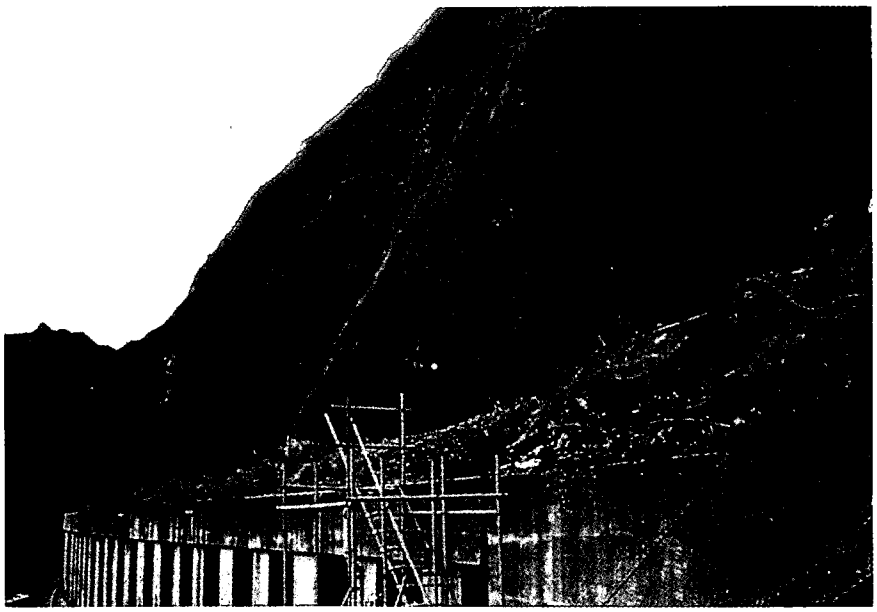


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



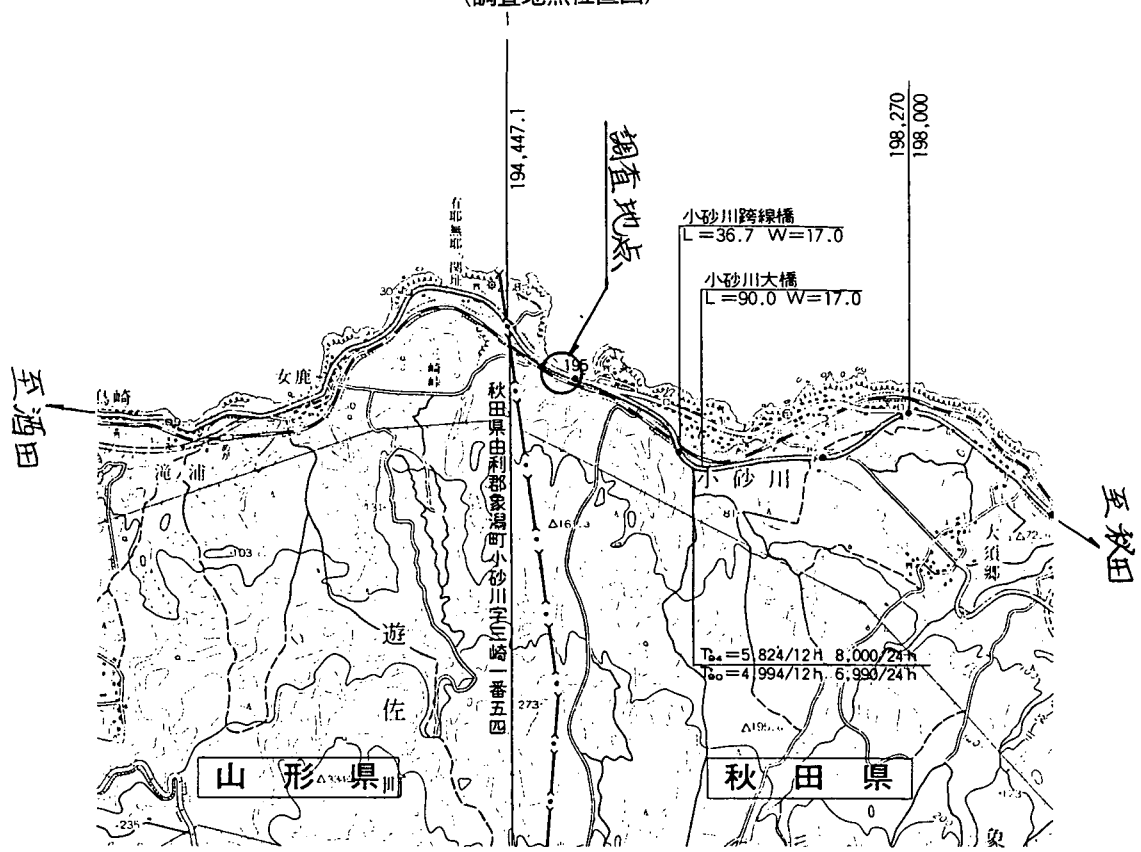
（落石防護工の被害状況写真）



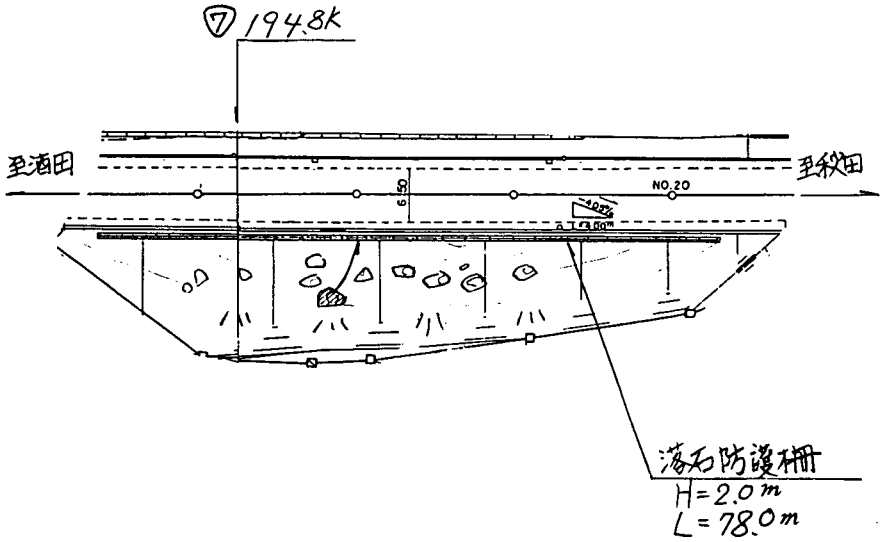


資料番号　024501

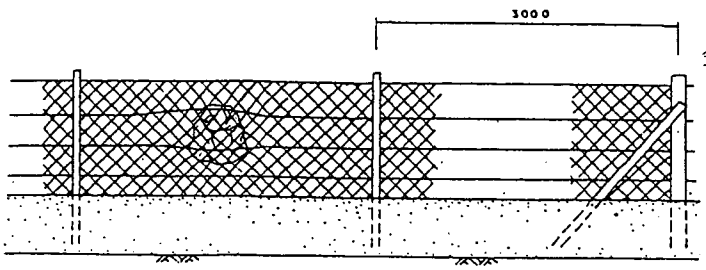
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

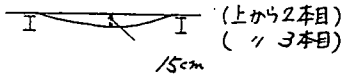


（落石防護工の被害状況）



支柱と支柱の間に落石が衝突し，ワイヤーロープと金網が変形し，石はとどまった。

（支柱）　被害なし　傾斜角0°
（ワイヤーロープ）　変形　2本

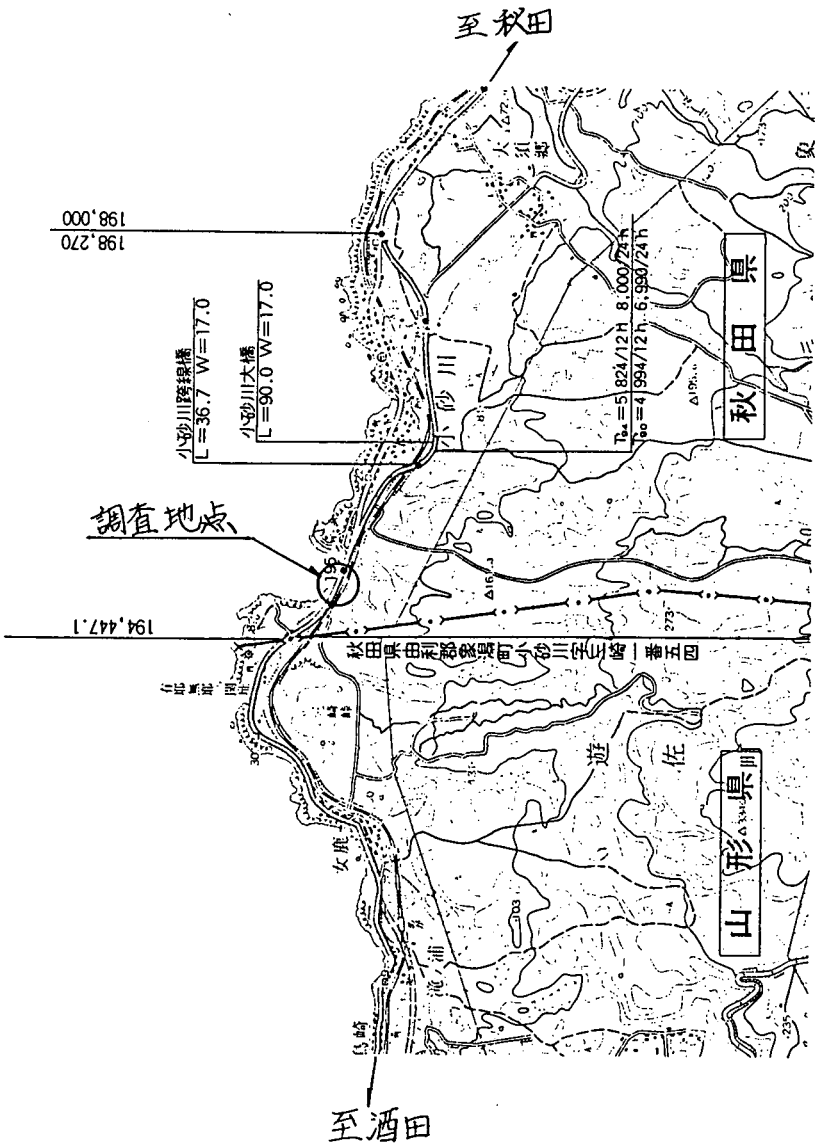


（落石防護工の被害状況写真）

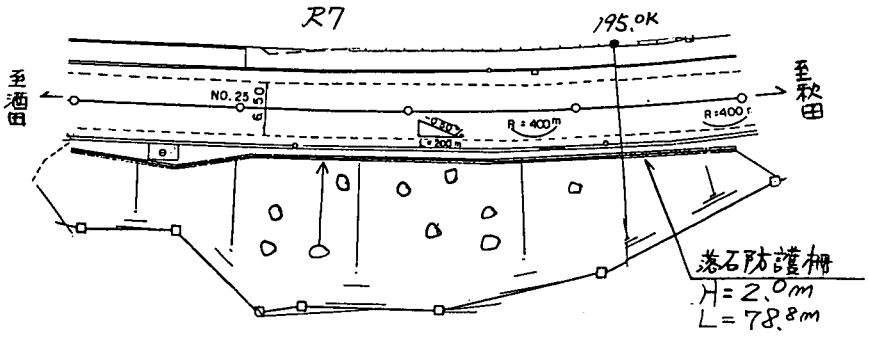


資料番号　024502

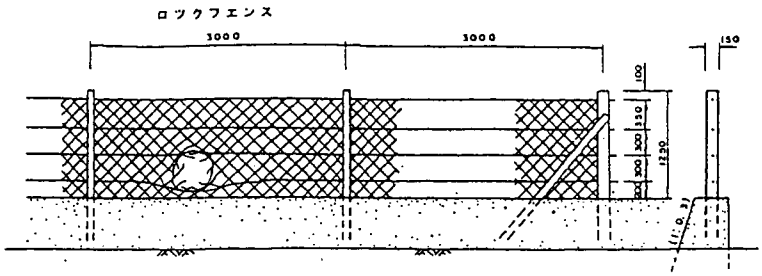
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



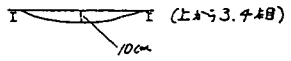
（落石防護工の被害状況）



支柱と支柱の間に落石が衝突し，ワイヤーロープと金網が破壊され，石は防護柵にとどまった。

（支柱）　被害なし　傾斜角0°

（ワイヤーロープ）　変形した本数　2本

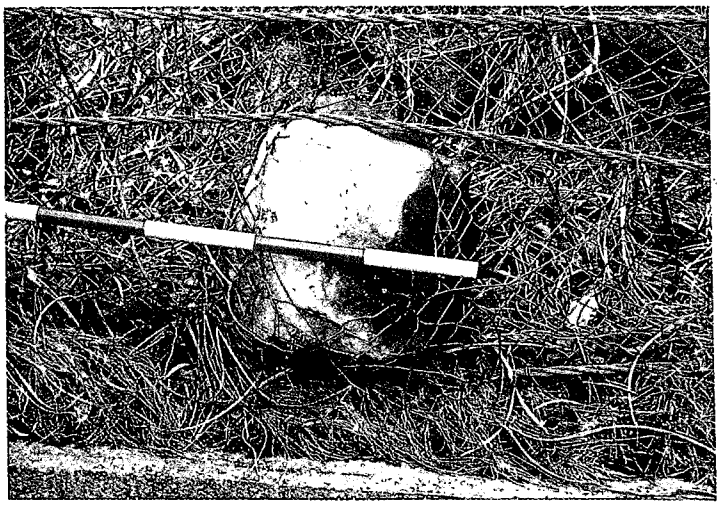


(金網)

破損：幅30cm×高さ40cm

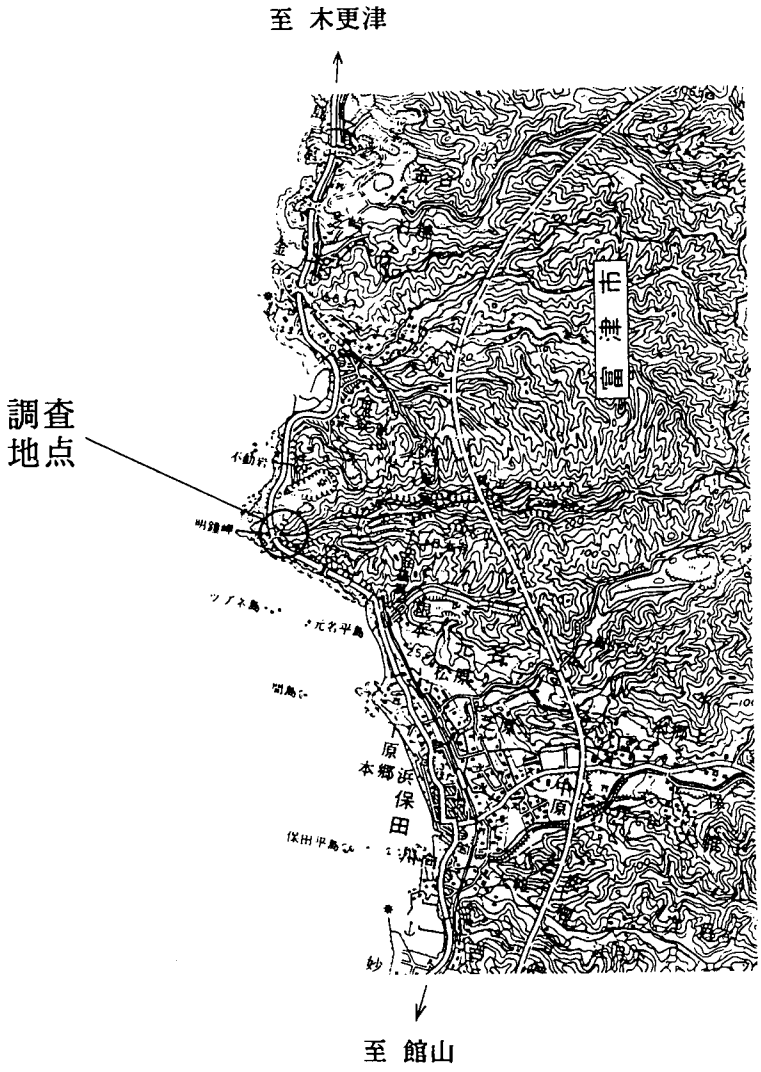
（落石防護工の被害状況写真）



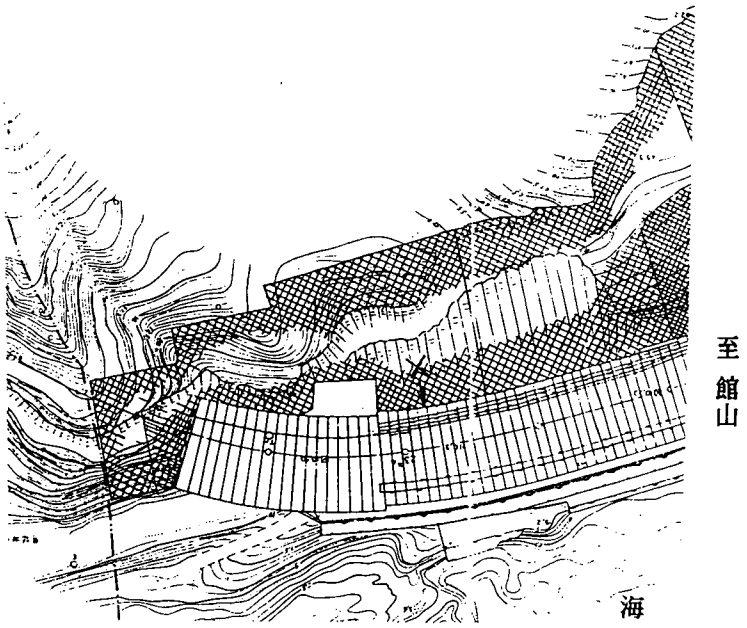


資料番号　035302

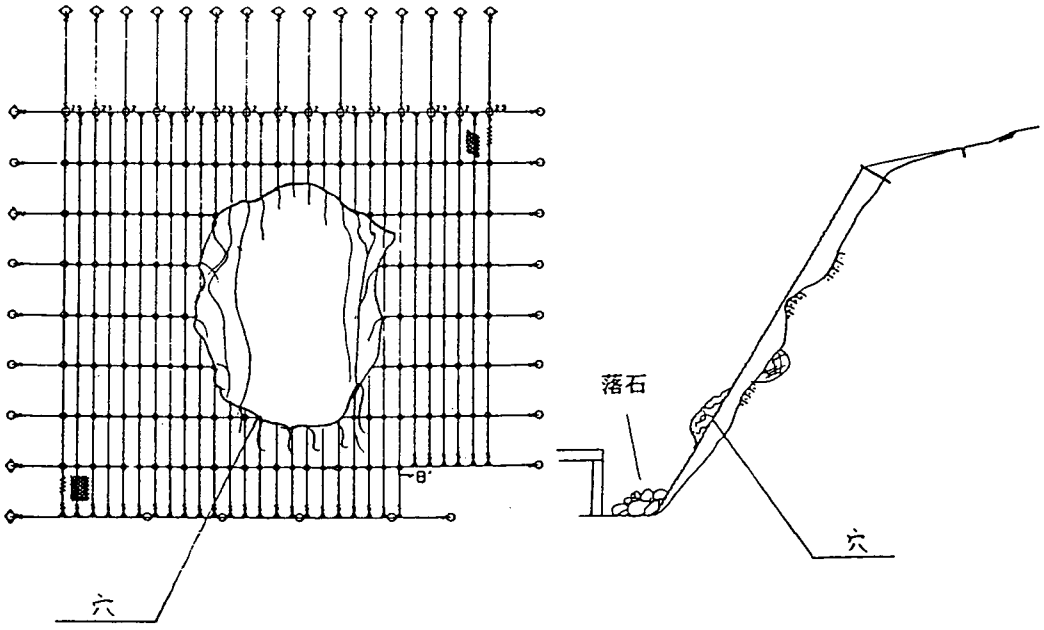
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

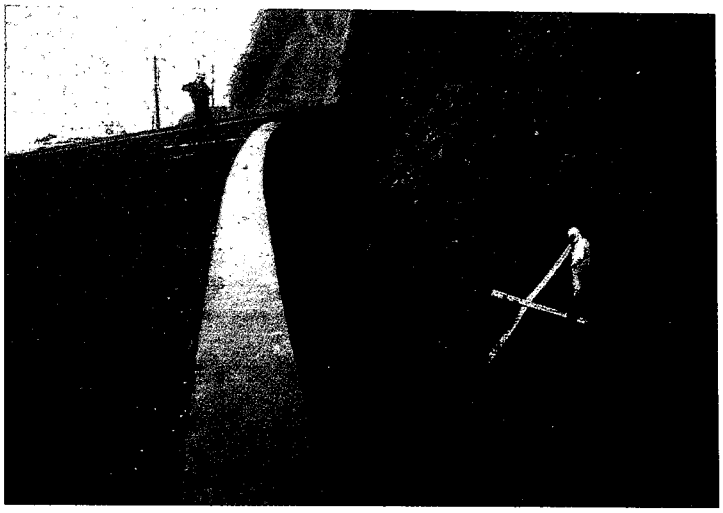


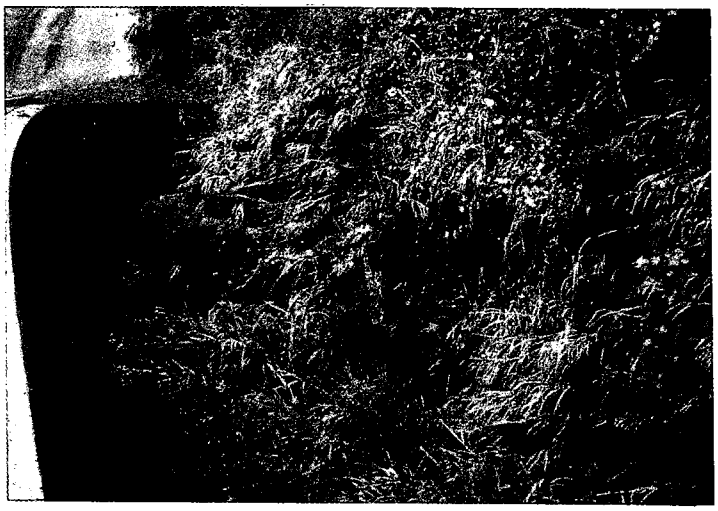
（落石防護工の被害状況）



落石防止網：　15　㎡破損

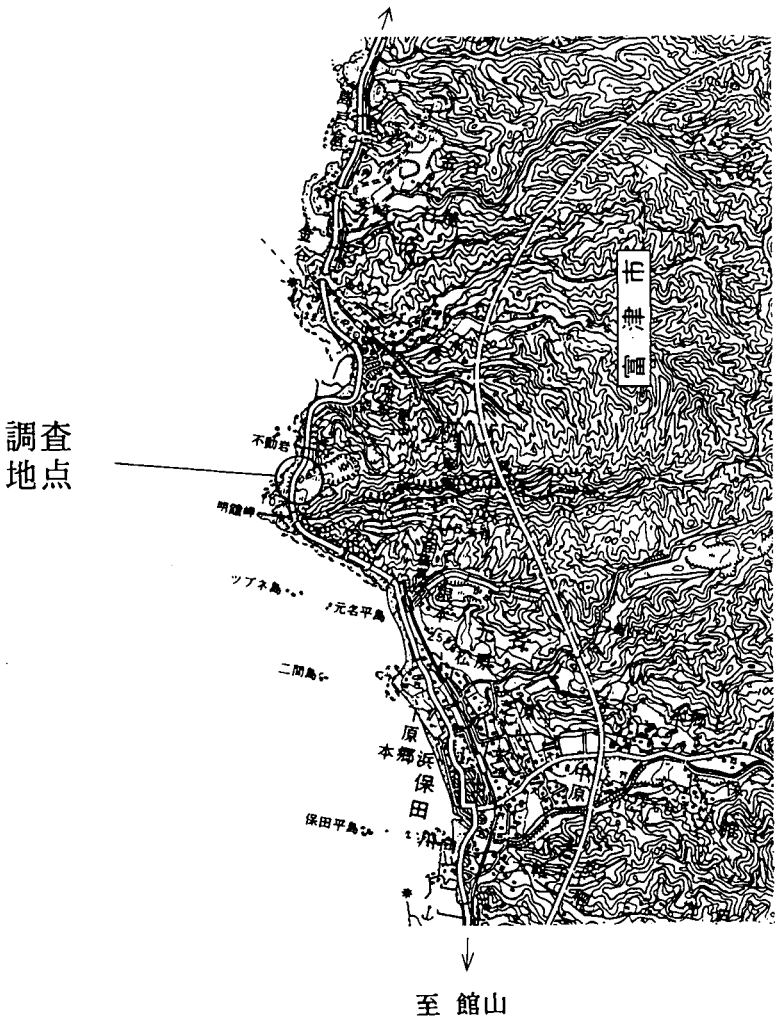
（落石防護工の被害状況写真）



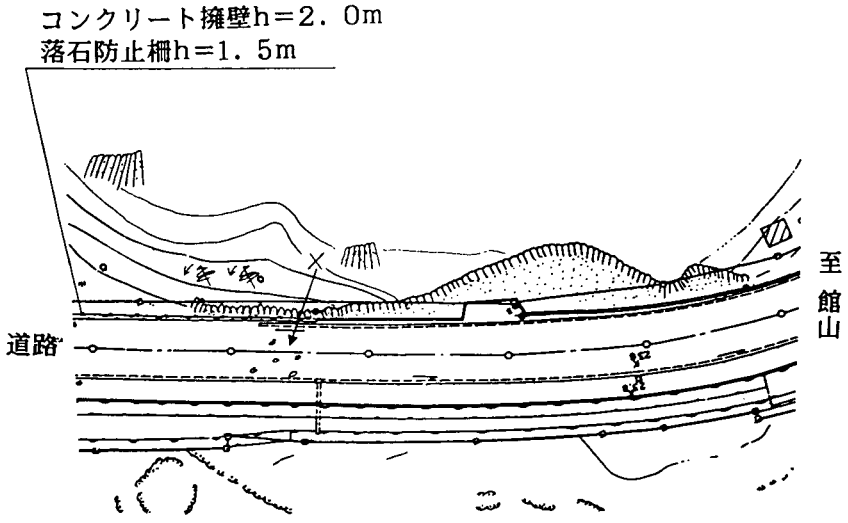


資料番号　035303

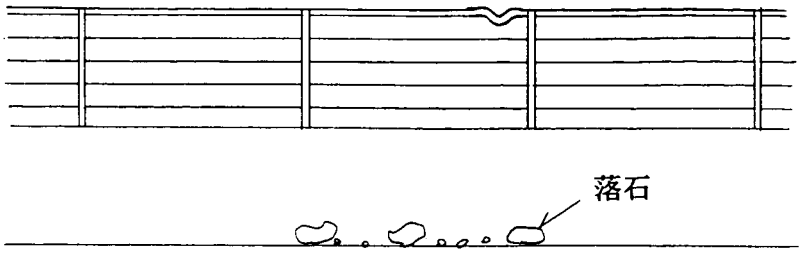
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



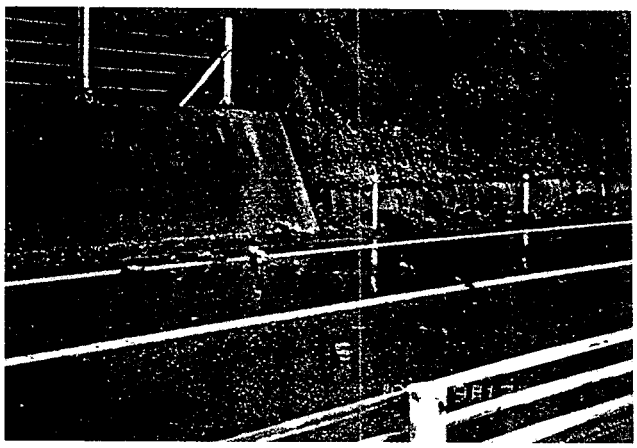
（落石防護工の被害状況）



（金網）　被害なし
（支柱）被害なし

（ワイヤーロープ）
切断された本数:0本
降伏した本数　:0本
変形した本数　:1本

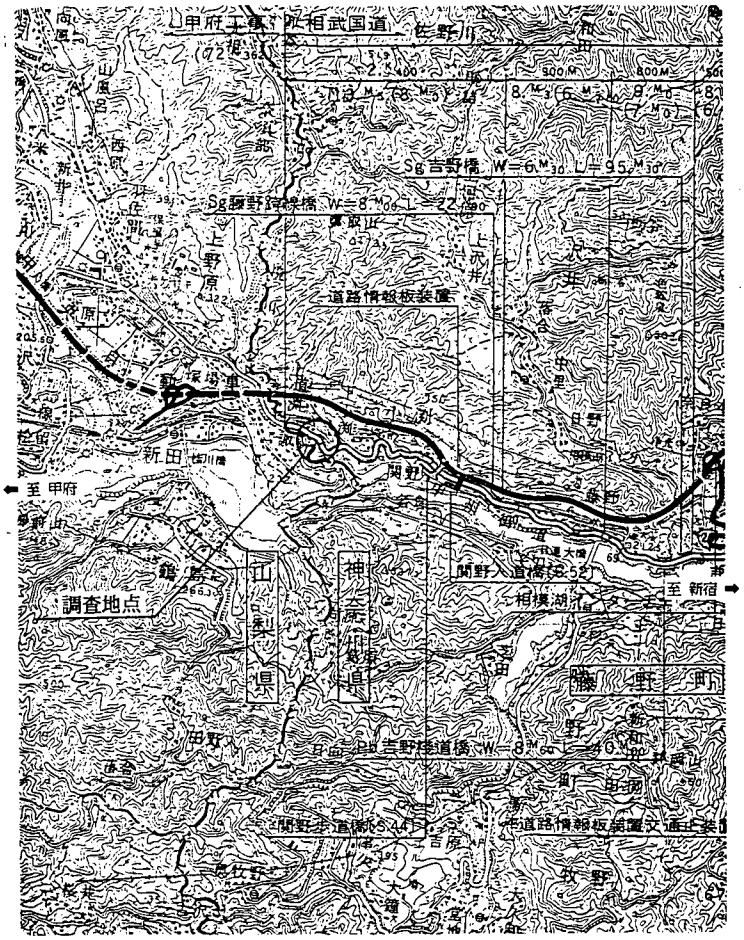
（落石防護工の被害状況写真）



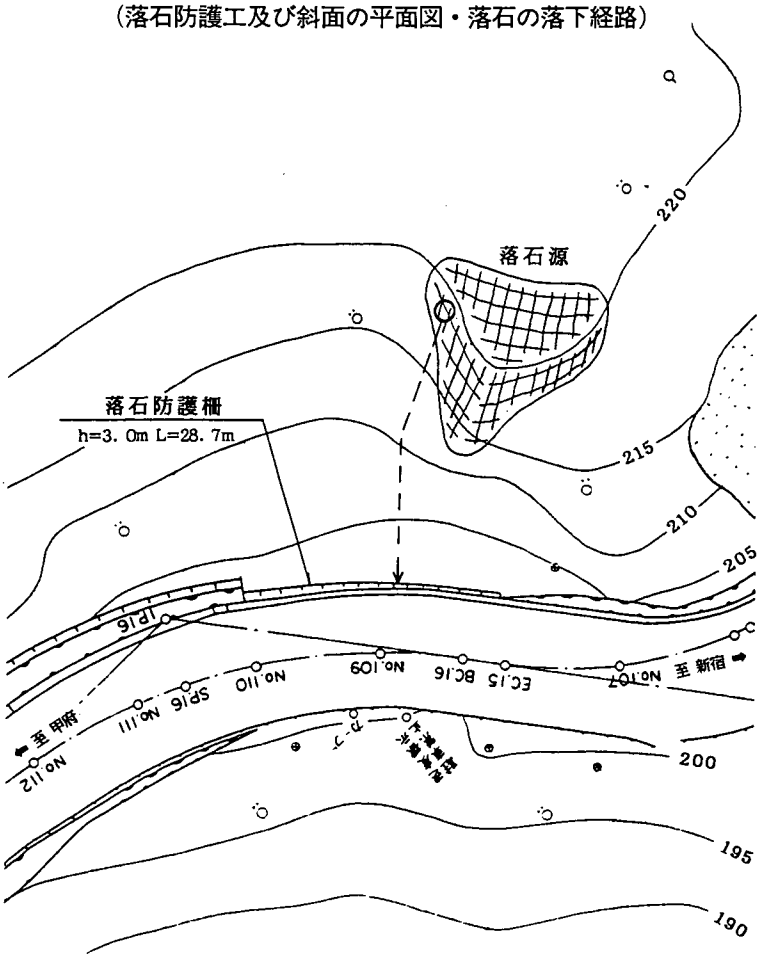


資料番号　035801

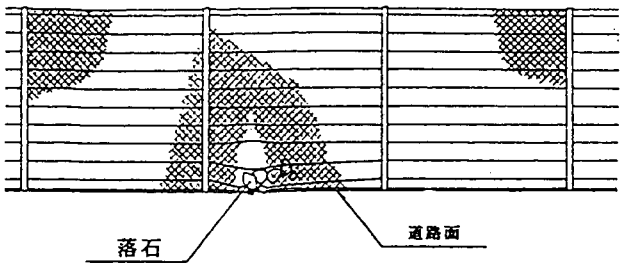
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



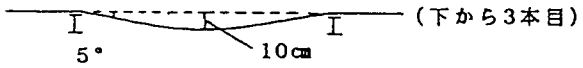
（落石防護工の被害状況）

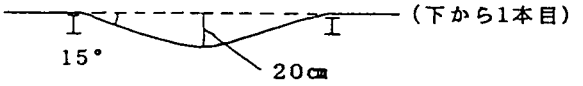


斜面頂部の風化した岩塊が一部崩壊した事により、数個の落石が斜面を転がり落ち、支柱間下部に衝突し、ワイヤーロープの変形と、以前からの腐食が伺われる金網の一部が破壊され、大部分は防護柵に塞き止められ、細かくなった落石の一部が隙間から道路に出た。

（支柱）被害なし（傾斜角０°）

（ワイヤーロープ）
変形した本数：３本



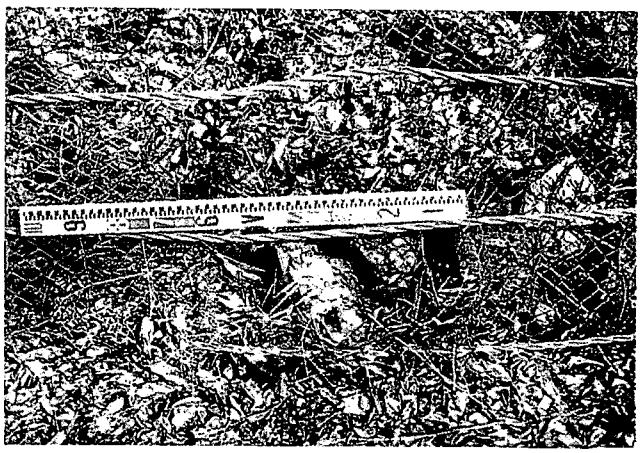


（金網）
破網：幅７０㎝×高さ１３０㎝

（落石防護工の被害状況写真）

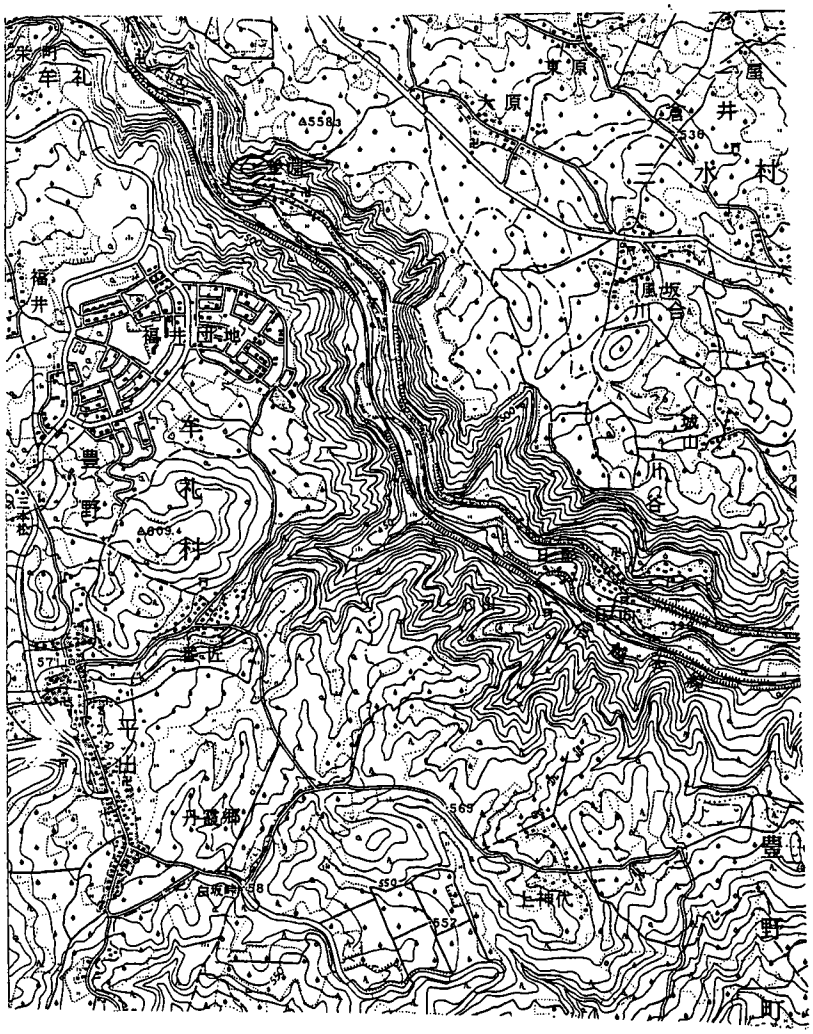




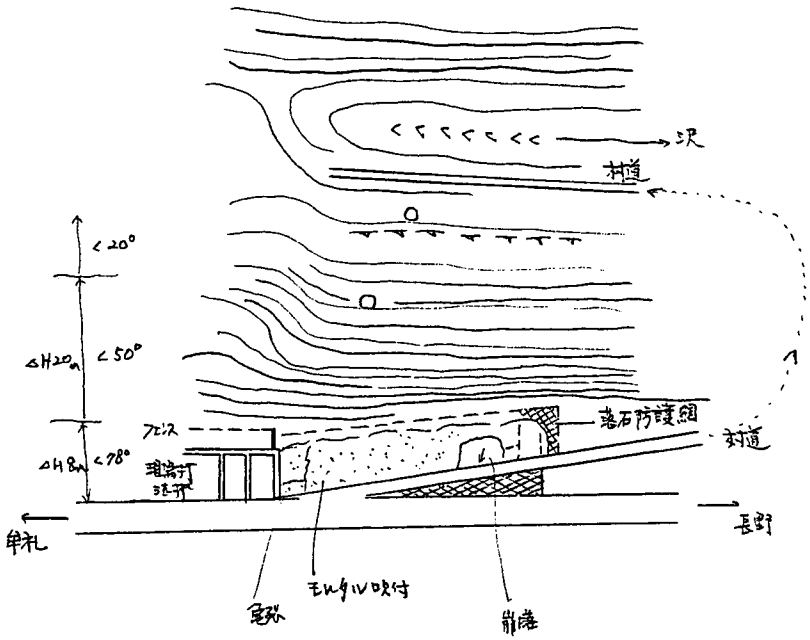


資料番号　037001

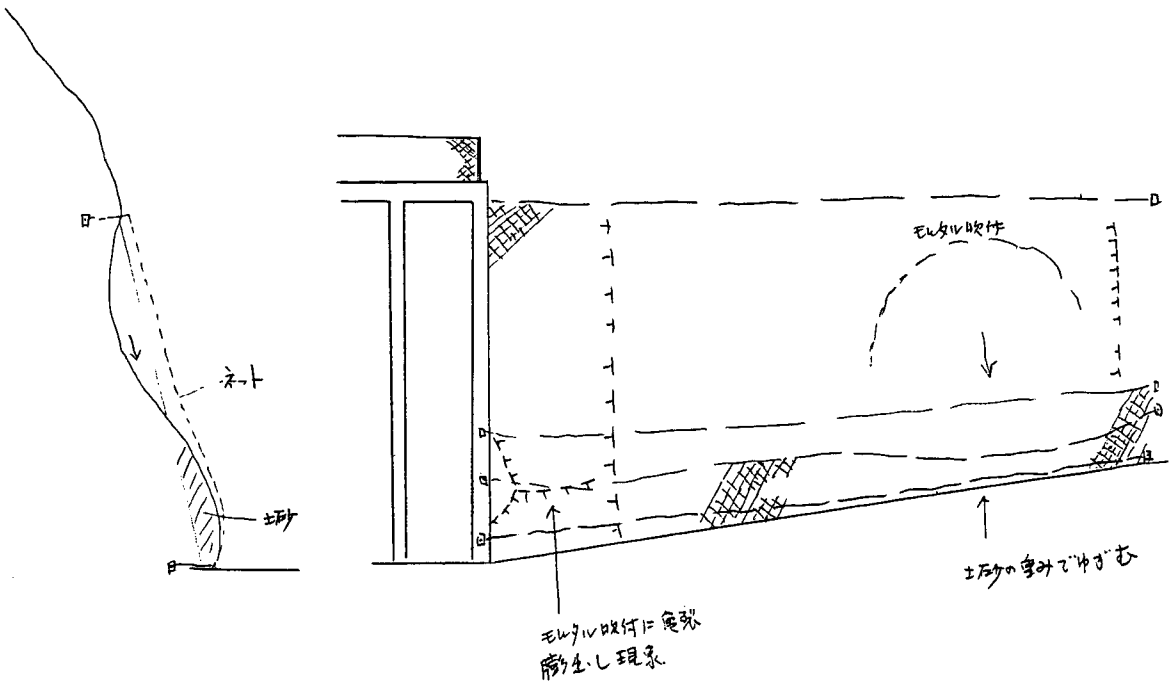
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の被害状況）



（落石防護工の被害状況写真）





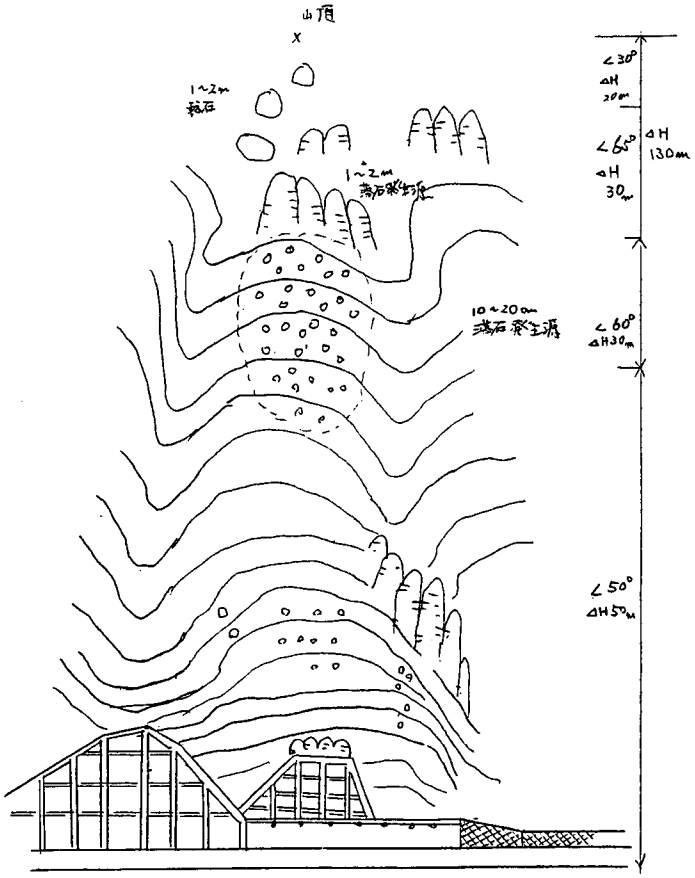


資料番号　037002

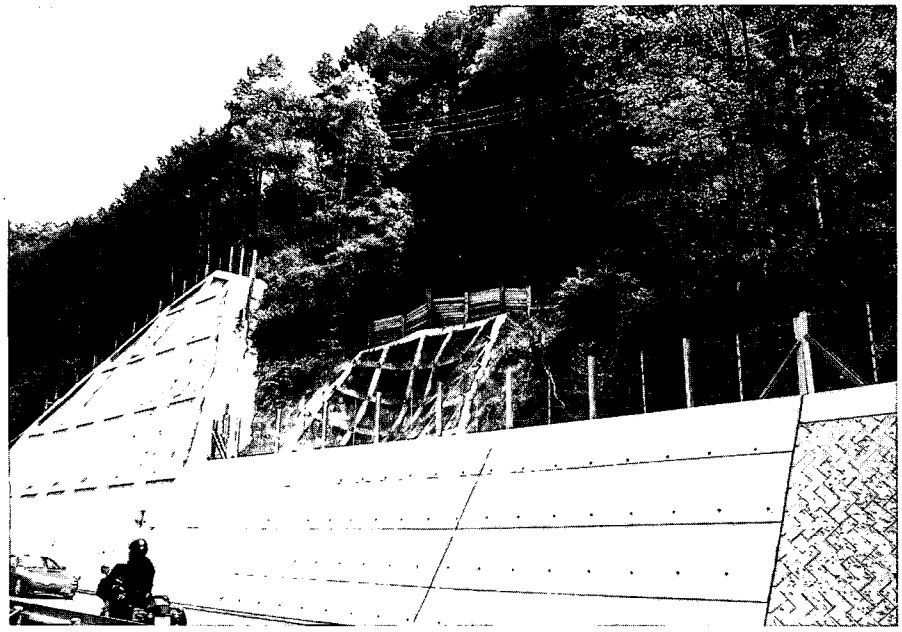
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



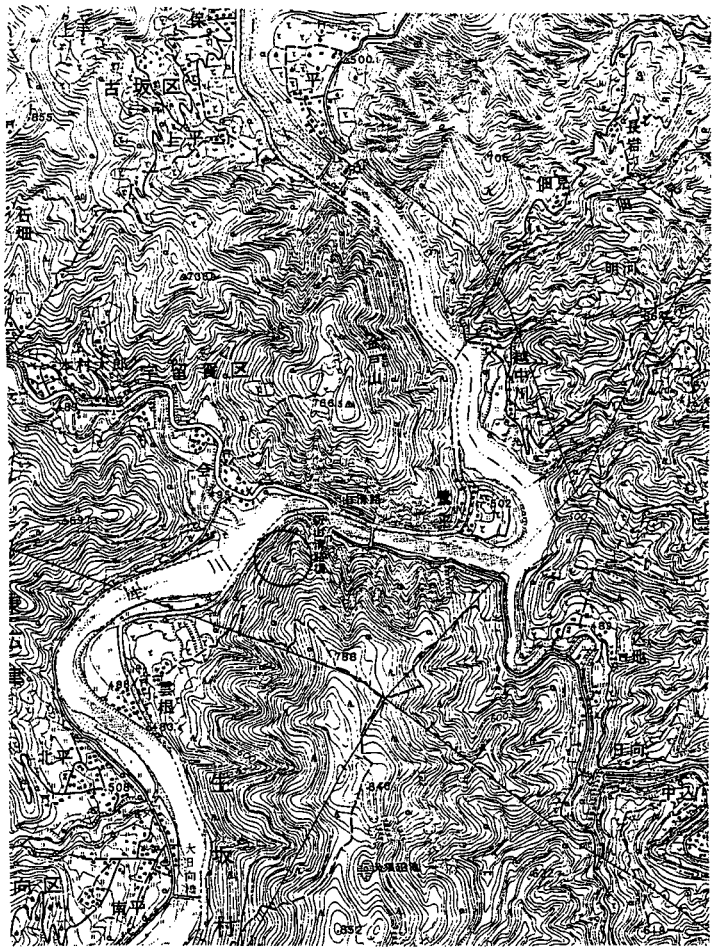
（落石防護工の被害状況写真）



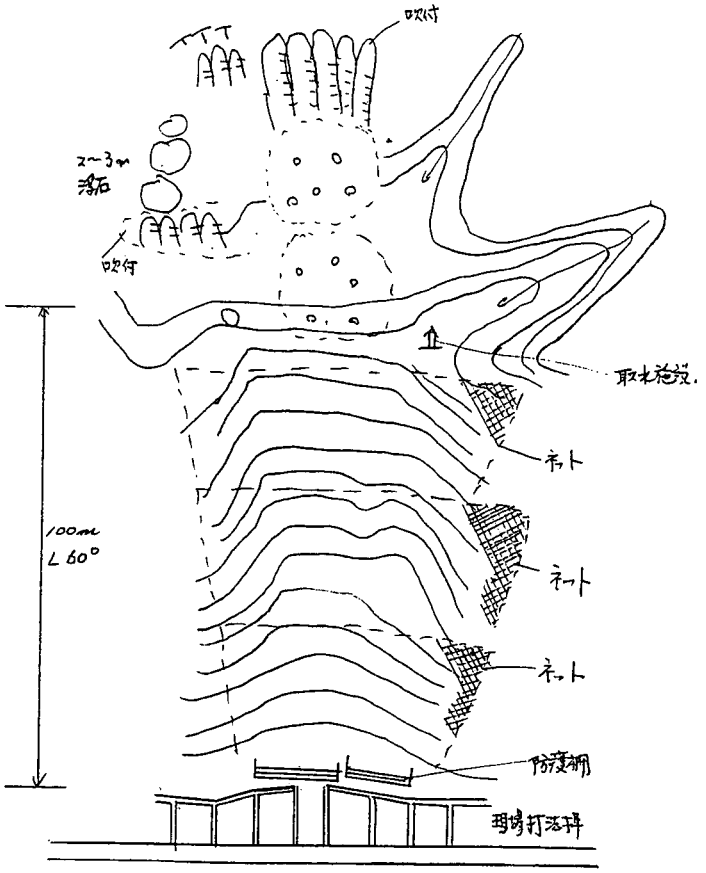


資料番号　037003

（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



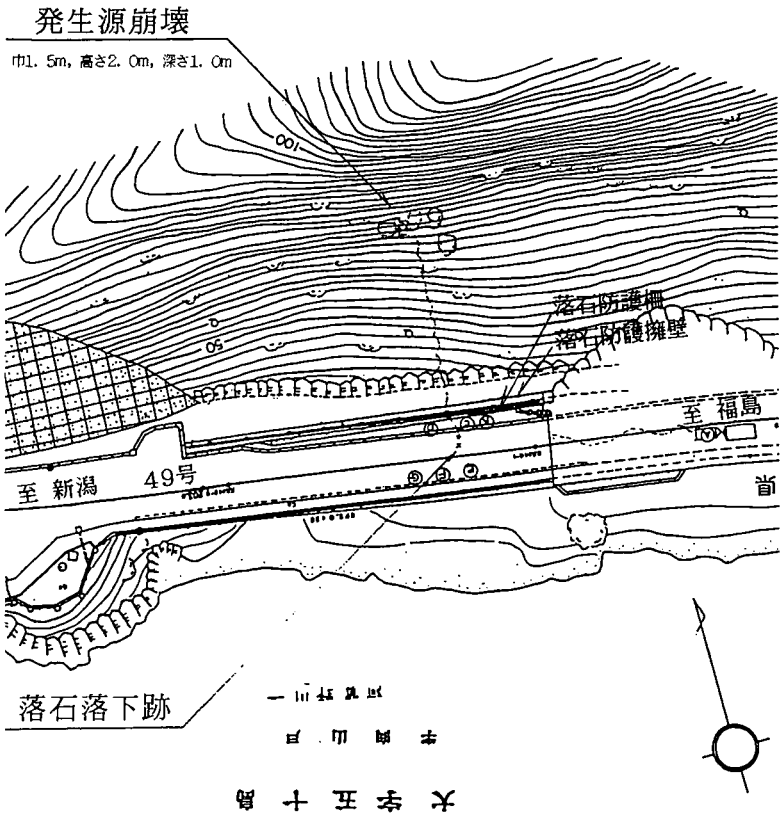
（落石防護工の被害状況写真）



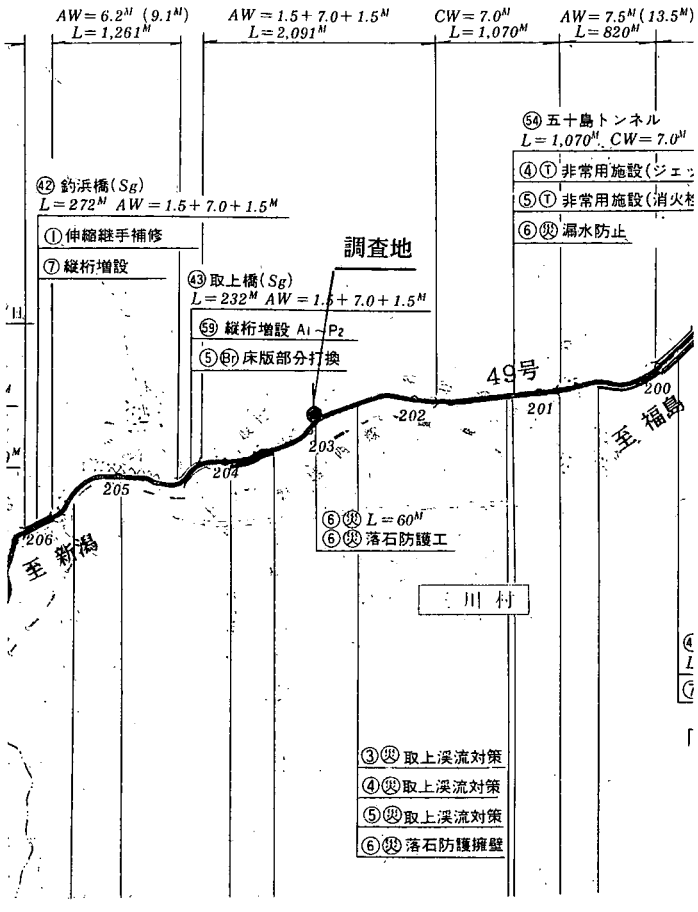


資料番号　043201

（調査地点位置図）



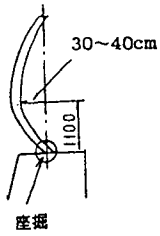
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

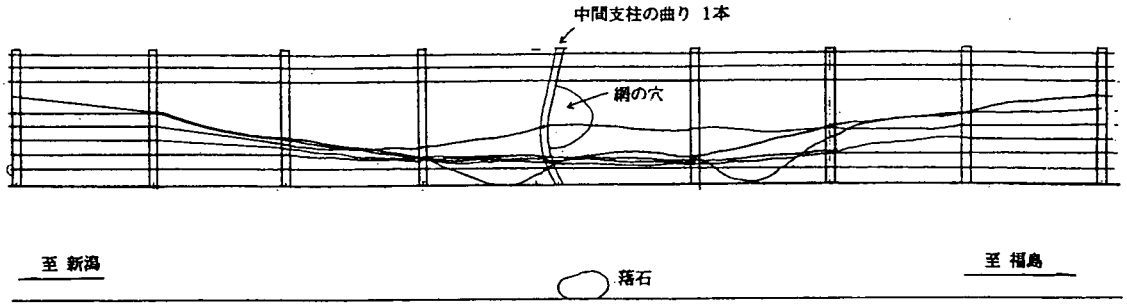


(落石防護工の被害状況)

支柱およびワイヤーロープと金網に落石が衝突し，破壊され石は道路に落ちた。

落石防護柵破損
一連延長Ｌ＝４５ｍ（Ｈ＝３．０ｍ）
内破損部位　中間支柱 Ｎ＝１本
ネット　Ａ＝３．０ｍ×１２．０ｍ
ロープ　Ｌ＝４５ｍ　Ｎ＝９本

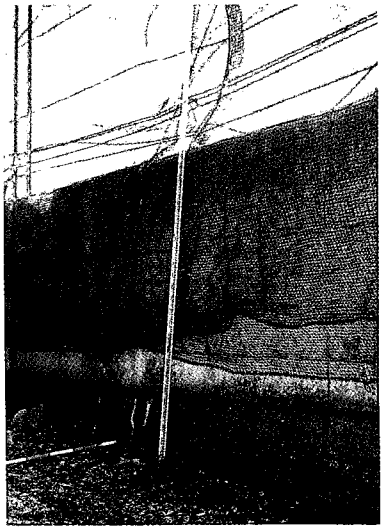




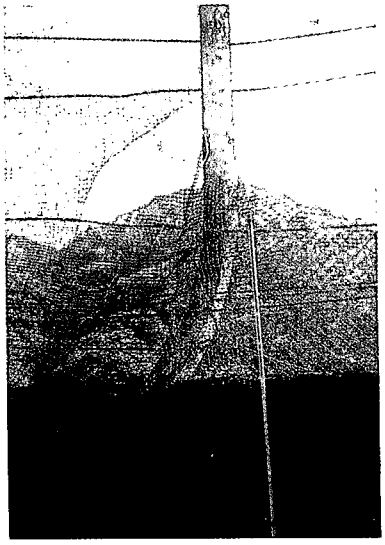
(落石防護工の被害状況写真)



落石の走路と柵の破損



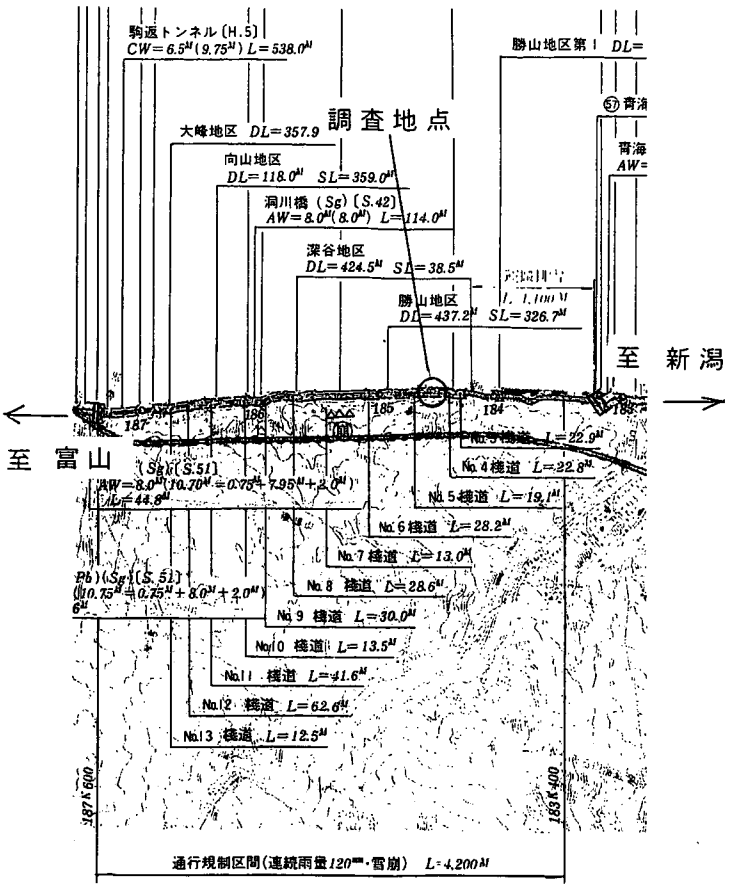
擁壁背面高さ



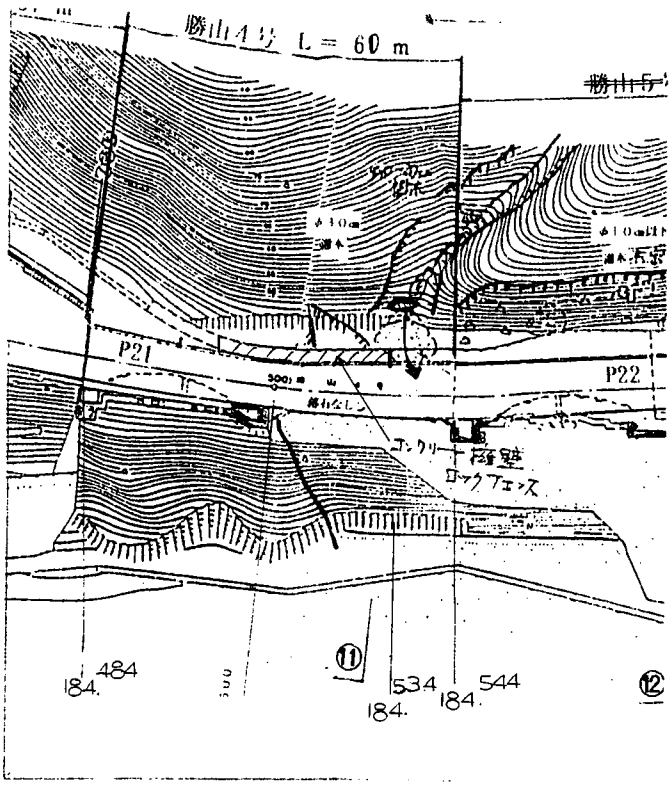
落石防止柵の破損状況

支柱の曲り
網の穴

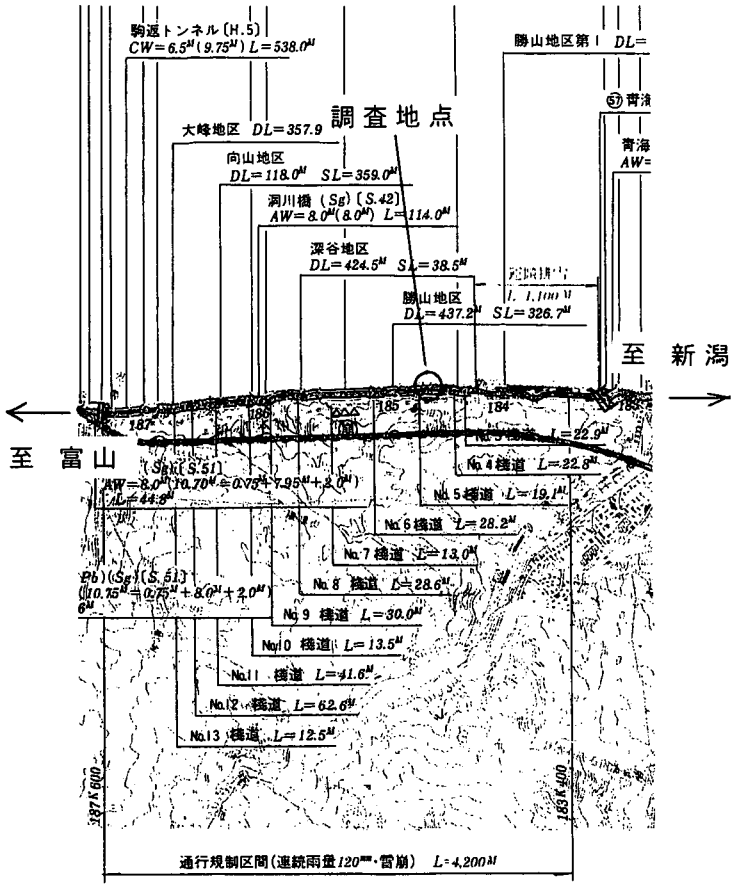
（調査地点位置図）



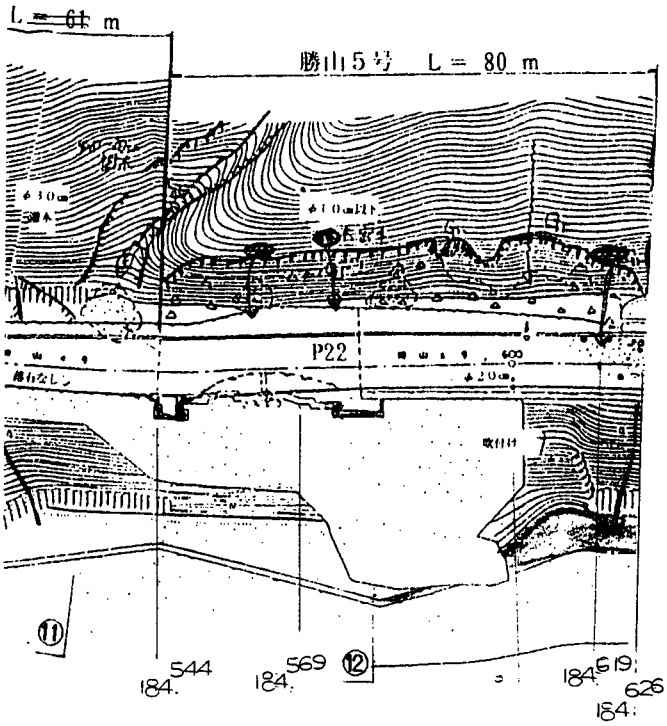
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



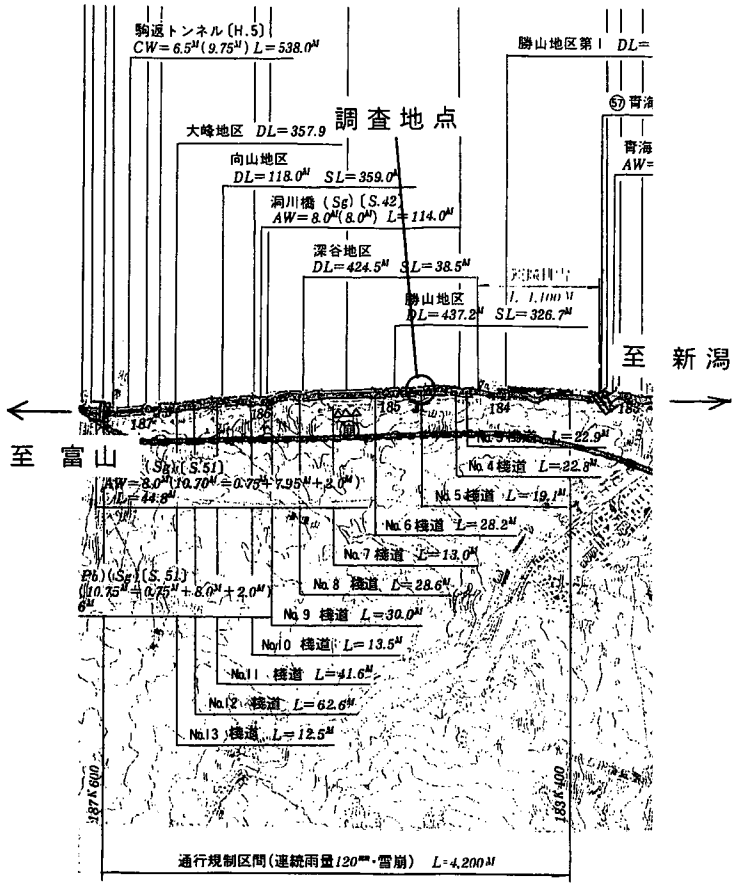
（調査地点位置図）



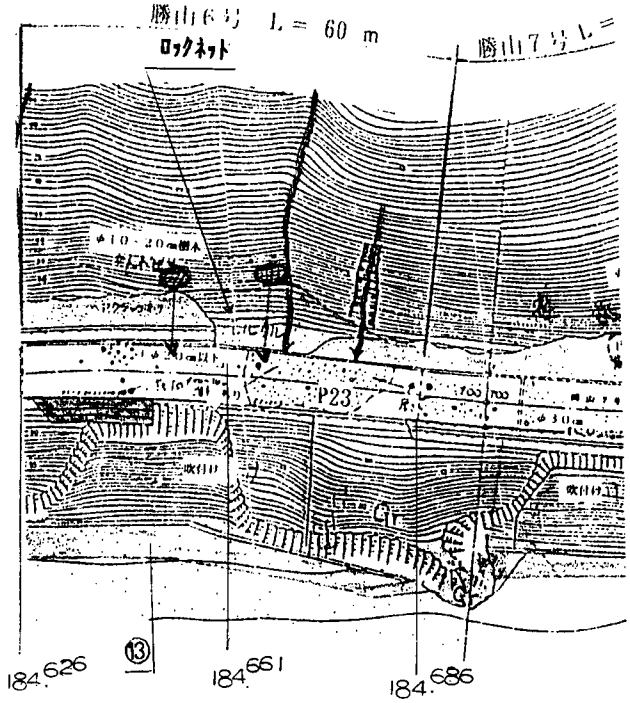
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



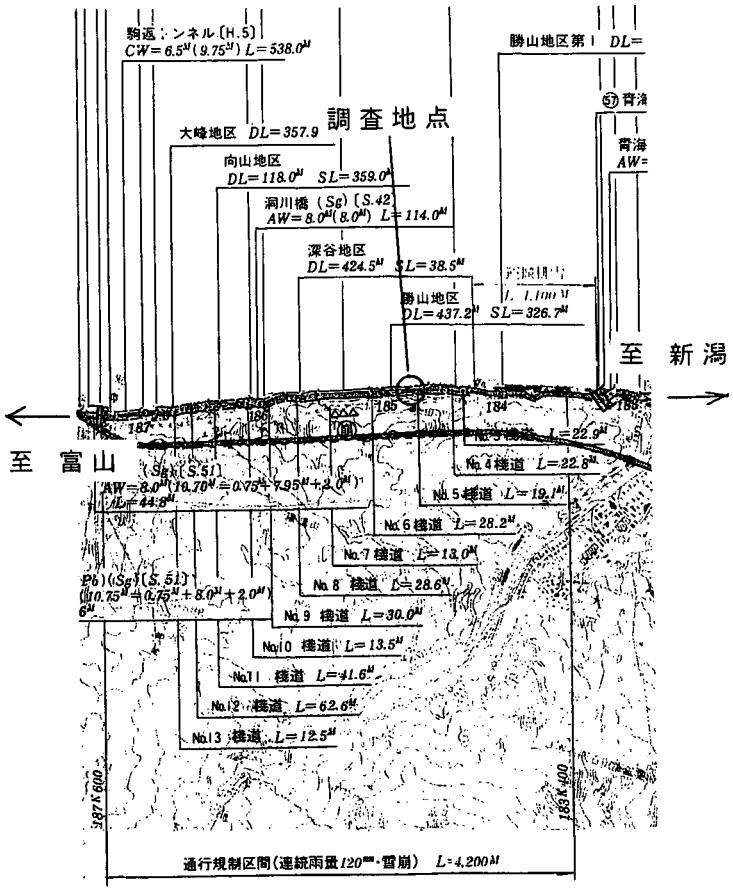
（調査地点位置図）



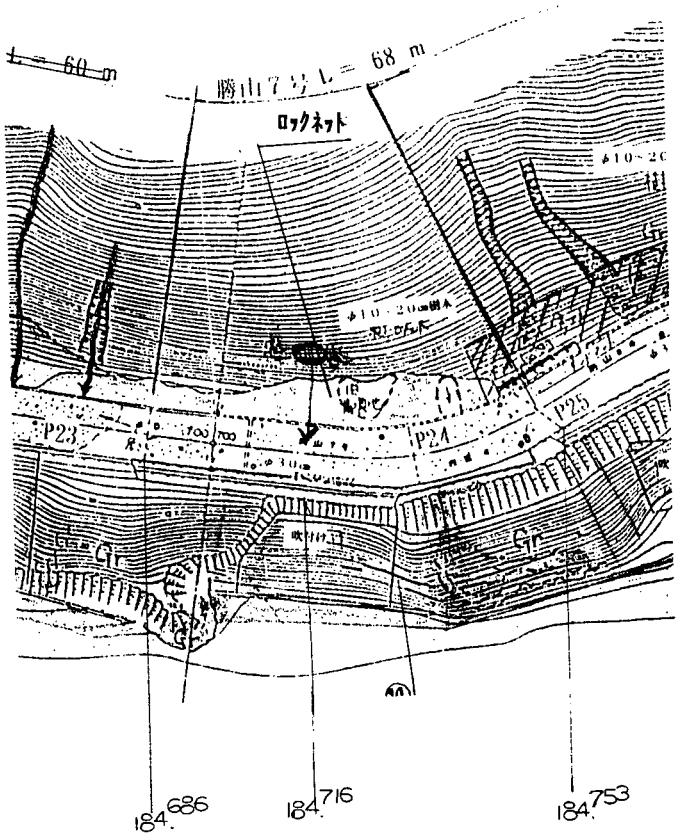
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



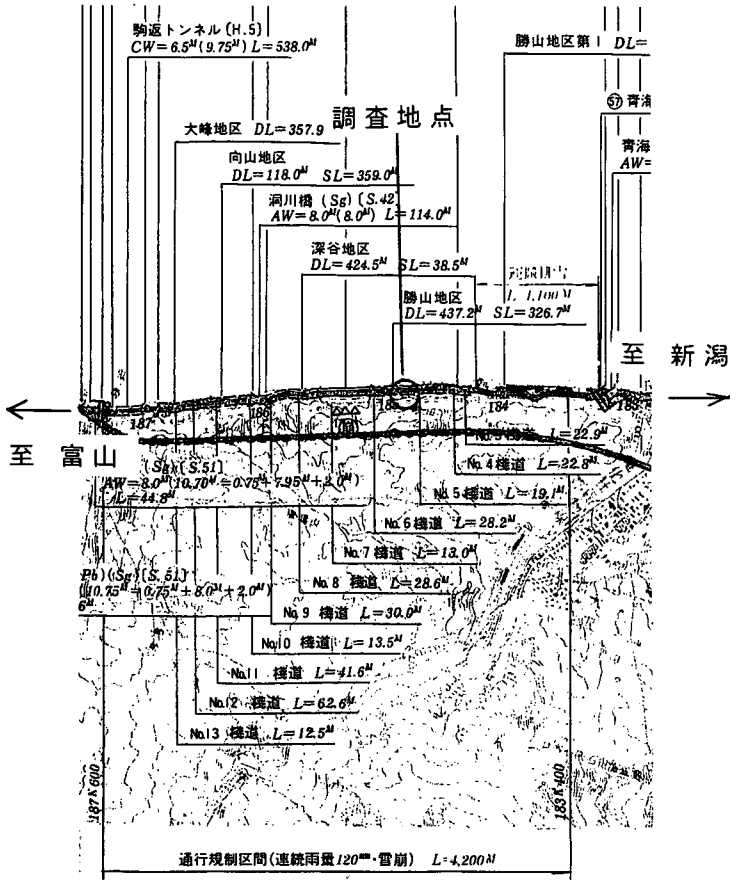
(調査地点位置図)



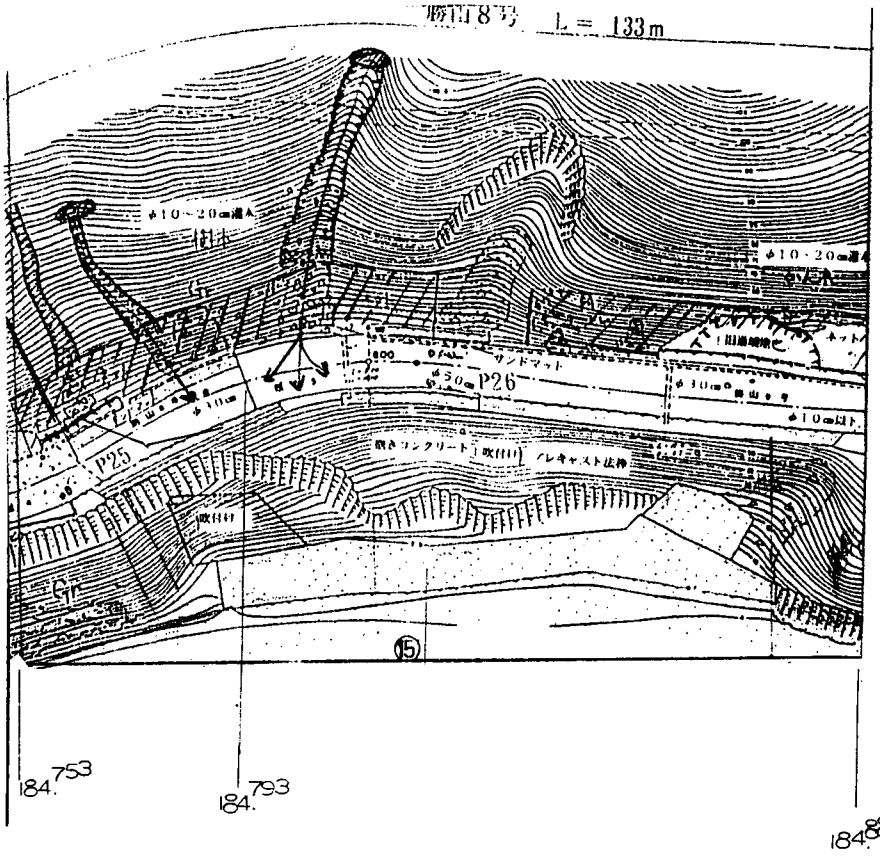
(落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路)



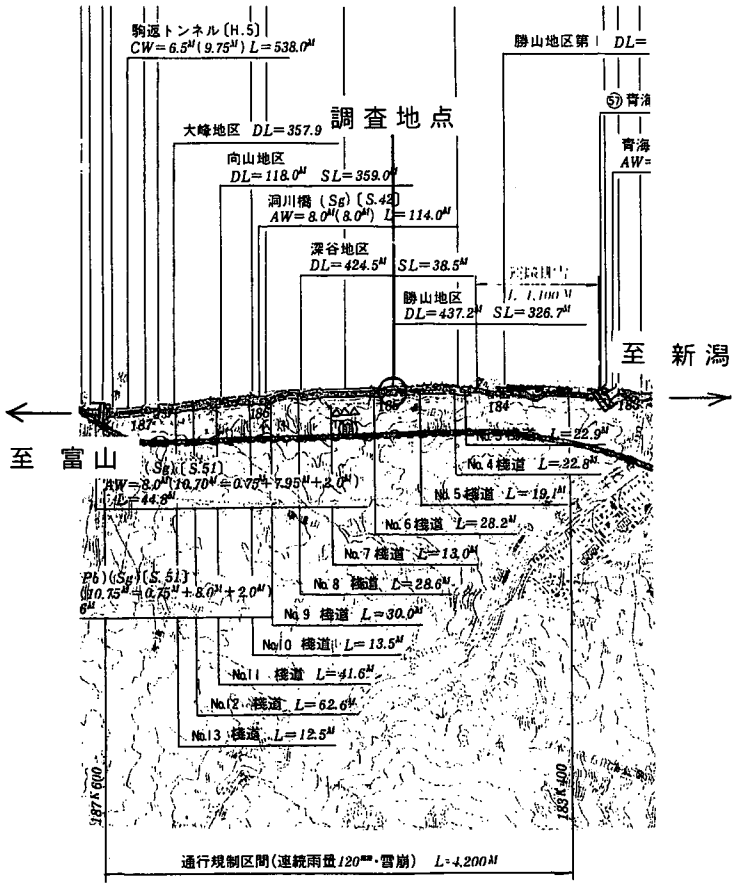
（調査地点位置図）



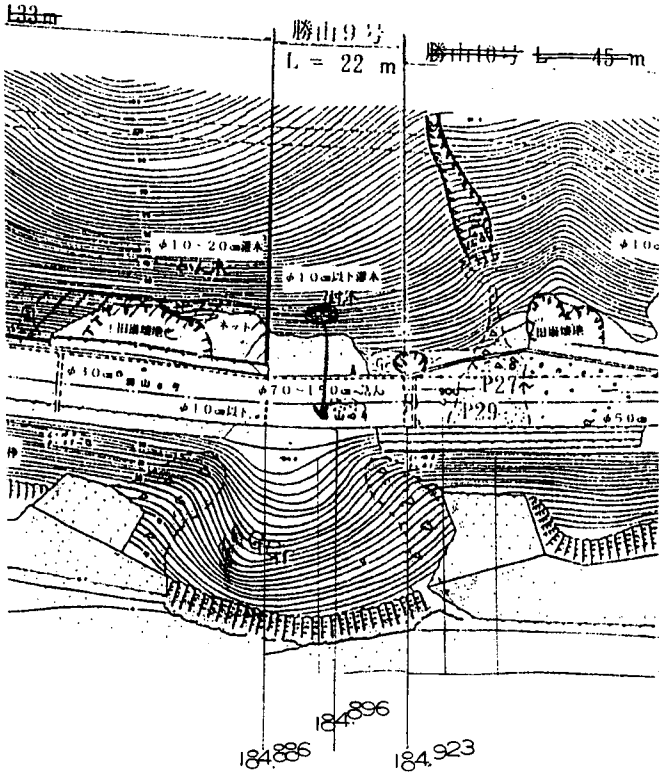
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



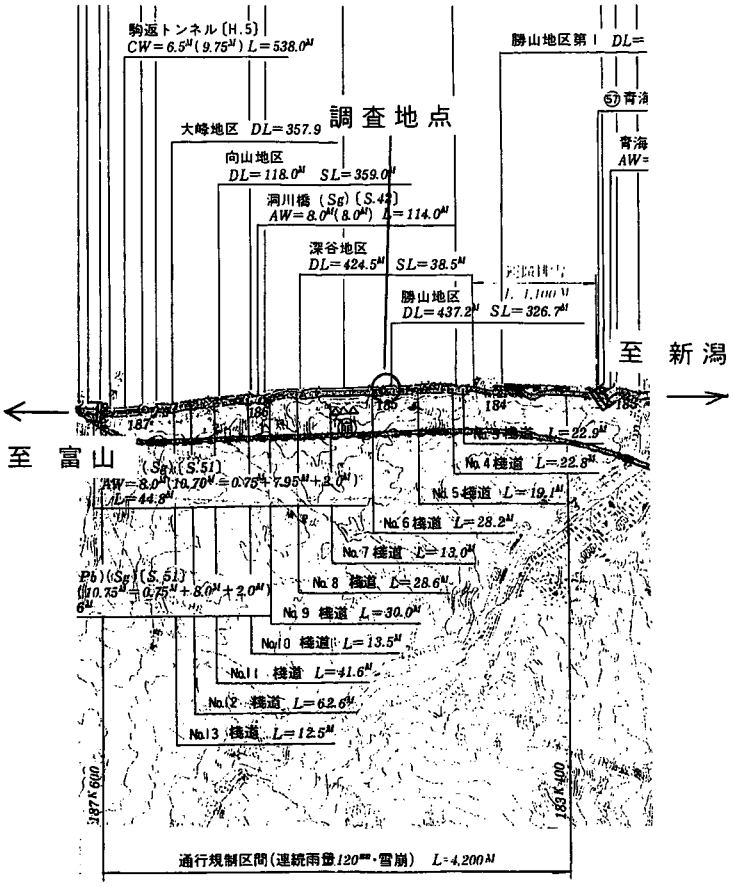
（調査地点位置図）



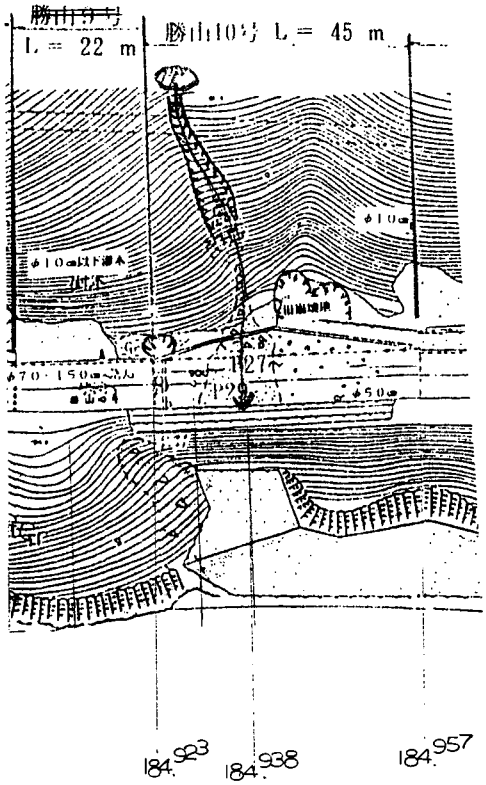
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



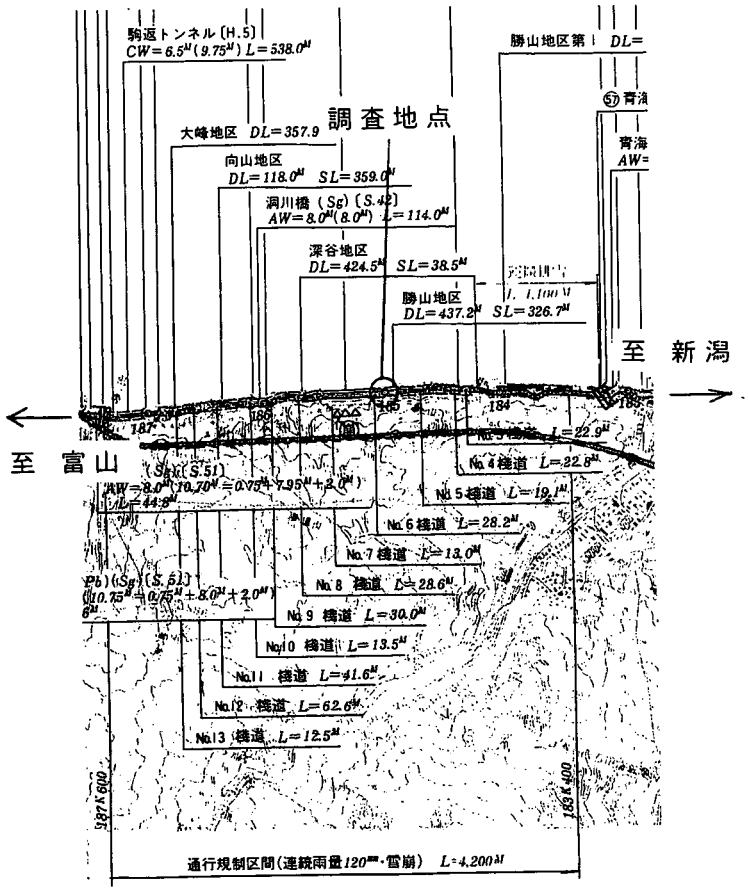
（調査地点位置図）



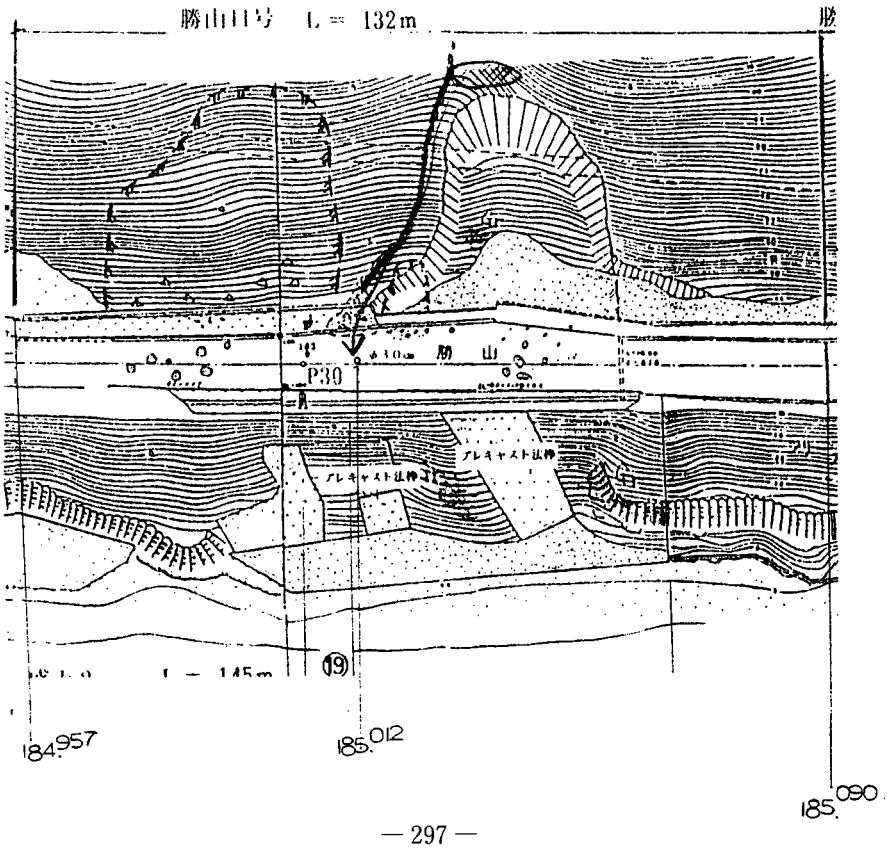
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



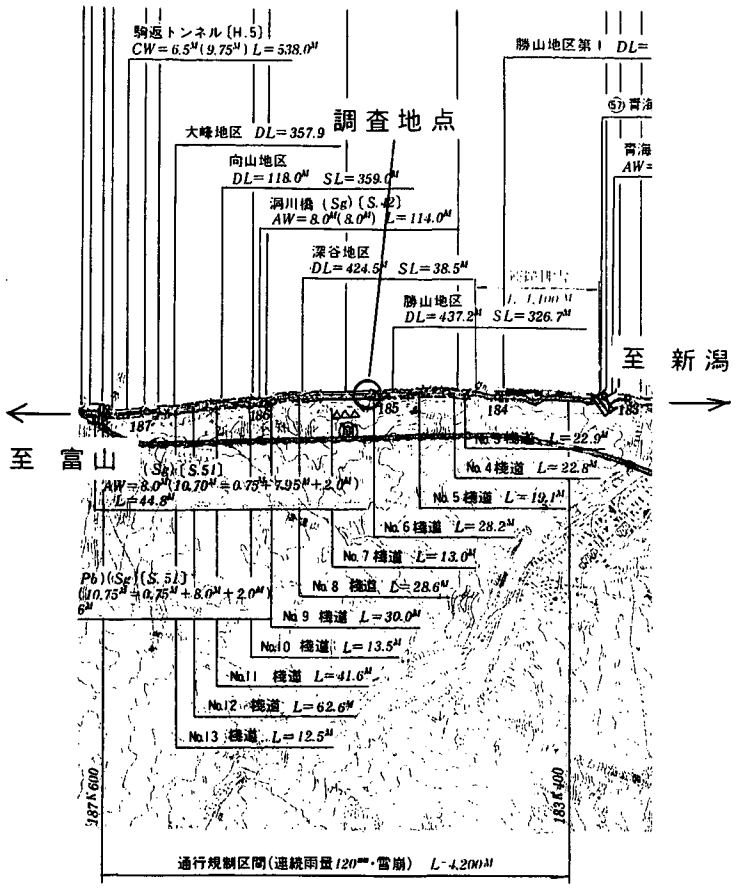
（調査地点位置図）



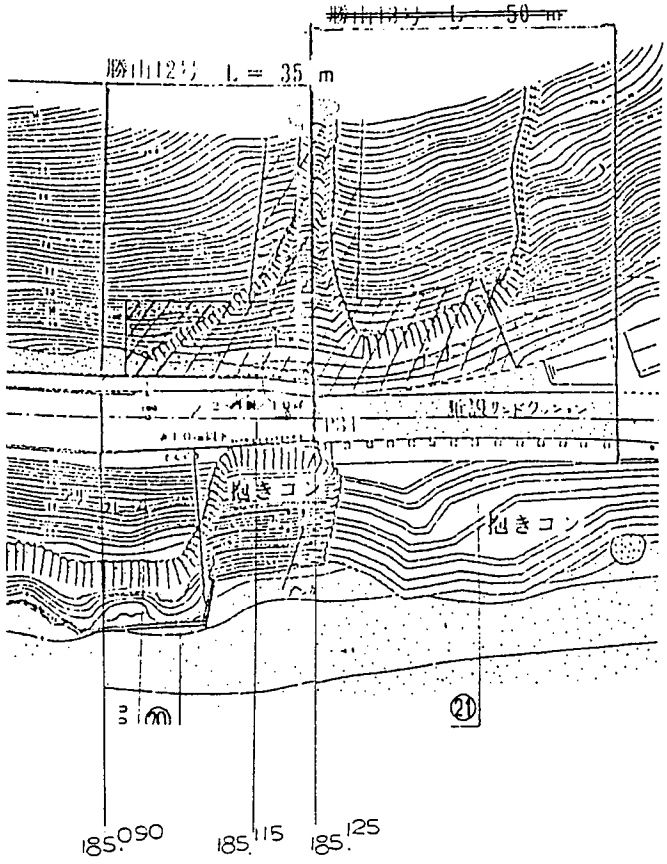
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



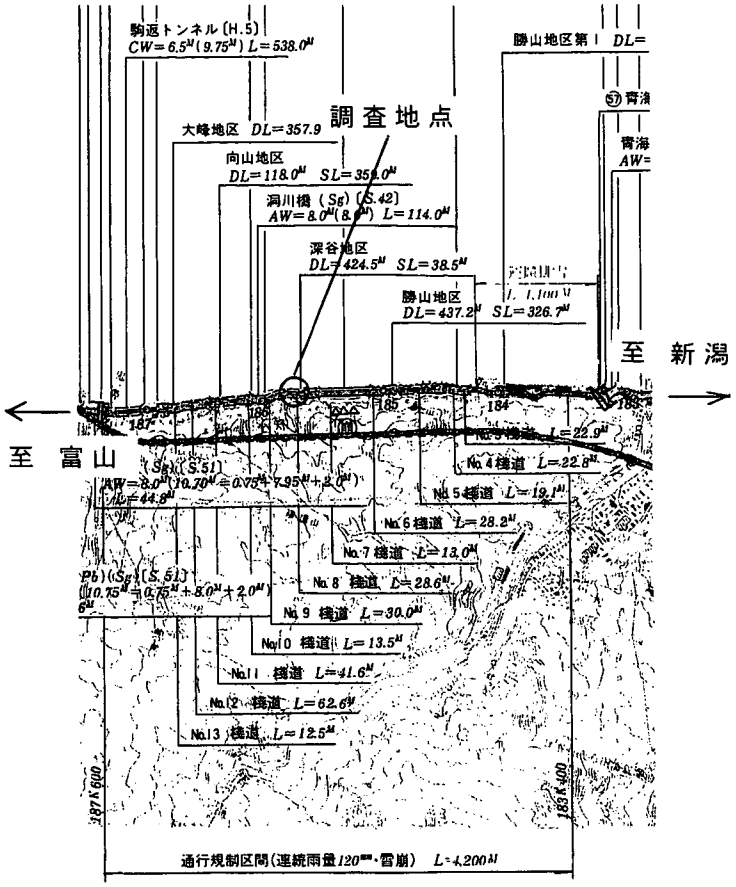
（調査地点位置図）



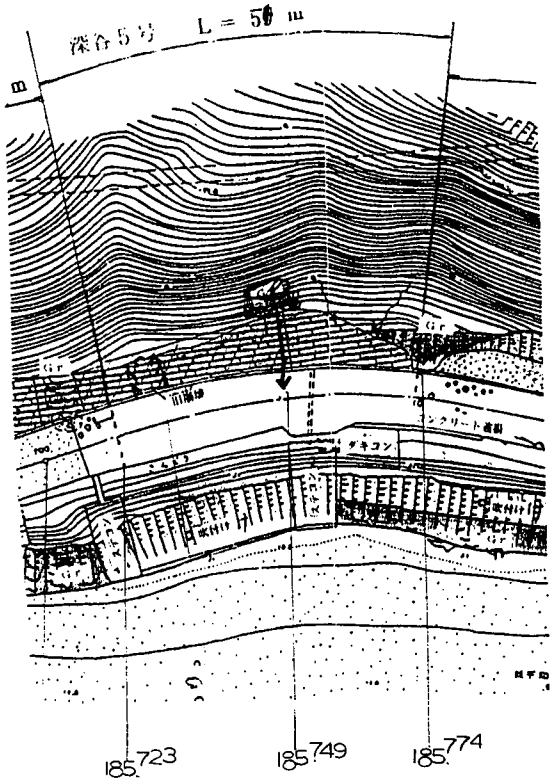
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



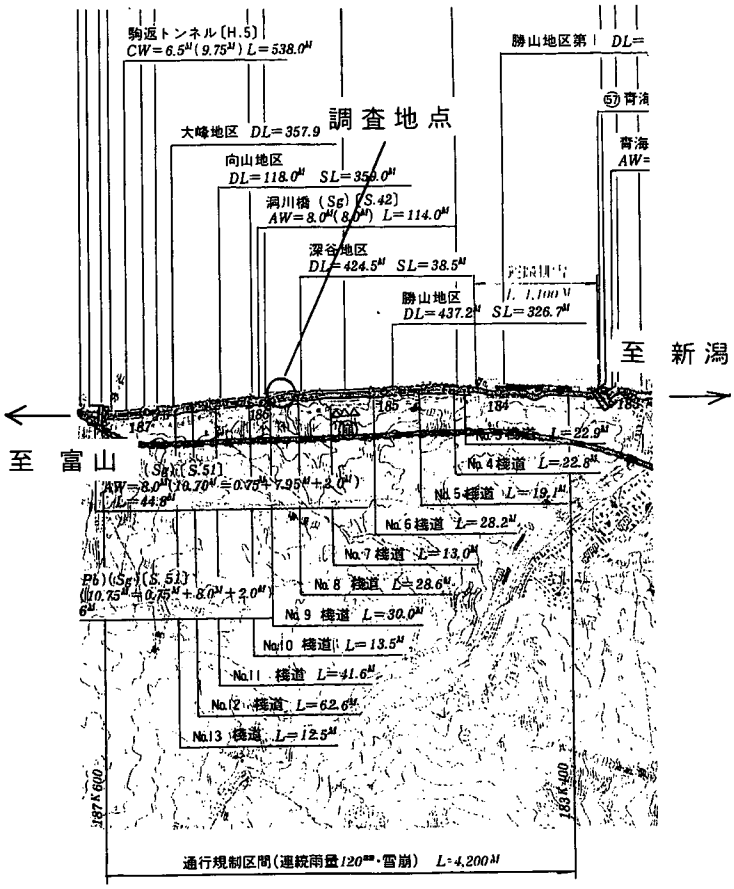
（調査地点位置図）



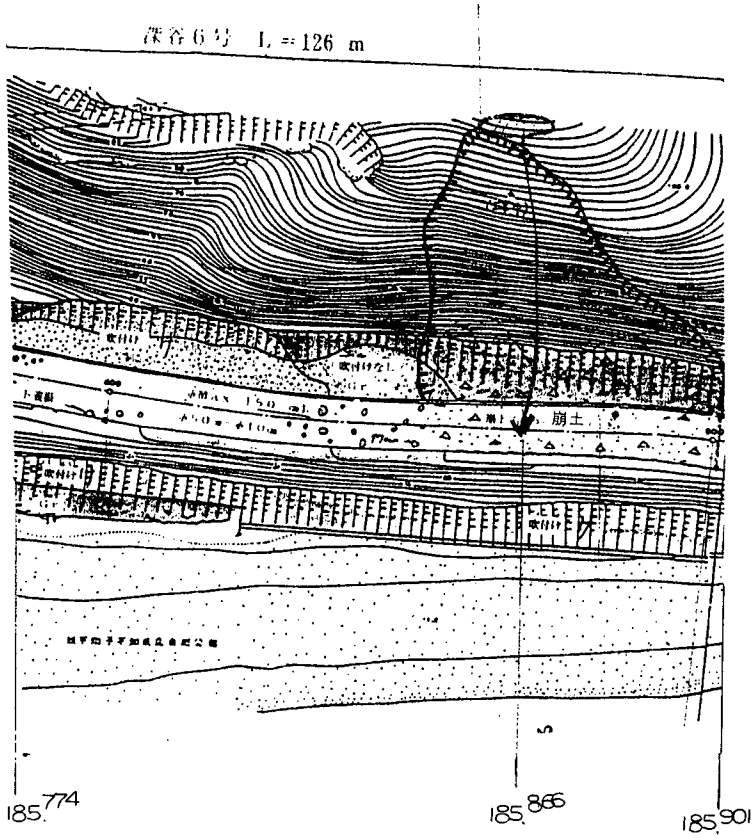
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



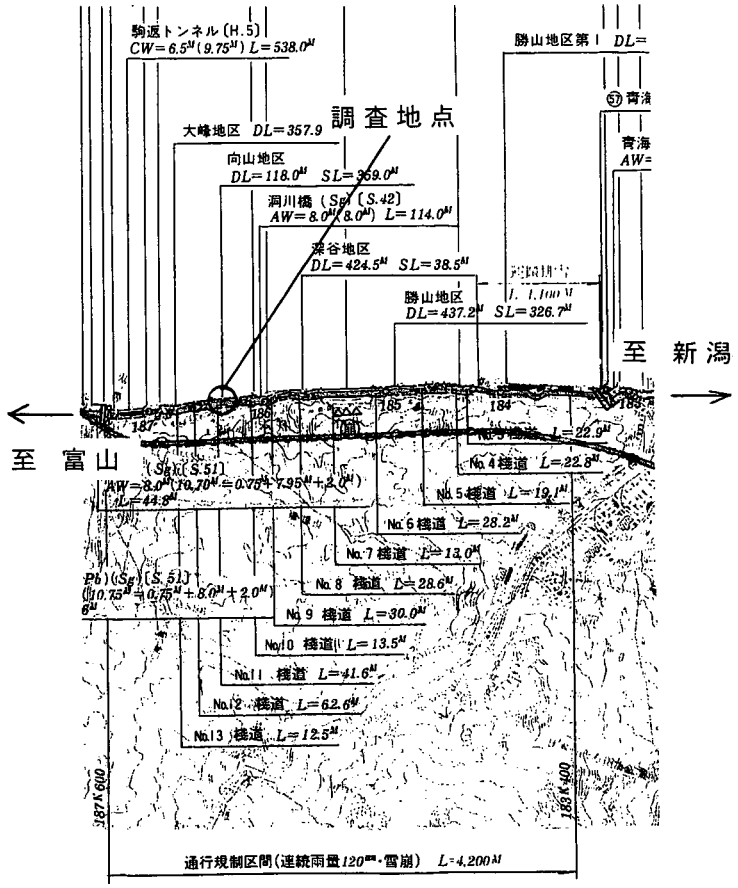
（調査地点位置図）



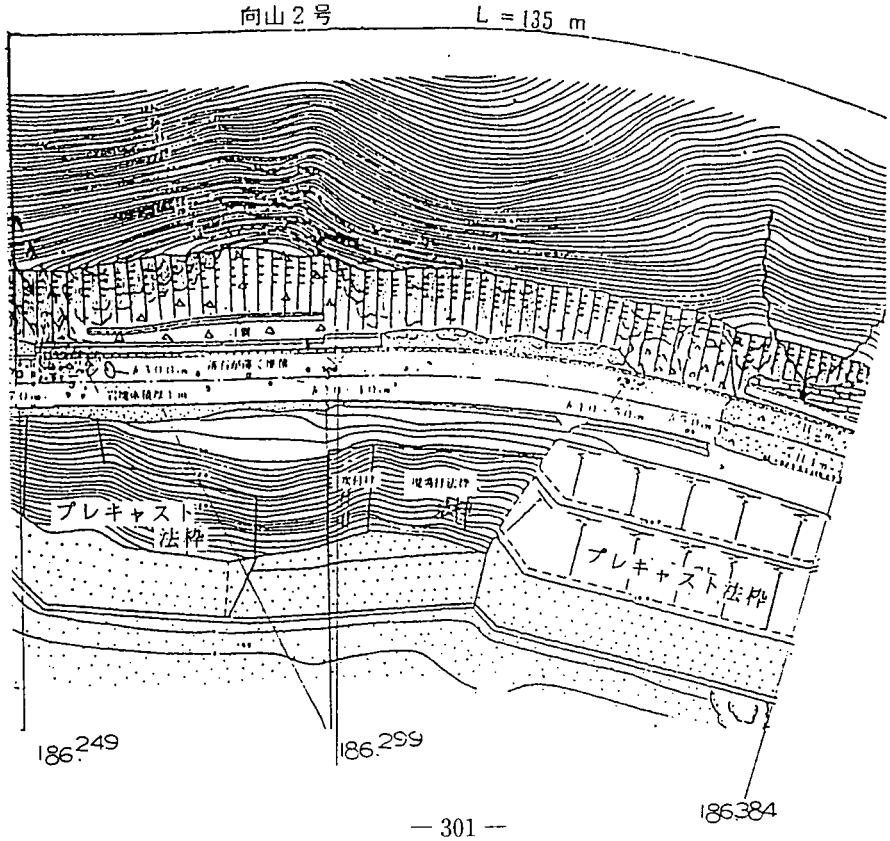
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



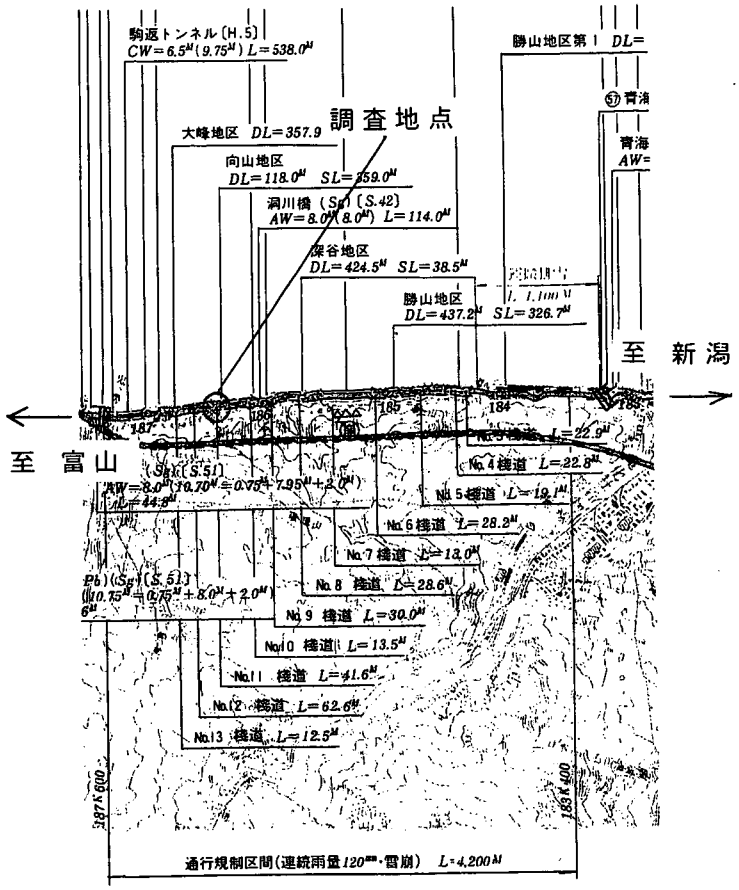
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



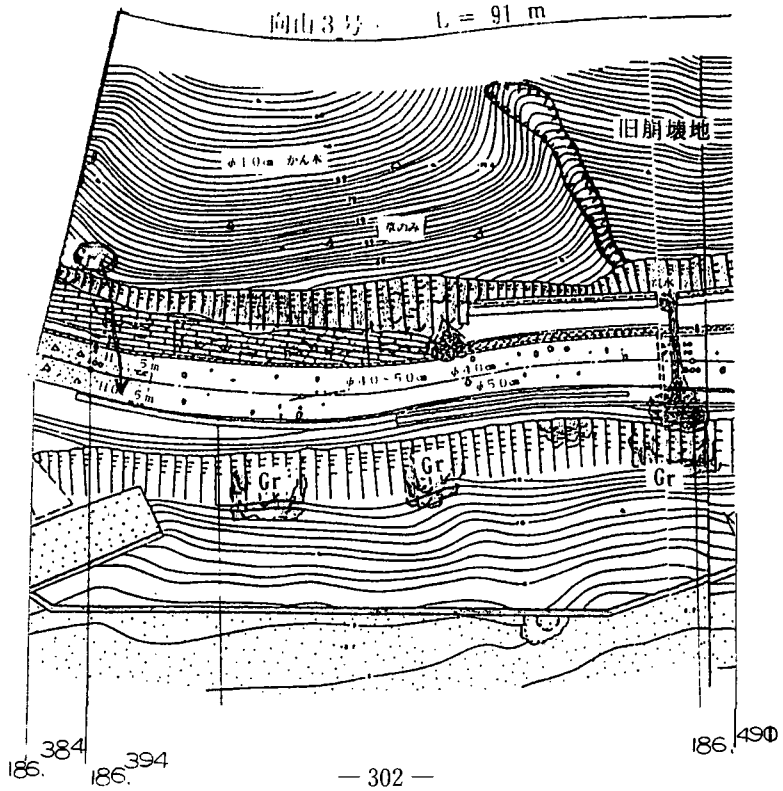
（調査地点位置図）



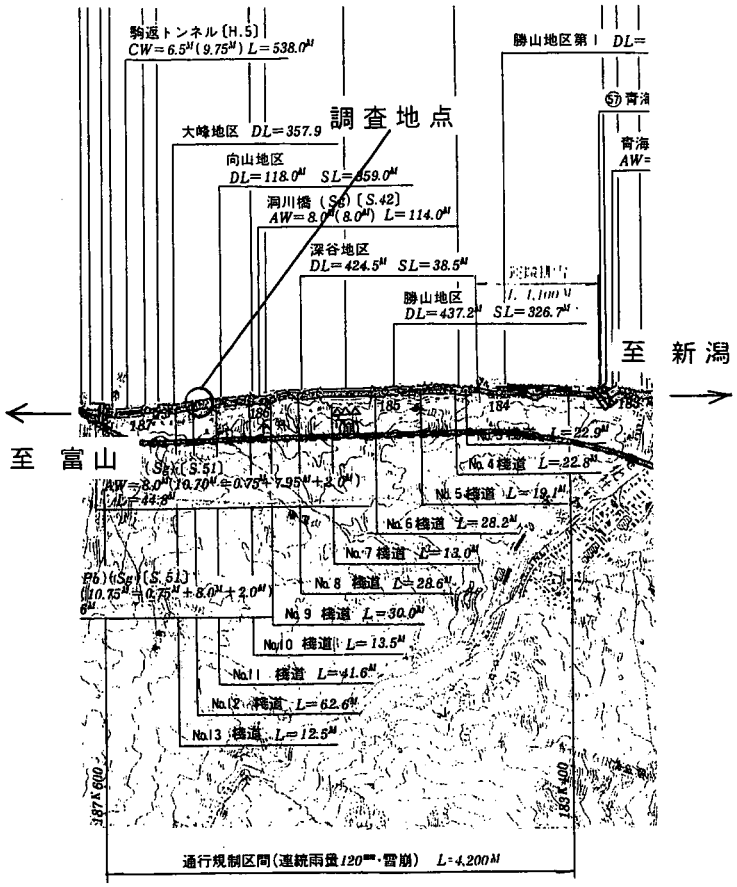
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

向山５号
吹付け面の肩部に崩壊

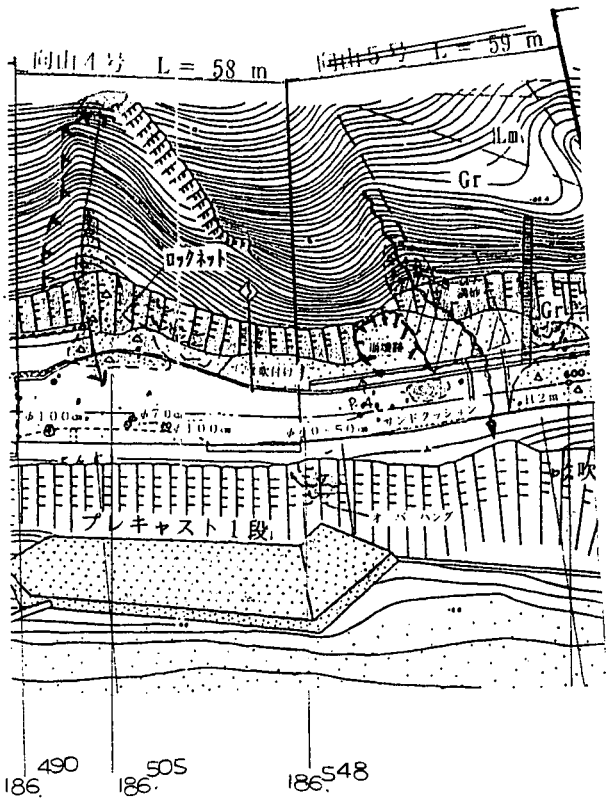
同左（



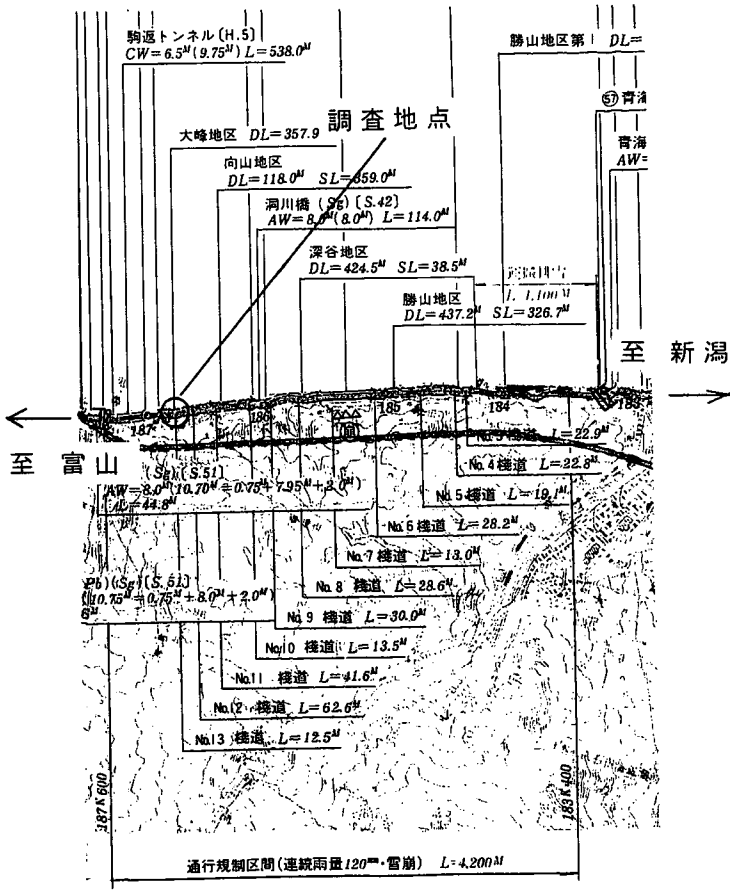
（調査地点位置図）



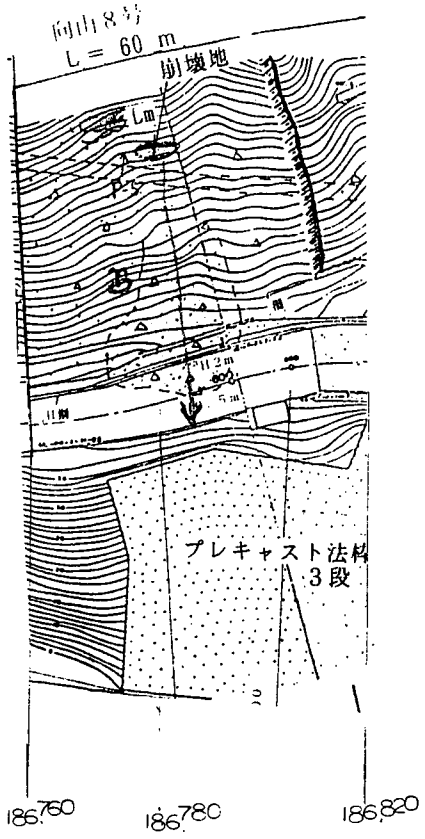
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



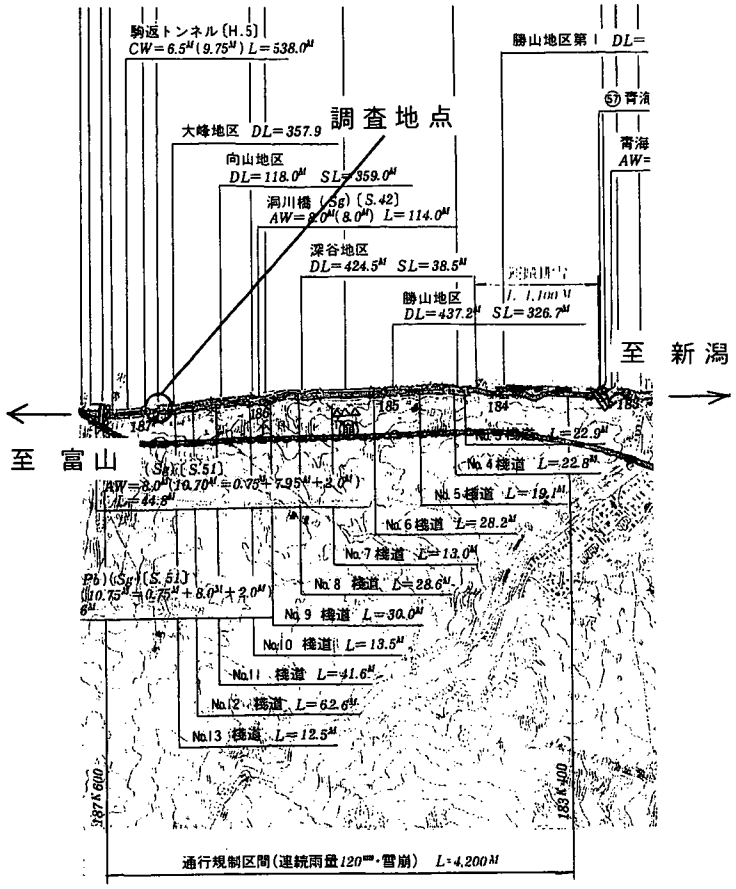
（調査地点位置図）



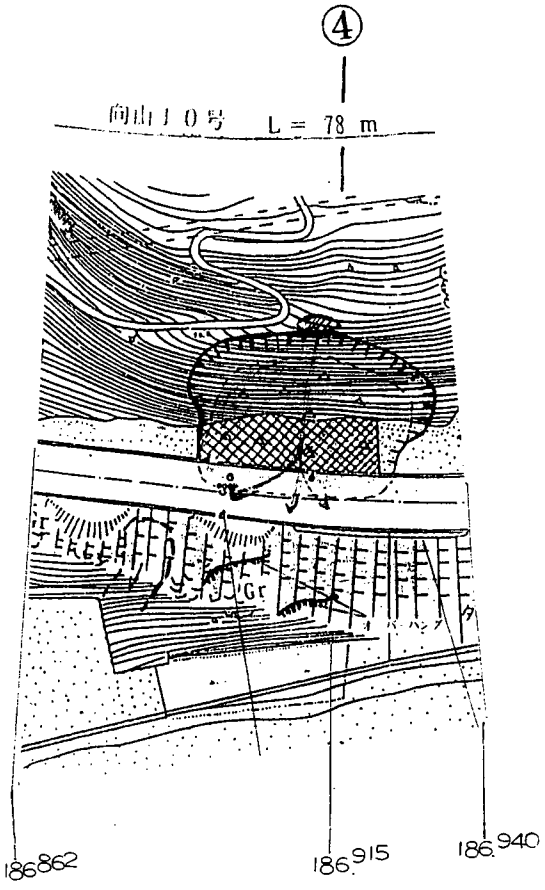
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



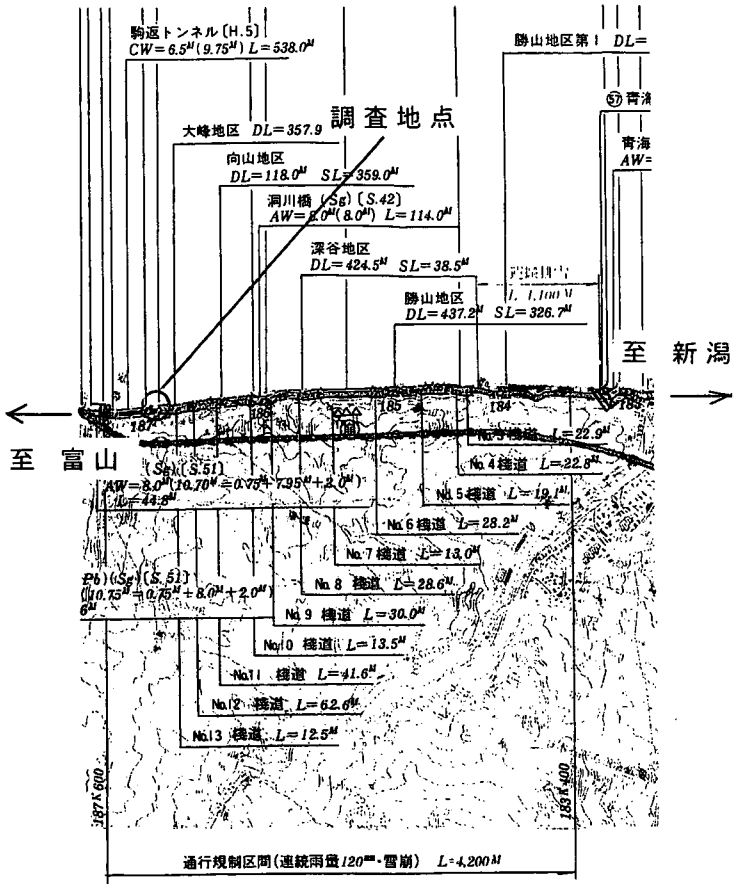
（調査地点位置図）



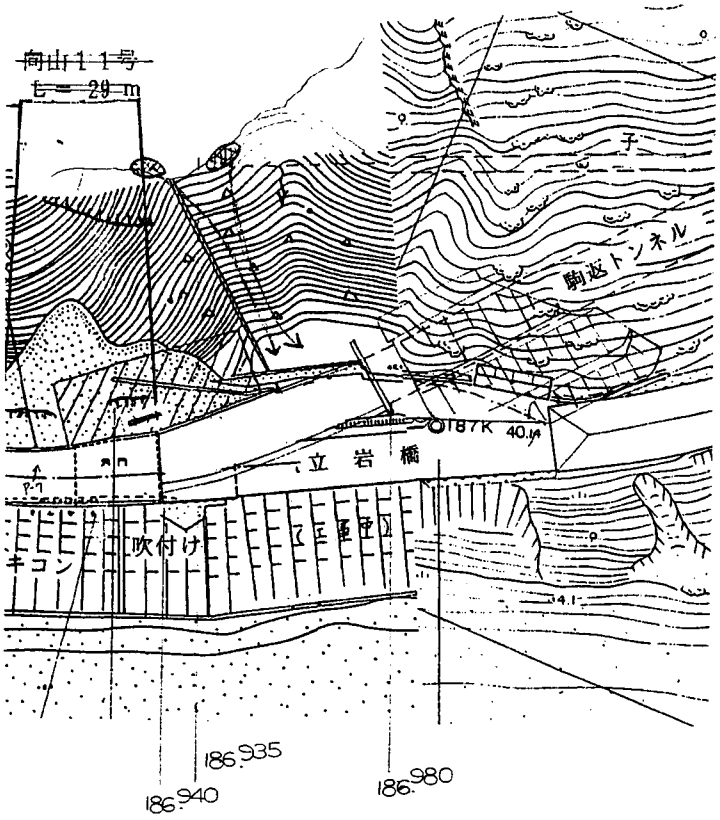
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



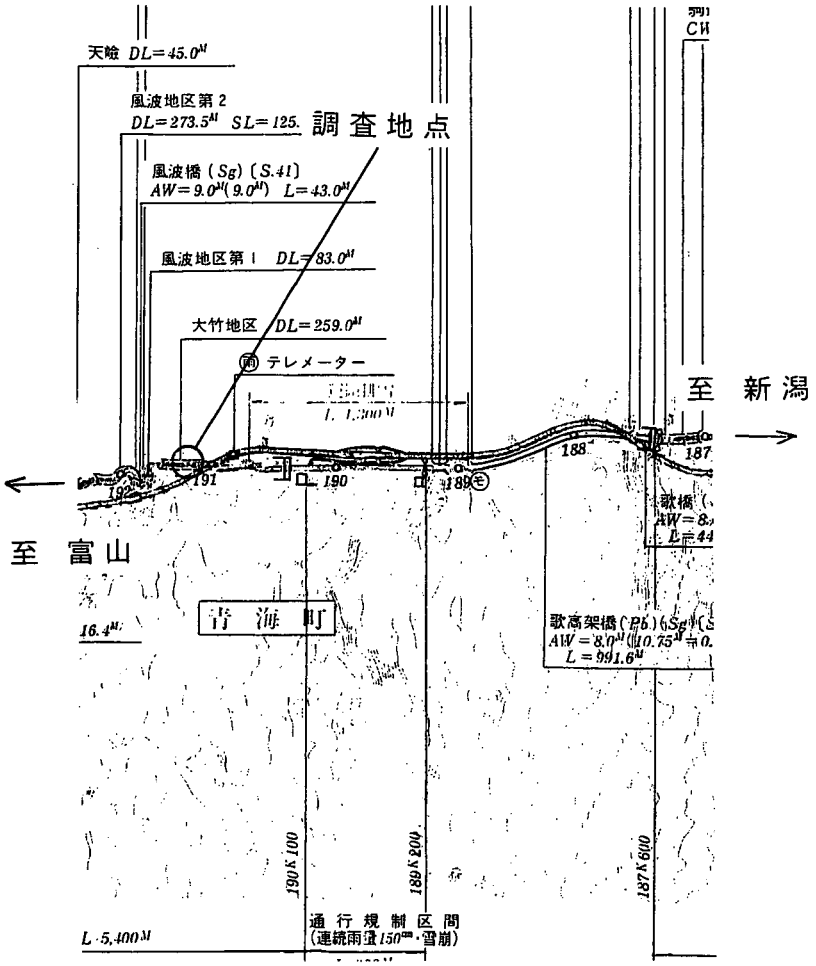
（調査地点位置図）



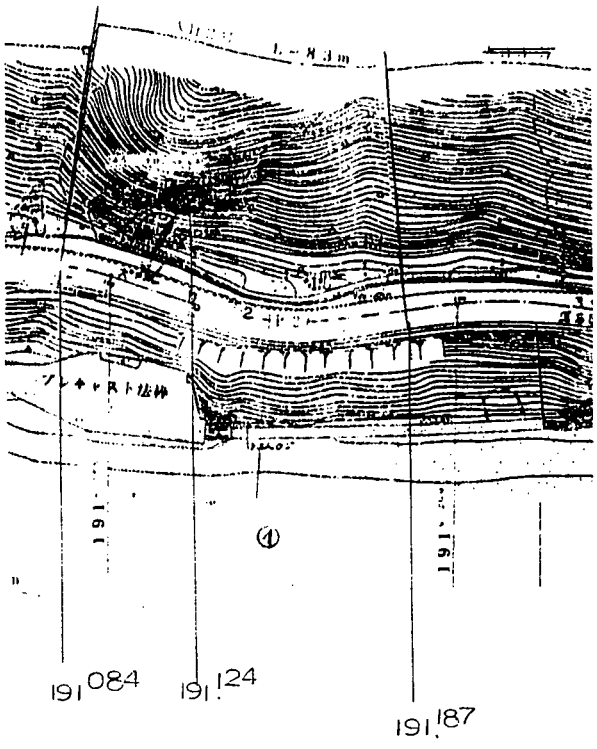
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



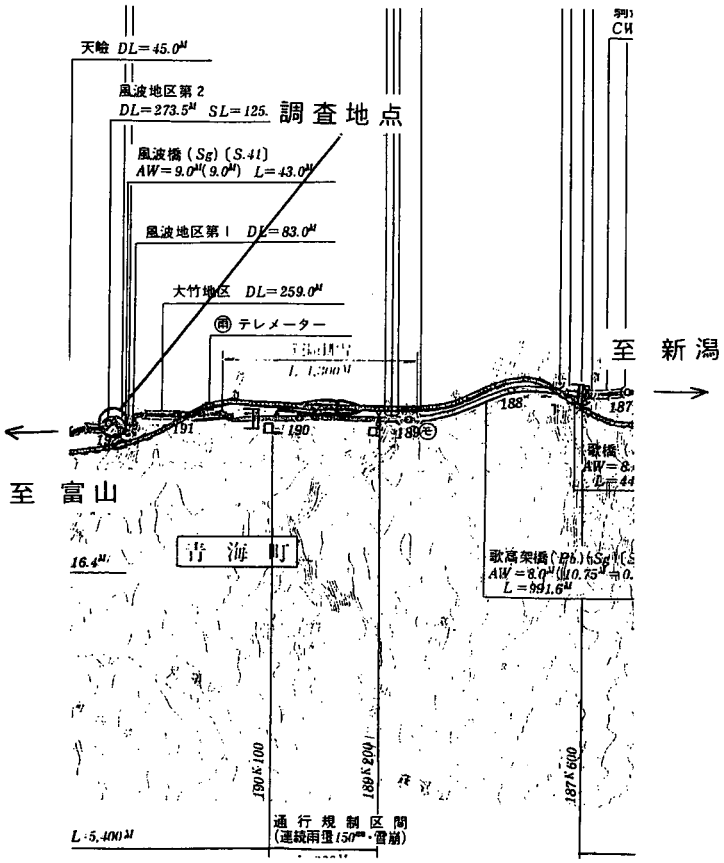
（調査地点位置図）



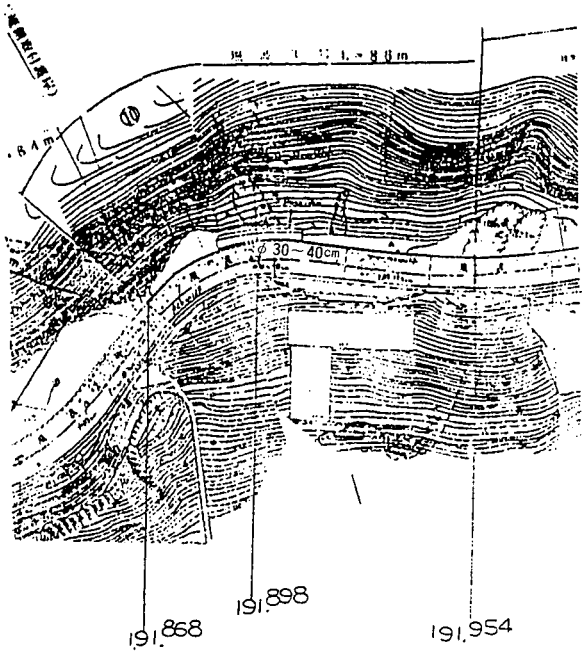
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



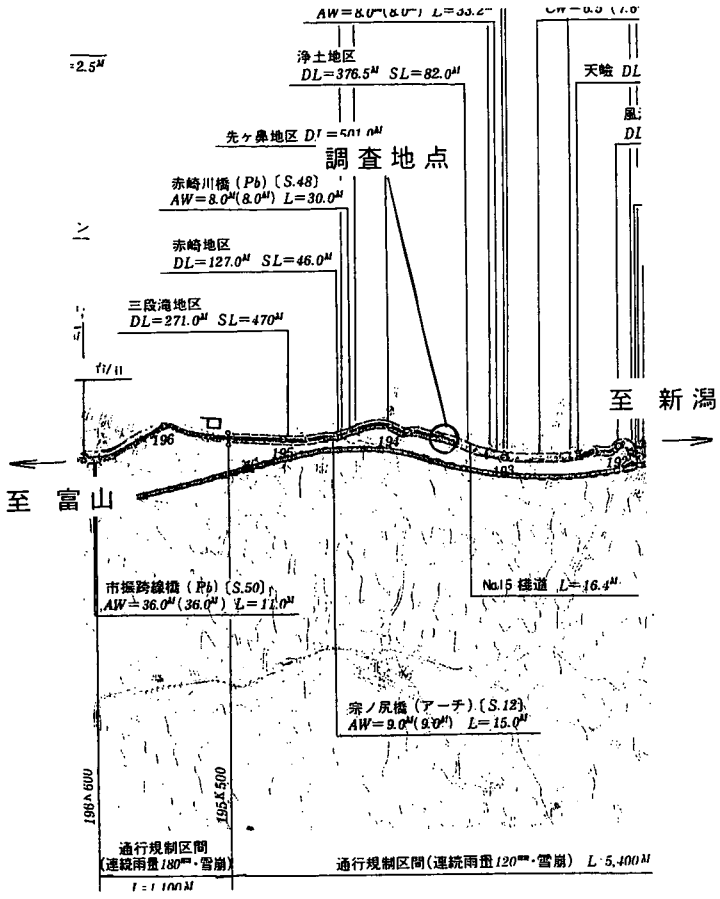
（調査地点位置図）



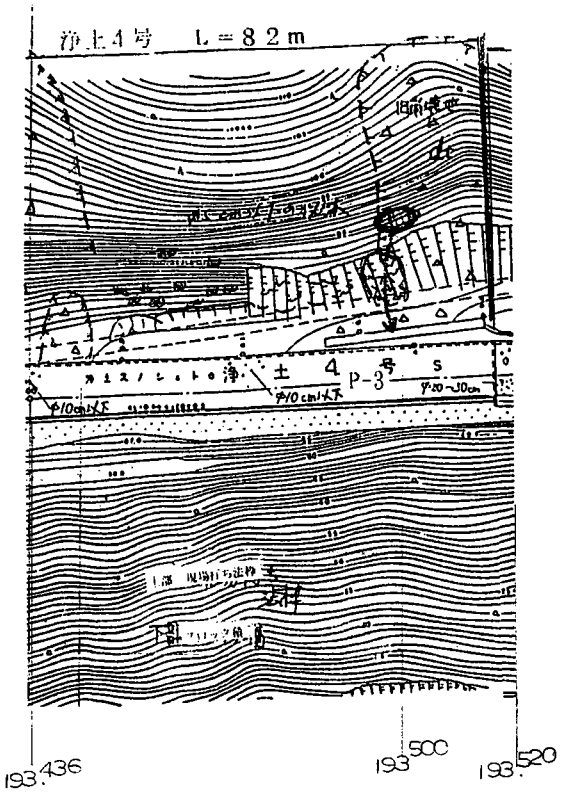
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



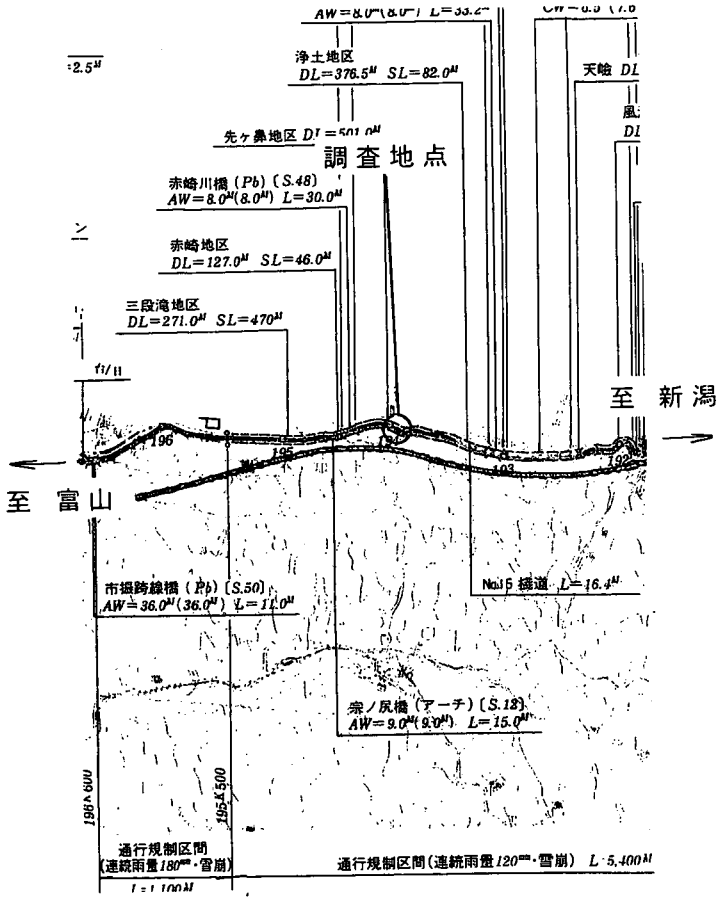
（調査地点位置図）



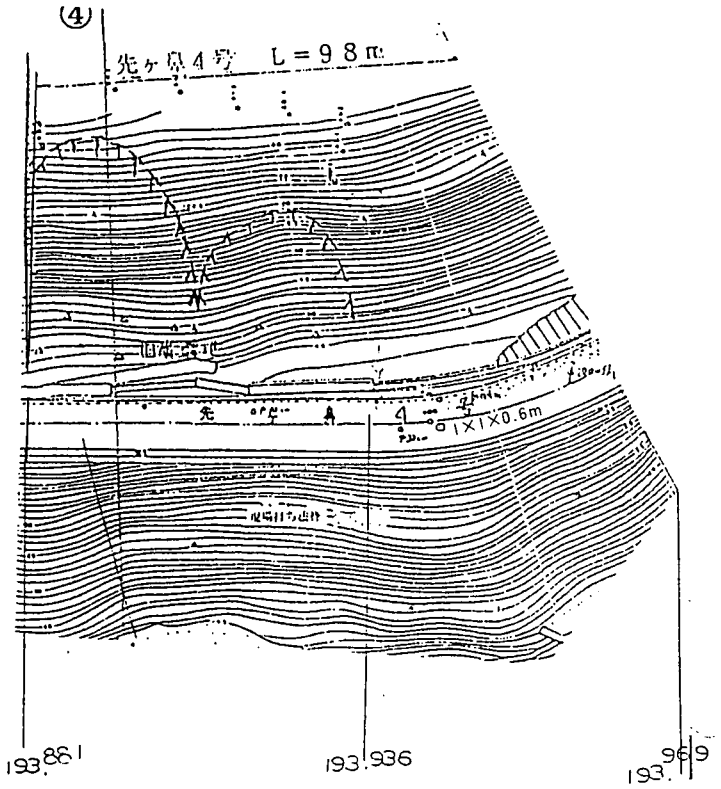
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



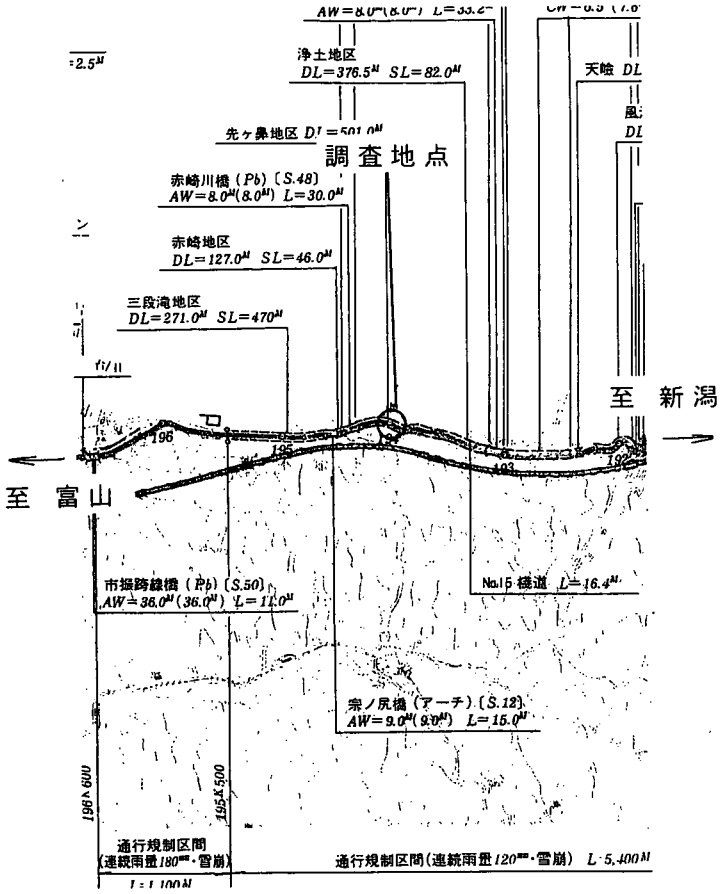
（調査地点位置図）



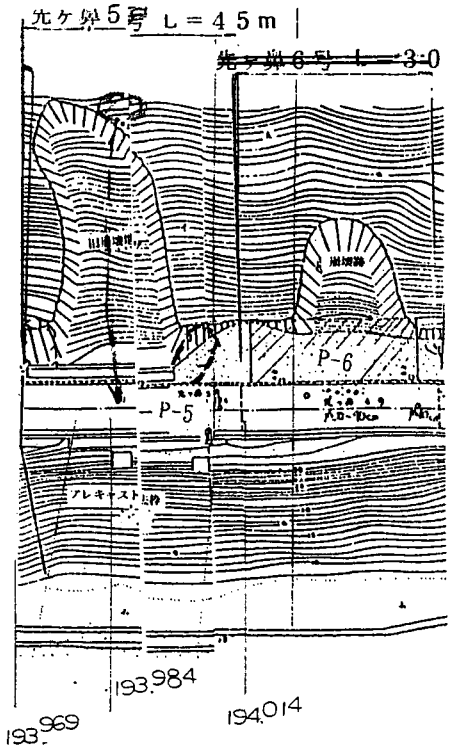
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



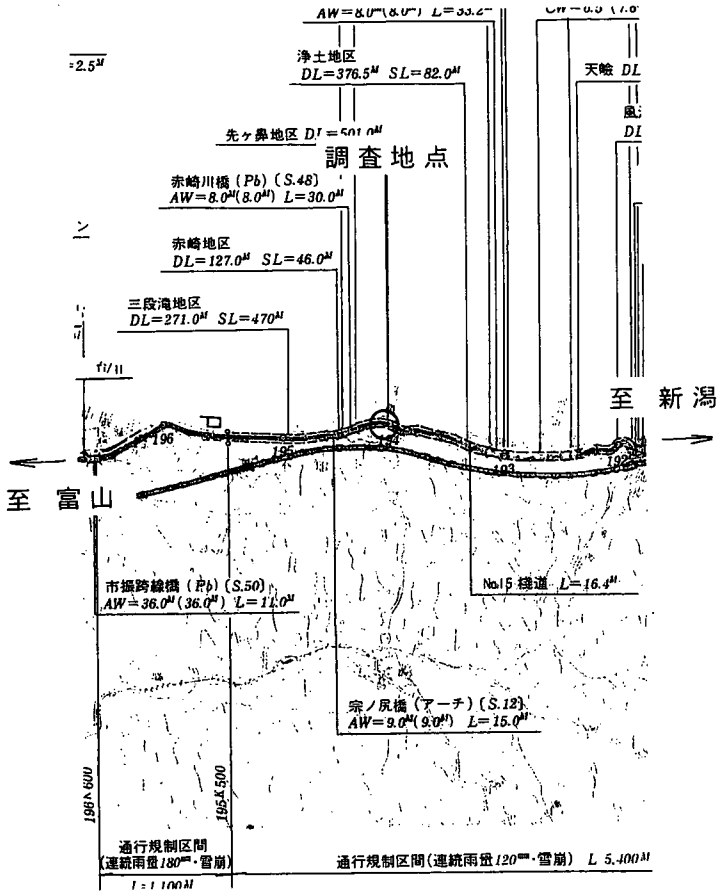
（調査地点位置図）



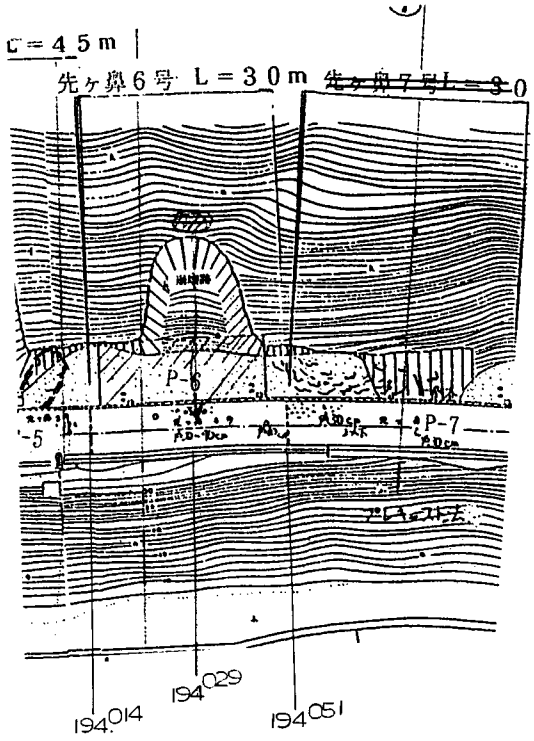
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



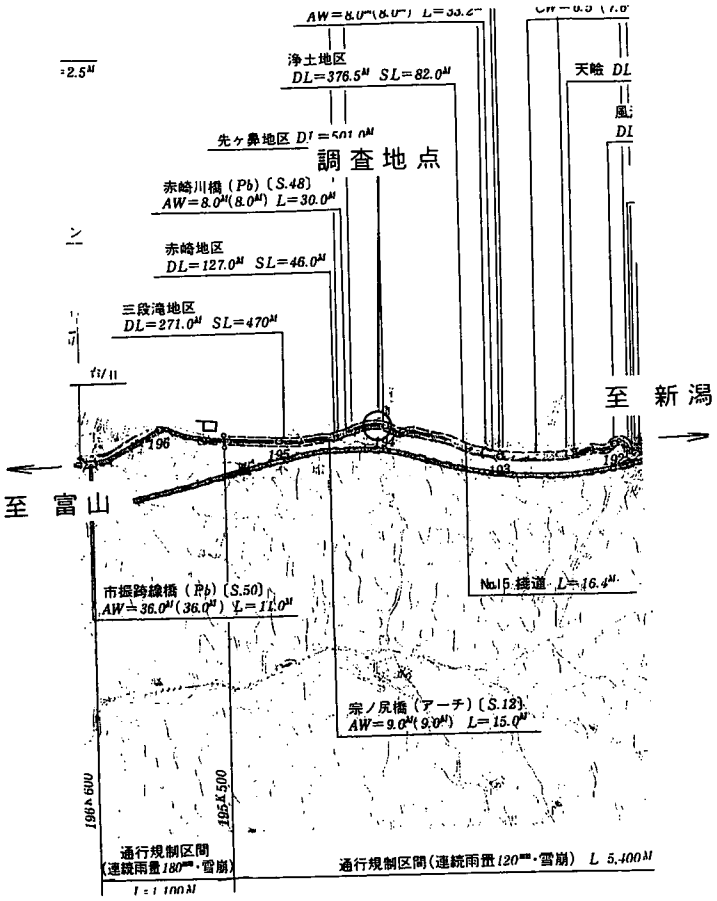
（調査地点位置図）



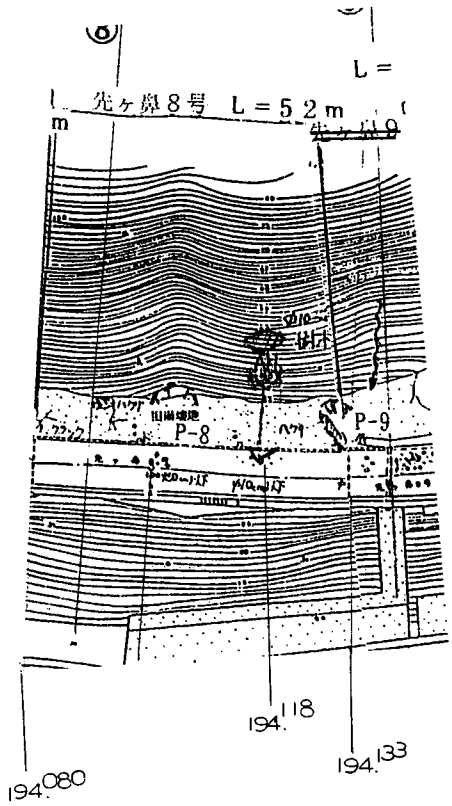
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



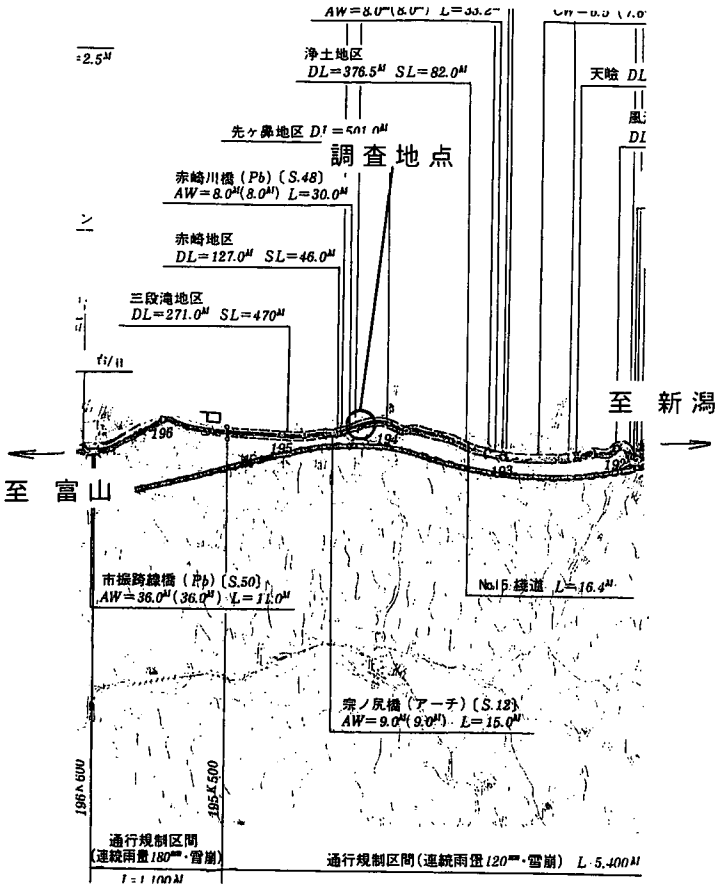
(調査地点位置図)



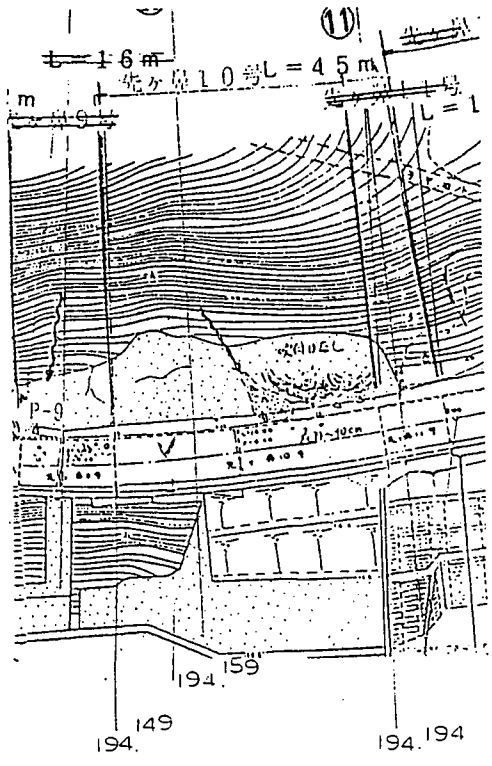
(落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路)



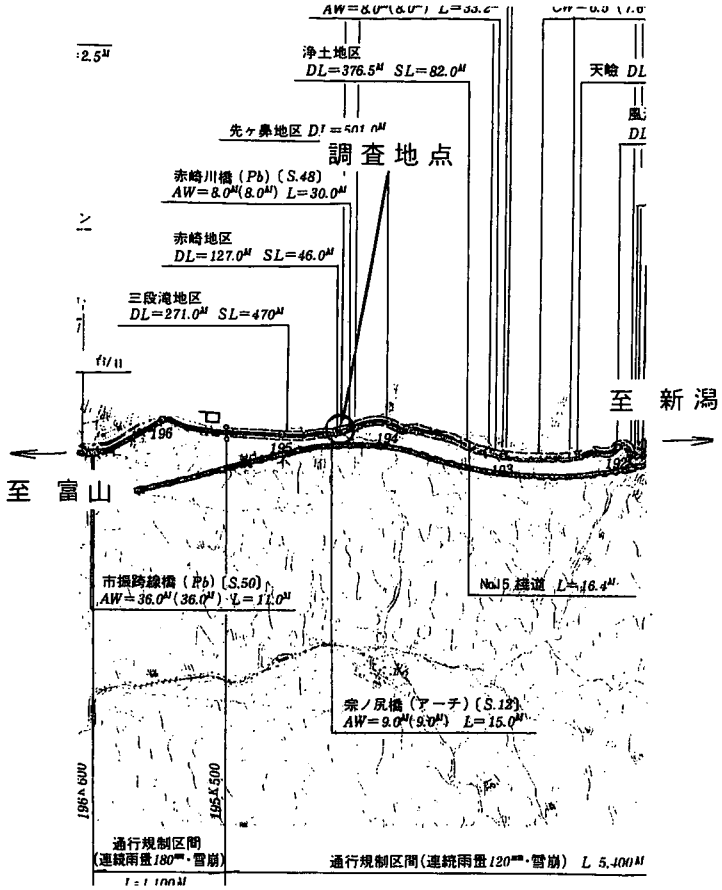
（調査地点位置図）



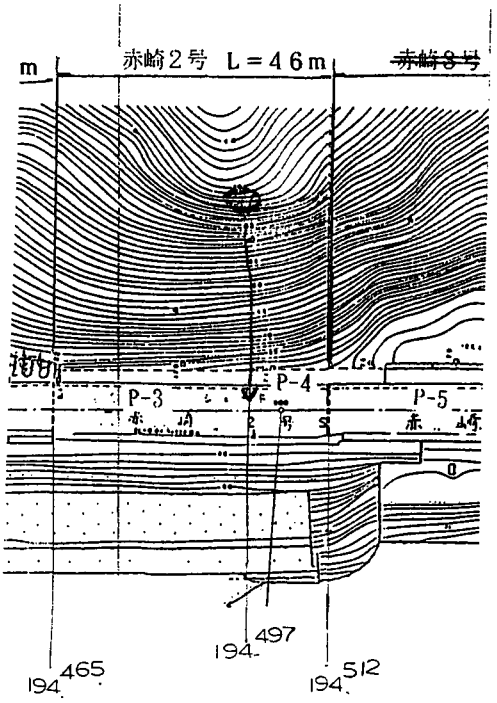
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



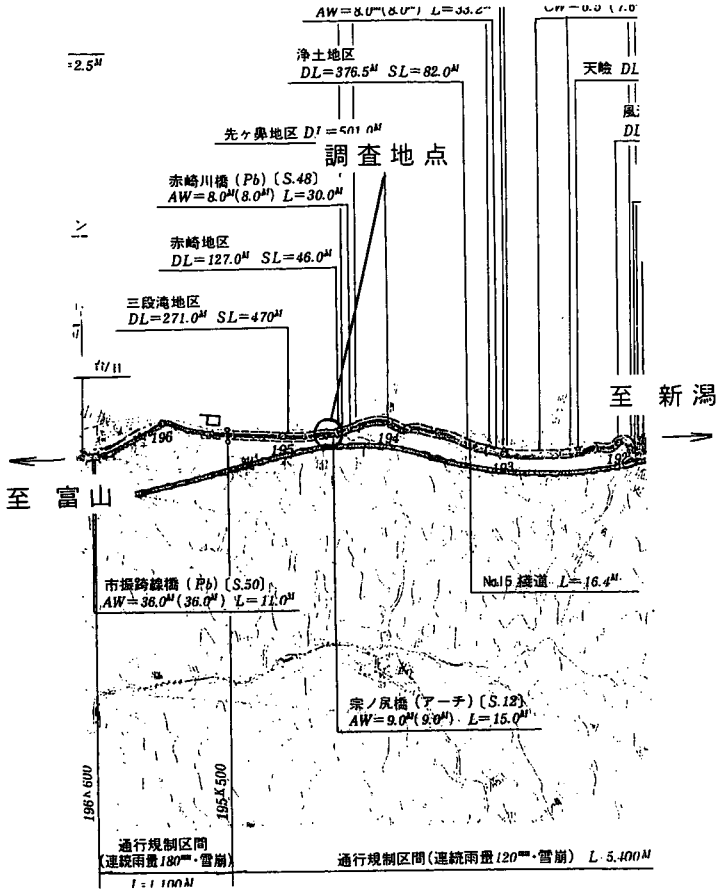
（調査地点位置図）



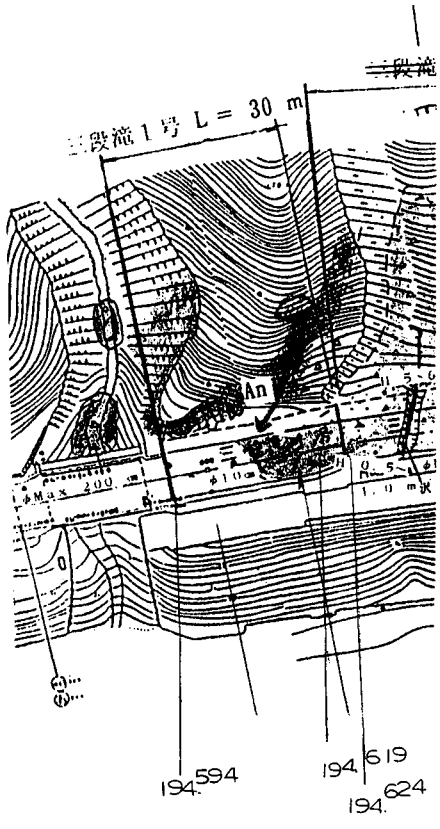
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



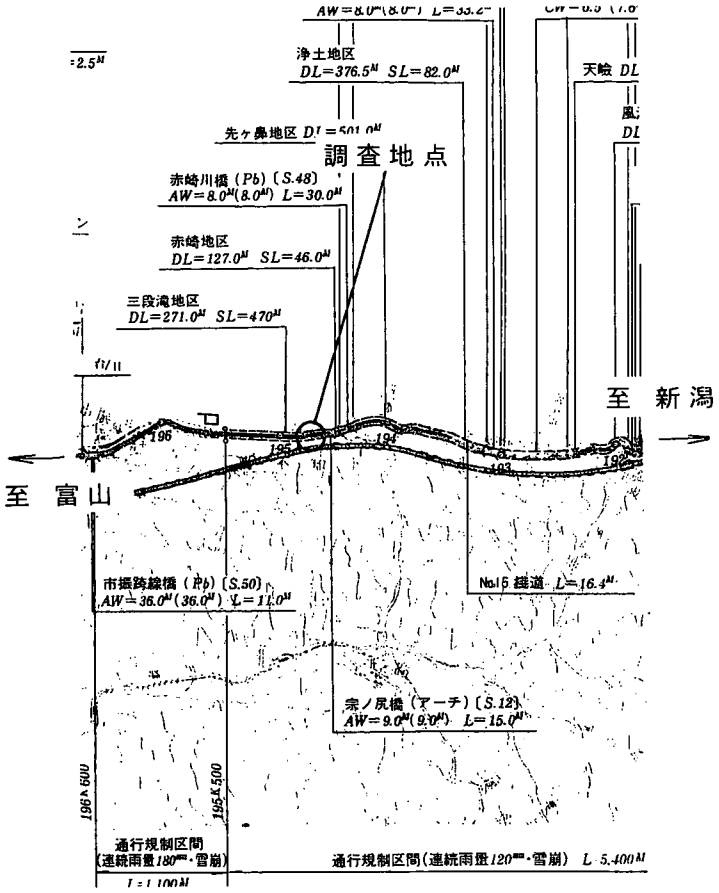
(調査地点位置図)



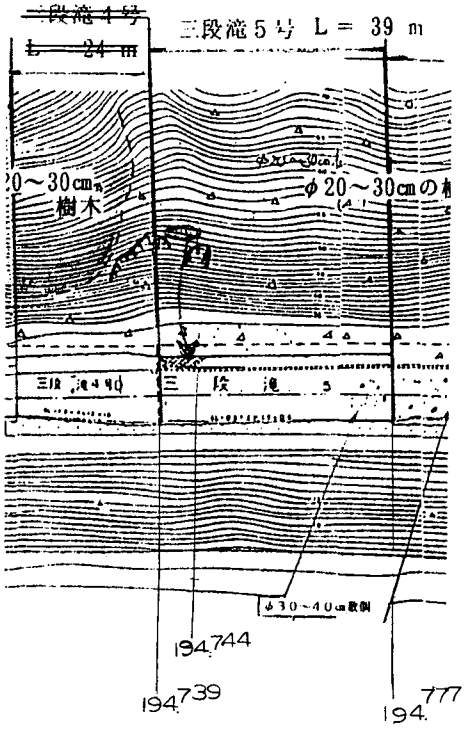
(落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路)



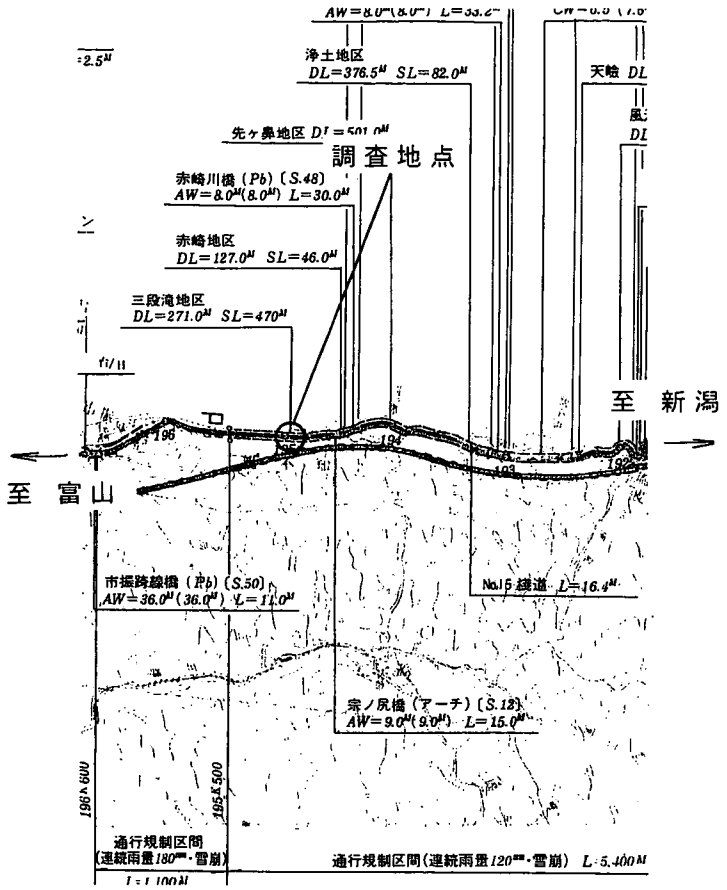
（調査地点位置図）



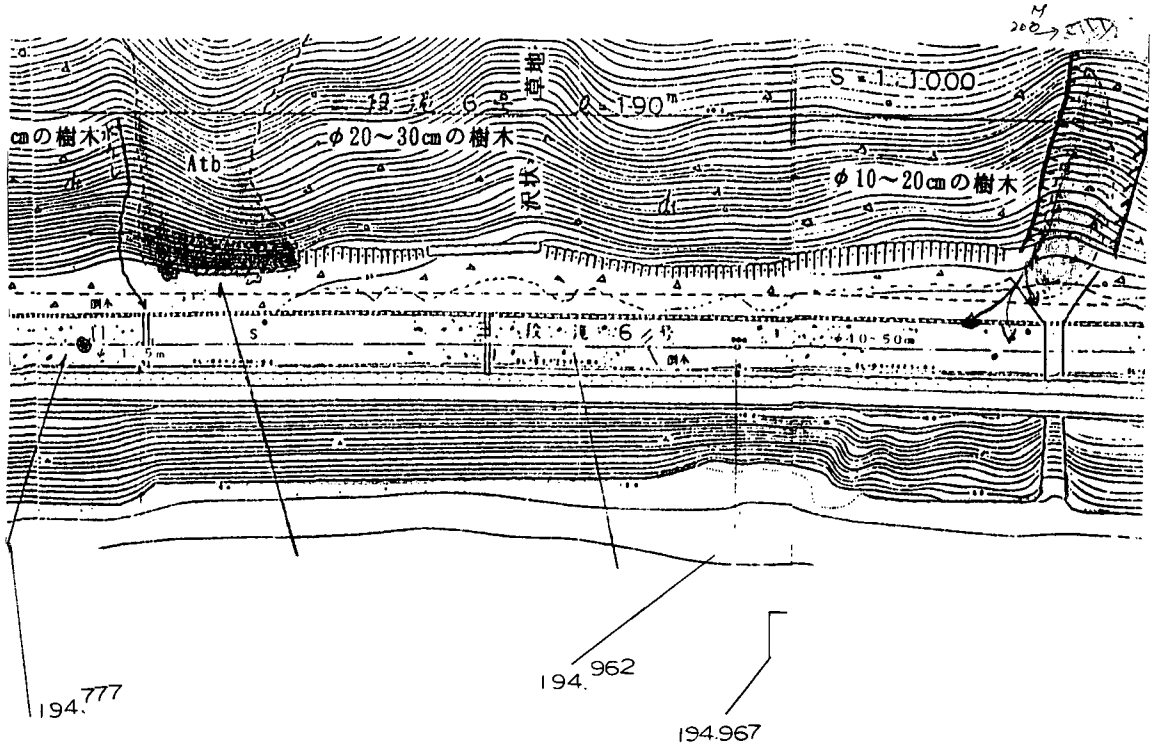
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



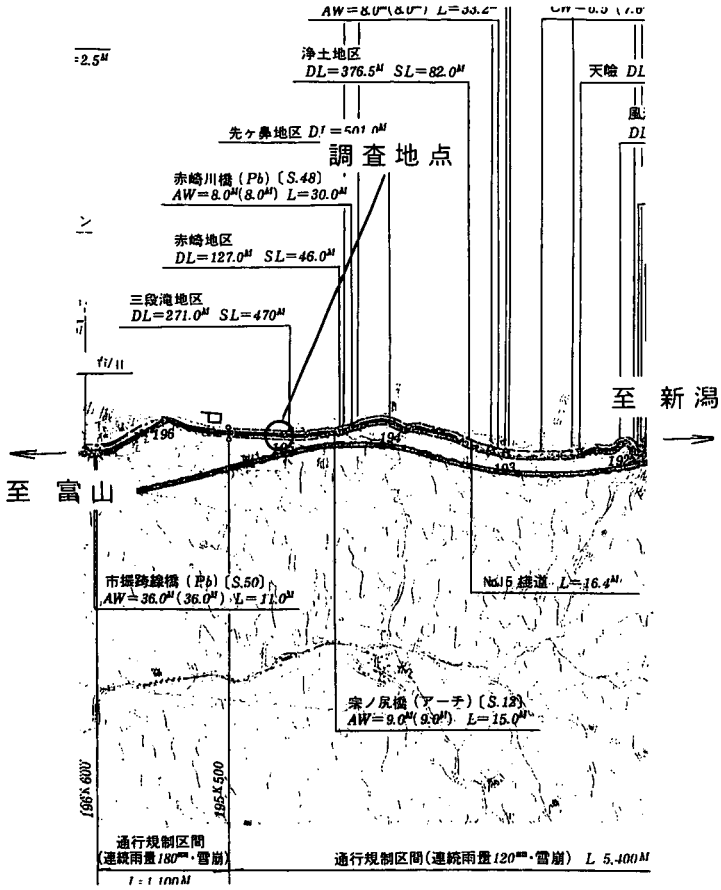
（調査地点位置図）



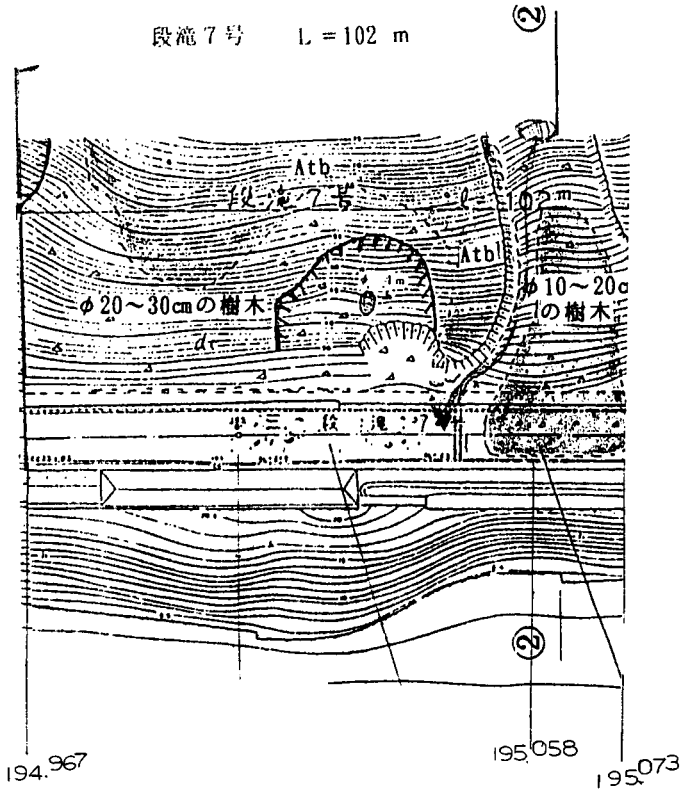
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



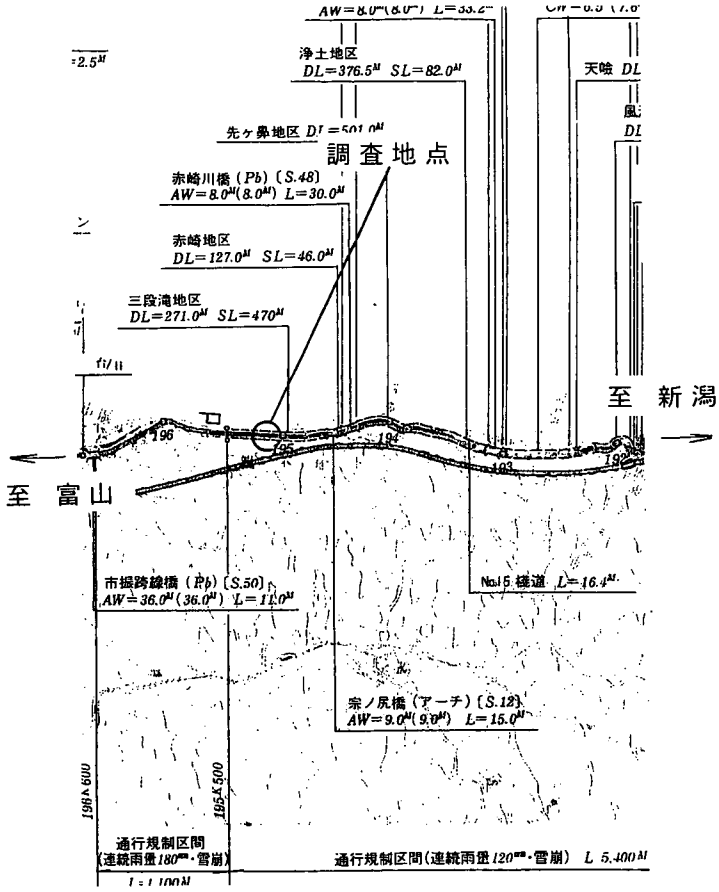
（調査地点位置図）



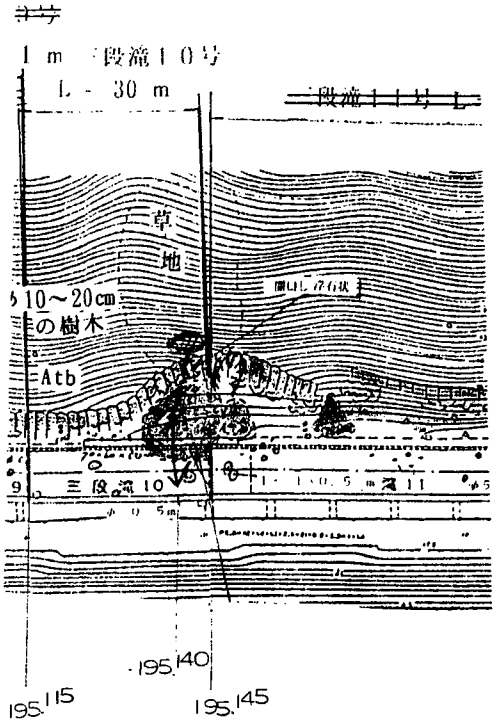
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



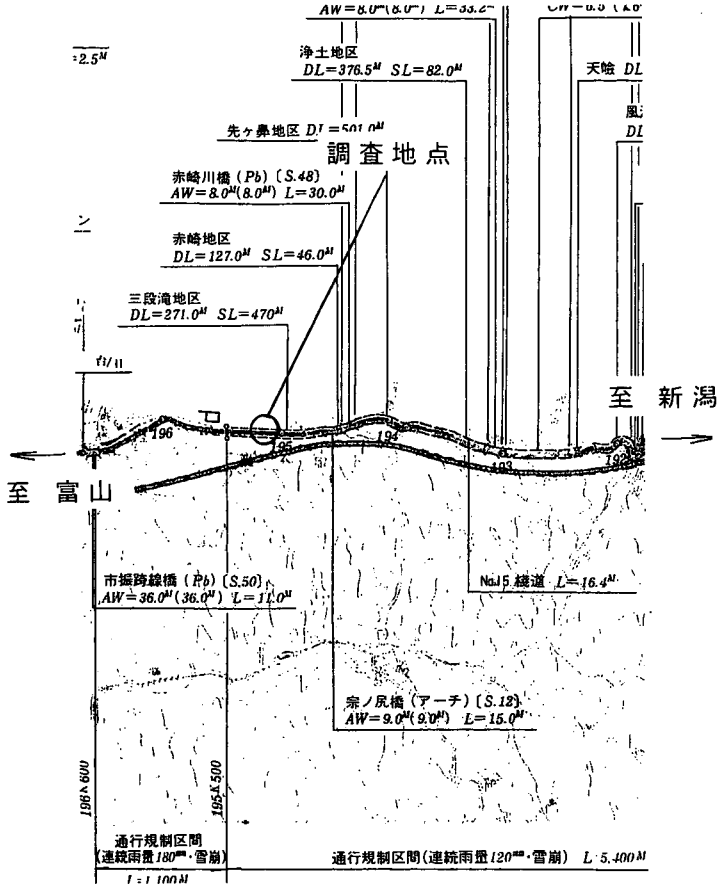
（調査地点位置図）



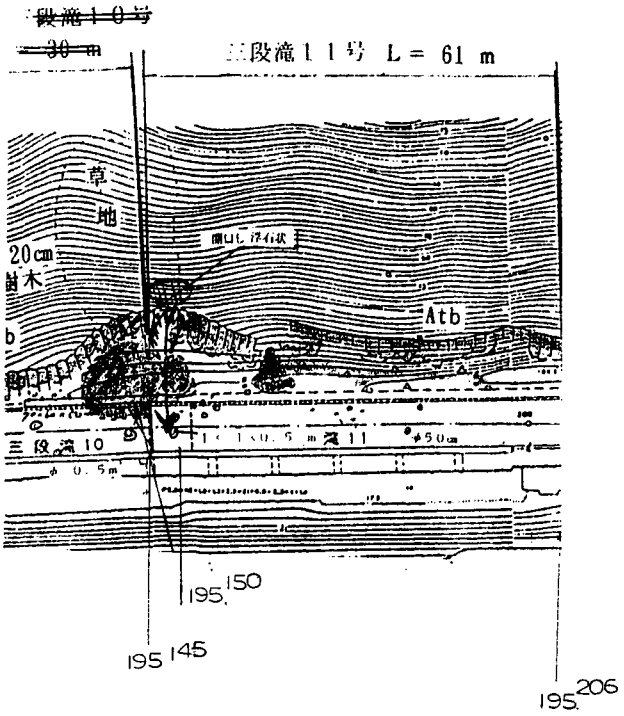
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



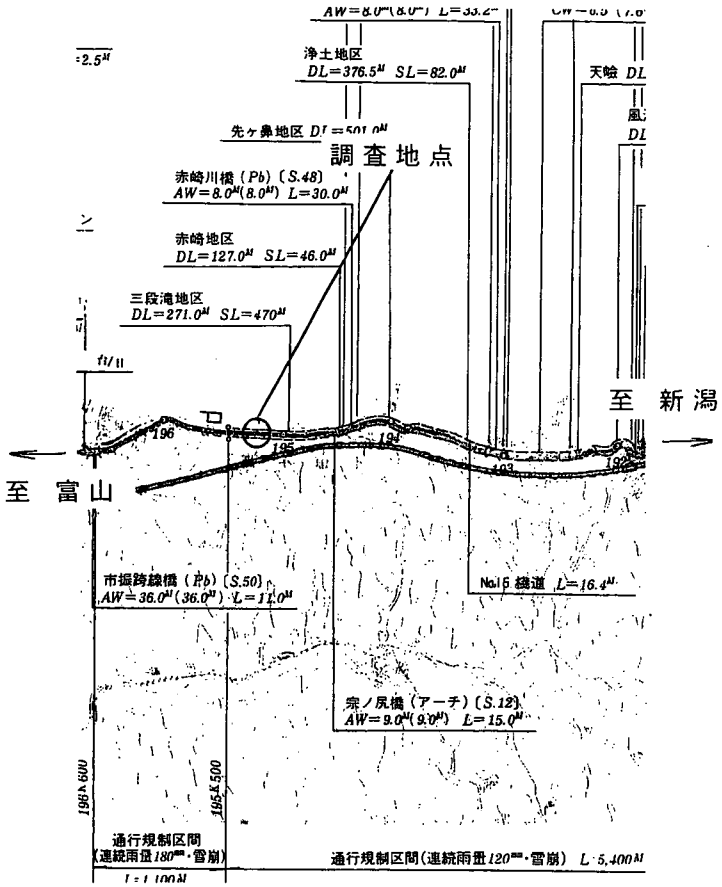
（調査地点位置図）



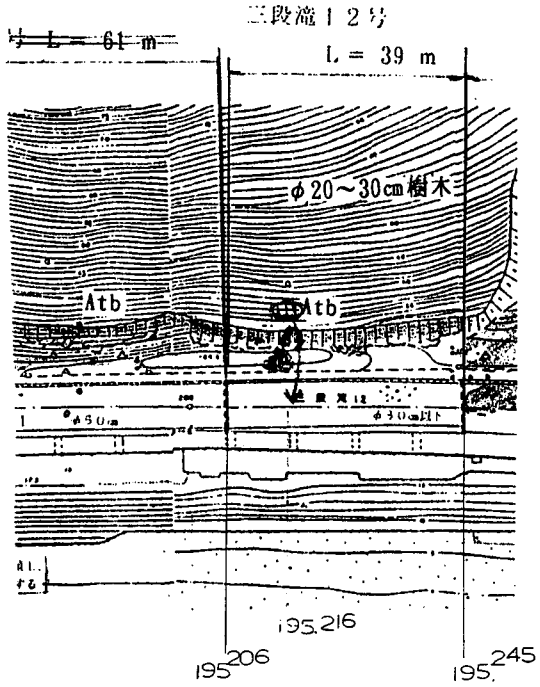
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



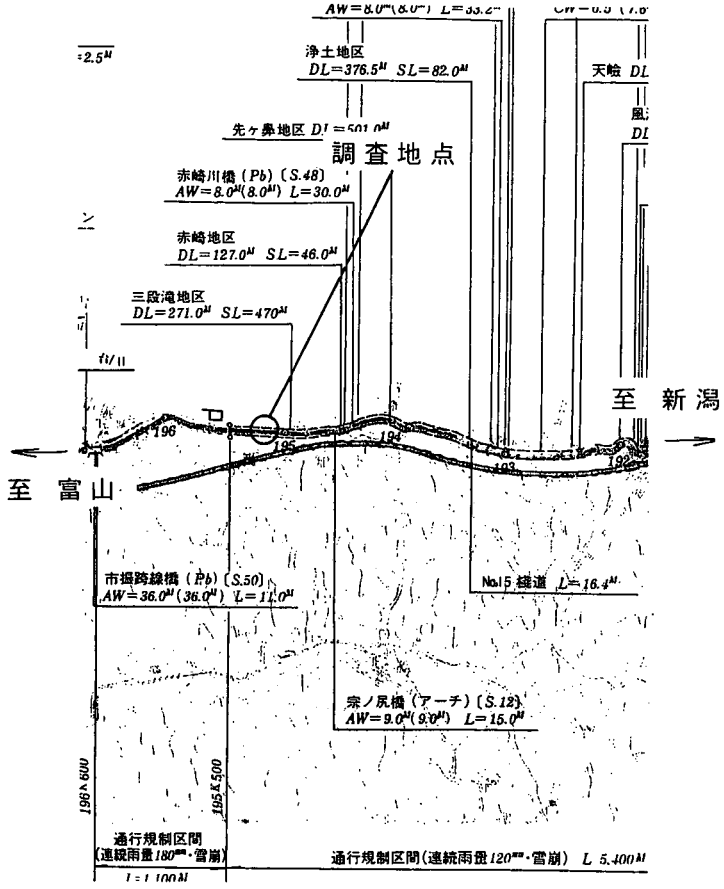
（調査地点位置図）



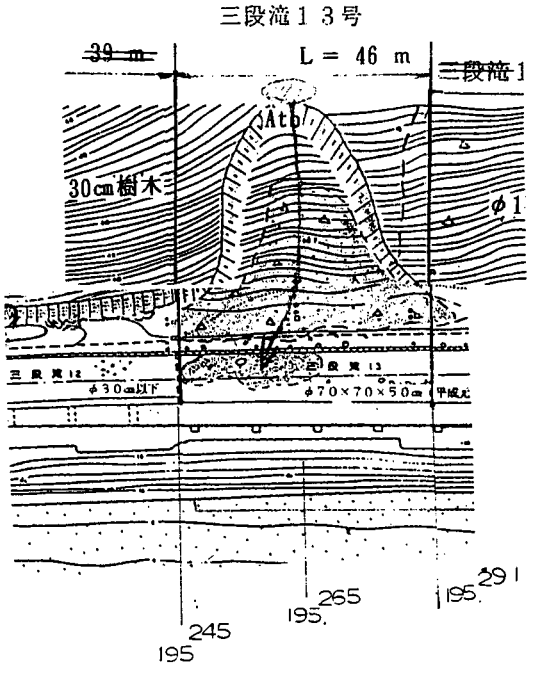
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



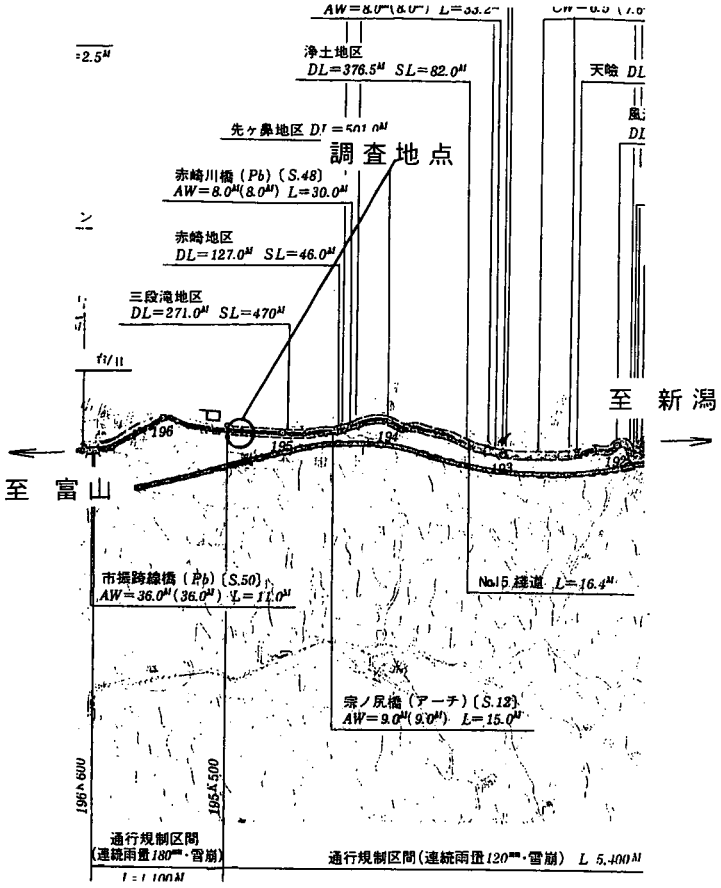
（調査地点位置図）



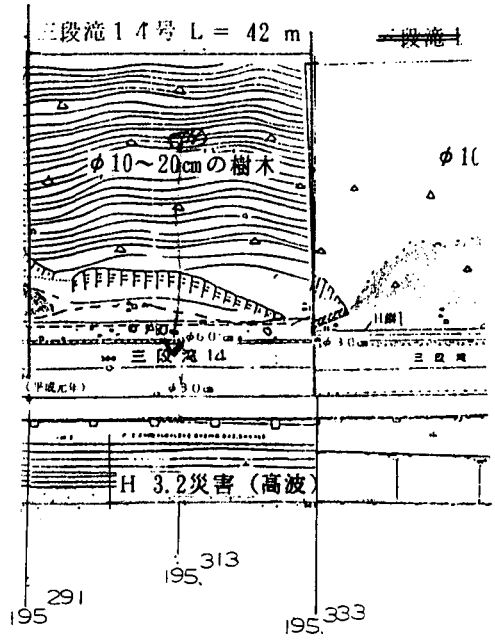
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



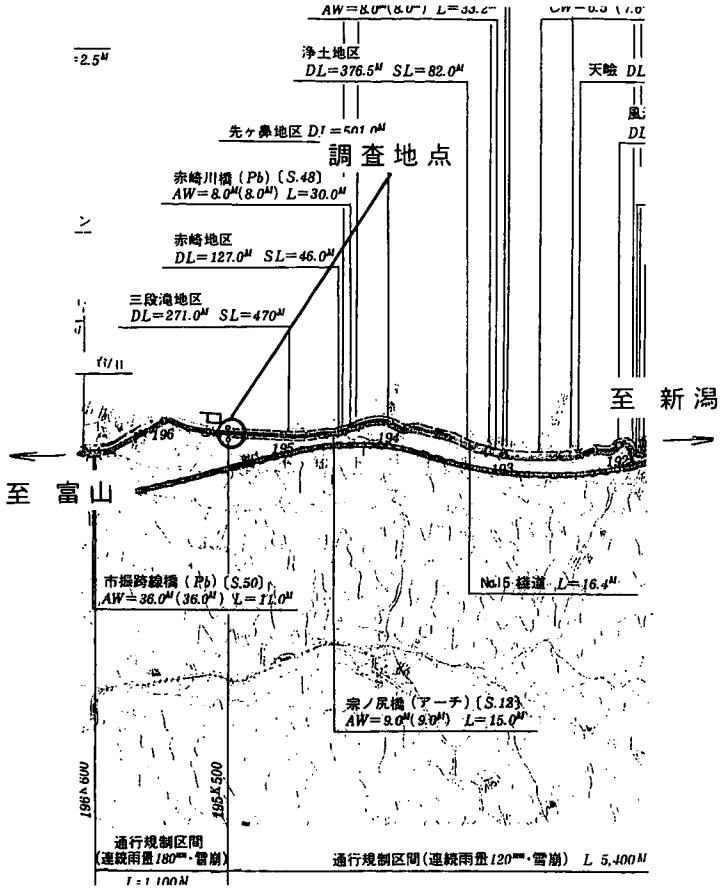
（調査地点位置図）



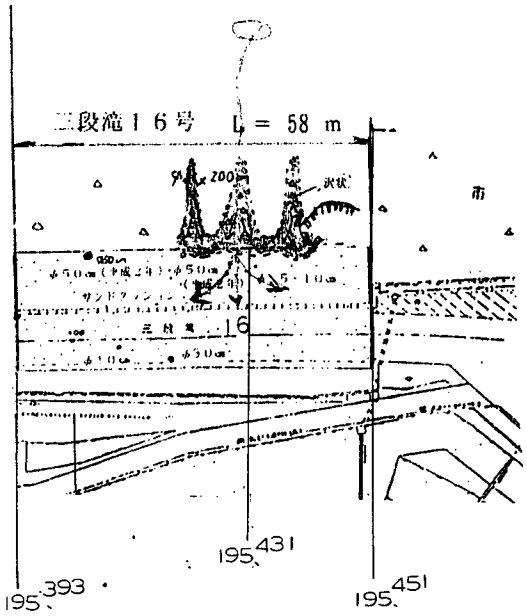
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（調査地点位置図）

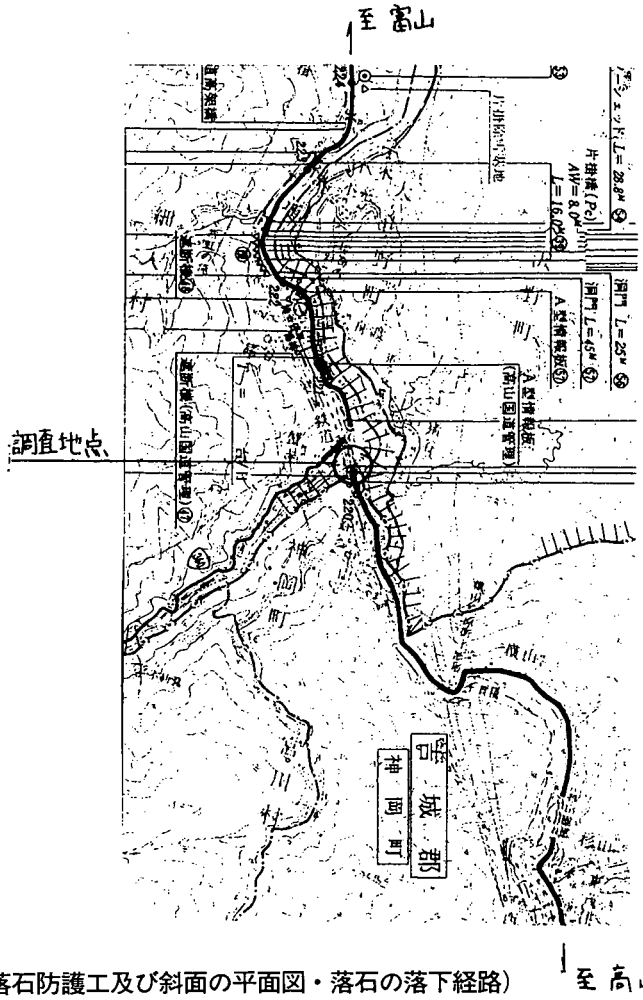


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

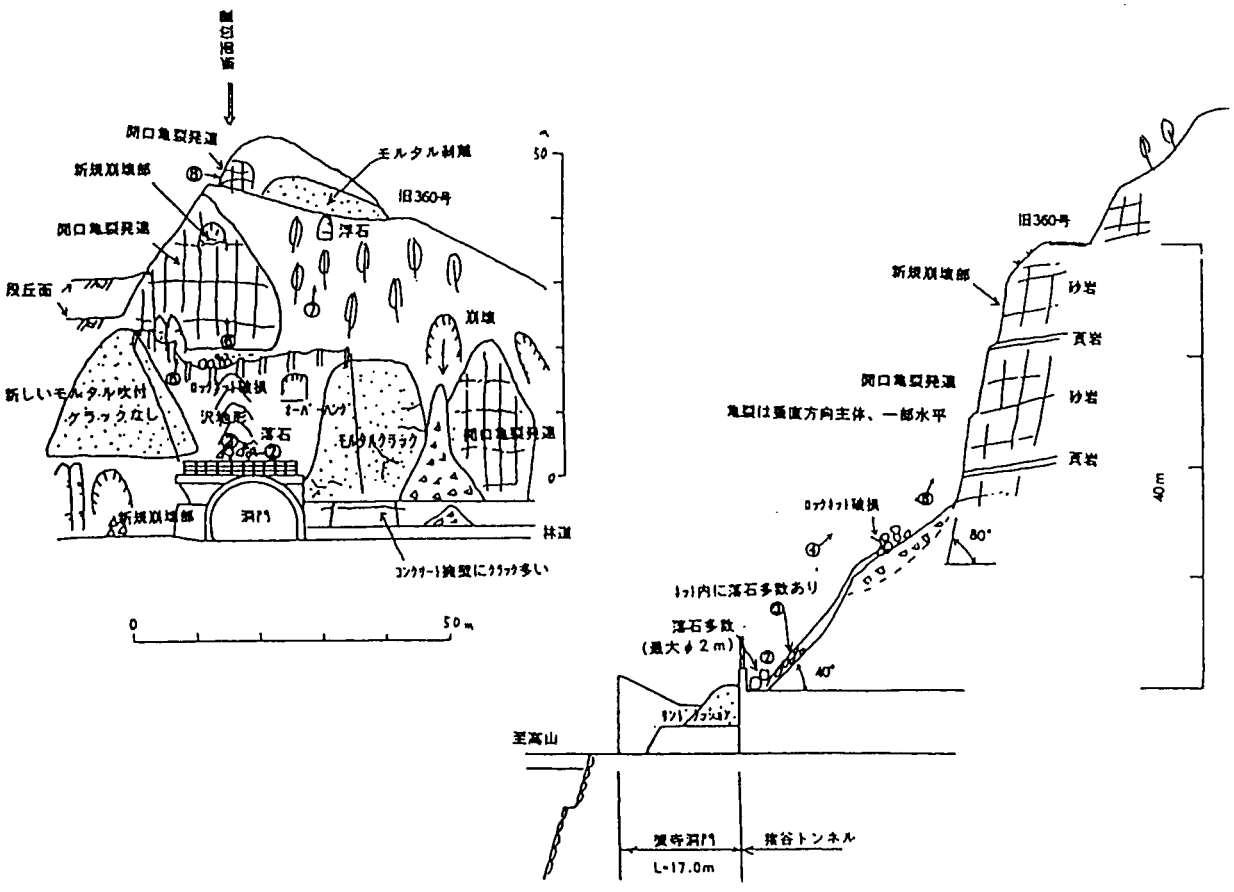


資料番号　044501

(調査地点位置図)



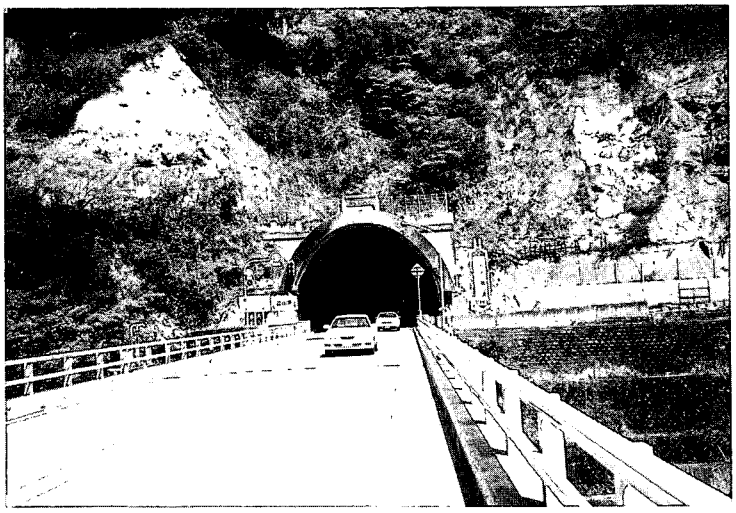
(落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路)

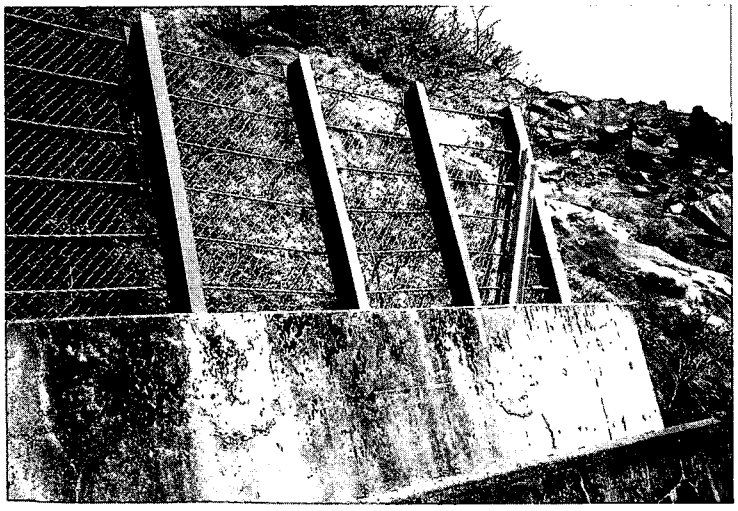


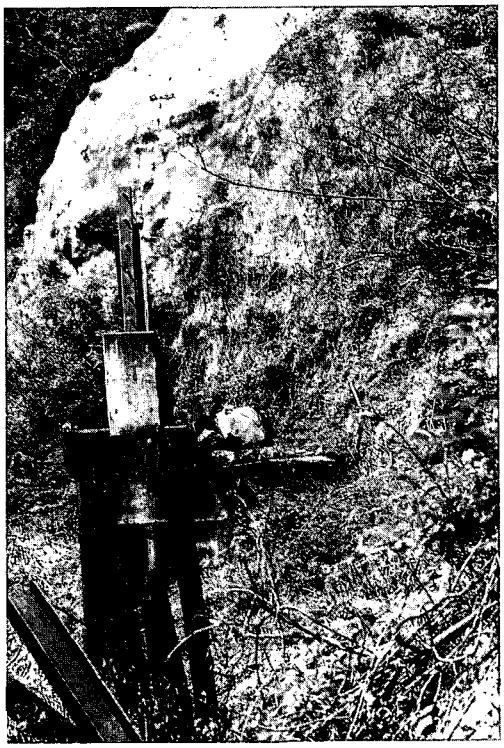
（落石防護工の被害状況）

H4～H8年度
落石による被害なし

（落石防護工の現況写真）

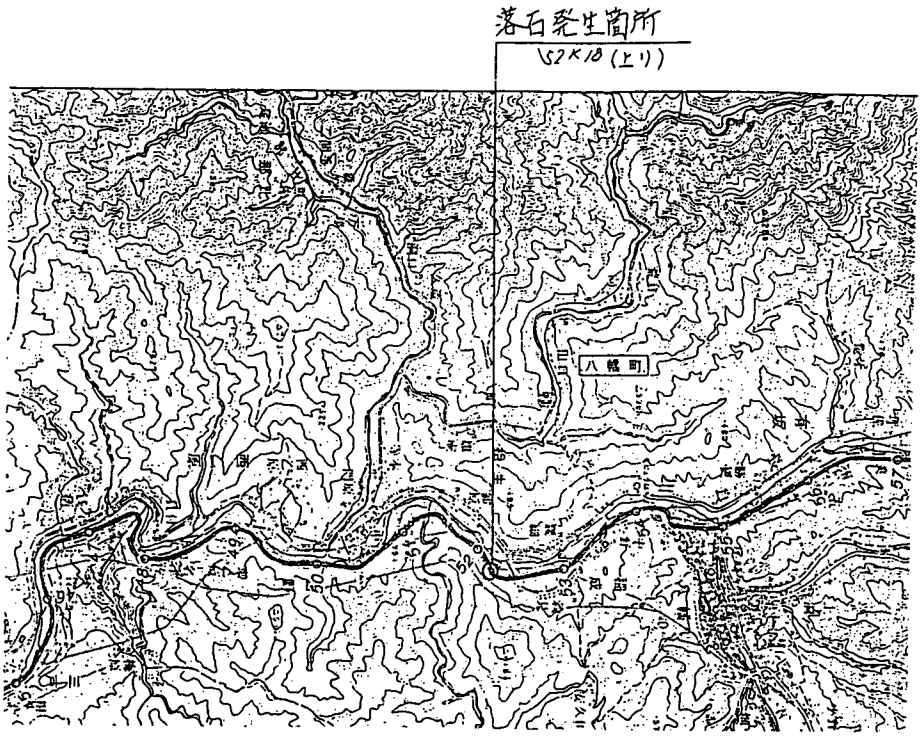




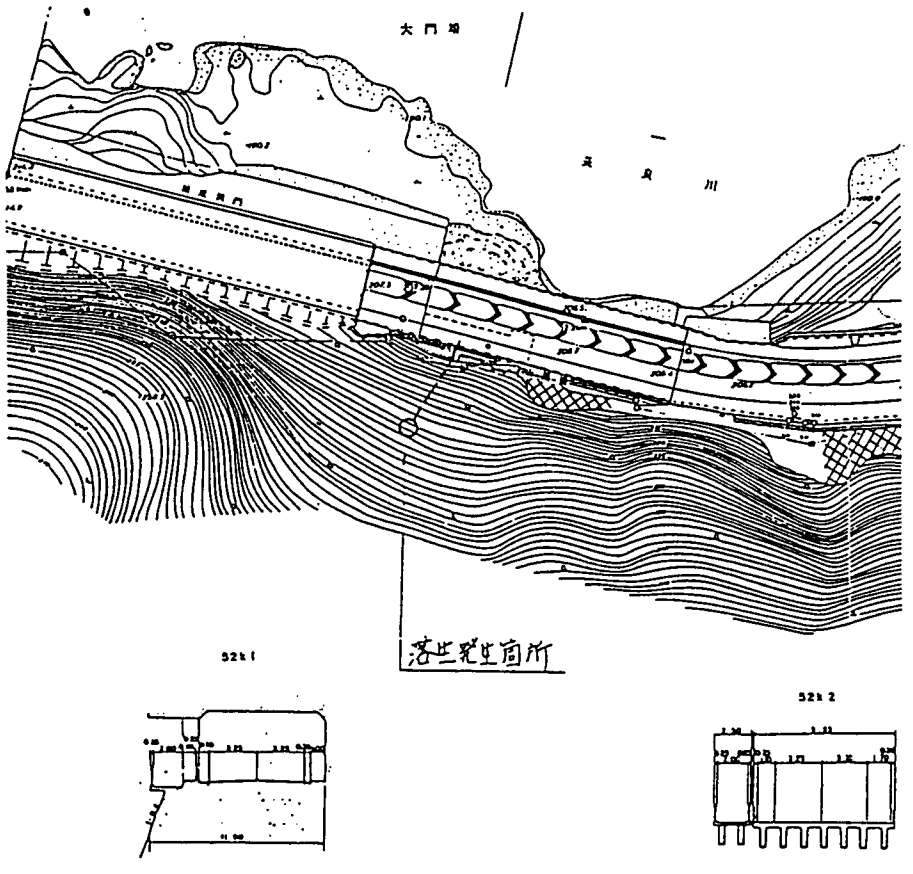


資料番号　053301

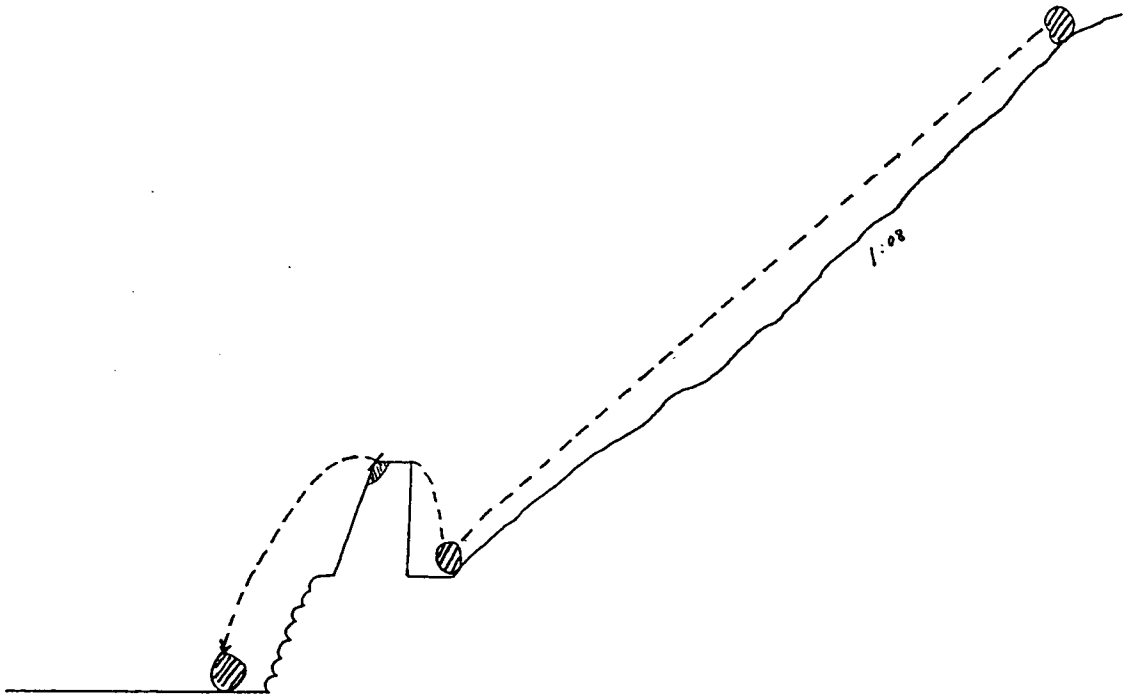
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の被害状況）



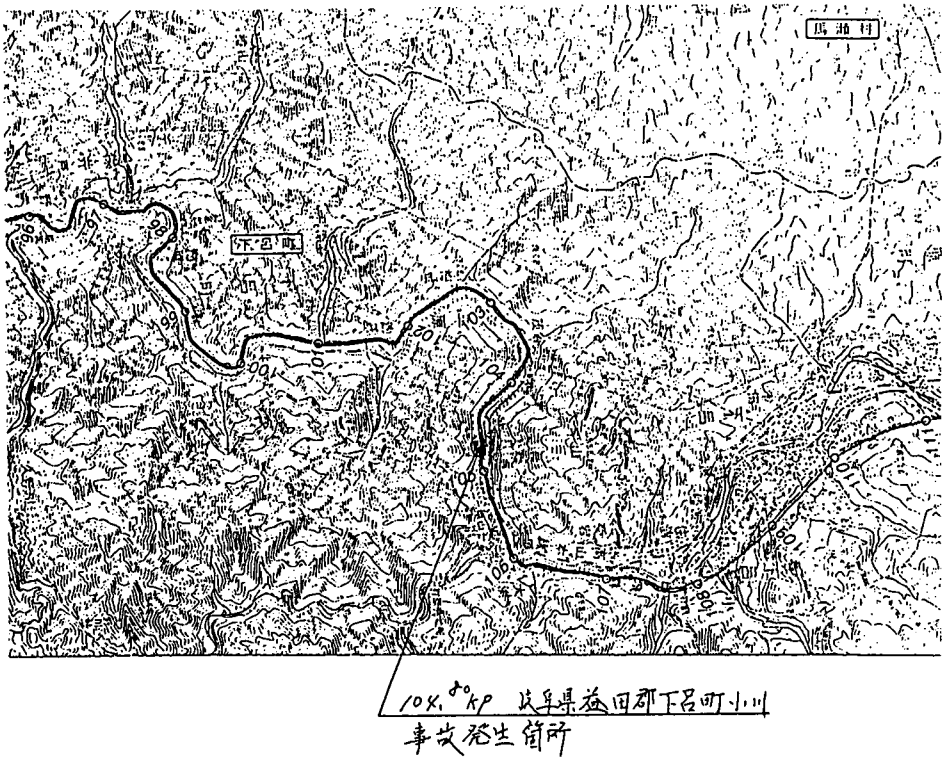
（落石防護工の被害状況写真）



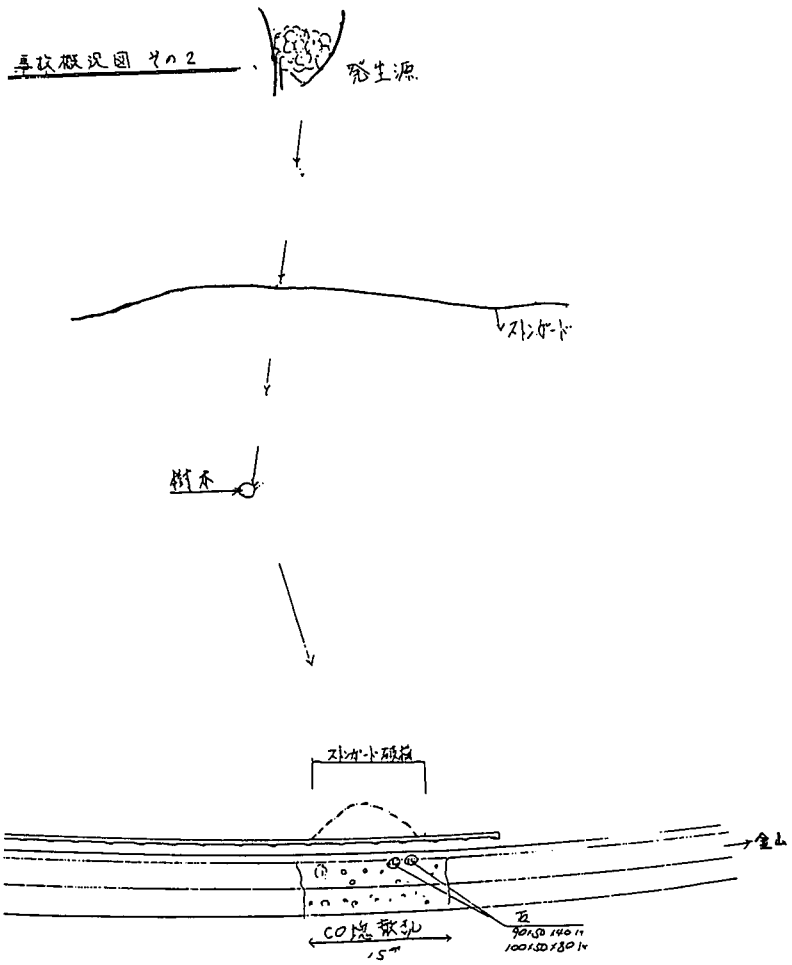


資料番号　053302

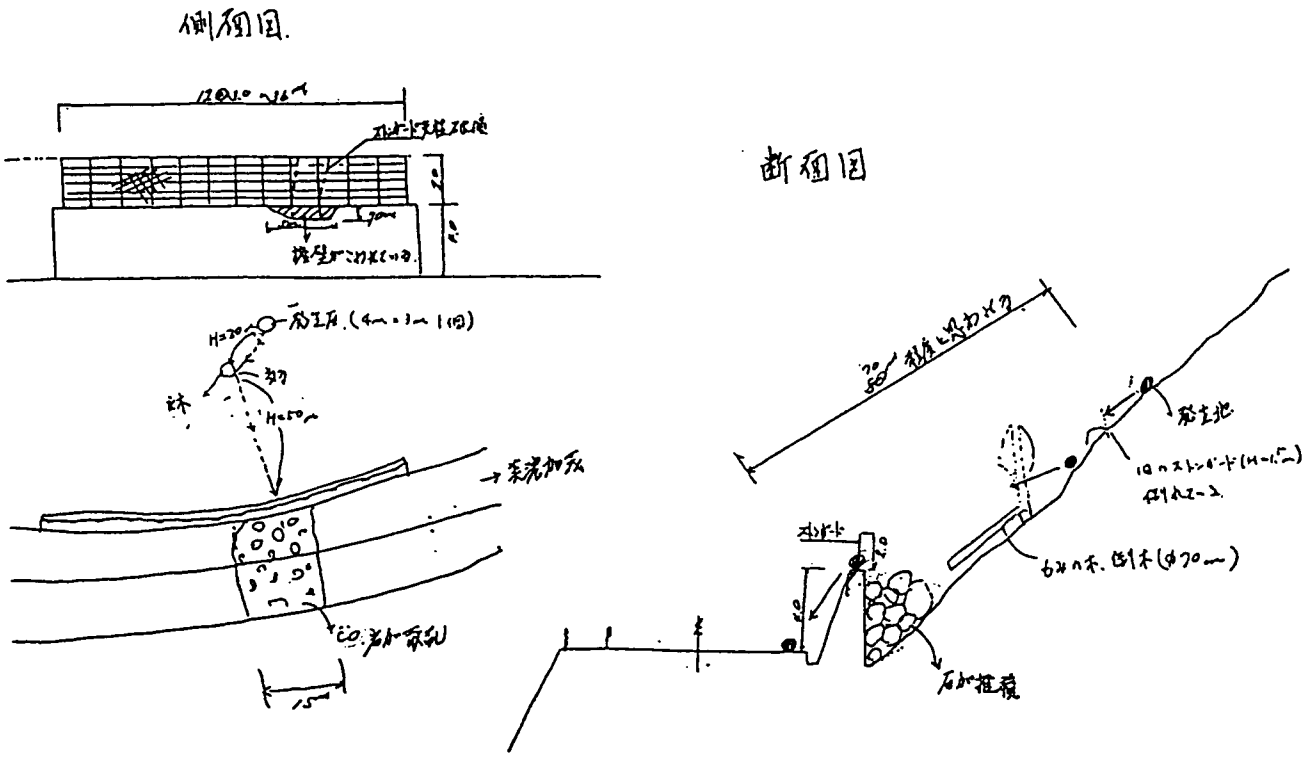
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の被害状況）



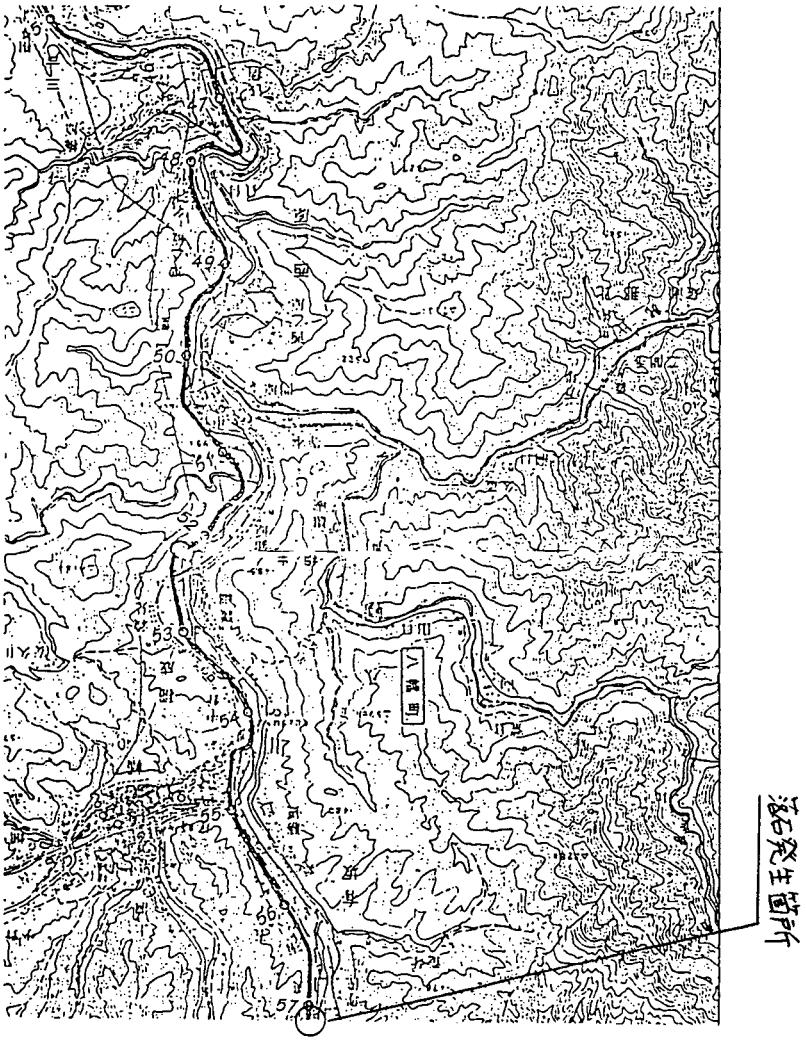
（落石防護工の被害状況写真）



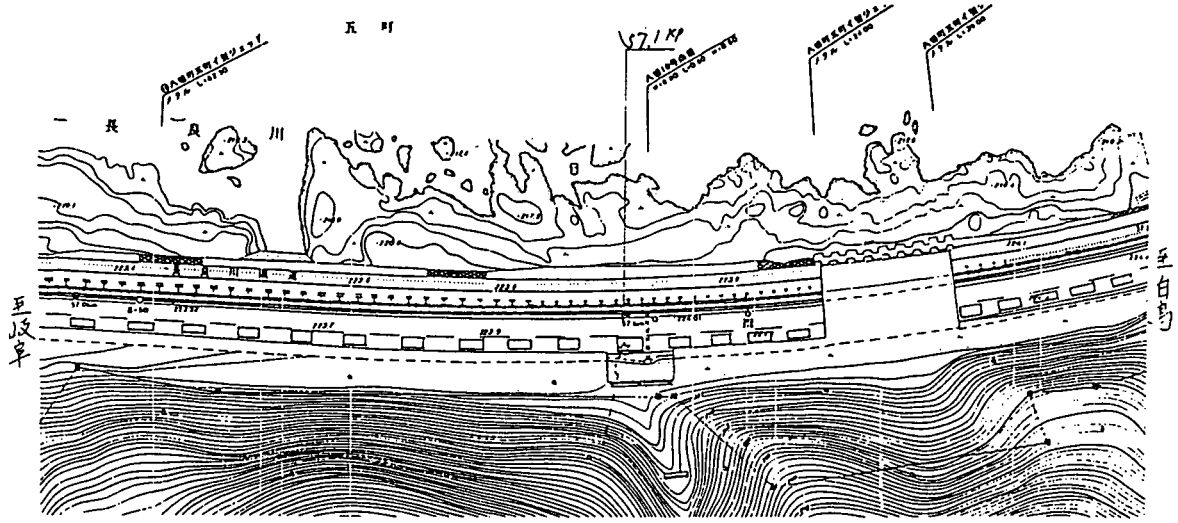


資料番号　053303

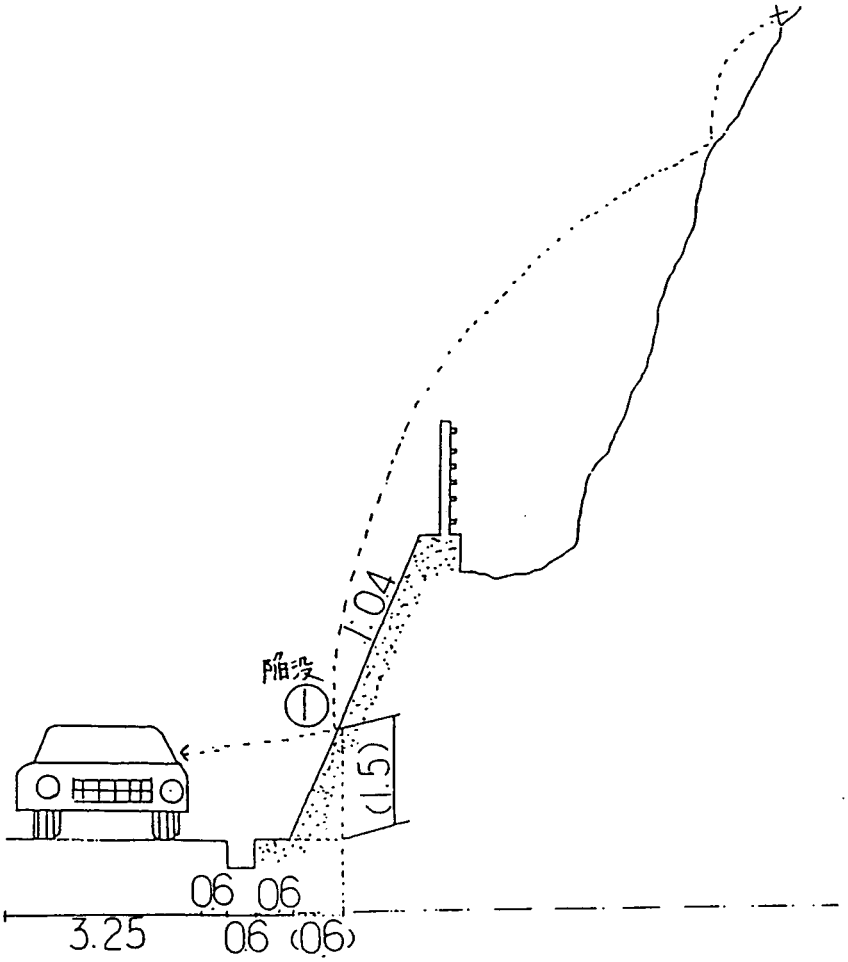
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

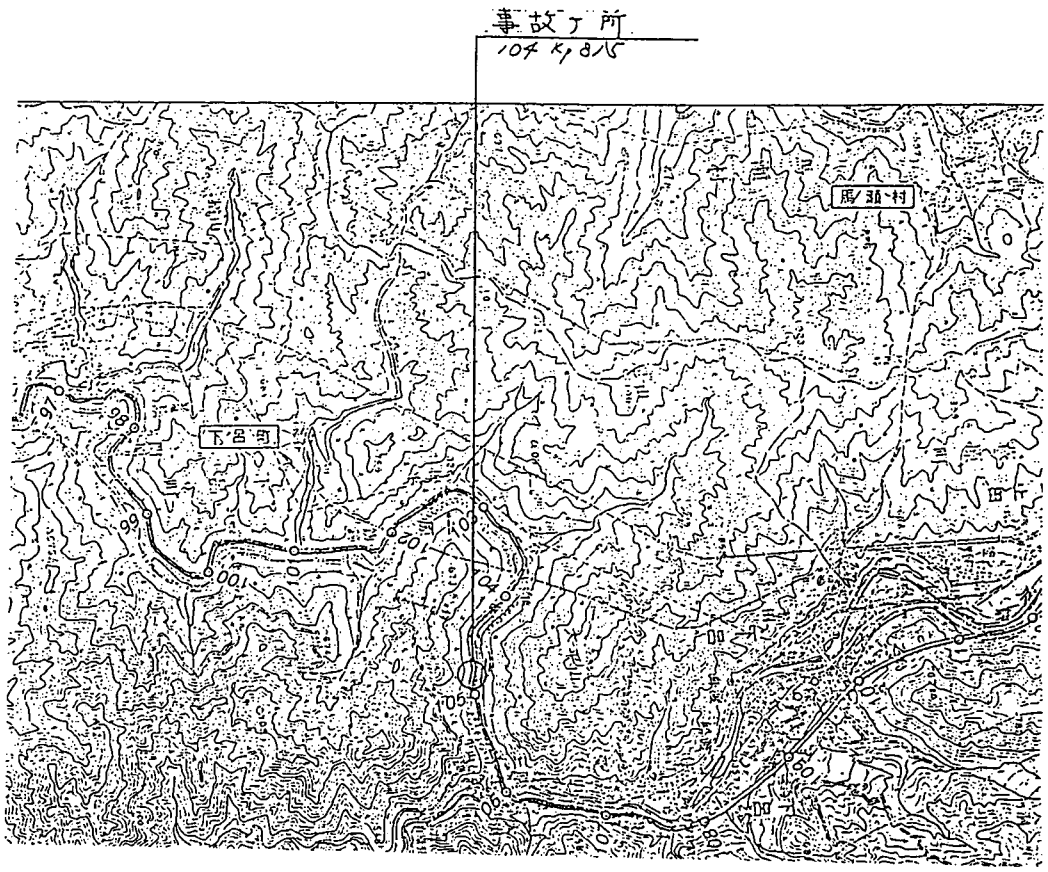


(落石防護工の被害状況)

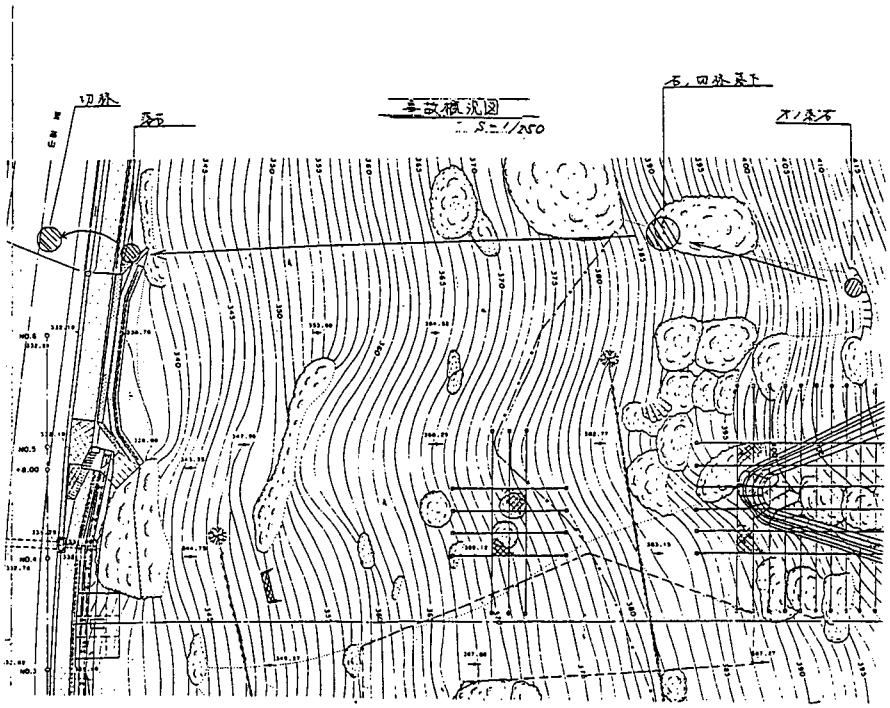


資料番号　053304

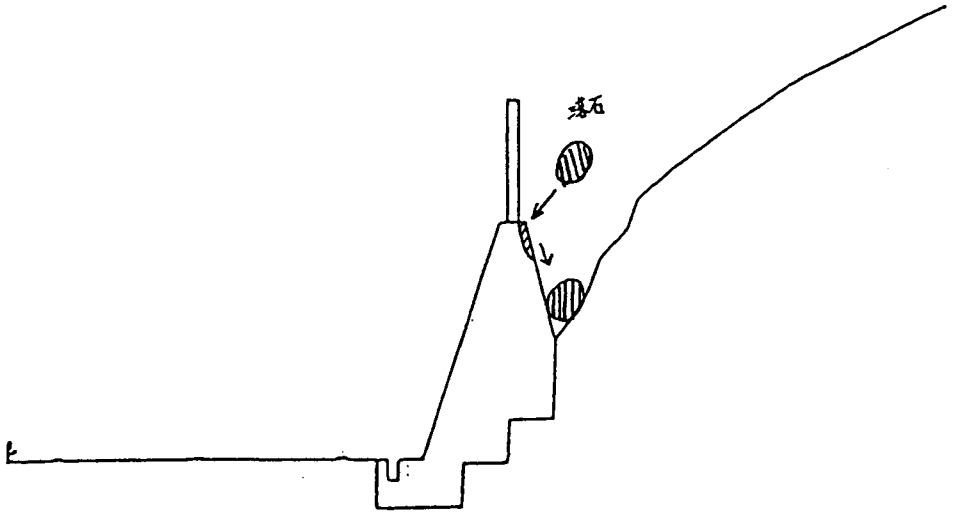
（調査地点位置図）



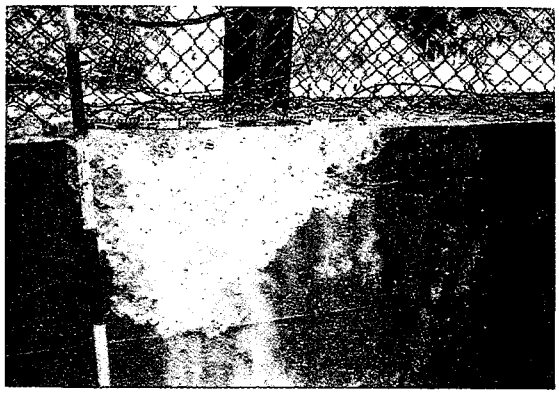
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

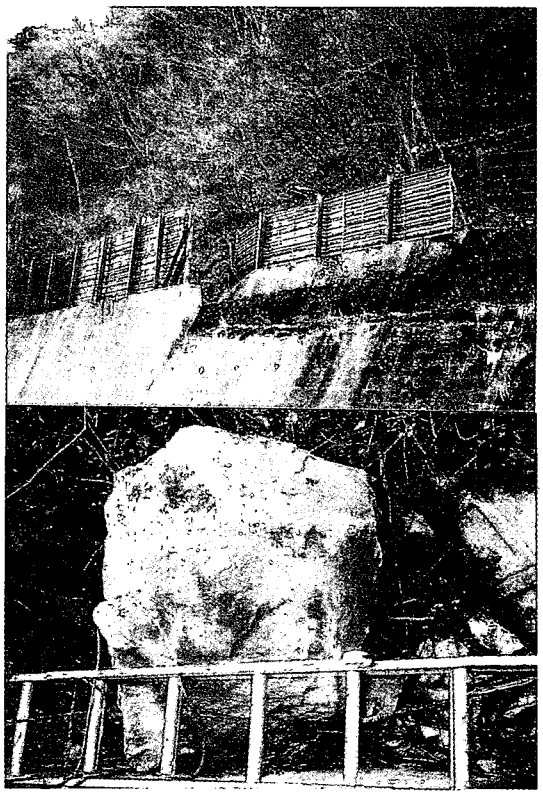


（落石防護工の被害状況）



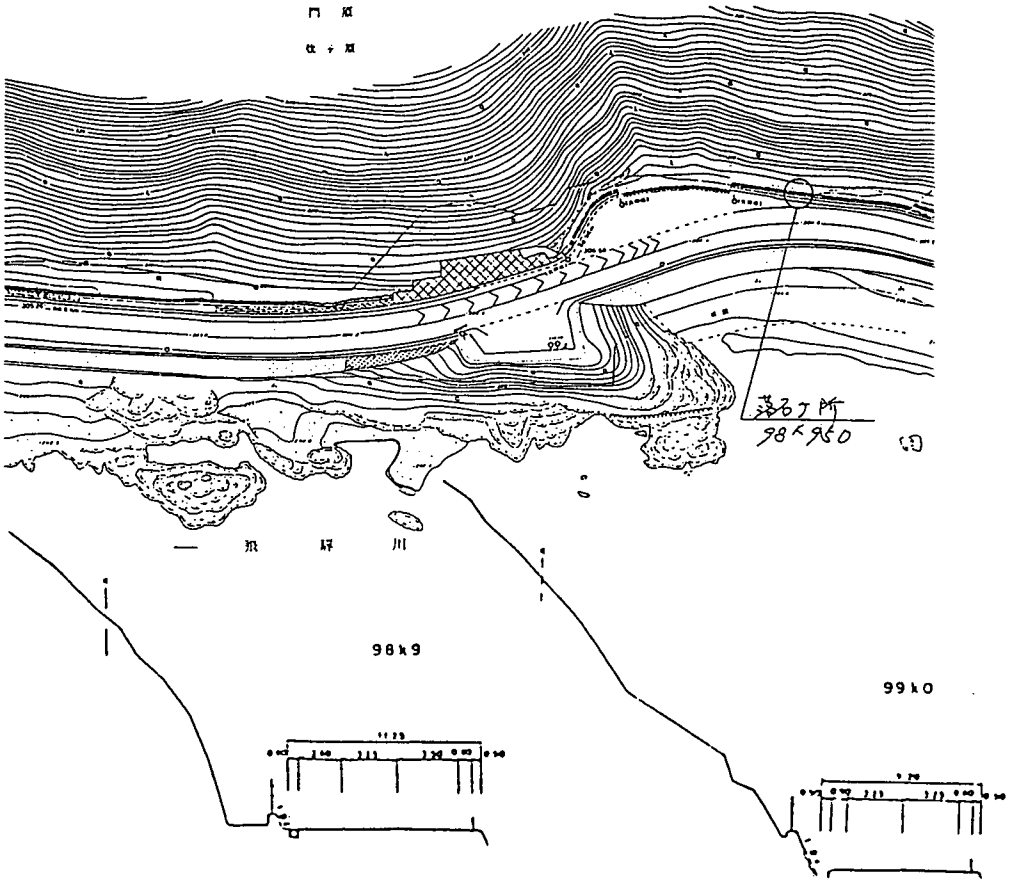
（落石防護工の被害状況写真）



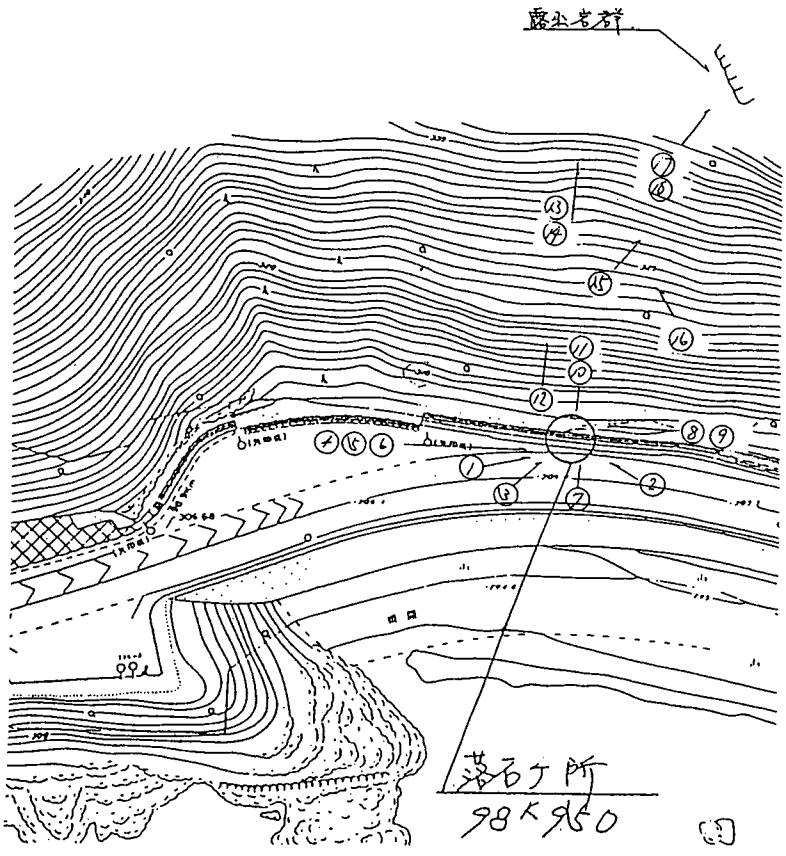


資料番号　053305

(調査地点位置図)



(落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路)

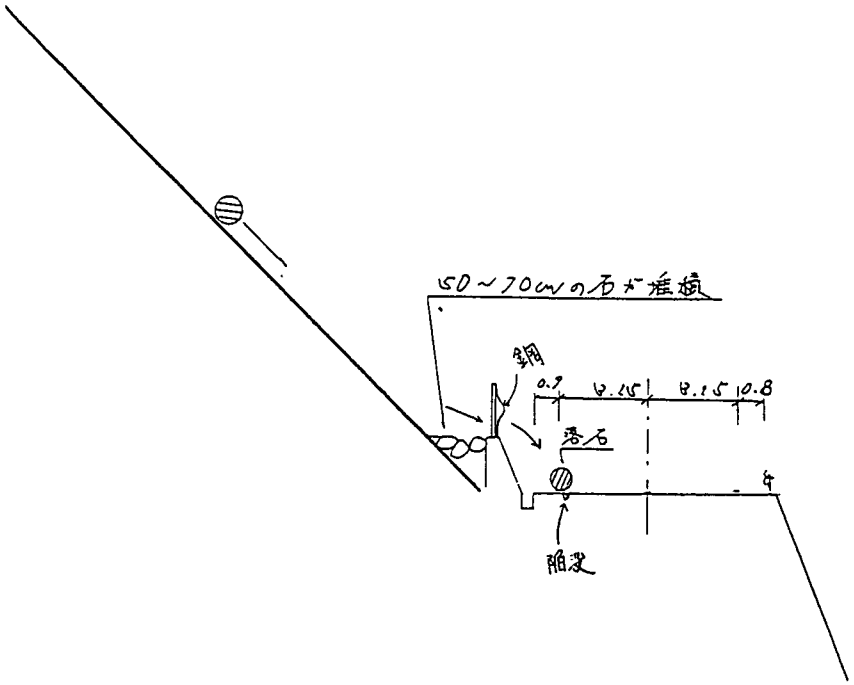


（落石防護工の被害状況）

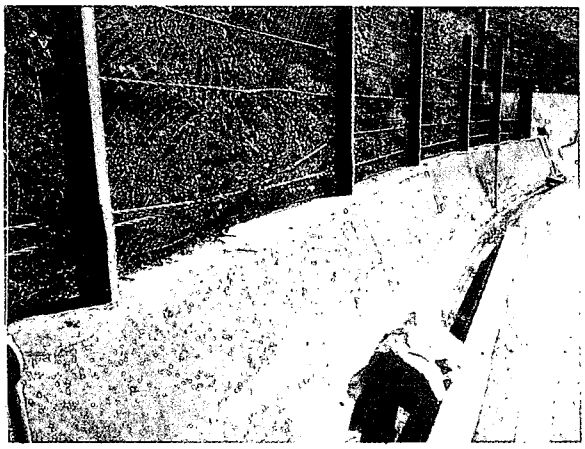
横断図

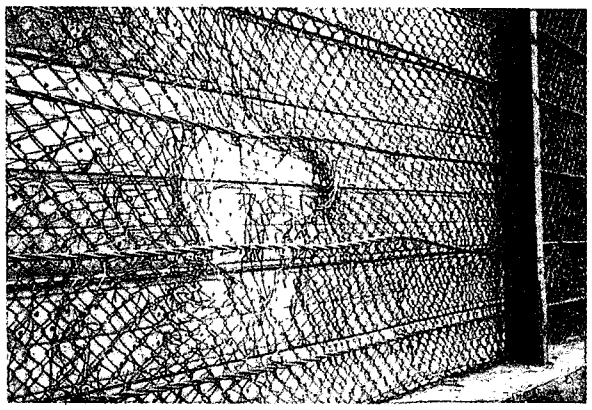
S・1/200

落石発生箇所1号



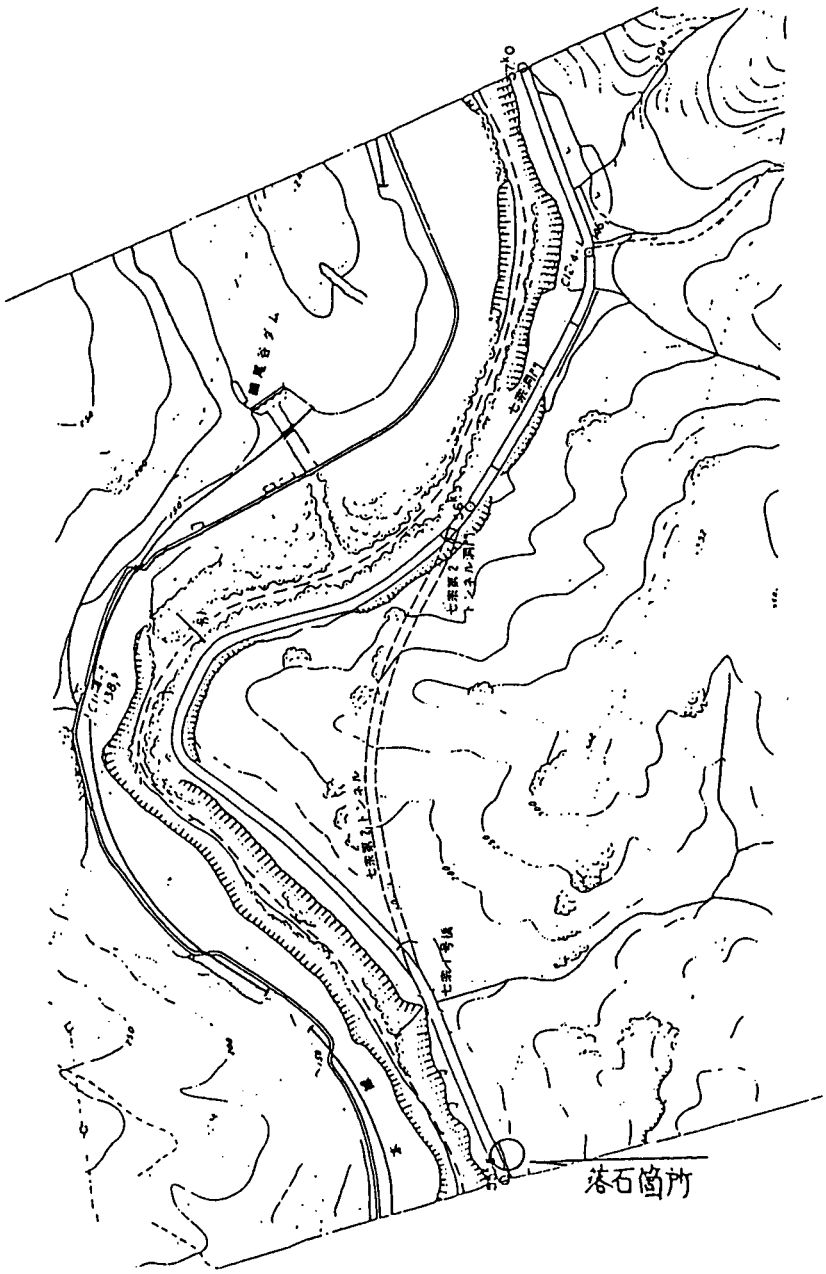
（落石防護工の被害状況写真）



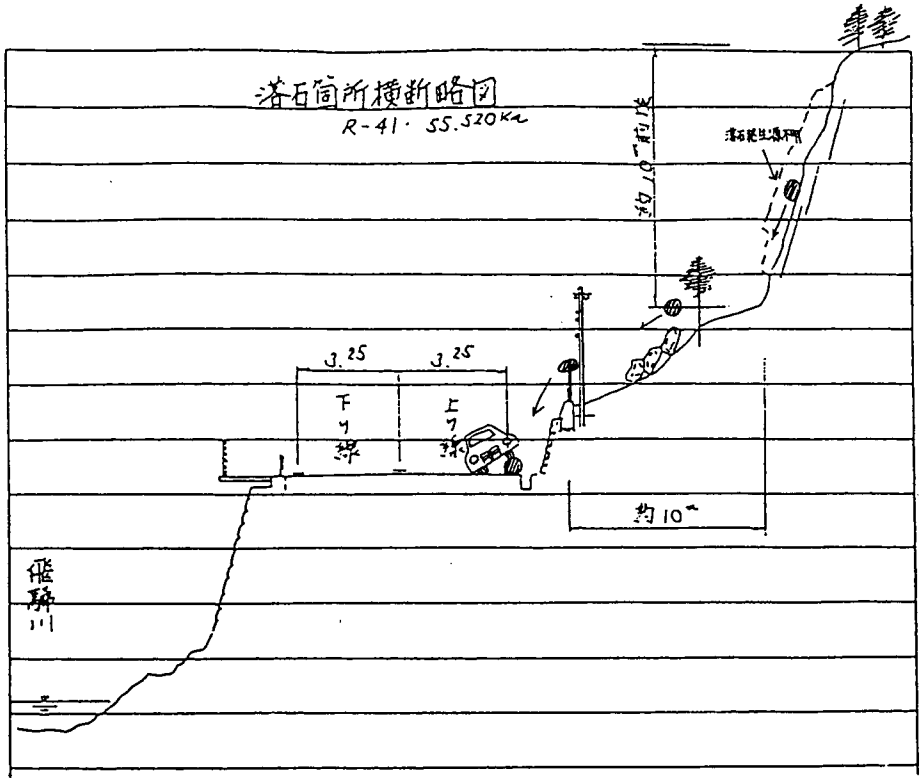


資料番号　053306

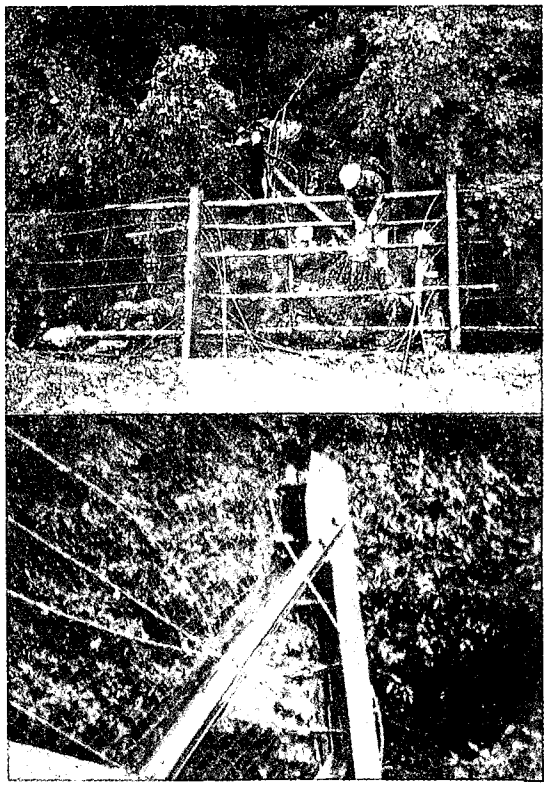
(調査地点位置図)



（落石防護工の被害状況）



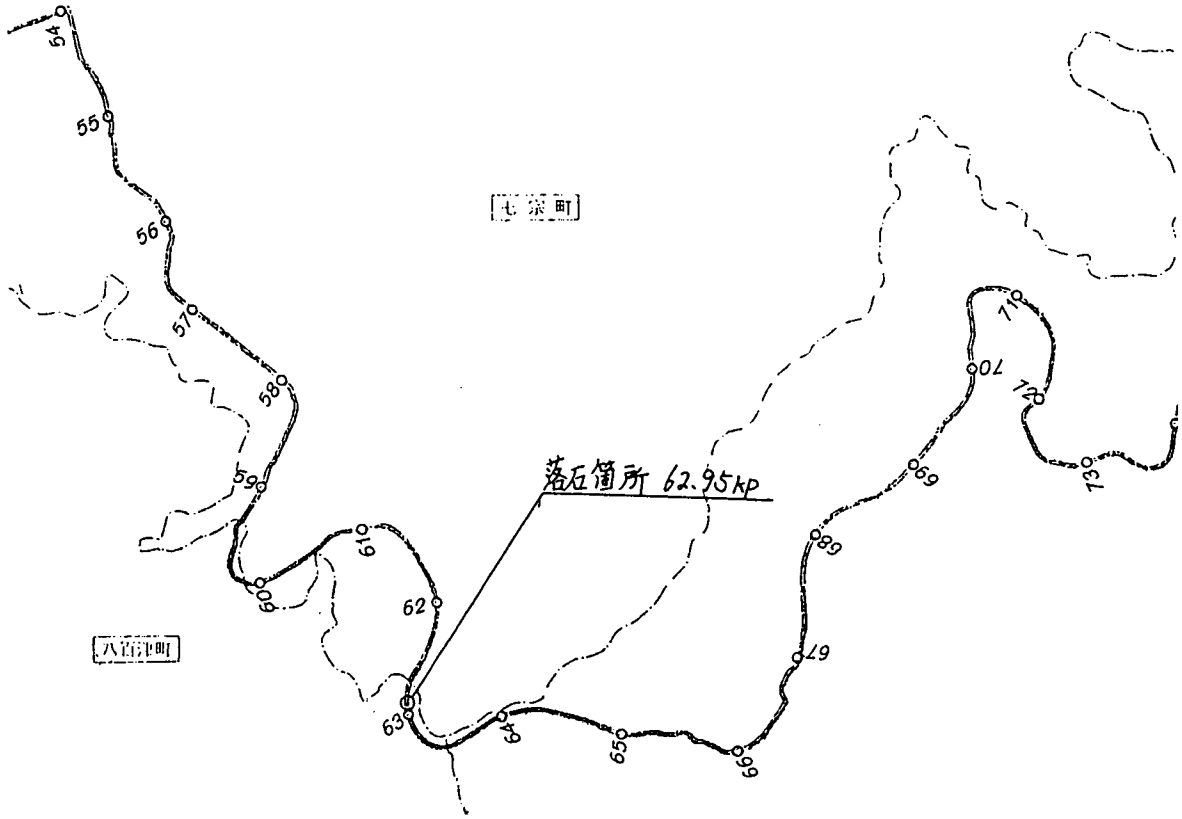
（落石防護工の被害状況写真）



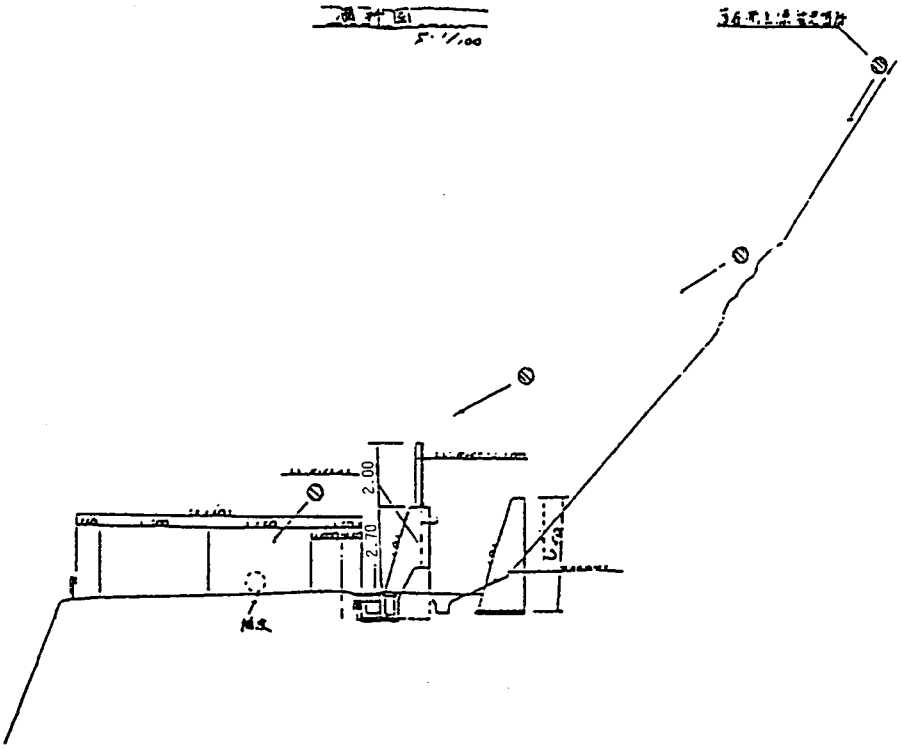


資料番号　053307

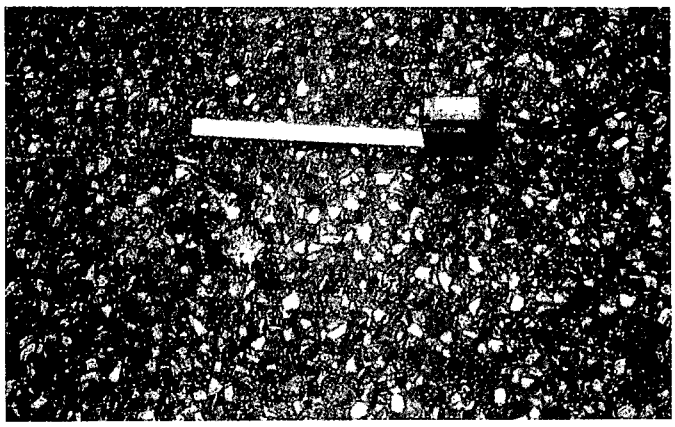
（調査地点位置図）



（落石防護工の被害状況）

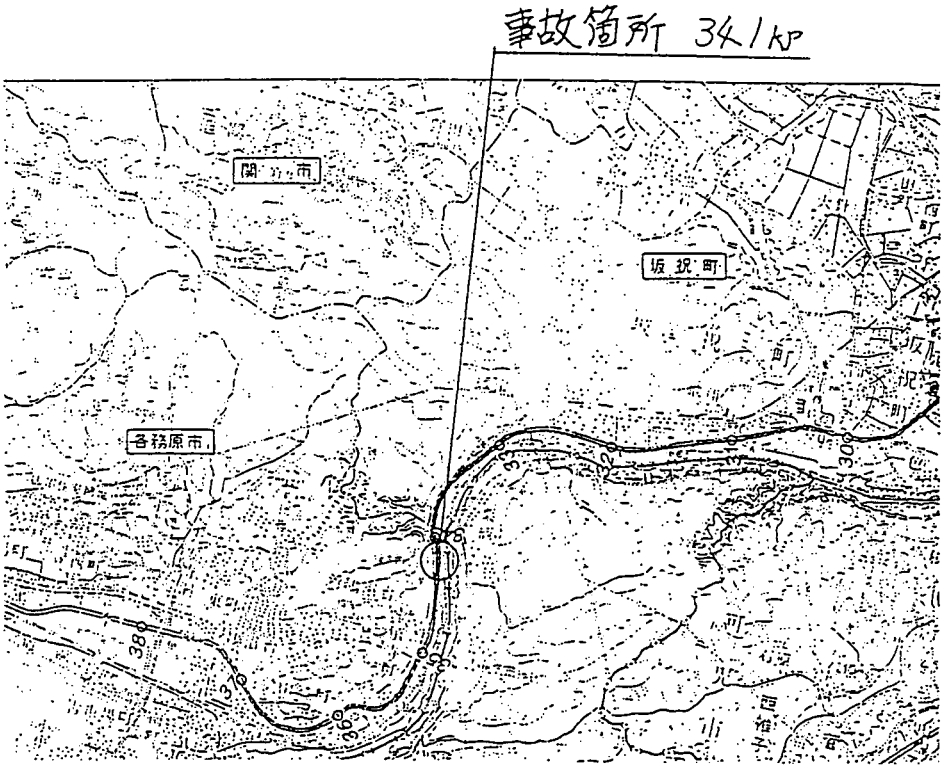


（落石防護工の被害状況写真）

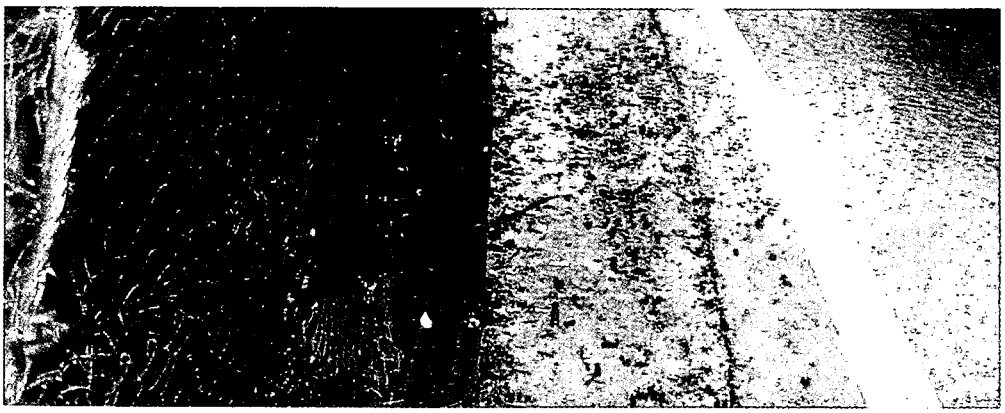




（調査地点位置図）



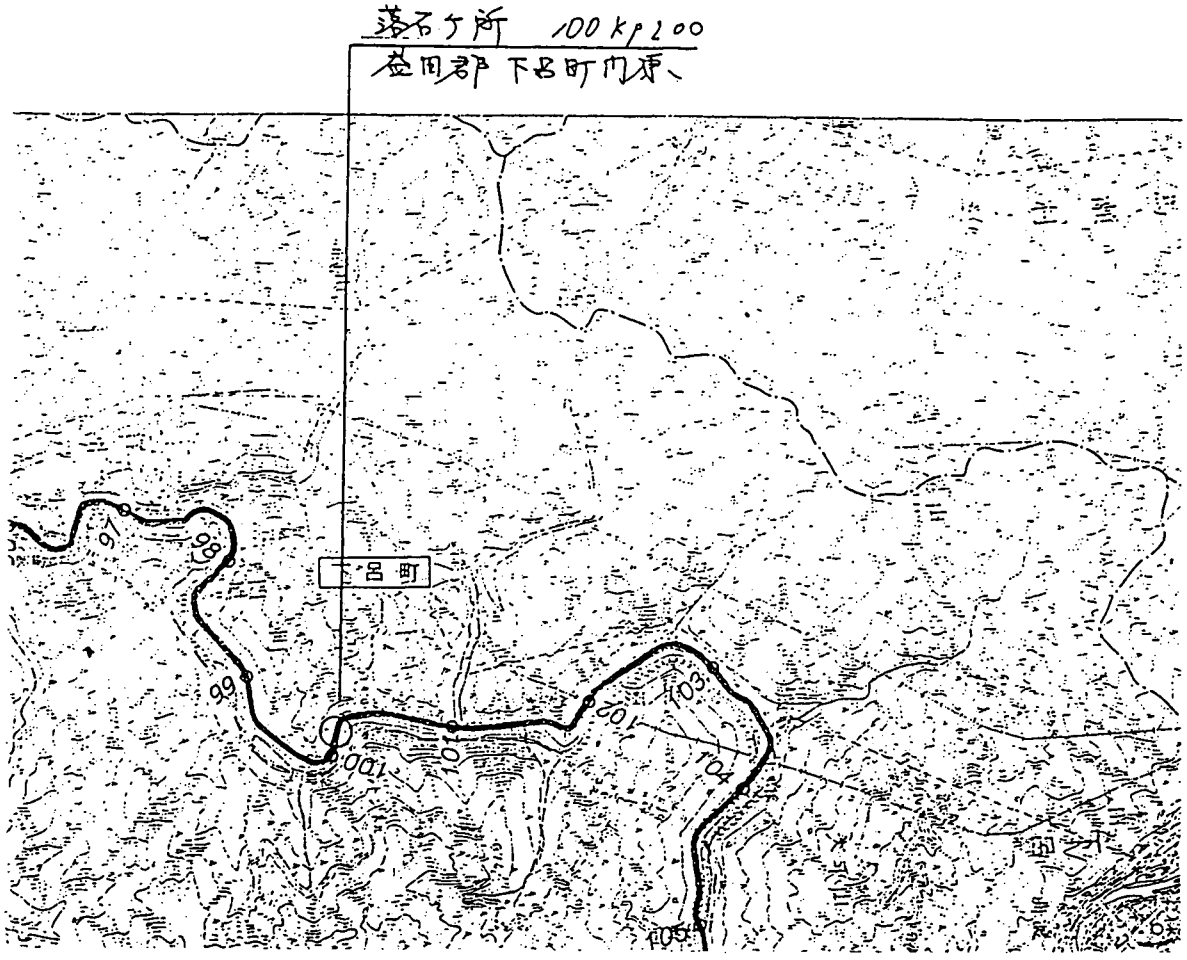
（落石防護工の現況写真）



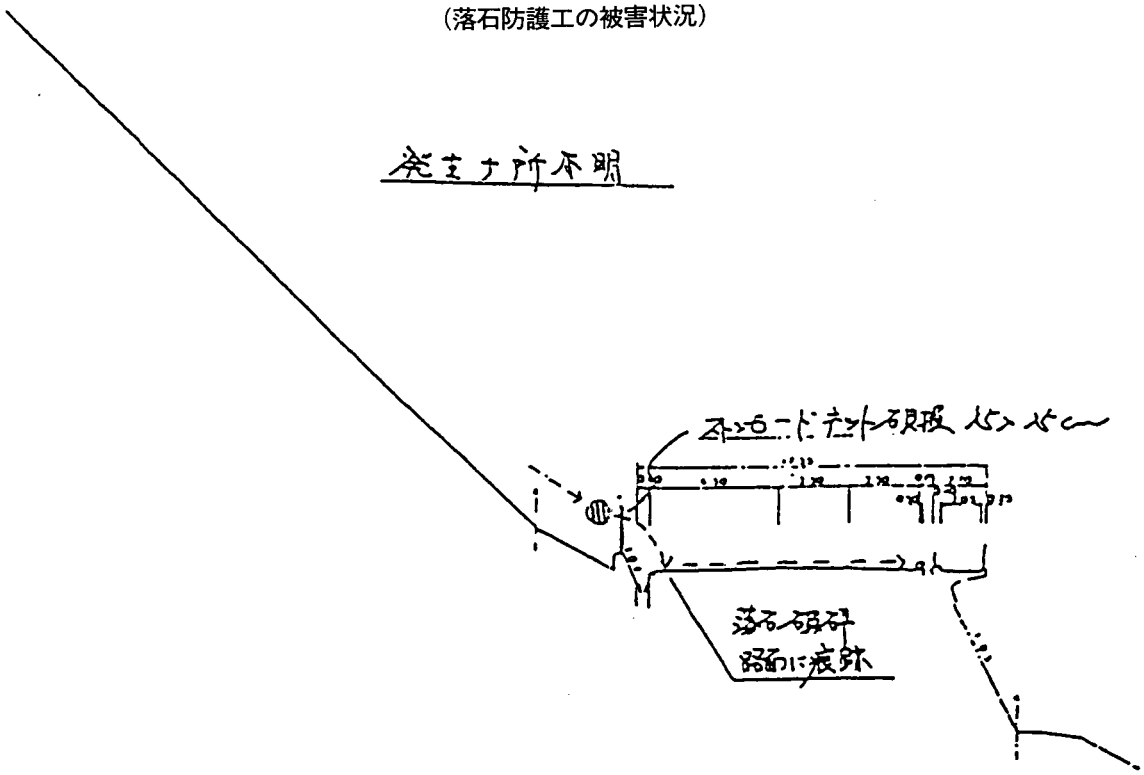


資料番号　053309

（調査地点位置図）

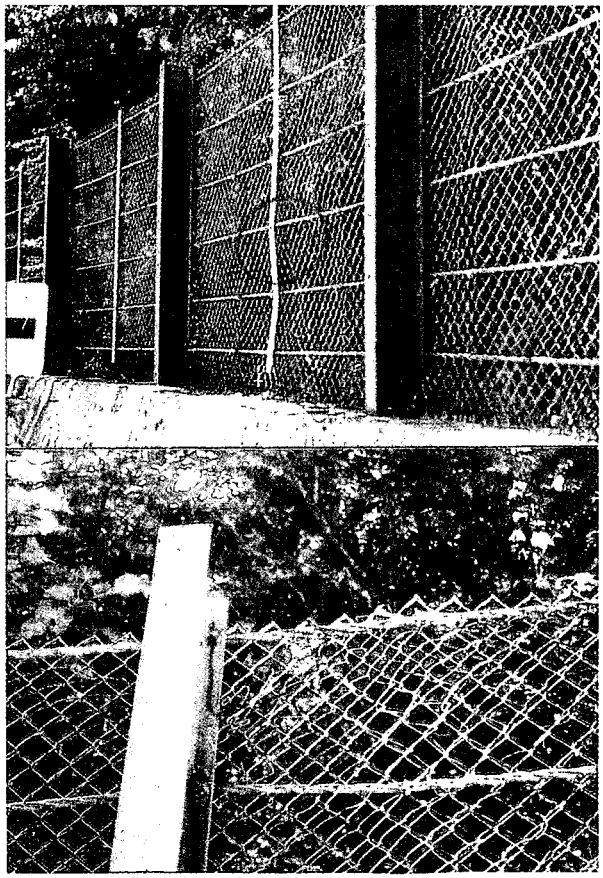


（落石防護工の被害状況）



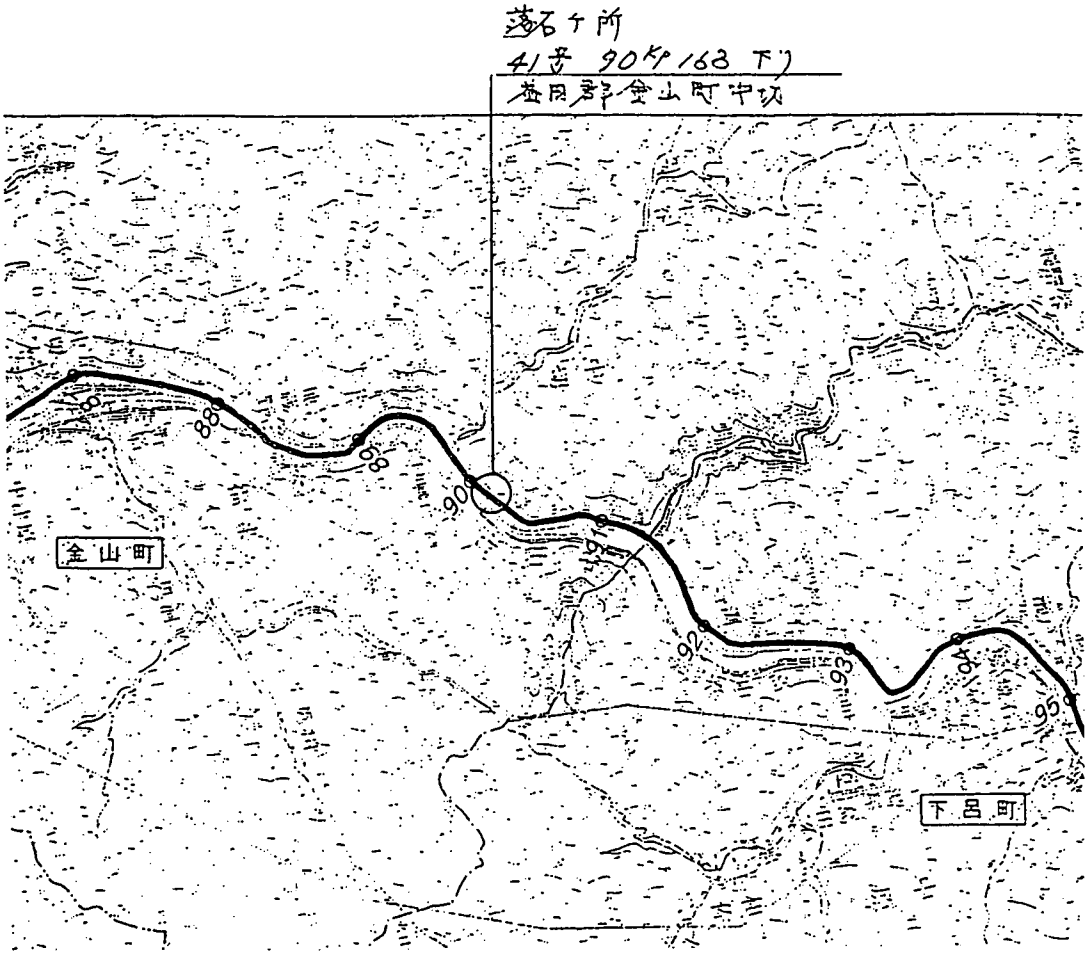
（落石防護工の被害状況写真）



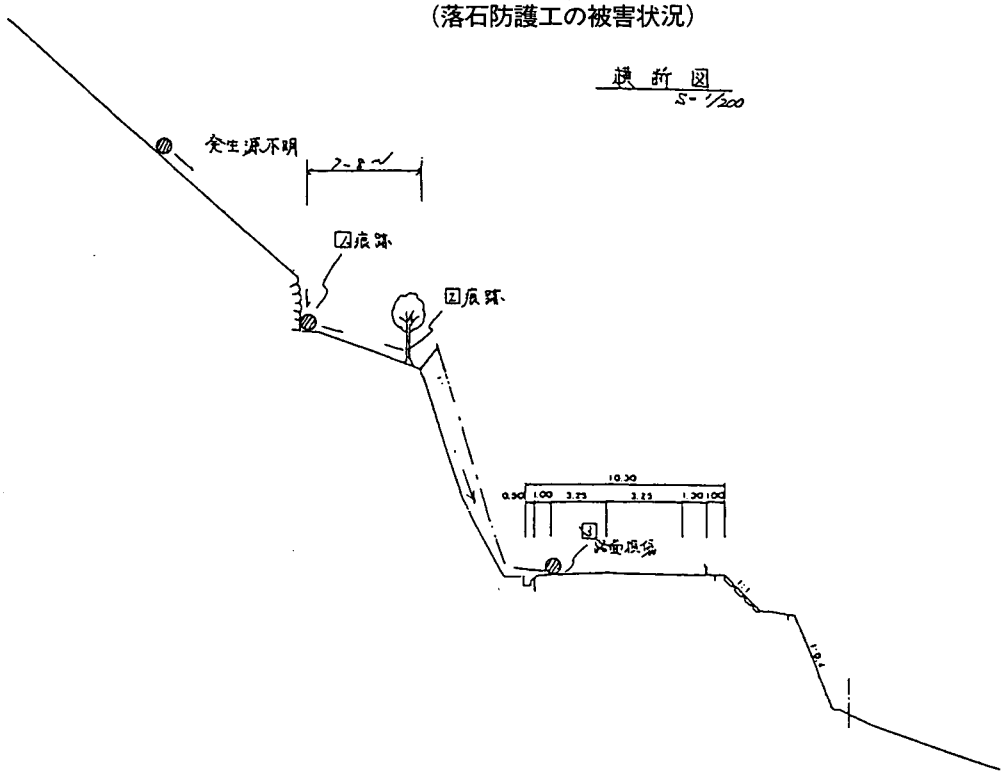


資料番号　053311

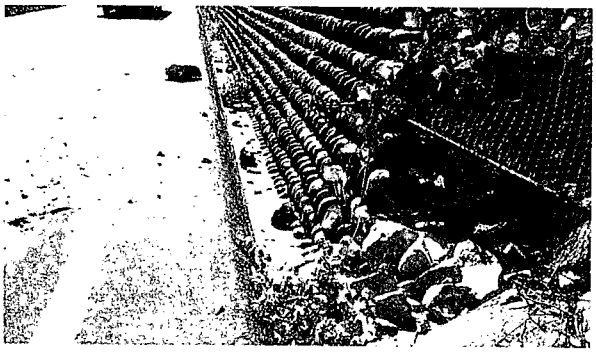
（調査地点位置図）

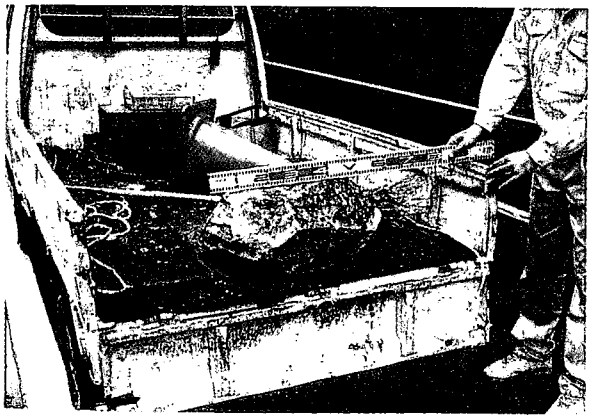


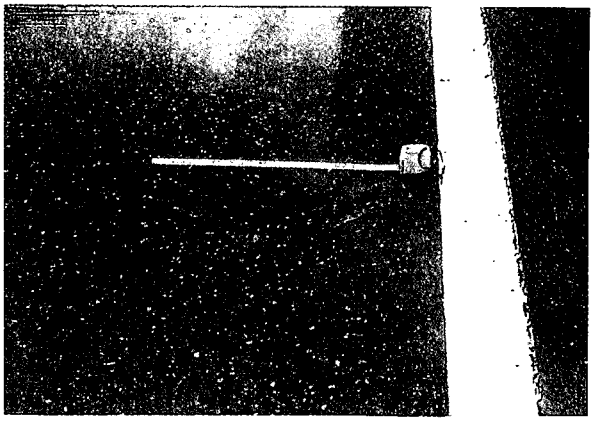
（落石防護工の被害状況）



（落石防護工の被害状況写真）

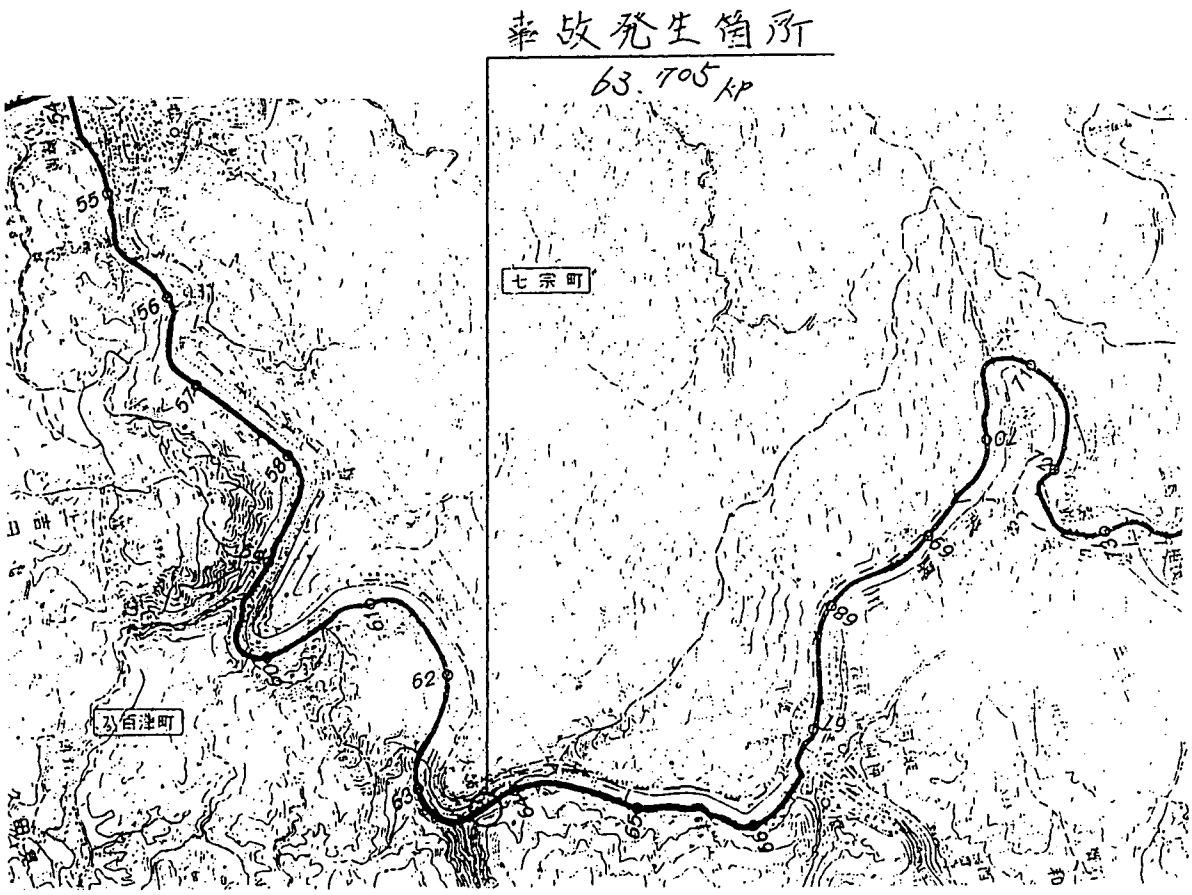




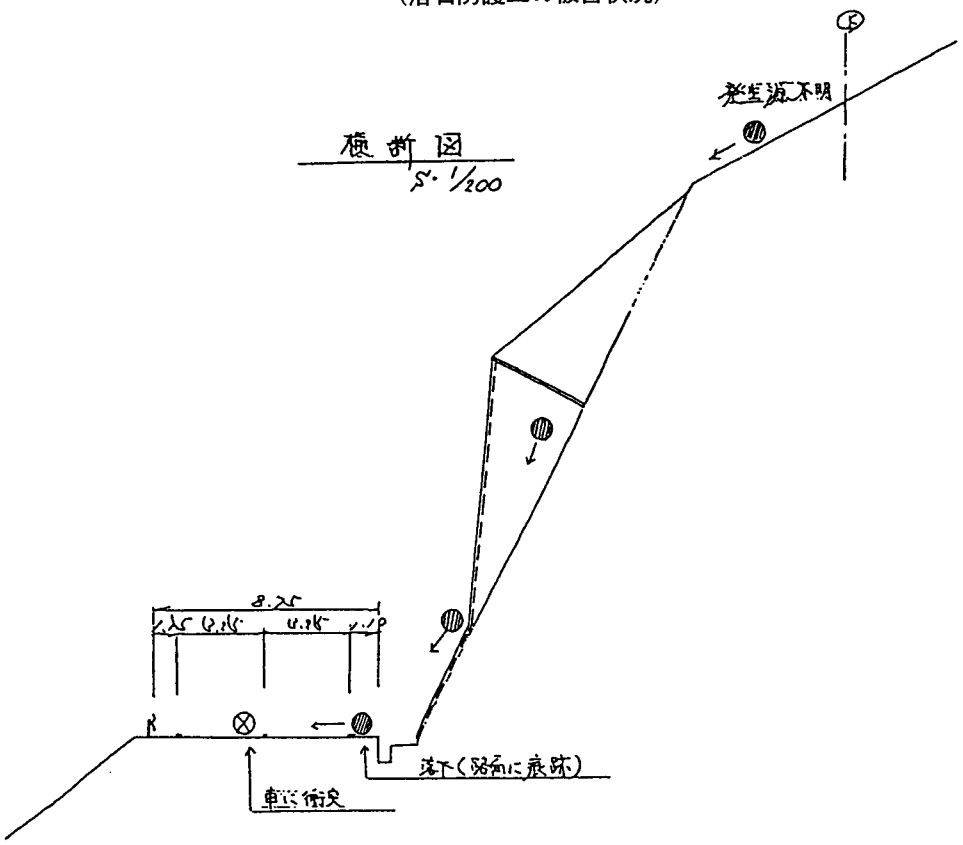


資料番号　053312

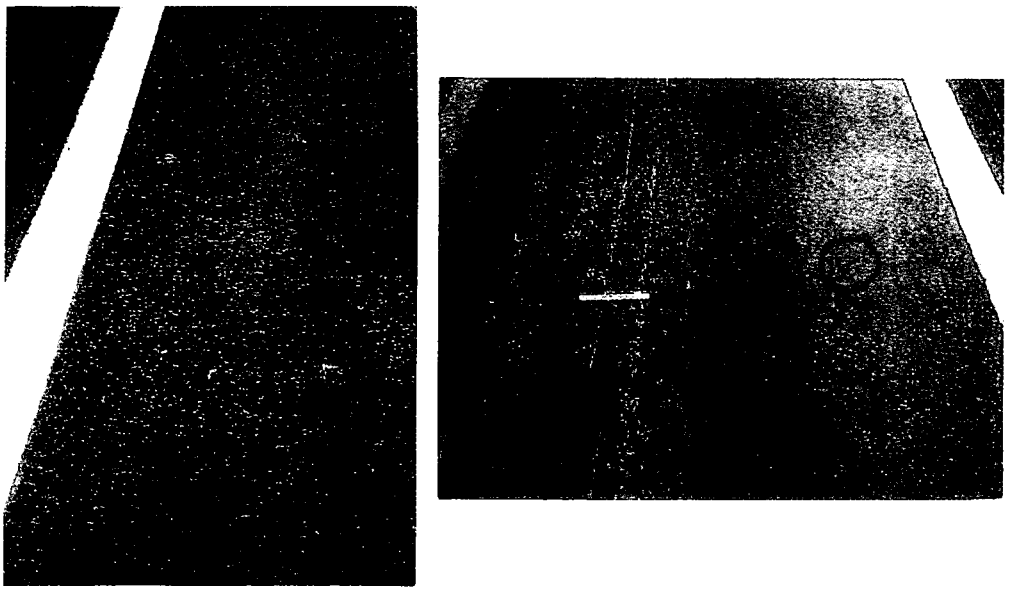
(調査地点位置図)



（落石防護工の被害状況）

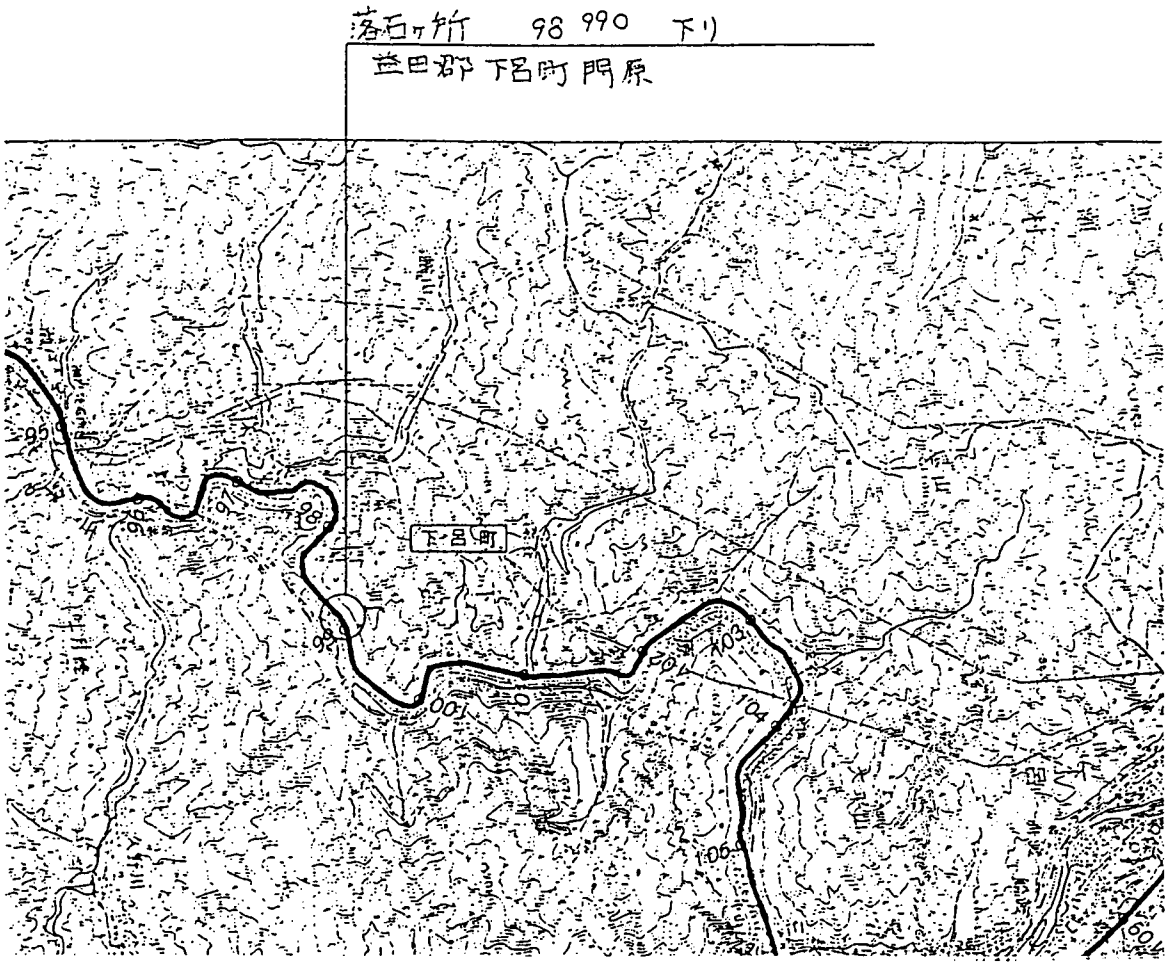


（落石防護工の被害状況写真）

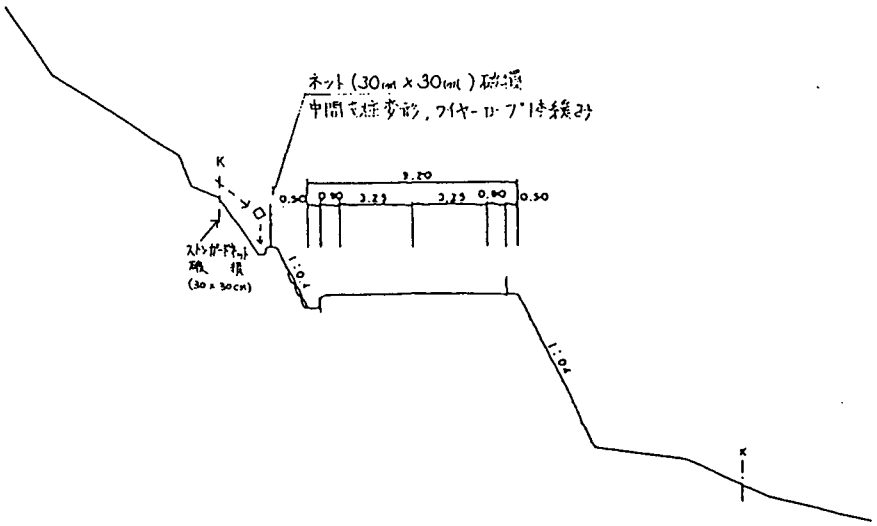


資料番号　053313

(調査地点位置図)



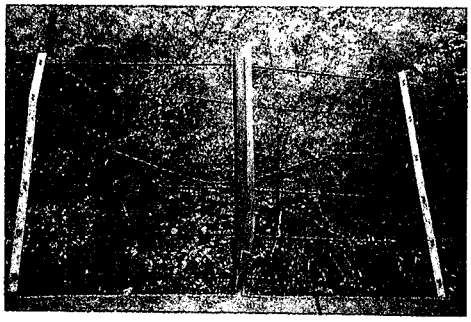
（落石防護工の被害状況）



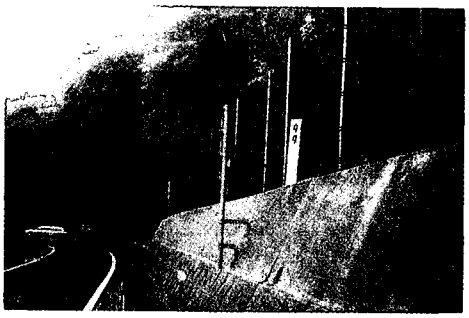
（落石防護工の被害状況写真）



起点より



中間支柱，ロープ破損状況



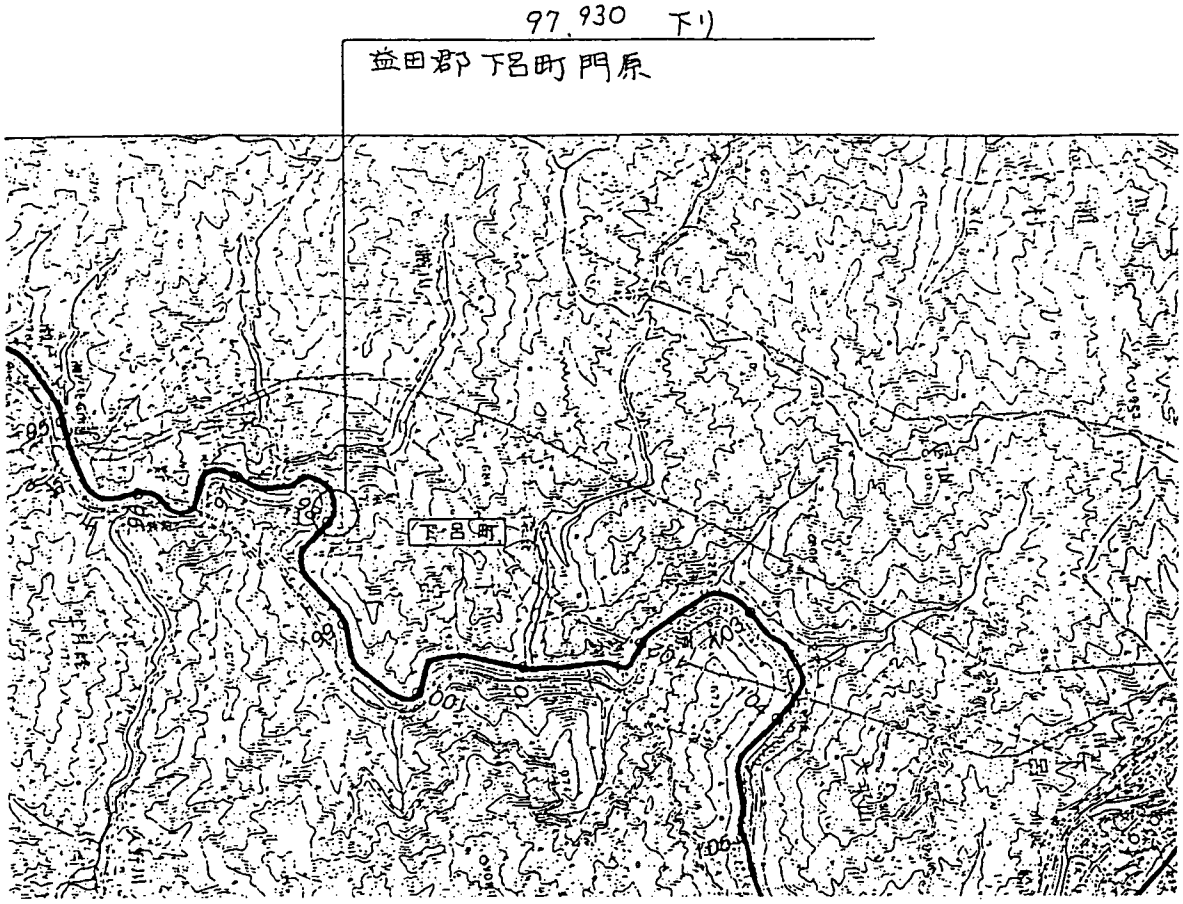
終点より



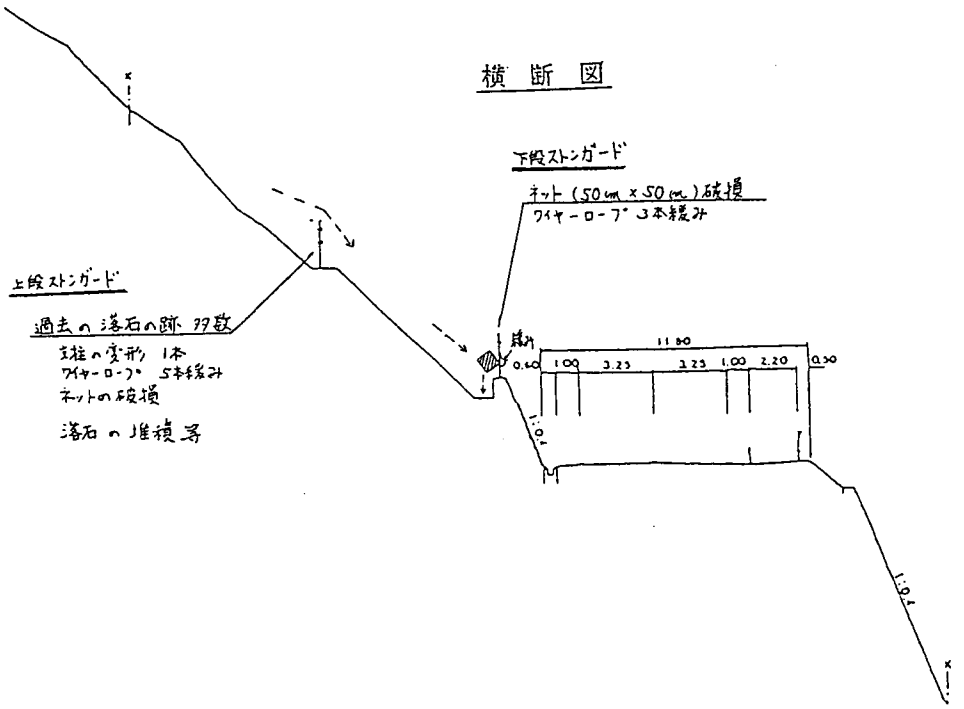


ネット破損状況

（調査地点位置図）

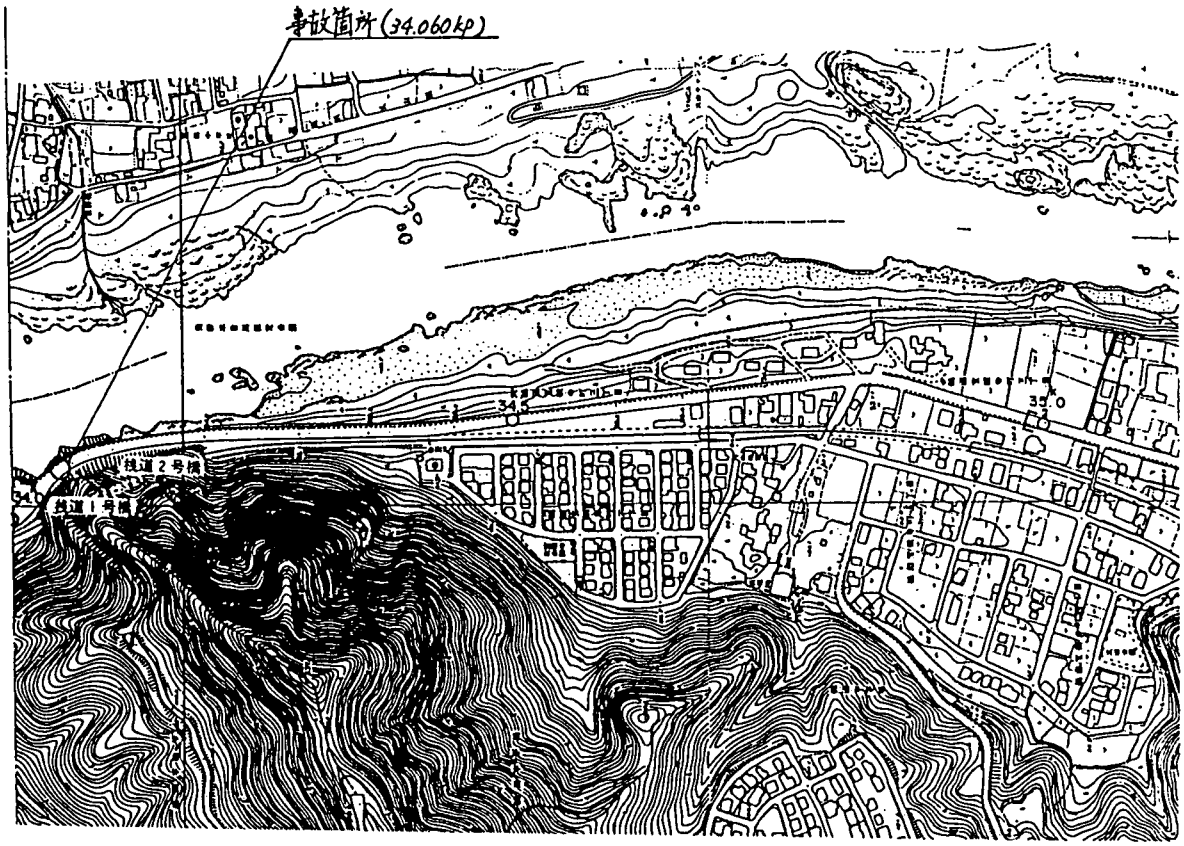


（落石防護工の被害状況）

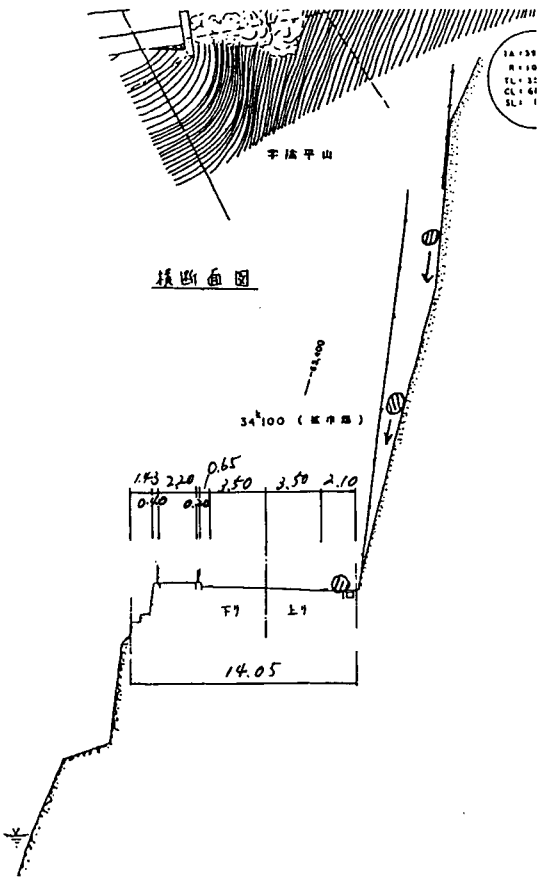


資料番号　053315

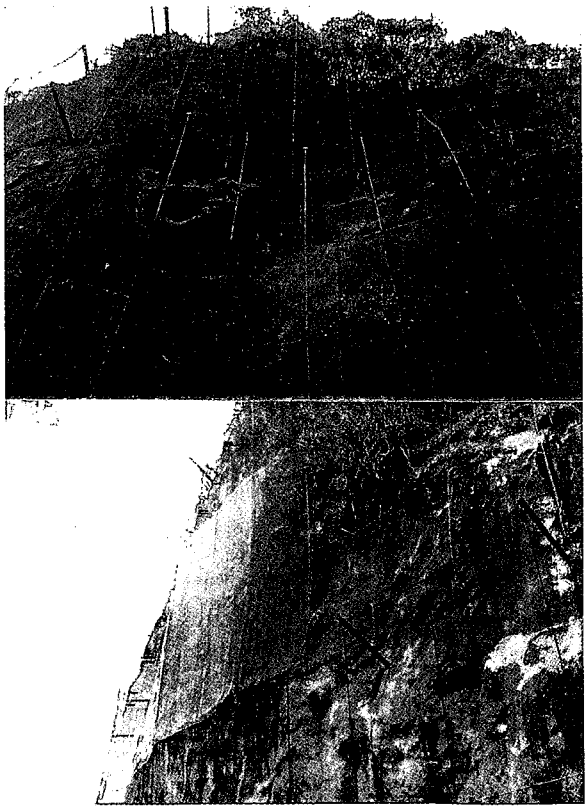
（調査地点位置図）

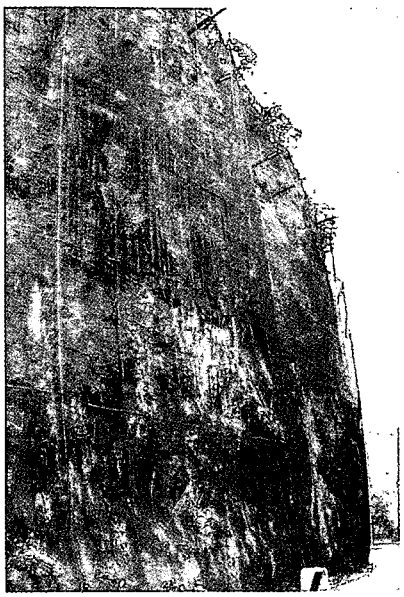


（落石防護工の被害状況）



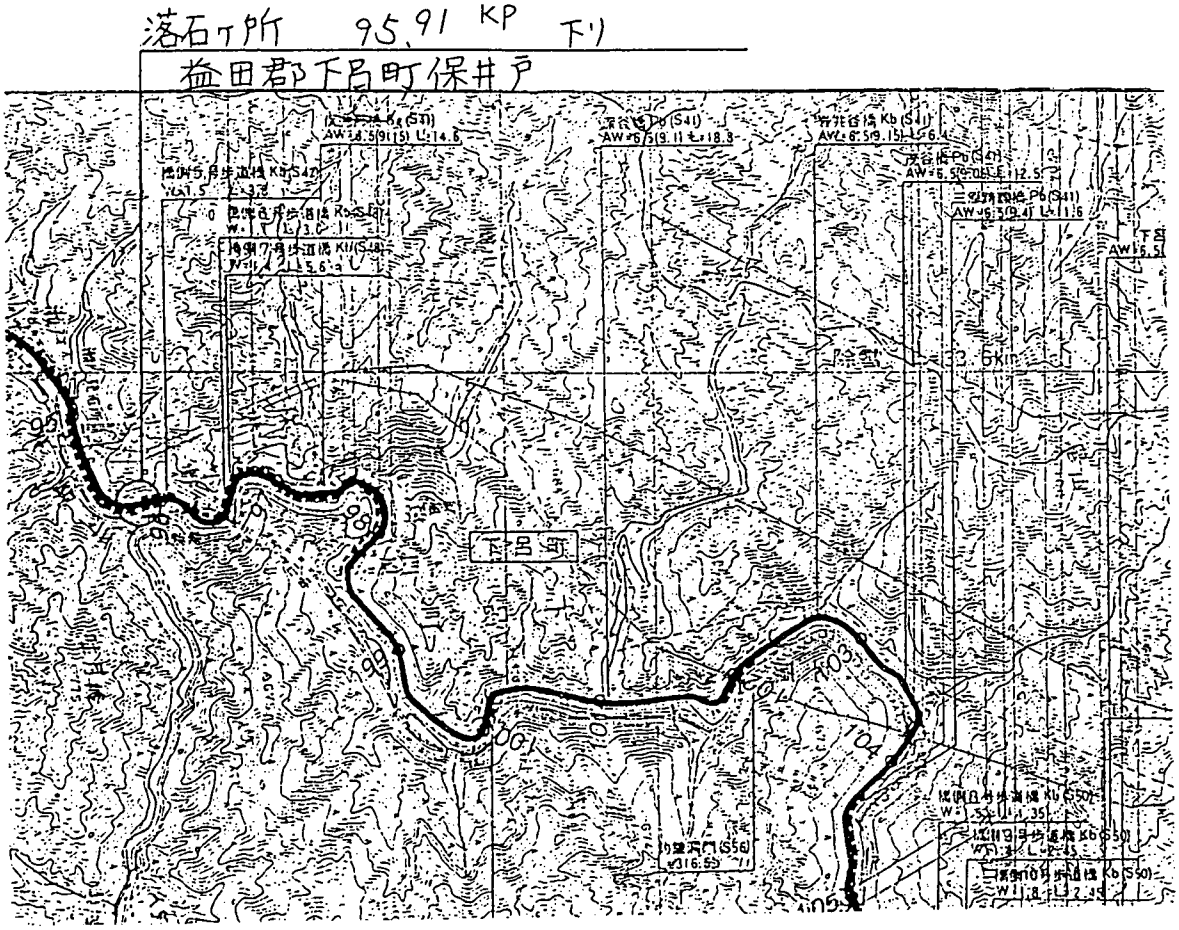
（落石防護工の被害状況写真）





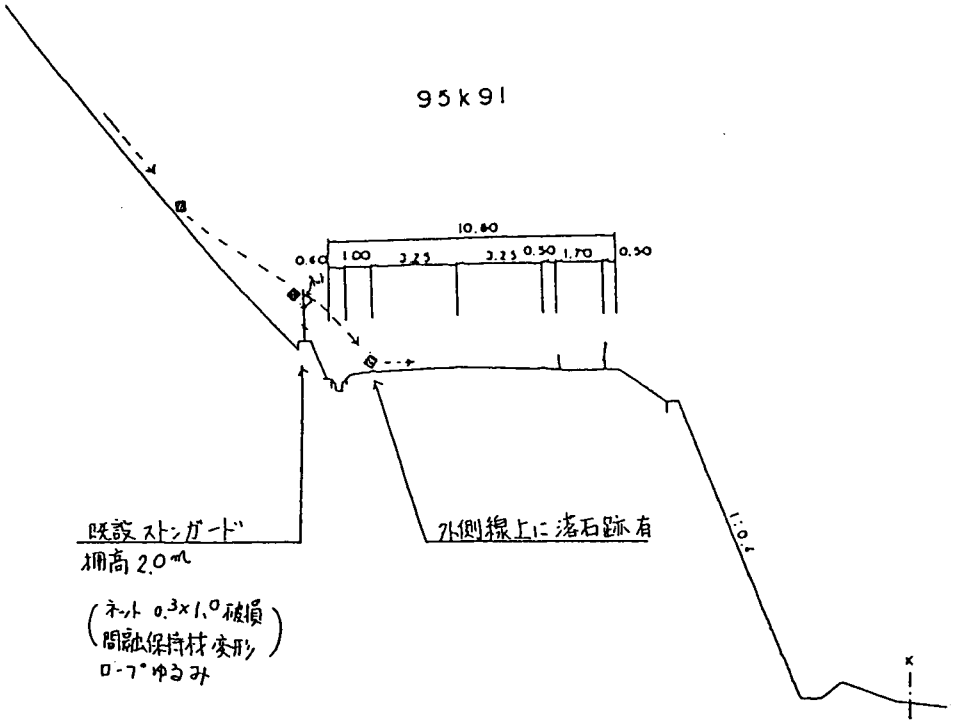
資料番号　053316

（調査地点位置図）



(落石防護工の被害状況)

横 断 図



(落石防護工の被害状況写真)

① 斜面より (谷部)



② 谷部上を見る



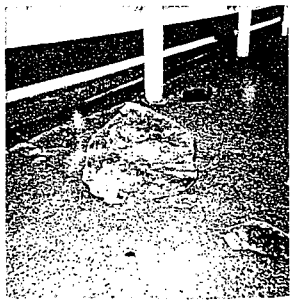
③ ストンガード損傷状況



④ 同 左

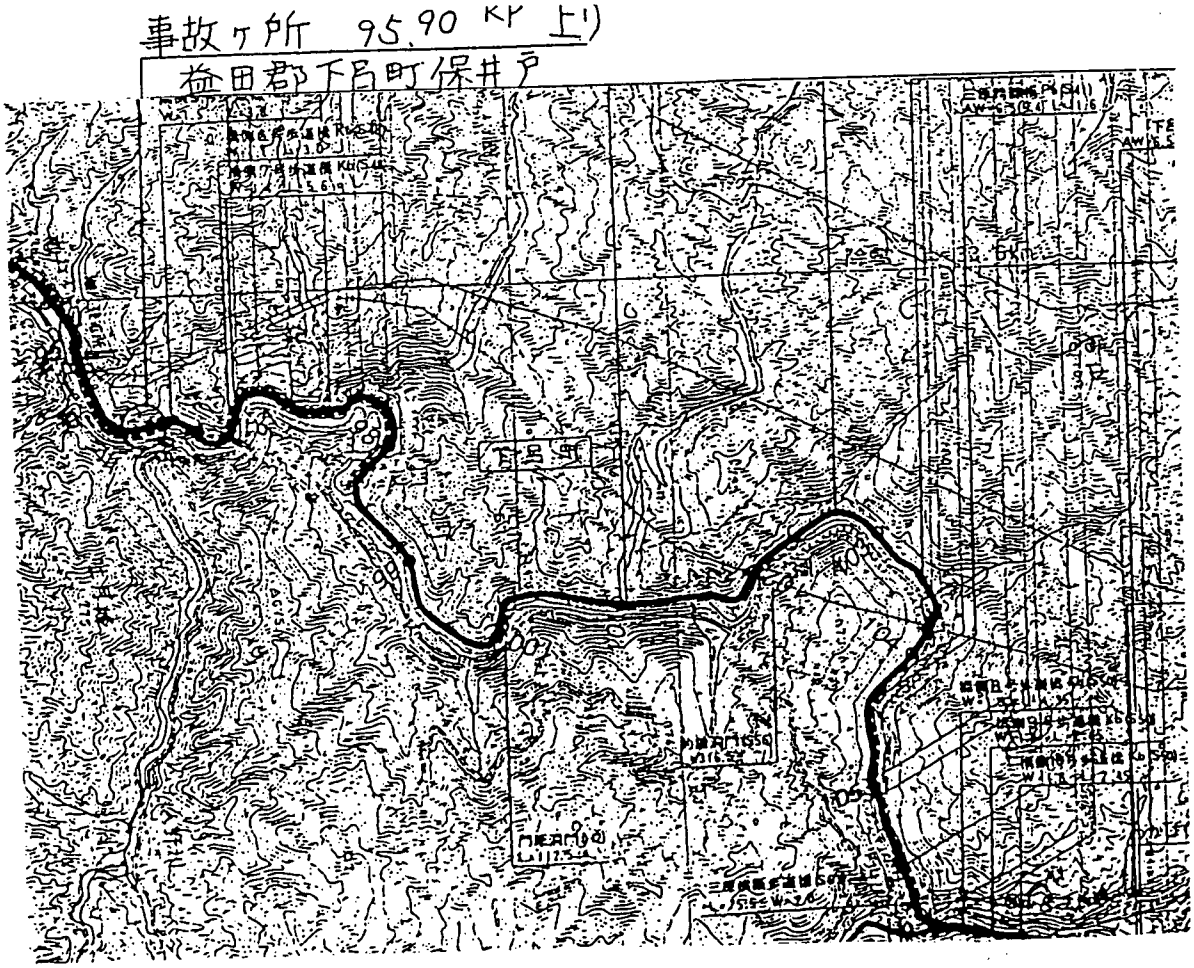


⑤ 落石 (35×45cm角) とその破片

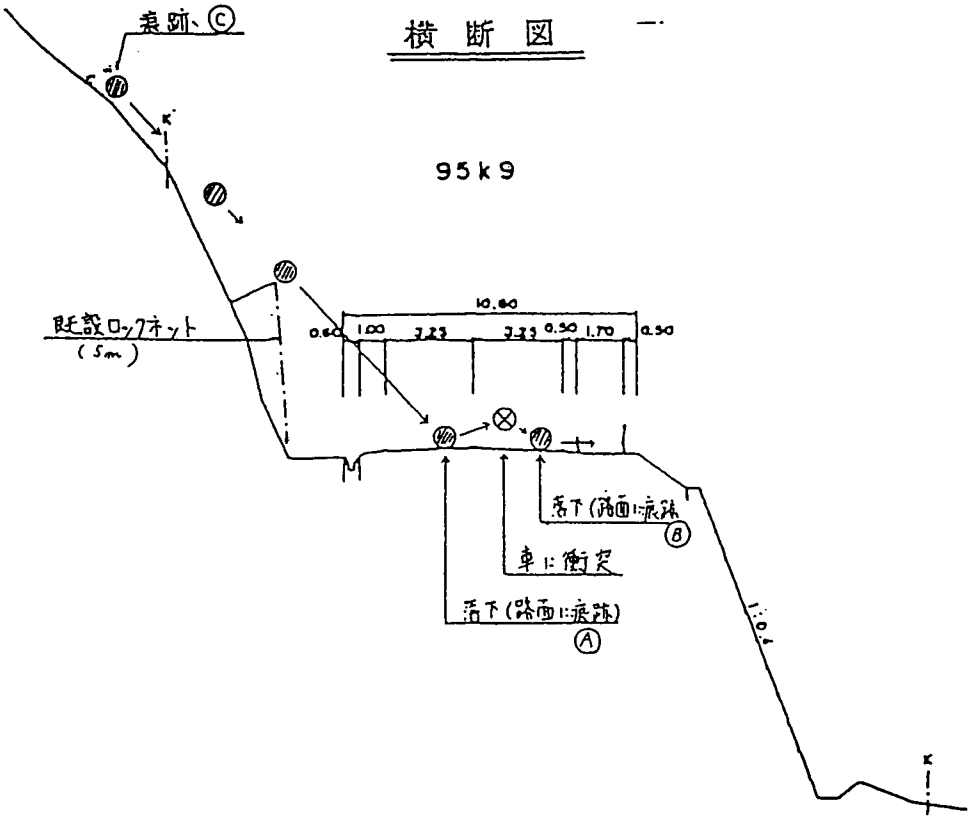


資料番号　053317

（調査地点位置図）



（落石防護工の被害状況）



（落石防護工の被害状況写真）



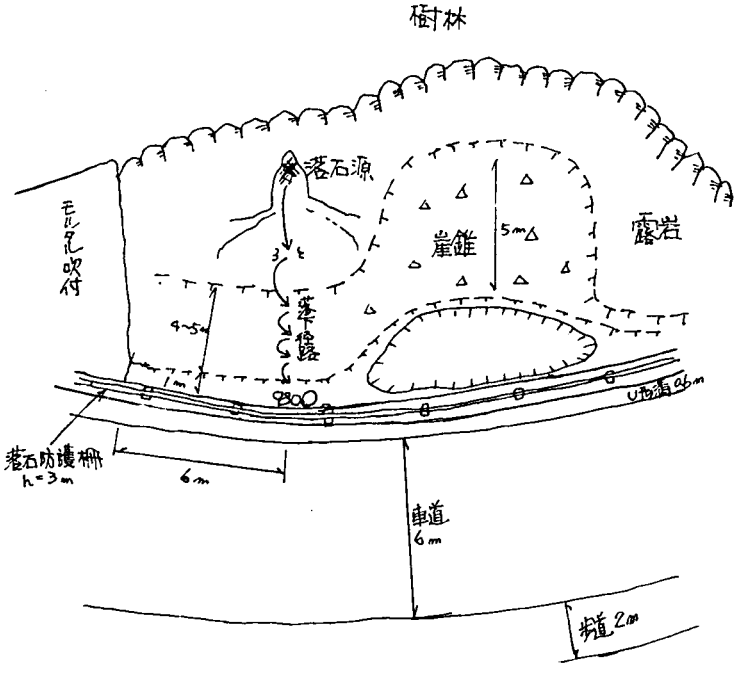
資料番号　055201

（調査地点位置図）



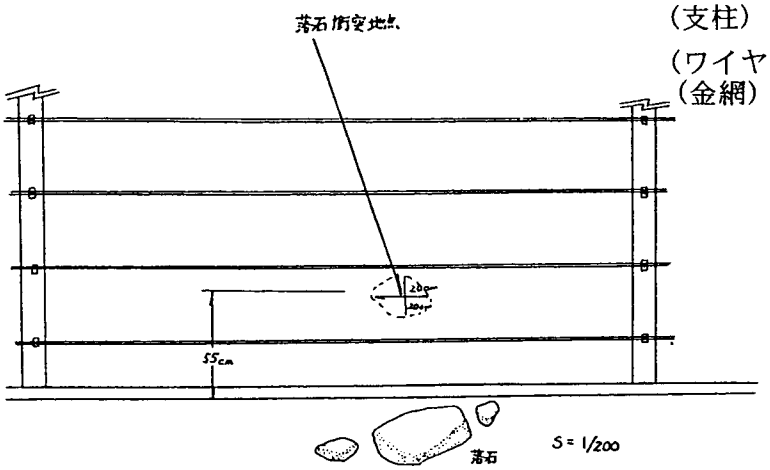
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

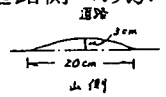
斜面は低木で覆われており、落石は低木で緩衝されながら落下したと考えられる。
ネットの変形は軽微。



（落石防護工の被害状況）

中間支柱間の金網に落石が衝突した痕跡が残っている。
金網が緩んだ状況である。
（支柱）　被害なし
（ワイヤーロープ）　被害なし
（金網）　道路側へのふくらみ





（落石防護工の被害状況写真）



①



②

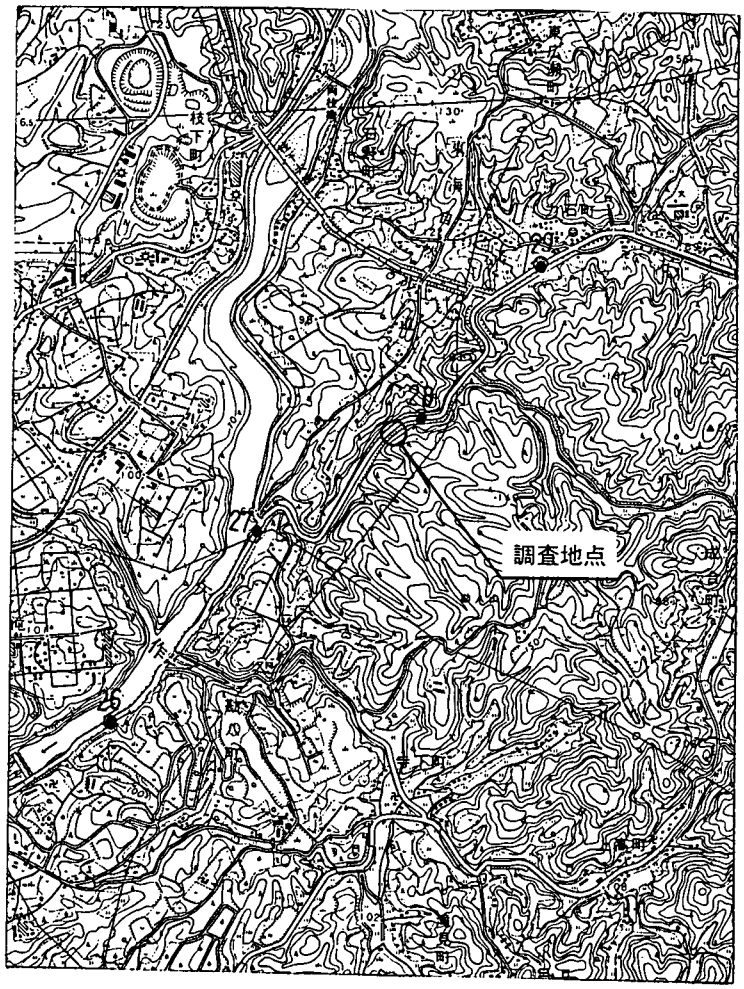


③

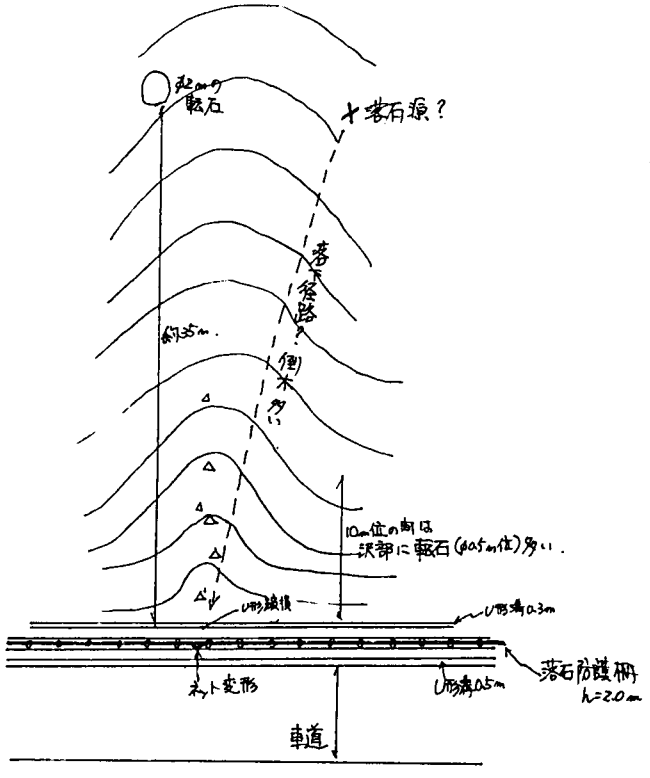
①落石衝突地点状況，金網の緩み。
②落石衝突地点状況，ワイヤーには降伏等の変状はない。
③落石源状況　花崗岩塊が抜け落ちた跡が残っている。

資料番号　055202

（調査地点位置図）

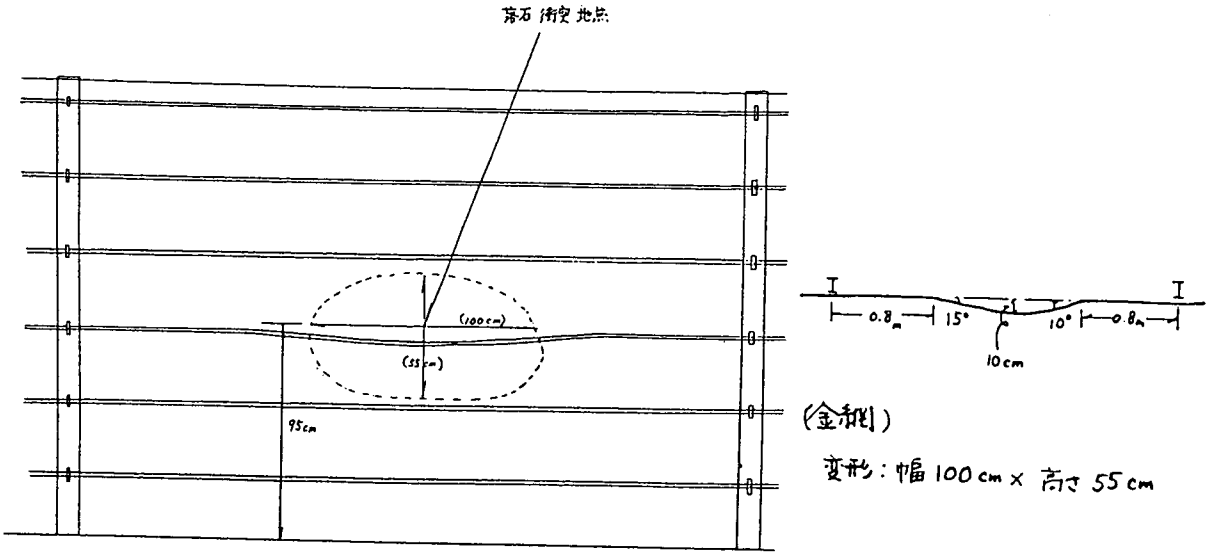


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



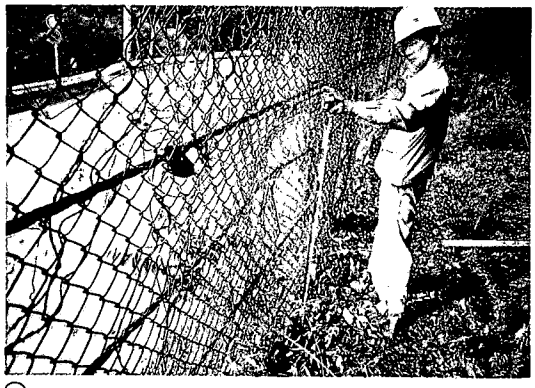
落石の跡はあるが（ネットの変形）、石は取除かれている。

（落石防護工の被害状況）



支柱と支柱との間に岩石が衝突し，ワイヤーロープと金網に変状を生じている。
落石は除去されて現地にはない。
（支柱）　被害なし　　傾斜角0°
（ワイヤーロープ）　　切断された本数：０本
降伏した本数　：０本
変形した本数　：１本

（落石防護工の被害状況写真）

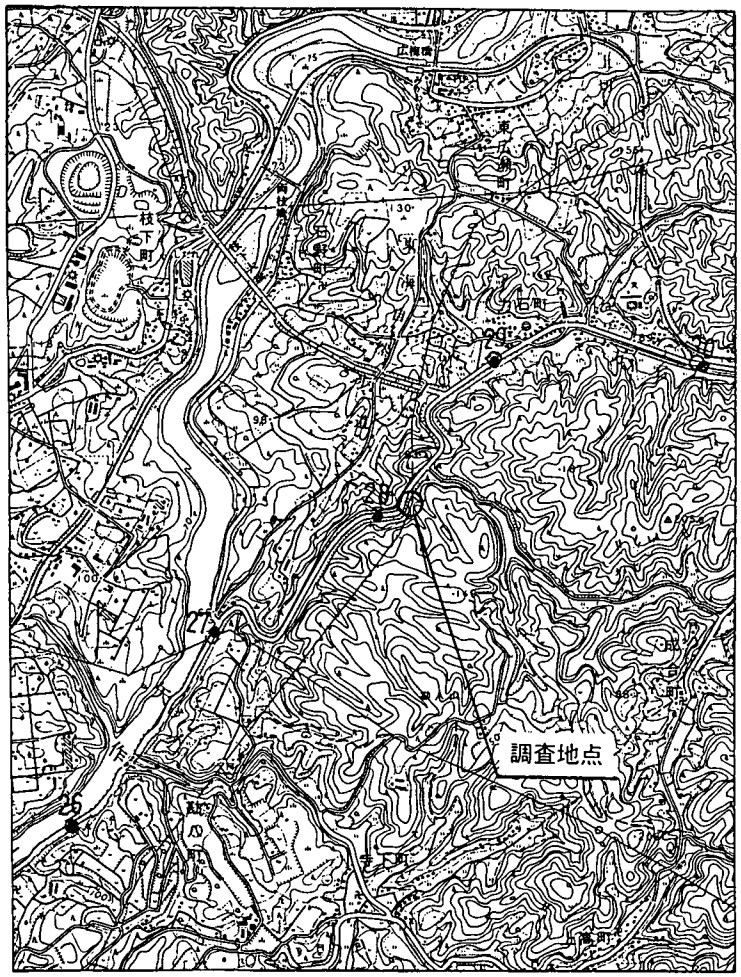

①


②

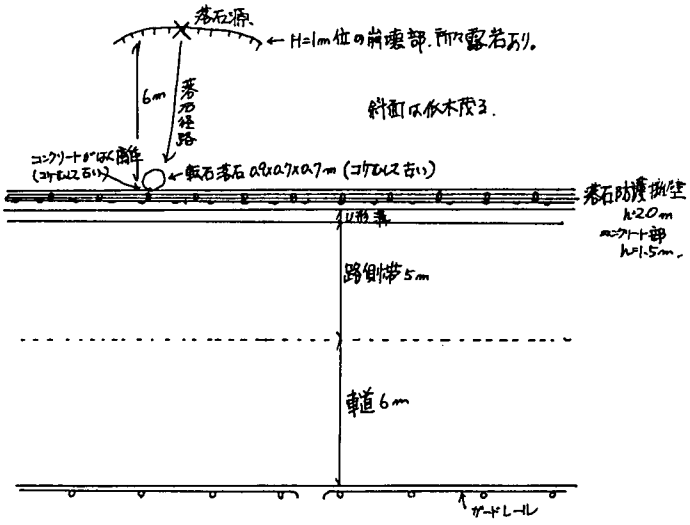
①落石防止策の変状。下から３段目のワイヤーロープが変形している。ただし，落石は除去されて，その規模は不明
②落石防護柵の裏面Ｕ字溝（落石防護柵から１，５ｍ地点）には，落石による破損が認められる。

資料番号　055203

（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

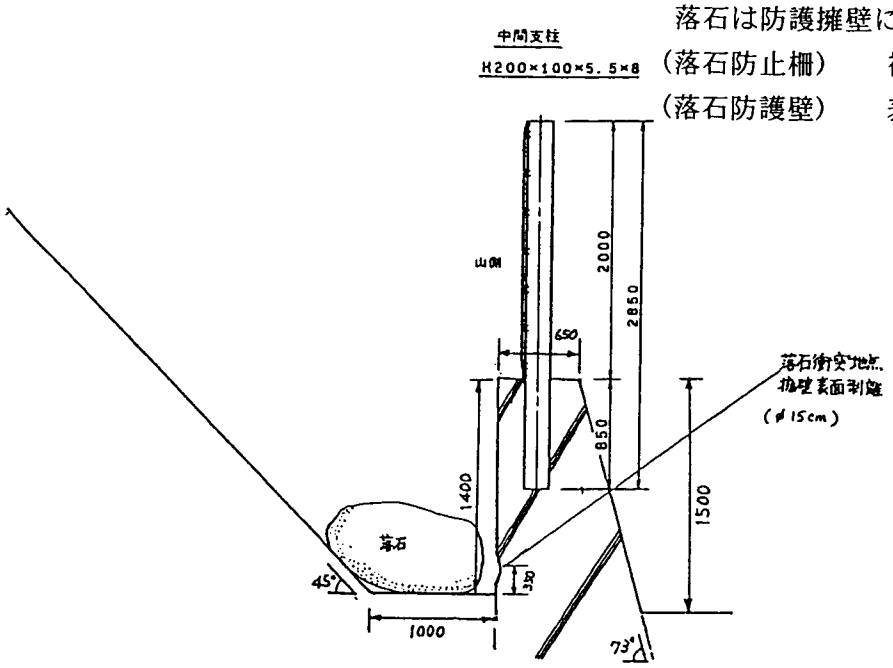


（落石防護工の被害状況）

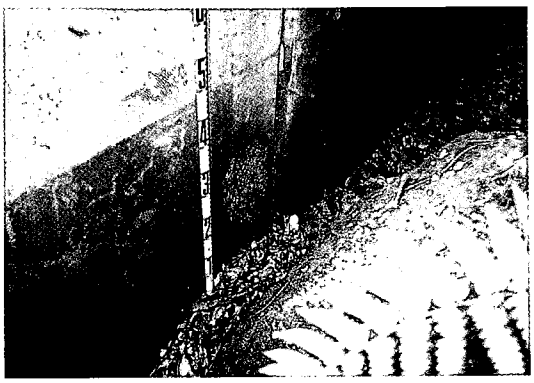
落石は防護擁壁に衝突した。損傷は軽微である。

（落石防止柵）　被害なし

（落石防護壁）　表面の剥離程度



（落石防護工の被害状況写真）



①



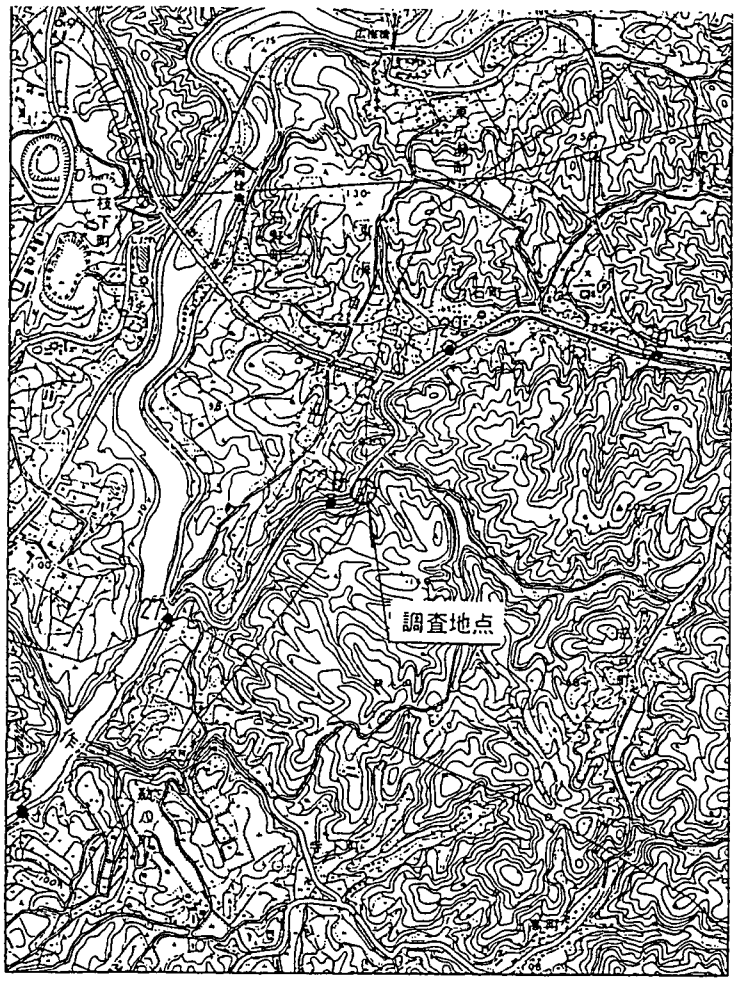
②

①落石の衝突地点状況　φ１５ｃｍの円形で擁壁表面が剥離している。

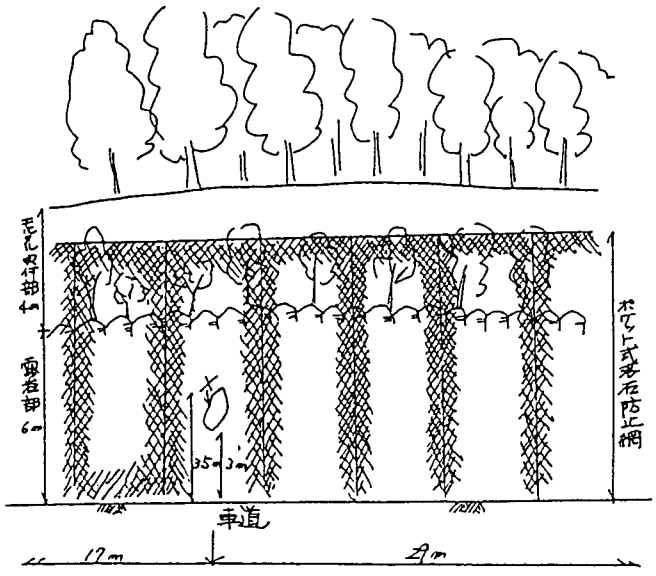
②落石源状況　弱風化花崗岩が巻き状風化部中に点在している。

資料番号　055204

（調査地点位置図）

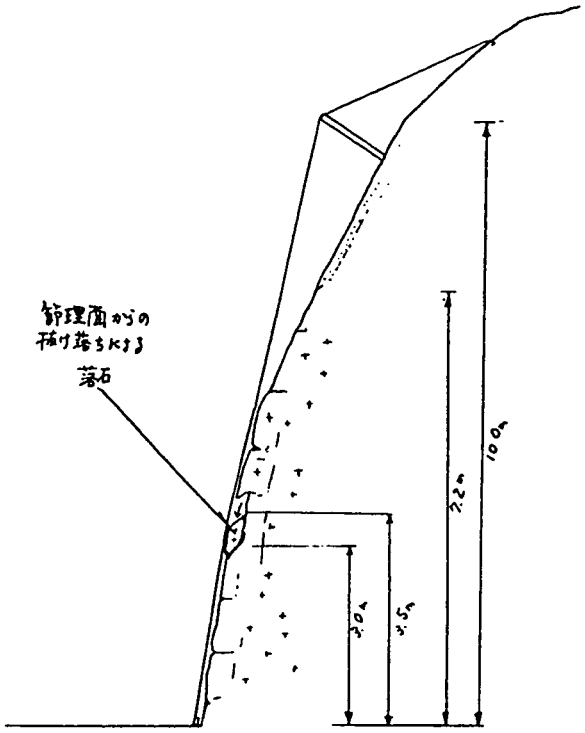


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



露岩部の花崗岩が節理面からずり落ち、ネットによって止まっている。
露岩部とモルタル部の境界は3m位の低木が植生されている。

（落石防護工の被害状況）

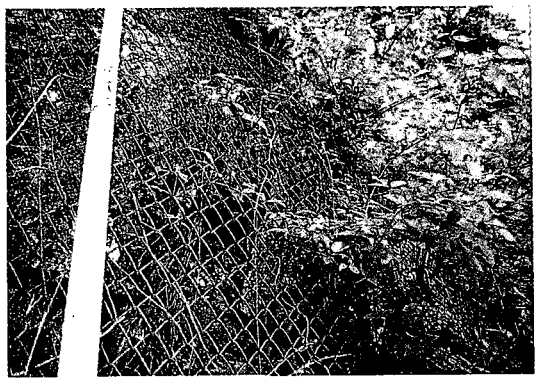


（ワイヤーロープ）
（金網）
被害なし

S＝1/100

（落石防護工の被害状況写真）

①



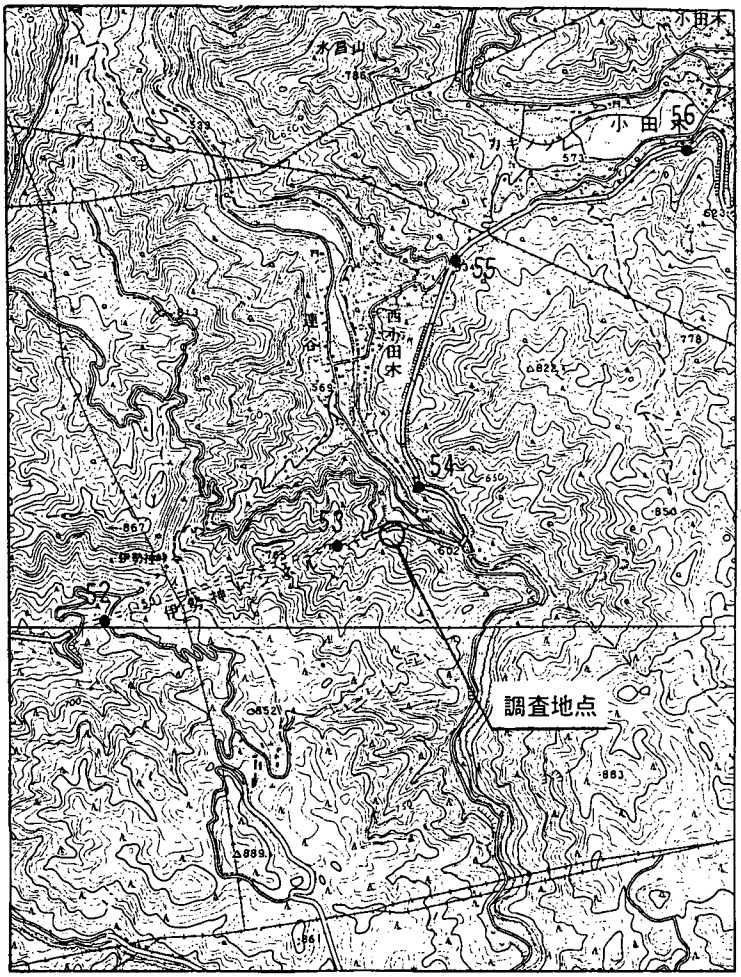
①落石状況，開口節理面から
剥落した落石が，防止網で
完全にとどまっている。被害なし
②のり面状況



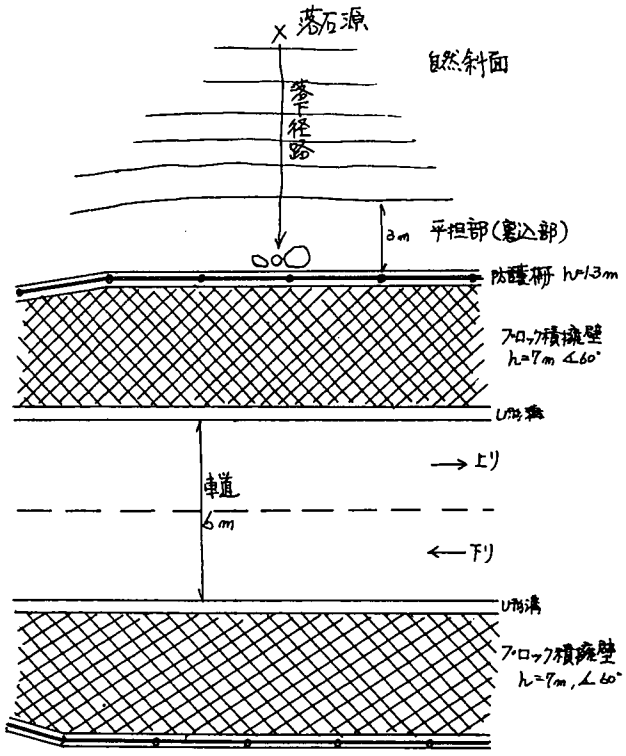
②

資料番号　055205

（調査地点位置図）

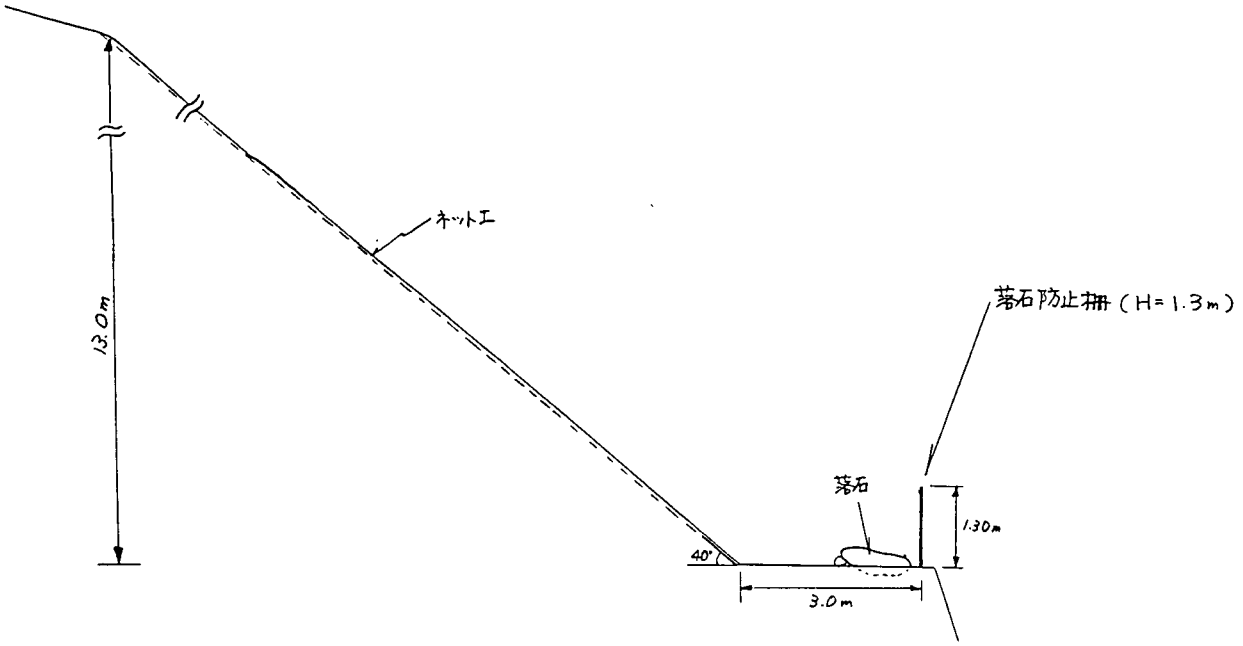


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



転石はコケむしており、古い。擁壁建設後、あまり時間の経ってない間に崩壊・落下したものと考えられる。

（落石防護工の被害状況）



（落石防護工の被害状況写真）



①



②



③

① 落石防止柵状況（無被害）

② 落石状況　（最大寸法：1.0m×0.5m×0.5m，625kg）
昔の状況が 落石防止柵裏側の状況と同じであることから、落石は防止柵設置以降のものと推定される。

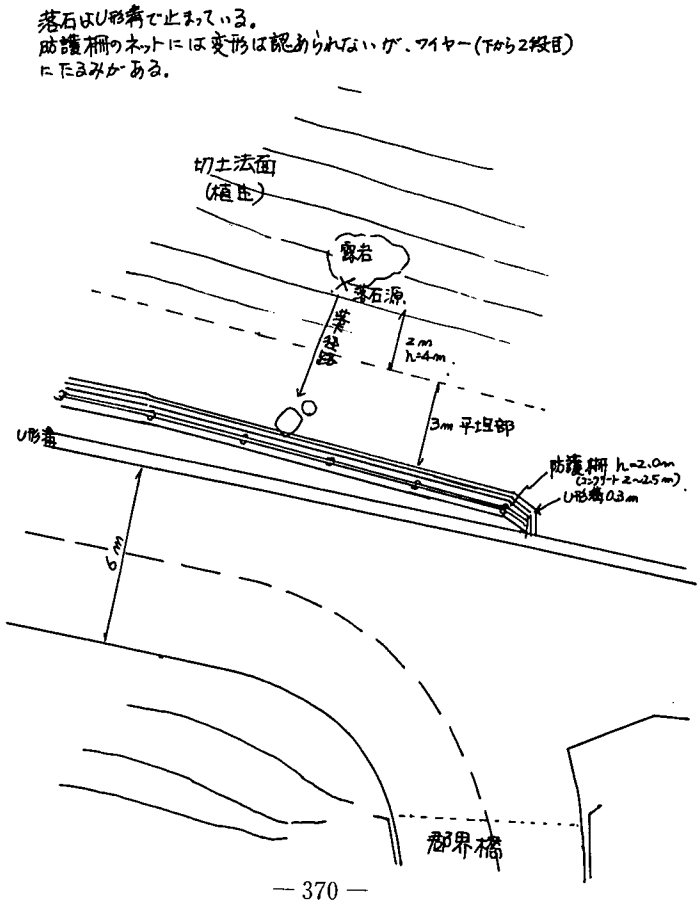
③ 落石源状況

資料番号　055206

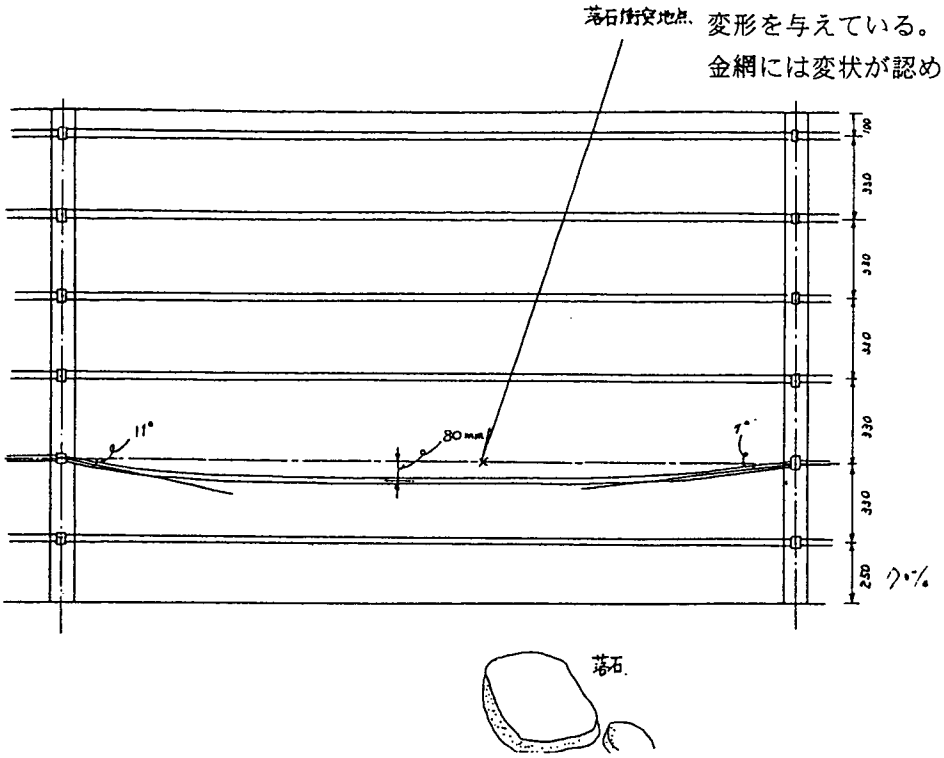
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



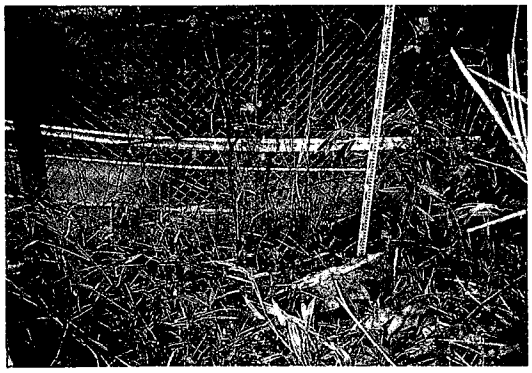
支柱と支柱との間に落石が衝突し，ワイヤーロープに変形を与えている。
金網には変状が認められないが，その原因は不明である。



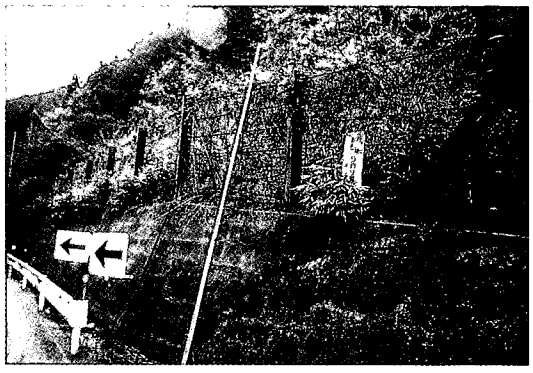
（支柱）　被害なし　　傾斜角0°
（ワイヤーロープ）
　切断された本数：０本
　降伏した本数　：０本
　変形した本数　：１本
　（上から５本目）
　詳細は左図参照

（金網）　　変形なし

（落石防護工の被害状況写真）



①



②

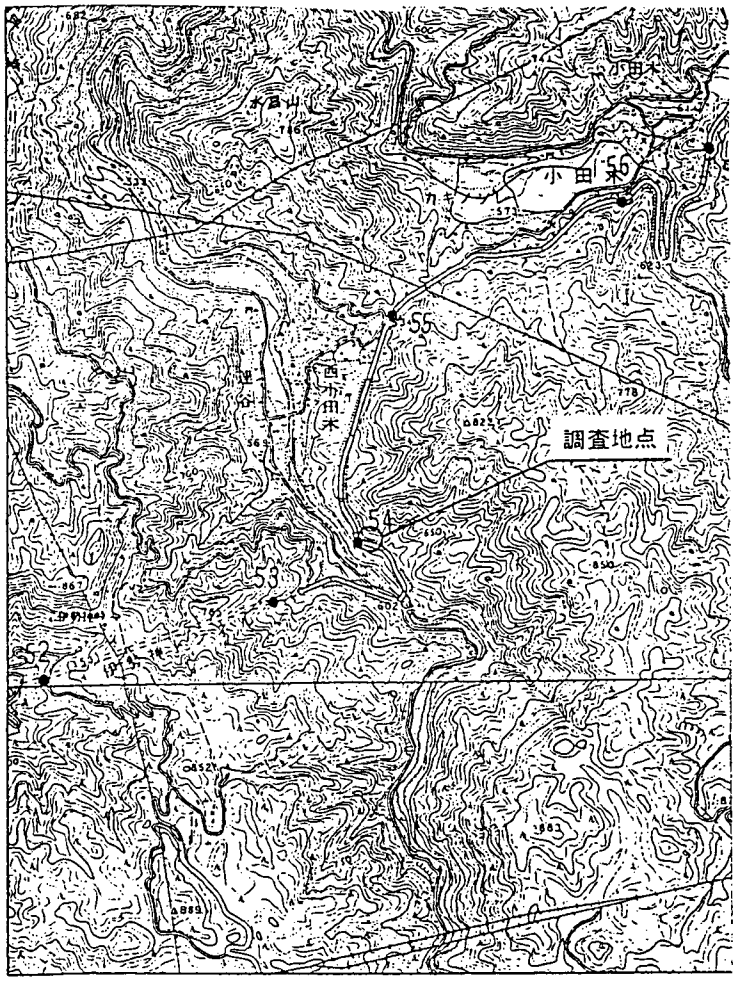


③

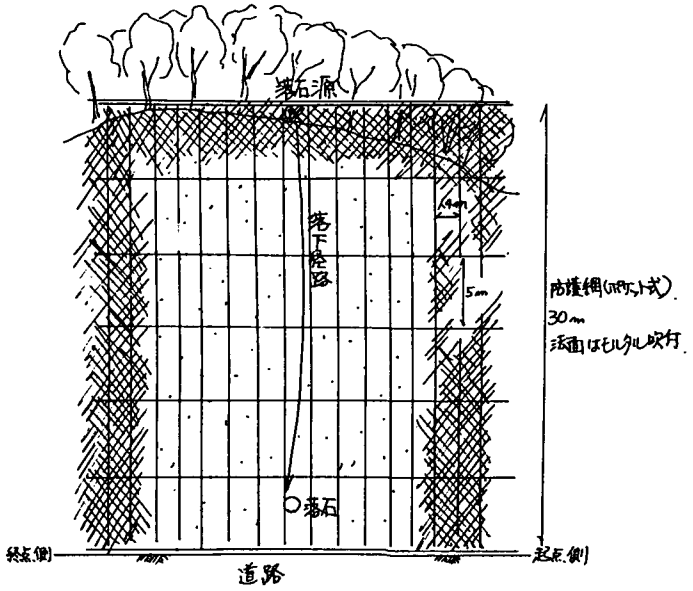
①落石防護柵　ワイヤーロープの変形と落石位置状況
②路面からの落石防護柵状況
③落石

資料番号　055207

（調査地点位置図）

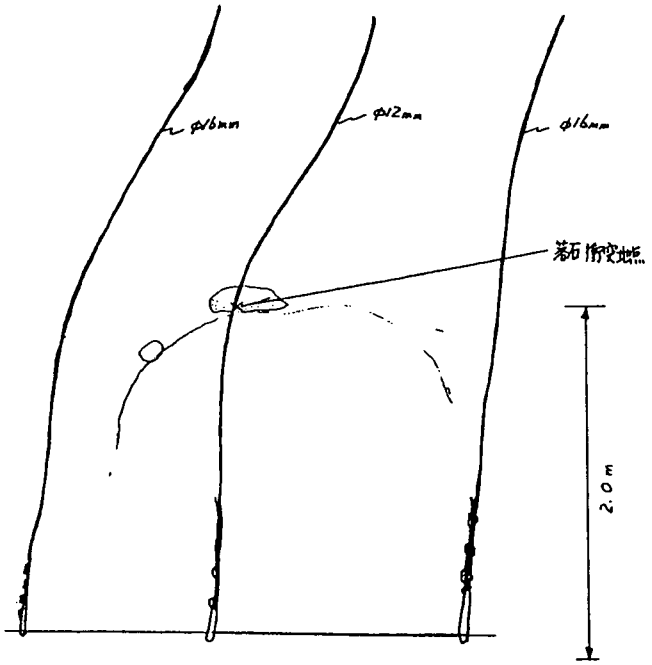


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

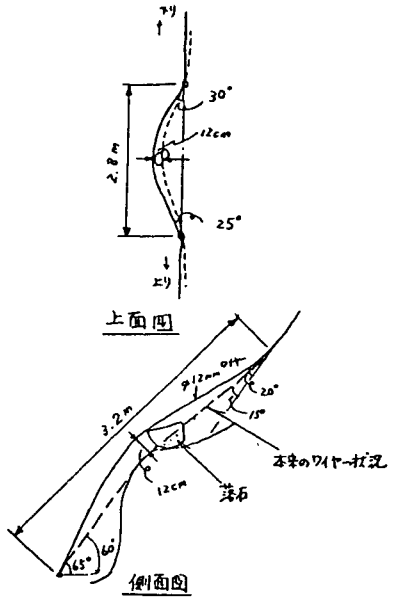


モルタル吹付面に落石源が認められないことから、
上部自然斜面からの落石と考えられる。

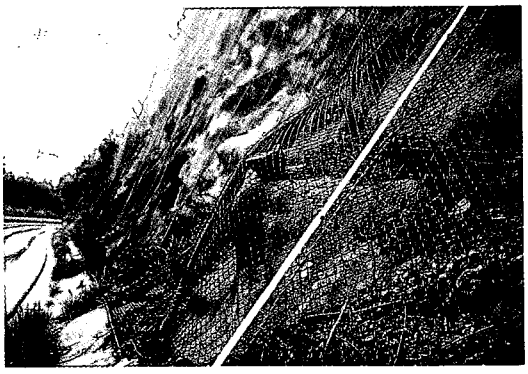
（落石防護工の被害状況）



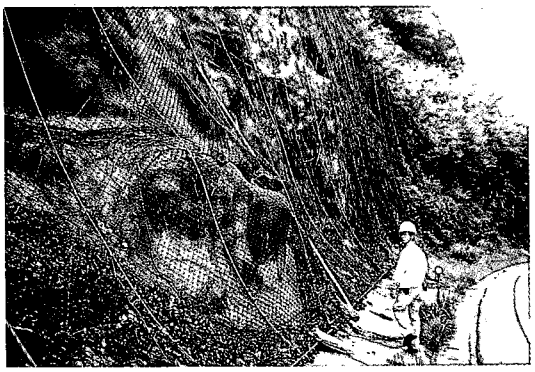
のり面上部の自然斜面からの落石で
ワイヤーロープと金網が変形している。



（落石防護工の被害状況写真）



①



②

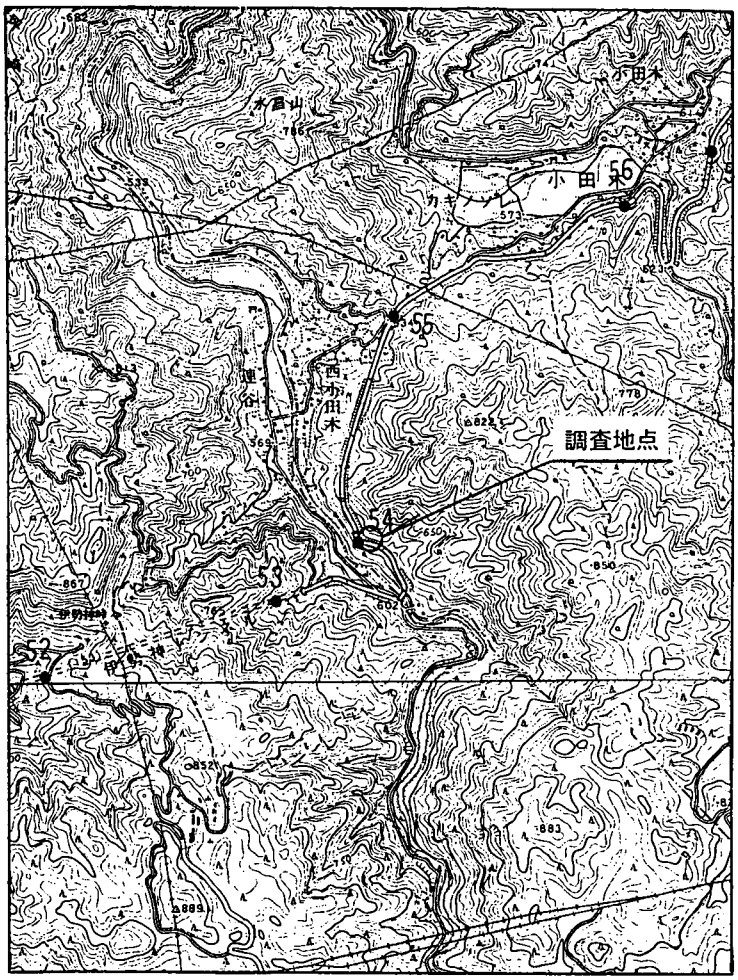


③

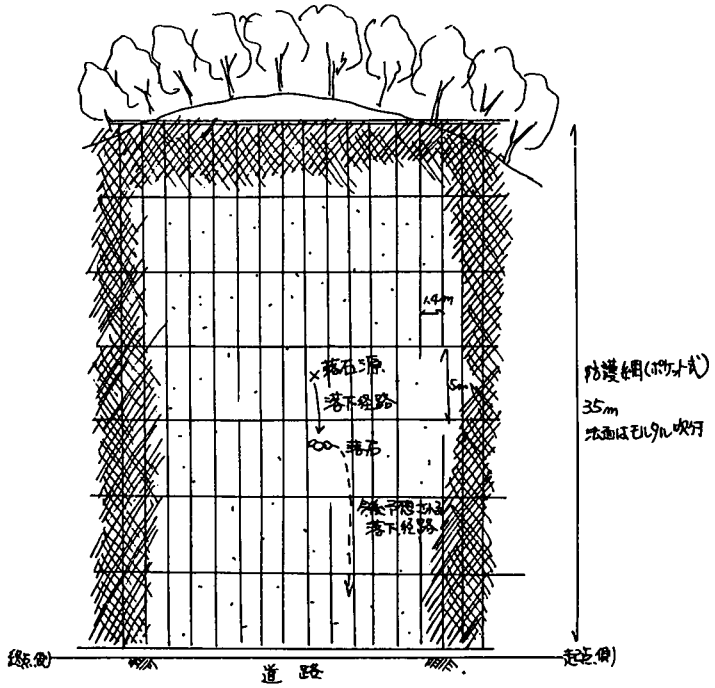
①落石によるワイヤーロープと金網の変形
②同上
③のり面全景，落石の直上には落石源となり得る
コンクリート吹付工の破損が認められない。落石は，
さらに上部の自然斜面からもたらされたと推定される。

資料番号　055208

（調査地点位置図）

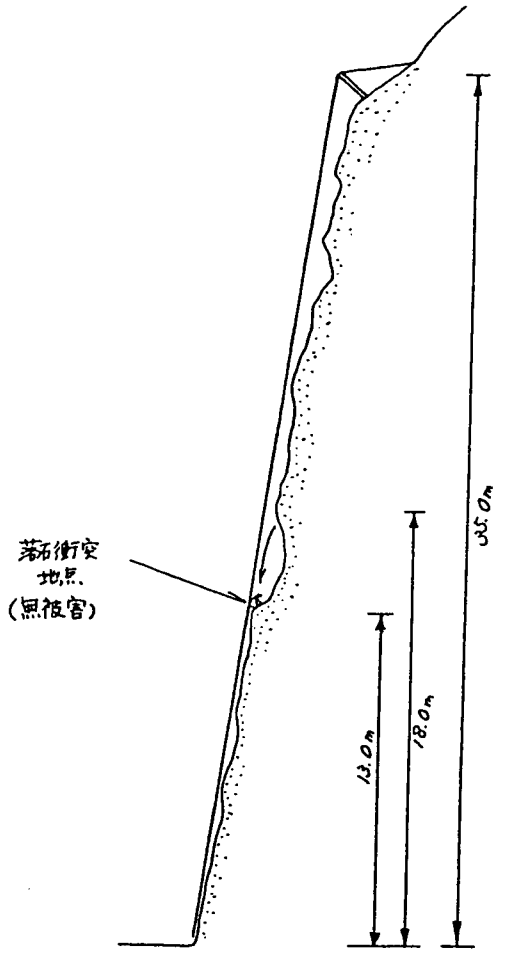


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

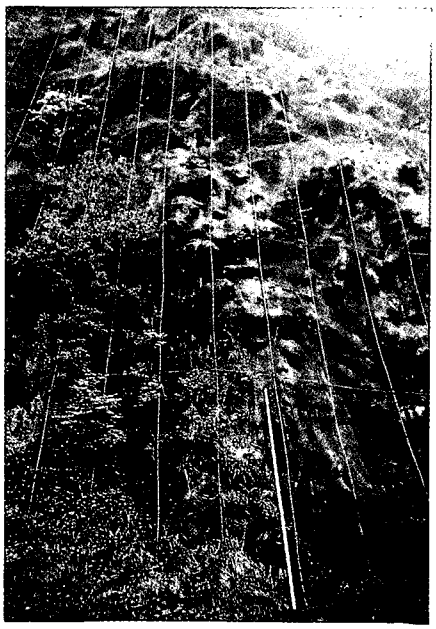


モルタル吹き離部から max φ0.3m 位の落石。ネットと法面凸部にはさまれて止まっているが、さらに落下する危険がある。

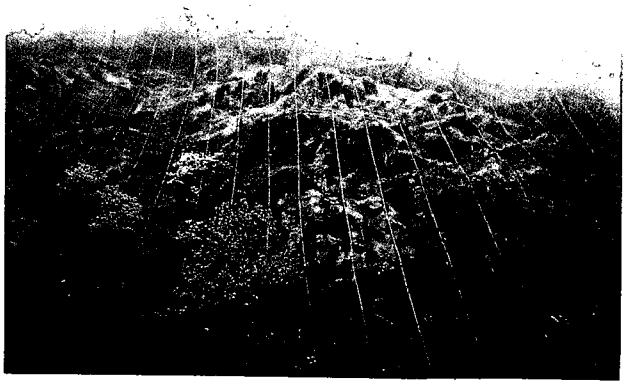
(落石防護工の被害状況)



(落石防護工の被害状況写真)



①

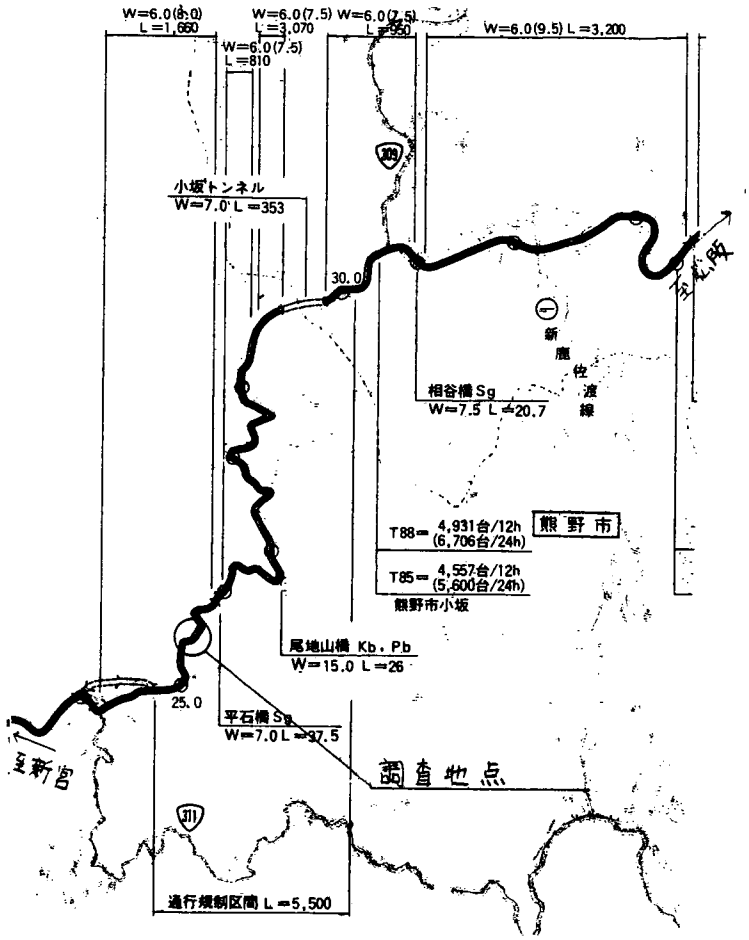


②

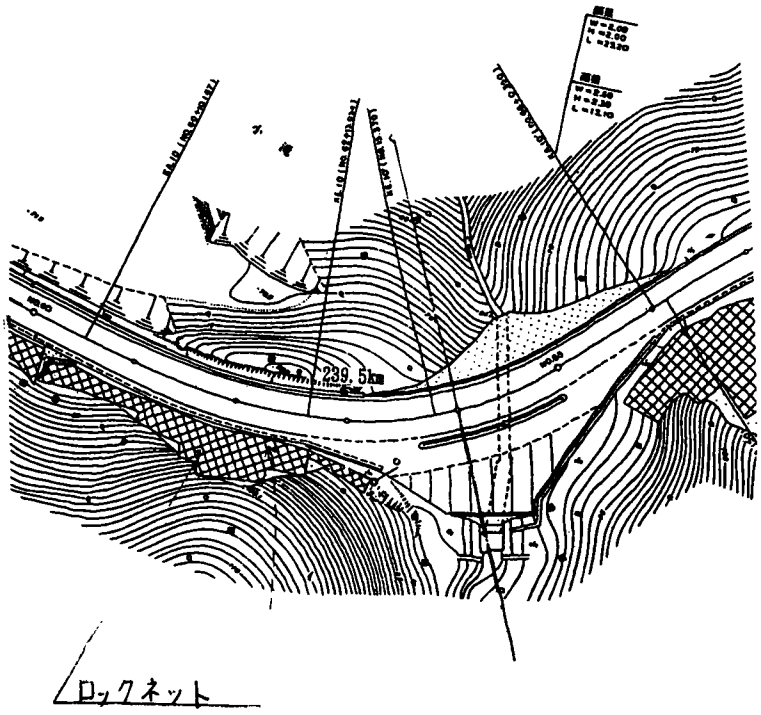
①コンクリート吹付工剥離にともなう落石状況と
道路面との関係
②落石防止網と落石との状況　(無被害)

資料番号　056401

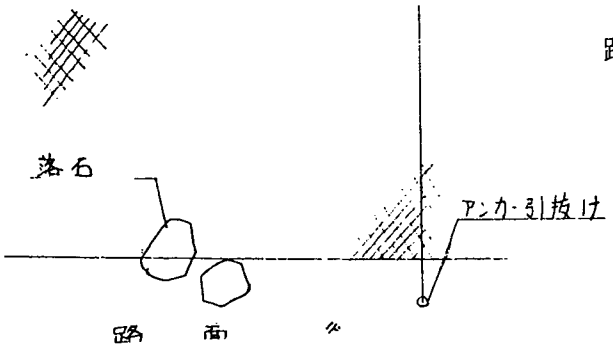
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の被害状況）



ロックネットに落石が衝突し，石はネット内より路肩に落下した。

（裾止めアンカー）　引き抜け　Ｎ＝１本

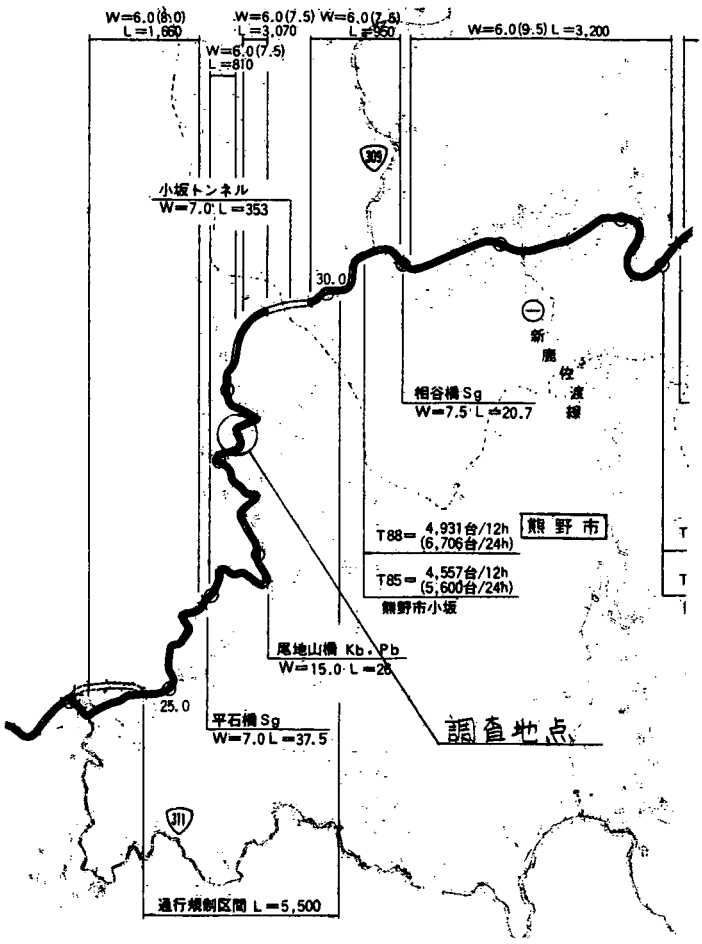
（落石防護工の被害状況写真）



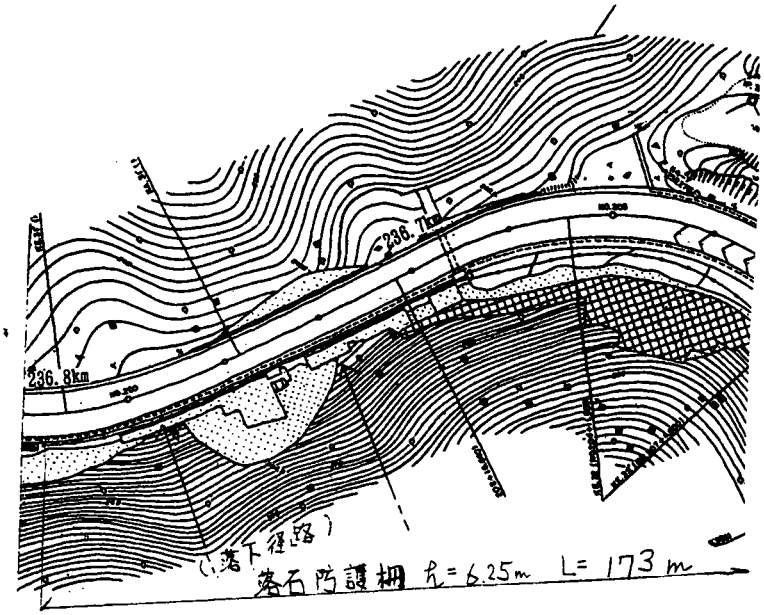


資料番号　056402

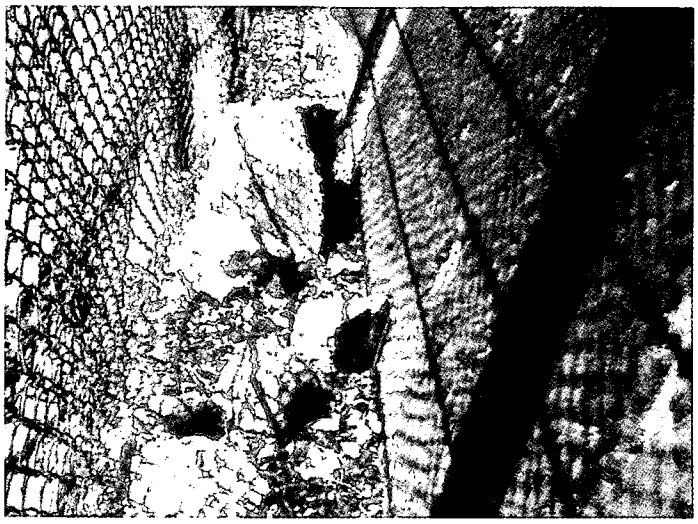
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



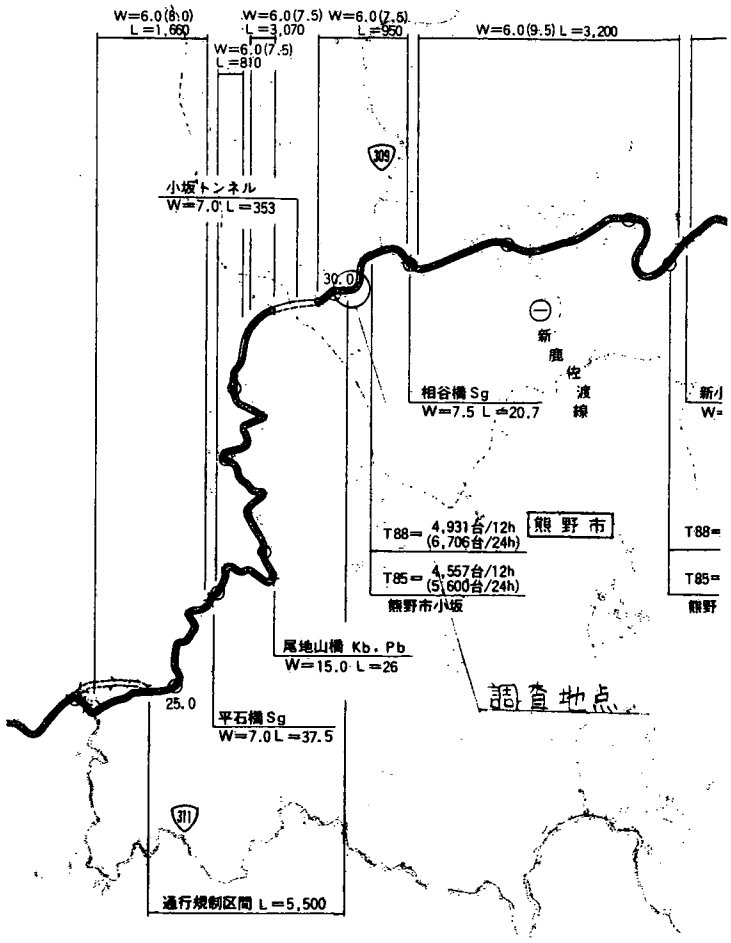
（落石防護工の被害状況写真）



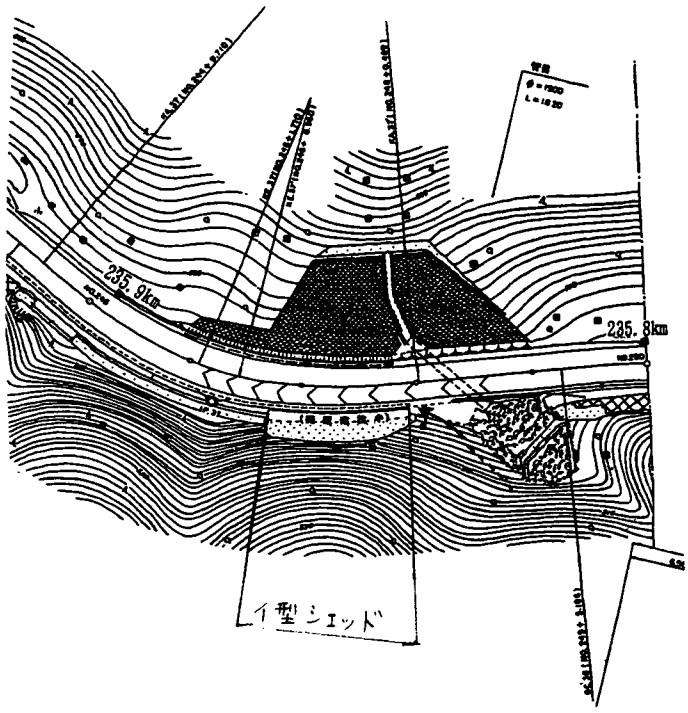


資料番号　056403

（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

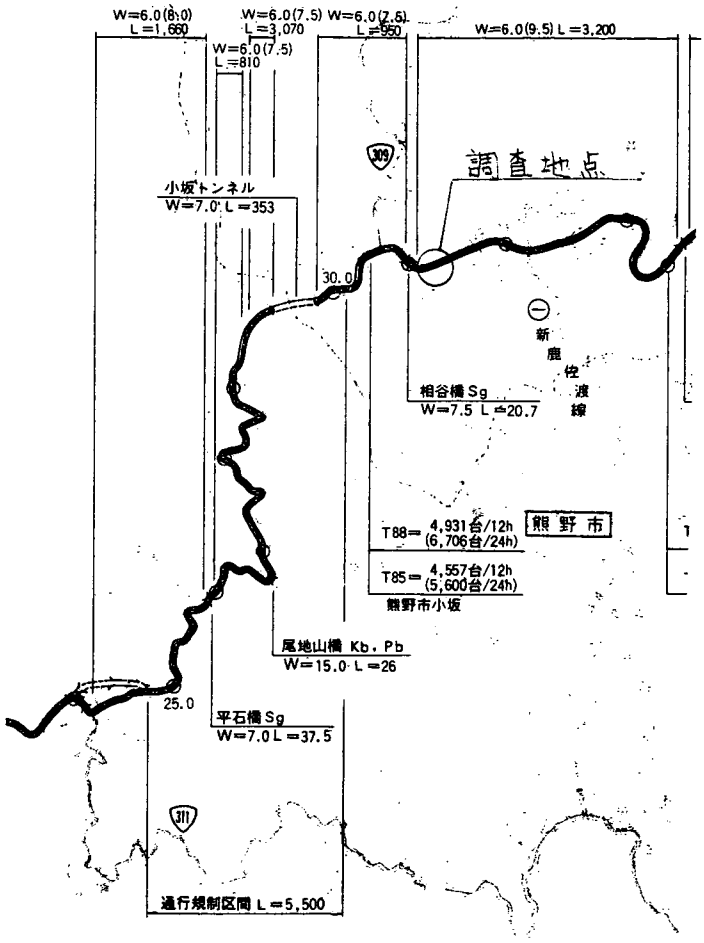


（落石防護工の被害状況写真）

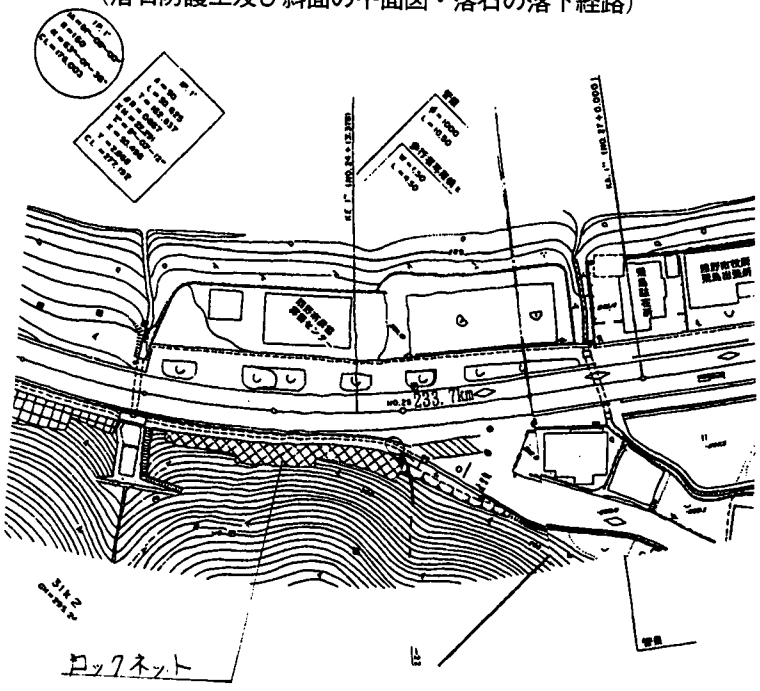


資料番号　056404

(調査地点位置図)



(落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路)

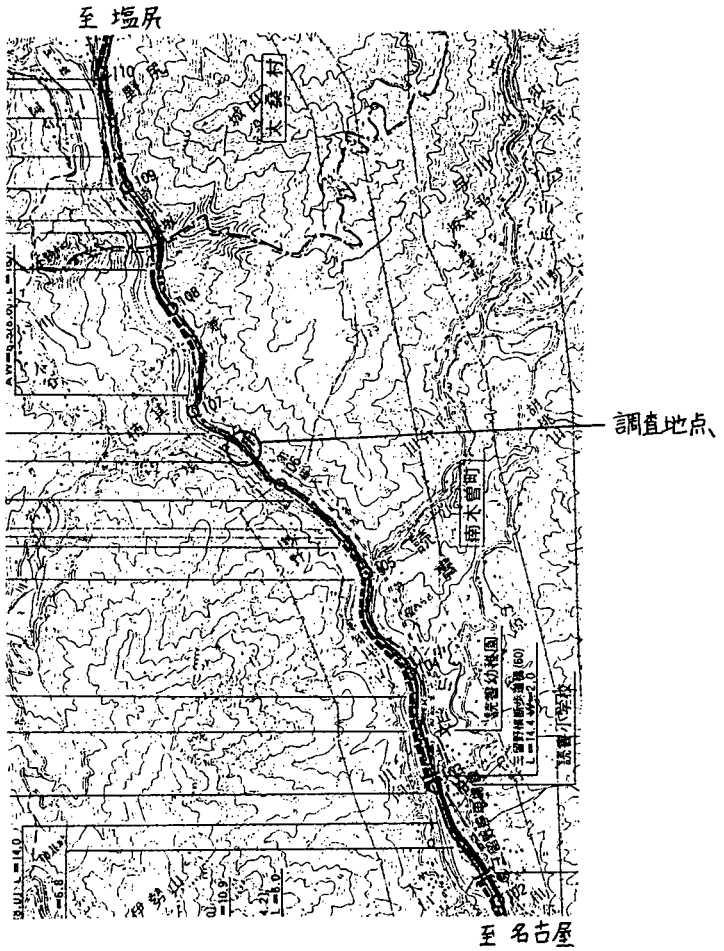


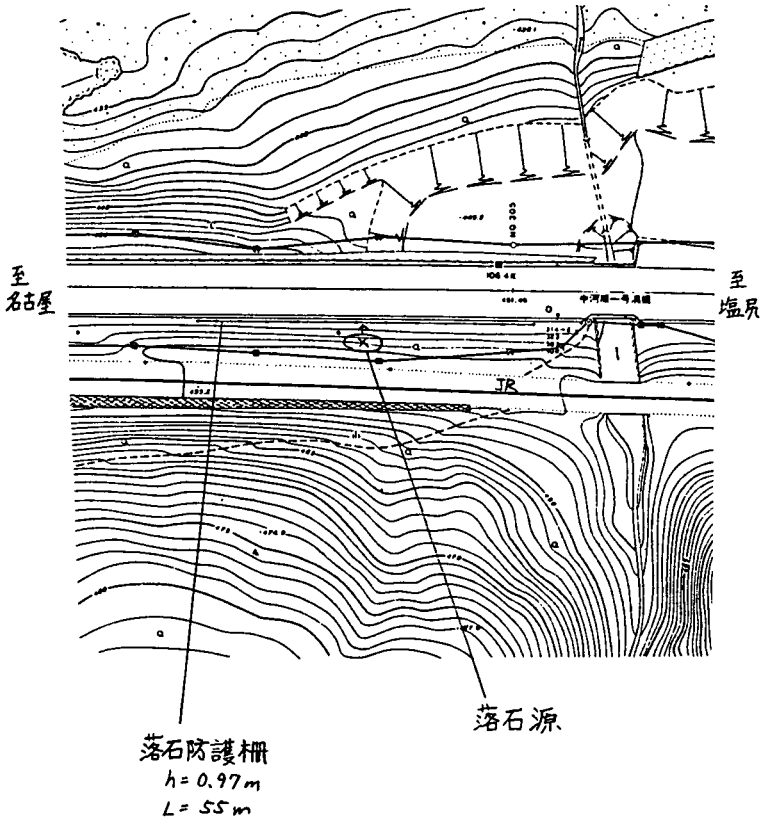
（落石防護工の被害状況写真）



資料番号　057101

（調査地点位置図）

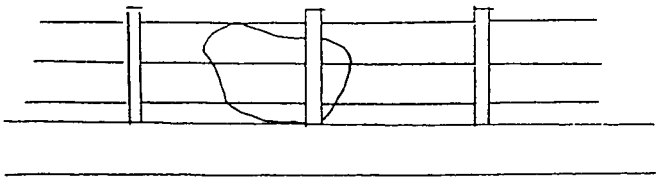




（落石防護工の被害状況）

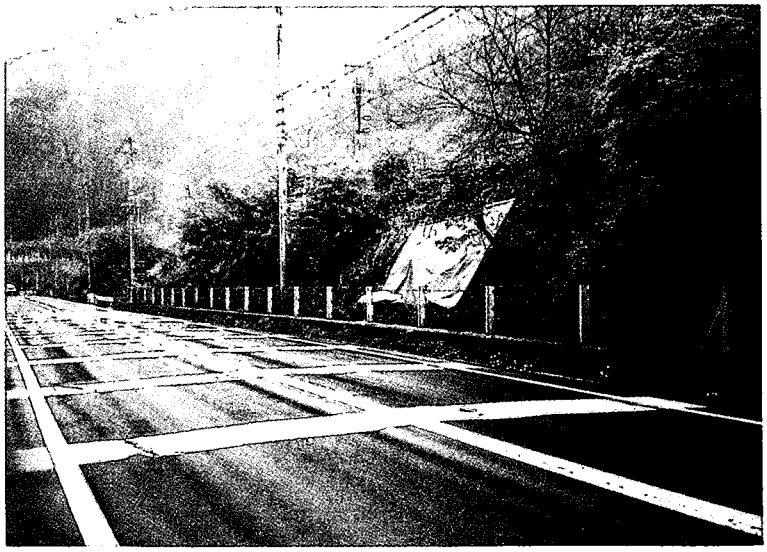
支柱と支柱の間に落石が衝突した。

（支柱）　　被害なし
（ワイヤーロープ）　被害なし
（金網）　　被害なし



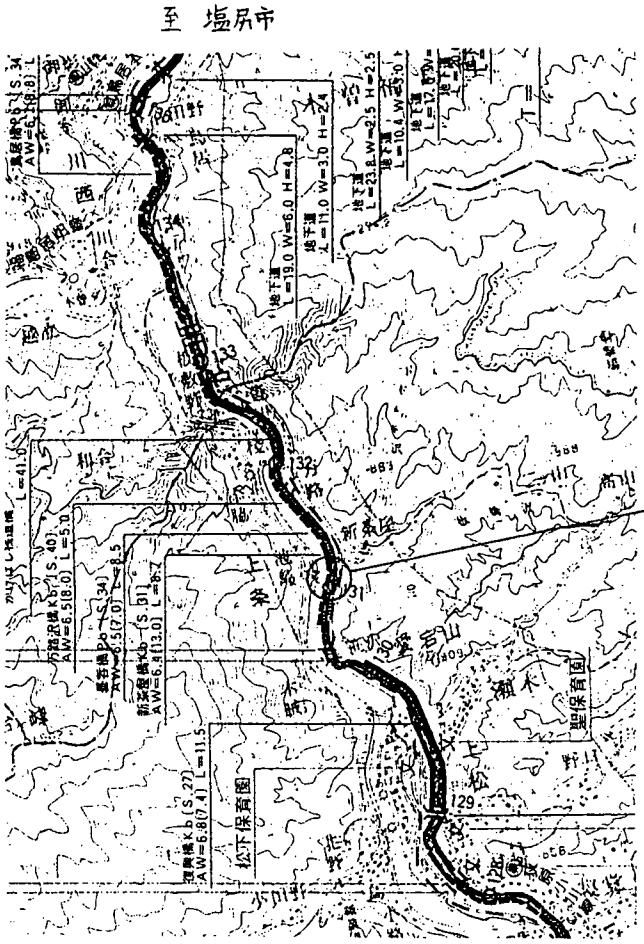
（落石防護工の被害状況写真）



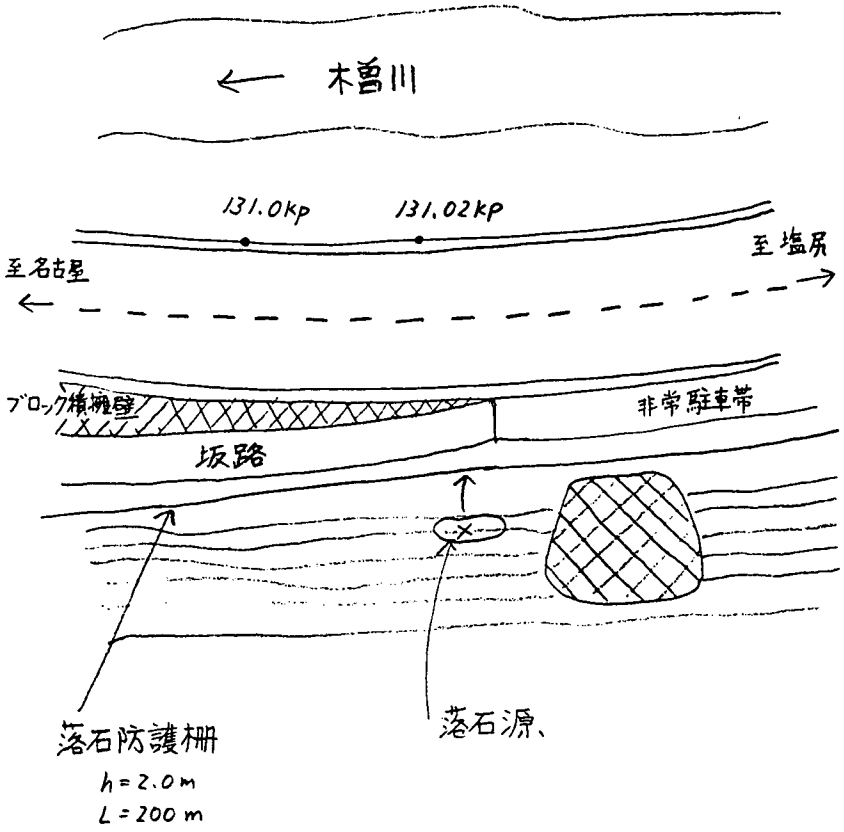


資料番号　057102

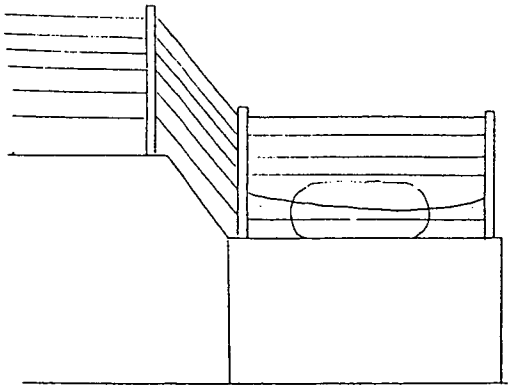
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の



（落石防護工の被害状況）

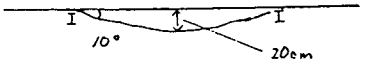


支柱と支柱の間に落石が衝突し，ワイヤーロープが変形し，石は止まった。

（支柱）　被害なし

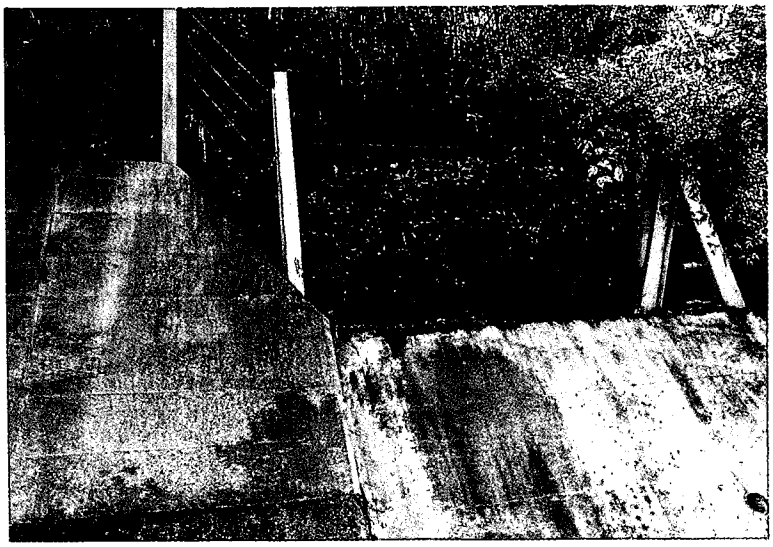
（ワイヤーロープ）　変形した本数：１本

（金網）　破網なし



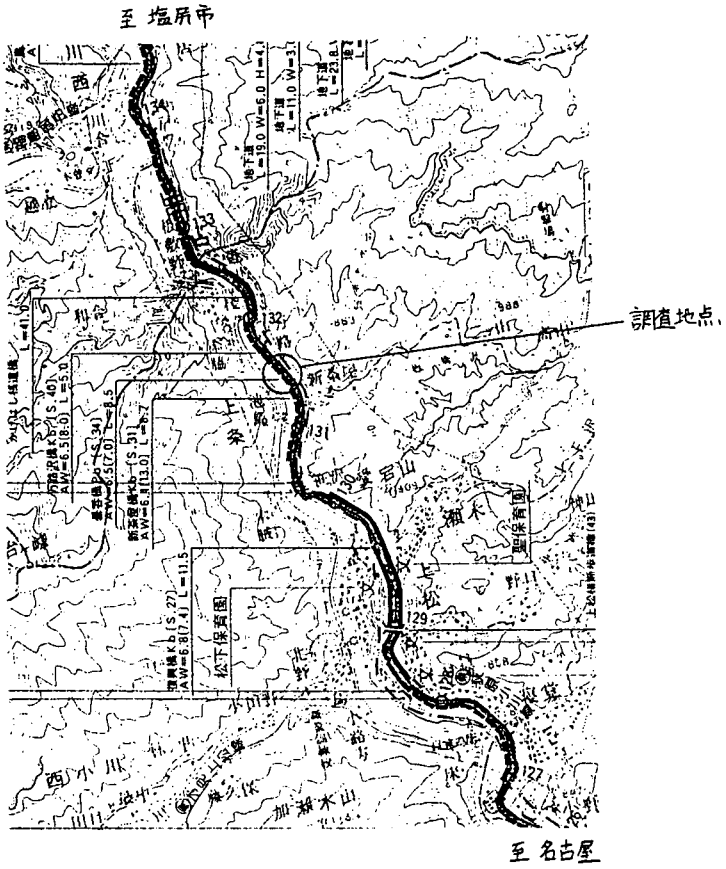
（落石防護工の被害状況写真）



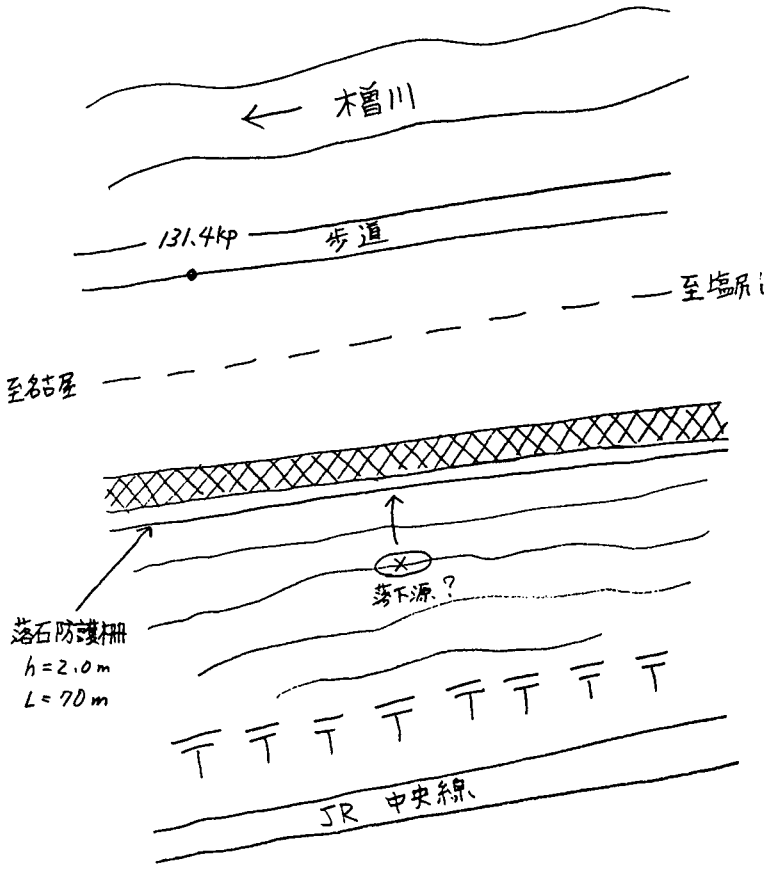


資料番号　057103

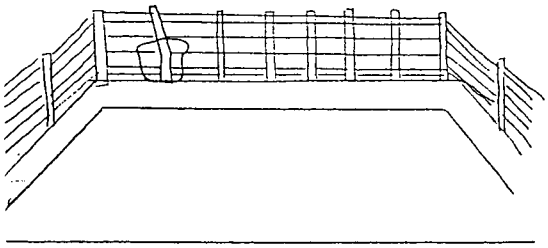
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

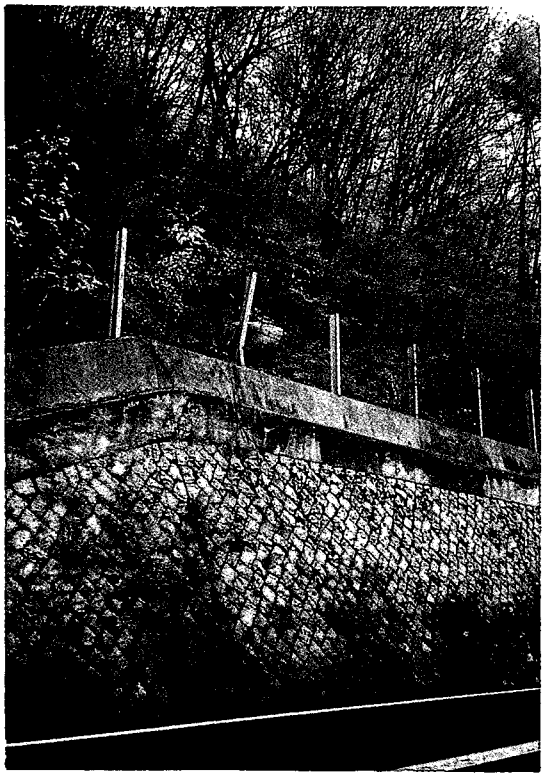


（落石防護工の被害状況）



支柱に落石が衝突し，支柱が変形した。
（支柱）　変形した本数：　1 本　傾斜角5
（ワイヤーロープ）　被害なし
（金網）　被害なし

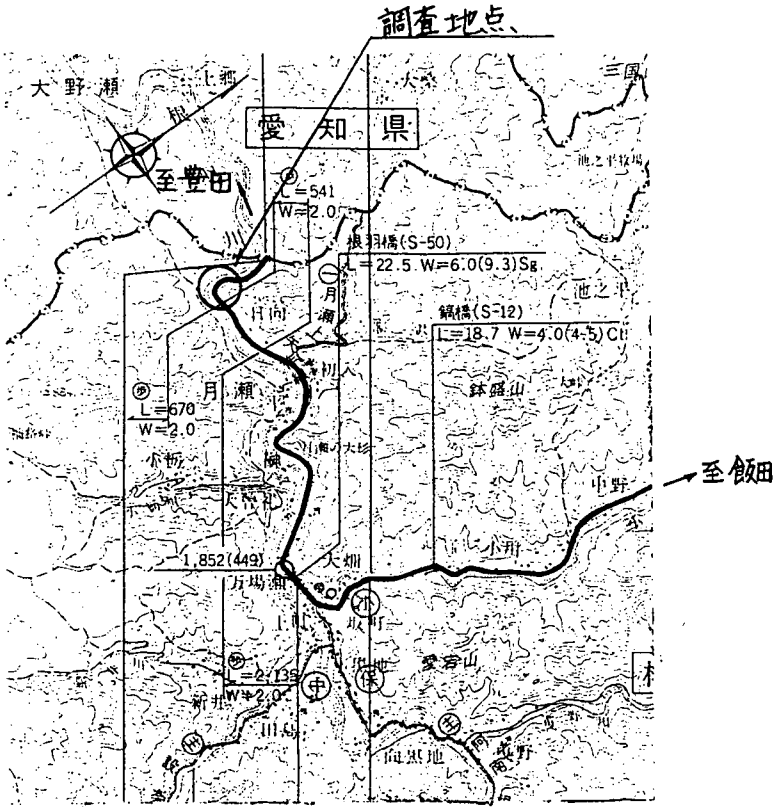
（落石防護工の被害状況写真）



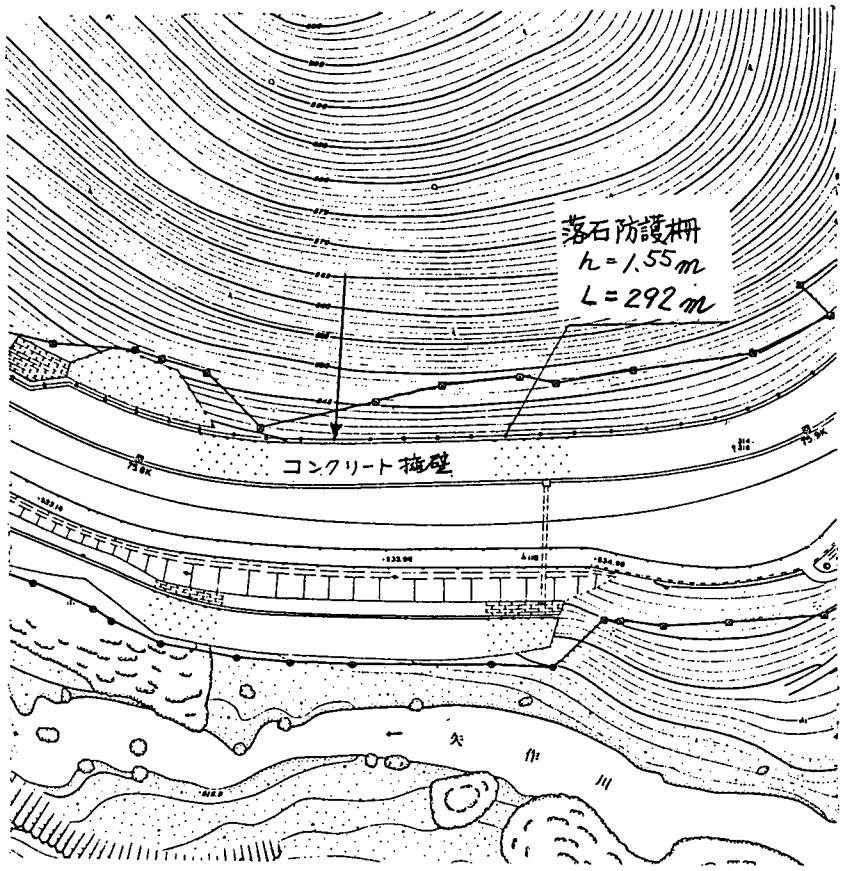


資料番号　057104

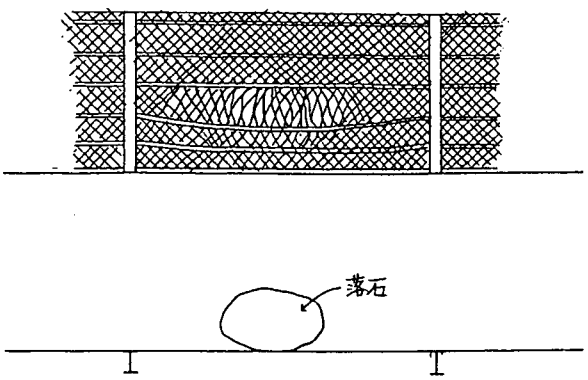
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の被害状況）



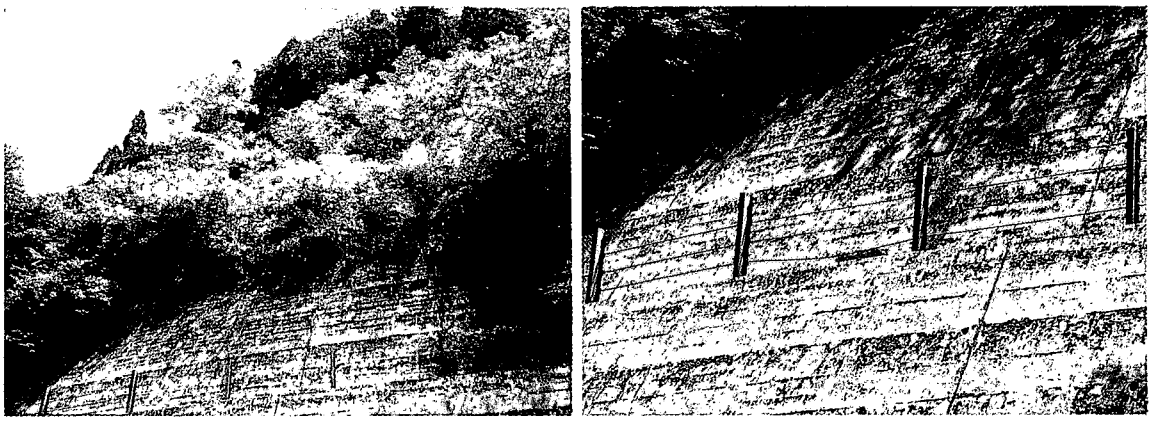
支柱と支柱の間に落石が衝突し，ワイヤーロープと金網にて止まった。

（支柱）　被害なし

（ワイヤーロープ）　２本変形

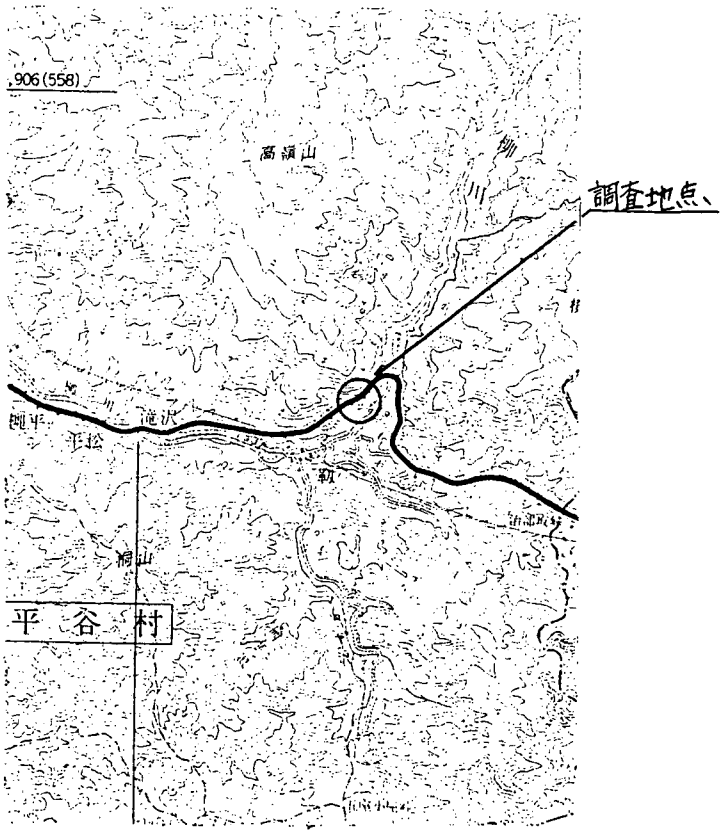
（金網）　高さ５０ｃｍ×幅１５０ｃｍ程度伸びる。

（落石防護工の被害状況写真）

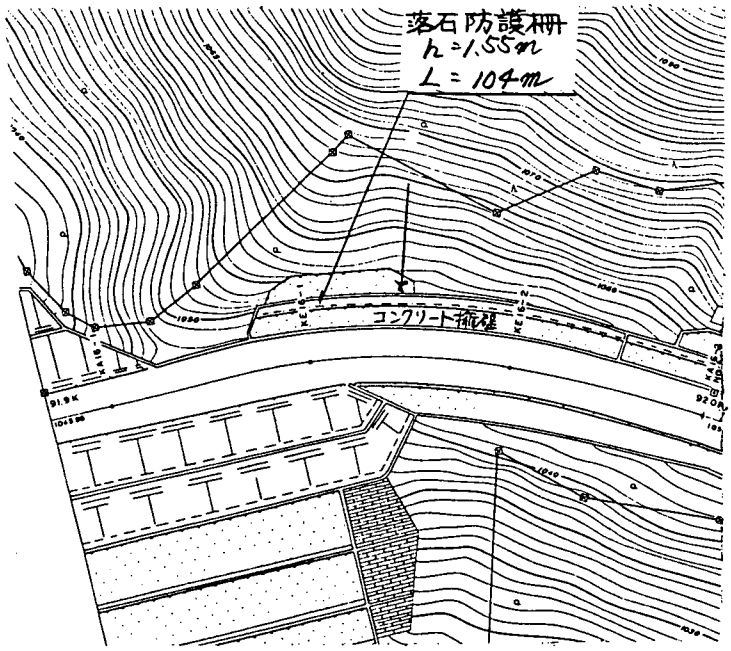


資料番号　057105

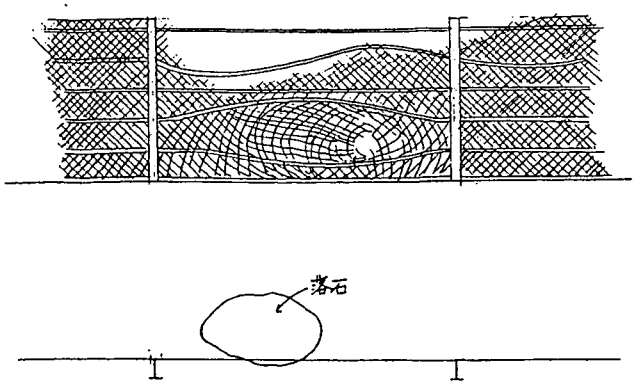
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の被害状況）



支柱と支柱の間に落石が衝突し，ワイヤーロープと金網が破壊されたが，落石は止まる。

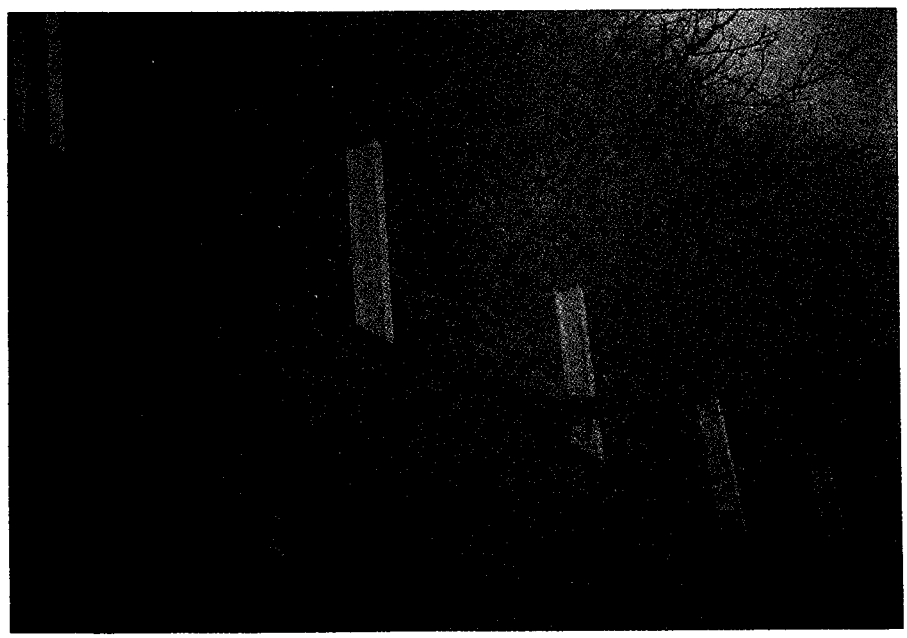
（支柱）　被害なし

（ワイヤーロープ）　３本変形

（金網）　幅２．０ｍ×高さ０．５ｍ破壊

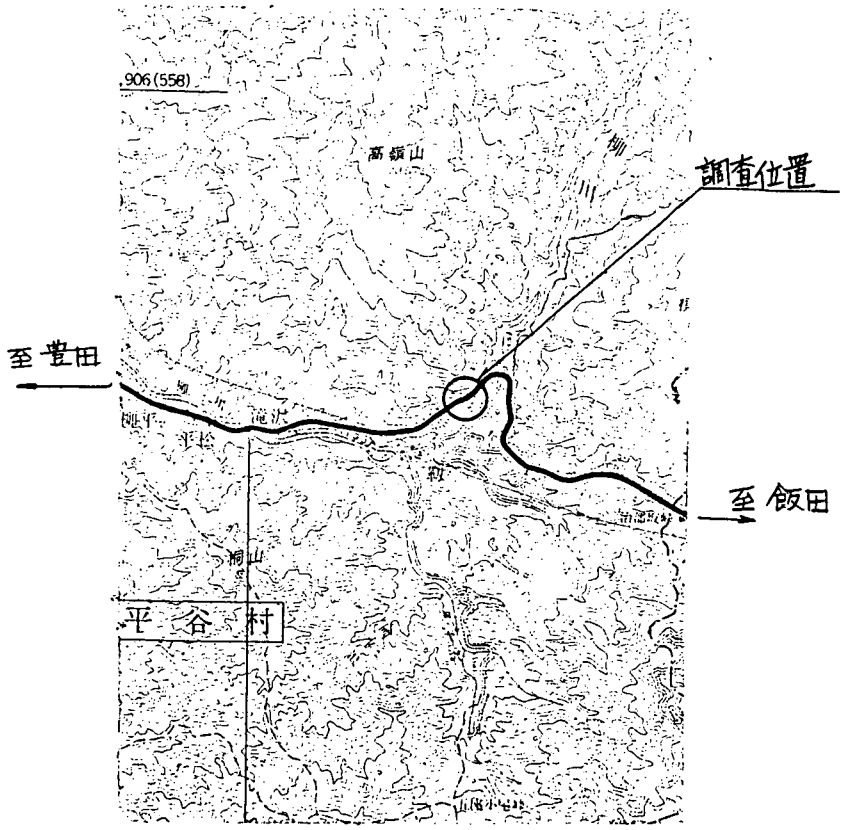
幅０．１ｍ×高さ０．１ｍ破壊

（落石防護工の被害状況写真）

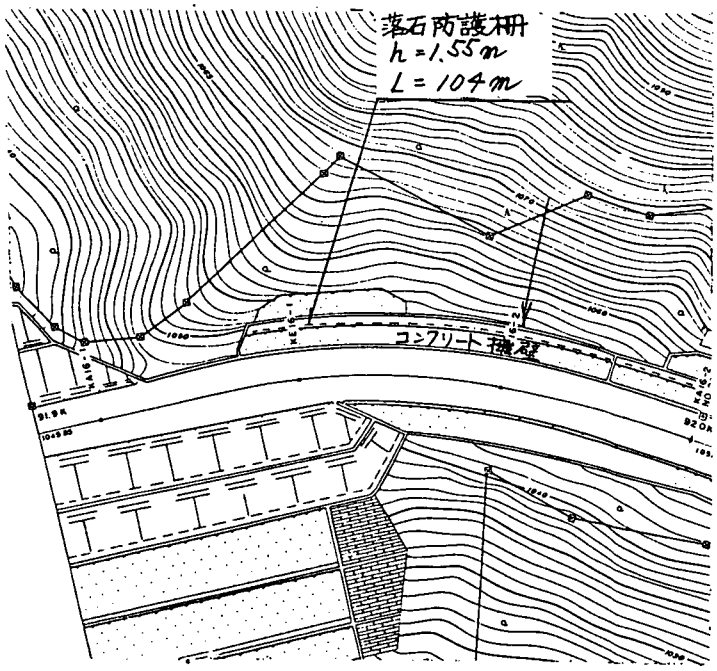


資料番号　057106

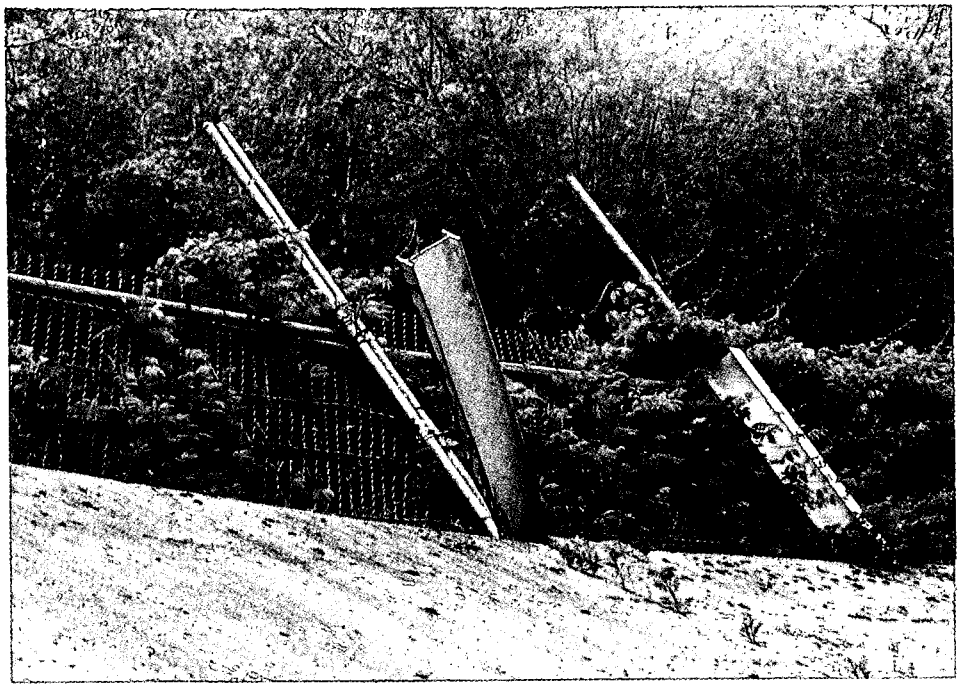
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

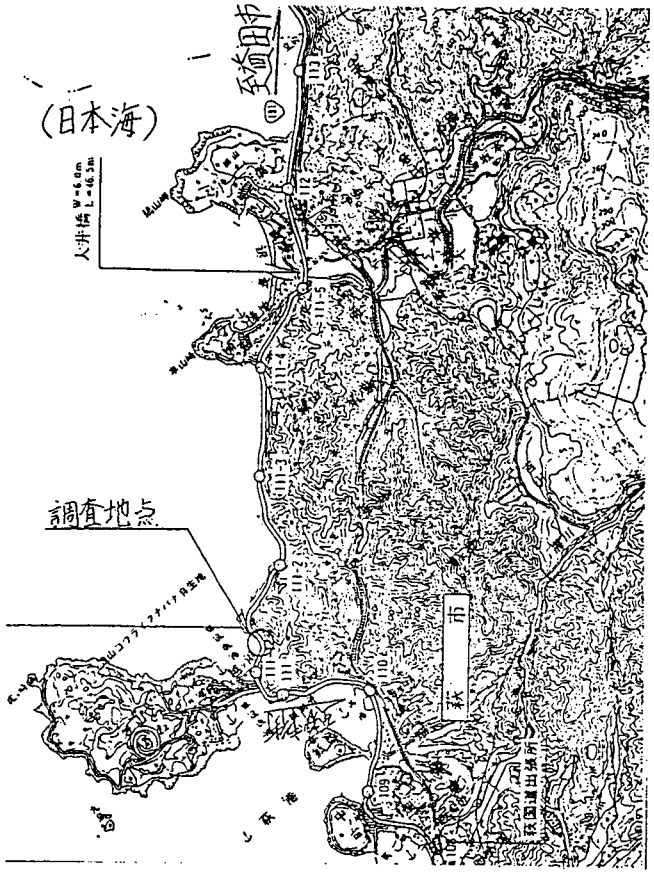


（落石防護工の被害状況写真）

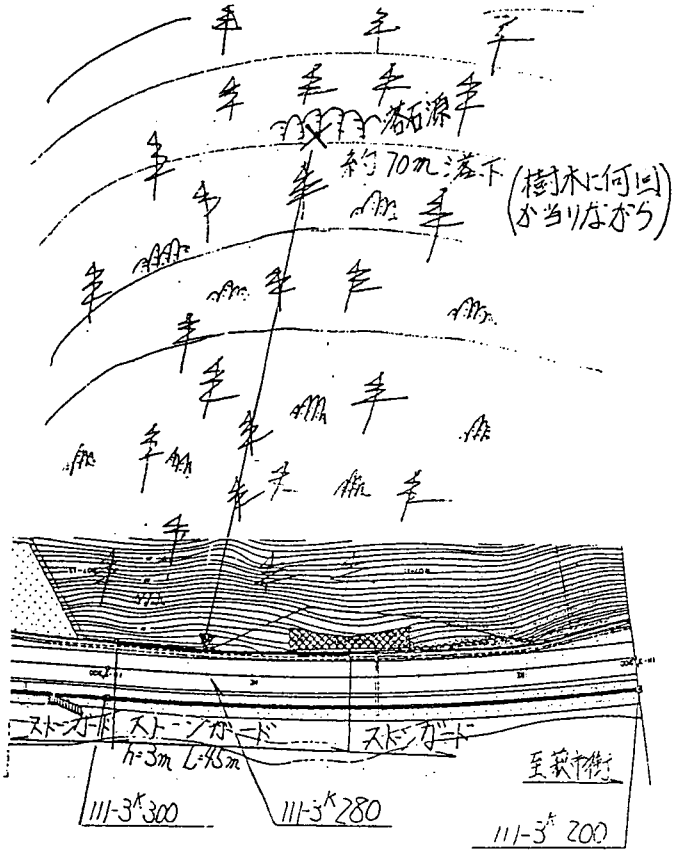


資料番号　076001

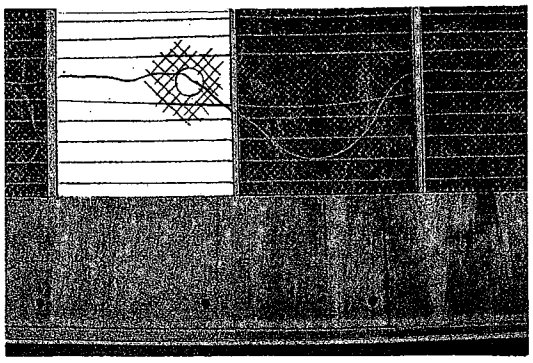
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



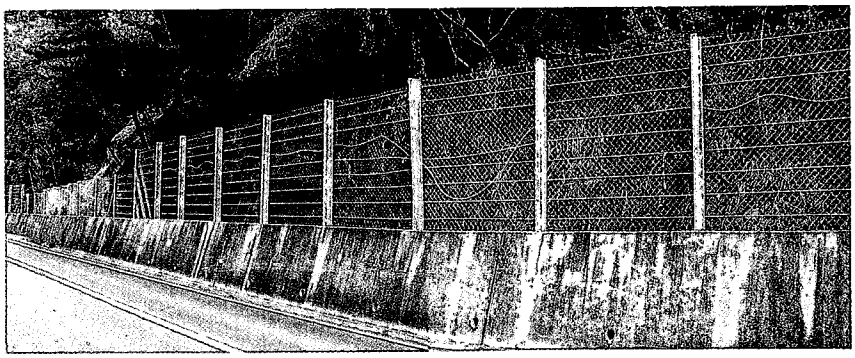
（落石防護工の被害状況）



支柱と支柱の間に落石が衝突し，ワイヤーロープと金網が破損する。
落下するまでに，樹木に何回か当たり，クッションとなり，直撃を免れたため，大破にはいたらなかった。

・金網破損：φ３０ｃｍ程度
・支柱破損：なし
・ワイヤーロープ破損：索端金具の壊れ（ケーブルが抜ける）
－１本（上から３本目）
ケーブルの変形－２本（上から４．５本目）

（落石防護工の被害状況写真）

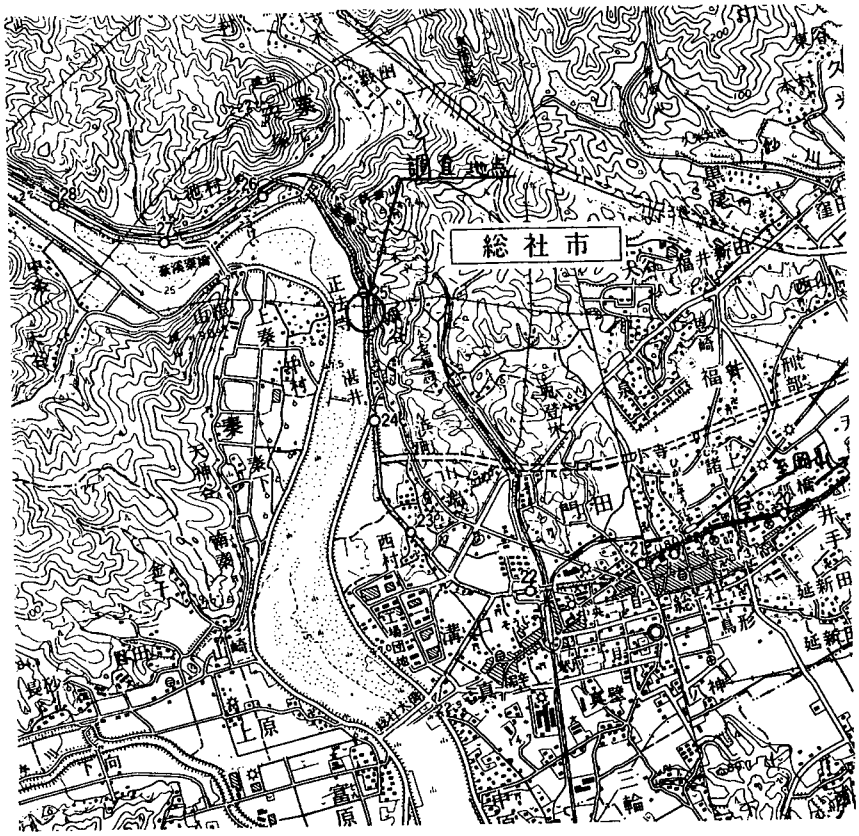




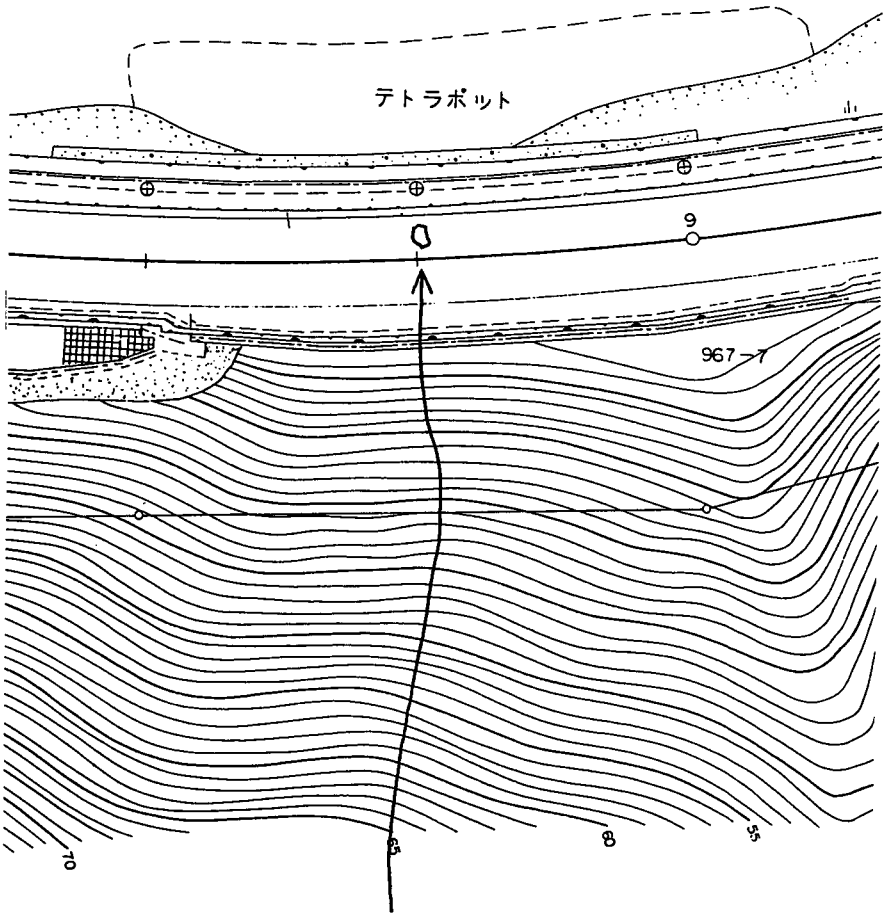


資料番号　074201

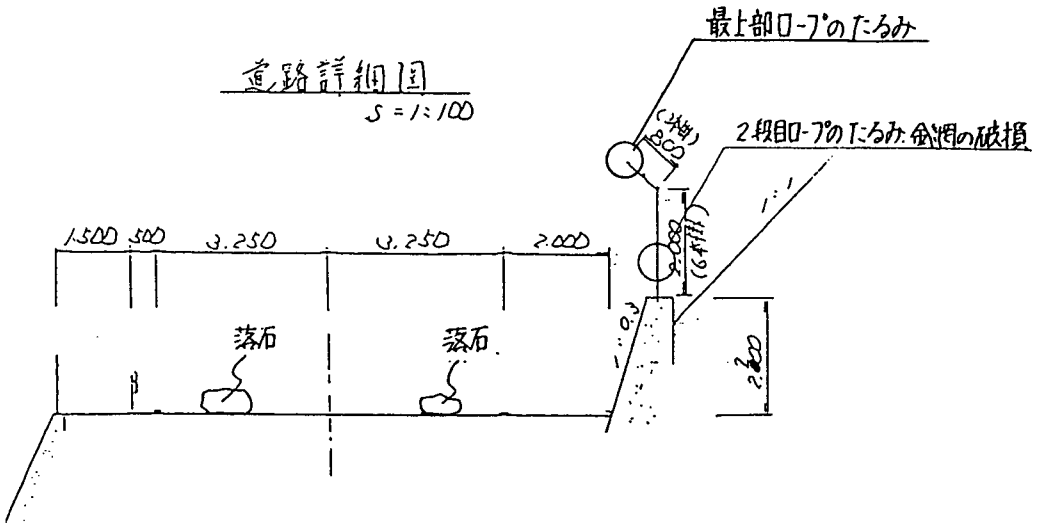
(調査地点位置図)



(落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路)

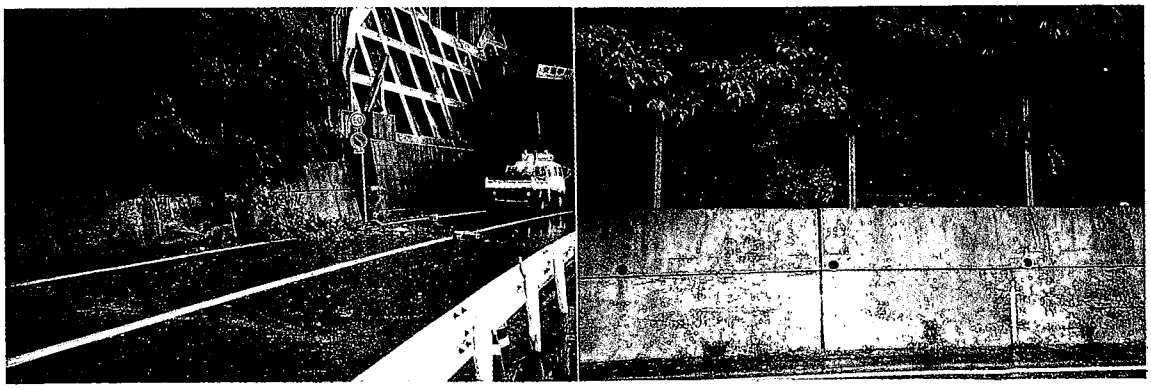


（落石防護工の被害状況）



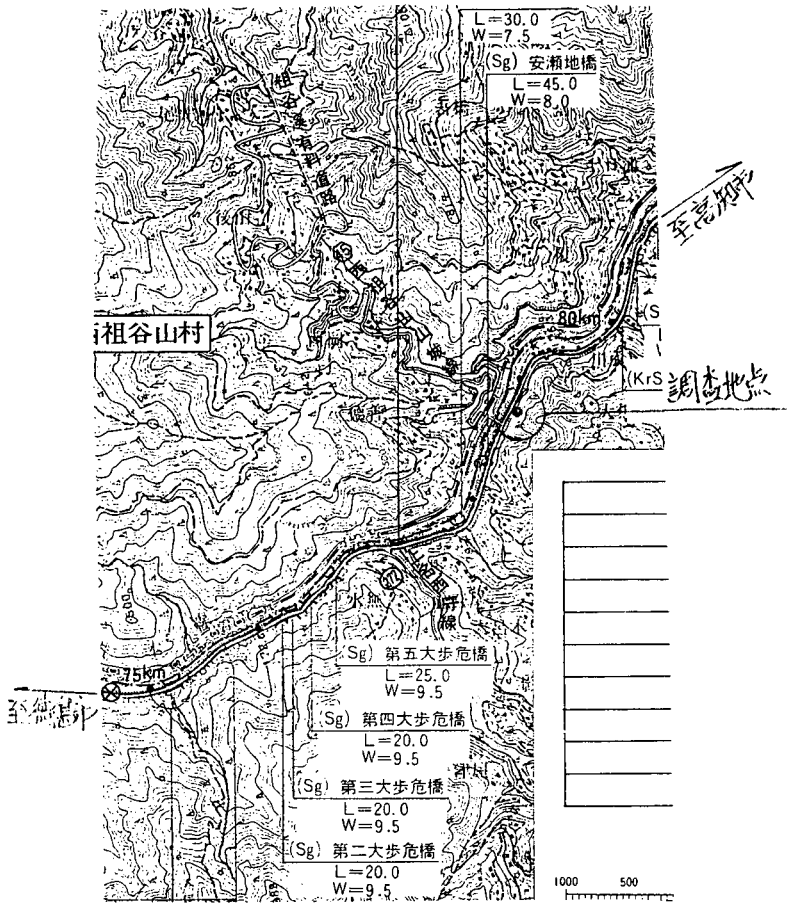
支柱間を防護柵を越えた岩と金網を突き抜けた岩と判断する。

（落石防護工の被害状況写真）

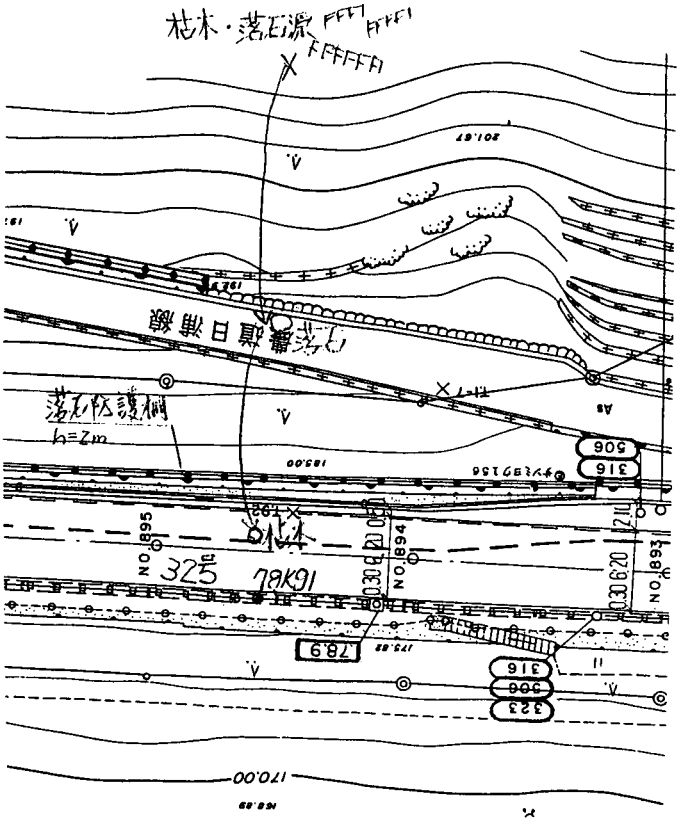


資料番号　083002

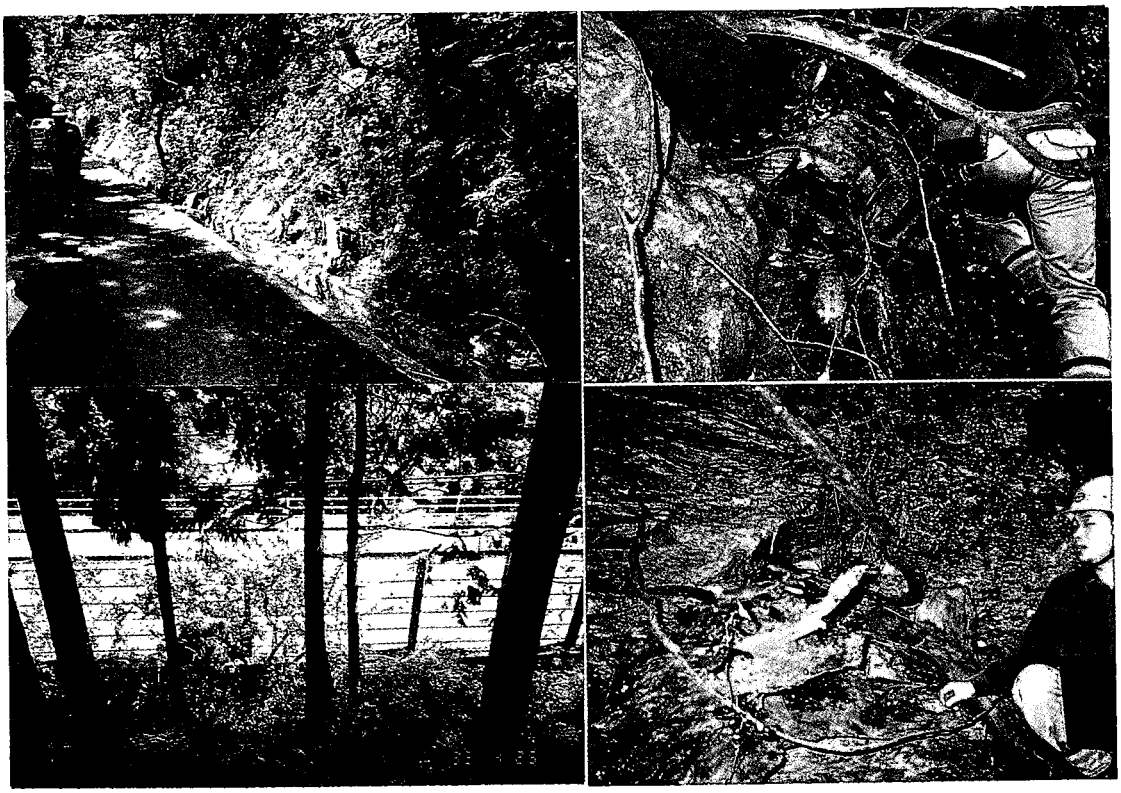
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

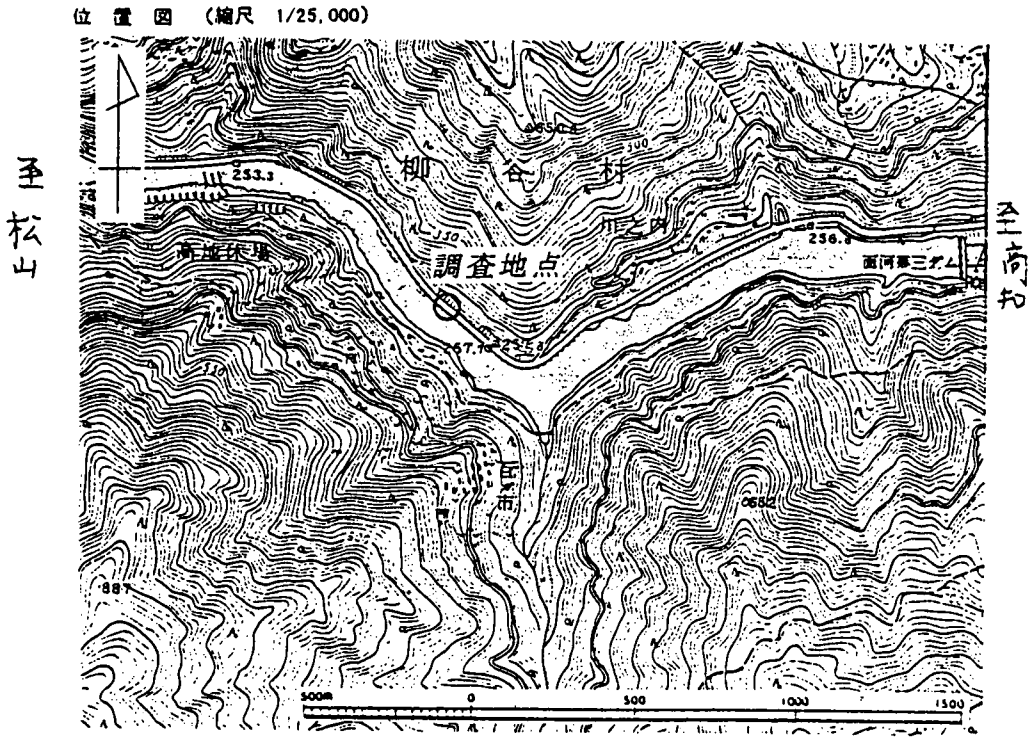


（落石防護工の被害状況写真）

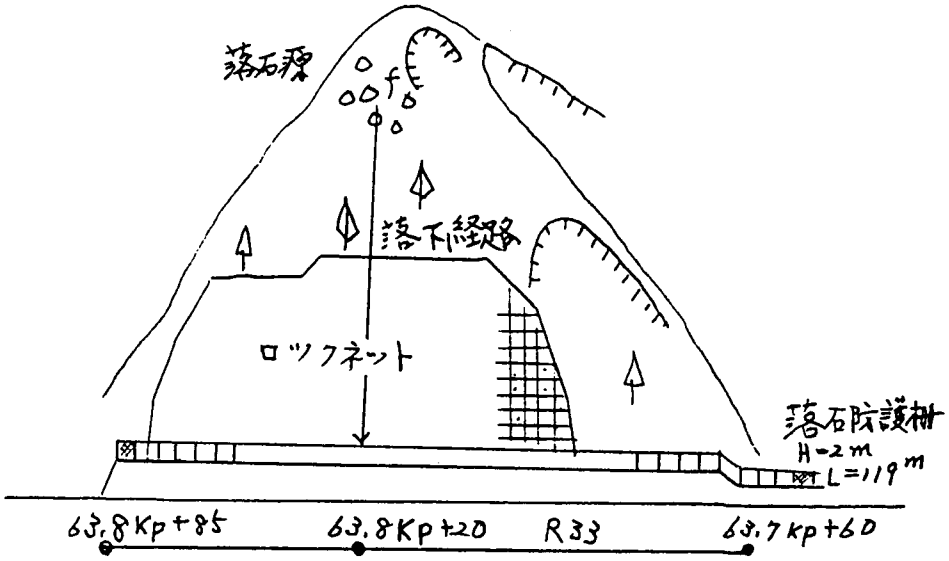


資料番号　085001

（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



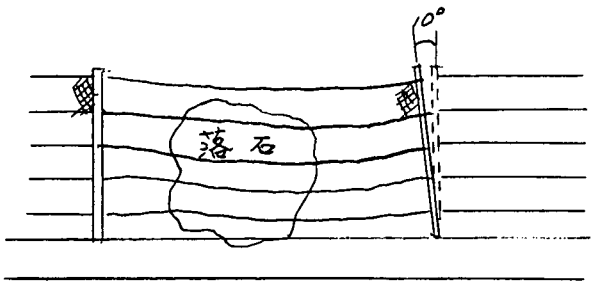
（落石防護工の被害状況）

ロックネット上方の転石が落石防護柵を直撃し、中間支柱が変形しワイヤーロープ と金網が損傷した。

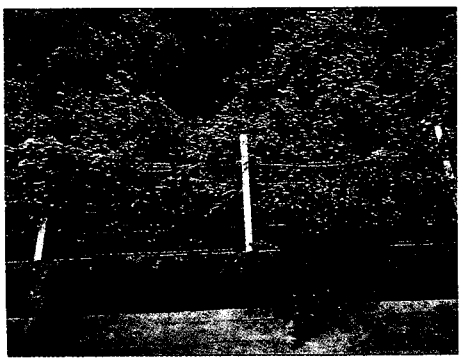
（中間支柱）被害あり。支柱下端から約１０度傾斜変形。

（ワイヤーロープ）変形した本数：５本

（ 金網）破網：幅 3m×高さ 2m



（落石防護工の被害状況写真）

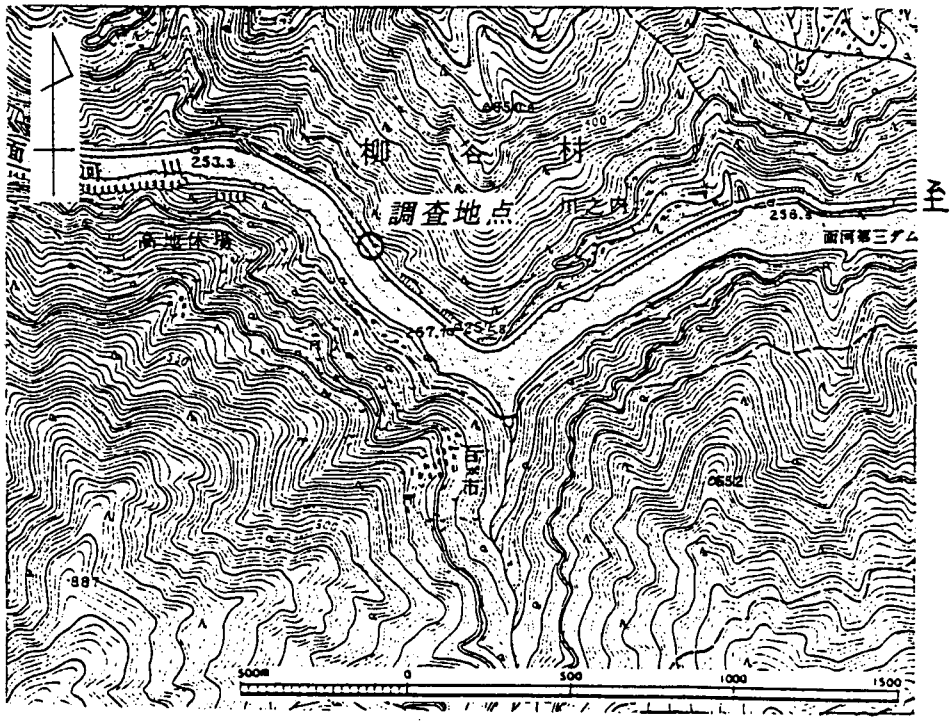




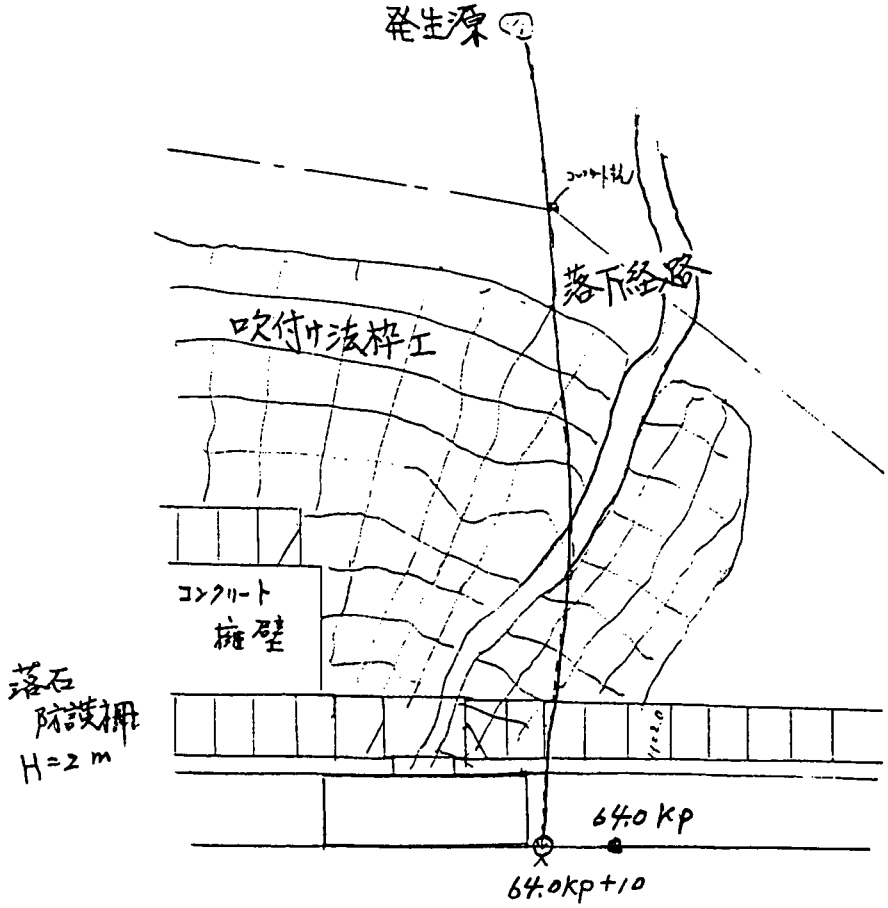
資料番号　085002

（調査地点位置図）

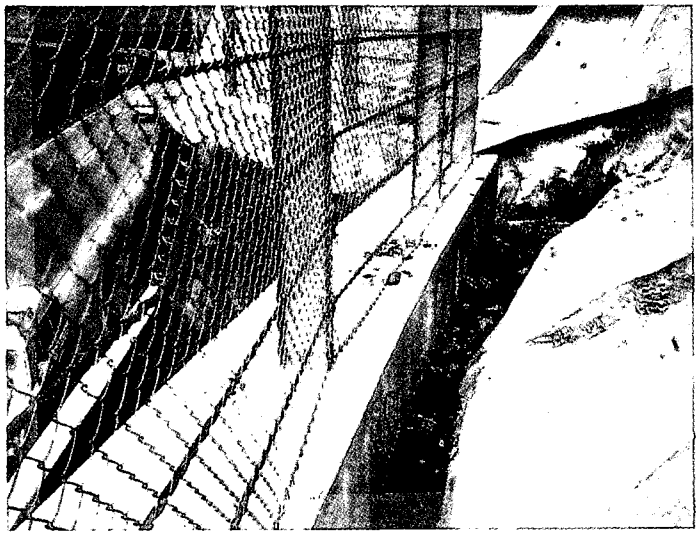
位　置　図　（縮尺　1/25,000）

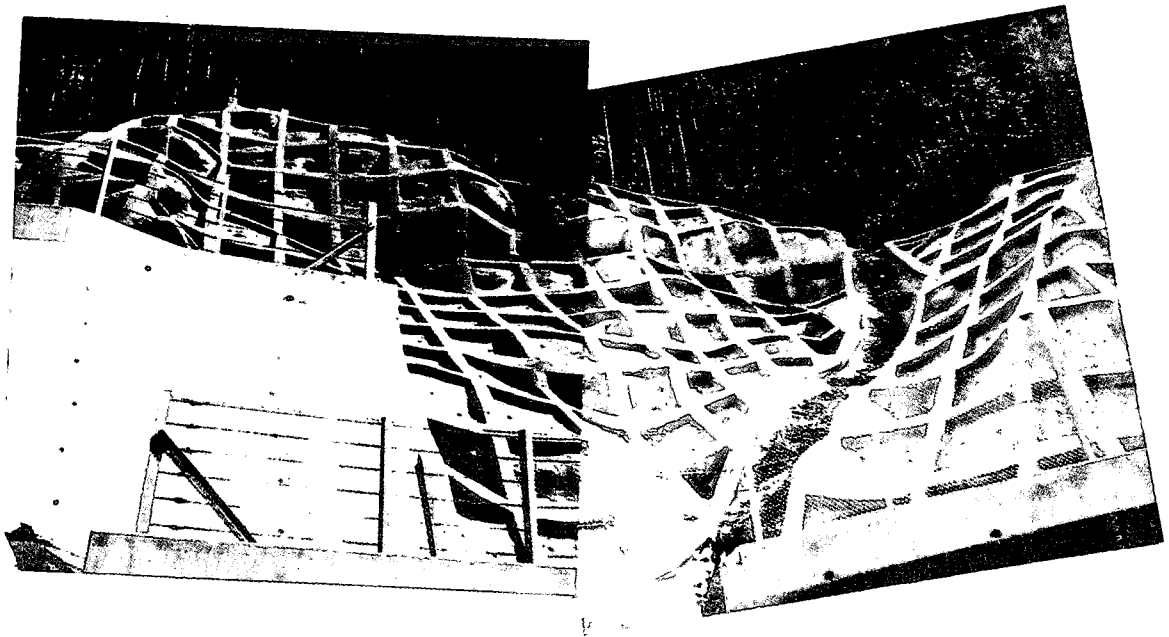


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の現場写真）



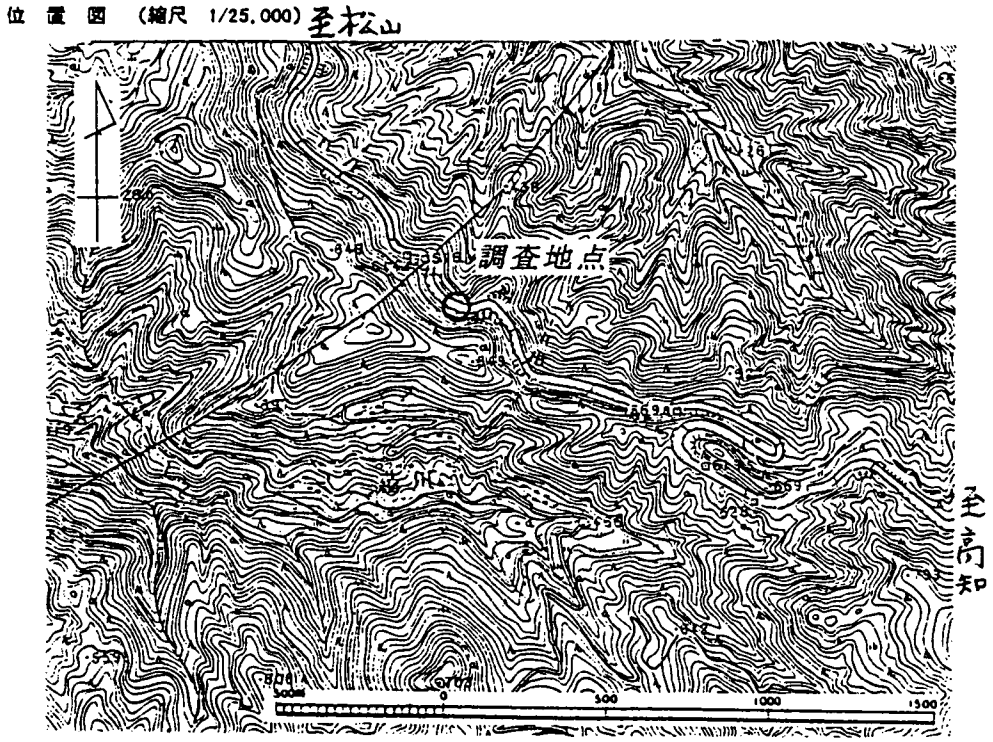


吹付け法枠工から１５ｍ上方斜面の露岩から剥離した径５０～６０cmも岩塊が斜面長２５ｍの吹付け法枠法面をバウンドしつつ落下した。一部は，落石防護柵（ｈ＝２ｍ）を越え，国道に落下し，他は落石防護柵で停止した。

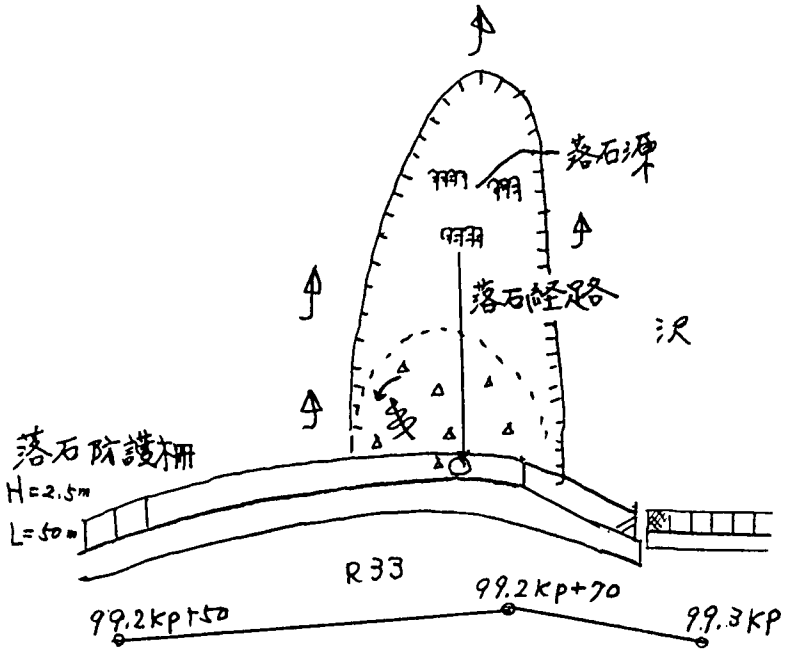
落石防護柵には損傷はなかった。

資料番号　085003

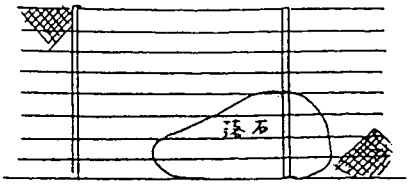
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

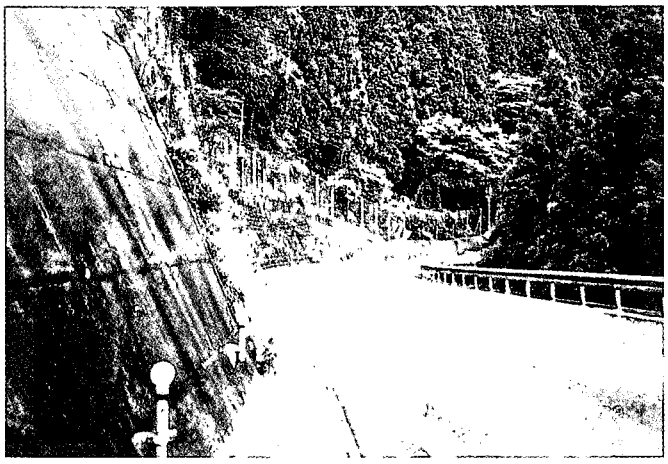


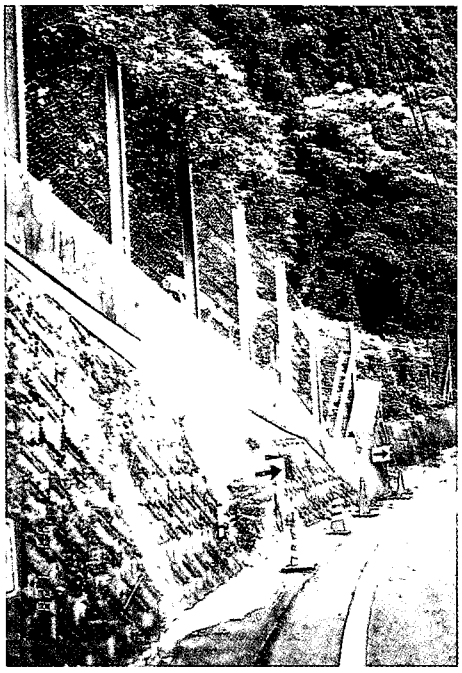
（落石防護工の被害状況）



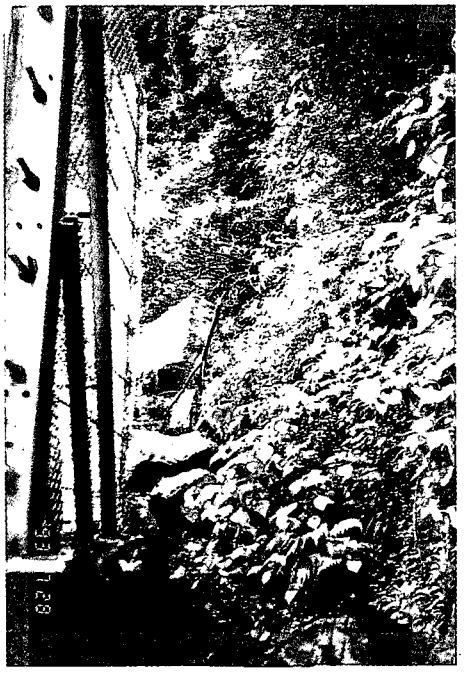
斜面上方の風化岩が表層崩壊し、落石が防護柵を直撃したが防護柵で停止した。
落石防護柵には変状破なかった。

（落石防護工の被害状況写真）



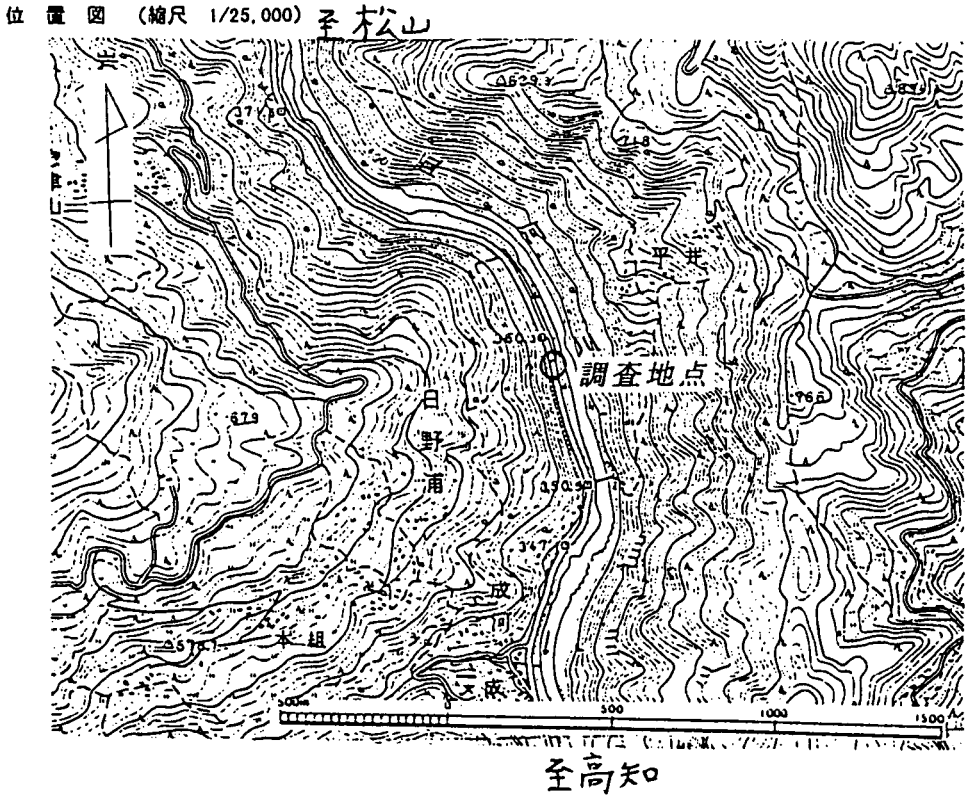




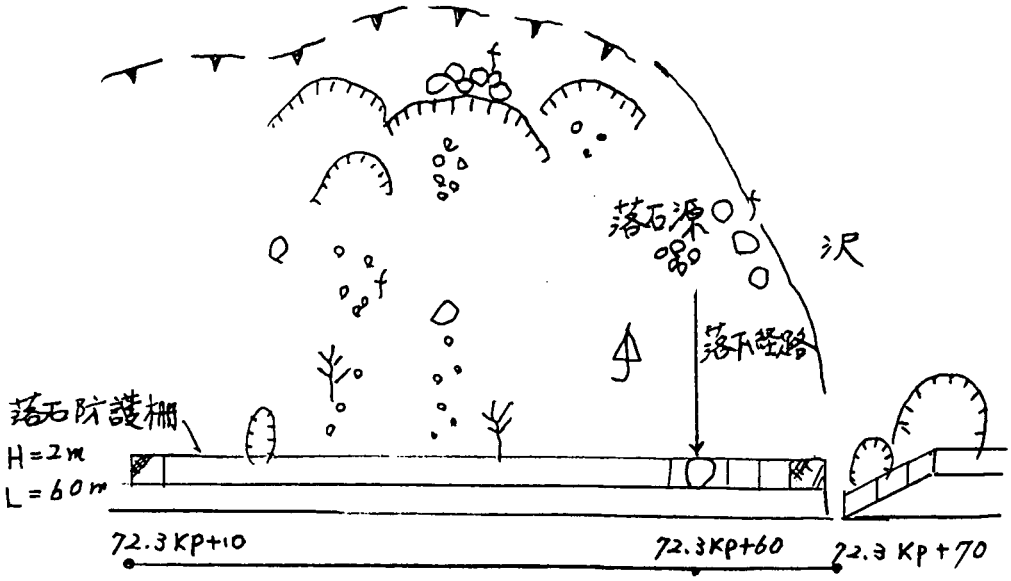


資料番号　085004

（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



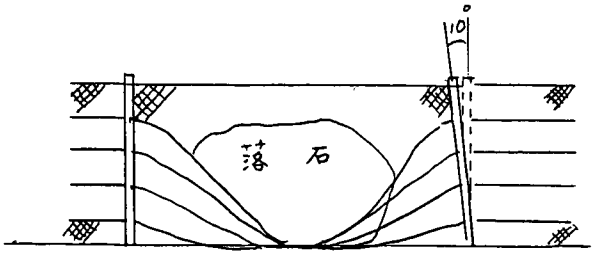
（落石防護工の被害状況）

斜面上方の崖錐層から転石が抜け落ち落石防護柵を直撃し、中間支柱が変形し、ワイヤーロープ と金網が損傷した。

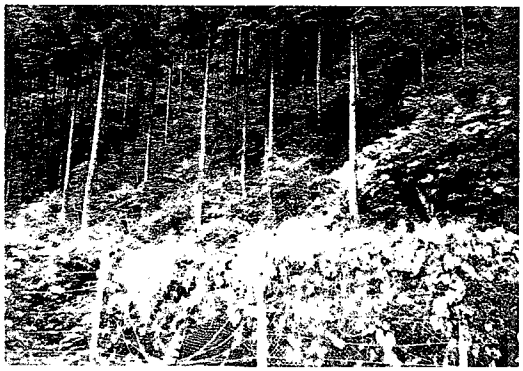
（中間支柱）被害あり。支柱下端から約１０度傾斜変形。

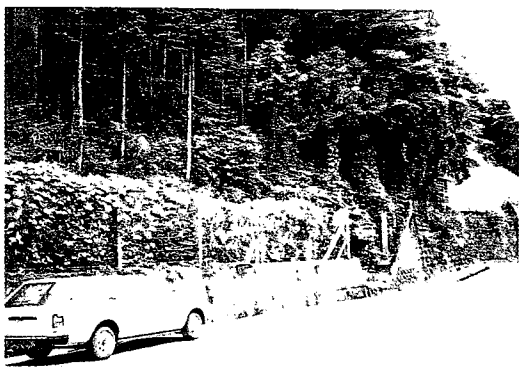
（ワイヤーロープ）変形した本数：５本

（ 金網）破網：幅 3m×高さ 2m



（落石防護工の被害状況写真）

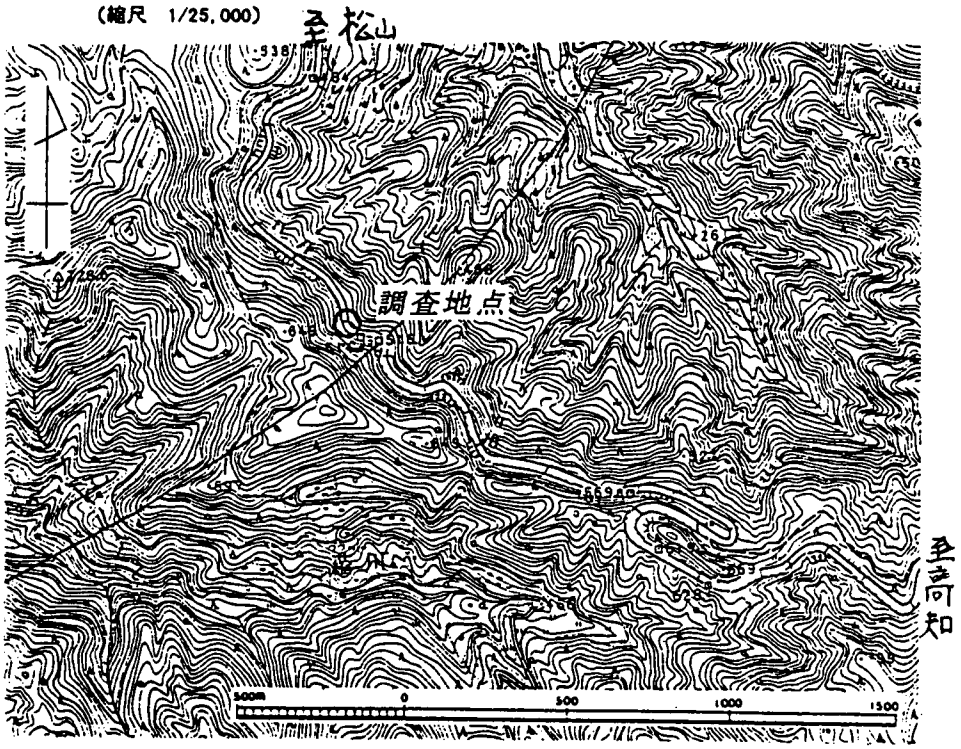




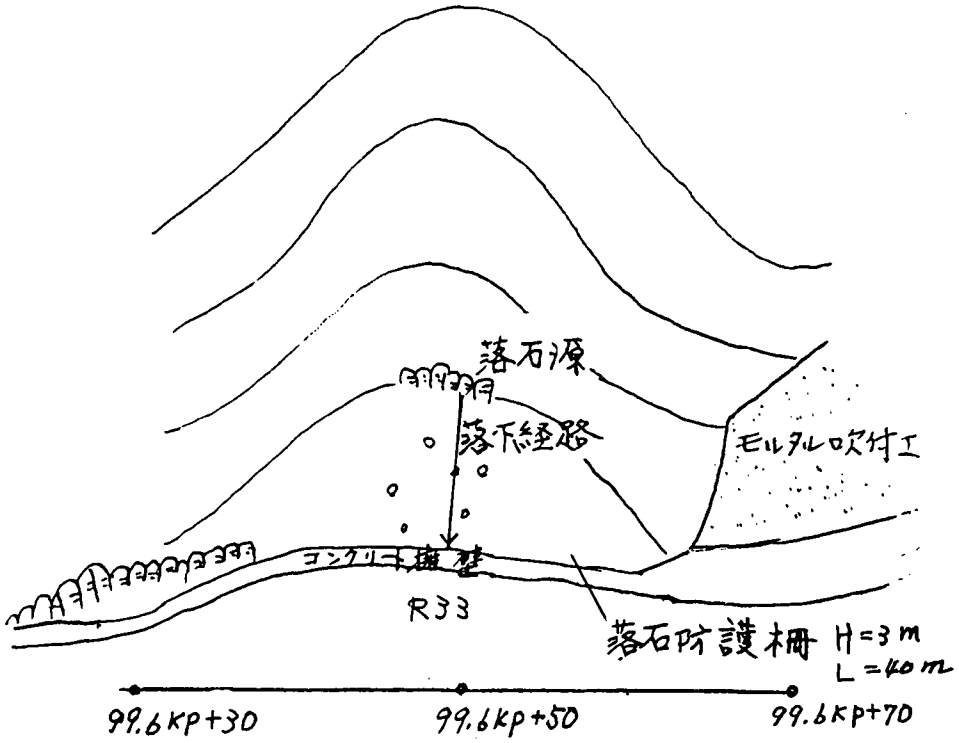


資料番号　085005

（調査地点位置図）

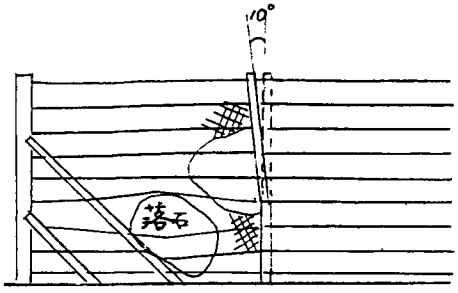


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



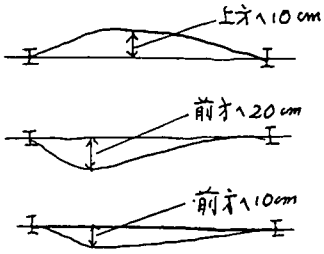
（落石防護工の被害状況）

末端支柱と中間支柱の間に落石が衝突し、ワイヤーロープと金網が破壊された。落石は、落石防護柵で停止した。



（中間支柱）被害あり。中央部の下方から約10度傾斜変形。

（ワイヤーロープ）変形した本数：３本



（上から６本目）

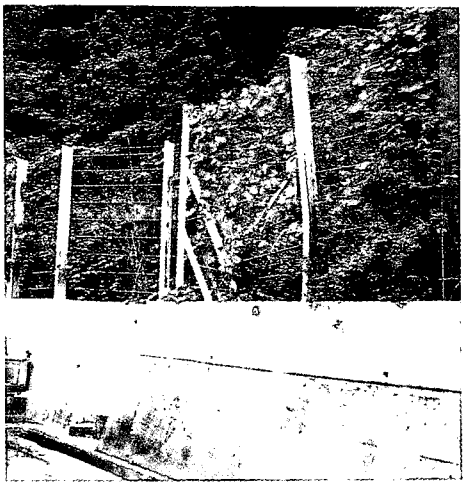
（上から７本目）

（上から８本目）

（金網）破網：幅 40cm×高さ 40cm

（落石防護工の被害状況写真）

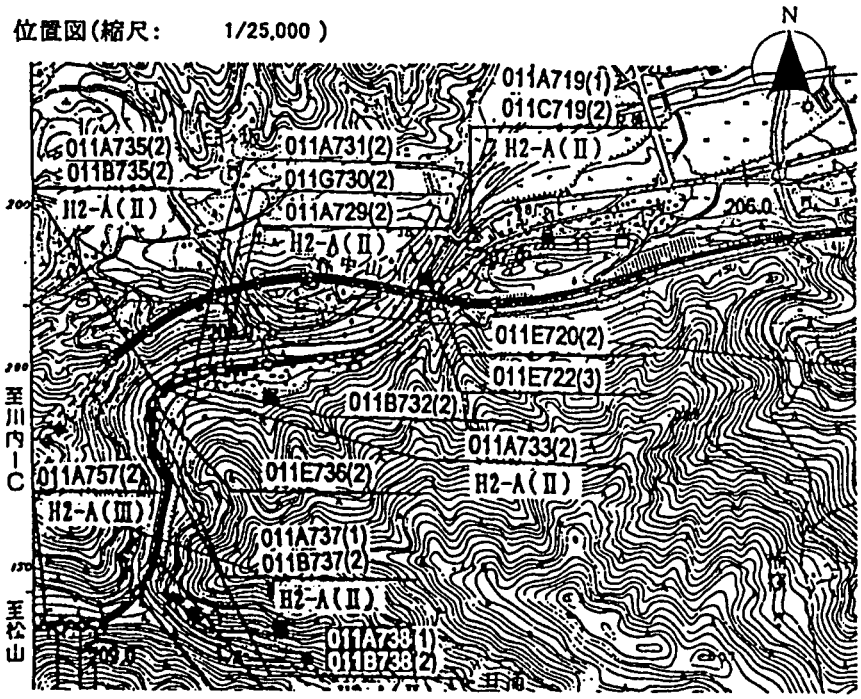






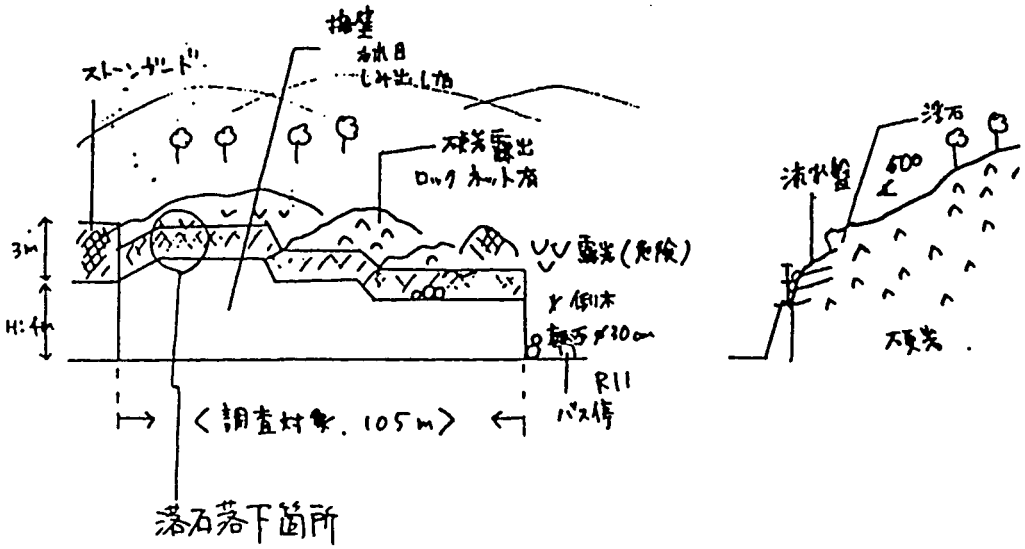
資料番号　085006

（調査地点位置図）

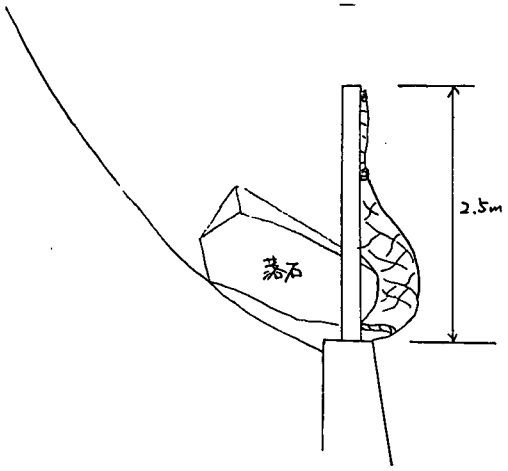


H.8防災点検　管理番号 011A738 に相当

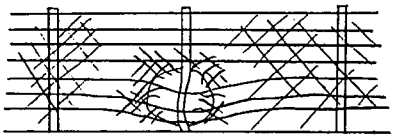
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

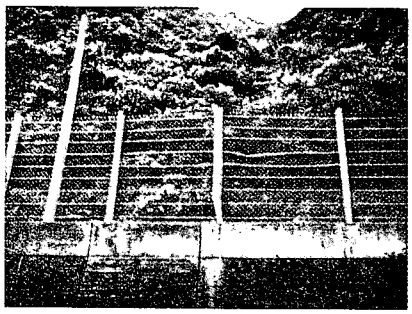


（落石防護工の被害状況）

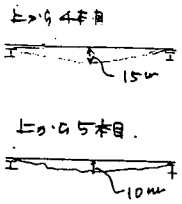


落石の衝突によりワイヤーロープ，金網が変形。
支柱：変形あり
ワイヤーロープ：変形３本
金網：破壊　Ｗ５０ｃｍ×Ｈ５０ｃｍ

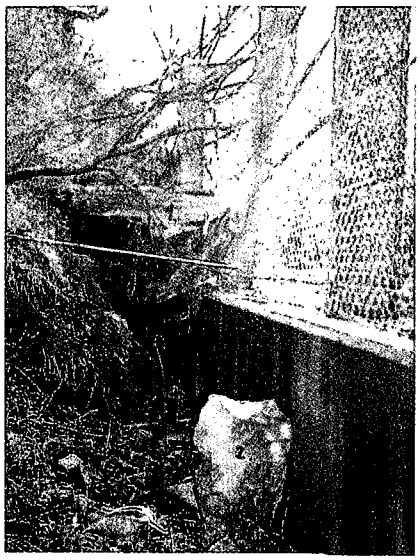




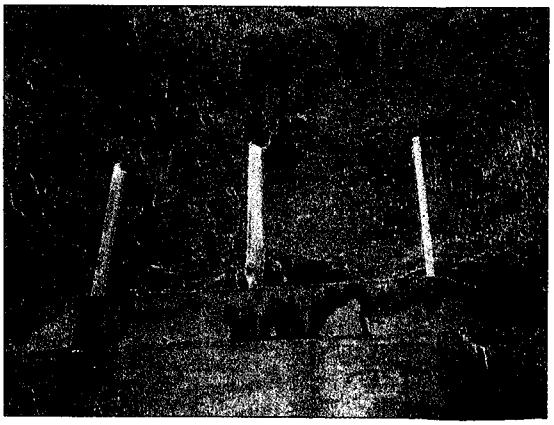
支柱に落石が衝突し，支柱，ワイヤーロープ，金網が破壊され，石は防護柵に落ちた。
（支柱）　被害あり　傾斜角５°
（ワイヤーロープ）　降伏した本数　１本
変形した本数　２本
（金網）　変形　幅２．０ｍ×高さ１．０ｍ



（落石防護工の被害状況写真）

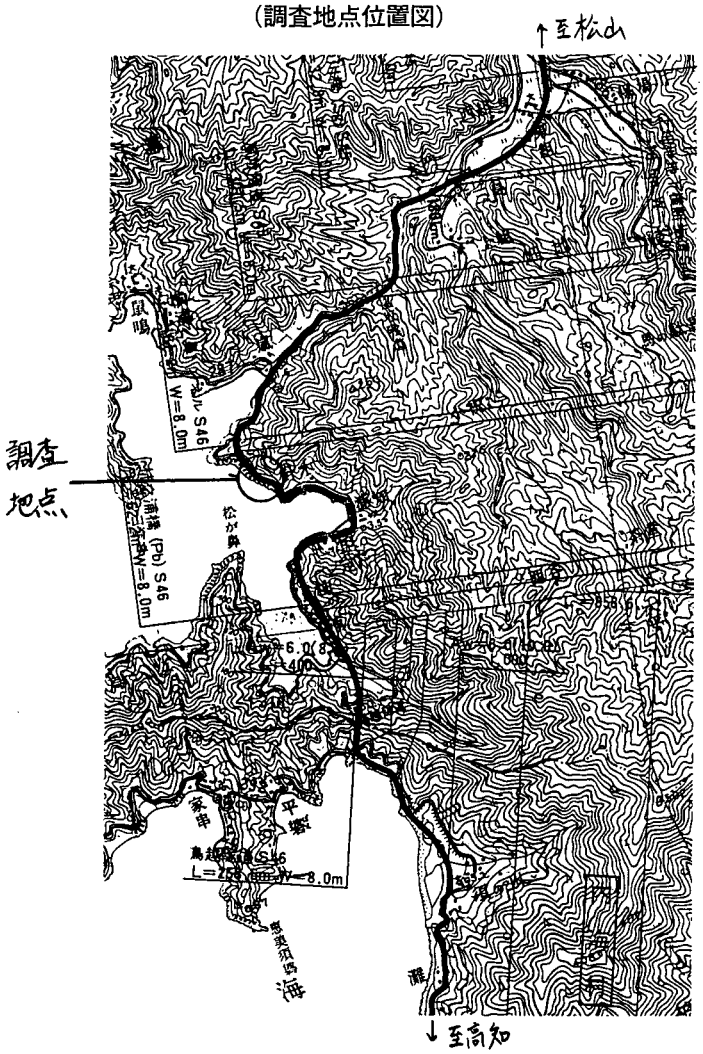




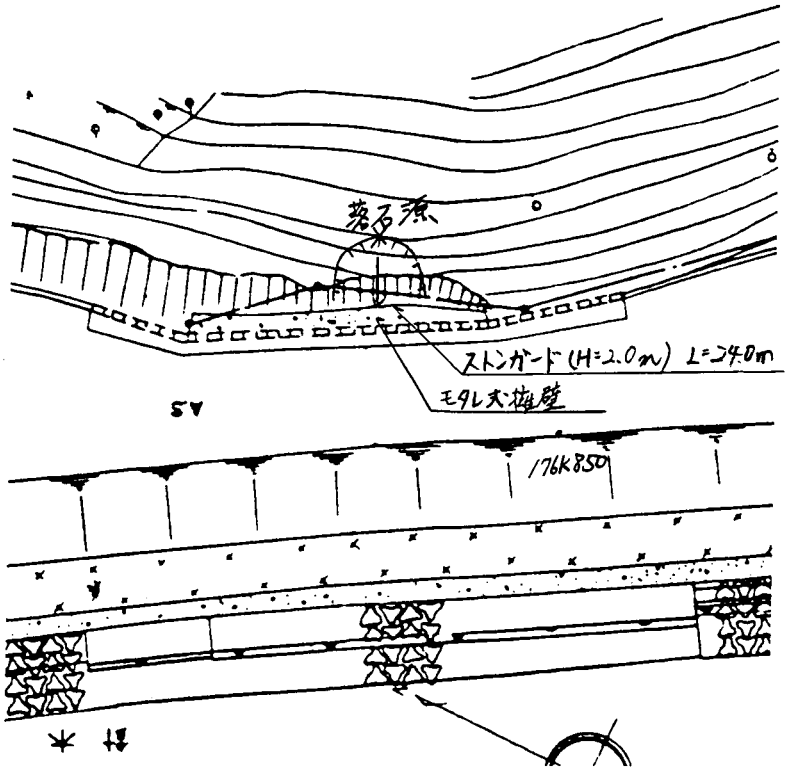


資料番号　085101

（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



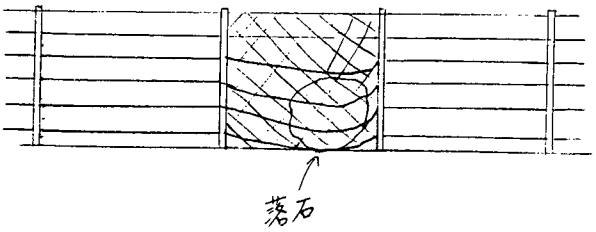
（落石防護工の被害状況）

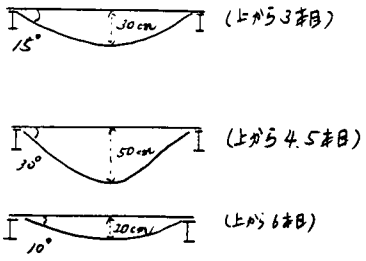
（支柱）　被害なし

（ワイヤーロープ）　切断された本数：０本

降伏した本数：０本

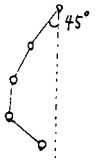
変形した本数：４本





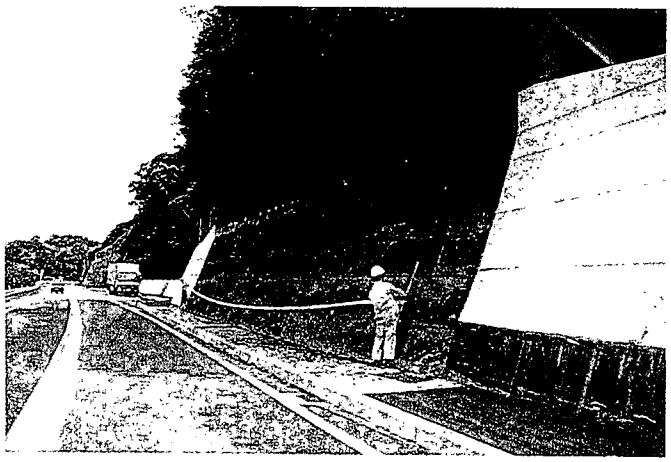
支柱横に落石が衝突し，ワイヤーロープと金網を変形させた後，停止。

（金網）



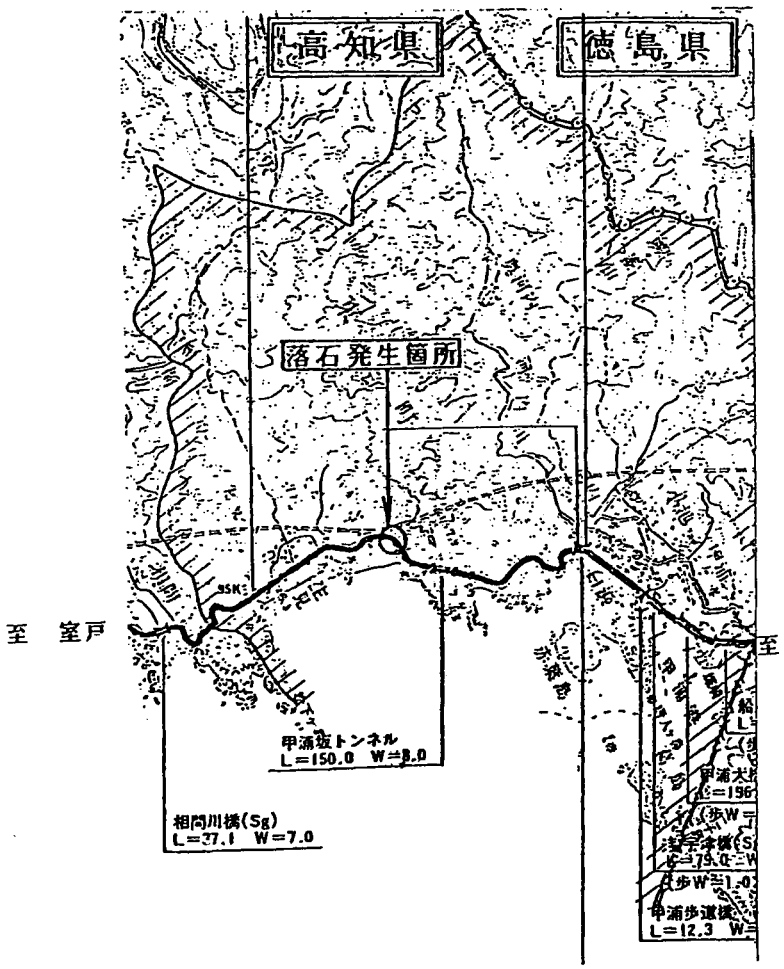
（落石防護工の被害状況写真）



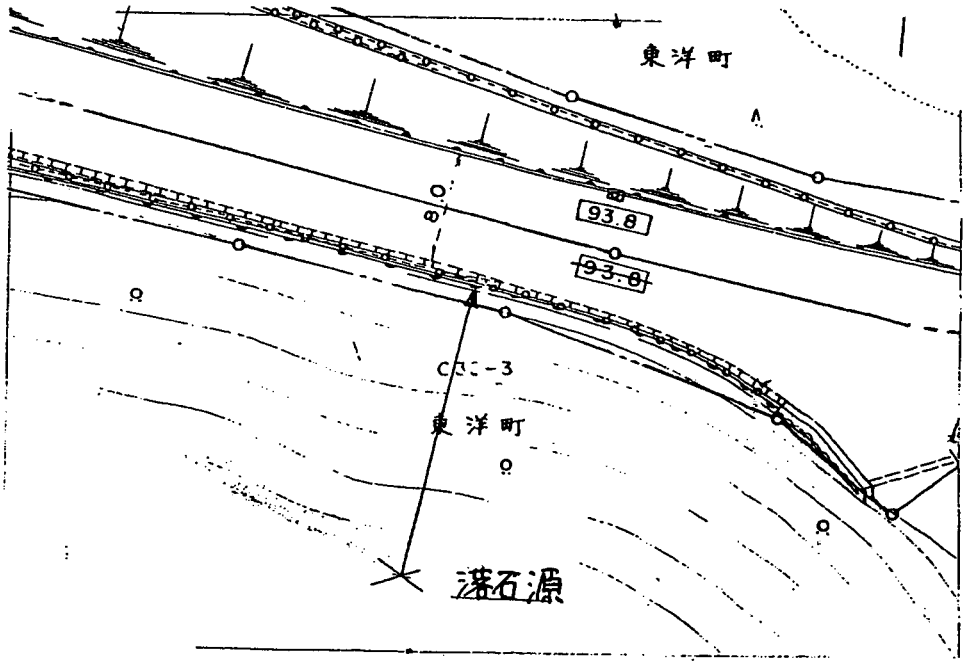


資料番号　086201

（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



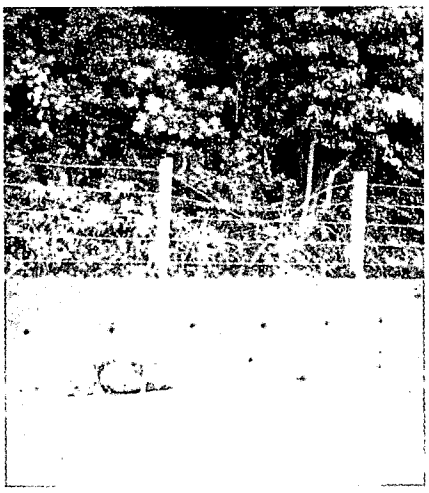
（落石防護工の被害状況）

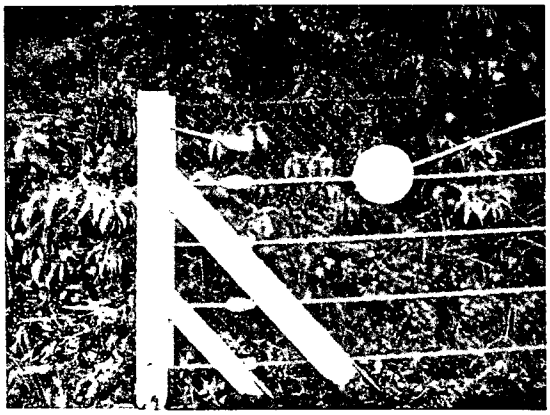
支柱と支柱の間に落石が衝突し，ワイヤーロープと金網が破壊され石は路肩に落ちた。

被害程度

・支柱　１本　傾斜角不明
・ワイヤーロープ・ワイヤーチェックの脱落　１本
・ワイヤーロープ・ワイヤーチェックの脱　１本
・金網の変形　１．５０ｍ×０．８ｍ

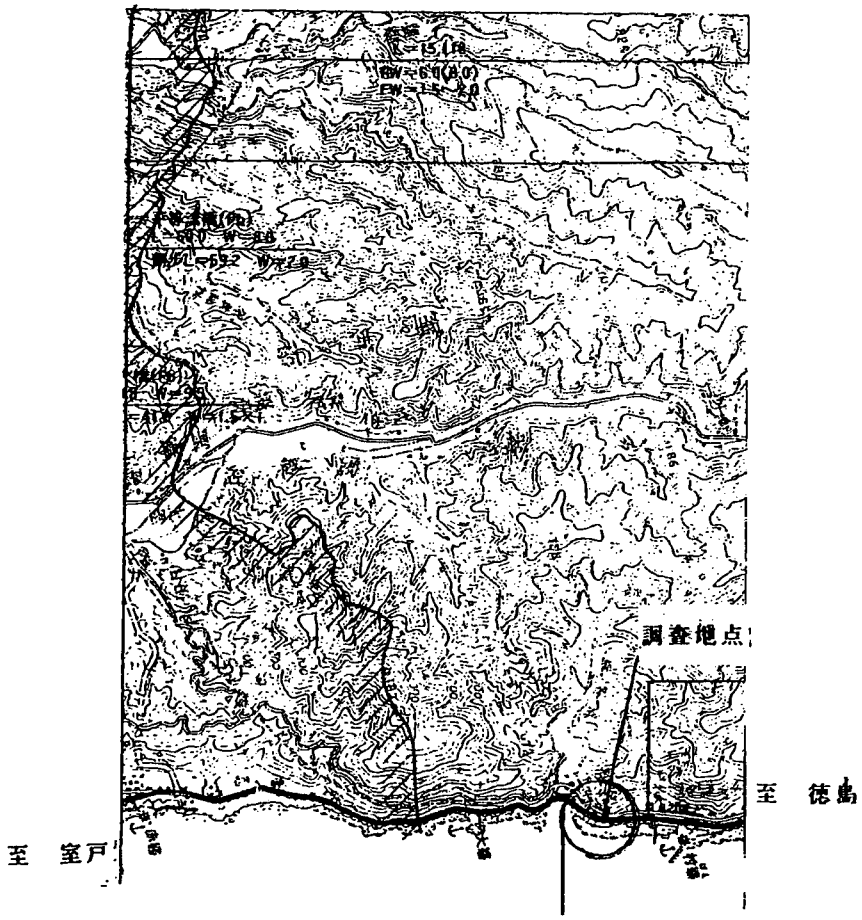
（落石防護工の被害状況写真）



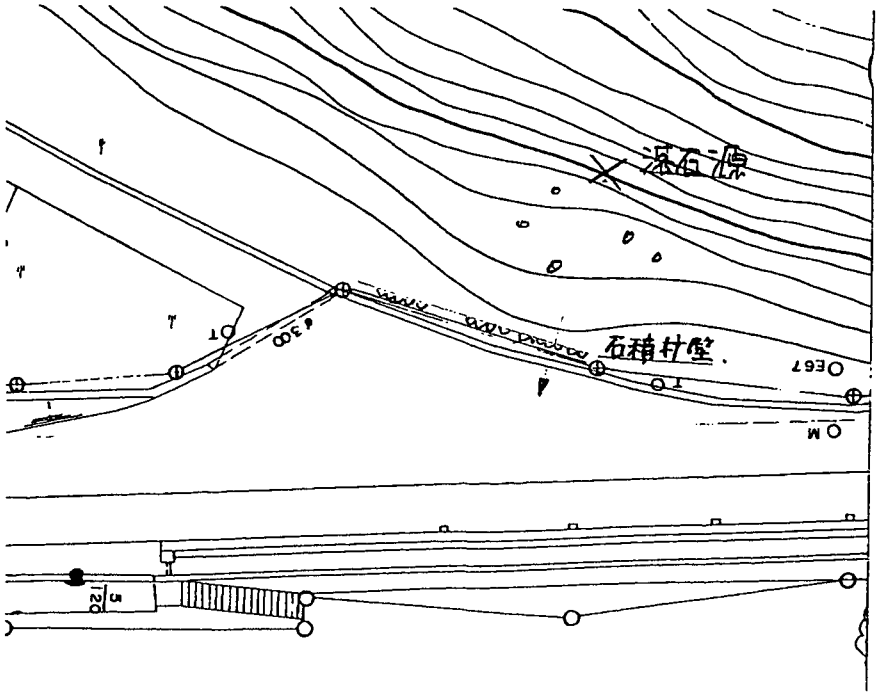


資料番号　086202

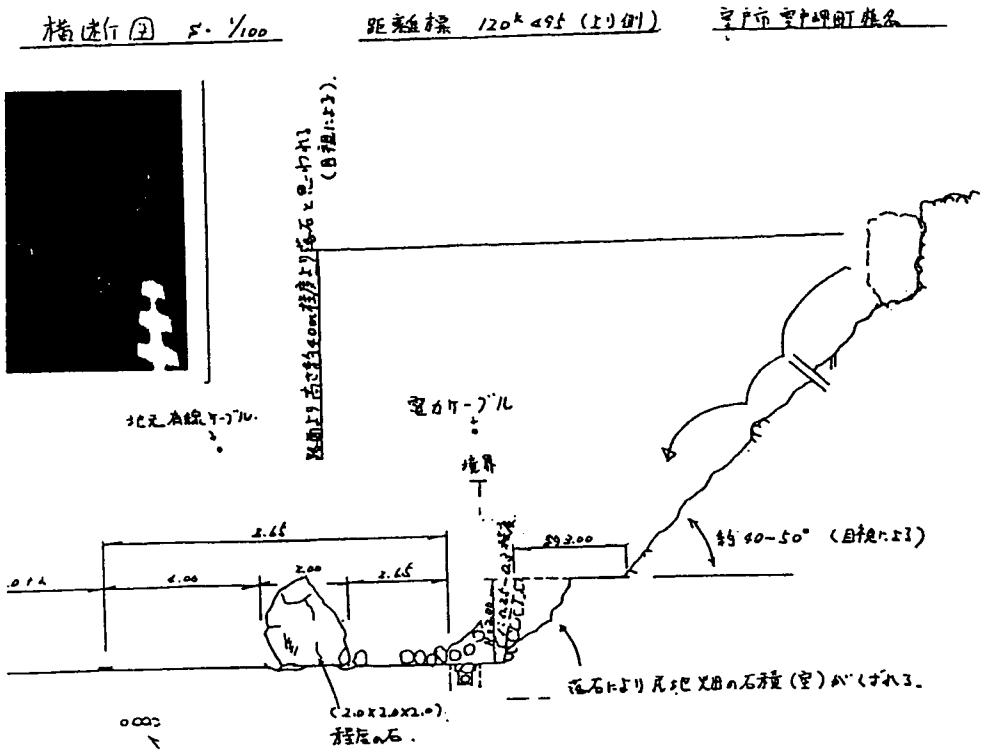
（調査地点位置図）



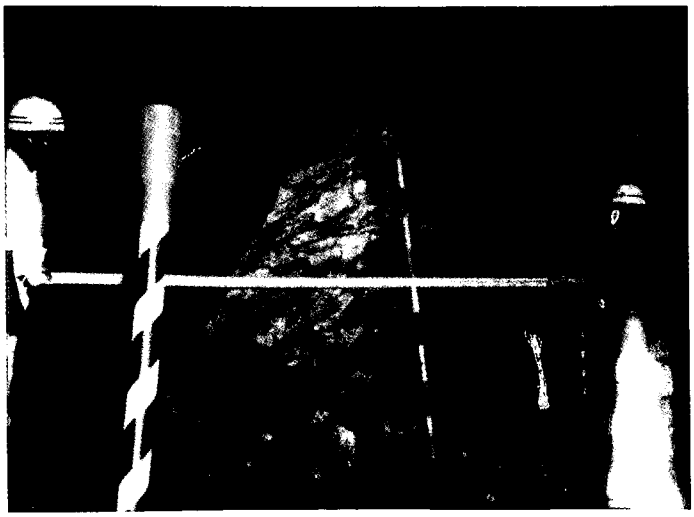
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の被害状況）

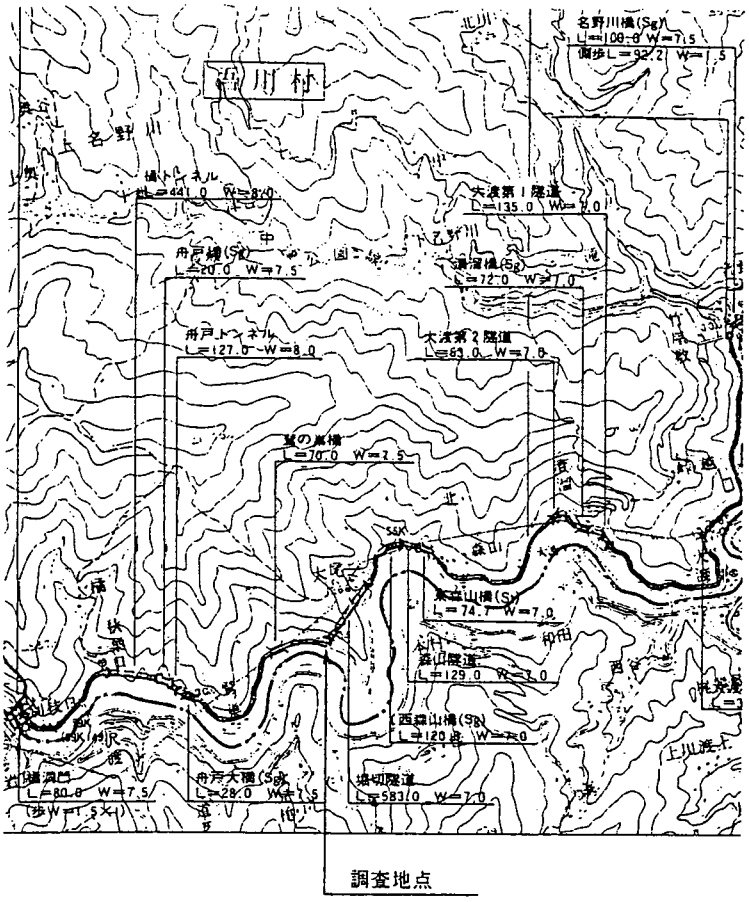


（落石防護工の被害状況写真）



資料番号　086203

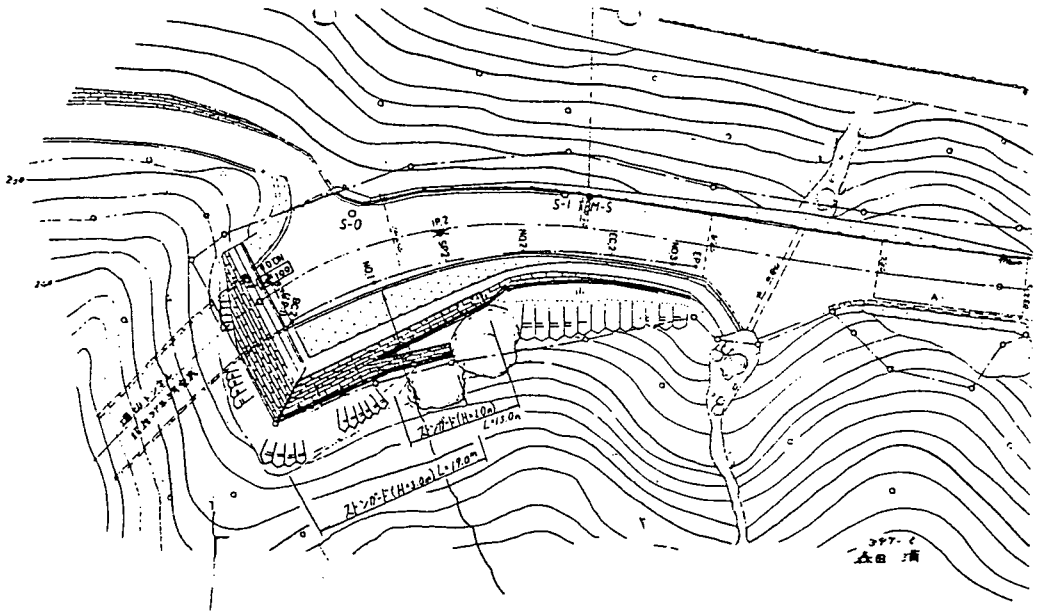
（調査地点位置図）



R33　56K100

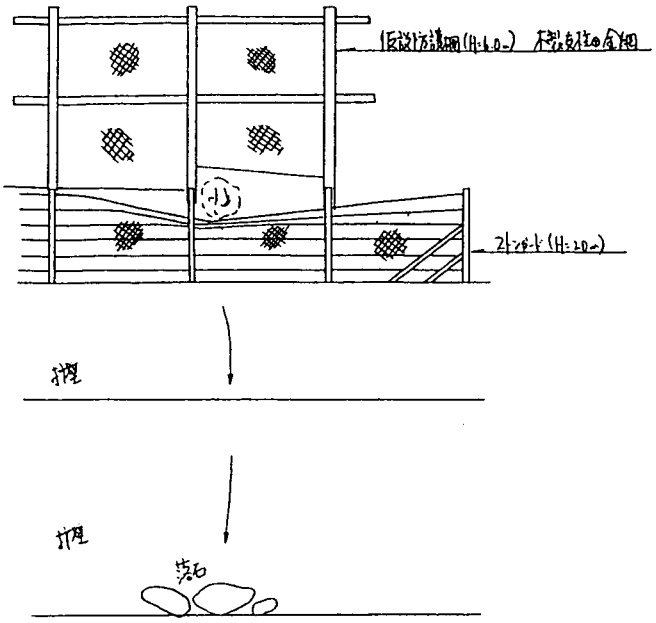
高知県吾川郡吾川村大字大尾

（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



様式-2 落石防護工及び斜面の平面図 (S=1/100)

（落石防護工の被害状況）



（落下状況）

・約２５０ｍ上部法面から１．０×１．０×１．０ｍ程度の浮石が落下。法面を落下中にいくつかに破砕し数個に分散。

・道路への落石は，ストンガードの支柱間部で最上部（仮設防護柵との間）に衝突し，都度，そのすき間から道路へ落下した。

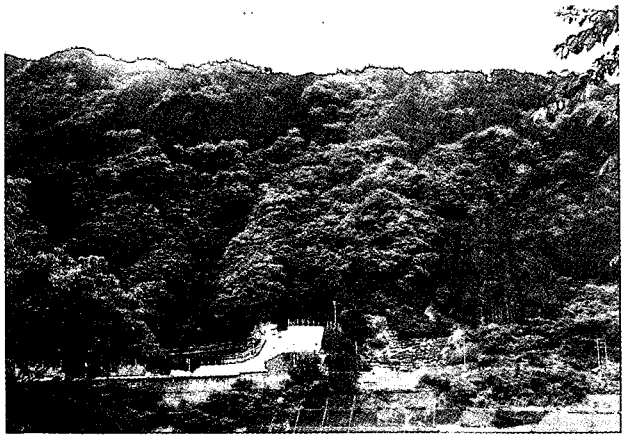
（落石防護柵の換傷）

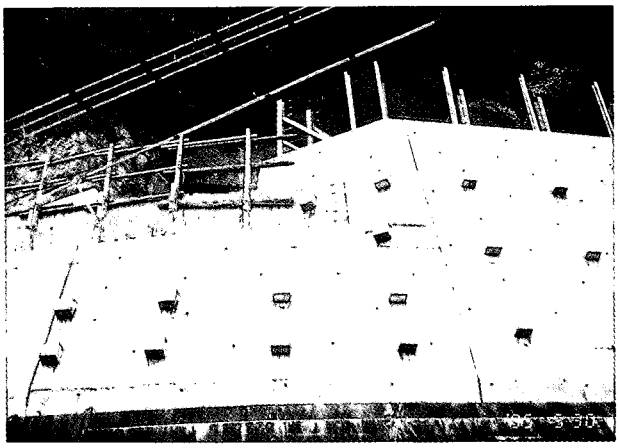
（支柱）　被害なし

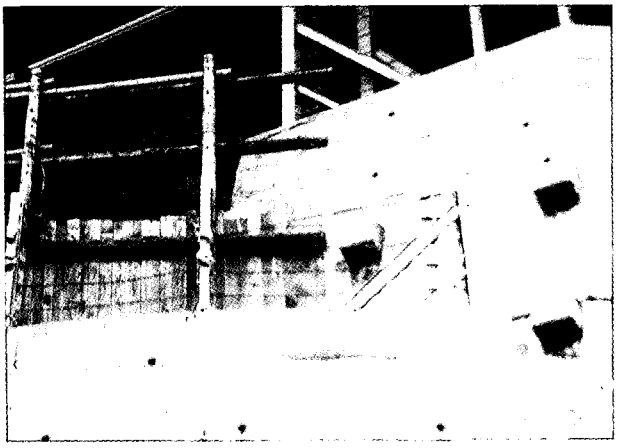
（ワイヤーロープ）・切断はしていないが支柱取付部のボルトがとんだ。
・変形した本数　３本
・変形角等詳細は不明
（資料が残ってなく写真より判断）

（金網）　・破損はないが，ワイヤーロープの損傷に伴う変形のみ。
・変形角詳細は不明
（資料が残ってなく写真より判断）

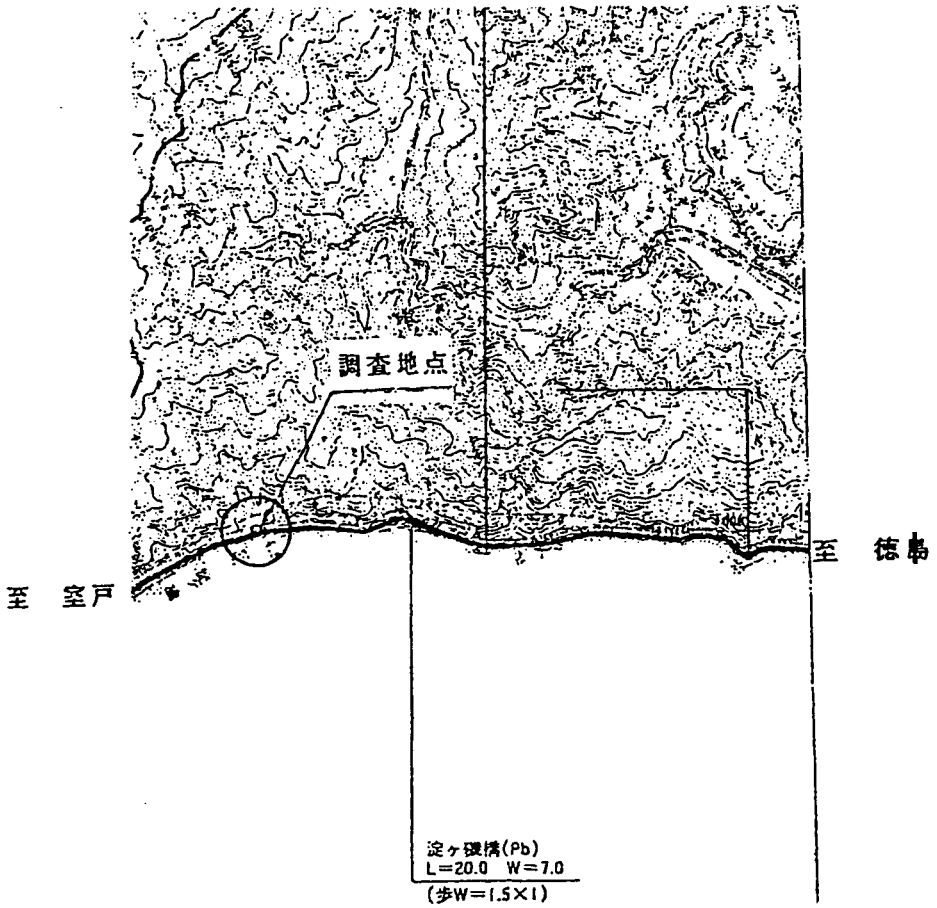
（落石防護工の被害状況写真）



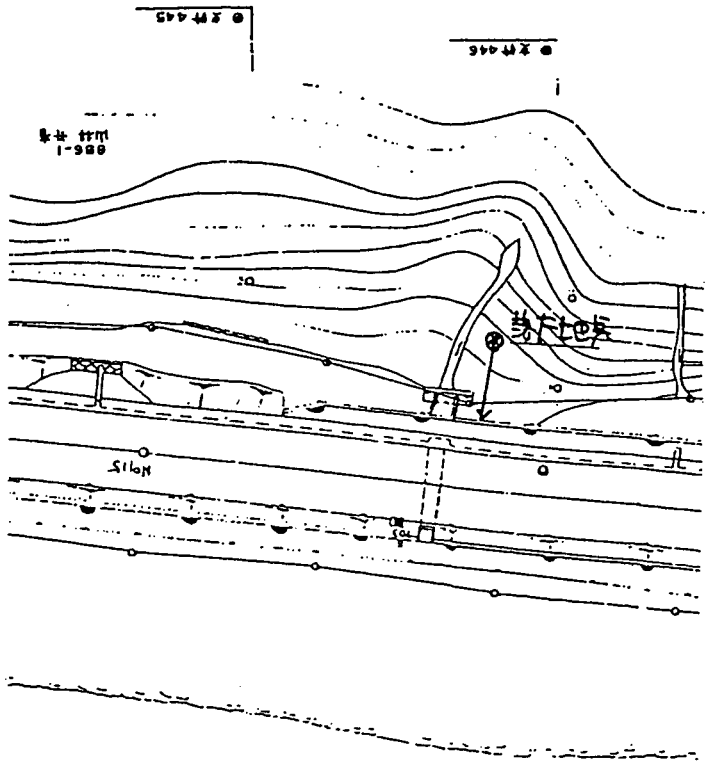




（調査地点位置図）

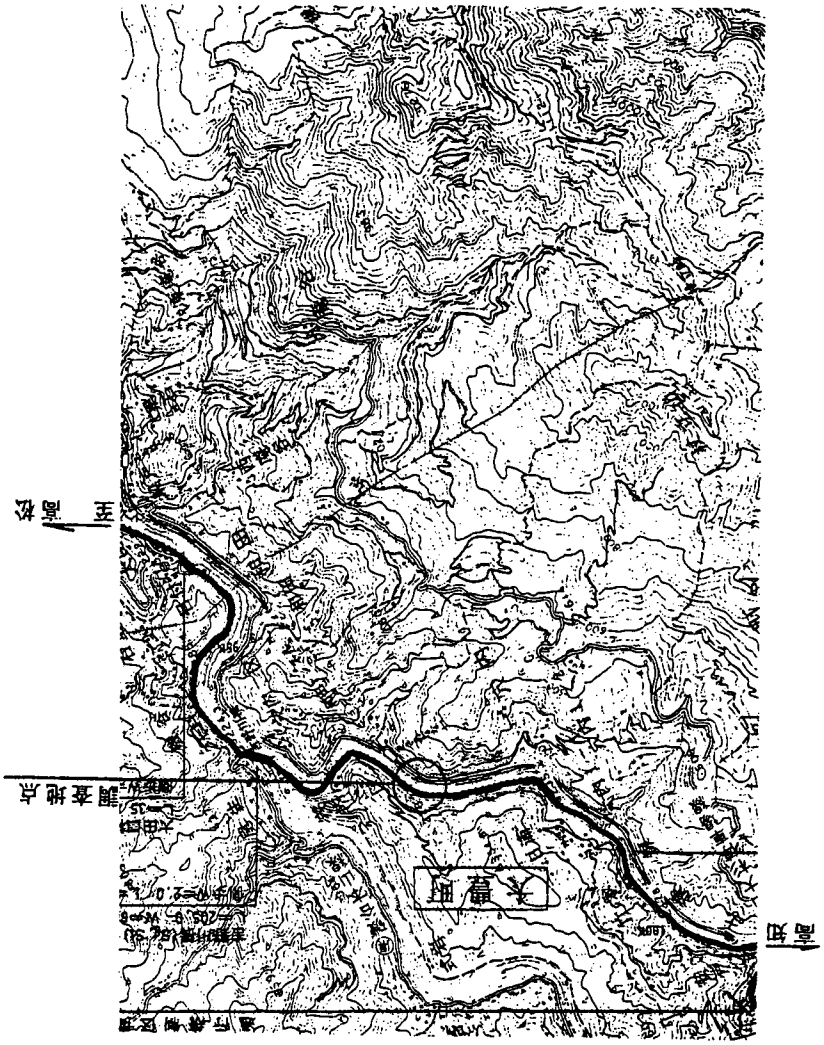


（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

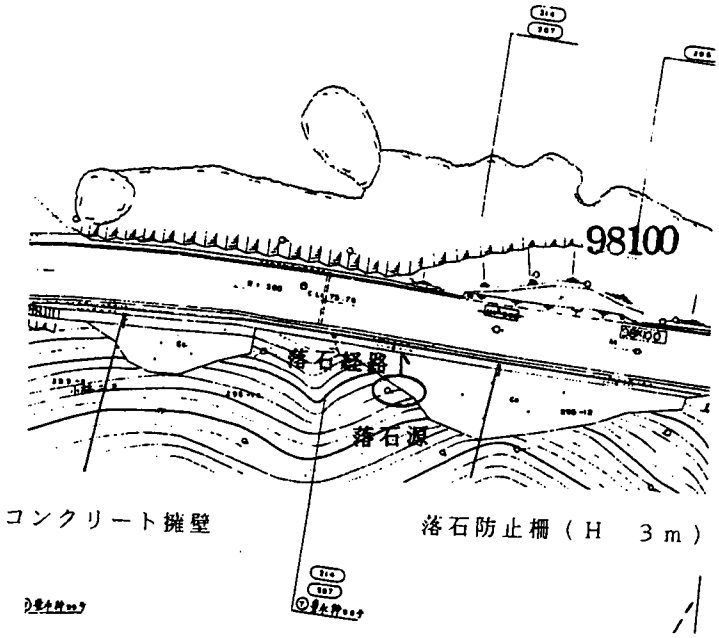


資料番号　086205

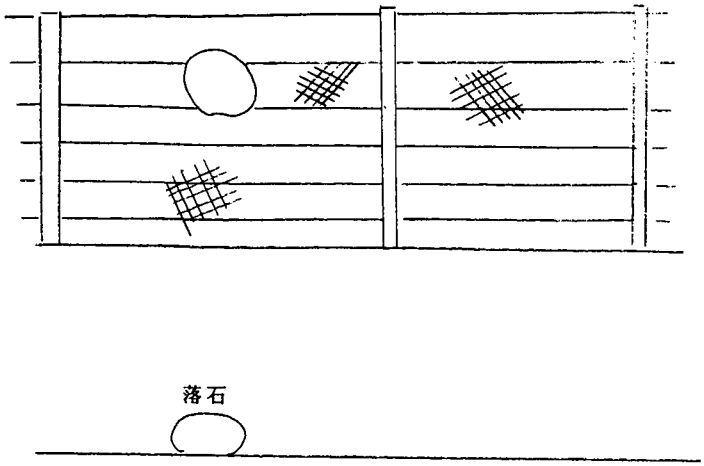
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



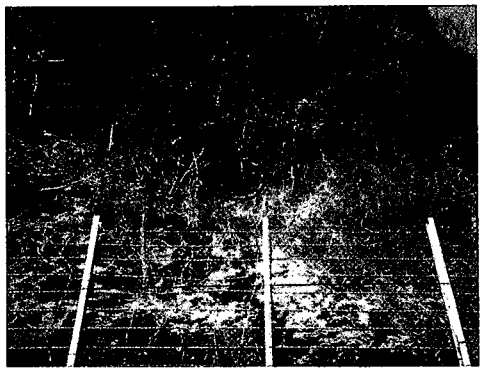
（落石防護工の被害状況）



支柱と支柱の間に落石が衝突した。
ワイヤーロープと金網が破損し、
落石が側溝に落ちた。

（支柱）被害なし　（傾斜角　０度）
（ワイヤーロープ）
　切断された本数　　０本
　降伏した本数　　０本
　変形した本数　　２本
（金網）破網　幅５０×高さ５０cm

（落石防護工の被害状況写真）

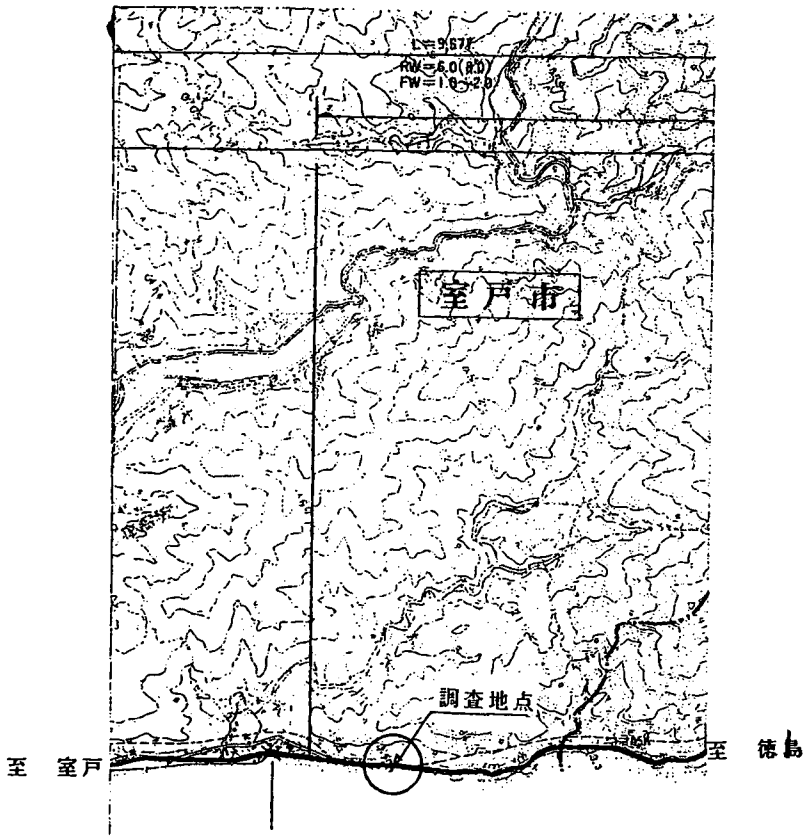




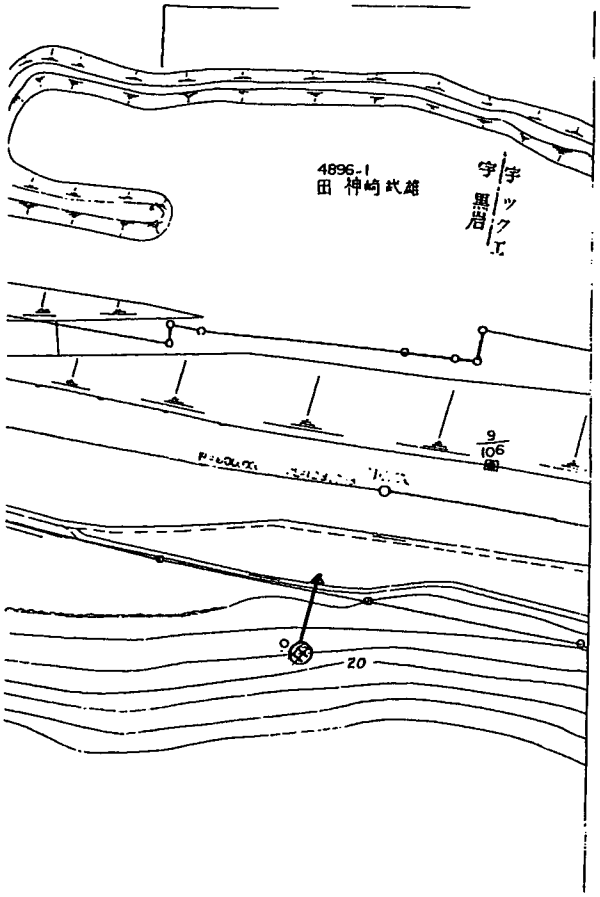


資料番号　086206

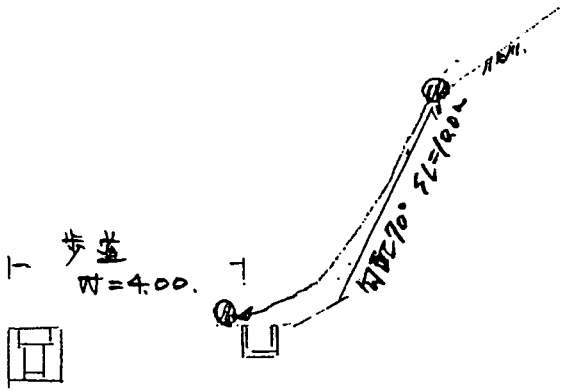
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の被害状況）

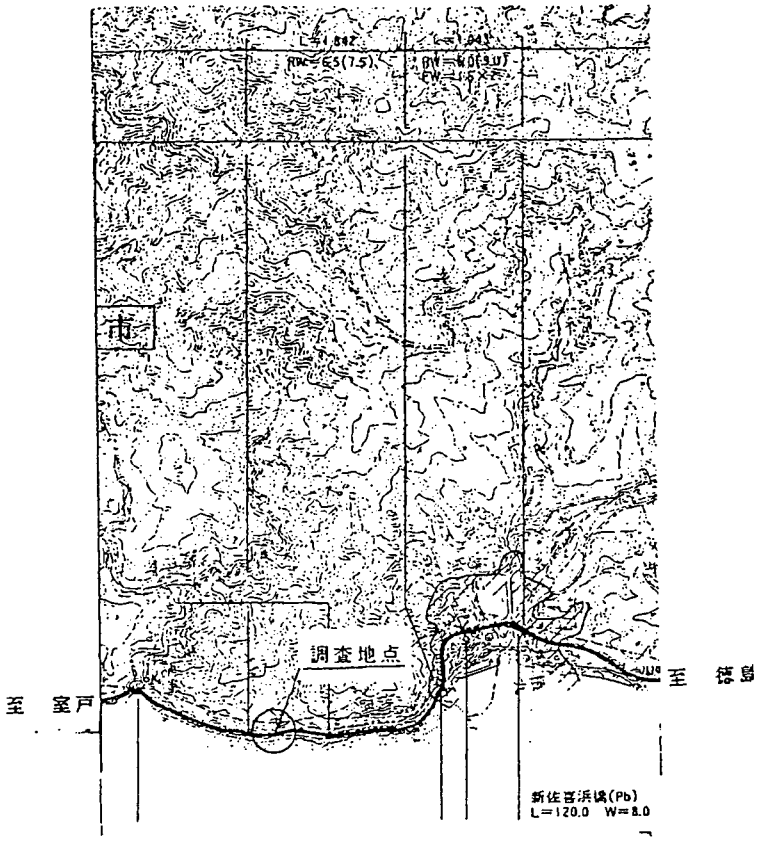


（落石防護工の被害状況写真）

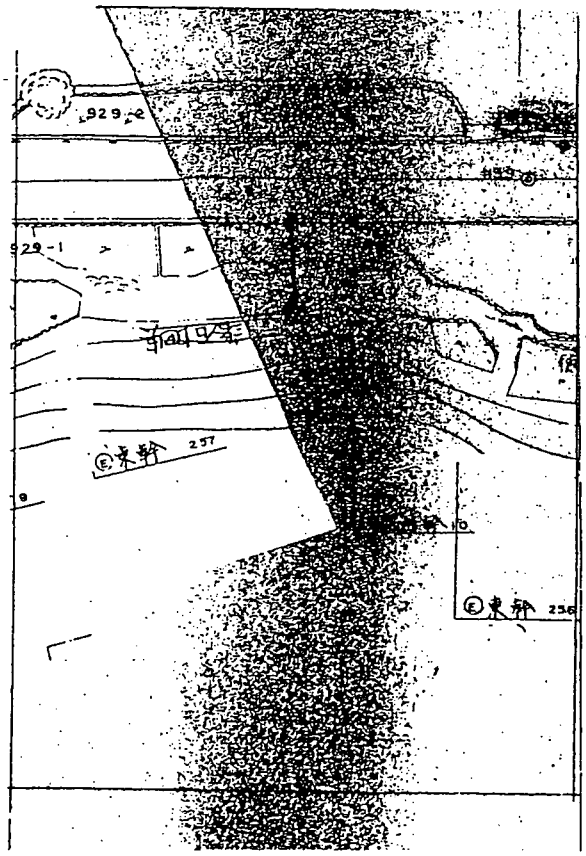


資料番号　086207

（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



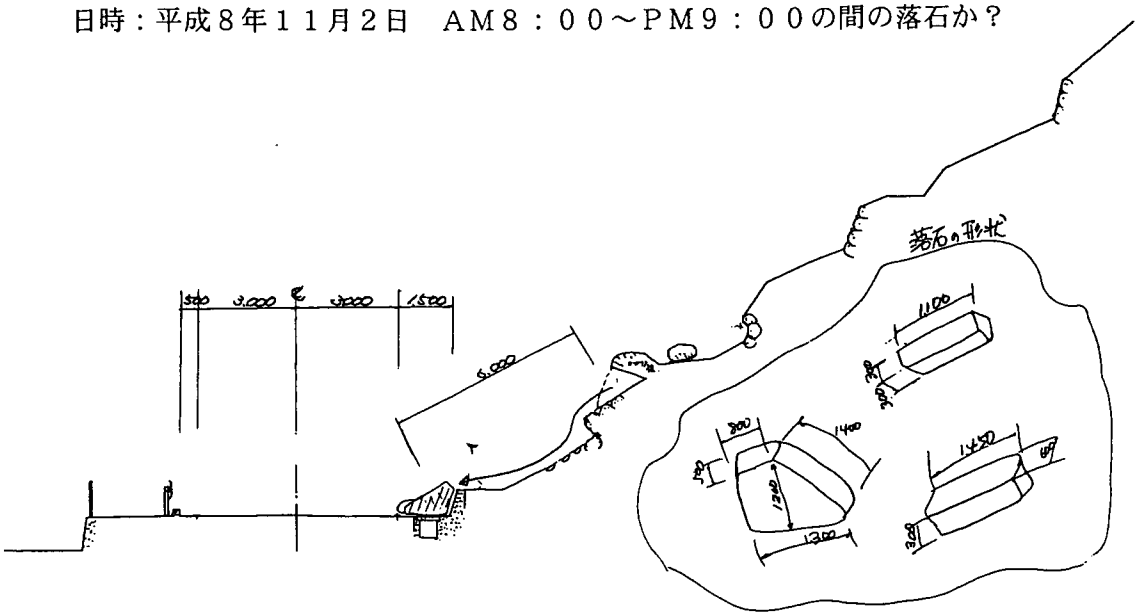
（落石防護工の被害状況）

横　断　図　S=1/100

場所：室戸市佐喜浜町字大谷ノ南

距離源：１１３Ｋ８７５

日時：平成８年１１月２日　ＡＭ８：００～ＰＭ９：００の間の落石か？

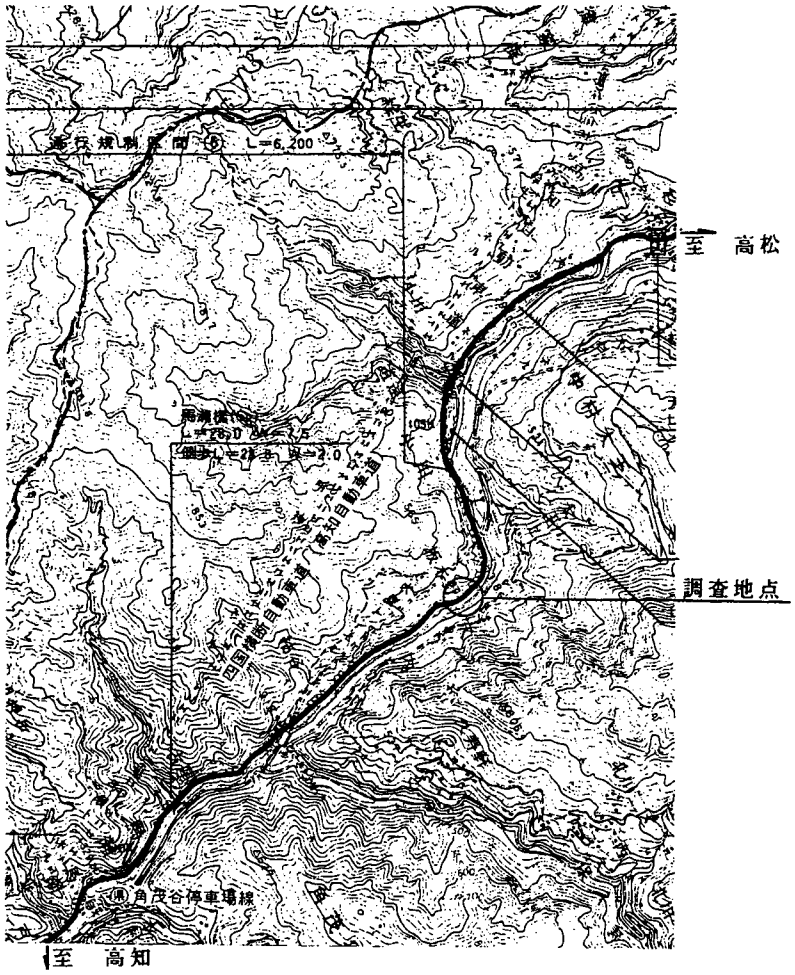


（落石防護工の被害状況写真）

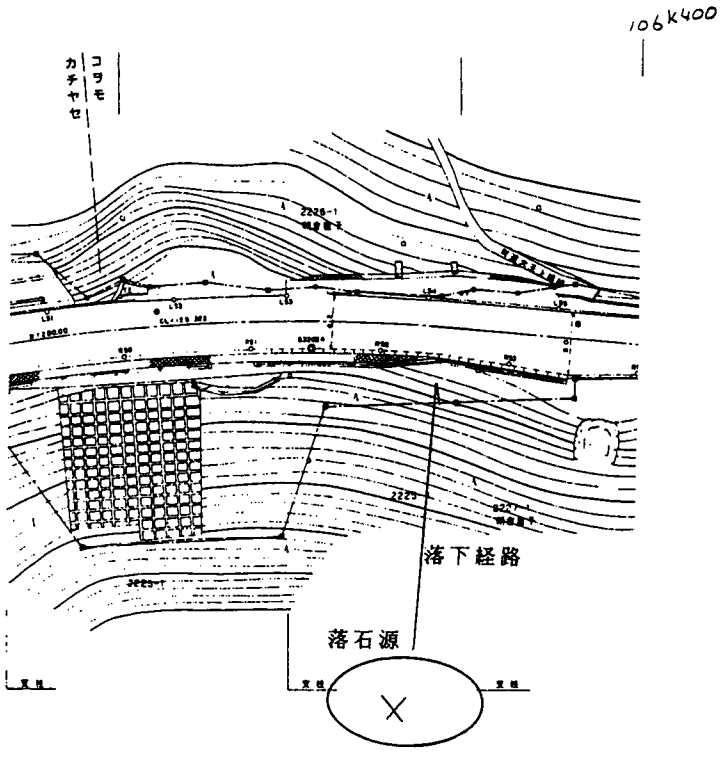


資料番号　086208

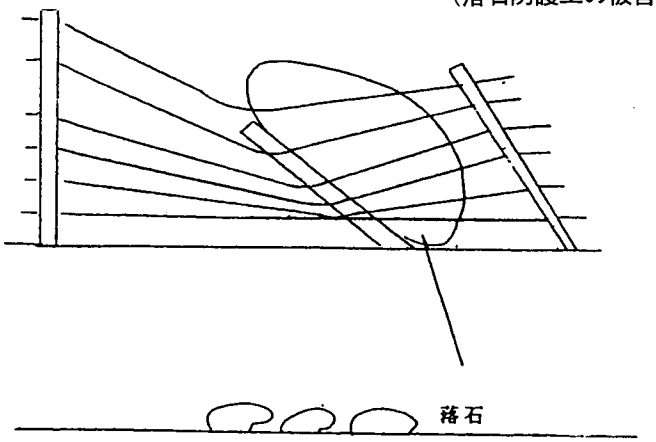
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

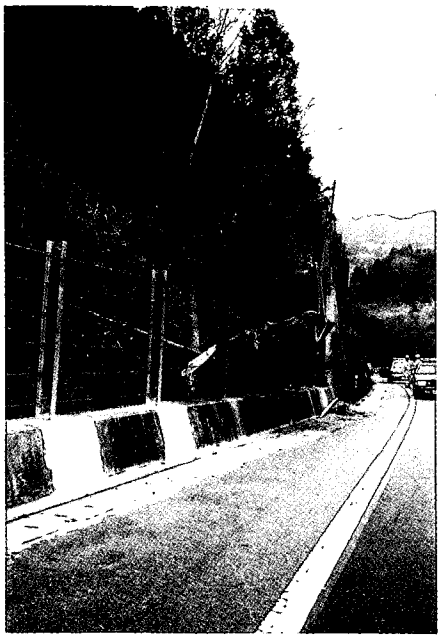


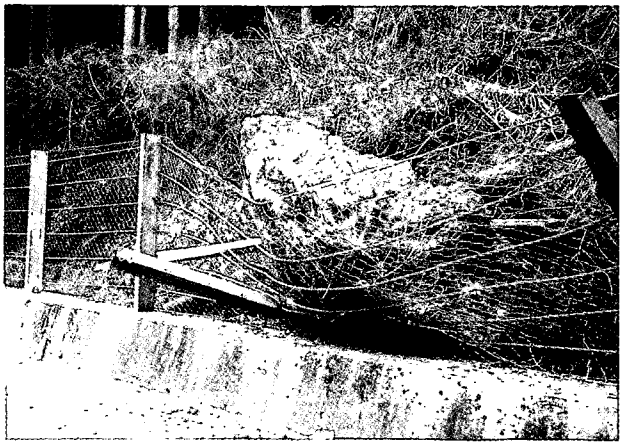
（落石防護工の被害状況）



支柱に落石が衝突し、支柱が破損した。
また、落石の一部が車道に落下した。
（支柱）２本（傾斜角　３０～９０度）
（ワイヤーロープ）
　切断された本数　　０本
　降伏した本数　　５本
　変形した本数　　１本
（金網）破網なし

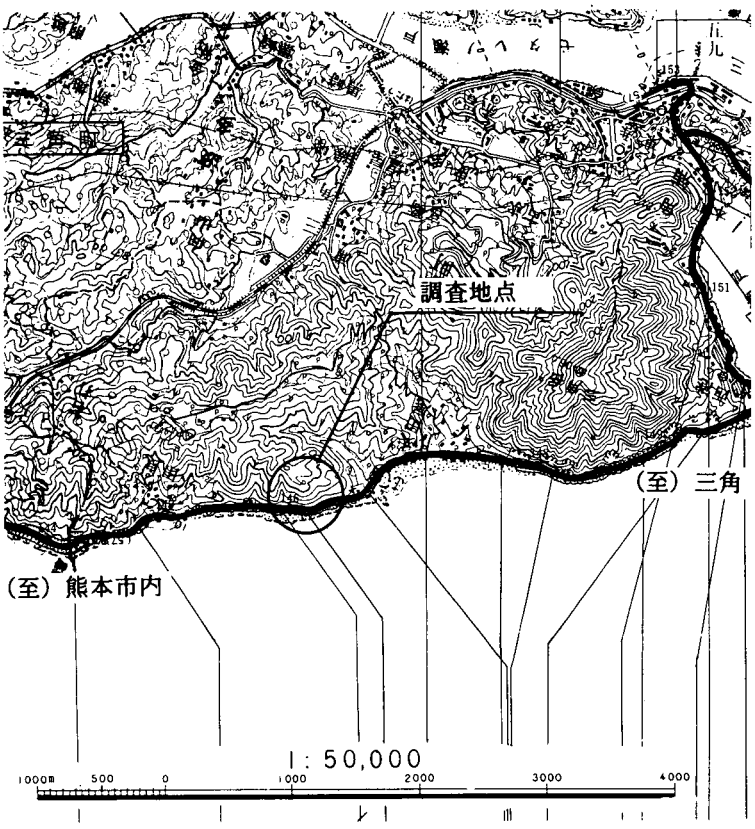
（落石防護工の被害状況写真）



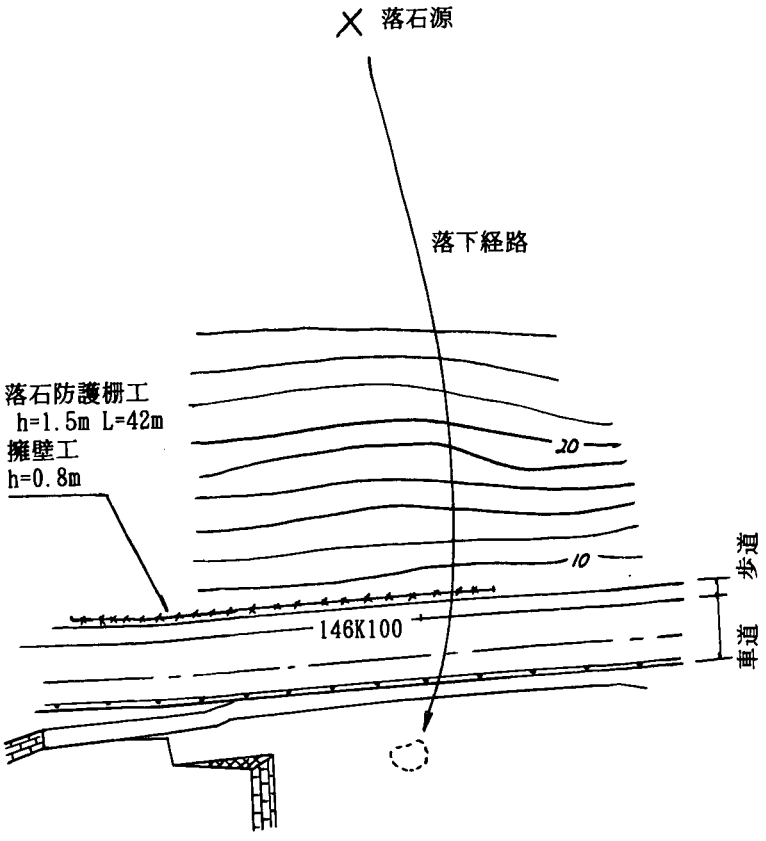


資料番号　095001

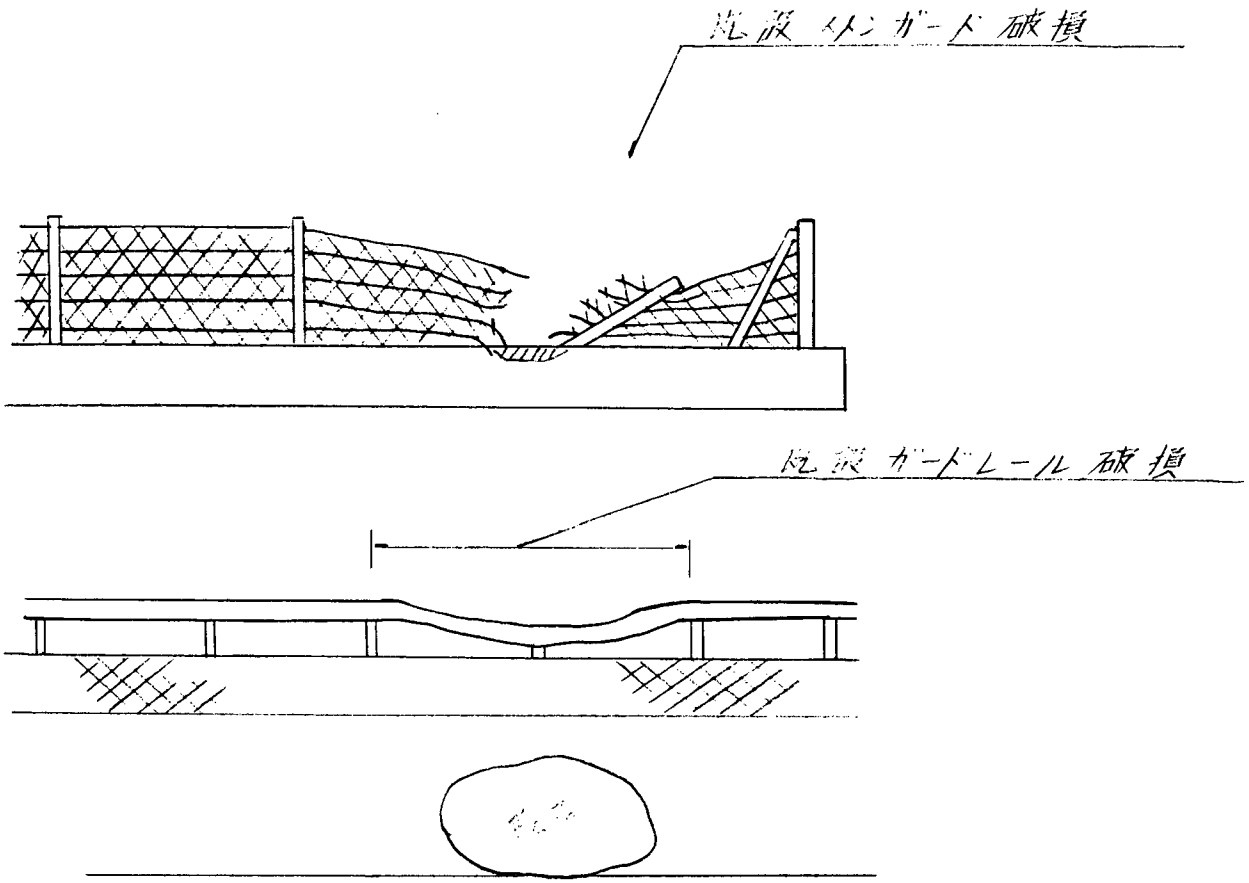
（調査地点位置図）



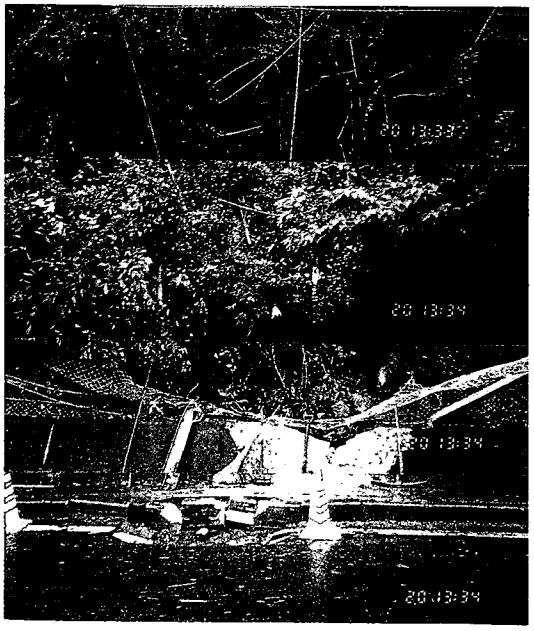
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

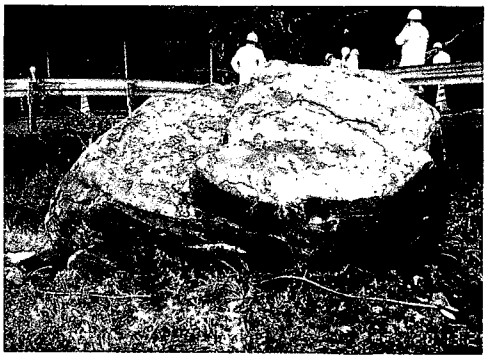


（落石防護工の被害状況）



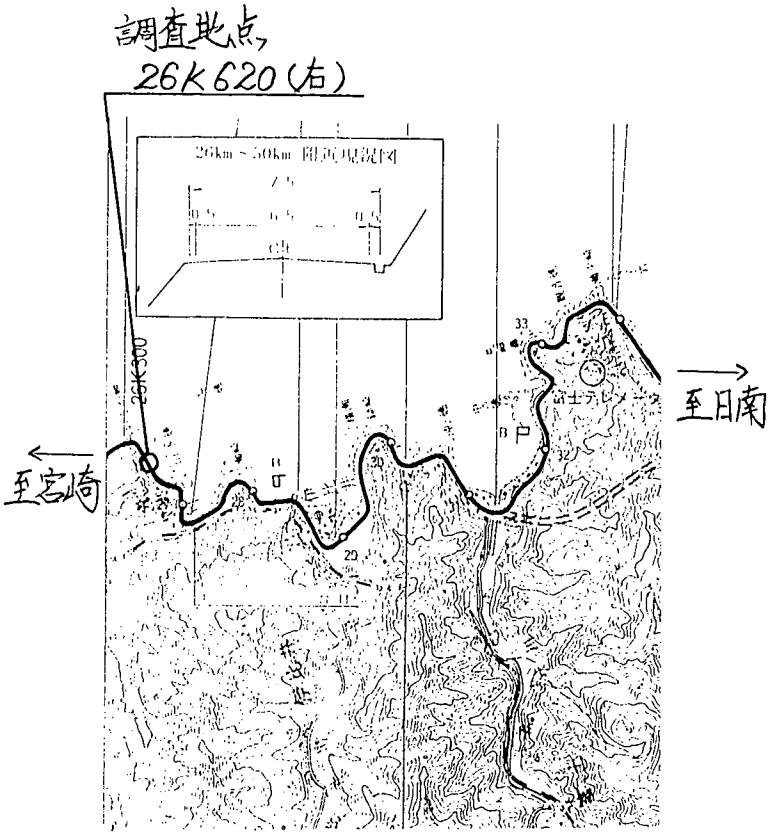
（落石防護工の被害状況写真）



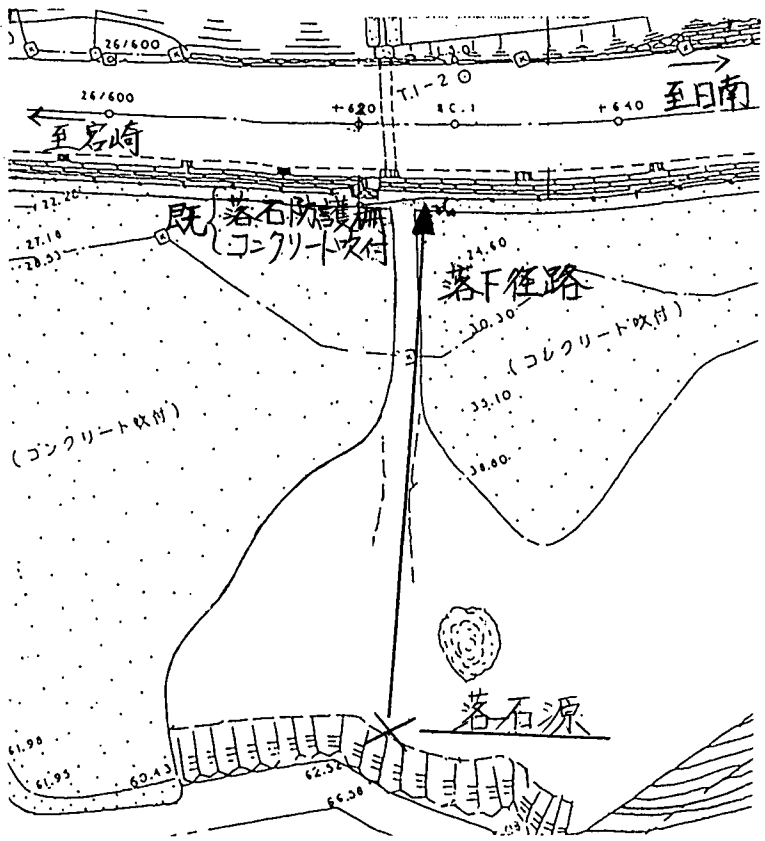


資料番号　096501

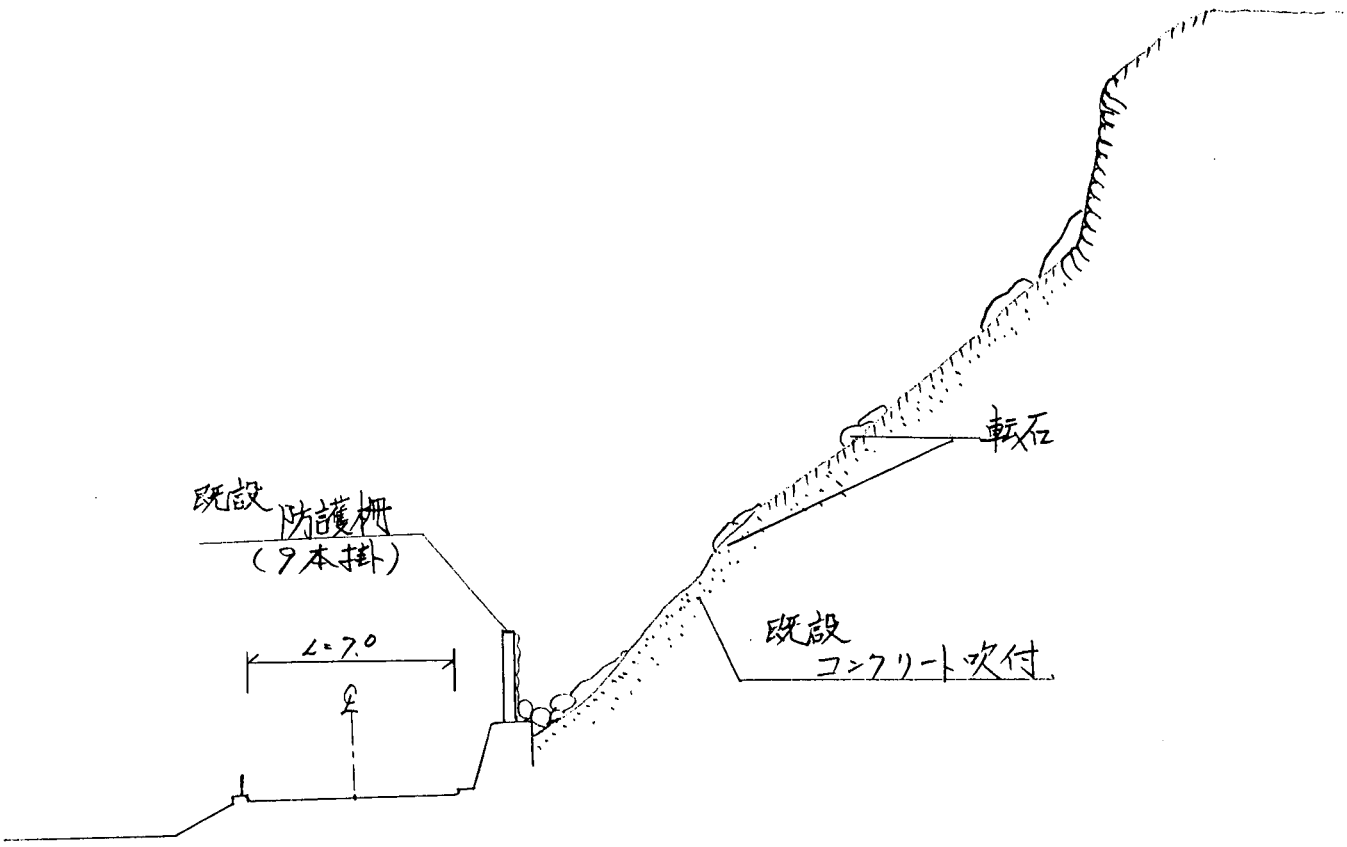
（調査地点位置図）



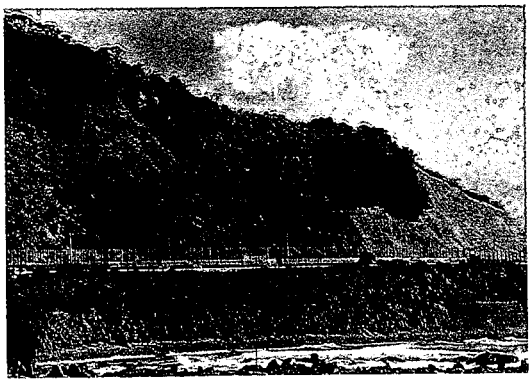
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

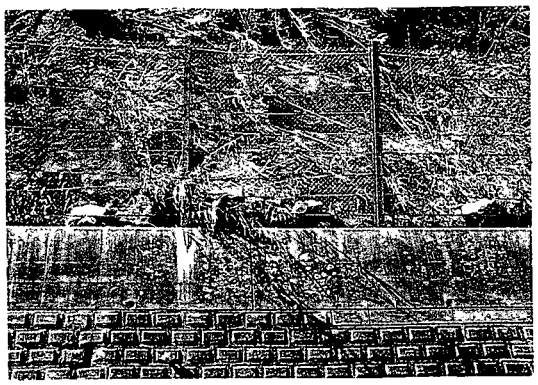


(落石防護工の被害状況)



(落石防護工の被害状況写真)

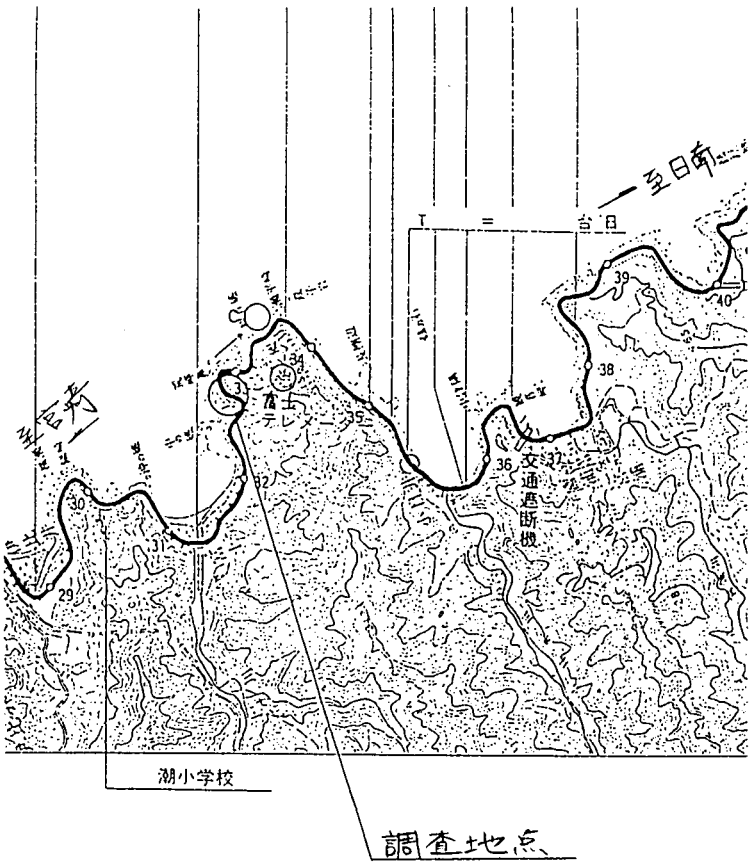




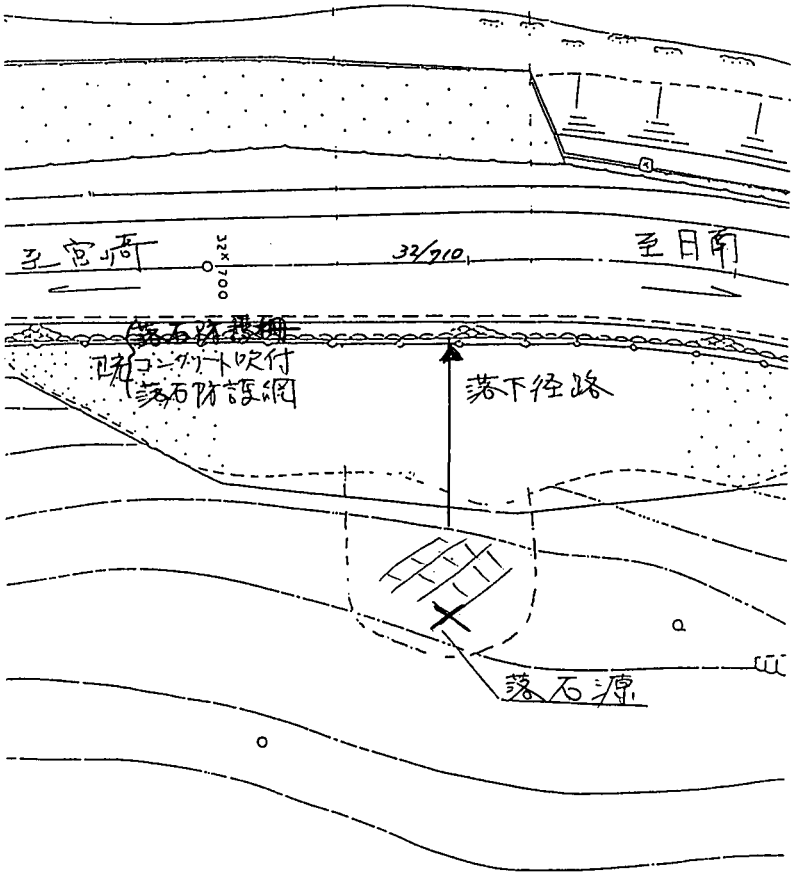


資料番号　096502

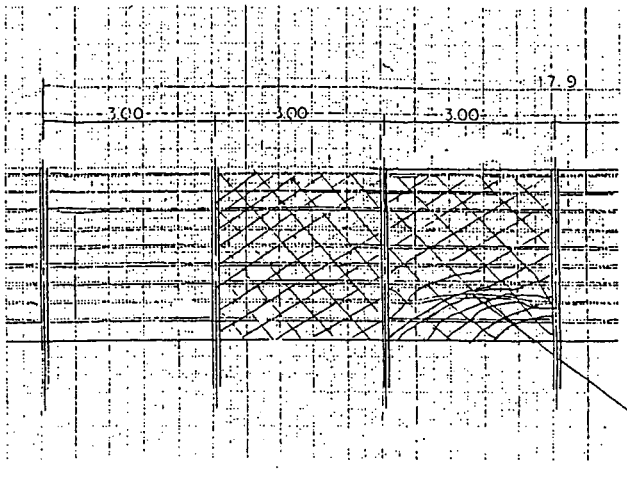
（調査地点位置図）



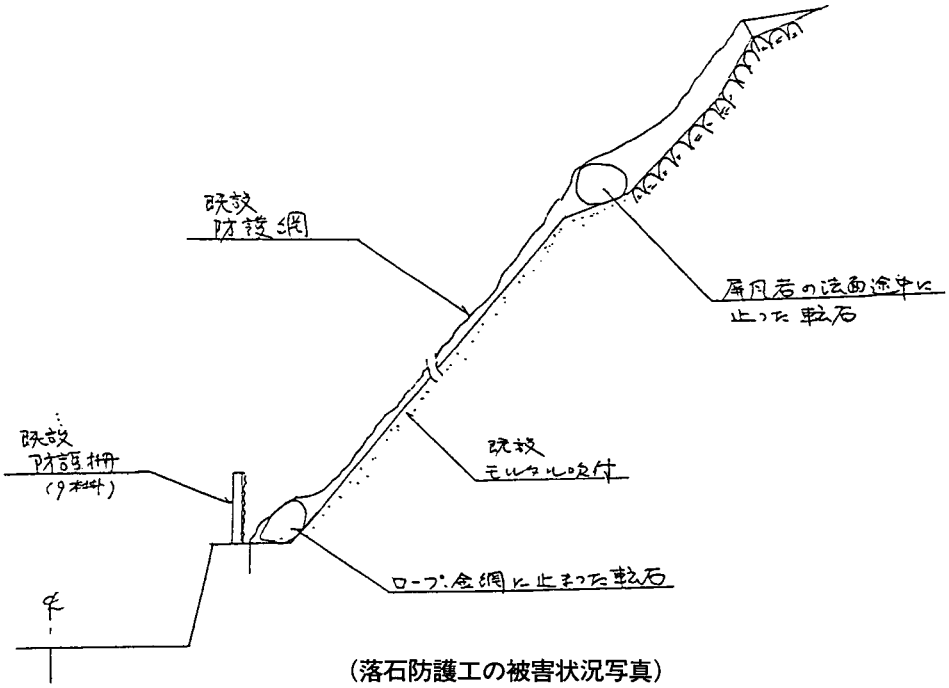
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）



（落石防護工の被害状況）

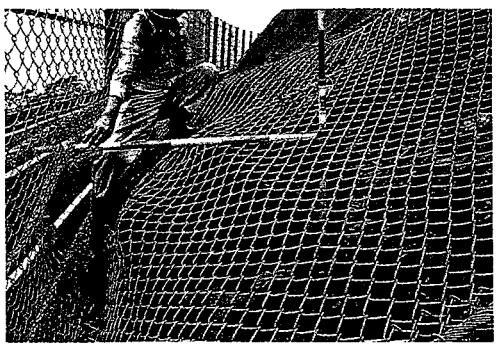


転石をネットが受け止めたが，防護柵にも衝加重を受けロープの伸びや金網の変形が生じた。



（落石防護工の被害状況写真）

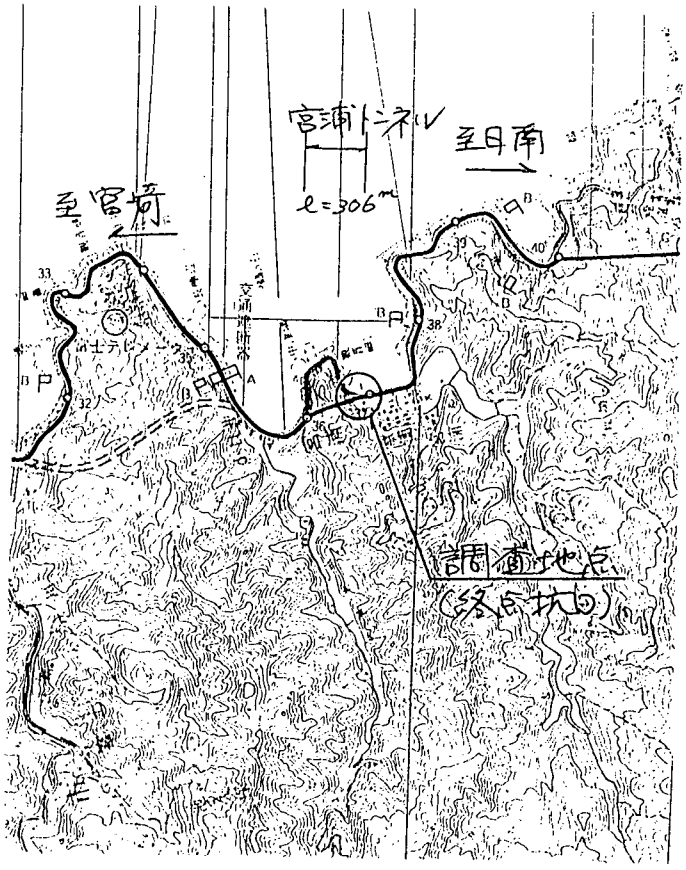




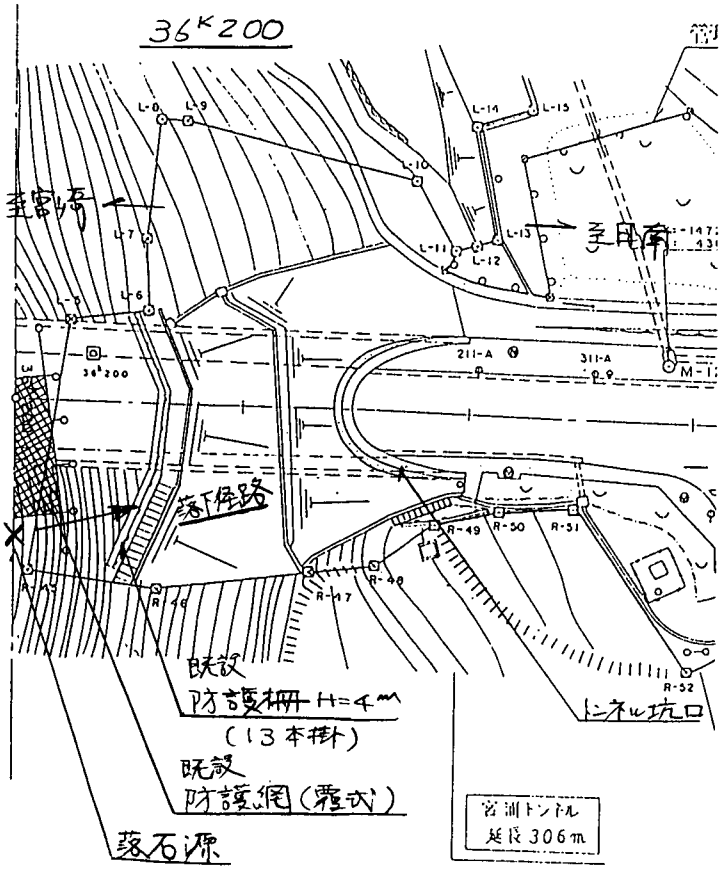


資料番号　096503

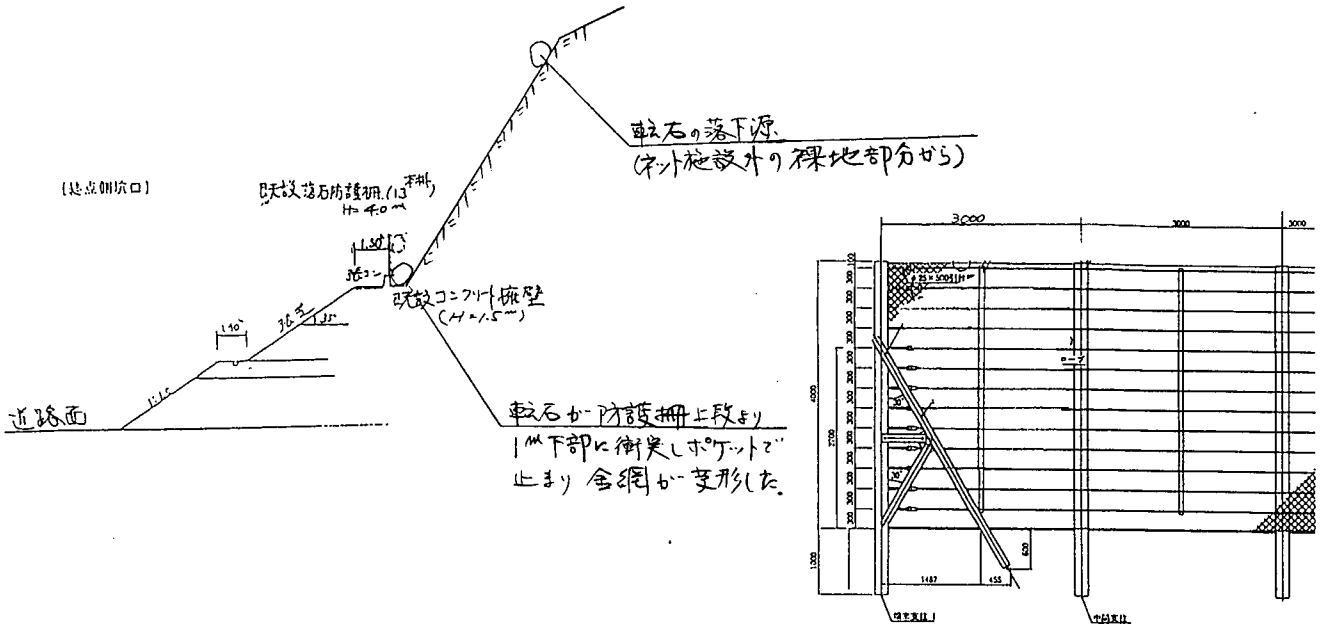
（調査地点位置図）



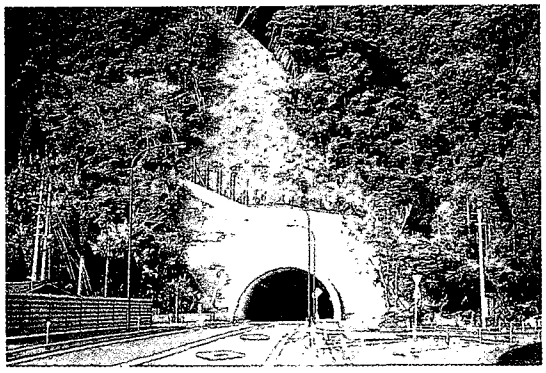
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

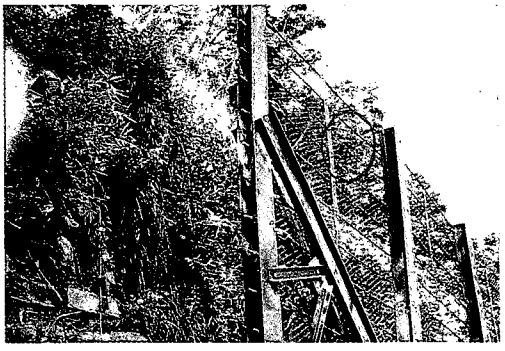


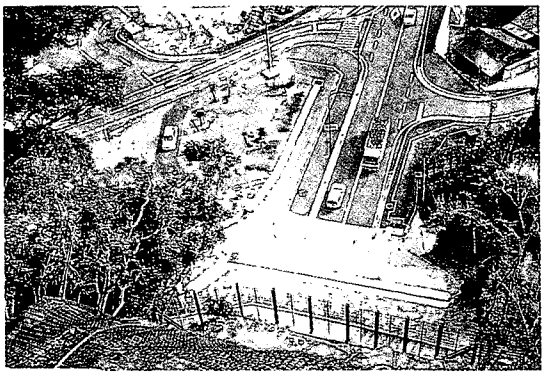
（落石防護工の被害状況）

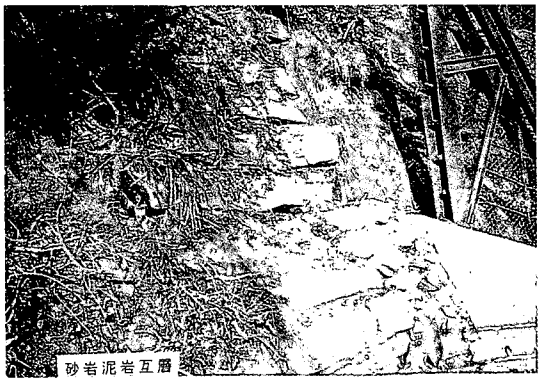


（落石防護工の現場写真）



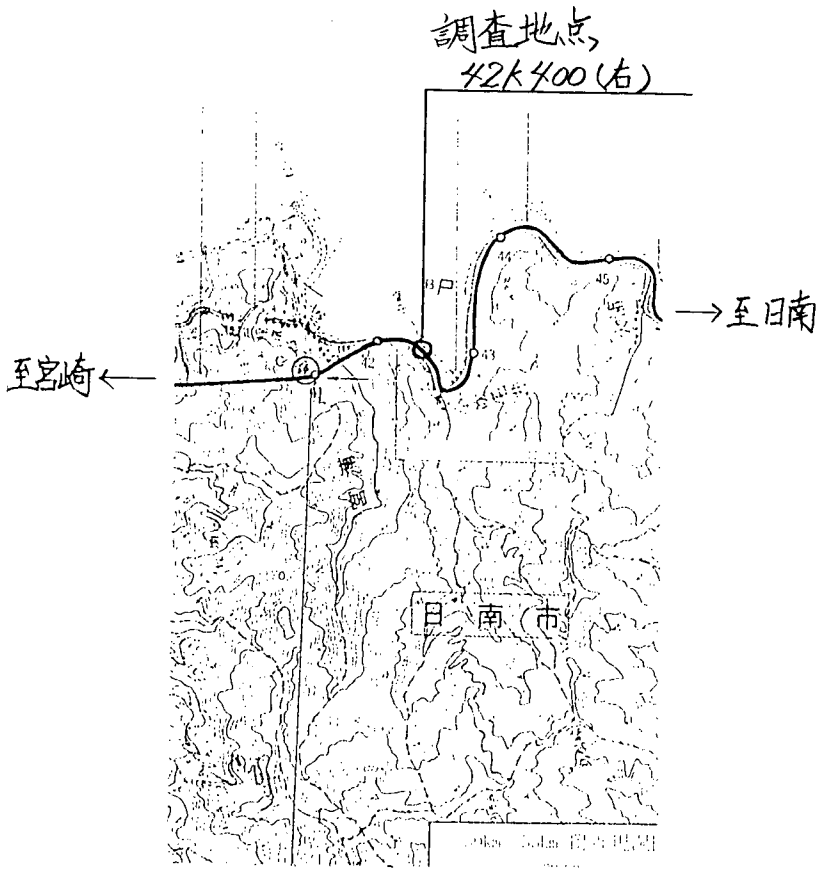




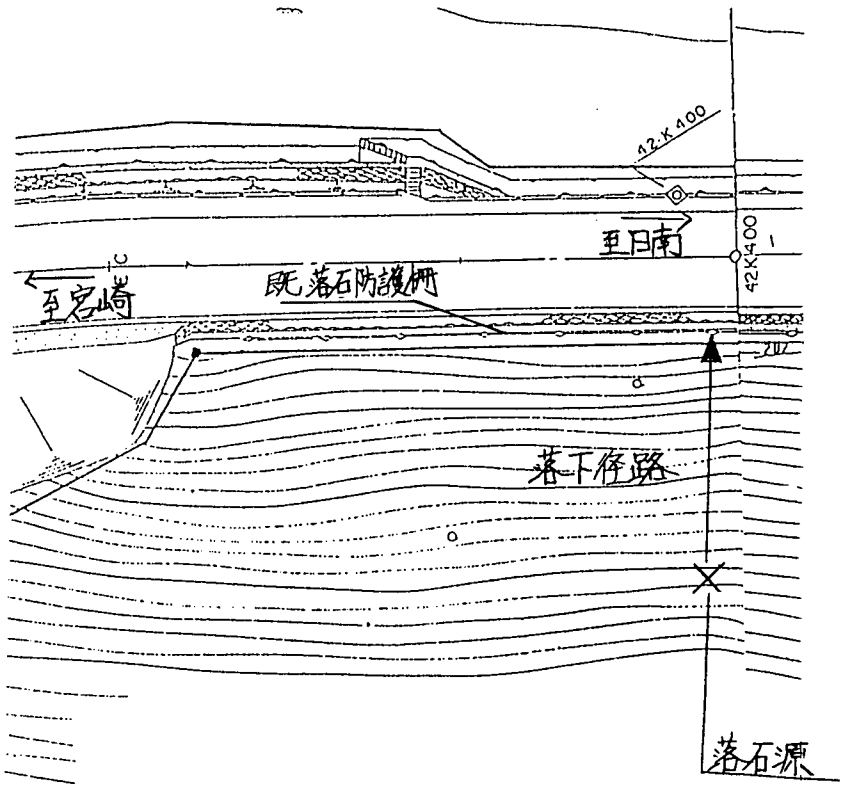


資料番号　096504

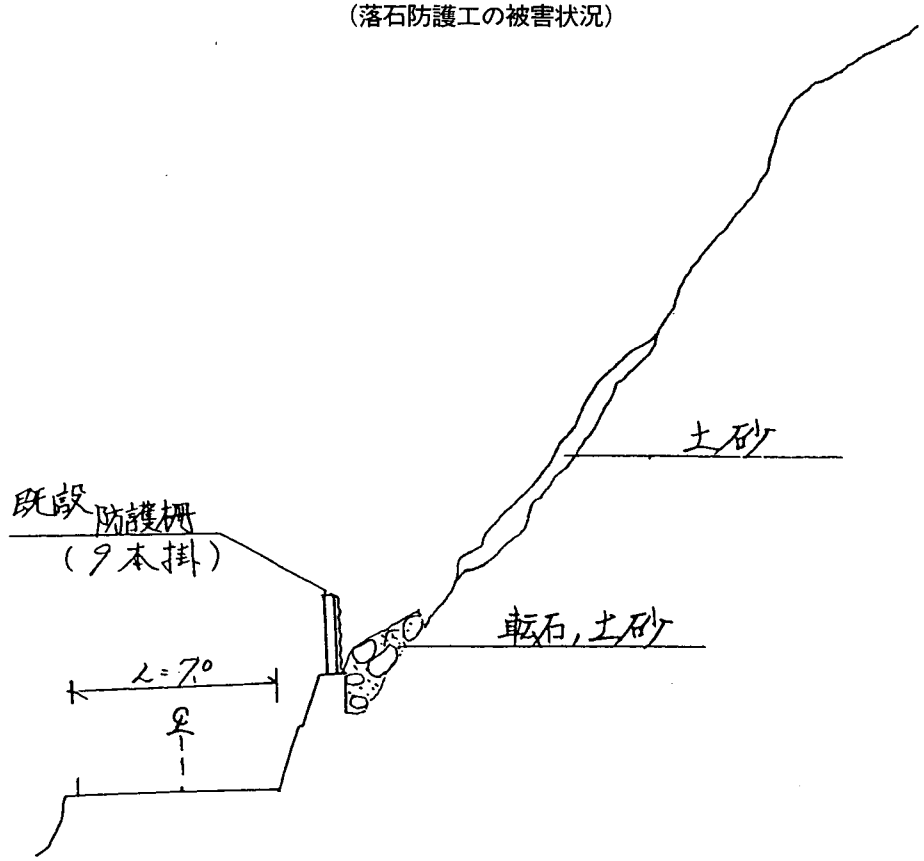
（調査地点位置図）



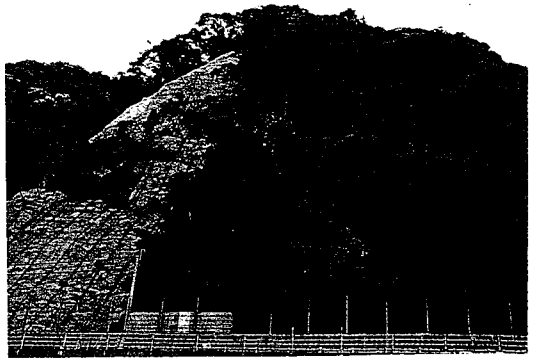
（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

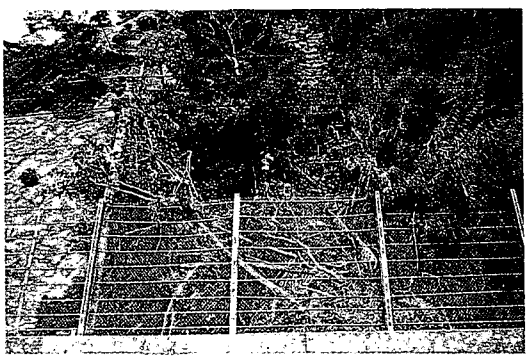


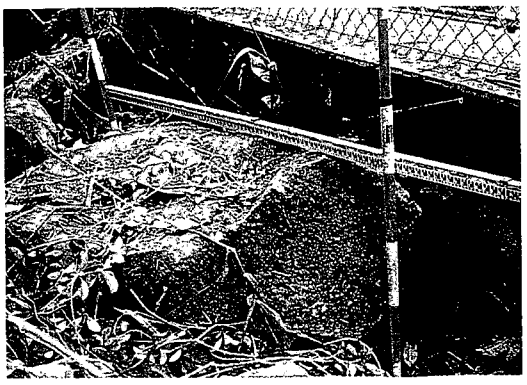
（落石防護工の被害状況）



（落石防護工の被害状況写真）

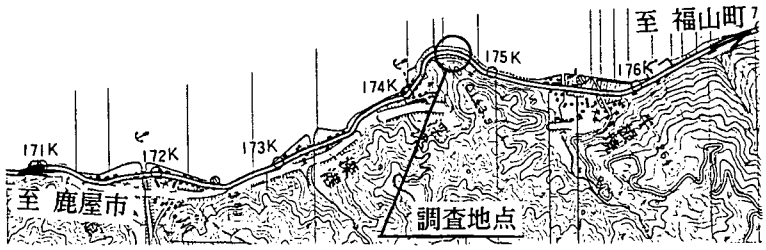




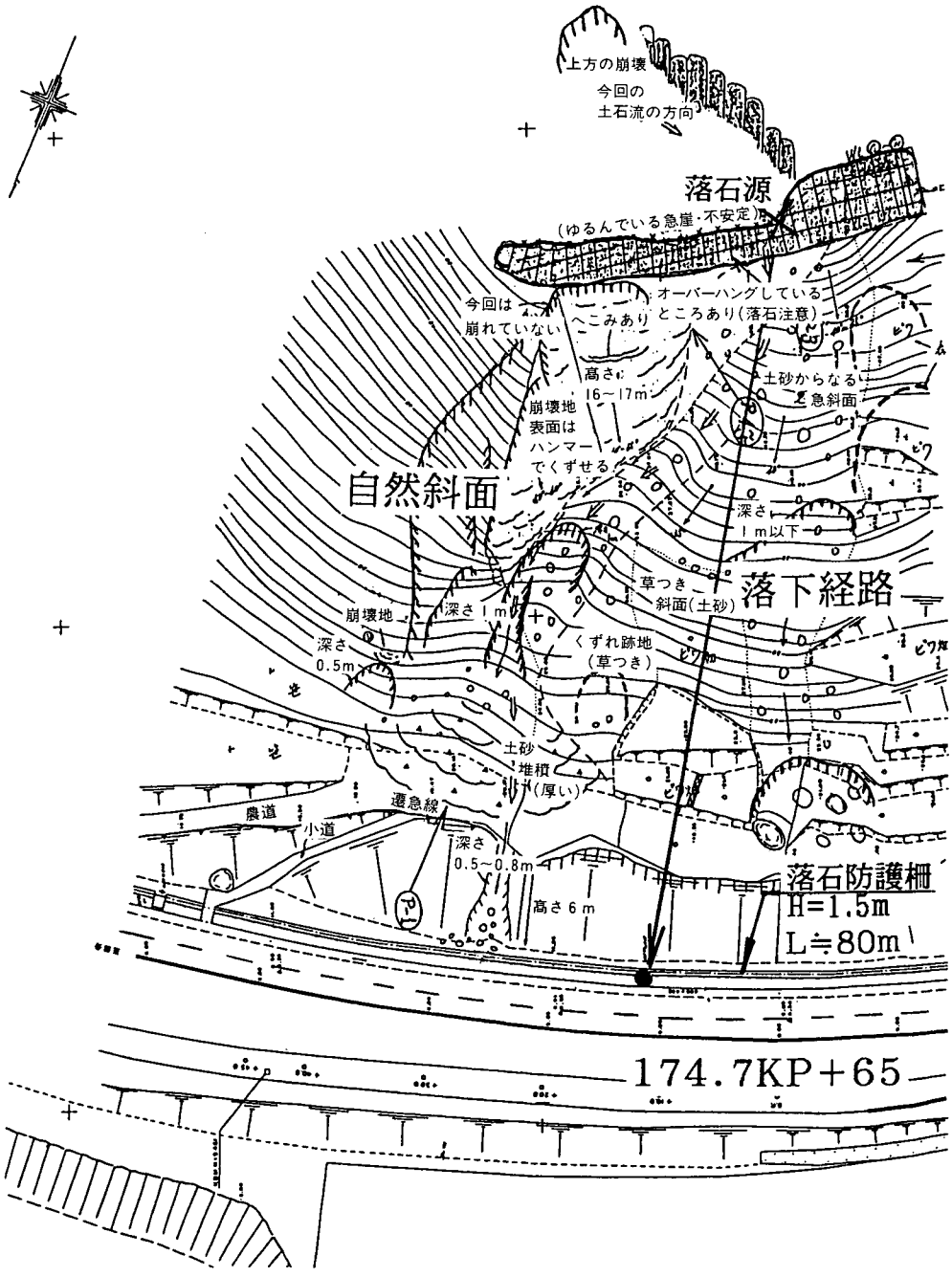


資料番号　097101

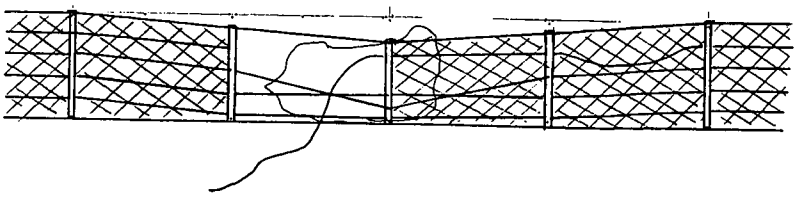
（調査地点位置図）



（落石防護工及び斜面の平面図・落石の落下経路）

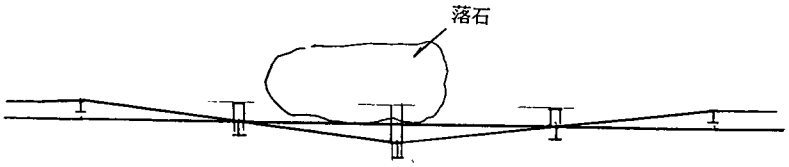


（落石防護工の被害状況）

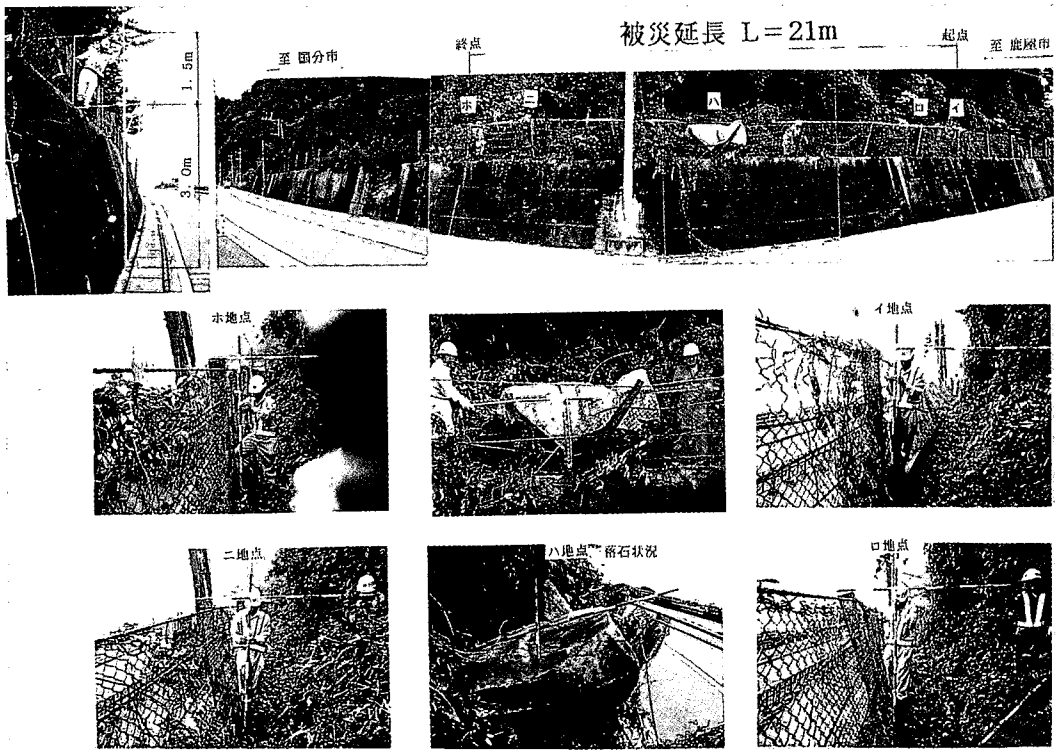


支柱に落石が衝突し、ワイヤーロープと金網が破壊されたが落石は支柱で止った。

(支柱)8本倒壊（傾斜角約10~60°）
（ワイヤーロープ）
切断された本数:1本
降伏した本数　:1本
（金網）
破網:幅3m×高さ1.5m



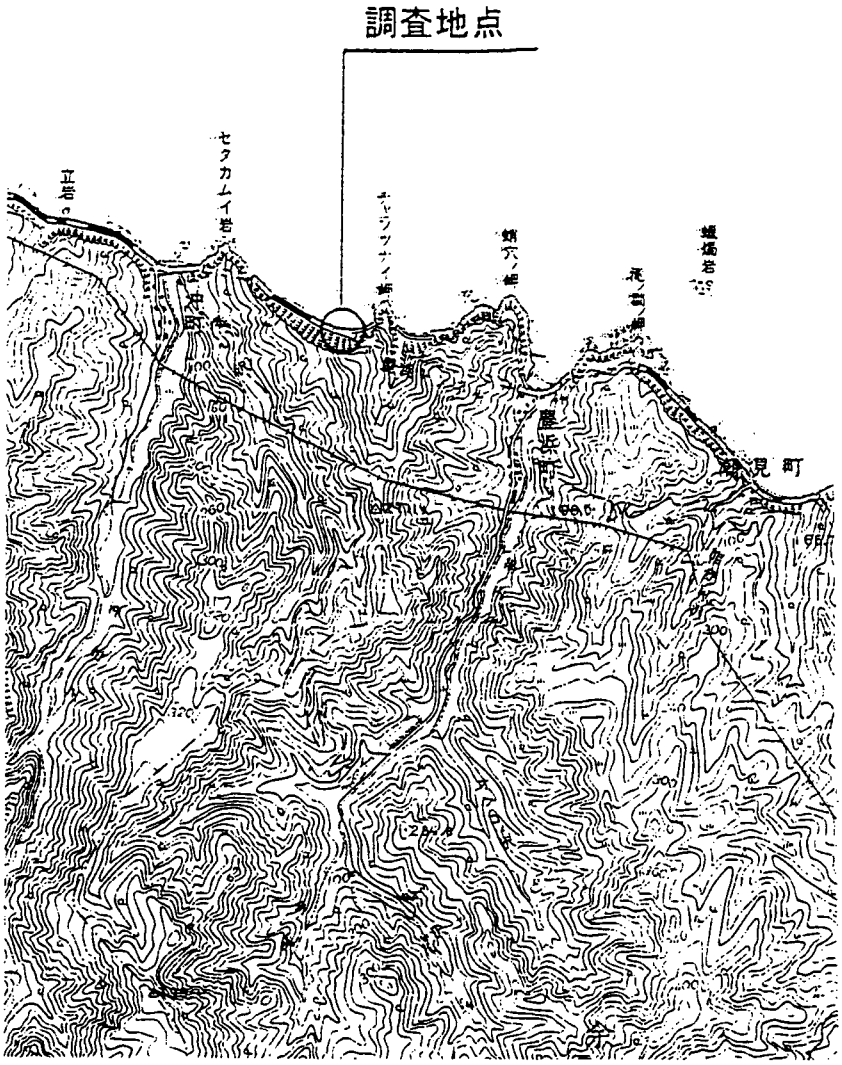
（落石防護工の被害状況写真）



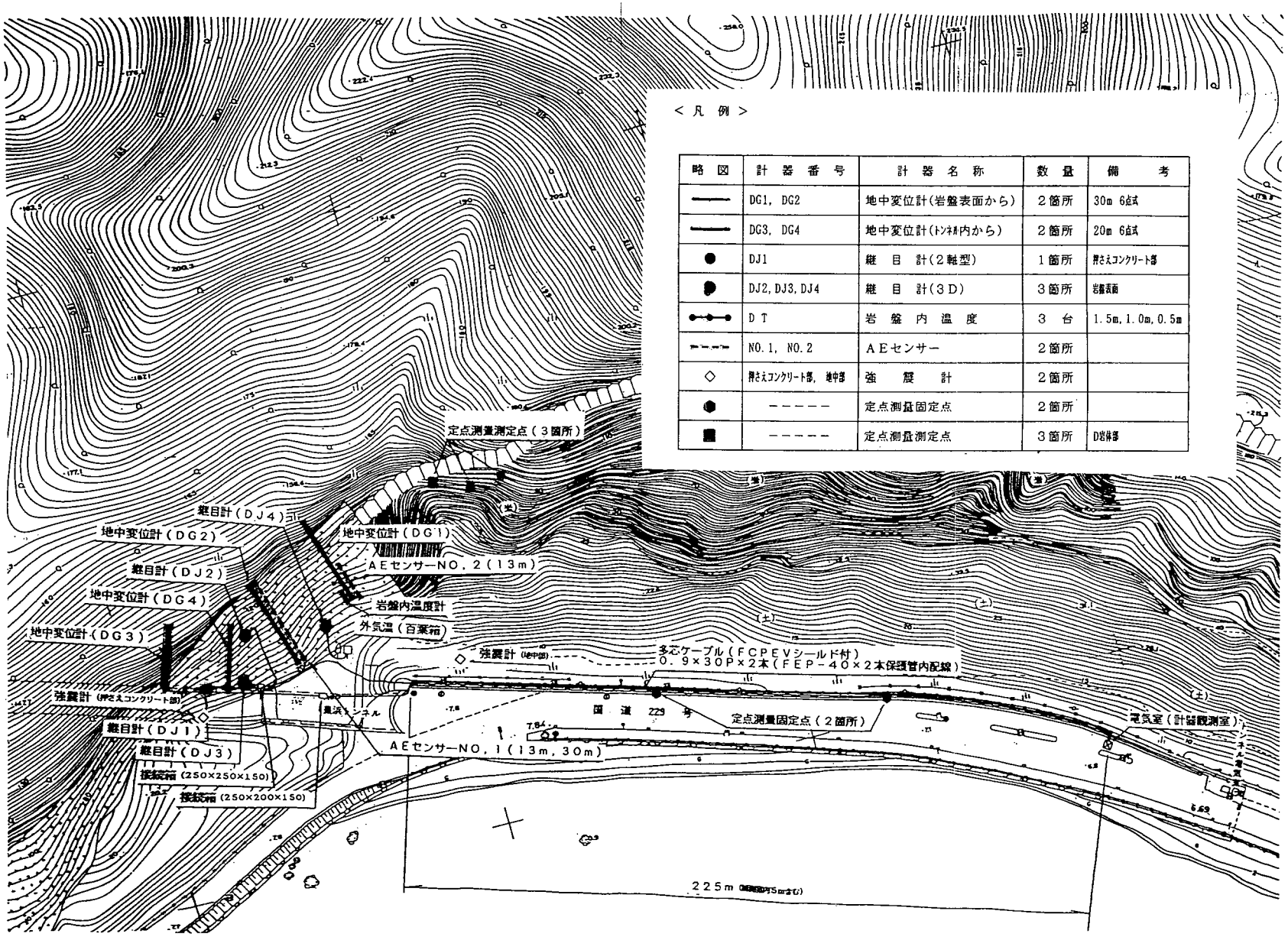
付録３　落石検知・監視システムの概要
（調査票２より抜粋）

資料番号　1

（設置地点位置図）

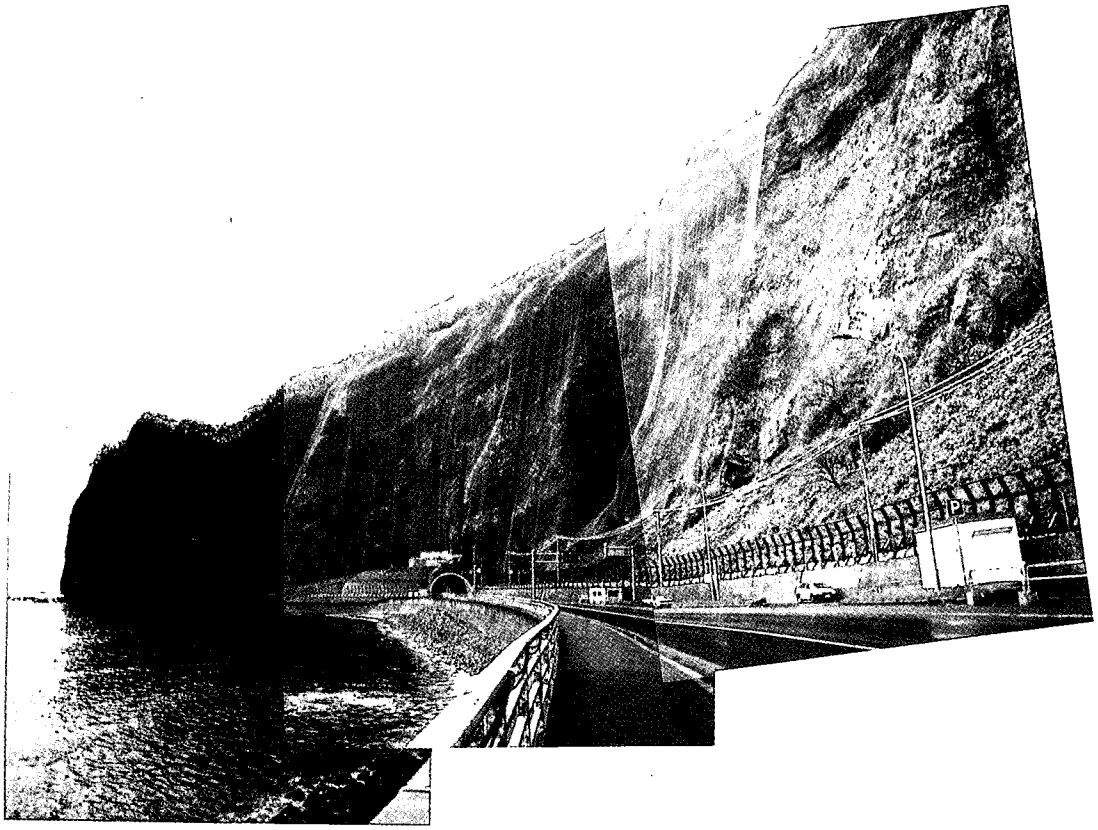


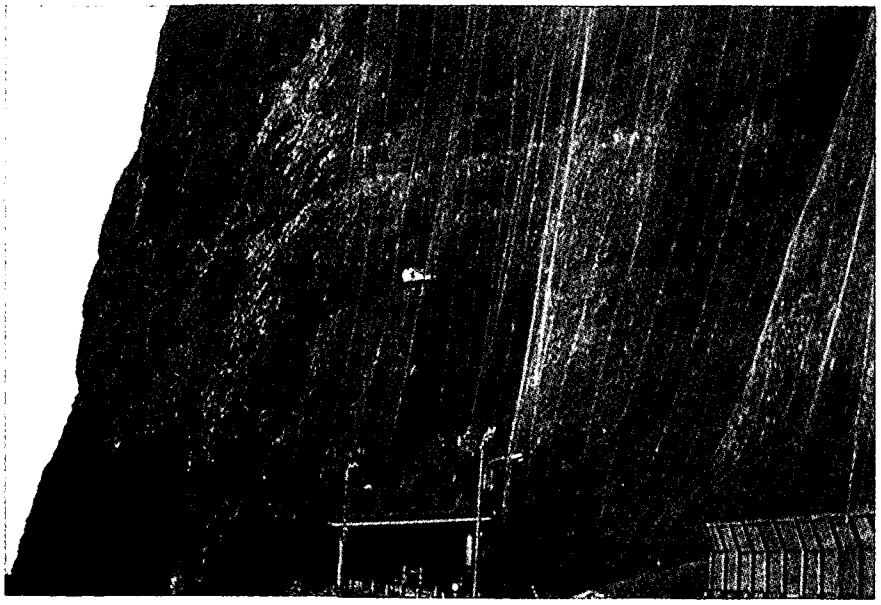
(設置機器及び斜面の平面図)



略 図	計 器 番 号	計 器 名 称	数 量	備 考
———	DG1，DG2	地中変位計(岩盤表面から)	２箇所	30m 6点式
———	DG3，DG4	地中変位計(ﾄﾝﾈﾙ内から)	２箇所	20m 6点式
●	DJ1	継 目 計(２軸型)	１箇所	押さえコンクリート部
●	DJ2，DJ3，DJ4	継 目 計(３Ｄ)	３箇所	岩盤表面
●—●—●	ＤＴ	岩 盤 内 温 度	３ 台	1.5m，1.0m，0.5m
▪—▪—▪	NO.1，NO.2	ＡＥセンサー	２箇所	
◇	押さえｺﾝｸﾘｰﾄ部，地中部	強 震 計	２箇所	
⬢	------	定点測量固定点	２箇所	
■	------	定点測量測定点	３箇所	D岩体部

（機器の設置状況写真）





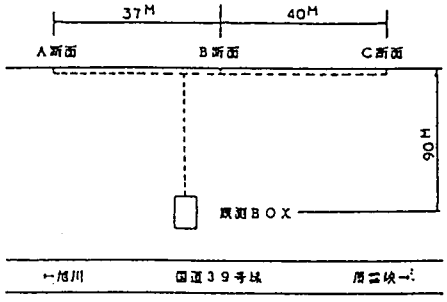
資料番号　2

（設置地点位置図）

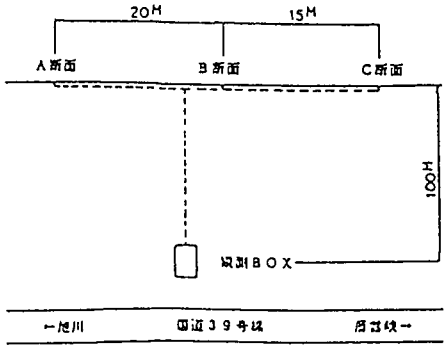


（設置機器及び斜面の平面図）

（1）四の岩①配置平面概略図

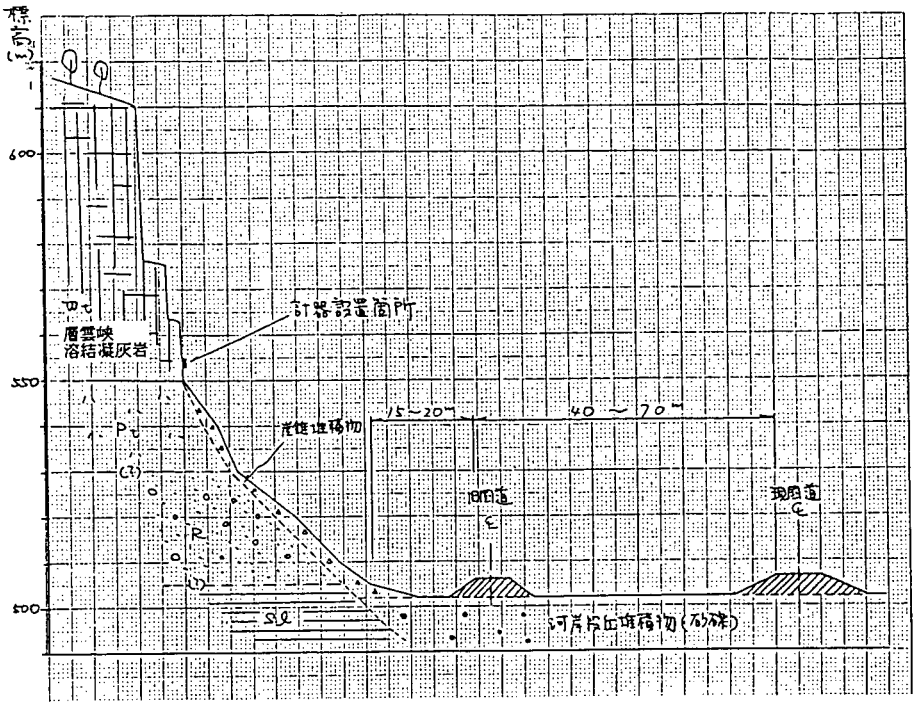


（2）四の岩②配置平面概略図

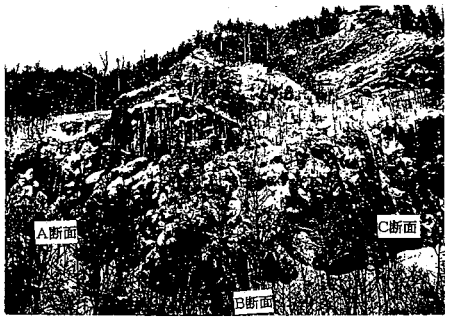


（設置機器の側面図）

S=1:1,000



（機器の設置状況写真）



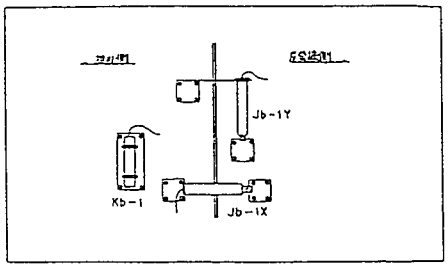
四の岩①（旭川側）地区
kp61k150 付近



四の岩②（層雲峡側）地区
kp61k500 付近

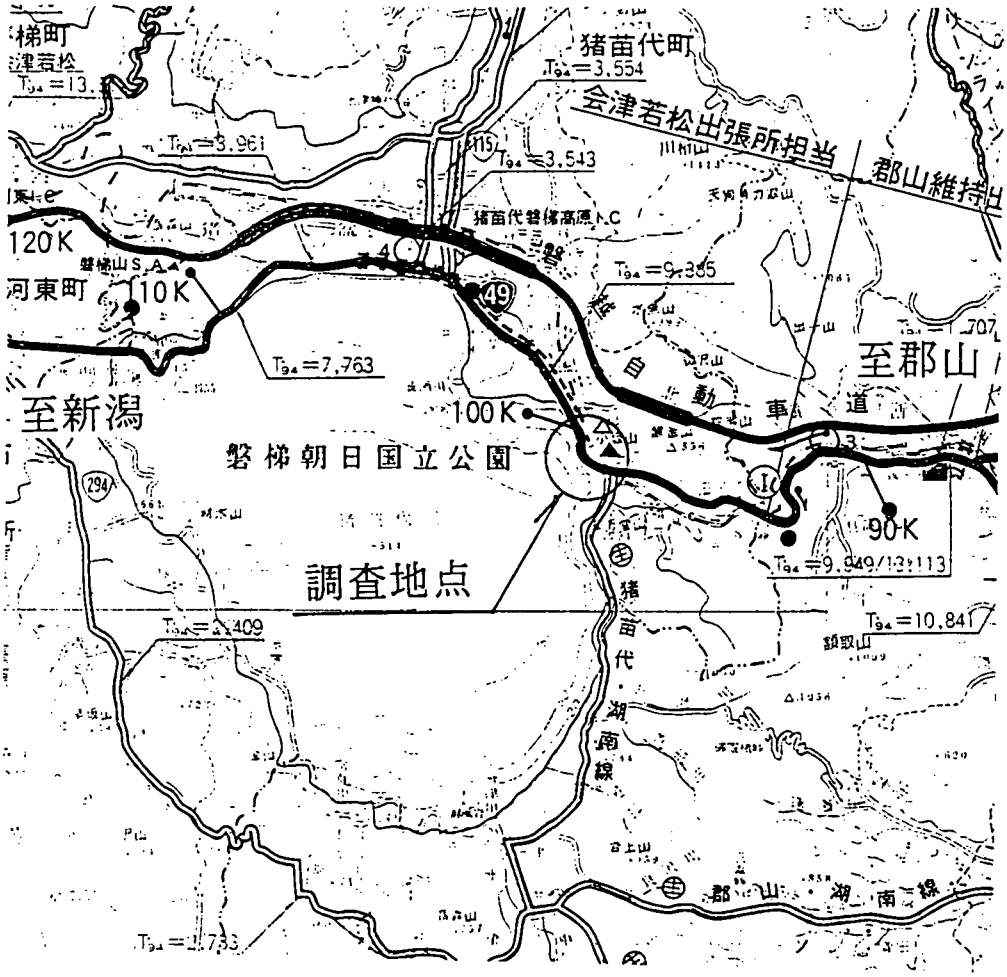
代表箇所：四の岩①（旭川側）地区　B断面



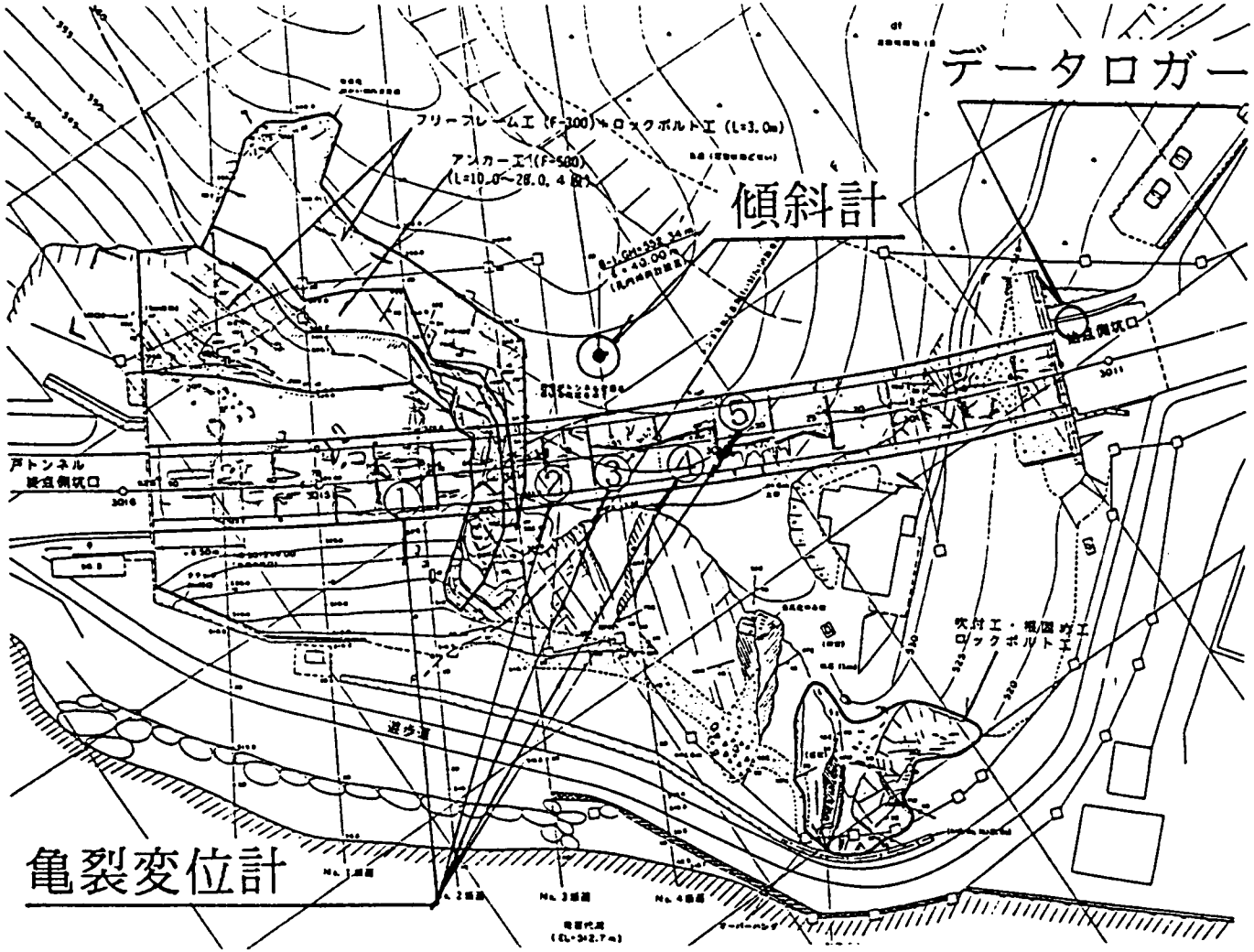


資料番号　3

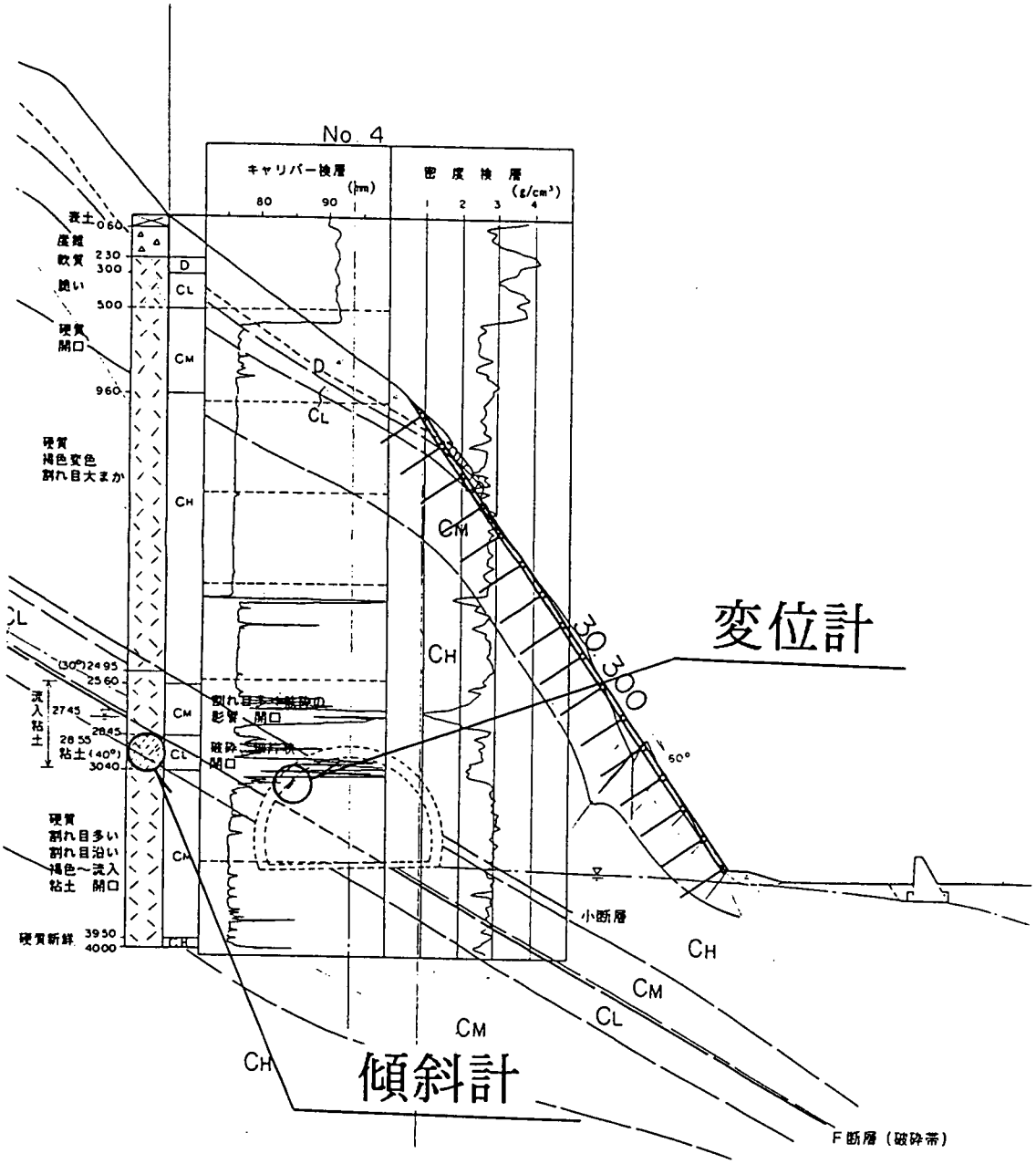
（設置地点位置図）



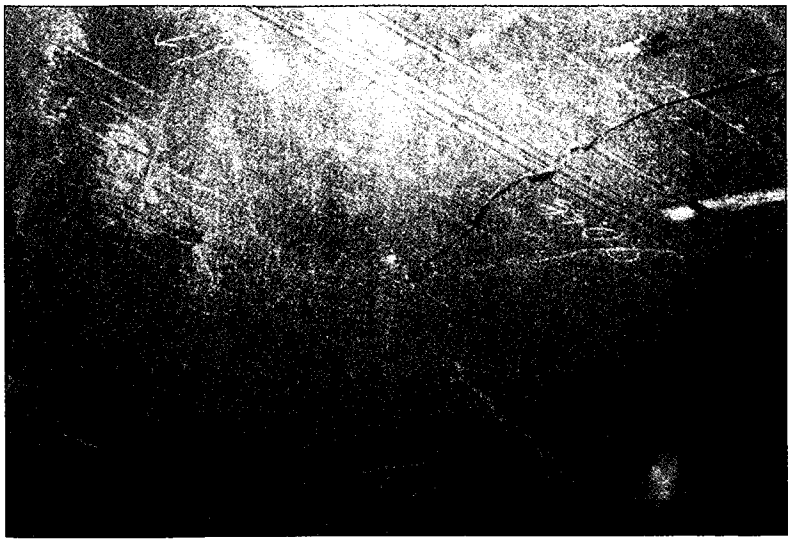
（設置機器及び斜面の平面図）

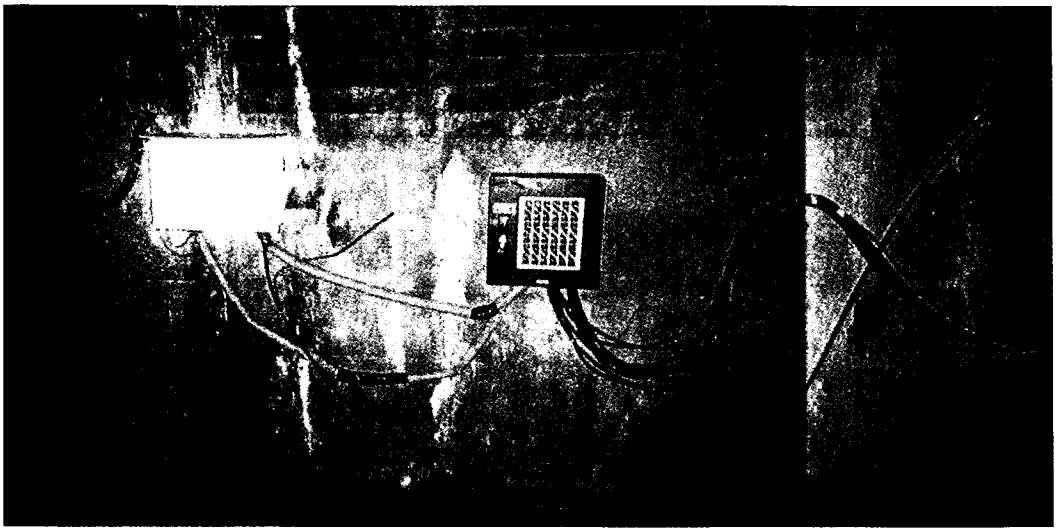


（設置機器の側面図）


No. 4
キャリパー検層
(mm)
80
90
密度検層
(g/cm³)
1
2
3
4
表土 0.60
崖錐
軟質 2.30
3.00
脆い
5.00
硬質
開口
9.60
硬質
褐色変色
割れ目大まか
(30°) 24.95
25.60
流入粘土
27.45
28.45
28.55
粘土 (40°)
30.40
硬質
割れ目多い
割れ目沿い
褐色～流入
粘土 開口
硬質新鮮 39.50
40.00
D
CL
CM
CH
30.300
変位計
傾斜計
小断層
60°
F断層（破砕帯）

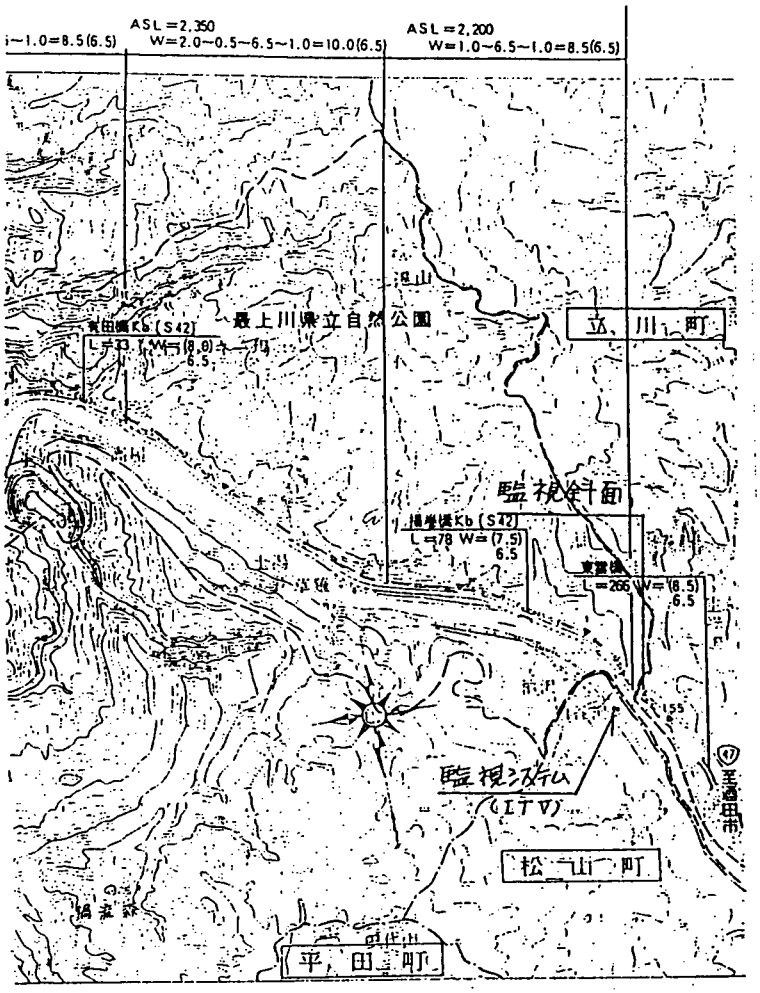
（機器の設置状況写真）



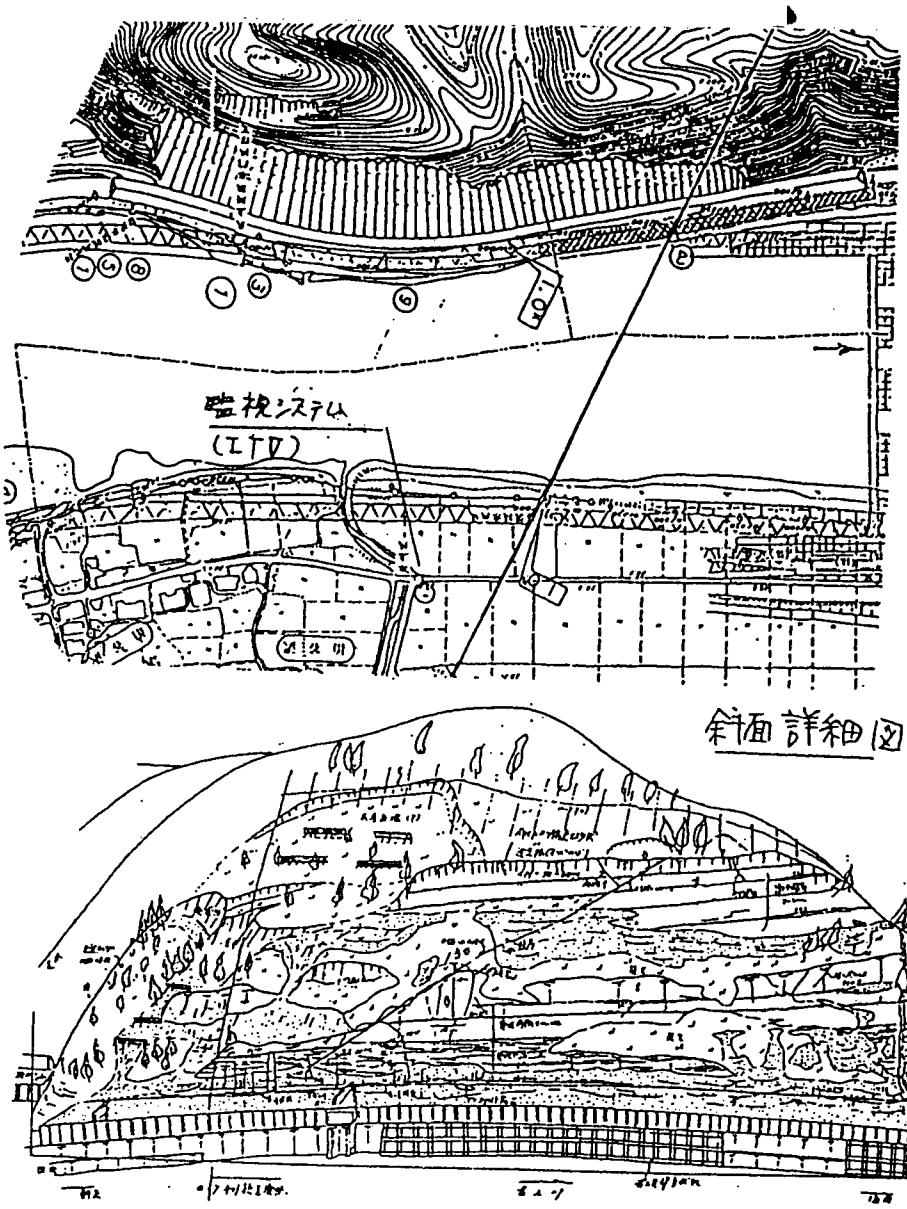


資料番号　4

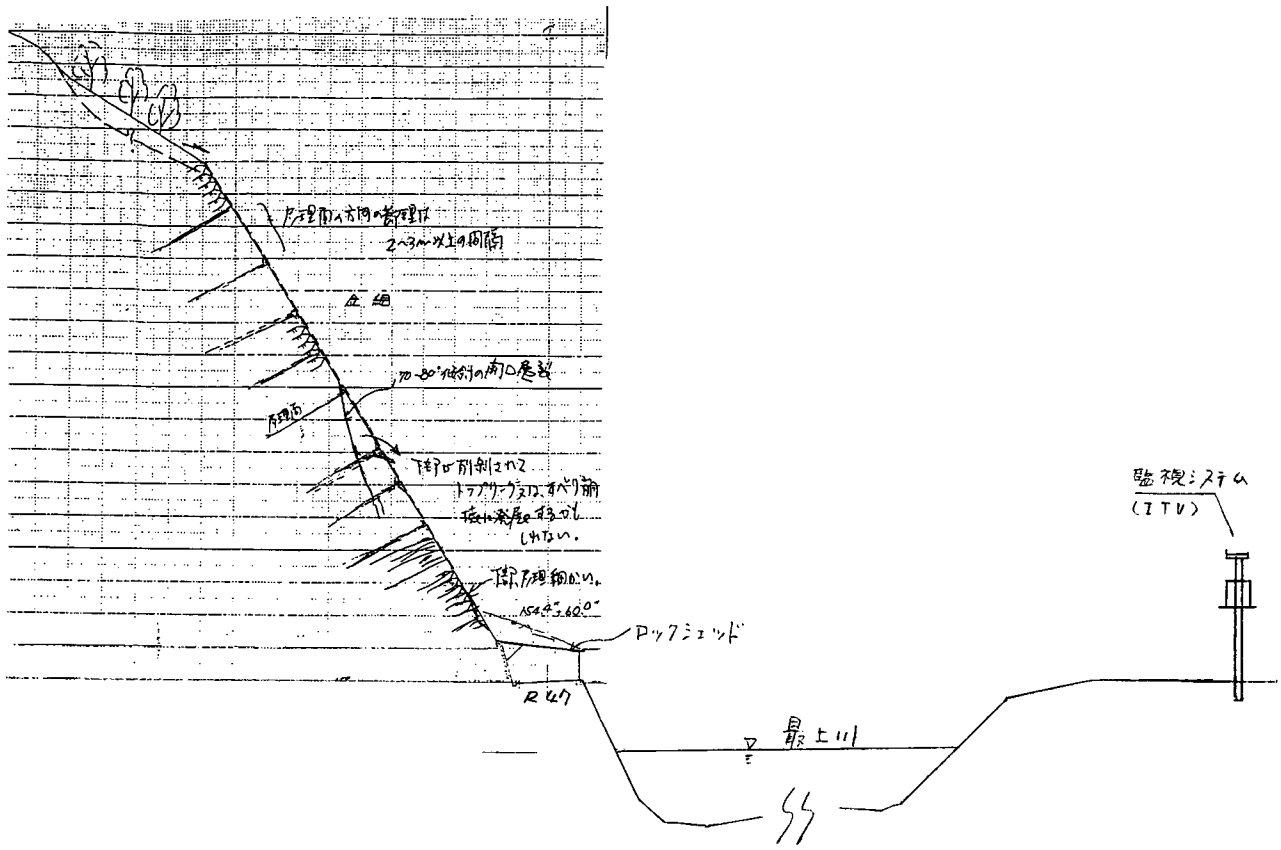
（設置地点位置図）



（設置機器及び斜面の平面図）

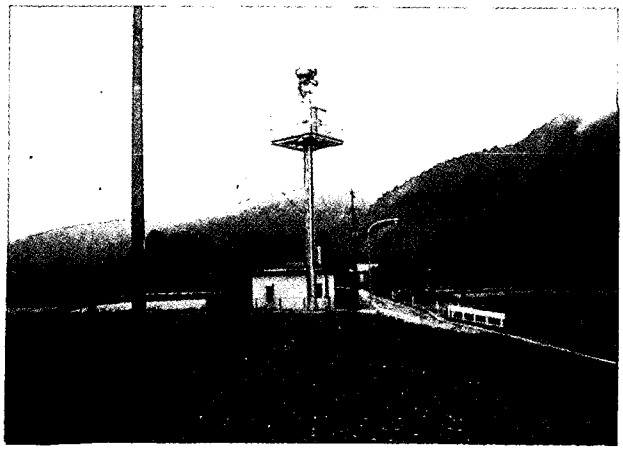


（設置機器の側面図）

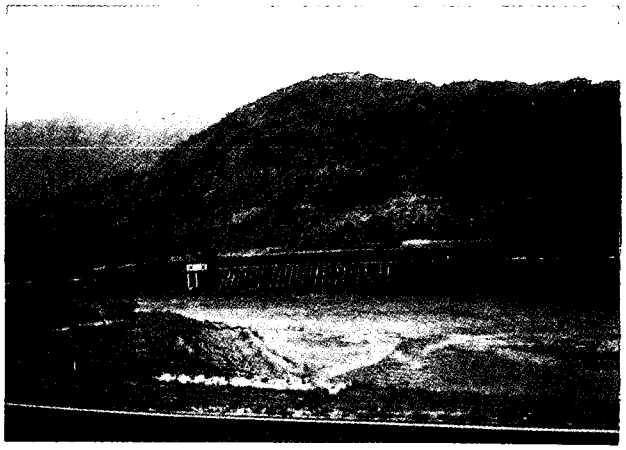


（機器の設置状況写真）

監視装置

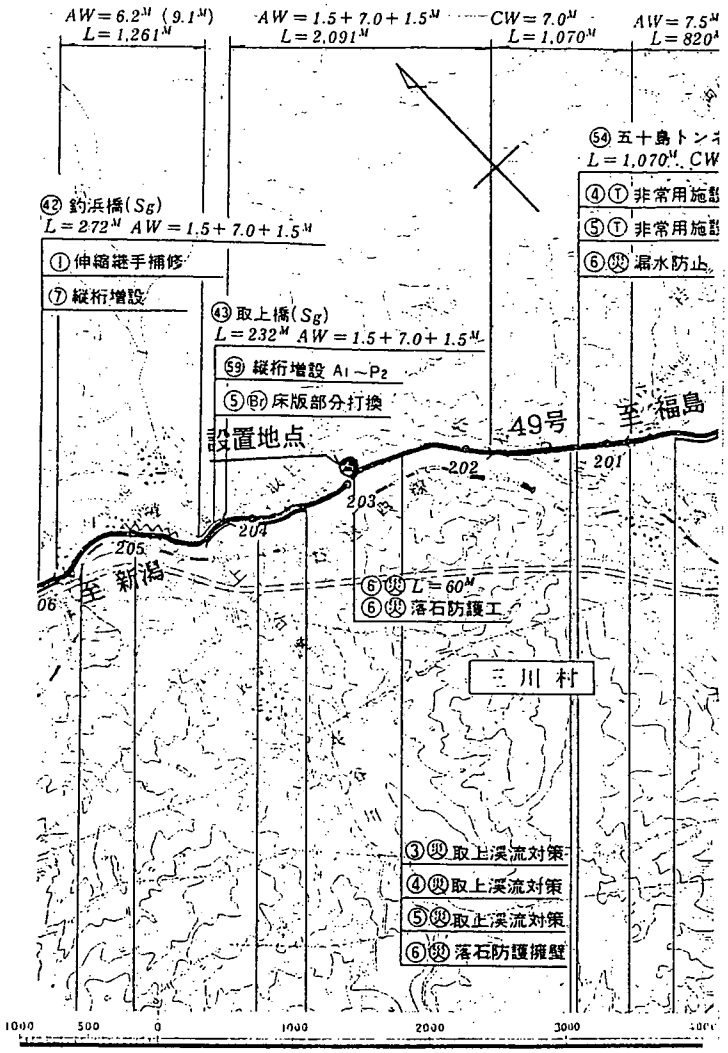


斜面

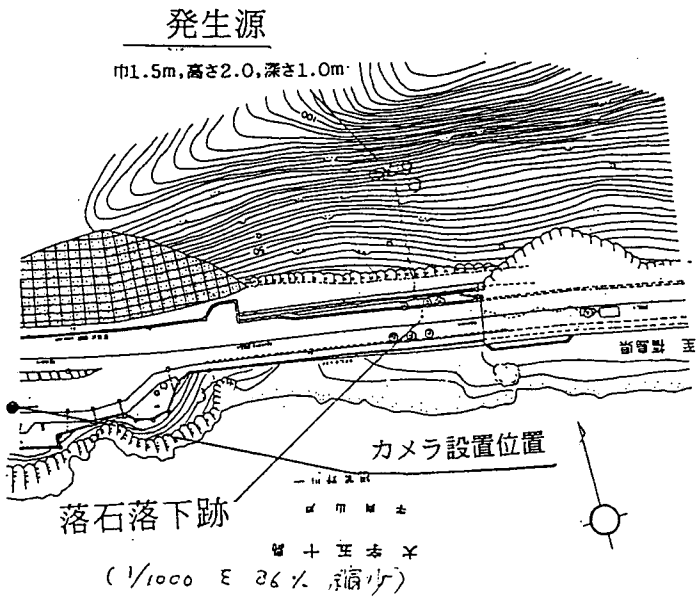


資料番号　5

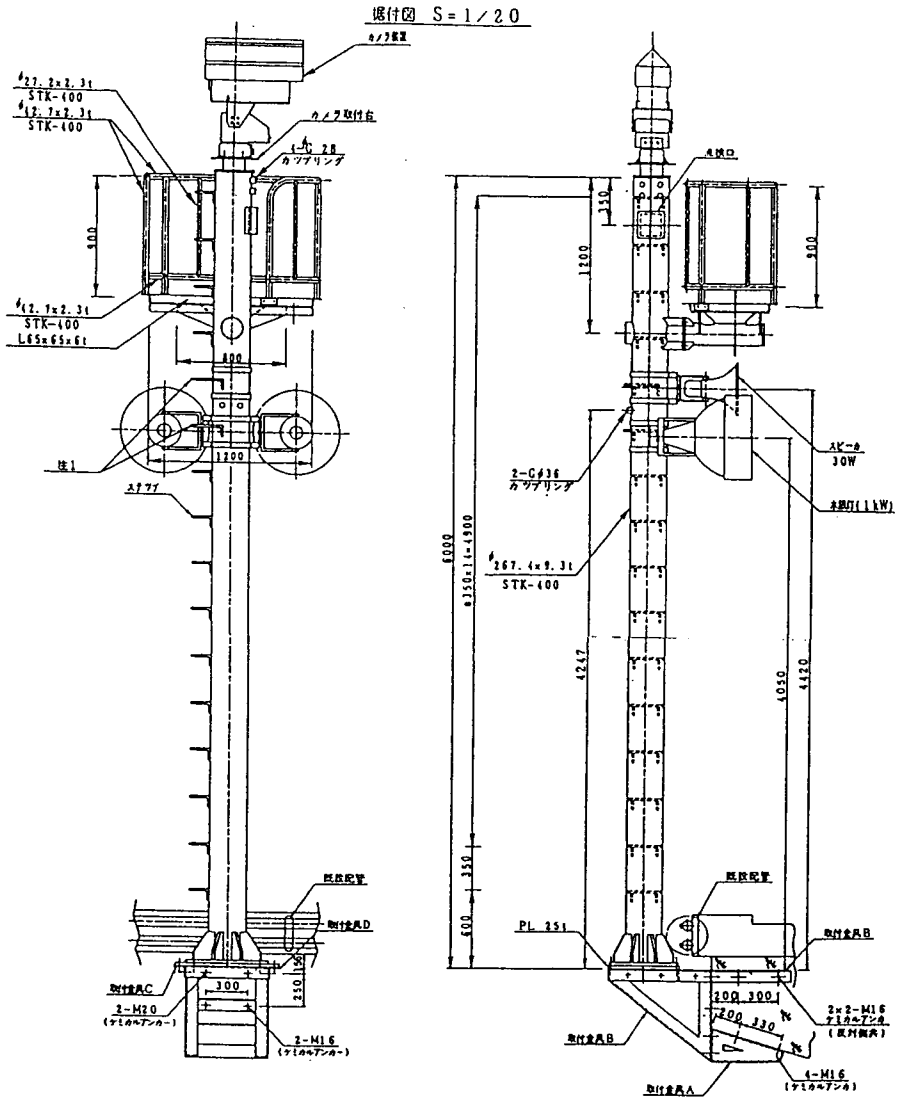
（設置地点位置図）



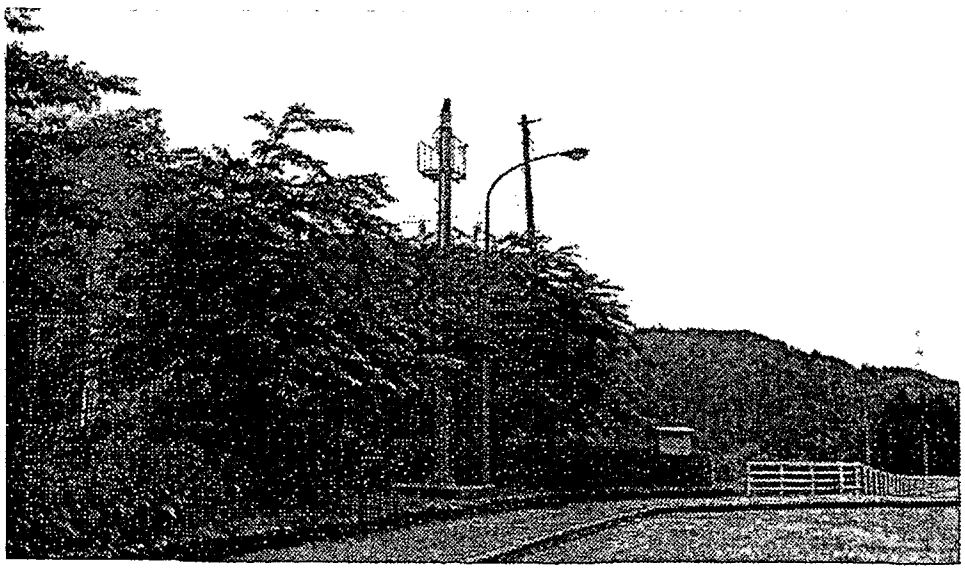
（設置機器及び斜面の平面図）



（設置機器の側面図）

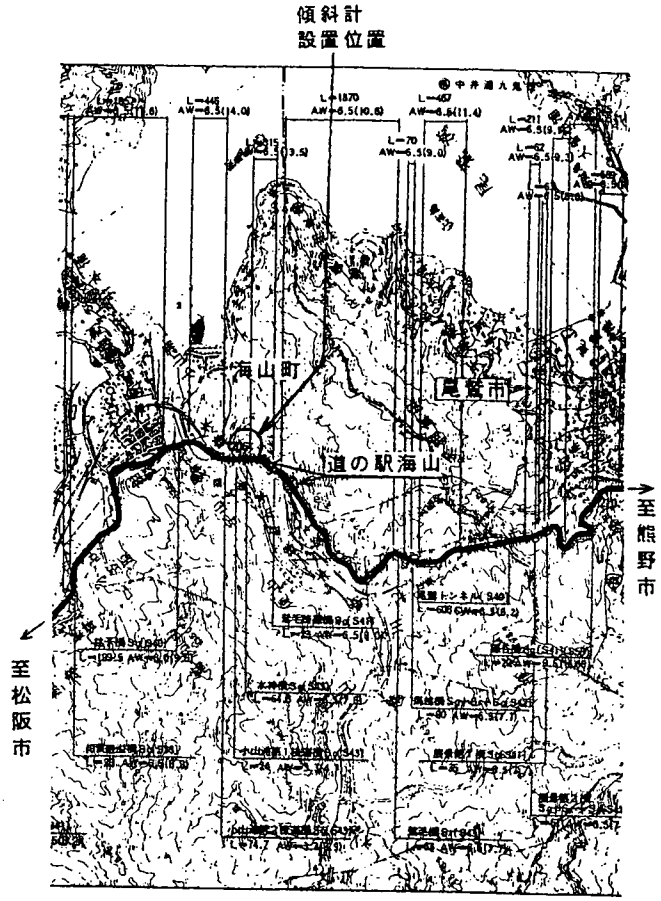


（機器の設置状況写真）

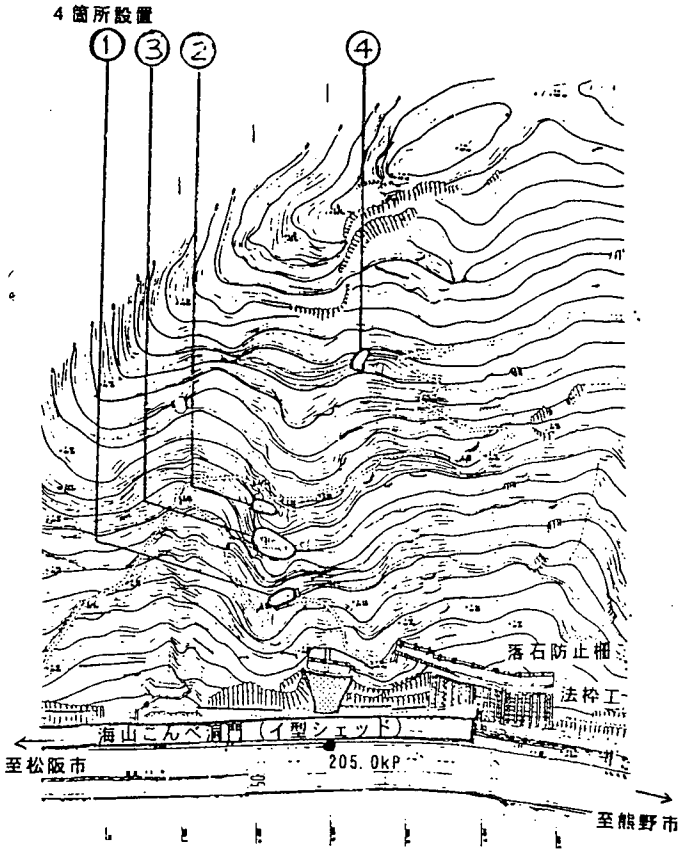


資料番号　6

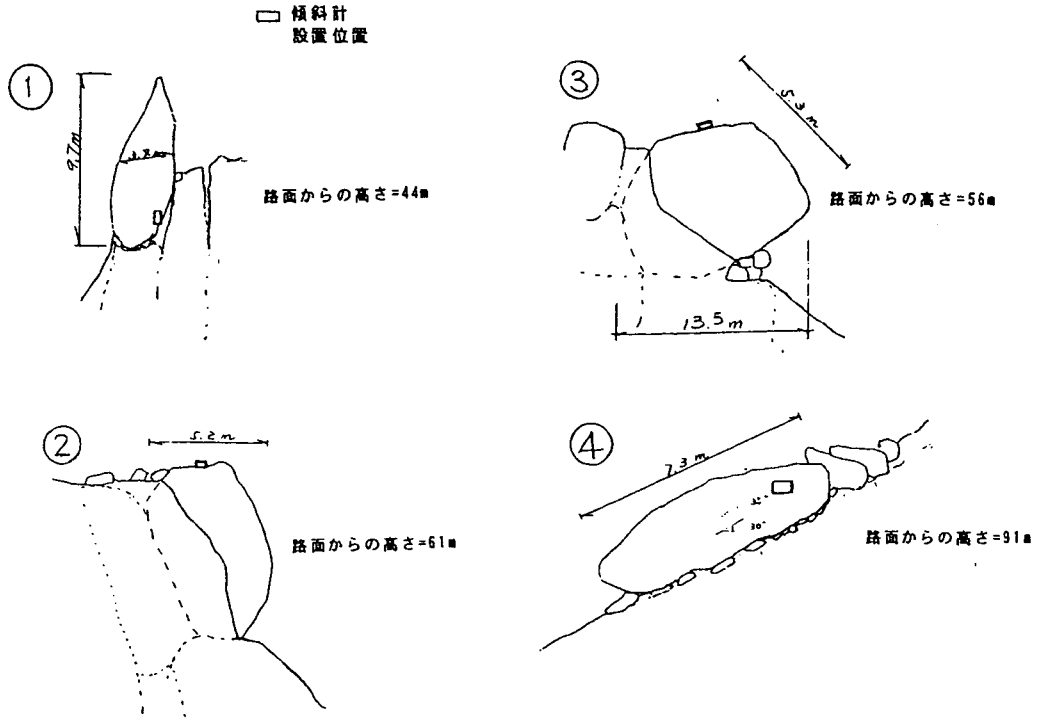
（設置地点位置図）



（設置機器及び斜面の平面図）



（設置機器の側面図）



（機器の設置状況写真）

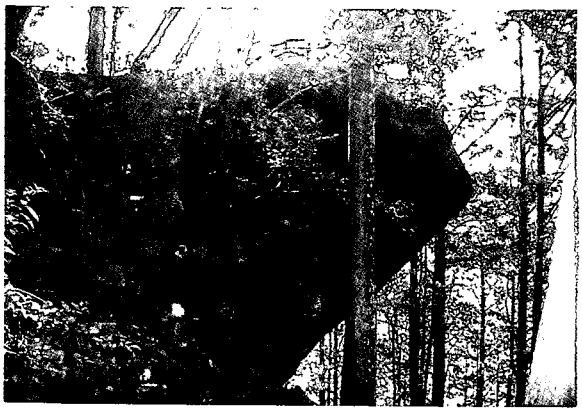
①



②



③



④

