



土 木 研 究 所 資 料

第 6 3 6 号

のり面工の効果ならびに選定基準に関する研究

昭 和 4 6 年 2 月

建 設 省 土 木 研 究 所

土 質 研 究 室

地 質 研 究 室

目 次

1. 研究の目的	1
2. 調査方法	
2-1 のり面工に関する調査	2
2-2 調査内容	2
3. 調査結果	
3-1 のり面工の実態調査	8
3-2 のり面の観測測定	9
3-3 交通規制とのり面崩壊の実態調査	10
3-4 空中写真判読による調査	10
3-5 のり面保護工の標準工法	10
4. 考 察	
4-1 のり面工の実態調査	
4-1-1 盛土のり面工の実態調査	11
4-1-2 のり面全線調査	20
4-1-3 追跡調査	38
4-2 交通規制とのり面の崩壊調査	39
4-3 空中写真判読による調査	
4-3-1 写真の利用の方法	41
4-3-2 空中写真の利用	42
表	54
図 面	62

1 研究の目的

快適な道路サービスを行なうために、のり面保護工は施工されているが、そののり面保護工には各種の工法があり、現場の地形、地質などの条件、気象条件などに応じて、主として従来の経験によって得られている一応の基準によって工法の選定、設計、施工が行なわれている。

しかし、雨水などによってのり面は崩壊を生じていることがあるが、のり面の侵食や崩壊の原因である雨水の影響、地層の層理や亀裂の状態、地下水の作用などをのり面の安定に直接結びつけることは困難であり、またこれまで行なわれてきた基準のようなものも、必ずしも工学的に明確な根拠に基づいているとはいえないものもある。

異常集中豪雨などの苛酷な条件においても、のり面の安定性を確保でき、しかも経済的なのり保護工の設計・施工法の確立が望まれるとともに、道路のり面の崩壊による事故の発生を防止するために、雨量などによる基準を設けて、交通規制を行なう必要があり、また各種ののり面工に対しても降雨量を考慮したのり面の安定性との関係を把握することが急務となっている。

このため、実際に行なわれているのり面保護工の各種工法とその効果を、数多くの事例について調査し、地域あるいは場所によって、のり面の持つ各種の条件に最も適合したのり面保護工を見出すための研究を行なう。

また、道路交通の安全を確保するために、実際に行なわれている交通規制の実態を調査し、豪雨時などにおける路線ごとの適切な交通規制基準を作成するための研究を行なう。

2 調査方法

2-1 のり面工に関する調査

これまでに実施された種々ののり面保護工に関する研究から、調査の方法として次の3つがあげられる。

1) のり面工の実態調査

実際に施工されているのり面について、のり面の持つ種々の条件について調査・解析し、のり面の妥当な選定基準を確立しようとするものである。

2) のり面の観測測定調査

個々ののり面に各種の計器を設置して、物理量を測定し、土質力学や、岩盤力学の理論を適用して解析しようとするものである。

3) のり面の崩壊と交通規制の実態調査

実施される交通規制の実態と、実際に生じた降雨による崩壊について、種々の条件について調査・集計して、より精度の高い交通規制の基準を定めるとともに、のり面工の工法選定の基礎資料にしようとするものである。

2-2 調査内容

2-2-1 昭和44年度調査

昭和44年度は初年度であり、次の調査を実施した。

1) のり面工の実態調査

代表的な全国の直轄国道の切土のり面、交通規制基準の危険箇所AまたはBに指定された箇所ののり面について路線名、箇所名、施工年月日、正面図、断面図、土質、岩質、風化落石、割れ目の状況、のり面工の工法、材料、現在ののり面の状況、ゆう水の状態、全体的に見た安定性、崩壊の履歴とその原因、気象条件、施工後ののり面の変状、植生やモルタル吹付工の状態などについて調査票を作成し、調査した。調査箇所数は全国で523箇所であり、各地方建設局において集計・解析を行なった。

2) 交通規制とのり面崩壊調査

直轄国道区間内において交通規制を行なった場合について、路線名、

区間、箇所、規制の種類、規制時刻、規制の理由、その区間で実際に生じた崩壊の箇所と崩壊土量、のり面工の状況、原因となった降雨の連続雨量、日雨量、時間雨量などについて調査票を作成し、その調査票に従って調査した。44年度調査の規制箇所数は65箇所であった。

2-2-2 昭和45年度調査

今年度は昨年度に引き続き、主として実態調査、観測測定調査を実施した。

調査内容は次のとおりである。

1) のり面工の実態調査

(i) 盛土のり面実態調査

昨年度は切土のり面について調査したので、今年度は盛土のり面について調査を実施した。

対象とするのり面は、直轄国道区間内の人工盛土のり面で、ある連続して大略同じ土質や、のり勾配、のり高、のり面工が行なわれているものを1ヶ所として1組の調査票を作成した。

調査票には地点番号、路線名、調査箇所名、施工年月日、地形、平面図、断面図、現状写真(カラー)、縦断勾配、集水面積、土質、基礎地盤の土質、排水設計図、保護工種、のり面水の状況、のり面の安定、崩壊の状態、気象条件、植生の環境と状態、判定などの項目について調査結果を記入、貼付して作成した。

この場合、集水面積は盛土を含めた盛土部に集まる水の集水面積を記入する。

土質は統一分類法によることとし、真比重、液性限界、塑性限界、最適含水比、三軸圧縮試験結果、透水係数などの得られているものについてはそれらを記入する。

基礎地盤の土質は盛土前の基礎地盤の土質を記入し、ボーリング結果、N値などが得られていれば記入する。

排水設計図は排水路および付帯設備の設計時における断面、構造、

寸法を図に記入する。工法は該当するものを記入し、2種以上の工法があるものは各工法について記入する。もしのり面が無処理である場合はその理由を記入する。

のり面水の状況はのり面の表面より20 cm までの部分の状態で、全体的に判断して、良い、やゝ悪い、悪いの3種に分けて記入する。

のり面の安定は安定、表面浸食、小崩壊、崩壊の4種に分けて、全体的に判断して記入する。また判定は現在ののり面の状況から、現在の施工工法が、1.適切である。2.検討を要するの2つに分類して記入する。

このような調査票を各工事々務所で作成して、集計・解析を行なった。

(2) 切土のり面全数調査

昨年度実施した切土のり面実態調査はピックアップ調査であったために、蛇紋岩などの一般に地質の悪いとされている所では十分検討した上で保護工を施工しているために安定であり、これに対し、地質条件の良い所では比較的簡単に保護工を考えて施工しているためか崩壊し易いなどのように、若干疑問のある結果が生じた。そのため、今年度は各地方建設局において直轄国道の1～2路線を選定し、その路線で連続した約5.0 kmの区間内に含まれる全ての切土のり面を対象として、全数調査を実施した。

調査には路線名、調査箇所名、施工年月日、のり高、のり勾配、のり延長、自然斜面の状況、湧き水の状況、水処理、土質、岩質、岩分類、岩石の割れ目の状況、保護工種、のり面の安定性、風化落石、崩壊の状況、気象条件、植生・モルタル吹付の状況、判定、正面図、断面図などを記入する統一した調査票を作成し、カラー写真を貼付して調査した。

調査記入内容・要領は昨年度の実態調査と大略同一にしたが、記入を容易にするためにのり高、のり勾配、のり延長などはある範囲のも

のを同一のものとして取扱うようにした。また自然斜面の状況とは調査のり面が地山の突出部、谷部、平行部のどれに相当するかを記入した。

調査の対象となった路線は次のとおりである。

北海道開発局 一般国道230号線 (札幌市)

東北地方建設局 " 49 " (福島県石川郡平田村)

関東 " " 19 " (長野県東筑摩郡生坂村
～長野市)

" " 127 " (千葉県安房郡富津町～
木更津市)

北陸 " " 17 " (福井県小浜市～
敦賀市)

中部 " " 25 " (岐阜市～上野市)

" " 42 " (長野市～三重県長島町)

近畿 " " 9 " (福知山市～卷父郡八鹿
町)

" " 163 " (奈良県生駒町)

中国 " " 9 " (江津市～益田市)

四国 " " 32 " (徳島県山城町～高知県
大豊村)

九州 " " 10 " (宮崎県高城町～国分市)

(3) のり面追跡調査

昨年度実施した切土のり面実態調査と同一箇所、保護工種に変化のあった箇所、または新たに崩壊などを生じた箇所、その他のり面に
変状のあった箇所についてのみ、昨年度と同様の調査を行ない、その
変化の原因・理由もあわせて調査した。

2) のり面の観測測定調査

この調査は代表的なおり面にヒズミ計、傾斜計、間隙水圧計などの測
定計器を設置して測定を行ない、安定計算などを含めて解析し、その結

果をのり面工の選定基準に反映させると共に、交通規制のための崩壊や、危険性の予知、警告を行なうための資料としようとするものである。

今年度はモデルのり面として、中部地方建設局名阪国道工事々務所管内の国道25号線41K500Rののり面を選定した。

モデルのり面の地質は岩分類軟岩1に相当する粗粒風化花崗岩であり、のり面方向は $N40^{\circ}E$ $45^{\circ}S$ 、節理面は $N40^{\circ} \sim 35^{\circ}E$ $80^{\circ}S$ および $N20^{\circ}W$ $90^{\circ}S$ である。また節理間隔は50～100cm、節理は開口なく、節理に沿う風化が進んでいる。

設置計器は伸縮計(最大変位量 300mm、倍率 5倍)10個、間隙水圧計(計測範囲 $0.4kg/cm^2$ 、精度 $\pm 0.5\%$)3個、傾斜計(2成分、計測範囲各方向 10° 、精度 $\pm 1\%$)6個、水位計(記録比率 $\frac{1}{4}$ 倍、精度10mm)2個、表面変位計(計測範囲20mm、精度 $\pm 1\%$)9個、地中変位計3個であり、その設置位置を図-3-1~2に示す。

測定計器の設置は場所選定、工事などの関係上、9月20日に完了した。その後、設置計器は良好に作動しているが、測定開始よりのデータ数が少なく、解析に致っていない。今後さらに観測を継続し、解析を行なう予定である。

来年度は今年度の調査に基づき、さらに1、2ヶ所で観測・測定と解析を行なう計画である。

3) 交通規制とのり面崩壊調査

昨年度と同様に、危険箇所の指定をうけた路線区間で交通規制が行なわれた場合、また危険箇所指定区間以外の直轄国道で、崩壊を生じたために交通規制を行なった場合も含めて、その規制について調査票を作成した。

4) のり面工の空中写真判読

以上の調査は主として現地調査によっているが、今後さらに調査のり面数の拡大、調査の省力化、のり面だけでなく、のり面の後背地への調査範囲の拡張、さらに将来のり面台帳作成時などの基礎資料とするため

に、空中写真の判読による人工のり面の調査を実施した。

判読項目として、のり面周辺の自然斜面について、斜面の構造形態、構成地層、安定性、危険土塊の土量、湧水・植生などを、人工のり面について、のり面の規模、のり面保護工種、のり面の安定性、のり面崩壊形態の分類などを考慮した。

調査判読地点として、施工後相当の年数を経ていて、連続してのり面があること、比較的最近撮影し鮮明な写真であることなどを考えて、直轄国道ではないが、北九州バイパス（門司～小倉）を選定した。

空中写真の判読の可否、判読項目などについては国土地理院と密接な協議を行ない、写真の判読は国土地院で実施した。

2-2-3 今後の方針

今年度までに、切土のり面・盛土のり面の実態調査、切土のり面全線調査などについてはほぼ現地調査のデータは集積されたとと思われる。今後それまでに行なった調査箇所の追跡調査を実施し、新たな崩壊や、のり面工の変化、のり面の変状など、また崩壊や変状の原因となる気象条件、その対策として実施されたのり面保護工種などの調査を実施する。それらの結果をとりまとめ、切土・盛土のり面工の工法選定基準を作成する。さらに特定の岩種については標準工法を提案することを考慮している。

のり面の観測測定は今年度国道25号線で実施しているが、来年度さらに1、2ヶ所で観測・測定と解析を行ない、その結果をのり面工の工法選定基準に反映させると共に、崩壊や危険性の予知、交通規制のための警告を行なうための資料とする。

交通規制とのり面崩壊調査は来年度も継続して行ない、適正な交通規制を作成する。またのり面工の選定基準の資料とする。

空中写真の判読によるのり面の調査は来年度さらに数ヶ所実施し、空中写真の利用による調査法を確立し、のり面工選定基準や交通規制のための有効な手段となり得るようにする。

3 調査結果

3-1 のり面工の実態調査

3-1-1 盛土のり面実態調査

各地方建設局ごとののり面工の実態調査を全部集計し、(1)土の分類とのり面工種、(2)土の分類とのり勾配、(3)土の分類とのり高、(4)地形と線形、との関係についてまとめたものが、図-1-1~7である。地形と線形は山岳盛土と平地盛土に区分し、縦断勾配と曲線についてとりまとめたものである。

図-1-8~15は各地方建設局ごとの最大乾燥密度と現場乾燥密度との関係を土質別に示したものである。

また土の分類、のり面工種、のり勾配、のり高、地形、線形、の各区分と全調査数に対する割合、および各区分における安定性の4段階の分布の割合は図-1-16~21のようになった。

図-1-22~23は安定性と設計降雨量および集水面積の関係を示したものである。

表-1-1~4は不安定な個所における破壊原因、崩壊土量、崩壊時の連続雨量および最大時間雨量を、各地方建設局ごとに示したものである。

3-1-2 切土のり面全線調査

切土のり面全線調査の対象路線は1,2路線、対象のり面数は1,282箇所であった。この調査結果から土砂を主とするのり面と岩石を主とするのり面とにわけて、土の分類、のり勾配、のり高さ、岩石名、岩分類、岩石の割れ目程度、割れ目間隔、のり面の水の状態、などに対してのり面保護工の工種ごとに、のり面の安定性について安定、小崩落、落石、崩壊の4段階と、判定の適切である、検討を要するの2段階に分けて検討した。

全線調査によるのり面工の実態調査を、各地方建設局ごとに土のみののり面と、土と岩の混合のり面とに分けて、土の分類、のり面工、に対するのり面の安定性についてまとめたものが、図-2-1~4である。

次に、各地方建設局ごとの集計票を全部集計し、(1)土の分類とのり面工、

(2)のり面の水の状況とのり面工などの安定性について、土のみのり面および混合のり面ごとにまとめたものが、図-2-5~8である。

また土の分類、のり面工、自然斜面の状況、のり面の水の状況の各区分と全調査数に対する割合、および各段階における安定性の4段階の分布の割合をまとめたものが、図-2-9~12である。

同様に、混合のり面についてまとめたものが、図-2-13~16である。

図-2-17~18は昭和44年度、45年度に実施したのり面調査結果を全部まとめ、各土質ごとに勾配とのり高に対するのり面の安定性を検討した結果を示したものである。

また、土に関係したのり面の場合と同様に、岩石のり面について、各地方建設局ごとに岩石種および保護工の安定性を図示したのが図-2-19~20である。また岩石種、岩分類、割れ目程度・間隔とのり面保護工種ごとに、のり面の安定性を図示したのが図-2-21~24である。

また、調査全のり面について、湧水の状況とのり面の安定性を図示したのが図-2-25である。

岩石名、岩分類、割れ目の程度、割れ目間隔と安定性を図示したのが図-2-26~27で、保護工種ごとの安定性を示したのが図-2-28である。

同様に全のり面について湧水の状況と安定性を図示したのが図-2-29である。

次に44年度の調査票から、モルタル吹付工の安定性と経年変化の関係を求め、まとめたものが表-2-3および図-2-30である。

3-1-3 追跡調査

昨年度実施の切土のり面実態調査箇所の追跡調査の結果は各地方建設局ごとにとりまとめを行なった。

3-2 のり面の観測測定

本年度は計器設置が遅れたために観測測定データが少ないので割愛する。

3-3 交通規制とのり面崩壊の実態調査

交通規制の調査票を各地方建設局ごとに、交通規制と規制理由、指定区間、非指定区間別、連続雨量、最大時間雨量、最大日雨量、崩壊土量、のり面工についてまとめ、表にして、その各段階における百分率を示したものが、表-3-1~7である。

3-4 空中写真判読による調査

切土のり面の安定解析に空中写真がどの程度利用できるかについて検討した。北九州道路をモデル路線として簡単なテストを行なったので、その結果を表-4-1~7に、図-4-1~2に示す。

3-5 のり面保護工の標準工法

のり面工の工法選定について問題の多い代表的な土質や岩石に対する標準工法を確立する目的で、今年度より各地方建設局で、分担し、標準工法の検討を行なっている。

また現在行なわれているのり面工について、どのような標準工法が使われているかを明らかにするために、昨年度より、そのとりまとめを行なっている。今年度、新たに東北地方建設局の盛土のり面および切取りのり面に対する標準工法を図-5-1~2に示した。浸透水および岩質に対する標準工法は現在のところ余りはっきりしたものがなく、今後検討すべき問題である。

4 考 察

4-1 のり面工の実態調査

4-1-1 盛土のり面工の実態調査

今年度行なった盛土のり面工の調査ヶ所は各地方建設局で危険箇所と認められるものが選定しており、その数は450箇所である。そのうち、安定性について区分すると、次のようになる。

安定なもの	349箇所	表面浸蝕	32箇所
小崩壊	49箇所	崩壊	20箇所

また調査結果をまとめると、次のような事が一応指摘できる。

1) 土の分類とのり面工種

のり面工種を各土質ごとに分類し、安定性を検討すると次のようになる。なお、のり面工が同一の箇所で2~3工種使用されている場合には、堅固なのり面工をその代表工種として選んである。例えば、擁壁工とその上ののり面工に筋芝工が施されている場合には、代表のり面工種として擁壁工を選んである。そのため、擁壁工上部のり面に崩壊があった場合にも、擁壁工が不安定であるとまとめられている。

(1) レキ(GW.GP)

のり面工として、擁壁工、筋芝工が最も多く、張石工がつづいて多い。コンクリート枠工、張芝工、植生盤工なども用いられている。擁壁工、植生盤工には不安定なものがある。

(2) レキ質土(GM.GO)

のり面工として筋芝工が最も多く、つづいて擁壁工で、張芝工、張石工なども使われている。筋芝工は比較的安定しているが、張芝工、張石工には不安定なものがある。

その理由として、湧水のある片盛土のように水の影響を受けやすい場所に張石工が使われるために、張石工の安定性が悪くなっていると考えられる。

また張芝工は根がはるまでに、凍結融解および集中豪雨などによって

のりすべりを受けやすいためと思われる。

(3) 砂 (SW. SP)

のり面工として擁壁工が最も多く、筋芝工、植生盤工なども使われている。筋芝工、擁壁工は安定しており適切な工法として考えられる。但し植生盤工については問題があるように思われる。

(4) 砂質土 (SM. SC)

のり面工として、擁壁工、筋芝工が最も一般的に使われており、張芝工、種子吹付工、ブロック張工、張石工、植生盤工などの種々の工法も広く使われている。比較的安定なものとして、筋芝工、擁壁工があげられる。擁壁工、コンクリート砕工、筋芝工、種子吹付工は適切な工法であると考えられている。

植生盤工、ブロック張工、張石工などには不安定なものがある。ブロック張工、張石工は条件の悪い所に使用される場合が多いためにこのような結果になったものと思われる。

(5) 粘質土 (ML. OL. OH)

のり面工として、擁壁工、張芝工が最も多く使われており、筋芝工、植生盤工なども多く使われている。擁壁工、筋芝工は安定しており、適切な工法と考えられるが、張芝工、植生盤工は問題があるように考えられる。

(6) 粘土 (MH. OH. OH)

のり面工として、一般に多く使われているものは筋芝工、擁壁工で、安定度もよく適切な工法と考えられる。

粘土ののり面工の安定性が良いのは、粘土の斜面そのものの安定性が高いためと思われる。

以上の結果、各土質とも筋芝工、擁壁工が多く使われており、安定性もよく、どの土質に対しても適切な工法であると考えられる。

2) 土の分類とのり勾配

各土質とのり勾配は 1.2 : 1 ~ 1.5 割のものが最も多く、全体の 76

％をしめている。そのうち安定なものは82％である。つづいて多いものが1.5:1～1.8:1割勾配で、全体の11％にあたり、レキ質土、砂質土に多い。1.8:1割以上の勾配のものは砂質土、粘質土に多く、全体の9％をしめている。勾配が1.2:1割よりゆるやかなものについて安定性を検討すると、勾配がゆるくなるにしたがって安定性は必ずしも良くなっているとはいえない。不安定なものについては、表面浸蝕および小崩壊などの表面水の影響と思われる崩壊が多く生じており、大きな崩壊の数は少ない。このことから、路面および小段の排水には留意すべきである。

以上の結果より、盛土の安定に必要なのり勾配は1.5割で施工すれば、土質が特に悪い長大のり面以外は、大きな崩壊を起こす可能性は余らないと考えられる。しかし盛土が高くなると、1.5割ではのり面の転圧が不充分になりやすいため、各土質に応じて一般に勾配をゆるくして施工されている。転圧については後でのべることにして、1.5割よりゆるい勾配の盛土でものり面附近の密度は必ずしも高くなく、転圧が十分なされていないため、表面浸蝕や小崩壊を起している場所がある。

(3) 土の分類ごとのり高

土質ごとに分類しまとめると次のようになる。

(1) レキ (GW, GP) のり高は3.1～7.0 mのものが最も多い。3.0 m以下のものは安定しており、高くなるにしたがって安定性は悪くなっている。

(2) レキ質土 (GM, GC) のり高は3.1～5.0 m、5.1～7.0 mのものが最も多い。3.0 m以下のものは安定しており、9.0 mを越えると安定性は落ち、不安定なものの方が多くなっている。

(3) 砂 (SW, SR) のり高は9.0 m以下のものは比較的安定しており、9.1 m以上のものでも安定度は7.5％である。

(4) 砂質土 (SM, SC)

調査箇所数は最も多く、その中でり高は3.1～5.0 mのものが最も多い。り高7.0 m以下のものは他の土質に比べて安定性は悪く、9.1 m以上のものの安定性は他の土質に比べて比較的良い。安定性はり高にあまり関係なく、各高さともほぼ同程度である。

(5) 粘質土 (ML, CL, OL)

り高7.0 m以下のものは比較的安定しているが、7.1 mをこえると安定度は少しおちている。

(6) 粘土 (MH, OH, CH)

り高9.0 m以下のものは比較的安定しているが、9.0 mをこえると大きな崩壊をおこす可能性が生じてくる。

4) 地形と線形

山岳盛土と平地盛土とに分けて、縦断勾配と曲線についてまとめると、次のような事が一応指摘できる。

(1) 山岳盛土

平坦なものは少なく、縦断勾配が3%～5%のものが最も多く、つづいて1%～3%、5%～7%のものがほぼ同程度に多い。7.1%以上のものは少ない。

勾配長は平均して分布しているが、400 m以上のものもかなり多くある。各縦断勾配とも、勾配長が400 m以上のものは安定度は低くなっている。

線形は直線のものより曲線の方が多い。曲線半径は300 m以下のものが多い。曲線長は平均して分布している。

(2) 平地盛土

平地盛土のうち路面が平坦な盛土は山岳盛土より多く、全体の40%程度である。縦断勾配は1%～3%のものが最も多く、つづいて1%以下、3%～5%の順になっている。5%以上のものは余りなく、山岳盛土に比べて勾配はゆるやかである。勾配長は200～300 mのものが最も多い。

線形については直線のものゝ曲線のものゝの比はほぼ同じ程度である。曲線半径は山岳盛土に比べて大きいものが多い。

5) 締 固 め

(1) 最適含水比と最大乾燥密度

各地方建設局ごとに最適含水比と最大乾燥密度の関係を求めると、次のようになる。

$$\text{東北 } \sigma_{dmax} = 2.25 - 0.031W \pm 0.13 \quad (9 < W < 32)$$

$$\text{関東 } \sigma_{dmax} = 2.34 - 0.033W \pm 0.09 \quad (8 < W < 34)$$

$$\text{中部 } \sigma_{dmax} = 2.52 - 0.045W \pm 0.16 \quad (7 < W < 20)$$

$$\text{北陸 } \sigma_{dmax} = 2.36 - 0.038W \pm 0.06 \quad (9 < W < 22)$$

$$\sigma_{dmax} = 1.6 \pm 0.05 \quad (20 < W < 24)$$

$$\text{近畿 } \sigma_{dmax} = 2.52 - 0.047W \pm 0.10 \quad (9 < W < 22)$$

$$\sigma_{dmax} = 1.30 \pm 0.10 \quad (29 < W < 40)$$

$$\text{中国 } \sigma_{dmax} = 2.35 - 0.038W \pm 0.05 \quad (10 < W < 28)$$

$$\sigma_{dmax} = 1.29 \pm 0.04 \quad (28 < W < 36)$$

$$\text{四国 } \sigma_{dmax} = 2.40 - 0.038W \pm 0.05 \quad (8 < W < 21)$$

$$\text{九州 } \sigma_{dmax} = 2.21 - 0.029W \pm 0.08 \quad (10 < W < 25)$$

ここで σ_{dmax} : 最大乾燥密度 (g/cm^3)

W : 最適含水比 (%)

である。

(2) 現場乾燥密度と最大乾燥密度

締固め密度は一般に室内試験より求められた最大乾燥密度の90%と定められている。各地方建設局の工事事務所より提出された現場乾燥密度は同一の試験条件で行なわれたものとして、路体および土羽土の現場乾燥密度をまとめて整理し、検討を加えた。各地方建設局ごとにまとめると、次のようになる。

1) 東北

締固め密度が100%を越えているものもあるが、90%以上の

ものは全体の65%である。締固め密度80%~90%のものは23%で、80%以下のものが12%である。締固めが十分行なわれていないと思われる土質はレキと粘土である。

ii) 関東

調査箇所は少ないが、締固め密度90%以上のものは全体の69%である。

iii) 中部

締固め密度90%以上のものは全体の61%で、80%以下のものはない。90%以下のものに多い土質として砂質土、粘質土がある。

iv) 北陸

調査結果では、締固め密度90%以上のものはほとんどなく、締固めが十分行なわれていないことになる。

v) 近畿

締固め密度90%以上のものは全体の28%で、80%~90%のものは22%である。締固め密度80%以下のものが50%もあり、締固めが十分行なわれていないという結果がでている。

vi) 中国

締固め密度90%以上のものは全体の23%で、80%~90%のものが43%で、80%以下のものが34%である。

vii) 四国

調査箇所が5箇所で、そのうち4箇所は締固め密度が90%を越えている。

viii) 九州

締固め密度90%以上のものが全体の80%をしめており、比較的よく締まっている。

以上の結果より、全体的に締固めが十分行なわれていないという結果になっている。これは盛土のり面の芝などが植えている斜面で、し

かもあまり深くない位置で試験が行なわれたためと思われる。そのため、試験がしにくく、また施工後かなり日数が経過しているため、盛土のり面付近の土は荒されているためとも考えられる。

試験結果が正しいとすると、のり面の表面付近の密度はかなり低く、表面浸蝕や肌落ちによる小崩落の危険性は十分あると考えられる。このことから、のり面付近の転圧を十分に行うための方法を考えるべきであると思われる。

(3) 締固め強度

不飽和土、飽和土についての各土質の粘着力とマサツ角の関係を調べてみたが、値のバラツキが大きく、定量的なものは得られなかった。

6) 安定性

土の分類、のり面工、のり勾配、のり高、地形および線形、締固めの各項目についてまとめ、盛土のり面の安定性を検討すると次のようなことが一応指摘できる。

(1) 土の分類

盛土材料としては、砂質土が最も多く使われており、つづいてレキ質土、粘質土である。レキ、砂、粘土は盛土材料として使われる例は前者に比べて比較的少ない。レキ質土、砂質土、粘質土の安定性はほぼ同程度で、安定なものは全体の7.5~8.0%である。レキ質土で、表面浸蝕が他の土質と比べてやや多いのは植生がつきにくいためと考えられる。粘土の安定性は全体的に良い。また砂質土の盛土の数は多いため、こわれる箇所も多く、一般的に砂質土は表面崩壊や小崩壊を起しやすと考えられるが、今回の調査では不安定なものの割合は他の土質と余り変わりはない。

(2) のり面工

盛土のり面工として、一般に擁壁工と薪芝工が多く用いられている。その他に張芝工、張石工、植生盤工、種子吹付工、コンクリート枠工、ブロック張工などが用いられている。これらの工種の中で、安定性の

高いものは擁壁工、ブロック張工、筋芝工、種子吹付工である。

また安定性の比較的低い工種は張芝工と植生盤工で、この2工種は根をはる前に豪雨や凍結融解によって、表面すべりを起こしやすいためと考えられる。

(3) のり勾配

盛土のり面ののり勾配は1.2:1割～1.5割の範囲のものが圧倒的に多く、全体の75%をしめており、1.5割よりゆるいものよりも安定度は高くなっている。1.5割以上ののり面のうち不安定なものの中に表面水、小崩壊が多いことから、土質、のり高、表面排水、のり面付近の密度などが影響していると考えられる。盛土のり面は一応1.5割と考えるとよさそうである。

(4) のり高

盛土のり高は3m～5mのものが最も多く、高くなるにしたがって、数は減少する傾向にある。安定性は3m～5mの範囲と9.1m以上のものが低く、のり高と安定性の間には余り関係がないように思われる。また3m～5mののり高のものの安定性の低い理由としては慎重さが欠けるためと思われる。

(5) 地形と線形

山岳盛土では、勾配長が長くなるにしたがって、安定性がわるくなる傾向にある。また、曲線の長さが15.0m以下の短いものの方が、曲線の長いものに比べて安定性は低くなっている。また、表面浸蝕、小崩壊を起しているもののうち、曲線の内側の方が曲線の外側よりもやや多い。

平地盛土では、勾配長が長くなるにしたがって、少し安定度は増しているが、大差は認められない。また、曲線に着目すると、曲線の長さや安定度の間には余り関係は認められない。このことは、平地盛土では縦断勾配もゆるく、勾配の長さや曲線の長さによって、路面に降った雨水がのり面をそこなう場合が少ないと考えられる。

山岳盛土では、周囲からも雨水が道路路面に集まりやすく、縦断勾配が長くなるにしたがって、路面を流れる水が多くなり、縦断勾配が急なため、路面を流れる水の流速も早くなり、盛土のり面をそこなり場合が多くなると考えられる。このため山岳盛土では、路面排水を十分行なうことが大切であると考えられる。

(6) 締 固 め

各地方建設局から提出された調査結果からは、盛土のり面付近の現場乾燥密度は締固め度 90%を下廻るものがあり、表面浸蝕や肌落ちによる小崩壊の危険性が十分あると考えられる。

7) 崩 壊

各地方建設局ごとに、不安定な箇所だけを選びまとめると、次のようになる。

(1) 破壊原因

調査の結果、盛土のり面の破壊原因として、表面水、浸透水、基礎地盤、擁壁の移動、その他の 5 原因があげられている。その中でも、表面水によるものが全体の 67%をしめており、浸透水の 24%を加えると、水に起因するのり面の破壊が全体の 91%に達している。表面水が原因と考えられる表面浸蝕や小崩壊が、不安定なものうちの 80%をしめており、表面水の排水は特に盛土のり面の安定性に大きな影響を持っていると考えられる。

(2) 崩壊土量

盛土のり面の崩壊土量は 30 m^3 以下のものが全体の 58%をしめており、 100 m^3 以上のものは 22%である。比較的小崩壊のものが多く、大きな崩壊はあまりない。

(3) 雨 量

調査結果によると、のり面の破壊の原因となる連続雨量は 50mm ~ 150mm のものが全体の 56%で、最も多い。

350mm 以上のものは 37%もあり、豪雨による破壊例も少なく

ない。

最大時間雨量は20mm～30mmのものが最も多く、つづいて10mm～20mmのものが多い。

小さい流域では流達時間も短くなるため、それに見合った降雨量を考える必要の生ずる場合もあらうと考えられる。

降雨量の大きいものはほとんどが九州で、九州を除くと、連続雨量が150mm、最大時間雨量が30mm程度の降雨に対する対策が十分なされていれば、被害もかなり減少すると考えられる。

8) 排水

設計降雨量および集水面積とが記入されているものについて、安定な箇所と不安定な箇所に区分して検討した結果、次のようなことが指摘できる。

設計降雨量として、安定なものについては30mm/h～100mm/hの範囲のものが最も多い。

安定している箇所では2,000m²～5,000m²の集水面積をもつものが多い。不安定な箇所は集水面積が1,000m²以下の比較的小さい所で、最も多くなっている。

破壊のところで述べたように、最大時間雨量は30mm程度であることから、たとえ、流達時間をもとにした降雨強度を対象に考えたとしても、設計降雨量は十分大きくとってあると思われる。また集水面積の比較的小さい所で、不安定なものが多いことからして、排水施設の容量不足に起因して破壊が生ずる例はむしろ少なく、予想しない表面水、浸透水の影響が加わっての破壊や表面浸蝕、小崩落などが原因となって排水施設の機能がそこなわれること、例えば溝がつまって水があふれることが原因となる破壊が多いと考えられる。

4-1-2 のり面全線調査

今年度行なったのり面全線調査から、次のようなことが一応指摘できる。

1) 土に関係した切取りのり面について

(1) のり面工種の現状

土のみおよび岩と土の混合のり面について、それぞれの用いられているのり面工種の全体的な比率を求めると、次のようになる。なお、調査のり面の個数は土のみのり面が363個、混合のり面が170個である。

のり面工種	土のみ(%)	混合のり面(%)
擁壁工	21.5	29.0
張石工	5.7	0.6
張コンクリート工	2.2	1.2
モルタル吹付工	0.8	37.3
コンクリート枠工	1.7	2.4
ブロック張工	9.1	6.5
張芝工	15.7	
種子吹付工	24.2	11.2
植生盤工	3.3	
植生穴工	6.6	2.4
無防処理工	8.8	9.5
落石防止柵工	0.3	

全国的にみると、土のみのり面では、植生と擁壁工が多く使われており、混合のり面では、モルタル吹付工と擁壁工が多く使われている。

(2) 土の分類とりのり面工種

各地方建設局ごとにまとめると、次のようになる。土のみのり面数は中部が最も多く、つづいて東北、四国、近畿、中国、北陸の順になっている。関東、北海道は土のみのり面数は少ない。九州は土の分類が不明なところが多かったので入れていない。また土と岩の混合のり面の数は中部、四国が多く、他の地方は少ない。そこで混合のり面については中部、四国、その他の3区分に分けてまとめている。土に係するのり面で数の多い地方は中部が圧倒的に多く、つづいて四

国、東北、近畿、北陸、中国の順で、関東、北海道は少ない。

代表のり面工の選び方は盛土のり面工と同様である。

I) 北海道

のり面数は少ないが、土質としてレキ質土、粘質土が多い。のり面工としては植生穴工が使われている。

II) 東北

土質は砂質土が最も多く、レキ質土がこれにつづき、粘質土、レキの順になっている。のり面工としては張芝工が最も多く、植生穴工、種子吹付工がつづき、植生が一般に多く用いられている。

III) 関東

北海道と同様にのり面数は少ない。土質は砂質土、レキ質土が多い。のり面工としては擁壁工、モルタル吹付工が使われている。

IV) 中部

土質は砂質土が圧倒的に多く、つづいてレキ質土である。混合のり面では逆にレキ質土が最も多く、つづいて砂質土である。のり面工は土のみの場合、種子吹付工が圧倒的に多く、つづいて擁壁工、無処理の順になっている。混合のり面の場合はモルタル吹付工が最も多く、擁壁工、種子吹付工の順になっている。

V) 北陸

土質はレキがほとんど全部をしめている。のり面工として、張石工が最も多く使われている。その他にブロック張工、張芝工などが用いられている。

VI) 近畿

土質は砂質土がほとんど全部をしめている。のり面工として、擁壁工、種子吹付工が多く用いられている。その他にブロック張工、植生盤工なども使われている。

VII) 中国

土質はレキ質土が圧倒的に多く、レキ、粘質土が少しある。のり

面工としてはブロック張工、無処理が多く、つづいて植生盤工、擁壁工の順になっている。

vii) 四国

土質はレキ質土が圧倒的に多い。混合のり面においてもレキ質土が最も多く、つづいてレキの順になっている。のり面工は土のみの場合擁壁工が最も多く、ブロック張工、張コンクリート工がつづいて多い。無処理のところもいくつかある。混合のり面では、擁壁工、ブロック張工、無処理、モルタル吹付工などが多く使われている。

次に土の分類ごとにまとめると、次のようになる。

ix) レキ (GW, GP)

土のみの場合、のり面工として昨年の調査では張芝工が最も多く、擁壁工、種子吹付工、無処理がつづいて多かったが、今年の調査では張石工が最も多く、つづいて張芝工、ブロック張工の順になっている。両者を合わせると、一般に張芝工、張石工が多く用いられている。その他に用いられているものとしてブロック張工、擁壁工、無処理などがあげられる。今年の調査では無処理を除くと安定性はよく、張石工、ブロック張工は適切な工法と考えられる。また張芝工は昨年の調査では小崩壊を起こしているものもあるが、今回は比較的安定しており、適切な工法と考えられる。擁壁をすれば、安定性はさらに増大すると考えられる。混合のり面の場合はモルタル吹付工が多く用いられており、その安定性は比較的高く、適切な工法と考えられる。ブロック張工は条件の悪い所に使われるため、不安定なものが多くなっている。

x) レキ質土 (GM, GO)

土のみの場合、のり面工として擁壁工が最も多く用いられている。つづいて種子吹付工、ブロック張工、張芝工、無処理が多く、その他に植生盤工、植生穴工、張コンクリート工なども使われており、いろいろな工法が広く使われている。昨年の調査と合わせて考える

と擁壁工、種子吹付工、張芝工、張コンクリート工、ブロック張工、無処理などが多く使われている。無処理以外のこれらの工法は比較的安定で、適切な工法と考えられるものが多い。ただし、条件の悪い所に施した張石工については問題が多いように思われる。混合のり面では、擁壁工、モルタル吹付工が最も多く、種子吹付工、無処理、ブロック張工、植生穴工などが広く使われている。モルタル吹付工、種子吹付工、植生穴工は比較的安定している。無処理、ブロック張工などは問題が比較的多くおこっている。ブロック張工はレキの場合と同様に条件の悪い所に施工されるためと思われる。

XI) 砂 (SW, SP)

今年の実線調査結果では砂の箇所は3箇所しかなく、砂の切取りのり面は少ないように思われる。のり面工としては昨年の報告にのべたように擁壁工、ブロック張工が適切な工法と考えられているようである。混合のり面では砂の箇所はなかった。

XII) 砂質土 (SM, SO)

土のみの場合、種子吹付工が最も多く使われており、つづいて擁壁工の順になっている。張芝工、ブロック張工、植生穴工、無処理、その他種々の工法が広く使われている。無処理を除くと比較的安定している。昨年の調査と合わせて考えると、各種のり面工は適切な工法と一応考えられるが、張芝工に対しては凍上や豪雨の影響を受けやすいため必ずしも適切である工法と認められていない場合があるように思われる。混合のり面の場合は、のり面工としてモルタル吹付工が最も多く、つづいて擁壁工、種子吹付工の順になっている。これらの工法は比較的安定しており、適切な工法と考えられている。

XIII) 粘質土 (ML, OL, CL)

土のみの場合、張芝工が最も多く、植生穴工、擁壁工、張石工なども用いられている。昨年の調査では、種子吹付工、植生穴工に比較的不安定なものが多かったが、今年の調査ではこれらすべての工

法は比較的安定しており、適切な工法と考えられているようである。

混合のり面の場合は2箇所しかなく、のり面工としてモルタル吹付工、ブロック張工が用いられており、安定している。

xiv) 粘土(MH, OH, GH)

今年の調査では粘土ののり面工の箇所は認められなかった。昨年の報告によると、張コンクリート工、コンクリート砕工、筋芝工が施工されており、安定していた。

(3) のり面の水の状況とのり面工

今回の調査結果と昨年の報告結果をまとめると、次のようなことが一応指摘できる。

i) 乾燥したのり面

土のみの場合、一般に多く使われている工法としては、擁壁工、種子吹付工、ブロック張工、張芝工、網工、植生穴工、張石工などがあげられる。無処理の場合もある。その他の工種も広く使われている。一応これらの工種は比較的安定しており、適切な工法と考えられるが、網工、植生盤工には不安定なものがある。問題のある工法として植生盤工、網工、無処理などがあげられる。混合のり面の場合、のり面工としてモルタル吹付工、擁壁工が多く使われており、その他に種子吹付工、無処理、ブロック張工などが用いられている。モルタル吹付工、擁壁工、種子吹付工は適切な工法と考えられるが、無処理およびブロック張工は問題が多いように考えられる。

ii) 湿潤したのり面

土のみの場合、のり面工として多く用いられている工種に、張芝工、擁壁工、種子吹付工、無処理、落石防止柵工、ブロック張工、植生穴工などがある。今回の調査では、不安定なものは少ないが、昨年の報告結果、これらの工種のうち、不安定なものが多いのは種子吹付工、植生穴工、無処理、落石防止柵工などがある。混合のり面の場合、のり面の数は少ないが、のり面工として擁壁工、モル

タル吹付工、無処理などが用いられている。無処理を除くと各工法とも安定している。

Ⅲ) 表面水と湧水のあるのり面

表面水および湧水のあるのり面に対するのり面工としては二通りの考え方がある。1つは表面水や湧水を排除し、のり面を安定にしようとする積極的工法と、もう1つは、ある程度の崩壊はやむをえないとして、その被害を最小に食い止めようとする消極的な工法とがある。昨年の報告では、網工、落石防止柵工、無処理、その他の消極的工法が多く用いられていたが、不安定なものも多く、必ずしも適切な工法といえないように思える。しかし、崩壊が小さいと予測される場合には消極的工法もよいと考えられる。

積極的工法としては擁壁工が多く使われており、その他にコンクリート砕工、ブロック張工、張芝工、種子吹付工などが用いられている。表面水および湧水のあるのり面の安定性は、乾燥、湿潤ののり面に比べて安定性は悪くなっている。

混合のり面ではモルタル吹付工、擁壁工が多く用いられている。

一般に表面水や湧水のあるのり面は、のり面工だけでのり面を安定に保つことは無理であり、排水施設を行なって地下水面を低下させ、透水性のある構造物で保護することが大切であると考えられる。のり面工としては、コンクリート・ブロック砕工で、砕内は石詰めにしたものが普通適切な工法であると考えられている。崩壊や落石のおそれのある場合は現場打ちのしっかりしたコンクリート砕にするとさらに安定性は増大する。一般に密な被覆工は湧水箇所には不適当であり、張石工などを使用する場合には空張にするのがよいと考えられる。モルタル吹付工の場合、排水工などを設け、特に排水に注意する必要がある。

(4) のり面の安定性

土質、のり面工、のり勾配、のり高、自然斜面の状況、のり面の水

の状況の各項目についてまとめ、切取りのり面の安定性を検討すると次のようなことが、一応指摘できる。

i) 土の分類

土のみの場合、レキのり面は安定性は高く、98%程度安定である。レキ質土、砂質土、粘質土のり面の安定なものしめる割合は、82~88%であり、比較的安定している。

全土質について、のり面の安定なものしめる割合は80~90%程度であると考えられる。

混合のり面の場合、砂質土、レキ質土のり面が多く、レキ質土のり面が砂質土のり面と比較して、安定性はおちている。

ii) のり面工

土のみの場合、のり面工として多く使われているものに擁壁工、張石工、ブロック張工、張芝工、種子吹付工、植生盤工、無処理などがある。無処理を除くと、これらの工種の安定なものしめる割合は80%以上である。

混合のり面の場合、のり面工としてモルタル吹付工、擁壁工、種子吹付工、無処理などが多く使われている。土のみの場合と比べて混合のり面の安定なものしめる割合は全体的に悪くなっている。モルタル吹付工は数も最も多く、安定度も高い。しかし、モルタル吹付工は比較的斜面の安定性の高い所に使用されるので、安定性は高くなっていると考えられる。

iii) 自然斜面の状況

土のみおよび混合のり面ともに、稜線に平行なり面が最も多く、つづいて突出部が多い。谷部は少ない。土のみのり面では自然斜面の上記の条件の変化がのり面の安定性に及ぼす影響は余り認められないが、混合のり面では突出部の安定性が少し悪くなっている。

iv) のり面の水の状況

土のみおよび混合のり面ともに、表面水、湧水のあるり面では

不安定なものが多くなっている。表面水、湧水のあるり面に対して、有効な排水処理を施したり面工対策が望まれる。

(5) のり勾配に対する検討

昭和44年度、45年度に実施したのり面調査結果を各土質について、勾配と高さの関係をまとめ、道路土工指針などに示されている標準のり面勾配と比較すると、次のようになる。なお、各土質ごとの対象のり面の数は次のようである。

土 質	土のみのり面	混合のり面
レキ (GW.GP)	63	19
レキ質土 (GM.GC)	172	120
砂 (SW.SP)	12	
砂質土 (SM.SO)	214	66
粘質土 (ML.CL.OL)	69	5
粘土 (MH.CH.OH)	16	
合 計	546	210

(i) レキ (GW.GP) のり面の勾配と高さの検討

土のみのり面では、のり勾配が0.8～1.0割のものが全体の65%をしめており、そのり面の安定性は高い。しかし、0.8割以下のものもかなりあり、またのり高が1.0m以上のものでも、のり勾配が1.0割以下のものがある。そのため、標準のり勾配に比べて一般にきつく、標準勾配でもきつい方の値が多く用いられている。

混合のり面では、のり高の低いものは岩のり勾配と同程度のきつい勾配でも、比較的安定性は高いが、のり高が高くなると、土の部分のり勾配が1.0割程度のり勾配では安定性は悪くなっている。

(ii) レキ質土 (GM.GC) のり面の勾配と高さの検討

標準のり勾配はレキとレキ質土では同じであるが、今回の調査結果では、レキと比べると、のり勾配のゆるいものがレキ質土に

に多く用いられている。またレキの場合と同様に0.8～1.0割のものが最も多いが、のり高が高くなると、その安定性は悪くなっている。のり勾配が0.8割以下のものは、のり高に関係なく安定性は悪く、レキ質土においては0.8割以下に切取るとはさけるべきであると考えられる。現地でやむ得ない場合は、堅固なおり面保護工をを考えるべきであろう。1.1～1.5割のものについては、安定性も高く、標準のり勾配によってのり面を仕上げれば、問題はないと考えられる。

混合のり面では、土の部分のり勾配は0.8割以下のものが多く、のり高が高くなると1.0割程度のものが多い。全体的に、土のり面に比べて安定性は悪く、混合のり面でのり勾配に問題があるように思われる。

Ⅲ) 砂 (SW, SP)

今回の調査結果では、砂のり面は全体の1.6%で少なく、のり勾配は1.0割程度のものが多い。

Ⅳ) 砂質土 (SM, SC)

土のみのり面では、のり勾配が0.8割～1.0割のものが全体の7.1%をしめており、そのうちのり高が1.0m以下のものの安定性は高いが、1.0mを越えると安定性は少しおちている。

0.8割以下のものは、0.8～1.0割のものに比べて、各のり高とも安定性は悪くなっている。またのり勾配が1.1～1.5割で、のり高が1.5m以下のものは安定性が高く、標準のり勾配は一応妥当であると考えられる。

混合のり面では、大半がのり勾配が1.0割以下である。0.5割以下の岩のり勾配と同じ勾配のものは安定性が悪く、岩と土とではのり勾配を変えるべきであると考えられる。

V) 粘質土 (ML, CL, OL)

粘性土のり面は一般に安定性は高いと考えられるが、今回の調

査結果では、全体的に安定性は他の土質に比べて悪くなっている。

これは、降雨の浸透によって強度の低下を受けやすいためと考えられる。粘性土に対しては降雨と強度低下の面から、のり勾配を検討すべきであると考えられる。

IV) 粘土 (MH, OH, CH)

のり勾配とのり高は、のり面保護工種を決定する際に、重要な要因であると考えられる。今回の土に関係したのり面調査結果から、一応、道路土工指針等に示されている標準のり勾配で切取りを行ない、表面を植生で覆い、排水施設を行えばのり面の安定に関しては十分であると考えられる。しかし、のり高が高くなると、一般に小段などを設けて、全体のり勾配をゆるくする方法がとられているが、調査結果では、のり高の高いものは各土質とも安定性は落ちている。このことから、のり高の高いものについては、もっと勾配をゆるくするなり、またのり高の高いものに適したのり面保護工種を考えるなどの検討が必要であると考えられる。

また、岩と土とが同一のり面に存在するような混合のり面では、全体的に土のみのり面よりも安定性は悪く、土の部分のり勾配も土のみのり面に比べてきつい場合が多い。また岩と土との境界部分には、水も集まりやすいことなどのために安定性は悪くなっていると考えられる。

このため、混合のり面におけるのり勾配およびのり面保護工種は慎重に決定すべきであると考えられる。

2) 岩石の切取りのり面について

全線調査における岩石の切取りのり面数は約900箇所、そのうち安定なり面は70%以上を占め、昨年度の抽出調査よりかなり安定性が増している。

調査結果をまとめるに当って、九州地建調査ののり面の岩石種は特に記載のない限りシラスとして取扱った。また岩石種の不明なものは記載

のないものである。

また、のり面保護工種はあるのり面に施工されている保護工種の中で、代表的なものを選定して、それをそののり面についての保護工種とした。

(1) のり面保護工種の現状

岩石ののり面約900個について、用いられている保護工種は無処理が最も多く45%を占め、次いでモルタル吹付工、擁壁工が多く、約30%、9%、種子吹付工、網工、落石防止柵工が約3.5%でその他の工種は極めて少ない。

(2) 岩の分類とのり面工種

調査ののり面数を各地方建設局ごとにまとめると、中部および四国建設局が最も多く、関東、近畿がこれに続く、最も少ないのは北海道開発局である。

i) 北海道開発局

のり面数も少なく、土以外ののり面は全て安山岩ののり面であり、保護工種は植生穴工、落石防止柵工、モルタル吹付工、無処理などが施工されている。

ii) 東北地方建設局

岩石ののり面数は少ない。岩種は花崗岩が最も多い。保護工種は花崗岩ののり面は網工を施工し、その他の岩石では無処理となっている。

iii) 関東地方建設局

礫岩、砂岩が最も多く、頁岩がこれに続き、この両岩種では92%を占め、残りが凝灰岩である。礫岩、砂岩および頁岩では無処理が最も多く、擁壁工、モルタル吹付工がこれに続き、この三種で保護工種の90%以上を占め、残りが筋芝工および網工である。凝灰岩はモルタル吹付工が多く、1、2ヶ所に網工、落石防止柵工が施工してある。

iv) 北陸地方建設局

花崗岩ののり面10箇所、頁岩2箇所である。保護工種はブロック張工が8箇所で、残りがモルタル吹付工、擁壁工、コンクリート枠工である。

V) 中部地方建設局

のり面の岩種は石英斑岩および頁岩がほとんど同様で93%を占め、残りが花崗岩である。保護工種は石英斑岩ののり面ではモルタル吹付工が最も多く約60%を占め、次いで無処理が30%以上、残りが種子吹付工である。頁岩では無処理が半数以上を占め、モルタル吹付工がこれに続いて多い。花崗岩ではモルタル吹付工が最も多く70%を占めている。

VI) 近畿地方建設局

岩質は礫岩、砂岩が50%を占め、そのまた半数近くを安山岩で占め、凝灰岩、頁岩、花崗岩はわずかである。礫岩、砂岩の保護工種は擁壁工およびモルタル吹付工が大半で、種子吹付工、無処理が見られる。安山岩は無処理とモルタル吹付工が多い。全体的にみると、無処理とモルタル吹付工が圧倒的に多く、次いで種子吹付工が多い。

VII) 中国地方建設局

岩種は片岩が約80%を占め、安山岩、凝灰岩、流紋岩、花崗岩ののり面がある。保護工種は無処理が最も多く大半を占めている。あと植生盤工が施工されている。

VIII) 四国地方建設局

岩種は片岩が大半を占め、チャード、頁岩なども見られる。また岩石の記載のないものが見られる。保護工種としては無処理が約70%を占め、次いで擁壁工とモルタル吹付工が多い。他に網工、落石防止柵工が見られる。

XI) 九州地方建設局

ほとんど全のり面がシラスよりなっており、保護工種は張芝工が半数以上を占め、次いでモルタル吹付工、植生穴工、無処理の順になっ

ている。

(3) 岩石種ごとの保護工の安定性

岩石種ごとの保護工種について検討すると、次のようになる。

i) 花崗岩

花崗岩ののり面ではモルタル吹付工が最も多く、次いでブロック張工、網工が多い。安定性は極めて良く、コンクリート枠工、種子吹付工で崩壊が見られる程度である。昨年度の結果とあわせて、芝工や無処理工法は花崗岩に対して適切とは云えない。また昨年度はモルタル吹付工において崩壊が見られるが、今年度の調査では全く見られないのが目立つ。花崗岩で小崩落の多いのは表層より次第に硬くなり、風化程度、硬さの急激な変化が少ないためだと考えられる。

ii) 石英斑岩

モルタル吹付工が57%を占め、ついで無処理、種子吹付工の順である。モルタル吹付工での安定性は良いが、無処理、種子吹付工での安定は悪く、落石が多く生じている。この理由は岩分類が中硬岩または硬岩に属し、割れ目程度、間隔が中位のものが多く、のり勾配が急であるために、のり面全体としては安定であるが、節理によりブロック状に落石するものと考えられる。

iii) 蛇紋岩

この岩石種に属するのり面は少なく、ブロック張工、網工などが施工されているが、安定性良いとは云えない。

iv) 流紋岩

同様にこの岩種も少なく、安定性は悪い。この岩種は昨年度も調査個数が少なく、安定性も悪いが、芝工や無処理、網工などでは不適当と考えられる。

v) 安山岩

この岩種では無処理が最も多く、ついでモルタル吹付工、芝工の

順である。無処理、落石防止柵工は昨年同様安定性は良くない。モルタル吹付工、コンクリート枠工、ブロック張工が昨年度あわせて17のり面中、1のり面が崩壊しているだけであり、これらの工法が有効ではないかと考えられる。安山岩には小崩壊、落石が多い。

VI) 凝灰岩

モルタル吹付工が最も多く、ブロック張工、無処理がこれに続く。昨年度と違ってモルタル吹付工で小崩落の多いのが目立っている。昨年度とあわせて、有効な工法は見当たらないが、強いて云うならば数は少ないがブロック張工が安定している。

VII) 片岩

無処理が大半を占め、ついで擁壁工、モルタル吹付工、網工、落石防止柵工の順になっている。安定なのり面が95%を占め、擁壁工、無処理に小崩落、崩壊が見られる。地じり、層面じりなどを考慮に入れて施工すれば比較的安定な岩石と考えられる。ただし、コンクリート枠工は良くないようである。

VIII) 礫岩・砂岩

擁壁工、モルタル吹付工が全体の60%を占め、次いで無処理が25%で種子吹付が8%を占める。どの保護工種でも安定性は良くなく、昨年度とあわせてどの工種でも半数近くが小崩壊、崩壊している。これは岩石が新しく軟かいために雨水などによって浸食され易いためと考えられる。

IX) 頁岩

無処理が最も多く半数近くを占め、ついでモルタル吹付工、擁壁工、種子吹付工の順である。無処理の安定性は極めて悪く、モルタル吹付工、植生工の安定性は良い。

頁岩は切取りによって風化しやすく、細片化しやすいために無処理であると崩壊しやすくなるものと思われる。

X) チャート

調査数が少ないが、無処理が大部分であり、昨年度と同様に安定性は悪い。チャートは堅硬ではあるが、節理が発達しているために崩壊し易いであろう。

XI) シラス

張芝工が最も多く、ついで無処理、ブロック張工、モルタル吹付工、擁壁工の順である。どの保護工種でも20%程度崩壊しており、適切な工法は見当たらないが、数は少ないけれども擁壁工の安定の良いのが目立つ。昨年度の標準工法とあわせて検討の余地がある。

全体的に見て、各岩石における保護工種ごとの安定性は昨年度と相違して、バラツキが大きくなっていて、各岩石の特徴が出ているようである。

また、全体的に小崩落の多い岩種は落石が少なく、小崩落の次の段階の破壊は崩壊へと移行し、逆に落石の多い岩種は小崩落、崩壊共に少ない。岩種的にこれに相当するのは石英斑岩、流紋岩、安山岩などの比較的硬く、節理間隔の広いものであり、前者に属するものは凝灰岩、片岩、礫岩、砂岩、シラスなどの比較的軟かい岩種に多い。この傾向は昨年度の調査結果でも同様である。

(4) 岩分類ごとの保護工種の安定性

どの岩分類でも擁壁工、モルタル吹付工、無処理が多く、ついで網工、種子吹付工、落石防止柵工の順になっている。

軟岩Iでは擁壁工の比率が高く23%を占めるが、軟岩II、中硬岩、硬岩Iはそれぞれ9%、10%、2%とその比率は下がっている。これに反して無処理の比率は58%、45%、45%、49%と逆に近い関係となっている。また、モルタル吹付工、網工なども硬岩になるにしたがい、その比率は高くなっている。

安定性は軟岩より硬岩になるにしたがって良くなり、特に無処理、網工、擁壁工において顕著である。モルタル吹付工も同様の傾向であるが、軟岩Iにおいて崩壊の少ないが目立つ。

小崩落は軟かい岩ほど多く見られ、落石・崩壊は硬い岩種ほど比率が高くなっている。軟岩Ⅰに小崩壊の多いのは凝灰岩、礫岩、砂岩、シラスに多分に起因している。

(5) 岩石の割れ目と保護工種

岩石の割れ目程度の良いもののほどのり面数も多く、安定性も良いが、割れ目間隔は中程度のものほど小崩壊や落石が多い。

工種別にみると、割れ目程度の良いものほど安定性は良く、その中でもモルタル吹付工、種子吹工、網工が顕著である。

割れ目間隔ではモルタル吹付工では間隔の広いものほど安定しているが、無処理、網工で逆の結果が出ているのは興味深い。

(6) 保護工種と安定性

全岩種でみると、無処理が最も多く42%を占め、モルタル吹付工30%、擁壁工10%と続き、その他の保護工種は5%以下である。

安定性は比較的良く、コンクリートや石材などを使った工種が安定度が高く、コンクリート枠工、植生盤工で悪い。また無処理には不安定なものが多い。特にブロック張工、モルタル吹付工、網工の良いが目立つ。

小崩落はコンクリート枠工、張石工、張コンクリート工で多く、落石は擁壁工と植生工で比率は高くなっている。無処理で特に多い。擁壁工で小崩壊・落石が20%弱を占めるのは擁壁工がのり面の最上部まで施工されないことに起因していると思われる。

崩壊は比率は少ないが、無処理で絶対数は多く、擁壁工、コンクリート枠工、ブロック張工、植生盤工、植生穴工、落石防止柵工に見られる。

昨年度と比較すると、擁壁工・モルタル吹付工の安定性が良くなっていることが目立つ。

(7) 施工の適否の判断

全体的にみても、昨年度の結果と違って、安定なのり面の個数

より、適切なもの（判定1）が少なく、検討を要する（判定2）が多い。

保護工種に関して、網工、落石防止柵工、無処理が判定2に傾き、特に無処理にその傾向が著しい。擁壁工や張石工などコンクリートや石材を用いる保護工では、安定なものは判定1に、のり面に何らかの変状をきたしているものが判定2になっている。

昨年度と相違して、網工・落石防止柵工で安定な のり面が判定2に評価されているが、これは昨年度の調査が危険箇所A又はBにランクされている のり面であったので、あぶない のり面では何らかの保護工種を実施しているが、今年度は全のり面を対象としたために保護工種もランクの低いものを採用しているところがあるためかもしれない。特に岩分類で中程度のものにこの傾向が見られる。

花崗岩、凝灰岩、礫岩砂岩、頁岩、チャートで判定は厳しいが、安山岩、頁岩などではある程度の小崩壊・落石は止むを得ないとしている点が見える。

岩の割れ目程度では、ほとんど密着している、の擁壁工での判定が著しく悪くなっている。これは擁壁が のり面の最上部まで施工されないことによることが考えられる。他は無処理、網工、落石防止柵工に判定が悪くなっているのは当然である。

3) 全のり面の湧水の状況と安定について

全保護工種について、乾燥、湿潤、表面水、湧水の順に悪くなっている。特に、擁壁工、芝工、無処理、落石防止柵工にこの傾向は著しい。この流れよりのり面水の処理が のり面の安定に重要な意味を持つことが判る。

コンクリート枠工はサンプル数が少ないので確かなことは判らないが、 のり面水の状態が悪くても安定になっている。

湿潤の擁壁工、芝工、無処理、網工、落石防止柵工で判定は厳しくなっているが、しかし、網工、落石防止柵工では小崩壊・落石もやむを得ないとの考えも見られる。

4) モルタル吹付工について

モルタル吹付工の安定性と経年変化の関係を昨年の危険箇所抽出調査結果からまとめると、次のようなことが一応指摘できる。モルタル吹付工は、1年～3年の間に急激に風化し、3年もすると施工時と余り変化なく維持されているものは33%程度である。また、クラックもしくは草木の生えてくるのは1年～3年の間に多くなる。また、モルタルが変色し細片の崩落するものが3年～4年では、全体の20%程度になる。過去に崩壊が起こったり、又は危険性のあると認められるものは、3年後から多くなり、4年目では全体の20%にも達している。このことから、モルタルの寿命が余り期待できない場合がかなりあると考えられる。

4-1-3 追跡調査

昨年度調査時点より、のり面に変状のあったものおよび保護工種に変化のあったものは85ヶ所であり、そのうち土よりなるのり面は20ヶ所、岩石よりなるのり面は61ヶ所、不明なヶ所4ヶ所であった。変化のあったのり面はほぼ全土質、全岩種にわたっている。そのうち、レキ質土7ヶ所、砂質土7ヶ所、粘質土5ヶ所、花崗岩10ヶ所、安山岩9ヶ所、凝灰岩8ヶ所、礫岩・砂岩・頁岩2・3ヶ所を除いてはある土質・岩種について1～2ヶ所であり、統計処理は困難である。

調査ののり面85のうち、小崩落・落石・崩壊の生じたのは31ヶ所で、その原因は降雨凍結が16箇所を占める。他は風化によるもの1ヶ所、他は不明である。

東北地建では集中豪雨のために小崩落または崩壊を生じている。崩壊箇所は砂質土(SM)からなり、保護工種は張芝工または種子吹付工、のり高7m以上ののり面で生じている。

関東地建では軟岩Ⅱに属する砂岩泥岩互層よりなるのり面では無処理よりモルタル吹付により危険度が減少している。また軟岩Ⅰ～中硬岩に属する安山岩は擁壁工と落石防止柵工により安定性を高めているが、のり勾配が1:0.1～0.3ののり面では落石、小崩壊を生じている。

北陸地建では頁岩ののり面に網工の施工により、花崗岩・安山岩ではモルタル吹付により安定度を増している。

中部地建ではモルタル吹付・種子吹付の花崗岩・砂岩・頁岩ののり面が雨によって崩壊しているが、のり勾配をゆるくすると安定になるようである。また砂岩・レキ岩ではコンクリート枠工や張コンクリート工で安定化している。

近畿地建では砂質土、粘板岩・砂岩ののり面は勾配をゆるく 0.5, 0.7 割にすることにより、またはモルタル吹付工やコンクリート枠工などを施工することにより安定化している。

九州地建では粘質土、勾配 1:1, コンクリート枠工が雨により崩壊しているが、玄武岩安山岩は落石防止柵、レキ岩はモルタル吹付工、粘板岩は張芝工で安定化している。

全体的に見てみると、モルタル吹付施工の花崗岩ののり面で昨年度崩壊している箇所は擁壁および落石防止柵の施工で安定化している。

安山岩では落石防止柵工で成功している所もあるが、安山岩の全てののり面をみると判るように、崩壊箇所も多く、検討の余地がある。

凝灰岩ではモルタル吹付により安定度を増していて、昨年度の結果とあわせてモルタル吹付はかなり有効のようである。また張石と無処理は安定性悪く検討を要する。

礫岩・砂岩・頁岩はモルタル吹付も有効な工法ではあるが、擁壁および落石防止柵または網工の施工により安定度を増加しているのり面がある。

頁岩ののり面では種子吹付により安定化しているものが多い。

4-2. 交通規制とのり面の崩壊調査

(1) 交通規制の規制理由

交通規制の数は昨年度の報告では 7.9 であるが、本年度は 13.9 もあり、倍程度多くなっている。

交通規制の理由としては、降雨量が基準雨量を越えたことにより、事前規制の目的で、交通規制が行なわれているものが最も多い。これは中部で

多いためである。次いで、崩壊が生じた場合、崩壊により通行不能となった場合、崩壊により、車輛、人命損害が予測された場合の順となっている。

各地方建設局で、交通規制に関する取扱いには、昨年度と同様に差があり、北海道、東北、関東、中国、四国では降雨量による事前規制がなかった。逆に中部、近畿では降雨量による事前規制がよく行なわれている。この二地方建設局以外の他の地方建設局では、崩壊が生じて交通に何らかの支障をきたした場合に交通規制が多くとられている。全体的にみると、崩壊したものうち事前規制が行なわれたものは全体の24%である。

昨年の報告では、事前規制をとった後の崩壊例は少なかったが、今年度の報告では事前規制をとった後、崩壊した箇所がかなり認められた。例えば中部では事前規制を行なった33箇所のうち28箇所が崩壊している。また近畿では5箇所のうち2箇所で崩壊しており、事前規制を行なうための基準雨量が、現行ののり面に対してかなり精度があがっていると考えられる。

2) 規制区間の指定、非指定

交通規制の91.5%が交通規制の行なわれる指定区間で生じており、昨年度の報告でも88%が指定区間であり、規制区間の指定が一応適切であることを示している。一部、北海道、東北、四国で非指定区間において交通規制が行なわれている。

3) 交通規制と雨量

交通規制と連続雨量の関係は、昨年度の報告では100～150mmの連続雨量で交通規制を行なったものが最も多かったのに対して、今年度は150mm～200mmのものが最も多くなっている。次いで、0mm～50mm、100mm～150mmの順になっている。連続雨量が0mm～50mmのものうち、その大半は北海道であり、北海道では積雪を対象として交通規制を行なうことが多いため、降雨量の少ないものが多い。

最大時間雨量は10mm～20mmの場合が全体の30%で最も多く、次いで0mm～10mm、20mm～30mmの順になっている。0mm

～10 mm のものは連続雨量の場合と同様に大半は北海道である。

最大日雨量は100～150 mm, 10～50 mm の場合が, それぞれ全体の27%で最も多く, 次いで50 mm～100 mm, 150～200 mm の順になっている。

以上のことから, 北海道のような寒冷地では, 積雪の影響を考慮して, 交通規制の基準雨量を決める必要があると思われる。

昨年度及び今年度の報告から, 連続雨量および最大日雨量が100 mm～150 mm, 又は最大時間雨量が20～30 mm に達すれば, 何らかの規制措置をとることも可能であると思われる。

4) 交通規制と崩壊土量

交通規制を行なった箇所の崩壊土量は 200 m^3 以下のものが全体の70%もあり, このような小規模の崩壊によっても道路交通の確保に大きな支障をきたすと考えられる。

5) のり面工と交通規制

無処理の場合が昨年と同様に最も多く, 全体の50%をしめている。次いで擁壁工の26%であるが, 崩壊として擁壁工に入れた2.5箇所のうち, 擁壁自体が崩壊したものは2箇所である。残りの2.3箇所は擁壁の上ののり面が崩壊したものである。擁壁工につづいて多いものにモルタル吹付工, 落石防止柵工とがある。モルタル吹付工のうち半分はモルタル吹付工自体が崩壊したものであり, 残りはモルタル吹付の上部の無処理の部分が崩壊したものである。

また落石防止柵工は, 小崩落のものには有効であるが, 崩壊が大きくなると, 防止柵工を越えて土砂が道路に崩落し, 道路交通に支障をきたす。そのような箇所が8箇所あった。

4-3 空中写真判読による調査

4-3-1 写真利用の方法

写真を切土のり面の安定解析に利用する場合, 地上写真の利用と空中写真の利用が考えられる。

地上写真の利用は、通常の 35 mm カメラかステレオカメラを利用する方法があり、それぞれ表-4-1 に示すような一長一短がある。

表-4-1 地上写真の特徴

	35ミリカメラ	ステレオカメラ
利 点	1. 安価である。 カラー写真の利用も手軽におこなえる。 2. 撮影は一般に容易である。	1. 平面図・断面図が描ける。測定できる。 2. 空中写真撮影にくらべ安価である。
欠 点	1. 撮影困難なり面がある。 2. 大縮尺図がない場合、平面図との対照を正確におこなうのが難しい。 3. 測定ができない。	1. 撮影の難しいり面がかなり出る可能性がある。特に両カットの場合は難しい。 2. 撮影に危険を伴う。 3. 受注できる会社が一社しかない。 4. 各のり面ごとに標定・図化しないといけないので、時間と経費がかかる。

4-3-2 空中写真の利用

空中写真を利用する場合、国土基本図等の既存写真を利用する場合とのり面の図化・判読のための写真を新規に撮影して利用する場合の二通りが考えられ、本年度はとりあえず既存写真を使って検討することとした。

1) モデル路線（北九州道路）での図化・判読結果

各種のり面を持つ路線で、しかも最近に大縮尺写真の撮影がおこなわれている路線をあたり、北九州道路をモデル路線として取り上げるこ

とにした。

(1) 利用した空中写真

モデル路線の図化・判読に利用した空中写真の規格は表-4-2のとおりである。

表-4-2 空中写真の規格

国土基本図写真	CQ-69-5 C5~C7
カメラ	RMK-A
画面距離	152.45 mm
撮影高度	2,100m
撮影年月日	昭和44年11月13日

(2) 図化

一級図化機ウィルド・オートグラフA7を用い、1/2,500国土基本図を利用して対地標定をおこない、平面図縮尺1/1,000で道路とのり面の図化をおこなった。のり面については、保護工種の境をはじめ判読できる線、きめ・模様をのり面の境をできるだけ図化し、後読の判読作用が容易となるようにした(図-4-1)。

縦断面図は縮尺1/500で、各のり面の最高点を切るような断面について作成した(図-4-2)。

図化の精度は、点検する材料がないので正確なことはいえないが、路面端からののり面高あるいはのり面頂までの水平距離等の精度は、中等誤差で50cm程度と考えられる。

(3) 図化の可能性

図化・判読をおこなおうとしたのり面27個所のうち、平面図・縦断面図とも図化が確実に可能と考えられたのは19箇所であり、平面図のみの図化が確実に可能と考えられたのが2箇所あった。まったく図

化が不可能と考えられるのり面が2箇所あった。なお、実際の図化・測定はこのうちの11箇所についておこなった。

図化が不可能か困難な原因はすべてのり面が日陰となったため、のり面が死角となったために図化のできないのり面はなかった。ただし、既存の空中写真を利用していく過程では、死角であるために図化のできないのり面が出ることは当然考えられる。したがって既存の空中写真を利用してすべてのり面の平面図・縦断図の図化・測定をおこなうことは困難で、日陰あるいは死角となったのり面については、地上ステレオ写真からの図化をおこなうか、実地測量をおこなう必要が生ずる。

(4) 判読

のり面の保護工種・安定度等を空中写真からどの程度判読できるかを検討した。調査は、まず、27個ののり面について、その保護工種・安定度等を密着写真および2倍引伸写真を簡易実体鏡で、また縮尺1/1,000で図化した部分については密着ポジフィルムを一級図化機（ウイルド・オートグラフA7）で観察して判読をおこなうと共に、現地において実際にのり面の調査をおこない、その結果をのり面の判読・現地対照表（表-4-3）および、のり面判読の傾向（表-4-4）としてまとめた。

(5) 判読の可能性

i) 保護工種の境の判読

写真判読と現地調査のデータを比較すると、平面図・縦断図が確実に描画できる法面のうち、表-4-5で実線で区分した保護工種の境の判読は一般に容易であった。ただし、コンクリート枠工と張芝工・張石工が組み合わされたもので、芝の成育のよいものはコンクリート枠がみえず、周辺の張芝工等と区別することができないものがあった。

ii) 保護工種の判読

保護工種の判読については、のり面の判読・現地調査対照表（表 4-3）、のり面判読の傾向（表 4-4）、およびこれからまとめた保護工判読の要点（表 4-4-5）等から判断すると、平面図・縦断図が確実に描画できるのり面については、1) 擁壁工、ブロック張工、張石工、2) 張コンクリート工、3) コンクリート砕工、4) モルタル吹付工、5) 張芝工、植生盤工、種子吹付工、筋芝工、植生穴工のうち、1)～5) のグループ別の判読は容易であるといえよう。

1) のグループで、擁壁工・ブロック工と張石工との区別は、色調・きめに相対的な差は認められるが（表 4-5）、実際には区別することが困難な場合も多い。

日なた斜面でもハレーションが著しい場合には、擁壁工と張コンクリート工、張コンクリート工とモルタル吹付工等の区別も困難になる。また、すでにのべたように芝の成育のよいコンクリート砕工は張芝工等と区別するのは難しい。

III) のり面の安定性

のり面の安定性については、モデル路線とした北九州道路ののり面保護工には、亀裂を生じたり変形していたりするのり面がみられなかったので、写真判読と現地調査との対照はおこなえなかった。しかし、平面図・縦断図が確実に描画できるのり面であれば、保護工の大きな亀裂、30 cm 以上のくい違い・ゆがみ、無処理のり面での崩壊等を判読することは十分可能であろう。

のり面が谷型斜面を切っている場合には、集中豪雨時の出水あるいは土石流の危険性が考えられ、谷型斜面の地形判読から土石流の原因となるルーズな堆積物の存否を推定することは可能である。また、のり面に線状構造がかかっているかどうかものり面の安定度をみる上で重要であり、線状構造がある場合にのり面との関連から安定度をランクづけることも可能であると考えられるが、今回はこの

表-4-3 のり面の判読・現地調査対照表

のり面番号 (図と対照)	現 地 調 査	判 読	備 考
1	1 擁壁工 2 無処理 3 コンクリート枠工(張石)	1 擁壁工 2 無処理 3 筋芝工	
2	1 擁壁工 2 張芝工 3 擁壁工	1 擁壁工 2 張芝工+灌木 3 擁壁工	
3	1 擁壁工 2 コンクリート枠工(張コン クリート) 3 コンクリート枠工(張石) 4 無処理	1 擁壁工 2 コンクリート枠工(張芝) 3 コンクリート枠工 4 無処理	
4	1 張芝工	1 擁壁工 2 無処理	日陰であ ったため
5	1 擁壁工 2 コンクリート枠工(張芝) 3 コンクリート枠工(張コンクリート) 4 無処理	1 擁壁工 2 張芝工 3 張コンクリート工 4 無処理	
6	1 擁壁工 2 無処理	1 擁壁工 2 無処理	
7	1 擁壁工 2 無処理	1 擁壁工 2 無処理	
8	1 擁壁工 2 張芝工	1 擁壁工 2 無処理	
9	1 擁壁工 2 張芝工	1 擁壁工 2 筋芝工	
10	1 コンクリート枠工(張石) 2 コンクリート枠工(張石)	1 コンクリート枠工 2 コンクリート 枠工	
11	1 張芝工	1 張芝工 2 筋芝工 3 張芝工	

表-4-4 のり面判読の傾向

	個所数	正しく判読した個所数	判読率%	誤って判読した内訳	新規に空中写真を撮影する場合	
					誤って判読する可能性	予想判読率%
擁 壁 工	16	13	81	張 石 工 3	張 石 工 3	81
張 石 工	6	3	50	擁 壁 工 2 モルタル吹付工 1	擁 壁 工 2	67
コンクリート 枠工	7	4	57	張 芝 工 1 張 芝 工 1 張コンクリート工 1	張 芝 工 1 張 芝 工 1	71
張 芝 工	20	12	60	擁 壁 工 1 張 石 工 5 無 処 理 2	張 石 工 4 無 処 理 1	75
ブロック 張工	2	0	0	擁 壁 工 2	擁 壁 工 2	0

点についての検討はほとんどおこなわなかった。

IV) 地山の安定性

のり面の安定性を検討する場合には、地山が安定か不安定かということも十分考慮しなくてはならない。地山の安定性については、地山の地形の状況からランク分けしていくことが可能であり、この点については表-4-7にも示すように既存写真がかなり使えるのではないかと考えている。

表-4-5 保護工種判読の要点

保護工種	形 態	色 調	き め
擁 壁 工 ブロック張工	のり面の下方に位置し、急傾斜で、上端は厚みをもっていることが多い。	灰～灰白 ハレーションをおこし易い	こまかい
張 石 工 張 コンクリート工	擁壁工にくらべ傾斜がゆるく、上端には厚みがみられない。	灰～暗灰 灰～灰白 ハレーションをおこし易い	やや荒い こまかい
コンクリート 枠工	のり面の下方に位置し、急傾斜である。張芝と組み合わせのものは芝の成長によりコンクリート枠がみえなくなることが多い。	コンクリート下枠は灰～灰白	張芝と組み合わせのもので、芝が成長したものは張芝工に似ている。
モルタル吹付工	カットしたときの地山の凹凸がみえる。	灰～灰白 ハレーションをおこし易い	こまかな部分にまだらな部分がまじる。
張 芝 工 植 生 盤 工 種 子 吹 付 工	傾斜はゆるい。	灰～暗灰	こまかいがまだらである
筋 芝 工 植 生 穴 工	傾斜はゆるい。	灰～淡灰色の地山と灰色の芝が帯状に交互にみえる	まだらである

2) 新規に空中写真を撮影する場合

のり面等の管理のため新規に空中写真を撮影する場合に、どの程度の図化・判読ができるかを検討してみる。

(1) 撮影

のり面の判読にはできるだけ大縮尺の空中写真が必要である。できれば縮尺 $1/5,000$ 以上のものがほしいが、比高差の大きな山岳地域では飛行機により縮尺 $1/5,000$ 程度の空中写真を撮影するのは難しい。したがって、岳陵部等で比較的比高の小さな部分では、写真縮尺 $1/5,000$ 、比高差の大きな山岳地では、写真縮尺 $1/8,000$ 程度で撮影する必要がある。

なお、比高差の特に著しい地域についてはヘリコプターによる撮影を考慮する必要がある。

(2) 撮影の条件

撮影にあたっては、通常の空中写真撮影とは異なった配慮を必要とし、その要点は表-4-6に示してある。

使用カメラは、カメラとのり面の位置・傾斜との位置関係により死角斜面が生じ難いようにするため、カメラは路線の状況に応じ画面距離 21 cm のものと 15 cm のものを使いわけると。また、カメラには濃黄色あるいはそれよりも濃いフィルターをつけて、新しいのり面のハレーションをできるだけ押え、図化・判読のやり易いようにする。

撮影にあたっては、日陰のために図化・判読の不能な斜面が生じないように、高曇りで直射日光の弱い日に撮影する。なお、撮影コースは死角斜面が生じないように計画する。

(3) 図化・判読の可能性

新規に空中写真を撮影して利用する場合を国土基本図等の既存の空中写真を利用する場合と比較したのが表-4-6および表-4-7である。

表-4-6 測定・図化の可能性

利用写真		国土基本図等の既存写真	新規に撮影した写真
縮	尺	1/20,000~1/25,000	1/5,000~1/8,000
写真像の良否		新しいのり面では一般にハレーションが著しく、良好でない	濃いフィルターを利用し、新しいのり面でのハレーションをできるだけ押える
カメラ		平地部はf15cm、山地部（林野庁）はf21cm	路線の状況に応じf15cm、f21cmを使いわけ
測定・図化	標定	二級A図化機を利用し、既存地図および道路基準点を使い標定する	同 左
	測定精度	比高、相対位置は条件の良い場合、撮影高度の1/5,000	同 左
	図化可能範囲	のり面の平面形と比高、縦断は困難なことが多い 図化縮尺限度 1/2,500	のり面の平面形、比高、縦断 図化縮尺限度 1/800

1) 図化・測定

すでにのべたような撮影の条件が得られれば、のり面の平面図・断面図・保護工種界等の描画は、日陰の部分を除いては、かなりの程度までおこなえるし、日陰の部分についても不確実ではあるが、現地調査の困難さをある程度補うことができると考えられる。

既存写真を利用する場合と比較すると、図化縮尺限度が縮尺1/500~1/800と大きくなり、のり面台帳を整備するのに有効であると共にのり面細部の図化・測定も容易になると考えられる。ただし、写真縮尺が大きいと、目標物の少ない山間部では、既存地図と道路基準点を使つての対地標定を精度よくおこなうのが困難な場

合が出てくる恐れがあり、このような地区については対空標識設置を考えねばならない。

ii) 判読

保護工の有無については一般に日陰ののり面を除いては容易である。ただし、張芝工等を施工してから年月がたち、のり面に自然の草木が進出しはじめているような場合には判読は困難である。

のり面の保護工種別の判読は日陰ののり面を除いては一般に容易であるが、日陰ののり面では判読の困難な面でのり面でのり面は避けられない。また、日陰でなくとも、コンクリート枠工と張芝工の組みあわされたもので芝の成育の良いものでは周辺の張芝工との境が明りようでなかったり、自然の草木が進出し易い張芝工・植生盤工等の芝工、コンクリート枠工等では保護工の範囲を正確に判読するのは困難である。

保護工種については、1) 擁壁工、ブロック張工、張石工、2) 張コンクリート工、3) コンクリート枠工、4) モルタル吹付工、5) 張芝工、植芝工、植生盤工、種子吹付工、筋芝工、植生穴工のうち、1)～5)のグループ別の判読は容易である。これら保護工種の判読率が、新規に空中写真を撮影した場合に、どの程度向上する可能性があるかを、北九州道路でのテストから想定したのが表4-4で、平均10%程度の判読率向上が見込まれよう。

3) 空中写真を利用した場合の調査方法

(1) 既存写真の利用

既存写真の縮尺が縮尺1/15,000程度以下であれば、表4-6および表4-7に示したようにのり面についての図化・測定・判読には適さない。ただし、地形・地質の判読にはかなり使える。写真縮尺1/10,000程度のものがあれば、北九州道路で得られた結果程度のことは期待できるのではないかと考えられる。

(2) 新規撮影写真の利用

新規に空中写真を撮影した場合でも、表-4-6および表-4-7で示したように、のり面の図化・測定・判読の不確実な箇所、脱落、あるいは誤った判読の生じることが避けられないし、また、写真では判読できない事項もある。

空中写真を利用して調査する場合には、のり面付近の図化・測定・判読をのり面にみられる1本の細い線あるいはわずかな色調・きめの差も見逃さないようにおこなった上で簡単な現地調査をおこない、図化・判読の不確実さあるいは脱落を補足する必要がある。

表-4-7 のり面判読の可能性

調 査 項 目		既存写真	新規写真	備 考
地形・地質の判読	のり面への集水性	◎	○	集水性、集水面積の大小
	周辺地山の地質	○	○	硬岩か軟岩か
	周辺地山の安定度	◎	◎	地すべり、崩壊地形、線状構造の有無 崖錐の多少、植生状況
	のり面付近の安定度	○	◎	岩盤がルーズ・軟弱堆積物かの区別とその厚さ 流れ盤か受け盤か、線状構造はないか、植生状況
	のり面崩壊の有無	△	○	位置、形態、規模
	危険度の判定	○	○	
保護工の判読	保護工の有無	△	○	
	保護工種の境	△	○	
	保護工の種類	△	○	
	わ れ 目	×	△	有無、位置、規模
	水の滲出	×	△	
危険度の判定		△	○	

◎可能、○条件により可能、△困難、×不可能

あ　と　が　き

切土のり面の安定解析に空中写真がどの程度利用できそうかについて簡単な検討をおこなったが、新規撮影写真の可能性については今後モデル路線を設けて検討する必要がある。

北九州道路の現地調査では道路公団福岡支店に色々と便宜を与えていただいた。
この研究は国土地理院測図部が担当した。

[illegible][illegible][illegible]

表-1-1 破 壊 原 因

破壊原因	表面水	浸透水	基礎地盤	擁壁移動			その他
北海道		1					
東北	13	1					1
関東							
北陸	3	1					
中部	10	5	1	1			
近畿	9	3					
中国	10	5					
四国	3	2					1
九州	14	4	2				2
計	62	22	3	1			4
%	67.4	23.9	3.3	1.1			4.3

表-1-2 崩壊と崩壊土量

崩壊土量(m)	0~10	10~30	30~50	50~100	100~200	200~300	300~500	500以上
北海道					1			
東北	5	3	1	1				
関東								
北陸	2		1		1			
中部	5	1	1		1	1		2
近畿	3	2	1	1	3			
中国	7	1		1		1		
四国		1		2				
九州	2	5	1	3	1			3
計	24	13	5	8	7	2		5
%	37.5	20.3	7.8	12.5	10.9	3.1		7.8

表-1-3 崩壊と連続雨量

連続雨量 (mm)	0~50	50~100	100 ~150	150 ~200	200 ~250	250 ~300	300 ~350	350 ~400	400以上
北海道									
東北									
関東									
北陸					1				
中部		2	1					1	1
近畿		2	4						
中国			2	1		1			
四国		1	1	1					
九州		3		1		1		5	6
計		8	8	3	1	2		6	7
%		22.9	22.9	8.6	2.9	5.7		17.1	20.0

表-1-4 崩壊と最大時間雨量

最大時間 雨量mm/h	0~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~100	100 以上
北海道										
東北										
関東										
北陸			1							
中部		2	7		1					
近畿		3	3							
中国		3								
四国		3								
九州			3			2	4	1	6	1
計		11	14		1	2	4	1	6	1
%		27.5	35.0		2.5	5.0	10.0	2.5	15.0	2.5

表-2-1 岩石名分類表

	岩石グループ名	グループに含まれる岩石名
1	花 崗 岩	花崗岩, 花崗閃緑岩, 石英閃緑岩, 閃緑岩, モンゾニ岩, ペグマタイト, 片麻岩
2	石 英 斑 岩	石英斑岩, 花崗斑岩, 玢岩, アブライト
3	蛇 紋 岩	蛇紋岩, 斑綫岩, 輝緑岩, 輝緑綫岩, 角閃岩, かんらん岩, 輝緑凝灰岩(シャルスタイン)
4	流 紋 岩	流紋岩(石英粗面岩), 石英安山岩
5	安 山 岩	安山岩, 玄武岩, 粗粒玄武岩, 粗面岩, 熔結凝灰岩, 変朽安山岩(スピライト)
6	凝 灰 岩	凝灰岩, 火山礫凝灰岩, 凝灰角礫岩, 火山角礫岩, 集塊岩
7	片 岩	片岩(結晶片岩), 黒色片岩, 緑色片岩, ホルンフェルス
8	砂 岩	砂岩, 礫岩, 角礫岩, 石灰岩
9	頁 岩	頁岩, 粘板岩, 泥岩, シルト岩
10	チャート	チャート, 珪岩
11	シラス	シラス
12	不 明	記載のないもの

表-2-2 岩石の割れ目の分類

割れ目程度

I	ほとんど密着している。
II	開口が認められるが密着に近い。 切取り面で流れ盤でも滑落は生じない。
III	割れ目にそって風化し、あるいは約 5 cm の開口があり、割れ目から崩落しやすい。流れ盤の場合滑落しやすい。
IV	約 10 cm 以上の開口がある。あるいは、そのような開口に風化土がつまっている。

割れ目間隔

a	20 cm 以上
b	10 ~ 20 cm
c	5 ~ 10 cm
d	5 cm 以下

表-2-3 モルタル吹付工の安定性と経年変化の関係

モルタル吹付工の状態	1年以内	2年以内	3年以内	4年以内	4年以上
施工時と余り変化の認められないもの	35	17	4	9	6
クラックもしくはクラックに草木の生えているもの	5	5	4	9	4
モルタルが変色しているかバラバラ崩壊しつつあるもの	2	4	3	4	12
過去に崩壊又は危険性があると認められるもの		2	1	5	9
合 計	42	28	12	27	31

合計 140箇所

表-3-1 交通規制と規制理由

規制理由	1	2	3	4	5	6	計
北海道		14	15	7		7	43
東北		1		1			2
関東				6			6
北陸	1		2				3
中部	33	1	1	2			37
近畿	5	1		1			7
中国		4	3	1		1	9
四国		13			1		14
九州	1	3		14			18
計	40	37	21	32	1	8	139
%	28.8	26.6	15.1	23.0	0.7	5.8	100

1. 降雨量が基準雨量を越えた。
2. 崩壊が生じた。
3. 崩壊により、車輛、人命損害が予測された。
4. 崩壊により通行不能となった。
5. 崩壊により人命、車輛に被害を生じた。
6. その他。

表-3-2 規制区間種別

規制区間種別	指 定	非 指 定
北海道	27	5
東北		2
関東	6	
北陸	3	
中部	35	1
近畿	7	
中国	9	
四国	14	3
九州	18	
計	119	11
%	91.5	8.5

表-3-3 連続雨量と交通規制の関係

連続雨量mm	0~50	50 ~100	100 ~150	150 ~200	200 ~250	250 ~300	300 ~350	350 ~400	400以上
北海道	20	3	2						
東北		1							
関東	2	1		3					
北陸	1	1			1				
中部		1	15	9	3	1	4	1	2
近畿			1	1	3	2			
中国	1	1	1	2	3				
四国	2	1	3	4		1			1
九州	1		2	11	1				2
計	27	9	24	30	11	4	4	1	5
%	23.5	7.8	20.9	26.1	9.6	3.5	3.5	0.9	4.3

表-3-4 最大時間雨量と交通規制

最大時間雨量mm	0~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80
北海道	21	3	1					
東北								
関東	2		4					
北陸	1	1	1					
中部		14	12	2	3	2		2
近畿		2	4	1				
中国		7		1				
四国	3	1	1	4	2			
九州	2	6	3					6
計	29	34	26	8	5	2		8
%	25.9	30.4	23.2	7.1	4.5	1.8		7.1

表-3-5 最大日雨量と交通規制

最大日雨量mm	0~50	50 ~100	100 ~150	150 ~200	200 ~250	250 ~300	300以上
北海道	21	2	2				
東北		1					
関東	2	1		3			
北陸	1	1	1				
中部		5	12	4	11	1	3
近畿		1	5	1			
中国	2	3	2		1		
四国	4	2	5				1
九州		3	3	6		2	
計	30	19	30	14	12	3	4
%	26.8	17.0	26.8	12.5	10.7	2.7	3.6

表-3-6 崩壊土量と交通規制

崩壊土量m ³	0~200	200 ~400	400 ~600	600 ~800	800 ~1000	1000 ~1500	1500 ~2000	2000以上
北海道	8	2		1		1	1	1
東北	1				1			
関東	4	1		1				
北陸		1		1	1	1		
中部	26	2	1	1	1	1		1
近畿	2		1	1				
中国	8	1						
四国	9	1	2	2			1	2
九州	14		3					
計	72	8	7	6	2	2	2	4
%	69.9	7.8	6.8	5.8	1.9	1.9	1.9	3.9

表 - 3 - 7 のり面保護工と交通規制

のり面 保護工	擁壁工	張コンク リート工	モルタル 吹付工	コンクリ ート枠工	筋芝工	張芝工	種・子 吹付工	植生穴工	無処理	網 工	落 石 防止柵	その他
北 海 道	2				1	1			17	2	3	
東 北									1	1		
関 東			1						3		2	
北 陸												
中 部	11		3				1					
近 畿	1								2	1		
中 国	3								5		1	
四 国	2								15			
九 州	6		4						5	1	2	
計	25		8		1	1	1		48	5	8	
%	25.8		8.2		1.0	1.0	1.0		49.5	5.2	8.2	

図-1-1 土の分類と面保護工の関係(安定性)

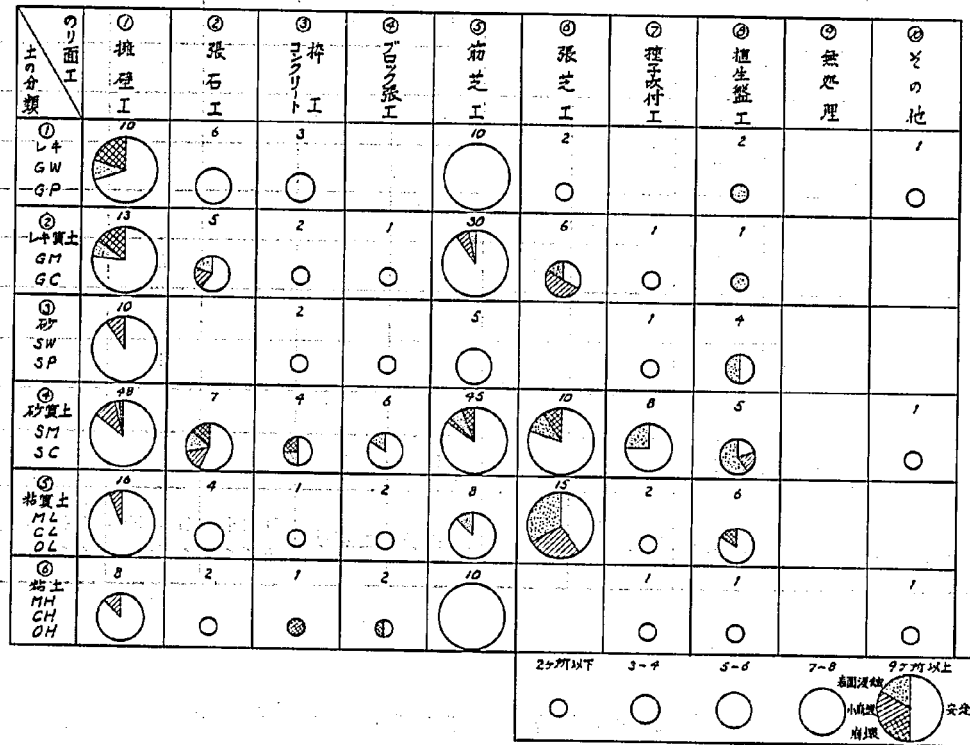


図-1-2 土の分類とりのり勾配の関係(安定性)

土の分類 \ りのり勾配	① 1.0 以下	② 1.2 以下	③ 1.5 以下	④ 1.8 以下	⑤ 1.81 以上
① レキ GW GP			34 	2 ④	
② レキ質土 GM GC	1 ○	1 ○	46 	11 	1 ●
③ 砂 SW SP	2 ○		17 	1 ○	3 ○
④ 砂質土 SM SC	7 ○	1 ●	99 	14 	12
⑤ 粘質土 ML CL OL	2 ④	1 ○	37 	3 ○	10
⑥ 粘土 MH CH OH			19 	4 ●	3 ●

図-1-3 土の分類とりのり高の関係(安定性)

土の分類 \ り高	① 1.0 m 以下	② 3.0 m 以下	③ 5.0 m 以下	④ 7.0 m 以下	⑤ 9.0 m 以下	⑥ 9.1 m 以上
① L 軽 G W G P		3 	9 	8 	1 	12
② L 中質土 G M G C		7 	15 	12 	6 	13
③ 砂 S W S P		3 	4 	3 	5 	8
④ 砂質土 S M G C		16 	25 	22 	14 	33
⑤ 粘土 M L C L O L		2 	8 	16 	9 	17
⑥ 粘土 M H C H O H			5 	5 	4 	11

図-1-4 地形とのり面の安定性(山岳盛土)

勾配長 配分 (%)	① 100 m 以下	② 200 m 以下	③ 300 m 以下	④ 400 m 以下	⑤ 401 m 以上
① 平坦					
② 1 以下					
③ 3 以下					
④ 5 以下					
⑤ 7 以下					
⑥ 7.1 以上					

図-1-5 線型とのり面の安定性(山岳盛土)

曲線長 曲線半径	① 50 m 以下	② 100 m 以下	③ 150 m 以下	④ 200 m 以下	⑤ 201 m 以上
① 直線	97				
② 50 m 以下	7	18	6	7	2
③ 100 m 以下	7	10	8	8	9
④ 200 m 以下	5	6	4	8	13
⑤ 300 m 以下		1	1	4	2
⑥ 400 m 以上	1	6	2	5	11

図-1-6 地形とのり面の安定性(平地盛土)

勾配長 縦前勾配(%)	① 100 m 以下	② 200 m 以下	③ 300 m 以下	④ 400 m 以下	⑤ 401 m 以上
① 平坦					
② 1 以下					
③ 3 以下					
④ 5 以下					
⑤ 7 以下					
⑥ 7.1 以上					

図-1-7 線型とのり面の安定性(平地盛土)

曲線半径 曲線長	① 50 m 以下	② 100 m 以下	③ 150 m 以下	④ 200 m 以下	⑤ 201 m 以上
① 直線					
② 100m以下					
③ 200m以下					
④ 300m以下					
⑤ 400m以下					
⑥ 500m以上					

図-1-8 最大乾燥密度と現場密度の関係

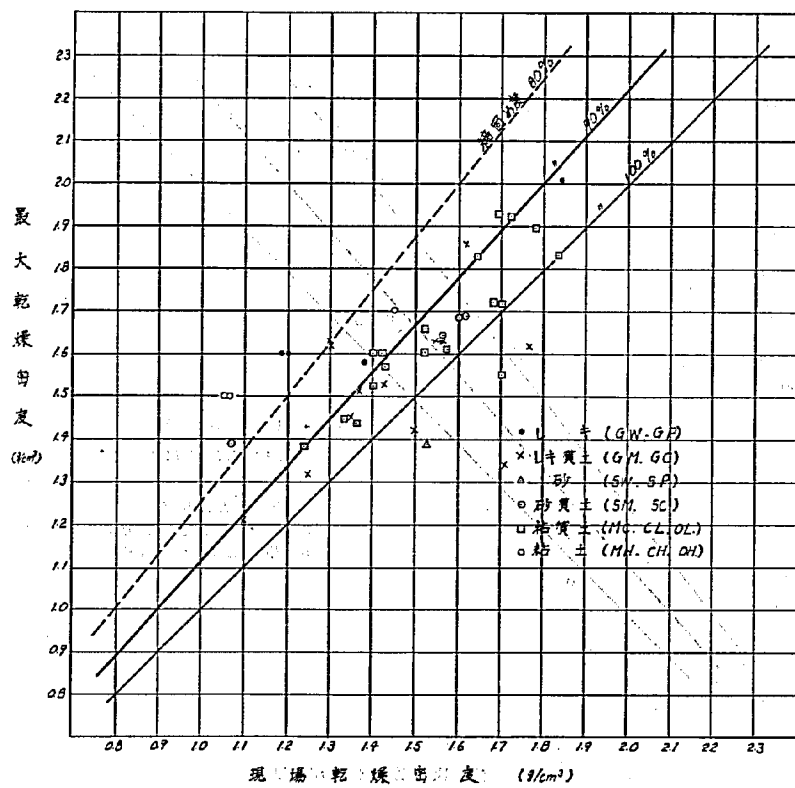


図-1-9 最大乾燥密度と現場密度

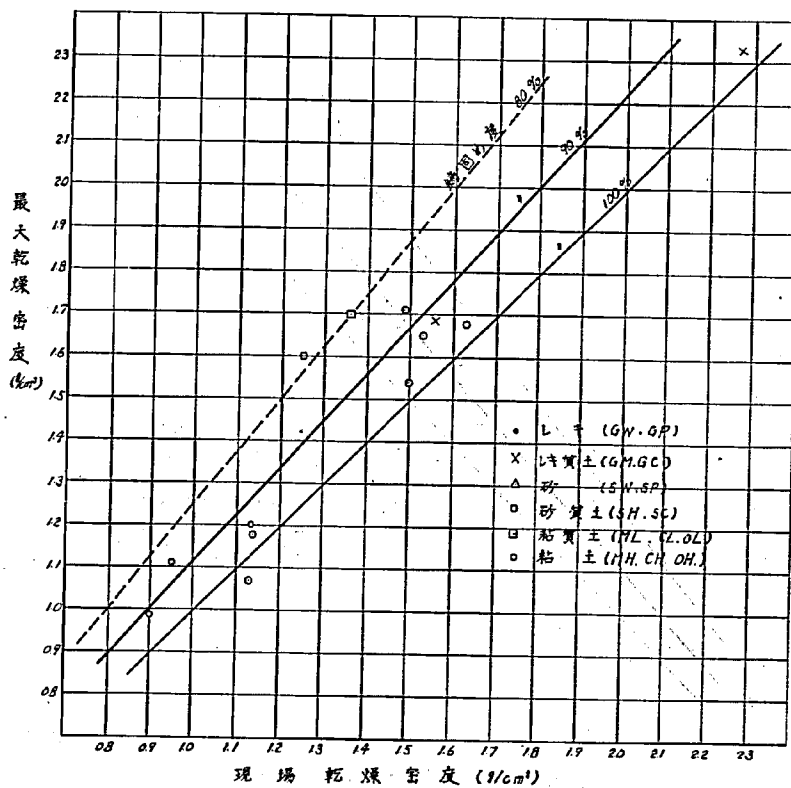


図-1-10 最大乾燥密度と現場密度の関係

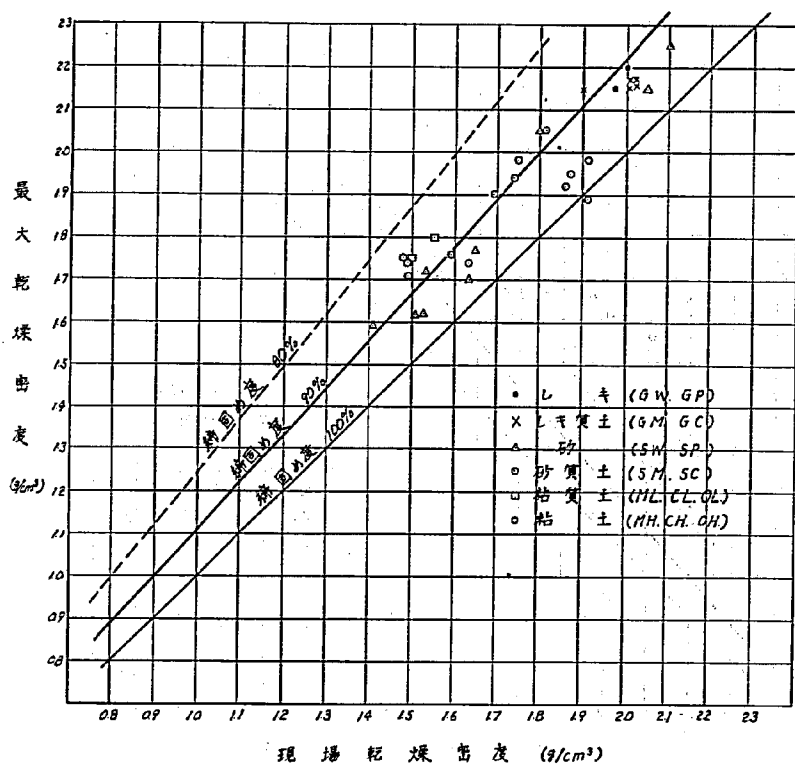


図 - 1 - 11 最大乾燥密度と現場密度の関係

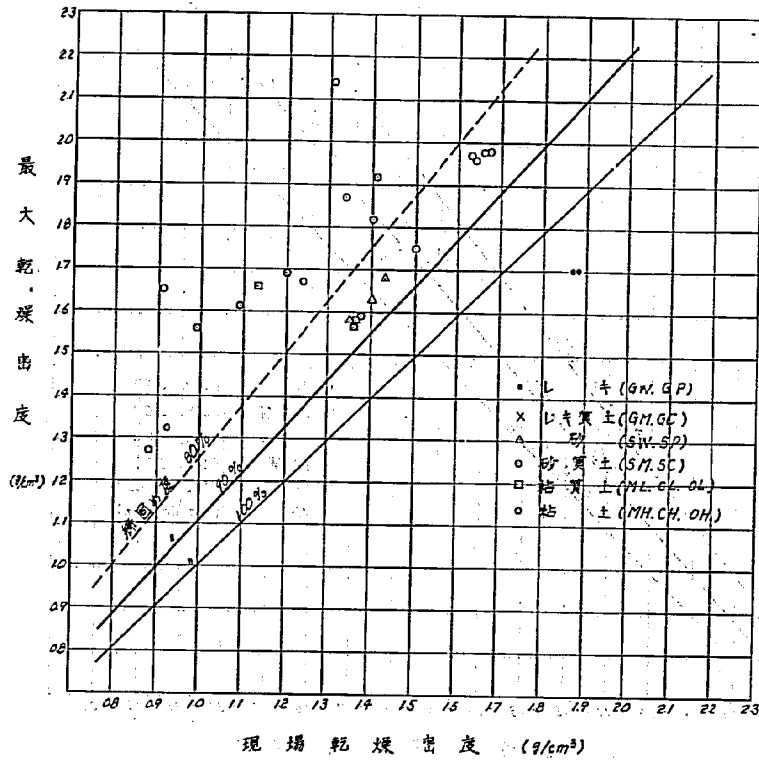


図-1-12 最大乾燥密度と現場密度の関係

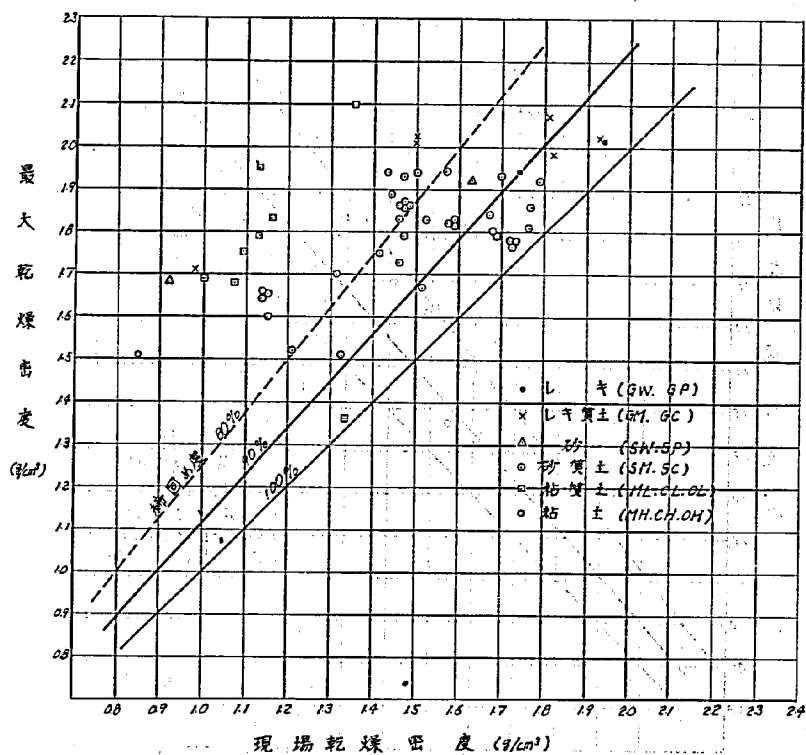


図-1-13 最大乾燥密度と現場密度

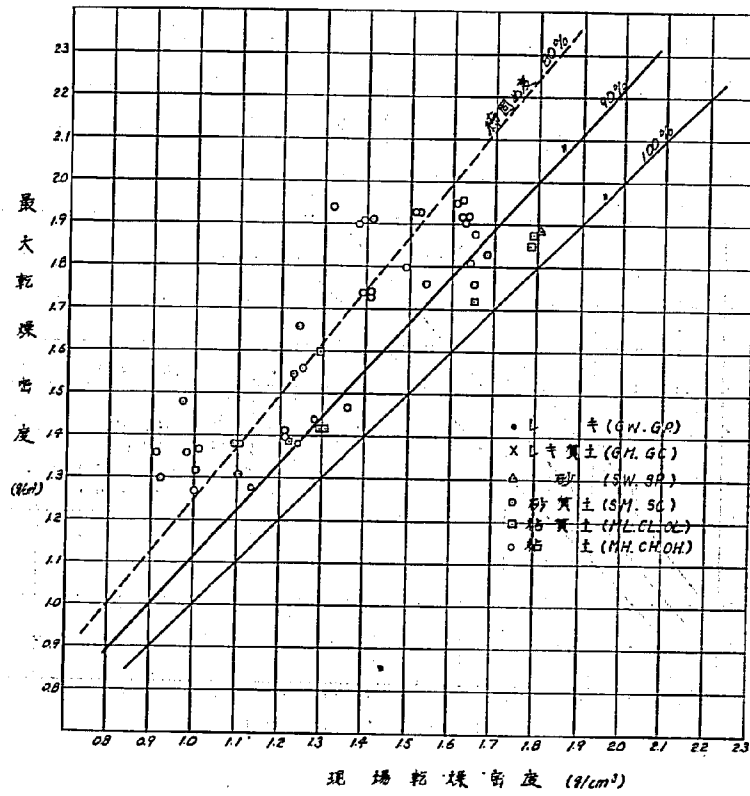


図-1-14 最大乾燥密度と現場密度との関係

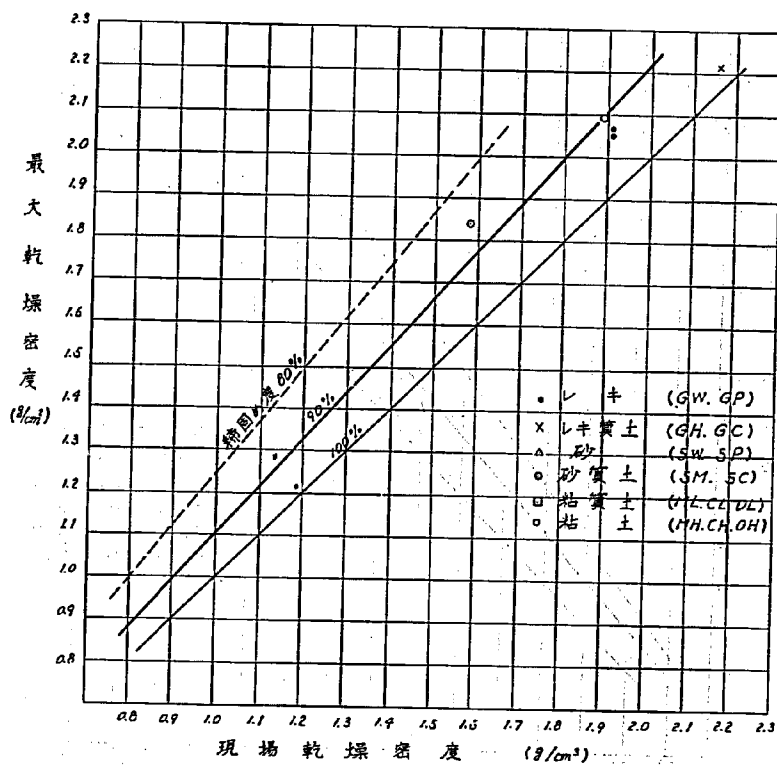


図 - 1 - 15 最大乾燥密度と現場密度の関係

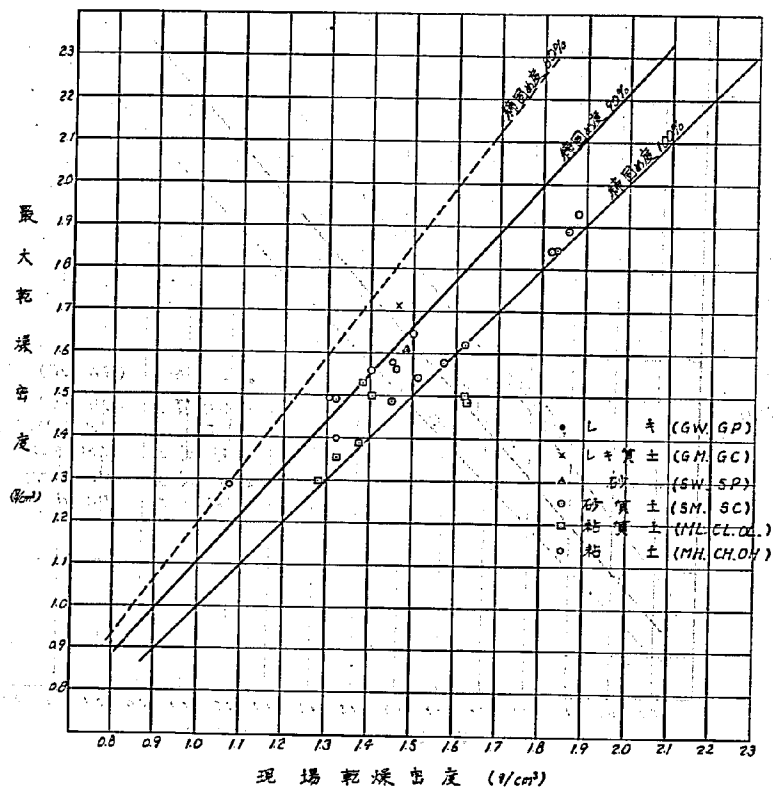


図-1-16 土の分類とりの面の安定性

		合 計		安 定		表 面 浸 蝕		小 崩 壊		崩 壊	
		個数	百分率	個数	百分率	個数	百分率	個数	百分率	個数	百分率
			20 40 60 80		20 40 60 80		20 40 60 80		20 40 60 80		20 40 60 80
土 の 分 類	①しき GW. GP	35		30		1		3		2	
	②しき質土 GM. GC	60		47		6		5		2	
	③砂 SW. SP	23		20		1		2		0	
	④砂質土 SM. SC	133		104		8		13		8	
	⑤粘質土 ML. CL. OL	53		41		5		6		1	
	⑥粘土 MH. CH. OH	26		23		1		0		2	
	計	331		265		22		29		15	

図-1-17 のり面工とりの面の安定性

		合 計		安 定		表 面 浸 蝕		小 崩 壊		崩 壊	
		個数	百分率	個数	百分率	個数	百分率	個数	百分率	個数	百分率
			20 40 60 80		20 40 60 80		20 40 60 80		20 40 60 80		20 40 60 80
の り 面 工	擁壁工	105		89		8		3		5	
	張石工	24		19		2		2		1	
	コンクリート枠工	13		10		0		1		2	
	ブロック張	12		10		0		1		1	
	筋工	108		92		3		5		3	
	張工	33		18		7		7		1	
	種子吹付	13		11		0		2		0	
	植生工	19		9		1		8		1	
	処 理	0		0		0		0		0	
	その他	3		3		0		0		0	
	合 計	330		266		21		29		14	

図-1-18 のり勾配とのり面の安定性

		合 計		安 定		表 面 浸 蝕		小 崩 壊		崩 壊	
		個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80
のり 勾 配 (割)	1.0 以下	12		11		1		0		0	
	1.2 以下	3		2		0		0		1	
	1.5 以下	252		207		17		17		11	
	1.8 以下	35		27		1		5		2	
	1.81 以上	29		18		4		6		1	
	合 計	331		265		23		28		15	

図-1-19 のり高とのり面の安定性

		合 計		安 定		表 面 浸 蝕		小 崩 壊		崩 壊	
		個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80
のり 高	1m 以下	0		0		0		0		0	
	3m 以下	31		28		1		0		2	
	5m 以下	86		66		6		12		2	
	7m 以下	66		55		6		4		1	
	9m 以下	39		36		1		2		0	
	9.1m 以上	24		69		7		11		7	
	合 計	316		254		21		29		12	

図-1-20 地形とのり面の安定性

			合 計		全 通		最 前 通 越		小 前 通 越		最 後 通 越	
			個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80
勾 配 長	山 岳 地 帯	平 坦	9		7		1		1		0	
		100"以下	44		34		3		4		3	
		200"以下	44		40		1		2		1	
		300"以下	44		30		3		9		2	
		400"以下	25		22		1		2		0	
		401"以上	70		92		9		13		6	
		合 計	236		175		18		31		12	
	平 地 隆 起	平 坦	24		20		1		4		0	
		100"以下	26		22		3		3		0	
		200"以下	49		35		3		3		2	
		300"以下	50		42		5		2		1	
		400"以下	13		12		1		0		0	
		401"以上	44		36		3		3		2	
		合 計	203		167		16		18		5	

図-1-21 線型とのり面の安定性

		合 計		全 通		最 前 通 越		小 前 通 越		最 後 通 越		
		個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	
白 旗 嶺	山 岳	直 線	97		89		5		15		8	
		50" 以下	20		13		3		3		1	
		100" 以下	41		34		2		5		0	
		150" 以下	21		13		2		5		1	
		200" 以下	32		24		1		5		2	
		201" 以上	37		27		5		3		2	
		合 計	248		180		18		36		19	
	平 地	直 線	88		72		4		6		6	
		50" 以下	4		3		1		0		0	
		100" 以下	21		20		0		1		0	
		150" 以下	23		19		2		1		1	
		200" 以下	13		12		1		0		0	
		201" 以上	43		35		1		5		2	
		合 計	192		141		9		13		9	

図-1-22 安定性と設計降雨量

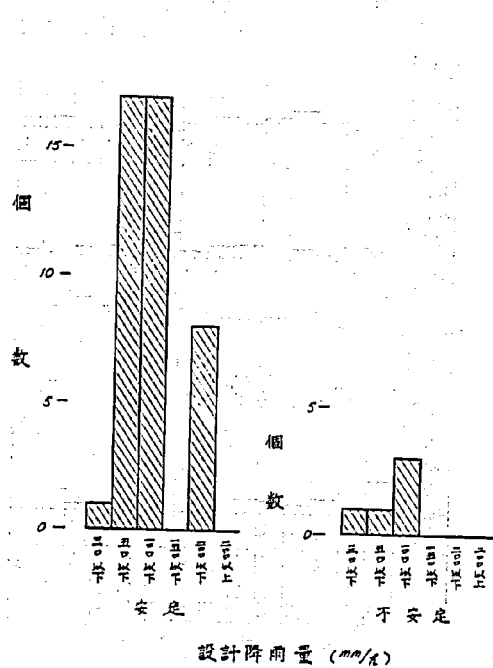


図-1-23 安定性と集水面積

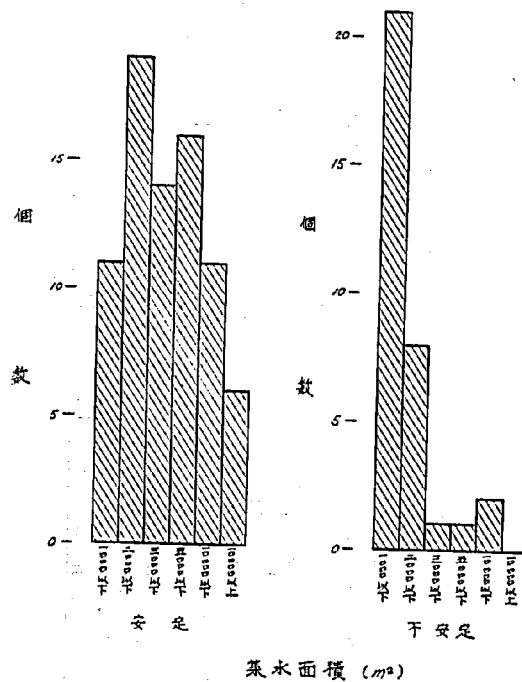


図-2-1 土の分類の安定性(土のみ)

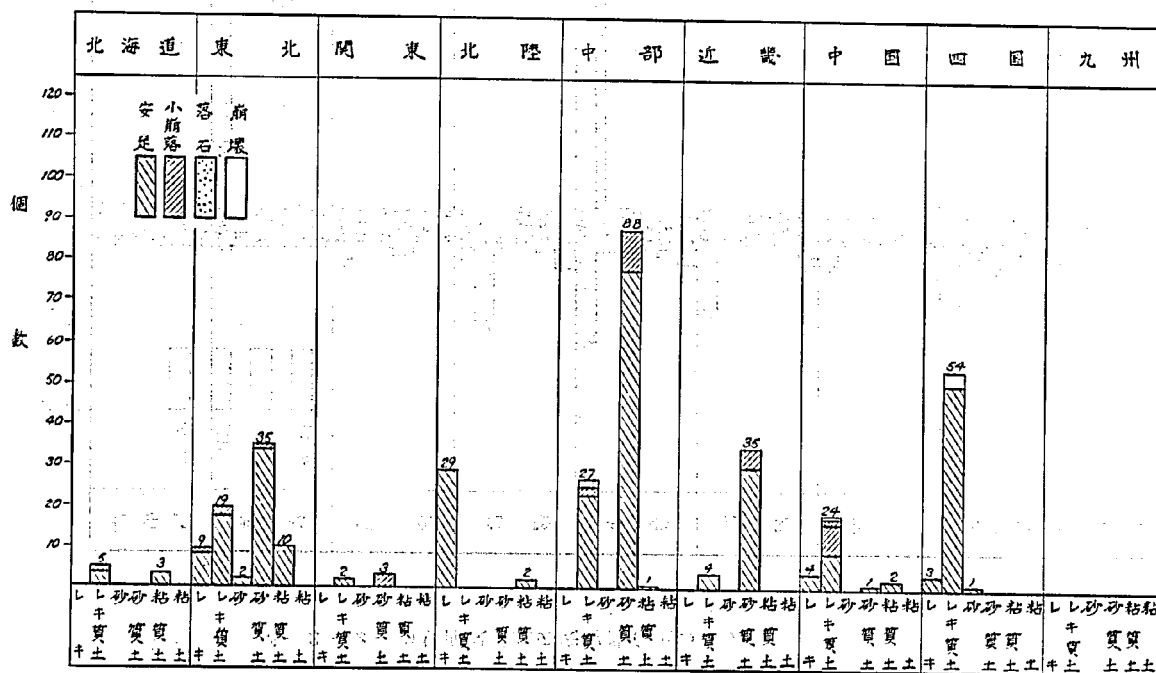


図-2-2 のり面保護工の安定性(土のみ)

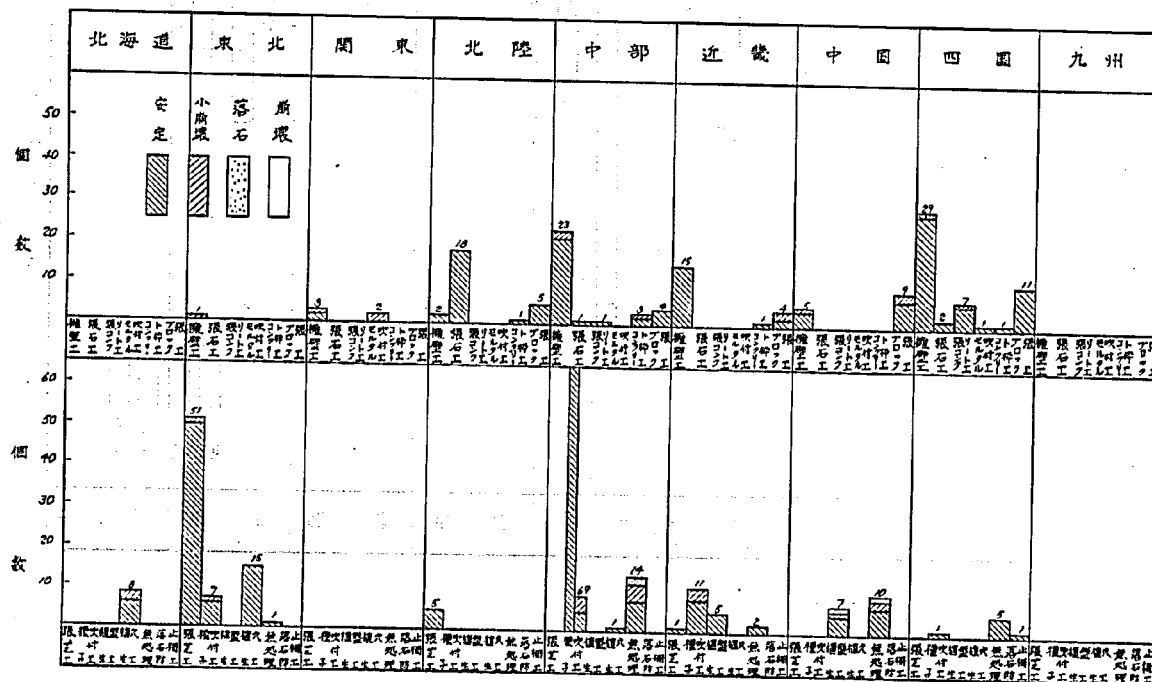


図-2-3 土の分類の安定性(混合のり面)

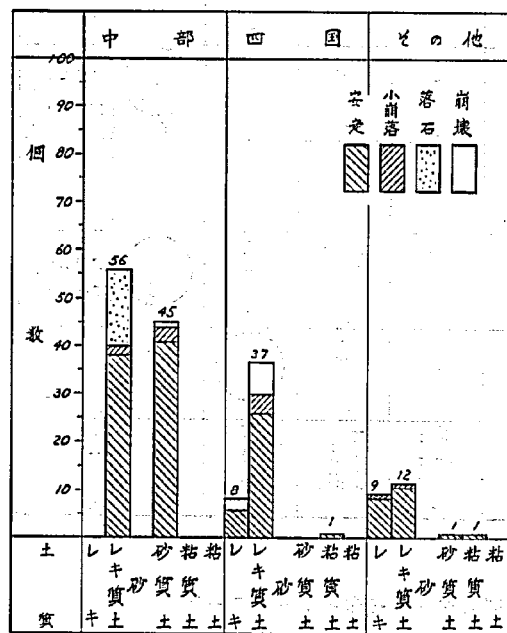


図-2-4 のり面保護工の安定性(混合のり面)

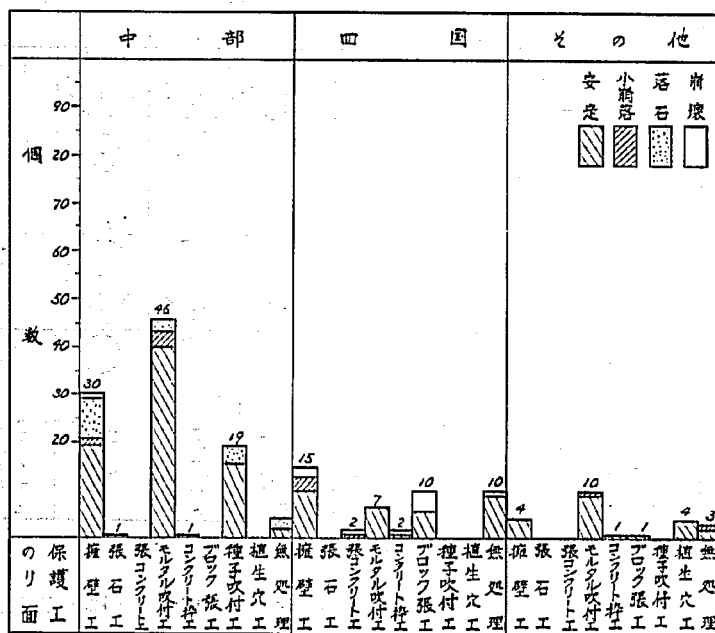


図-2-5 土の分類と面保護工の関係 安定性(土のみ)

土の分類 \ 面工	① 擁壁工	② 張石工	③ リート工 張モテ工	④ 吹付工 モルタル	⑤ トサ工 コンクリート	⑥ 張 ブロック工	⑦ 張芝工	⑧ 吹付工 種子工	⑨ 植生工	⑩ 穴 生工	⑪ 無 処理	⑫ 止柵工 落石防
① レキ (GW, GP)	2 	16 	1 		1 	5 	13 				6 	
② レキ質土 (GM, GC)	39 	3 	6 	1 	1 	18 	15 	18 	8 	7 	18 	1
③ 砂 (SW, SP)						1 	2 					
④ 砂質土 (SM, SC)	35 		1 	2 	4 	9 	18 	69 	4 	13 	7 	
⑤ 粘質土 (ML, OL, CL)	2 	2 					9 	1 		4 		
⑥ 粘土 (MH, OH, CH)								2ヶ所以下 	3-4 	5-6 	7-8 	9ヶ所以上 小崩落 落石 崩壊

図-2-6. のり面の水の状況とのり面保護工の関係 安定性(土のみ)

のり面の状況	①擁壁工	②張石工	③張リトエ コンテ	④吹付工 モルタル	⑤コト替工 コテリ	⑥張 ゴツ工	⑦筋交工	⑧張芝工	⑨吹付 子工	⑩植盤 生工	⑪植穴 生工	⑫無処理	⑬止柵工 落石防	⑭網 工
乾燥	63 	19 	8 	3 	6 	31 		30 	81 	9 	21 	28 	1 	
湿润	10 	1 				2 		25 	4 	3 	1 	1 		
表面水	1 	1 				1 		1 	2 		2 	2 		
湧水	4 					1 			1 					

図-2-7 土の分類とのかき保護工の関係 安定性(混合のかき面)

かき面 の分類	① 擁壁工	② 張石工	③ 張り シート工	④ 吹付 モルタル工	⑤ コンクリ ート工	⑥ ブロック 工	⑦ 筋交工	⑧ 張土工	⑨ 埋付子工	⑩ 植生盤工	⑪ 植生工	⑫ 無処理	⑬ 落石防 止柵	⑭ その他
① レキ (GW.GP)				11 		3 						3 		
② レキ質土 (GM.GC)	32 	1 	2 	28 	3 	7 			14 		4 	12 		
③ 砂 (SW.SP)														
④ 砂質土 (SM.SC)	17 			23 	1 				5 			1 		
⑤ 粘質土 (HL.CL.OL)				1 		1 								
⑥ 粘土 (MHCH.OH)														

図-2-8 のり面の水の状況とのり面保護工の関係 安定性(混合のり面)

のり面の 水状況	①擁壁工	②張石工	③張り土 コシラ	④吹付工 モルタル	⑤トサエ コンクリ	⑥張 ブロック	⑦筋工	⑧張 瓦工	⑨吹付工 種子	⑩植生工	⑪植穴 生工	⑫無処理	⑬止 落石防	⑭その他
乾燥	37 		1 	48 	2 	9 			18 		1 	13 		
湿润	3 			2 							1 	3 		
表面水	3 	1 		1 	1 						2 			
湧水	5 			12 					1 					

図-2-9 土の分類とりのり面の安定性(土のみ)

土	合 計		安 定		小 崩 落		落 石		崩 壊	
	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80
土 の 分 類	① し け (GW, GP)	45	44	1						
	② し け 質 土 (GM, MG)	135	115	13		3		4		
	③ 砂 (SN, SC)	3	3							
	④ 砂 質 土 (SM, SC)	162	193	19						
	⑤ 粘 質 土 (ML, CL, OL)	18	16	2						
	⑥ 粘 土 (OH, CH, SH)									
	合 計	363	321	35	3	4				

図-2-10 のり面保護工とりのり面の安定性(土のみ)

土	合 計		安 定		小 崩 落		落 石		崩 壊	
	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80
のり面 保 護 工	① 擁 壁 工	78	69	8					1	
	② 護 石 工	21	20	1						
	③ 強コンクリート工	8	7						1	
	④ モルタル 吹付工	3	1	2						
	⑤ コンクリート特工	6	5	1						
	⑥ グロウ工	33	29	4						
	⑦ 煉 瓦 工	57	56	1						
	⑧ 種子吹付工	68	60	8						
	⑨ 植生盤工	12	10	1					1	
	⑩ 植生穴工	24	22	2						
	⑪ 根 処 理	32	22	7		3				
	⑫ 落石防止柵工	1							1	
	合 計	363	321	35	3	4				

図-2-11 自然斜面の状況とのり面の安定性(土のみ)

		合 計		安 定		小 崩 落		落 石		崩 壊	
		個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80
自然斜面の状況	①突出部	121		105		13		1		2	
	②平行	211		188		20		1		2	
	③谷部	24		22		2					
	合 計	356		315		35		2		4	

図-2-12 のり面の水の状況とのり面の安定性(土のみ)

土		合 計		安 定		小 崩 落		落 石		崩 壊	
		個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80	個数	百分率 20 40 60 80
のり面の水の状況	①乾燥	299		268		25		2		4	
	②湿润	48		44		4					
	③表面水	10		4		5		1			
	④湧水	5		4		1					
	合 計	362		320		35		3		4	

図-2-13 土の分類とりの面の安定性(混合のり面)

混 合 土	合 計		安 定		小 崩 落		落 石		崩 落	
	個数	百分率	個数	百分率	個数	百分率	個数	百分率	個数	百分率
土 の 分 類	① し 土 (SH, SP)	17		14	1		0		2	
	② し 土 (SH, SC)	19		74	7		16		7	
	③ し 土 (SH, SP)	0		0	0		0		0	
	④ し 土 (SH, SC)	97		63	3		1		0	
	⑤ し 土 (HL, CL, OL)	2		2	0		0		0	
	⑥ し 土 (OH, CH, OH)	0		0	0		0		0	
	合 計	170		133	11		17		9	

図-2-14 のり面保護工とりの面の安定性(混合のり面)

混 合 土	合 計		安 定		小 崩 落		落 石		崩 落	
	個数	百分率	個数	百分率	個数	百分率	個数	百分率	個数	百分率
の り 面 保 護 工	① 擁壁工	49		33	5		8		3	
	② 張石工	1		1	0		0		0	
	③ 張石工	2		0	1		0		1	
	④ 石積み吹付	63		56	9		3		0	
	⑤ 石積み吹付	9		3	0		0		1	
	⑥ プローブ工	11		7	0		0		4	
	⑦ 石工	0		0	0		0		0	
	⑧ 石工	0		0	0		0		0	
	⑨ 石工吹付	19		16	0		3		0	
	⑩ 石積み工	0		0	0		0		0	
	⑪ 石積み工	9		9	0		0		0	
	⑫ 石工	15		12	1		2		1	
	⑬ 石工上組	0		0	0		0		0	
	⑭ その他	0		0	0		0		0	
	合 計	169		132	11		16		10	

図-2-15 自然斜面の状況とのり面の安定性(混合のり面)

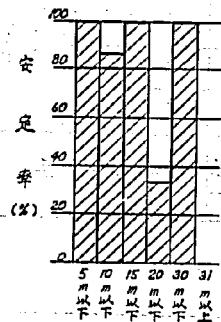
混 合 土		合 計				安 定				小 崩 落				落 石				崩 壊			
		個数	百分率				個数	百分率				個数	百分率				個数	百分率			
自然斜面の状況	①突出部	69					51					5					5				
	②平行	97					78					7					11				
	③谷部	1					1					0					0				
	合 計	167					130					12					16				

図-2-16 湧水状況とのり面の安定性(混合のり面)

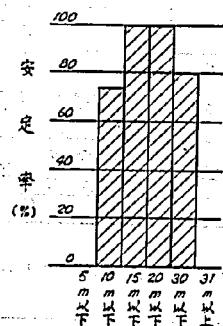
混 合 土		合 計				安 定				小 崩 落				落 石				崩 壊			
		個数	百分率				個数	百分率				個数	百分率				個数	百分率			
のり面の状況	①乾燥	131					106					8					8				
	②湿潤	10					9					1					0				
	③表面水	8					5					0					3				
	④湧水	19					13					1					5				
	合 計	168					133					10					16				

図-2-17 のり勾配とのり高の関係(土のみ)(その1)

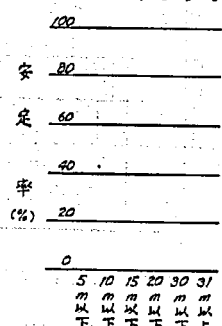
しき (GW, GP)
勾配 0.8以下
個数 2 7 2 3 4 1



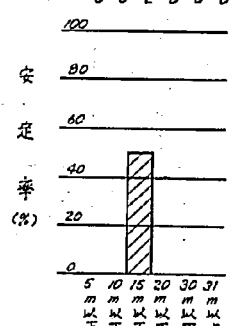
1.0以下
1 11 13 6 10 0



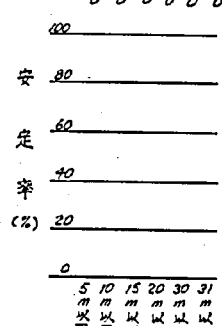
1.2以下
0 0 1 0 0 0



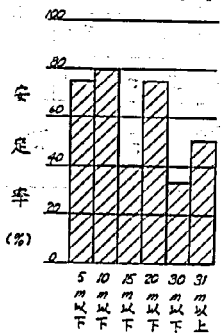
1.5以下
0 0 2 0 0 0



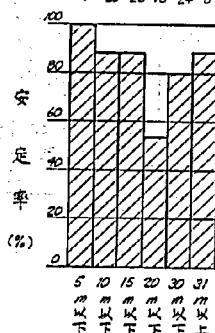
1.51以上
0 0 0 0 0 0



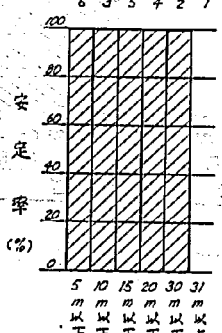
しき 質土 (GM, GC)
勾配 0.8以下
個数 4 10 5 4 3 2



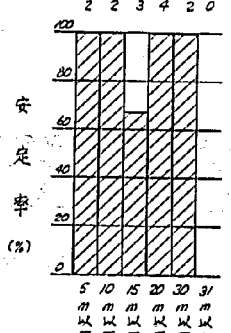
1.0以下
7 25 26 15 24 8



1.2以下
6 3 5 4 2 1



1.5以下
2 2 3 4 2 0



1.51以上
0 2 0 0 1 1

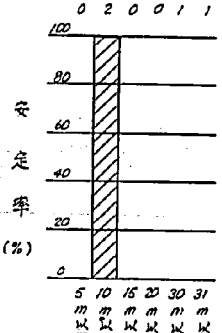
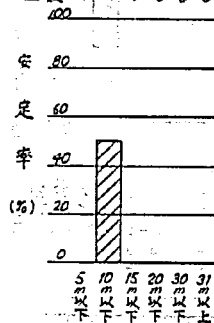


図-2-17 のり勾配とのり高の関係(土のみ)(その2)

砂 (SW, SP)

勾配 0.8以下

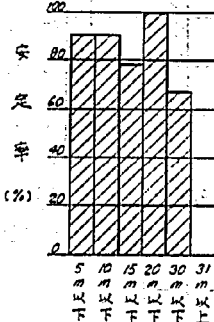
個数 0 4 1 0 0 0



砂質土 (SM, SC)

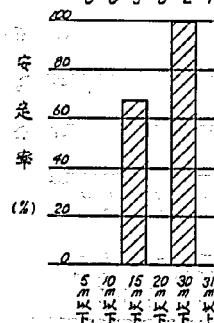
勾配 0.8以下

個数 10 9 13 9 3 0



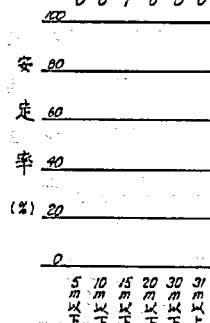
1.0以下

0 0 3 0 2 1



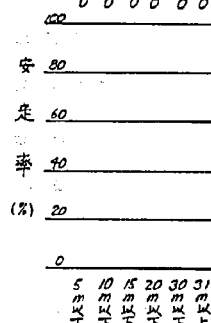
1.2以下

0 0 1 0 0 0



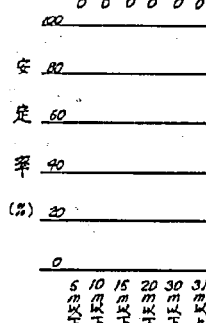
1.5以下

0 0 0 0 0 0



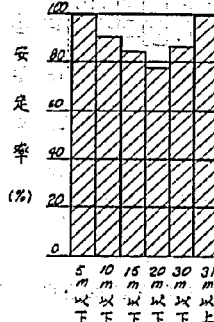
1.5以上

0 0 0 0 0 0



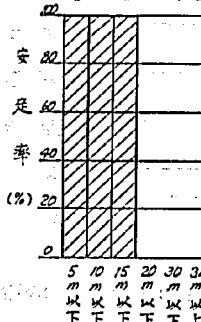
1.0以下

5 51 43 26 21 6



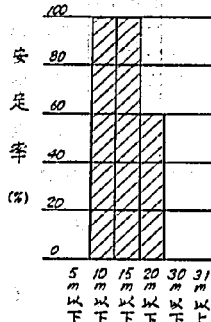
1.2以下

2 3 2 1 1 0



1.5以下

0 2 3 5 3 0



1.5以上

0 0 0 1 0 0

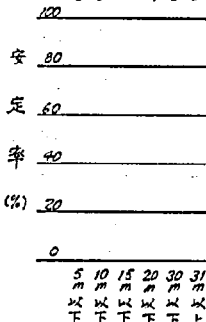
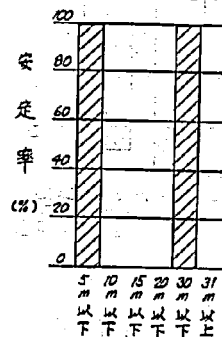
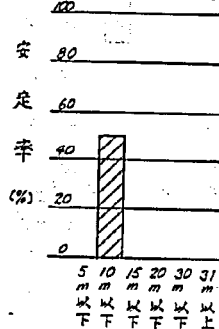


図-2-17 のり勾配とりの高の関係(土のみ)(その3)

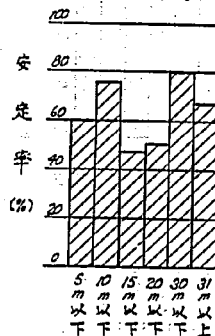
粘質土 (ML, OL, CL)
勾配 0.8以下
個数 2 1 1 1 2 0



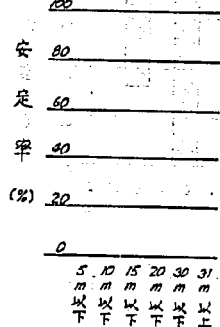
粘土 (MH, CH, OH)
勾配 0.8以下
個数 1 2 5 1 0 0



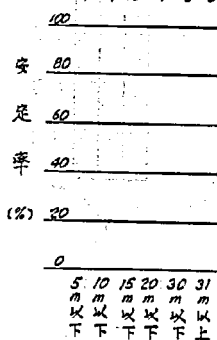
1.0以下
15 8 15 4 5 3



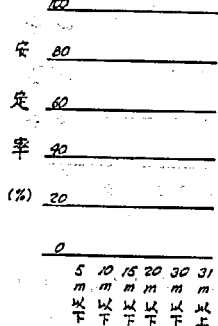
1.0以下
0 1 0 1 0 0



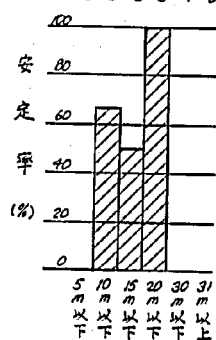
1.2以下
1 1 0 1 0 0



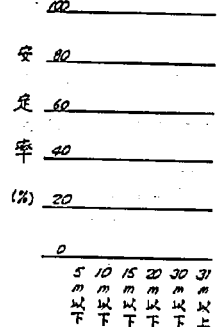
1.2以下
0 1 0 0 0 0



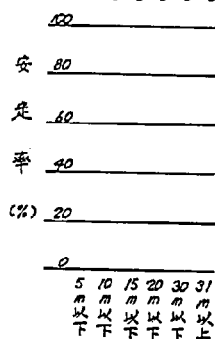
1.5以下
0 3 2 3 1 0



1.5以下
0 1 0 1 1 0



1.5以上
0 0 0 0 0 0



1.5以上
1 0 0 0 0 0

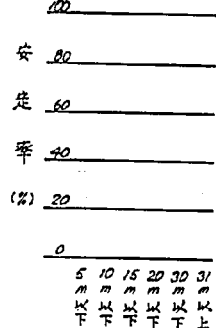


図-2-18 のり勾配とりの高の関係(混合のり面)(その1)

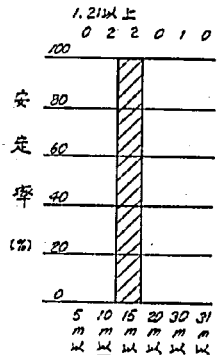
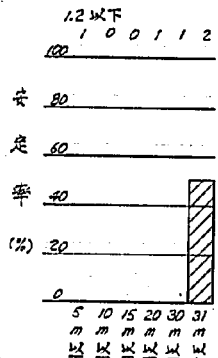
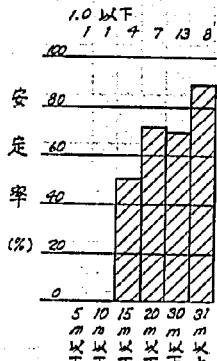
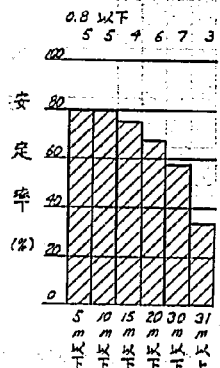
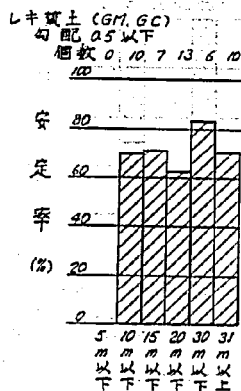
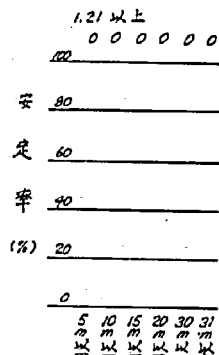
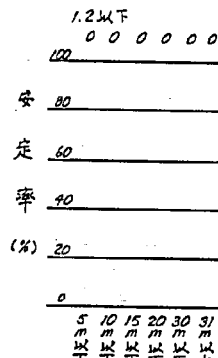
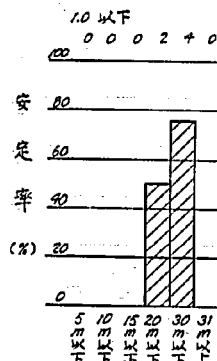
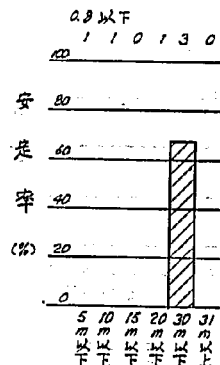
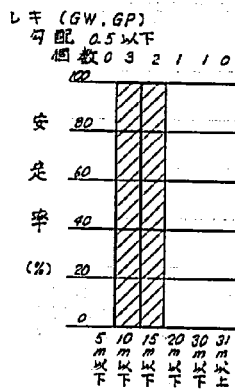
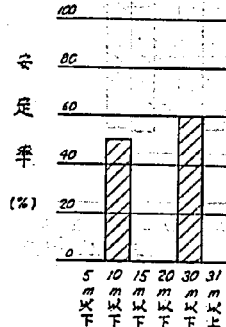
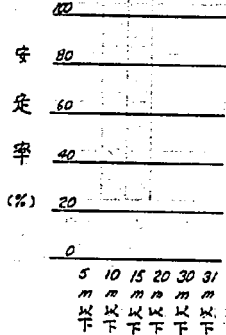


図-2-18 のり勾配とのり高の関係(混合のり面)(その2)

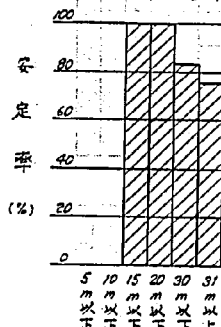
砂質土 (SM, SC)
勾配 0.5 以下
個数 1 2 1 1 5 0



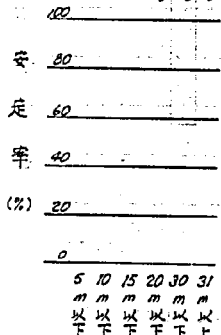
粘質土 (ML, CL, OL)
勾配 0.5 以下
個数 0 1 1 1 0 0



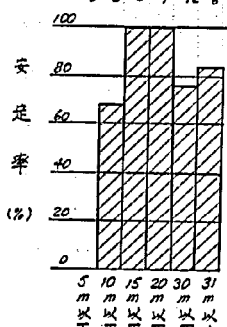
0.8 以下
1 1 2 6 6 4



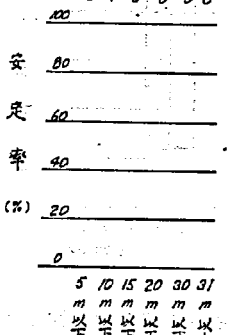
0.8 以下
0 1 0 0 0 0



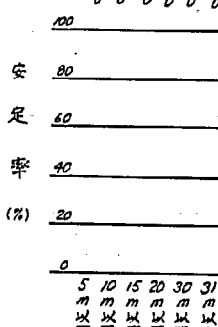
1.0 以下
0 3 5 7 12 6



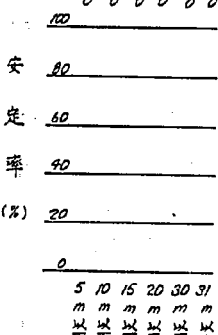
1.0 以下
0 1 0 0 0 0



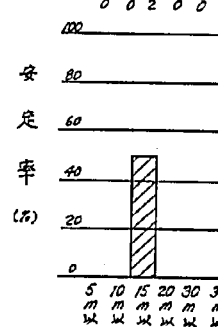
1.2 以下
0 0 0 0 0 0



1.2 以下
0 0 0 0 0 0



1.21 以上
0 0 2 0 0 1



1.21 以上
0 0 0 0 0 0

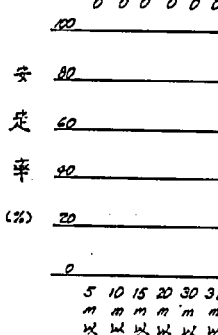


図-2-19 岩石の分類と安定性(岩石のみ)(その1)

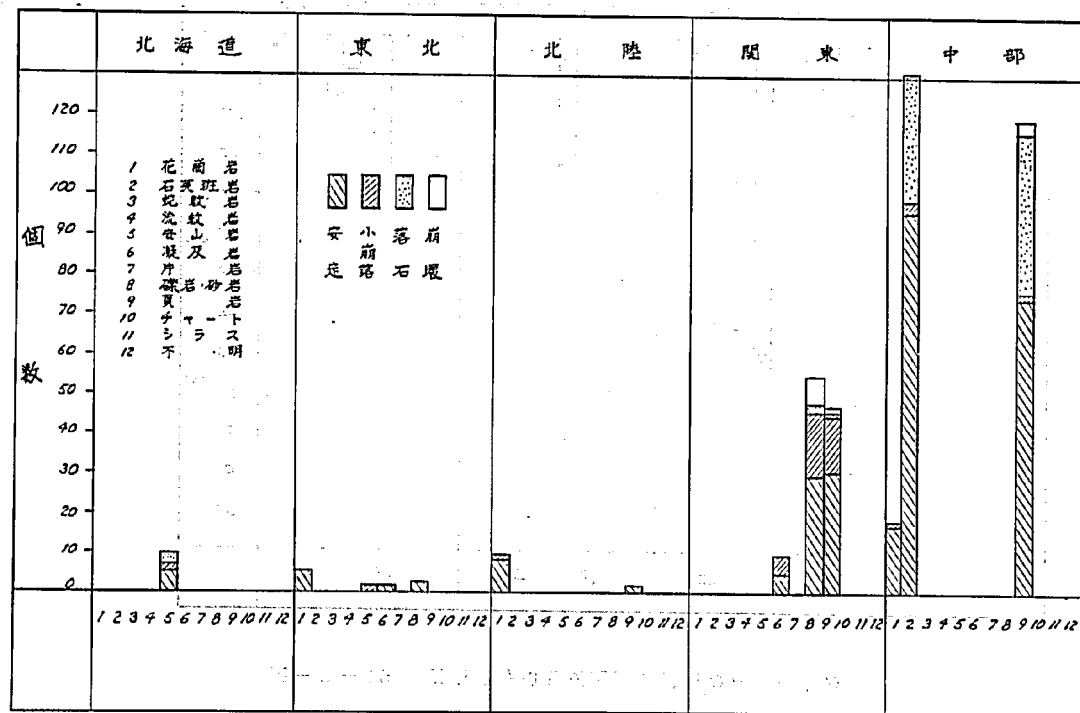


図-2-19 岩石の分類と安定性(岩石のみ)(その2)

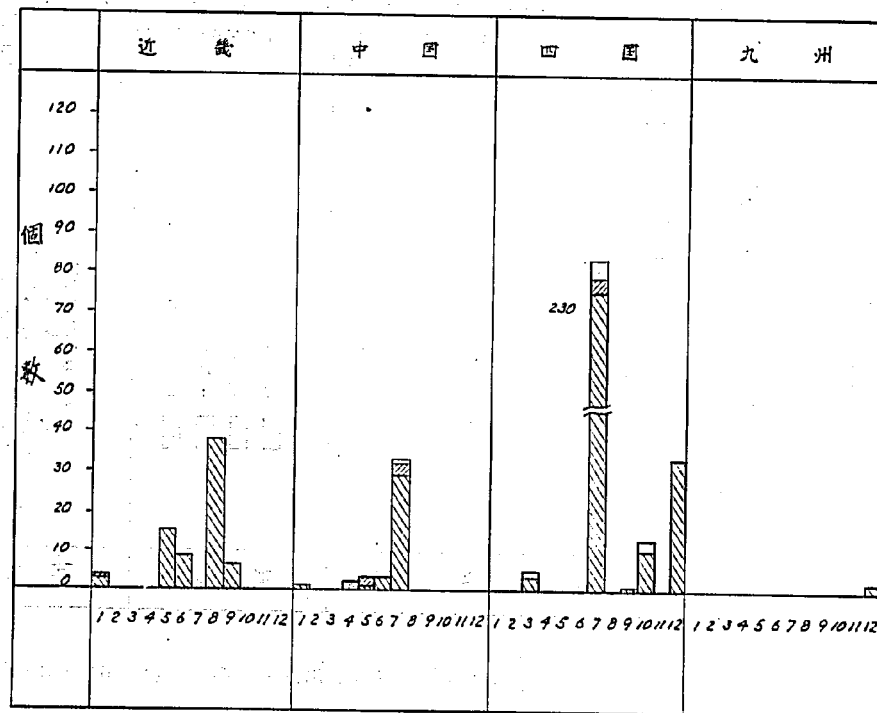


図-2-20 地建別ののり面保護工の安定性(岩石のり面)

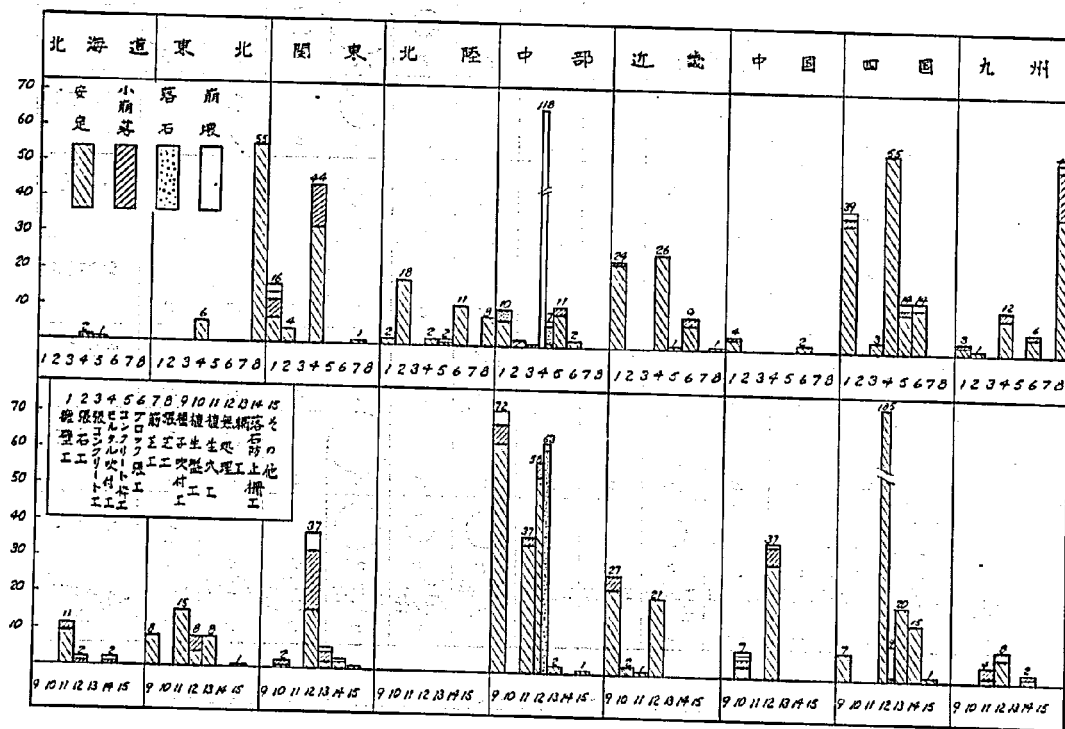


図-2-21 岩石名と法面保護工(安定性)(その1)

のり面の保護工 岩石名	1 擁壁工	2 張石工	3 張コン リート工	4 モルタル 吹付工	5 コンクリート 枠工	6 ブロック 張工	7 筋交工	8 張工	9 土 吹付工	10 植生工	11 植生工	12 無処理	13 柵工	14 落石防止 柵工	15 その他	
花崗岩	1 	0	0	14 	3 	8 	0	0	3 	0	0	4 	7 	0	0	
石英斑岩	1 	1 	0	26 	0	0	0	0	10 	0	0	24 	1 	0	0	
蛇紋岩	0	0	0	0	0	2 	0	0	0	0	0	1 	2 	0	0	
流紋岩	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 	0	1 	0	0	0	
安山岩	1 	0	0	7 	1 	2 	0	0	1 	1 	3 	13 	0	2 	0	
凝灰岩	0	1 	0	12 	0	4 	0	0	0	0	0	4 	1 	2 	0	
片岩	31 	0	3 	21 	2 	0	0	0	0	3 	0	186 	18 	12 	0	
礫岩・砂岩	29 	1 	0	29 	0	0	1 	0	7 	2 	0	25 	1 	1 	1 	

図-2-21 岩石名と法面保護工（安定性）（その2）

頁 岩	10	1	1	59	1	0	0	0	10	0	1	89	4	0	1	
チャート	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12	0	0	0	
シラス	0	0	0	9	0	10	0	38	1	0	4	11	0	2	0	
不 明	0	0	0	33	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	

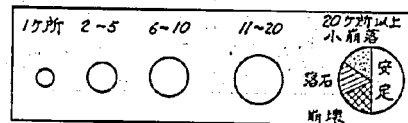


図-2-22 岩分類と法面保護工(安定性)

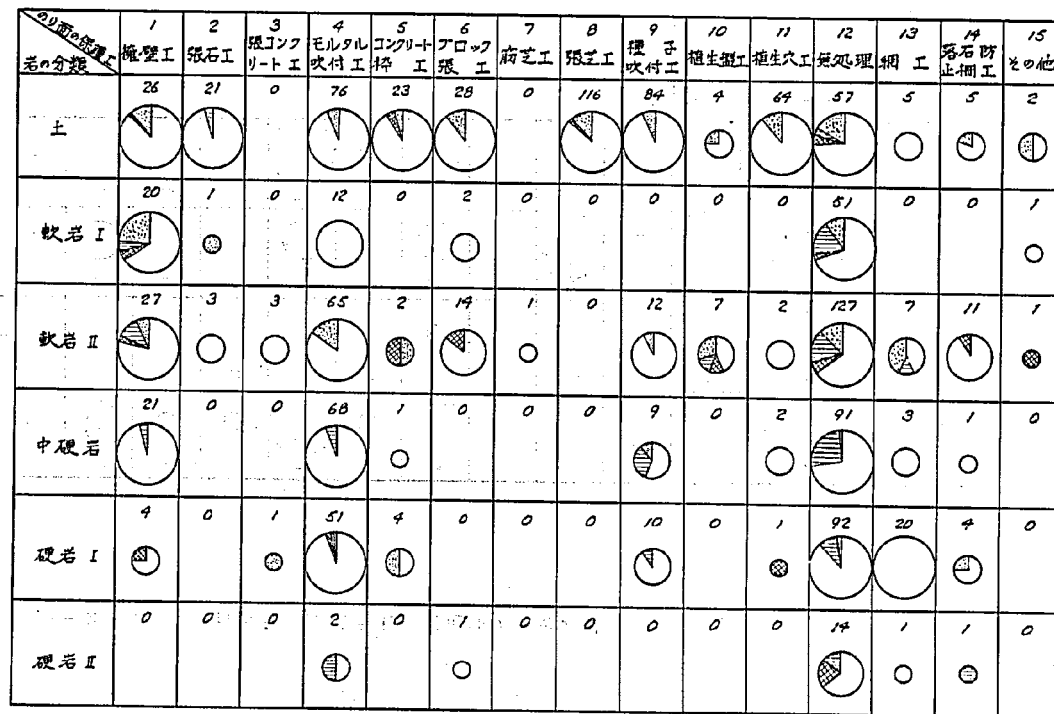


図 - 2 - 23 岩石の割れ目程度とのり面保護工（安定性）

保護工種 割れ目程度	1 擁壁工	2 張石工	3 張コン リート工	4 モルタル 吹付工	5 コンクリート 枠工	6 ブロック 張工	7 筋交工	8 張工	9 樫子 吹付工	10 樫盤工	11 樫生工	12 無処理	13 網工	14 落石防止 柵工	15 その他
I	52 	2 	2 	31 	2 	3 	0 	0 	13 	2 	2 	151 	8 	7 	1
II	10 	0 	1 	25 	1 	7 	0 	0 	8 	5 	1 	180 	12 	5 	1
III	9 	1 	0 	31 	1 	2 	1 	0 	2 	0 	0 	37 	9 	5 	0
IV	0 	0 	0 	8 	0 	4 	0 	0 	1 	0 	0 	10 	1 	0 	0

図-2-24 岩石の割目間隔と法面保護工（安定性）

割目間隔	1 擁壁工	2 張石工	3 張コン リート工	4 モルタル 吹付工	5 コンクリ 枠工	6 ブロック 張工	7 筋芝工	8 張芝工	9 種子 吹付工	10 植生盤工	11 植生穴工	12 無処理	13 柵工	14 落石防 止柵工	15 その他
a	32 	2 	0 	54 	0 	1 	1 	0 	15 	2 	0 	64 	8 	2 	1
b	3 	1 	0 	19 	0 	1 	0 	0 	2 	1 	0 	29 	2 	1 	0
c	6 	0 	0 	7 	1 	0 	0 	0 	2 	0 	0 	59 	4 	4 	0
d	29 	0 	3 	15 	3 	15 	0 	0 	5 	4 	3 	22 	15 	10 	1

図 - 2 - 25 湧水の状況と湧り面保護工（安定性）

保護工種 湧水の状況	1 擁壁工	2 張石工	3 張コン リート工	4 モルタル 吹付工	5 コンクリート 枠工	6 ブロック 張工	7 筋交工	8 張芝工	9 種子 吹付工	10 植生盤工	11 植生穴工	12 無処理	13 網工	14 落石防 止柵工	15 その他
乾燥	74 	19 	4 	209 	26 	37 	1 	43 	103 	8 	55 	341 	31 	14 	3
湿潤	20 	4 	0 	24 	0 	5 	0 	66 	7 	3 	7 	61 	4 	5 	1
表面水	0 	1 	0 	5 	1 	2 	0 	4 	4 	0 	5 	11 	0 	2 	0
湧水	4 	1 	0 	36 	2 	0 	0 	2 	1 	0 	1 	19 	1 	1 	0

図-2-26 岩石名および岩分類とのり面の安定性

岩 石	合 計				安 定				小 崩 落				落 石				崩 壊			
	個数	20	40	60	80	個数	20	40	60	80	個数	20	40	60	80	個数	20	40	60	80
花 崗 岩	1) 花 崗 岩	43				37					3									
	2) 石英斑岩	136				87					2				34					
	3) 閃 石 岩	5				3					0				0					
	4) 流 紋 岩	6				0					0				6					
	5) 安 山 岩	31				22					6				3					
	6) 玢 岩	27				19					5				3					
	7) 輝 石 岩	224				182					6				0					
	8) 砂 岩	22				22					0				0					
	9) 頁 岩	274				113					16				2					
	10) チャート	1				1					0				0					
岩 介 類	11) う ら ス	82				68					16				0					
	12) 下 礫	22				22					0				0					
	合 計	1001				717					71				86					
	13) 砂 岩	27				13					11				10					
	14) 砂 岩	227				207					36				27					
	15) 中 硬 石	128				113					8				31					
	16) 硬 石	187				187					7				11					
	17) 硬 石	17				16					0				4					
	合 計	777				612					75				13					

図-2-27 岩石の割れ目程度および間隔とのり面の安定性

岩 石	合 計				安 定				小 崩 落				落 石				崩 壊			
	個数	20	40	60	80	個数	20	40	60	80	個数	20	40	60	80	個数	20	40	60	80
割れ目程度	1) 12cm以上	276				247					22				1					
	2) 10cm以上	256				184					9				55					
	3) 5cm以上	92				54					17				17					
	4) 3cm以上	24				16					0				7					
	合 計	559				501					50				82					
割れ目間隔	a) 20cm以上	184				181					23				9					
	b) 10~20cm	59				33					9				16					
	c) 5~10cm	94				58					4				17					
	d) 5cm以下	327				268					11				22					
	合 計	664				540					47				64					

図-2-28 岩石のり面の保護工とのり面の安定性

岩 石	合 計				安 定				小 崩 落				落 石				崩 壊			
	個数	20	40	60 80	個数	20	40	60 80	個数	20	40	60 80	個数	20	40	60 80	個数	20	40	60 80
のり面保護工	擁 壁 工	73			58				7				5				3			
	張 石 工	4			3				1				0				0			
	張コンクリート工	4			3				1				0				0			
	モルタル吹付工	251			233				11				6				1			
	コンクリート枠工	8			4				3				0				1			
	ブ ロ ッ ク 張 工	16			15				0				0				1			
	筋 芝 工	1			1				0				0				0			
	張 芝 工	0			0				0				0				0			
	種子吹付工	31			25				2				4				0			
	植 生 盤 工	7			3				2				1				1			
	植 生 穴 工	5			4				0				0				1			
	無 処 理	380			279				24				64				13			
	網 工	34			30				3				1				0			
	落石防止柵工	17			14				1				1				1			
	そ の 他	2			1				0				1				0			
合 計	833			673				55				83				22				

図-2-29 のり面の水の状態と安定性

土および岩石			合 計				安 定				小 崩 落				落 石				崩 壊							
			個数	%				個数	%				個数	%				個数	%				個数	%		
			20	40	60	80	20	40	60	80	20	40	60	80	20	40	60	80	20	40	60	80				
のり面の水の状態	乾 燥	1058					840					159					18					41				
	湿 潤	108					98					93					12					5				
	表 面 水	85					63					0					4					18				
	湧 水	27					17					5					1					4				
	合 計	1278					968					207					35					68				

図-2-30 モルタルの安定性と経年変化の関係

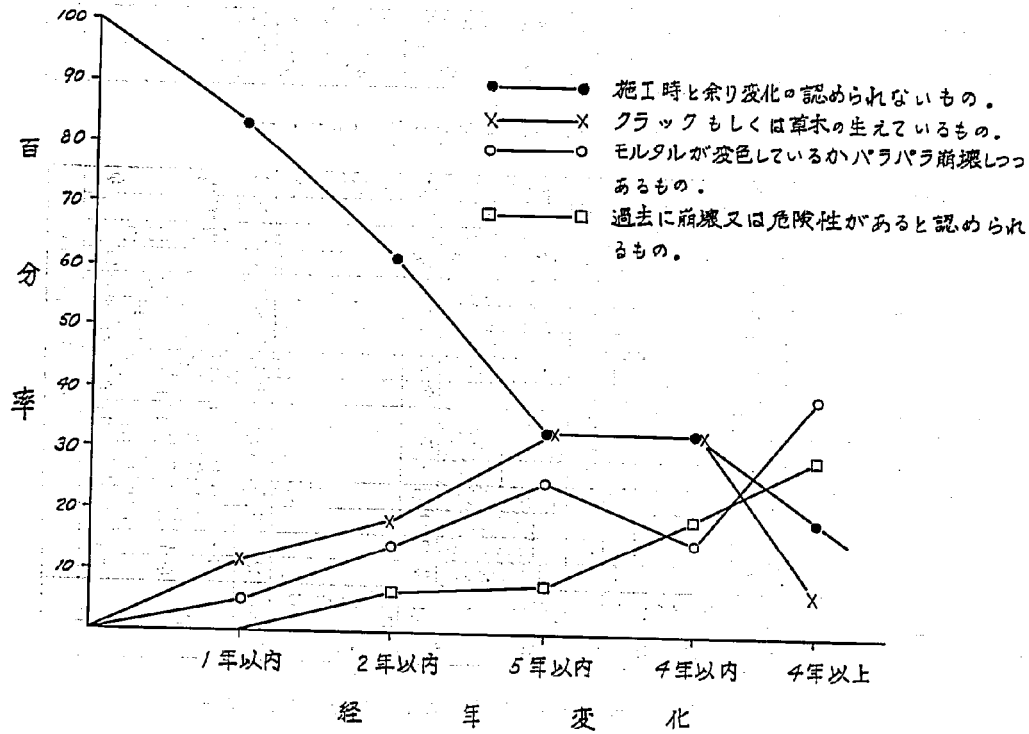


図-3-1 計量設置位置正面図

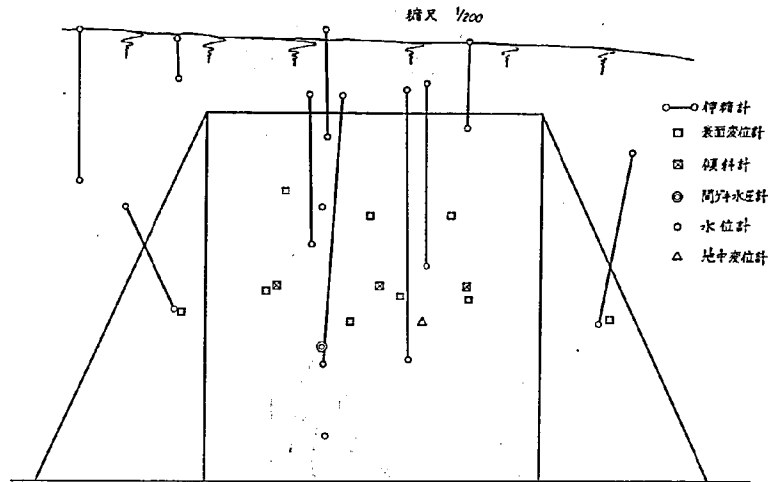


図-3-2 のり面観測測定ヶ所断面図

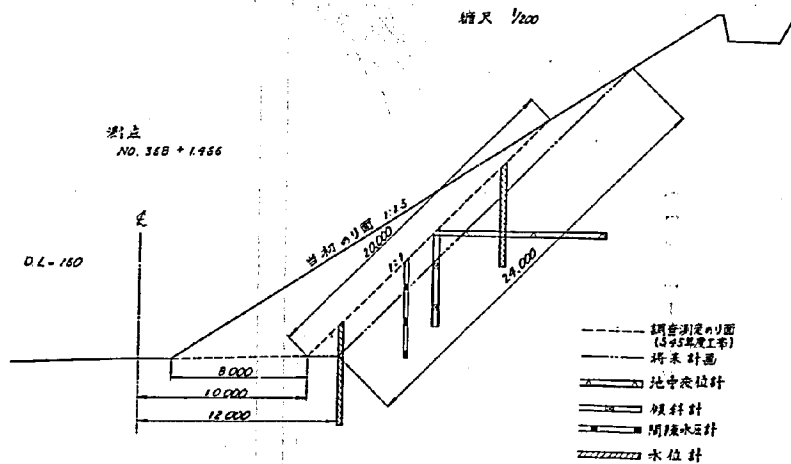
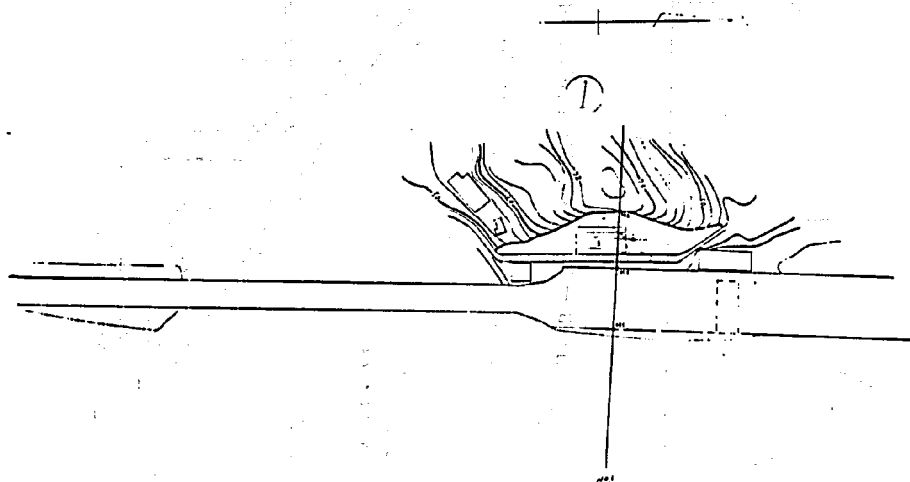


図-4-1 (1)



凡 例

- 保護工種界、保護工の厚み
観察された筋・線
- 判読できなかった保護工種界
- 植 生 界
- 崖 木
- ① のり面番号(表3参照)
- 1.2 保護工種番号(表3参照)
- 1.1 縦断面の位置
- 走行車線

图-4-1 (2)

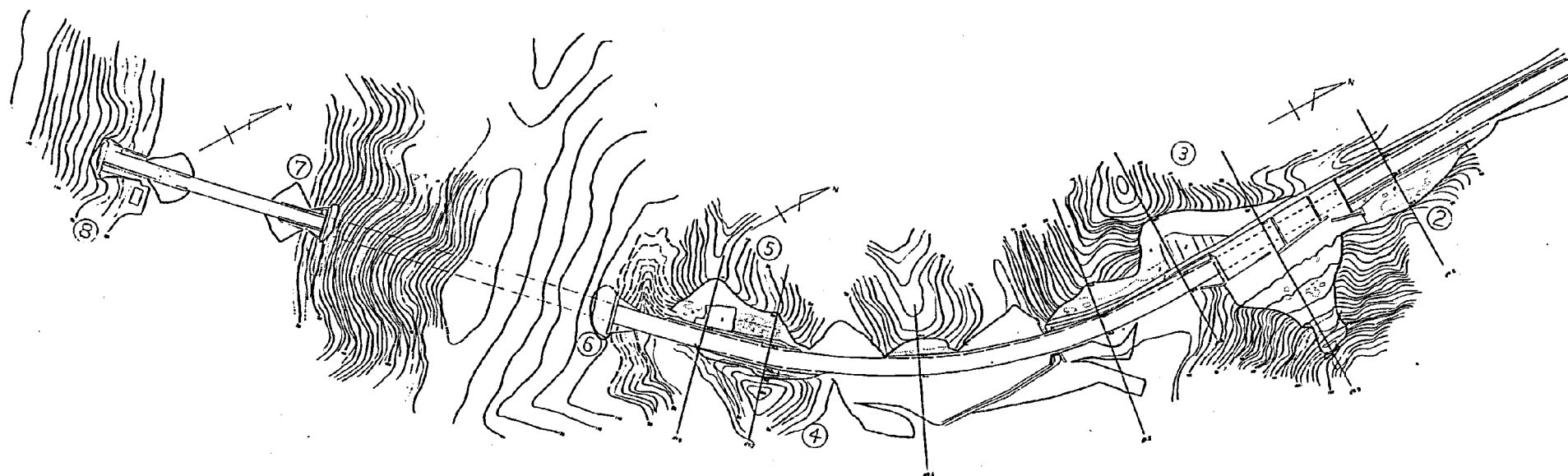
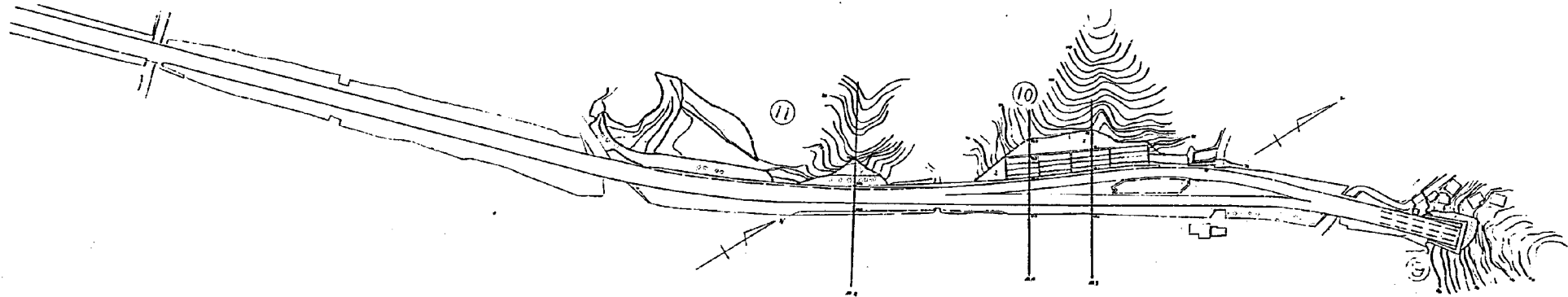


图-4-1 (3)



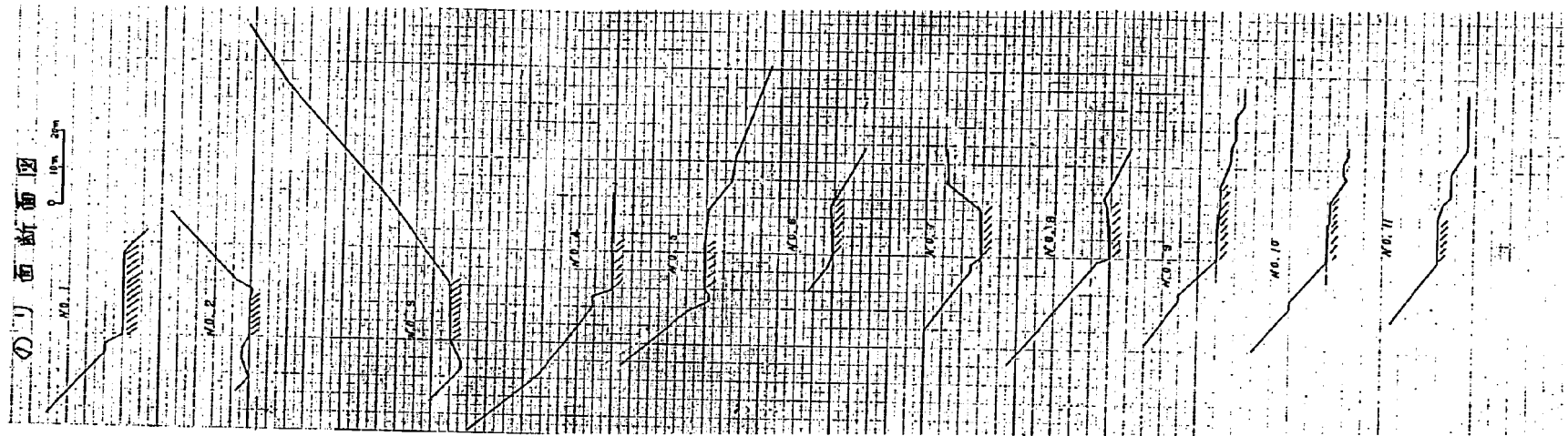
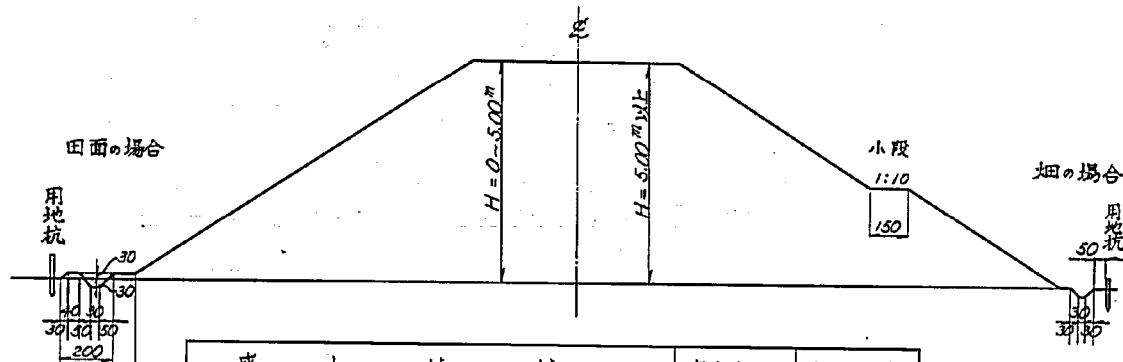
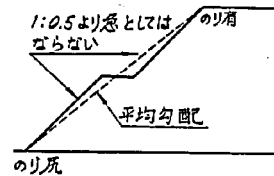


図-5-1 盛土のり面の標準工法



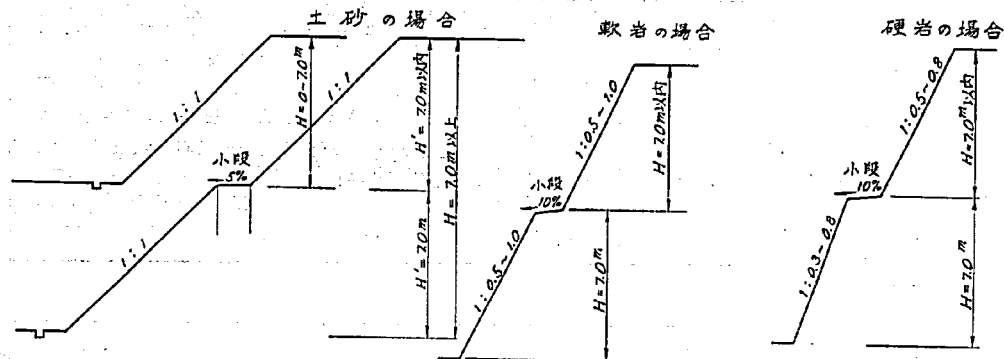
盛土材料	盛土高(m)	勾配(割)
粒度分布の良い砂	0 ~ 5	1.5 ~ 1.8
粒度分布の良いレキ質土(砂利及び砂利混り砂等)	5 ~ 15	1.8 ~ 2.0
粒度分布の悪い砂(海岸砂質, 単粒度のもの)	0 ~ 10	1.8 ~ 2.0
岩塊および玉石(ズリ等も含む)	0 ~ 10 10 ~ 20	1.5 ~ 1.8 1.8 ~ 2.0
砂質土	0 ~ 5	1.5 ~ 1.8
堅い粘質土, 堅い粘土	5 ~ 10	1.8 ~ 2.0
やわらかい粘質土, やわらかい粘土(飽和または空気間隙率を管理しなければならない土)	0 ~ 5	1.8 ~ 2.0

注 2)



- 注. 1) 盛土材料が高含水比の粘土, 粘質土などの場合または盛土高が10mを越えるような盛土の場合は検討の要がある。
- 2) 上記勾配は「のり面」と「のり底」を結んだ平均勾配であるが, その中間では1:1.5より急としてはならない。

図-5-2 切取りのり面の標準工法



地山の土質および地質		切土高(m)	勾配(割合)	標準勾配(割合)
硬岩			0.3 - 0.8	0.3, 0.5, 0.8
軟岩			0.5 - 1.2	0.5, 0.8, 1.0
砂			1.5 ~	
砂質土	締まっているもの	5m以下	0.8 - 1.0	
		5 - 10m	1.0 - 1.2	
	ゆるいもの	5m以下	1.0 - 1.2	
		5 - 10m	1.2 - 1.5	
れき質土	締まっているもの、または粒度分布の良いもの	10m以下	0.8 - 1.0	
		10 - 15m	1.0 - 1.2	
	締まっていないもの、または粒度分布の悪いもの	10m以下	1.0 - 1.2	
		10 - 15m	1.2 - 1.5	
粘土、粘質土		10m以下	0.8 - 1.2	
岩塊または玉石まじりの粘質土		5m以下	1.0 - 1.2	
粘土		5 - 10m	1.2 - 1.5	

注 1) 表はのり面とのり反を結んだ平均勾配を表わす。

注 2) 表は、植生等による適切な保護をした場合に適用できる。

岩の切土のり面の設計には岩の割れ目、節理の状況、岩層の乱れ、風化に対する抵抗性、肌落ちを生ずる可能性等を調査して決定するものとする。