



土 木 研 究 所 資 料

第 1 0 5 3 号

大分県中部地震調査概報

昭和 50 年 5 月

建設省土木研究所

建設省土木研究所

TM-107 FT-7 F-409

大分県中部地震調査概報

1 ま え が き

昭和50年4月21日午前2時35分頃、大分市の西南西約20Km付近を震源地とする大分県中部地震の発生にさいし、建設省土木研究所は調査団を派遣し、4月25日から4月27日まで現地において被害の調査を行なった。被害は、道路ののり面崩壊、自然斜面崩壊、鉄筋コンクリート構造物の破壊、家屋の倒壊など多岐に及んだため、耐震、基礎、土質、コンクリート構造、急傾斜地の各担当者が調査に参加した。調査は、大分県大分郡庄内町、湯布院町、および玖珠郡九重町の被害個所を中心に行なった。

2 地震の概要

気象庁の発表によれば、地震のマグニチュードは6.4、震央の位置は東経131.4°、北緯33.2°（大分県大分郡庄内町）震源深さは20Km以浅であり、震度は大分、阿蘇山で4（中震）であった。各地の震度を図-1に示す。大分気象台の1倍強震計（変位計）は南北方向約6.1cm、東西方向約6.5cm、上下方向約2.6cmの最大変位（倍振幅）を記録している。主要動の継続時間は約40秒を示している。また工学上の目的で設置された強震計（SMAC）などによる記録のうち大きな加速度が得られたものとして大分港地盤上におけるものがあり、南北49gal、東西65gal、上下約28galの最大加速度を示している。なお建設省の大分川流域湯布院雨量観測所において地震の5日前16日午前9時より21日午前2時までの間に計108mmの雨量を観測している。

3 地形・地質条件

被害地域は、中部九州を横断する火山岩地帯の東部に位置し、阿蘇カルデラと別府湾の中間にあっている。被害を大きく受けた地域を地形的に分けると、庄内山地、内山部落のある阿蘇野盆地、および花牟礼山地の3つに分けられる。庄内山地は、頂稜が700～1,000mの緩傾斜面の台地状の山地で、阿蘇野の南側は南東に、北側は北にそれぞれ傾斜し、山地の北東側は断層崖と思われる急な崖で大分川に沿う低地に面しており、主に庄内火山岩類（新第三紀）から成っている。阿蘇野盆地は、北東、南東側は直線的な急崖に、西側は花牟礼山地の斜面に囲まれた三角形盆地である。花牟礼山地は、主に花牟礼火山岩類（新第三紀）からなり、成層火山がその後浸食を受けたもので、1,300mを超える東西の三角点峰から比較的平坦な稜線が張り出し、それらの間は深く谷に刻まれている。

地質的には、上記の地域は図-2に示すように、大部分が中新世から鮮新世に至る第三系及び第四系更新世から成っている。庄内火山岩類は下部は輝石安山岩、上部は輝石安山岩と黒雲母流紋岩とからなり地域を広く覆って台地状の山地を形成している。庄内火山岩類の流出後、地域を支配する東北東-西西南および北西-南東の2方向の構造的な関係して菱形の火山構造的な陥没地が生じ、阿蘇野

TM-107.FT-7.F-410

盆地の原形をつくった。その後、盆地内に花牟礼火山岩類が噴出し、盆地の東部に珪藻土を含む阿蘇野層が堆積した。花牟礼火山岩類は、比較的平坦な成層火山をつくっており、下部は輝石安山岩、上部は輝石角閃石安山岩からなっている。

4 被害の概況

主な被害状況を表-1、表-2、図-3、図-4 に示す。建設省所管の公共土木施設関係の被害は被害総額約6億5千万円、有料道路の被害額は約3億円にのぼり、道路関係の被害が大きかった。

表-1 公共土木施設被害(5月19日17時現在)

(単位:千円)

工種別	県 工 事		市町村工事		計	
	ヶ所	金 額	ヶ所	金 額	ヶ所	金 額
河 川	6	11,000	—	—	6	11,100
砂 防	4	16,900	—	—	4	16,900
道 路	89	316,770	171	267,700	260	584,470
橋 梁	2	31,000	1	2,000	3	33,000
計	101	375,770	172	269,700	273	645,470

表-2 公共土木施設関係被害状況(市町村工事を除く)

大分県 日本道路公団調

区 分	路線名・河川名等	場 所	箇 所 数 等	金 額	摘 要
道 路	国道 210号線	大分郡湯布院町下湯平	幸野橋 L=12.4m	16000円	
	"	" 庄内町上武宮	崩土2ヶ所 路肩1ヶ所	4350	
	湯平温泉線	" 湯布院町湯平	崩土6ヶ所 路肩4ヶ所	7150	
	田野庄内線	" 庄内町柿原	崩土4200m ²	60,000	
	"	" 鹿倉～岩下			
	庄内久住線	" 庄内町室小野	崩土3ヶ所	2220	
	田野野上線	玖珠郡九重町滝上～寺床	崩土3ヶ所	11,500	
	飯田高原中村線	" " 町田	崩土5ヶ所 路肩3ヶ所	6210	
	別府阿蘇道路		道路本体崩壊3ヶ所240m 25000m ² 料金所1ヶ所、法面石積 約20ヶ所、路面 亀裂、陥没100ヶ所		
河 川	筋 湯 川	玖珠郡九重町筋場	L=40M 法枠 480m ²	8000	
	音 無 川	" " 無田	L=100M 積ブロック 2000m ²	40,000	
	鳴 子 川	" " "	L=60M 3000m ²	6,000	
	小 津 留 川	直入郡直入町大字小津留	4ヶ所	9300	

TM-107 FT-7 F-411

表-3 住家被害状況

大分県調(50年5月10日現在)

市 町 村 名	全 壊	半 壊	一部破損	摘 要
野 津 原			16	
挾 間			1	
庄 内	31	39	280	
湯 布 院		24	522	
九 重	42	23	776	
玖 珠			5	
久 住			11	
直 入	5	18	53	
計	78	104	1,664	

道路関係の被害は、盛土部のすべり、上方のり面からの土砂崩壊、落石および石造アーチ橋の橋腹部の崩壊による被害が主なものであった。特に別府阿蘇道路では立石池付近の片側盛土部で大きな崩壊があり自動車の通行が不能となった。また小田野池料金所が倒壊した。ダムとしては山下池のアースダム(九電)があるが、これは大正初期に建設されたもので全長は約142m、高さは約18mである。貯水池の水位は地震後直ちに下げられ検査されたが、ダム本体に異状は認められなかったという。建築関係ではこの山下池の湖畔にある九重レークサイドホテルが大破し、倒壊した。一般家屋は庄内町内山、九重町寺床、奥双石(おくなめし)の各地区において大きな被害をうけている。

5 自然斜面および複合斜面の崩壊

ここでは、斜面崩壊のうち、自然斜面および自然斜面の下部を一部切り取りした複合斜面の崩壊に対する調査について述べる。調査した複合斜面の切り取り部は無処理のものが大部分であった。

今回の大分県中部地震による山崩れ、がけ崩れ等の斜面崩壊の特徴として、自然斜面および複合斜面を含めて崩壊の規模が小さく、崩壊の発生している地域が限られていること。また、斜面崩壊による人的被害がなかったことがあげられる。調査区域周辺においては、少くとも近い過去に雨によって崩壊したと考えられる地形が残っており、この地域は全体的に斜面が安定していたと考えられる。今回の地震による自然斜面の崩壊例も少なかった。特に自然斜面の崩壊例は、複合斜面に比較して少ないことが目立った。

崩壊のタイプは、①地震の振動による節理の発達した岩の節理面沿いの崩落、②がはい(崩積土)中の岩石の抜け出し、③表層(腐植土を含み、草木類の根祭の入っている範囲)の滑落に分けられ、特に複合斜面の切土の個所では前述の①、②のタイプの崩壊例が多く(写真-1および2、県道田野一庄内線、熊群山付近)自然斜面では②、③のタイプの崩壊例が多い。(写真-3、扇山地区)地震の場合、一般的には、危険な斜面として、オーバハングしているような岩のある斜面、節理の発達し

TM-107 FT-7 F-412

た岩盤斜面、およびふだん湧水があまりなく、背後地形の集水面積も広くないため、集中豪雨では崩壊しない崩積土のような基礎とは振動特性の異なる弱い土層が厚く堆積している斜面等が考えられる。

表層の滑落は、降雨時の崩壊と同じようなすべりをしていた。崩壊が発生した個所は、フラットな斜面およびやや屋根状（凸形地形）を示している斜面に多く、沢（凹形地形）での崩壊はあまりみられなかった。崩壊の頭は、斜面上部に位置している崩壊例が多く、崩土の流下到達距離は降雨時の崩壊に比べて短かく殆んどが斜面高さの5割以内に入っていた。斜面上部にクラックの発生している例は自然のり面の地土の個所にみられ、二次災害として、降雨時の注意が必要であろう。

大きい崩壊例として、一般県道飯田高原—中村線の栗原付近で節理の発達した安山岩が崩落し、崩落土砂のために斜面下に設けた土留め擁壁が破壊していた。その他、県道田野—庄内線沿いに複合斜面の崩壊が多く発生しており、湯平温泉を西に3 Km行った扇山地区では自然斜面が多く崩壊している。また、湯平温泉から南西の方向約3 Kmの地点にある文珠山（標高940 m）の頂上近くで、以前から認められていた北西—南東方向の線状の陥没が、今回の地震によって更に進み（幅20～30 cm、深さ10 cm）陥没の中には深いところで1.1 mのクラックが走っているのが見られた。南西方向に深いすべりが発生している可能性が考えられる。沢をはさんだ対岸の山も享保年間（西暦1720年代）に大地すべりを起したといわれており、今後の調査が必要であろう。湯平温泉の急傾斜地崩壊危険区域で施工された崩壊防止構造物（擁壁にプレキャストの枠を斜面上に施工）の横排水路に地震のためキレットが入って排水機能が損なわれており、降雨が斜面に浸透した場合、危険な状態が考えられるので早急な対策が望まれる。

6 道路の被害

6-1 概要

今回の地震の強震部は山岳地帯であったため、山腹部の片側切土、片側盛土した部分に被害が集中している。この点は、1974年伊豆半島沖地震などの場合の山岳地帯の道路被害と類似している。強震部にある幹線道路は、大分と久留米を結ぶ国道210号線と別府—宮を結ぶ別府阿蘇道路であるが交通不能となった。山間部を走る多くの県道にはいたるところで被害を生じている。

図—3、4に被害位置を示しているが、これらの被害のパターンは次のように分類できる。

- ①落石：通常でも不安定な巨石が、地震動によって動き出して斜面をすべり落ち道路をふさぐ（前節の崩壊のタイプの①および②）。
- ②地上面の崩壊：切土部では風化した凝灰岩が地震動によってすべり落ちる。たとえば写真—1は、田野庄内線におけるのり面の崩壊を示すが（前節の崩壊のタイプの③）地震の直前の一週間にこの地方で約120～130 mmの雨が降ったため、風化した凝灰岩がより弱化していたことも考えられる。伊豆半島沖地震での中木地区の大崩落も風化した凝灰岩の個所がすべり面となっていた。
- ③道路盛土部のすべり：山岳地帯の道路であるため、山腹に片側切土、片側盛土した個所にこの種

TM-107 FT-7 F-413

の被害が集中した。盛土の勾配はきつく、締め固めも十分に行っていないものと思われる。従って、盛土と地山の境界ですべり、路肩の若干の沈下や、路面にクラックが生じる。この種のすべりの量はあまり大きいものではなく、盛土の安定性が著しく低下しているとは考えにくいから、復旧もそれほど困難ではないと思われる。全体として、曲線部の凸部や、沢に盛土した個所は、被害も相対的に大きいようである。

6-2 長大法面の被害

別府阿蘇道路での被害は図-5に示してあるように、数個所の切土斜面の崩壊と、3ヶ所の盛土部の崩壊が主なものである。中でも図-5中の②のすべりは、若干すべったという程度のものでなく、崩壊土量も多く、またすべり切っただけという点で注目する必要がある。

ここは、図-6に概略図が示してあるように長さ約90mにわたって10mの道路幅員の約半分が、場所によっては8m近くまで崩落している。(写真-6・7・8)この個所も全体として沢部に盛土した所である。従って崩壊した個所の地山部の表層はきわめて含水比の高い粘性土(ロームが粘土化したものと思われる)であり、また盛土材料は隣接した場所から切土してきたシラスを含む灰土であり、これもまたきわめて含水比が高かった。この理由として、地震の直前までの雨の影響と、この沢のすぐ上方にある直径約300mの立石池からの透水の影響とが考えられるが詳しいことは今後調査にまつべきであると考えられる。

図-7に、この崩壊地点とその前後の推定断面図が示してある。B-B'断面は崩壊地点の断面であるが、ここはわりと石積による石張で保護してあったものと思われる。この石張が写真-7に示してあるように、崩落後はまるで波うちのようになっていることと、すべった距離が、意外に長かったことは、すべり落ちた土は含水比が高いためにほとんどせん断強度を失ったことを示しているものと思われる。また興味深いことは、写真-7を見てわかるようにB-B'断面に示してある県道を保護してある土留壁が傾ることなくそのまま約40mすべり出していることである。このような大きなすべり崩壊は土の含水比がきわめて高いために生じたものと推察できる。従って、地震時の道路盛土の被害を全くなくすることはできないにしても、被害を最小限に防ぐためには、沢に盛土した部分では、排水に十分に注意し、施工に十分に注意することが必要ではないかと考えられる。

崩壊地点の土質を調べるために、持参したコーンペネトロメーターで4箇所(図-7参照)で現位置調査を実施した。図-8がその結果であり、盛土部、地山部とも深さ約3.6mまでN値1~2に相当する軟弱な土であることが分かった。推定すべり面C-C'断面で表面から約1.8mの深さにあったものと思われる。また、地下水面は相当高いことも推定できた。

橋梁の被害は幸野橋(国道210号線)に生じた(写真-9)。これは大正14年に架設された橋長12.1m、幅員4mの石造アーチであるが、橋腹部の石積みの空石積が崩壊した。

7 鉄筋コンクリート構造物の被害

鉄筋コンクリートの土木構造物は、ほとんど被害を受けていない。

TM-107.FI-7.F-414

道路の橋梁については、今回の地震の被害地域内には小規模で単純な形式の橋梁が多く、被害は見られなかった。鉄道橋については、久大線の第2野上川橋梁で被害が伝えられたが、これは兩岸の道床砂利が振動によってゆるんだものであって、橋台や橋脚などのコンクリート構造物には全く被害がなかった。

鉄筋コンクリート構造物で、地震によって致命的な被害を受けた構造物としては別府阿蘇道路の小田野池料金所および山下池畔の九重レークサイドホテルがあるが、いずれも建築構造物である。被害の概況は次のとおりである。

小田野料金所は、上部の鉄筋コンクリート版を、柱で支えて道路上に張り出した構造となっている。これが写真-10のように倒れて道路をふさいでしまった。このすぐ近くにある事務所の建物は壊れていない。料金所は上部の版が重いので振動に伴って大きな慣性力を生じ、柱の下部に大きな曲げモーメントを生じ、破壊したものと思われる。

九重レークサイドホテルは地上4階、地下1階建の鉄筋コンクリート建築である。基礎は一体のコンクリート版で、建物は目地によって3部分に区切られている。正面玄関側部分の一階はホールの空間をとるため壁が小さいが、後側の2部分は壁が多い。被害の大きかったのは正面玄関側の部分で、一階の柱がつぶれ建物が沈下している(写真-11)。後側の2部分はそれに比べると被害が少なくて倒壊はしていないが、柱や壁が壊れている。柱の破壊は床や天井との付け根の部分で起っており、かぶりコンクリートがはげ落ち鉄筋が見えている(写真-12および13)。帯鉄筋は、定着部の定着が壊れて帯鉄筋の働きを失っている。被害の軽い部分の柱や壁には斜めひびわれがみられる。地階の被害が軽いので、基礎地盤の変動による被害ではなく、建物の振動による被害であると思われる。

8 そ の 他

一般家屋の被害は、震央付近の庄内町内山、九重町寺床、奥双石(おくなめし)の各地区において著しく、家屋の全壊78戸、半壊104戸に達した。被害地域の家屋は、壁の少ない構造のものが多かった。また山地の斜面に建築した家屋は、一部切土、一部盛土上に位置するものがあり、これらは被害を受けていた。

墓石は、庄内町蓑草、および九重町奥双石で調査したが、蓑草では全倒(写真-14)、奥双石では大部分が倒壊し、直下型地震の影響の大きさを見せつけられた。特に蓑草地区の墓地は、国道210号線の改築に伴って移設され、墓石は新築されたものであったが、これが写真のように全倒したわけである。

TM-107.FT-7.F-415

M-107
 F1-7
 F-417

図-2 被害地付近地質図



TM-107-F1-7-F-418

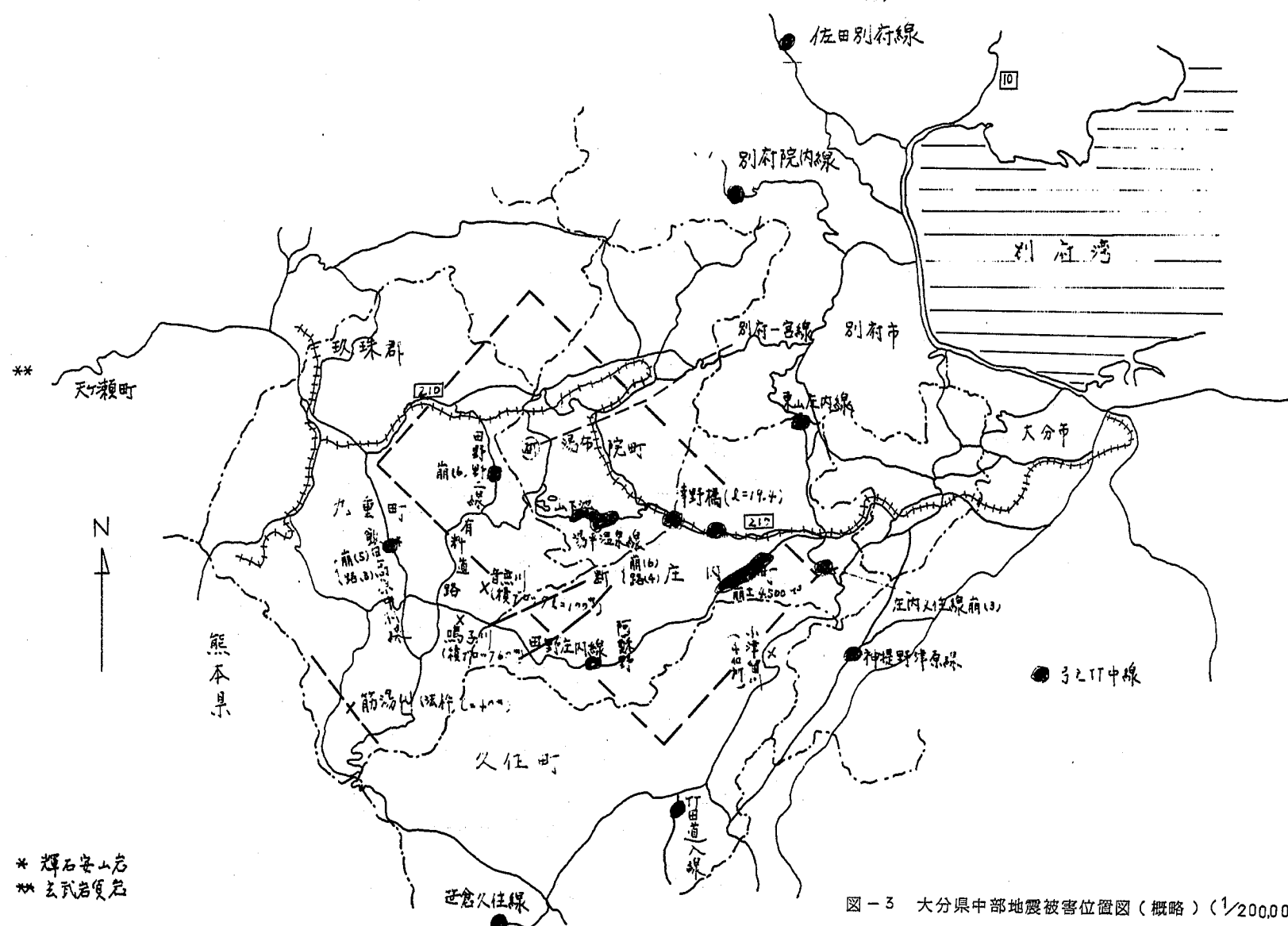
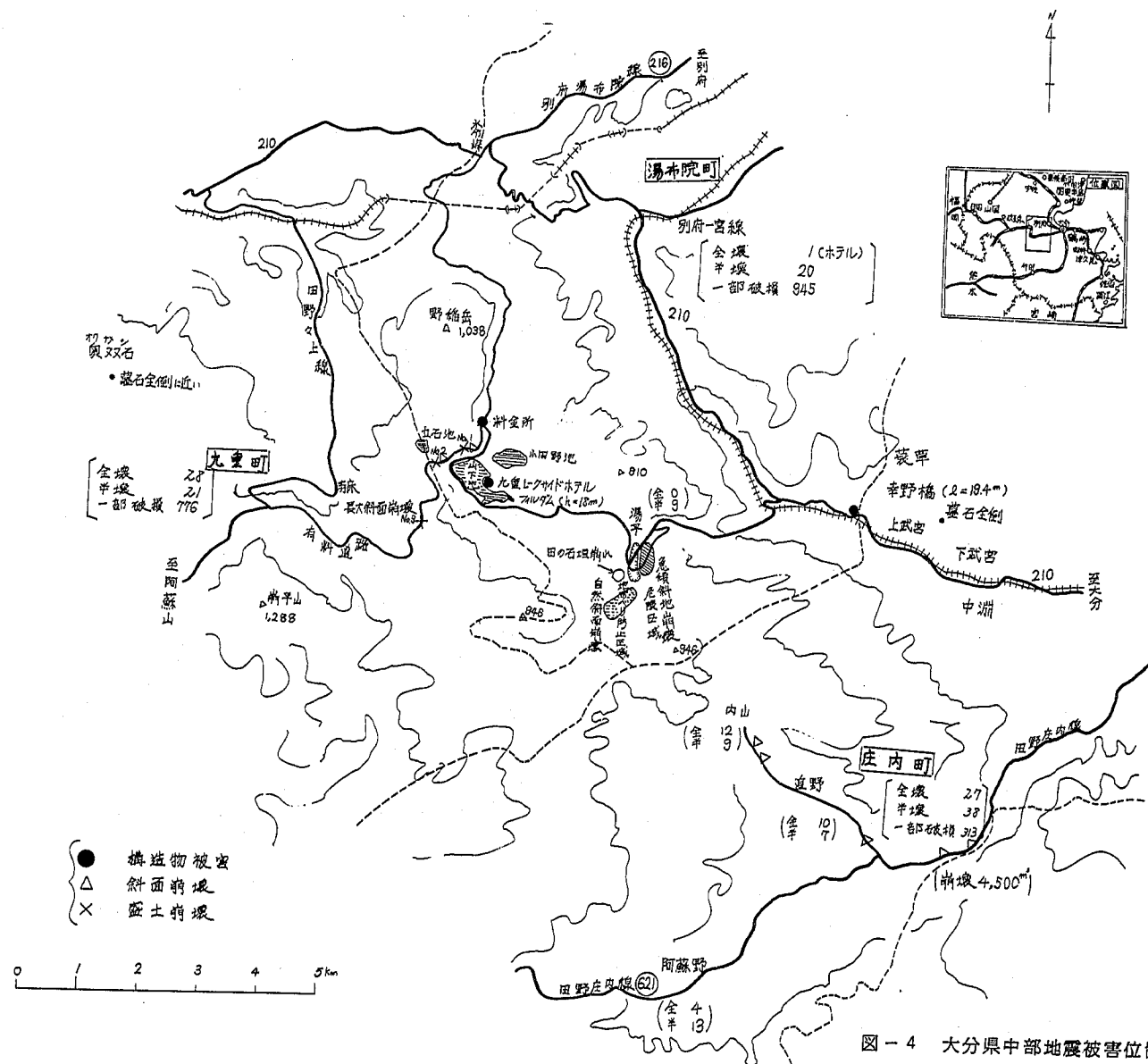


図-3 大分県中部地震被害位置図(概略)(1/200,000)

TM-107.FT-7.F-419



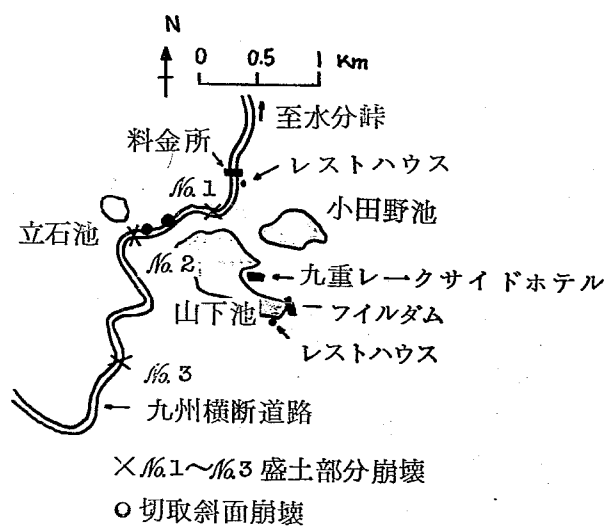


図 - 5 山下池周辺被害位置図

TM-107 FT-7 F-420

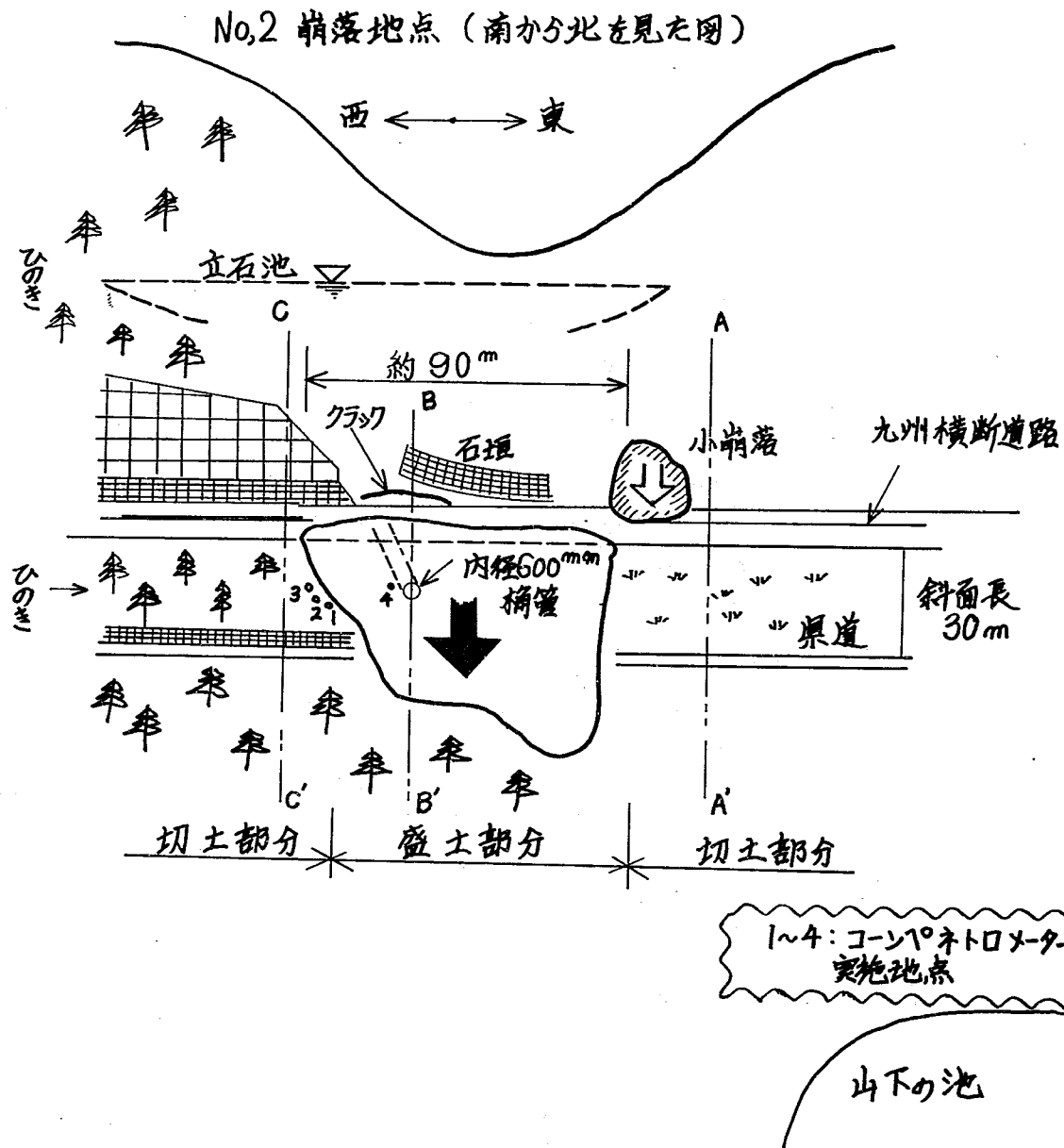


図-6 No.2のすべり地点概略図

TM-107 FT-7 F-421

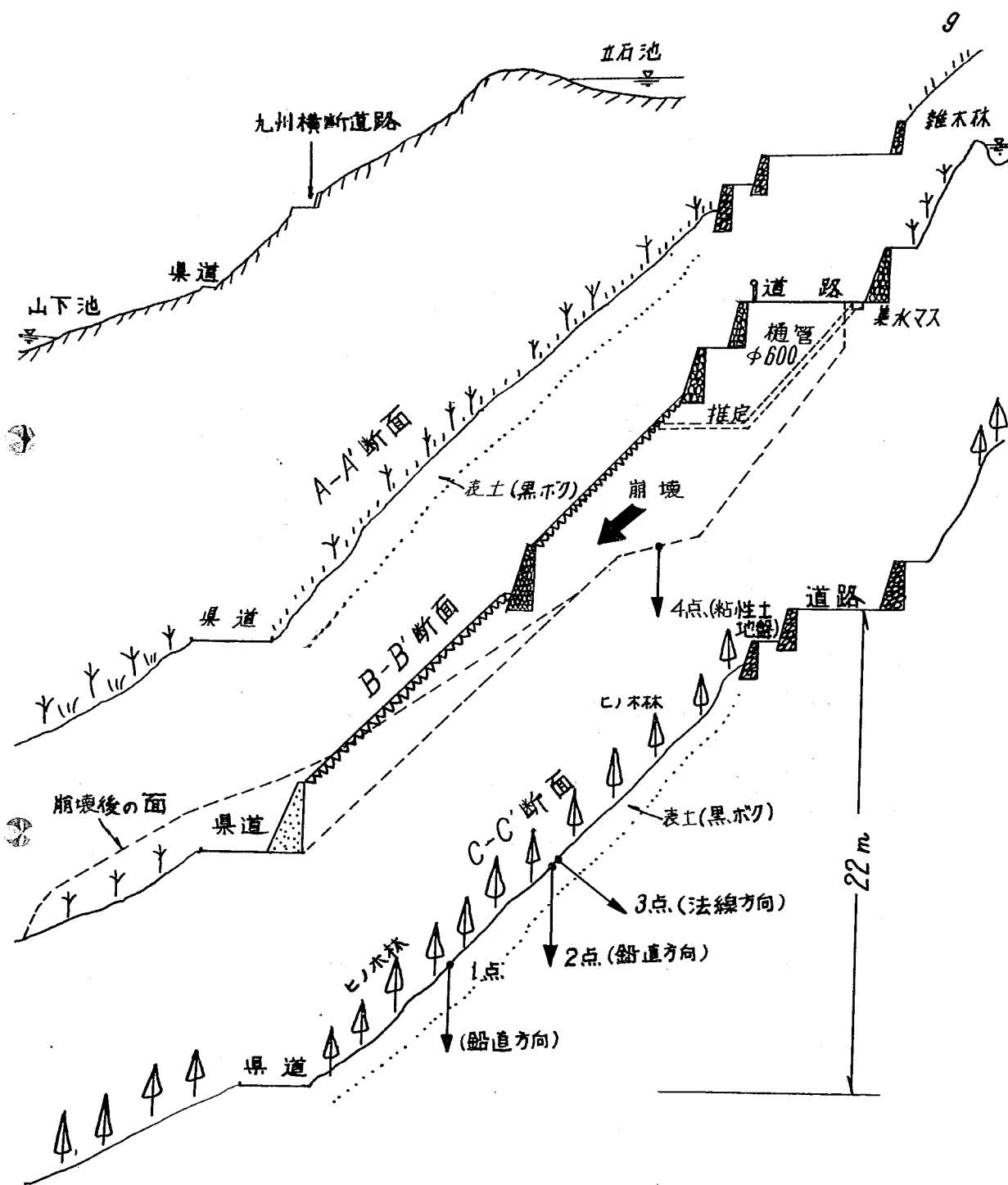


図-7 推定断面と現位置試験実施箇所点

TM-107.FT-7.F-422

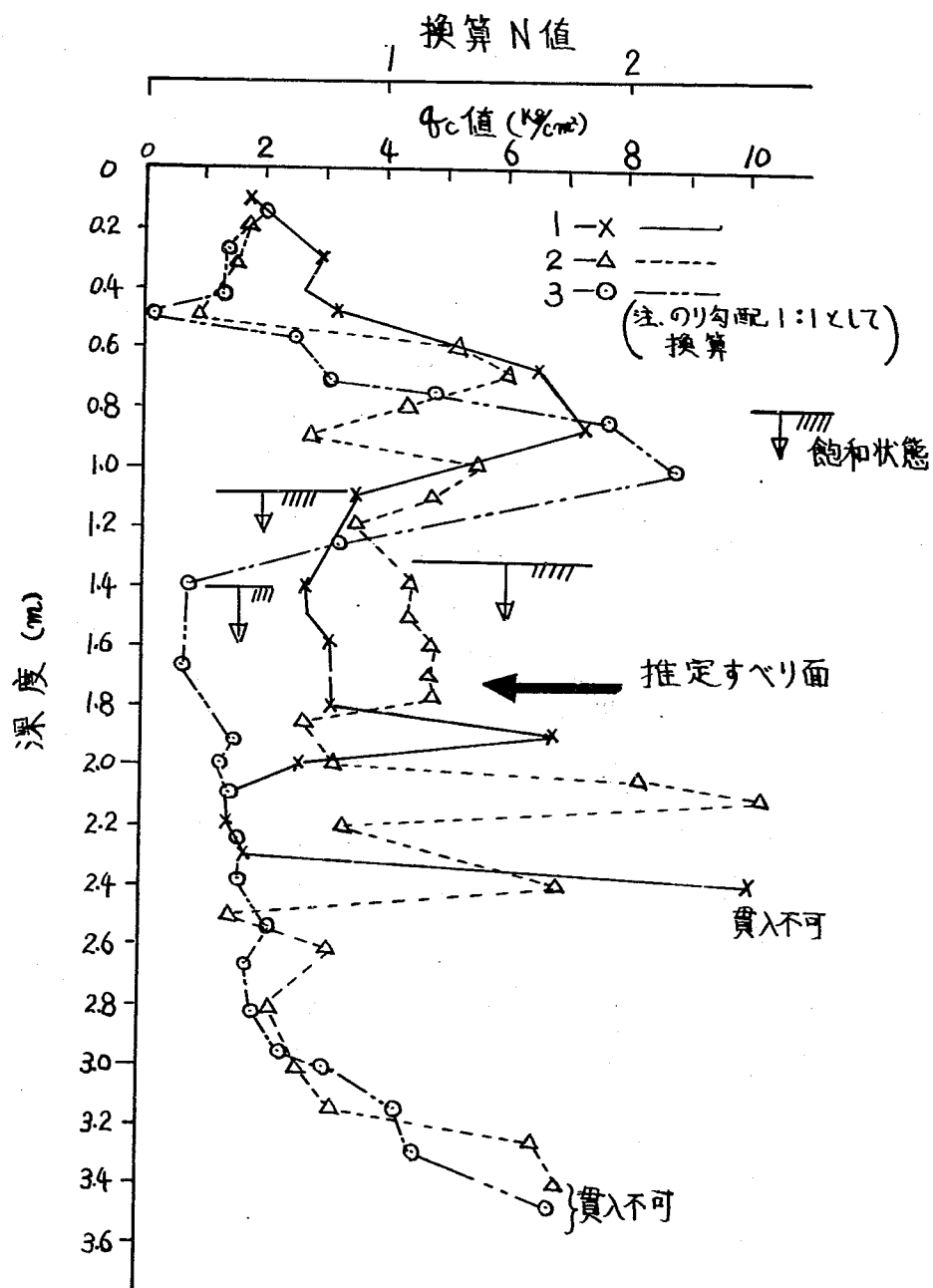


図-8(a) 深度と q_c 値 (コーンペネトロメーターによる)

TM-107.FI-7.F-423

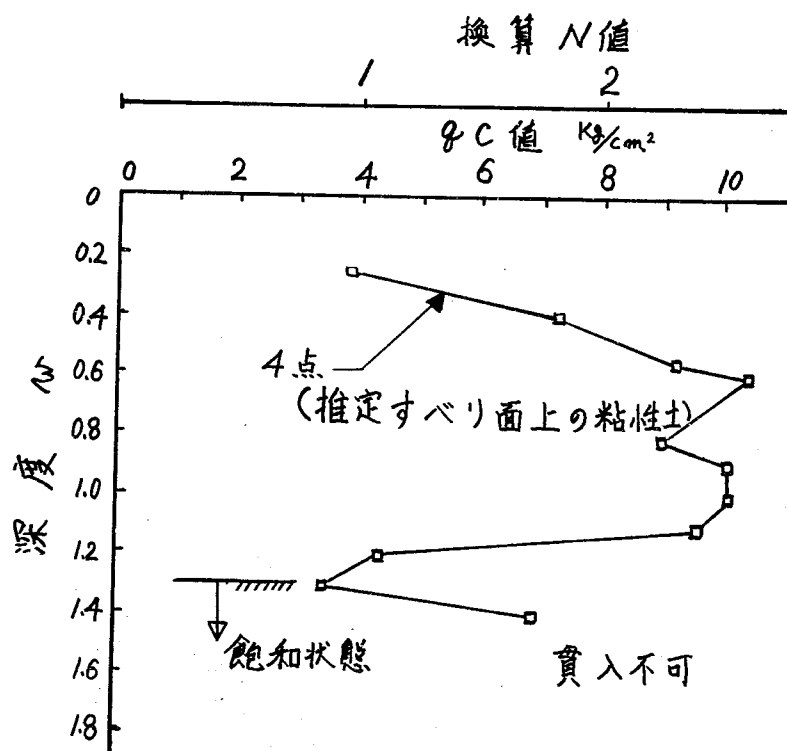
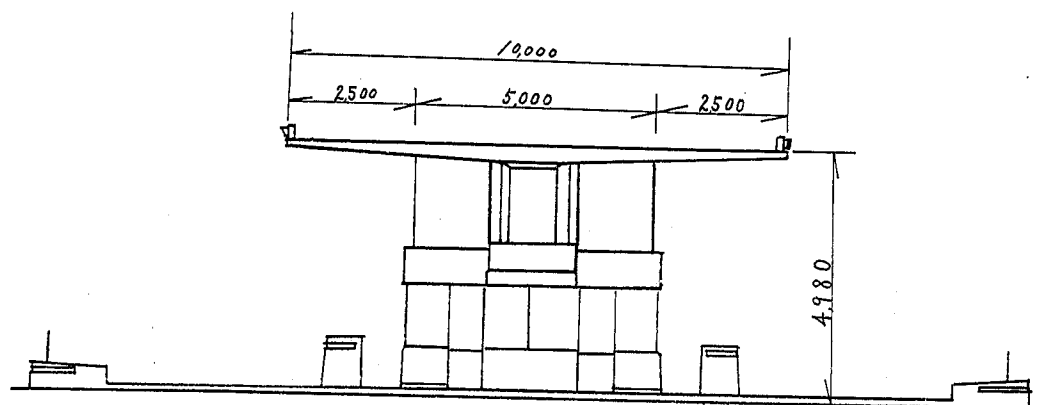
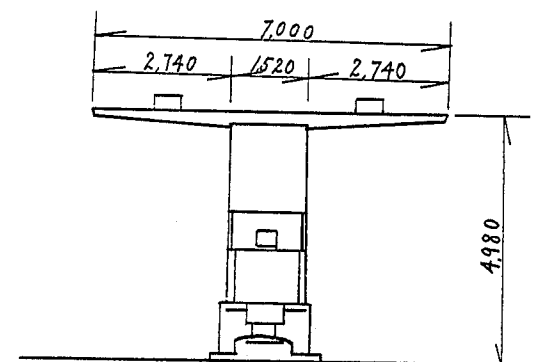


図-8(b) 深度と q_c 値 (コーンペネトロメーターによる)

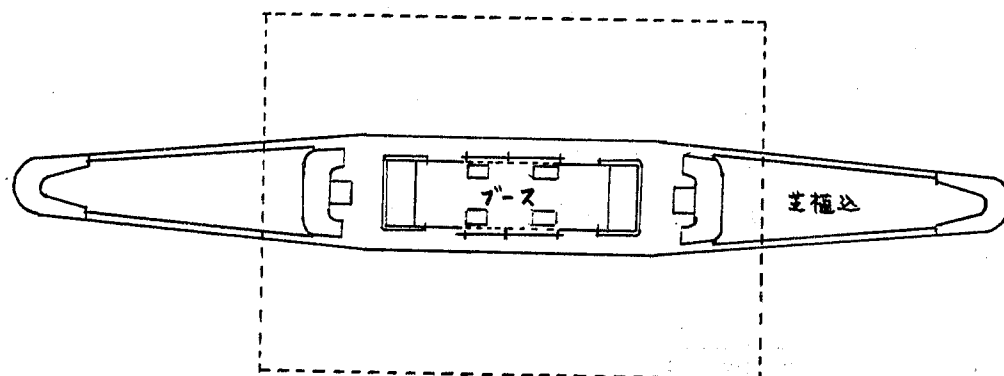
TM-107 FT-7 F-424



側面図



正面図



料金所平面図

図-9 小田野池料金所一般図



写真-1 県道田野庄内線熊群山付近の切取斜面の崩壊

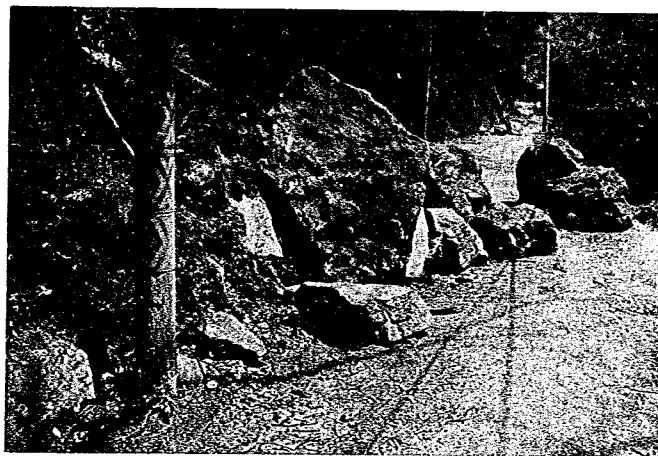


写真-2 県道田野庄内線熊群山付近の切取斜面の崩壊

TM-107 FT-7 F-426



写真-3 扇山付近の自然斜面の崩壊



写真-4 文珠山の山頂付近の陥没（北西-南東方向）

TM-107 FT-7 F-427

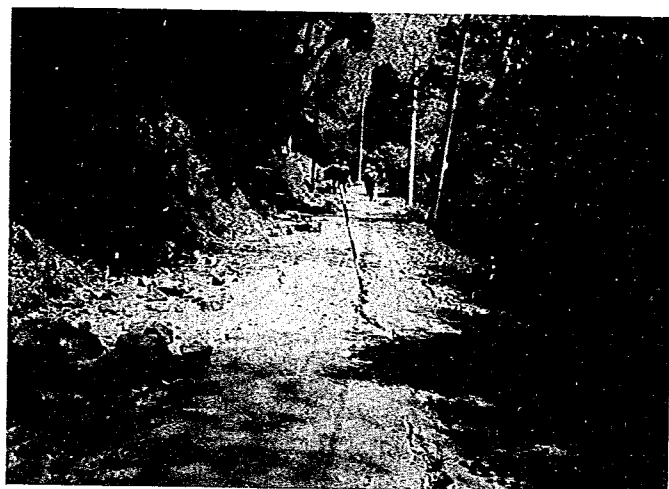


写真 - 5 県道田野庄内線の片切片盛道路の地割れ



写真 - 6 別府 - 阿蘇有料道路の崩壊（山下池付近）

TM-107 FT-7 F-428



写真 - 7 別府 - 阿蘇有料道路の崩壊 (写真 - 6 と同じ箇所)

IM-107.FI-7.F-429



。図中の説明を、拡大した写真

写真-8 山下池付近の航空写真（被災後）

TM-107 FT-7 F-430

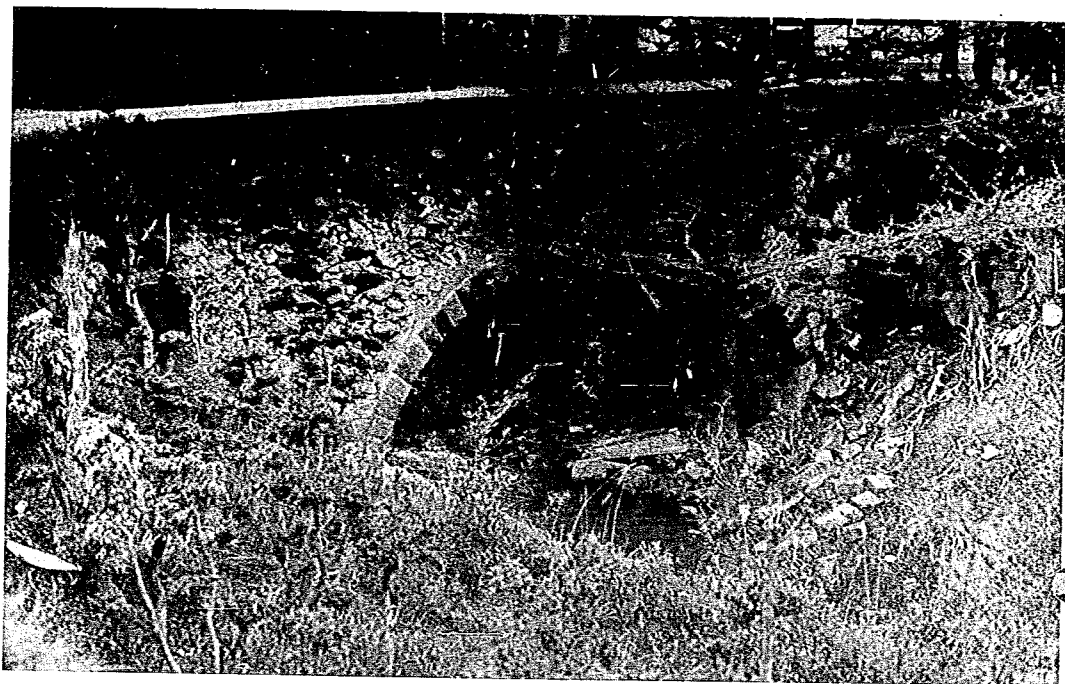


写真 - 9 幸野橋（国道 210 号線）の橋腹部の空石積の崩壊

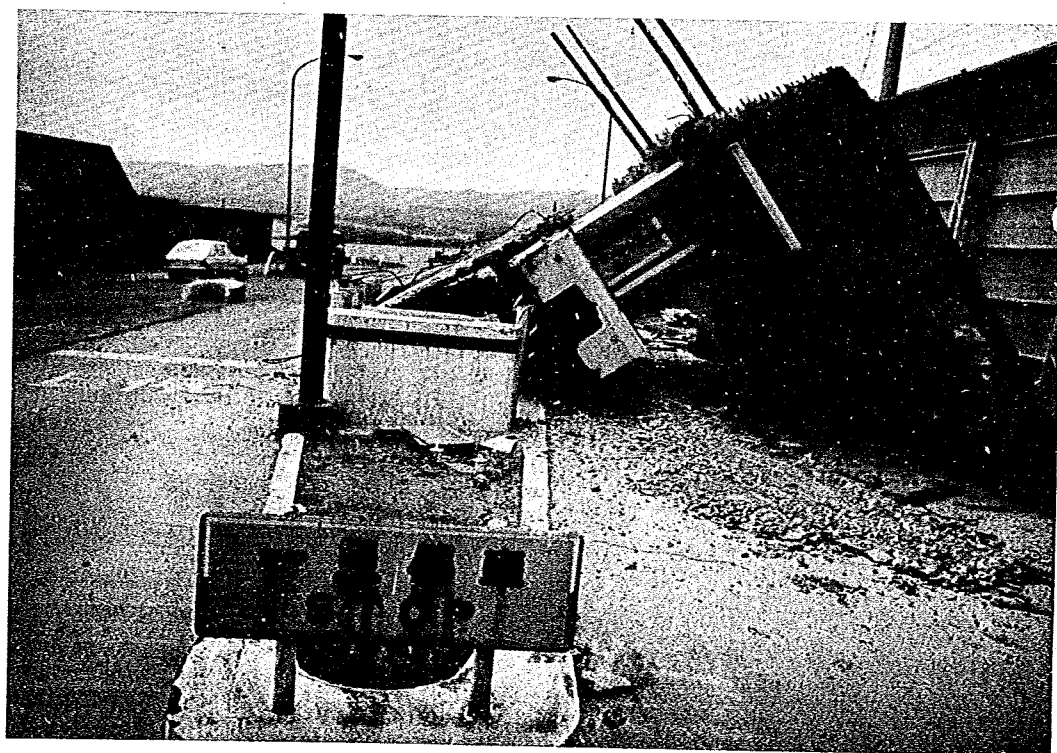


写真 - 10 小田野池料金所の崩壊（ルーフの半分は撤去済み）

TM-107.FT-7.F-431

IM-107.FI-7.F-432

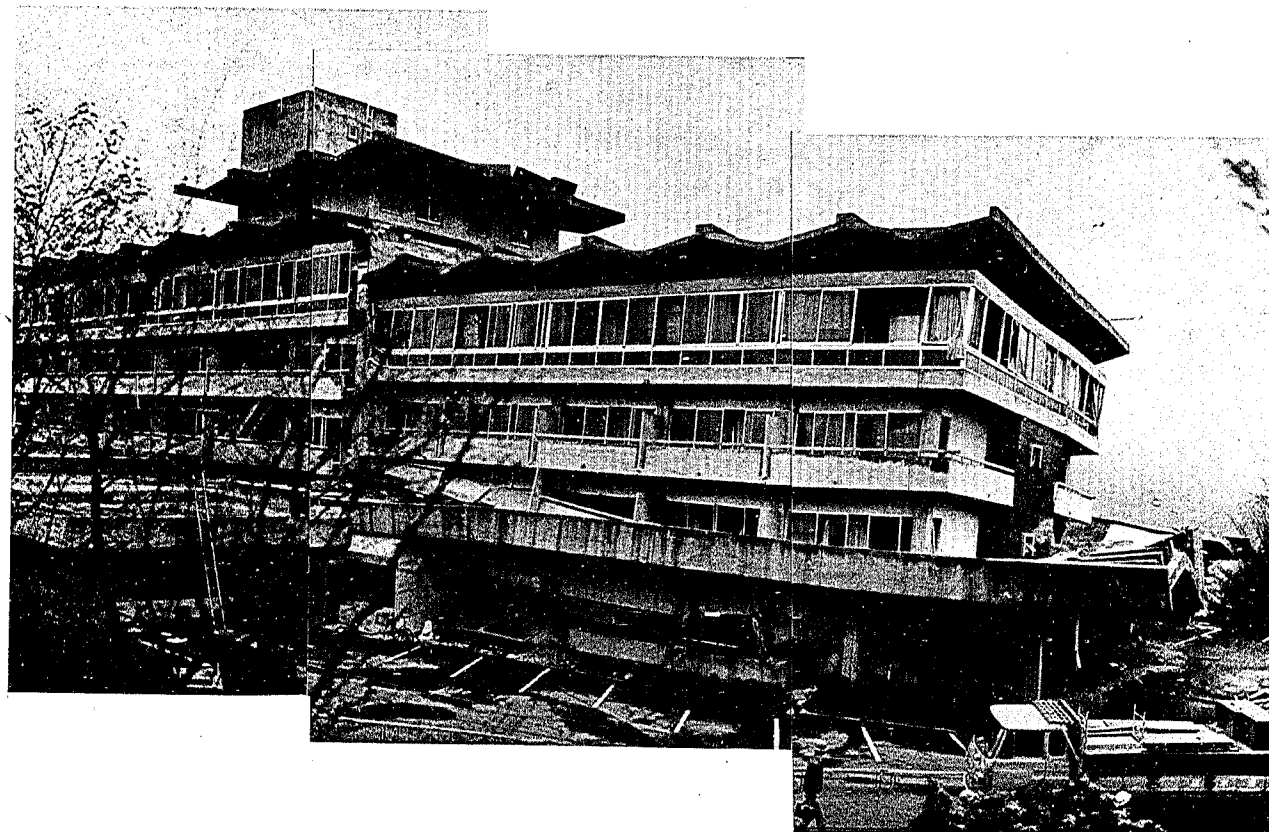


写真-11 倒壊した九重レイクサイドホテル



写真 - 12 破壊した柱の基部

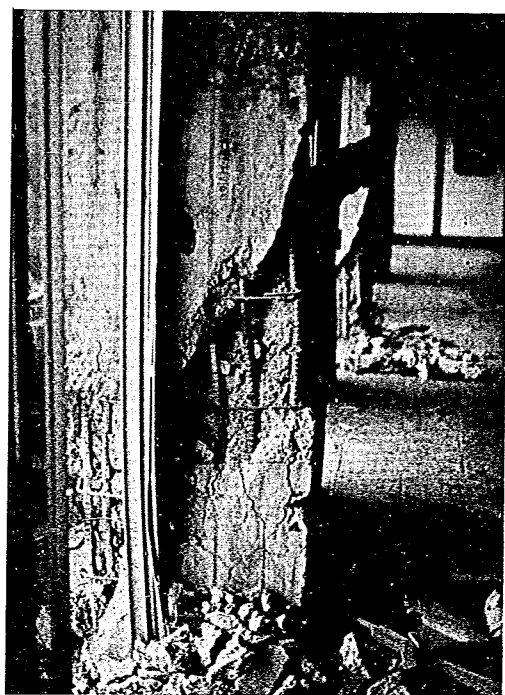


写真 - 13 破壊した柱の基部

TM-107 FT-7 F-433

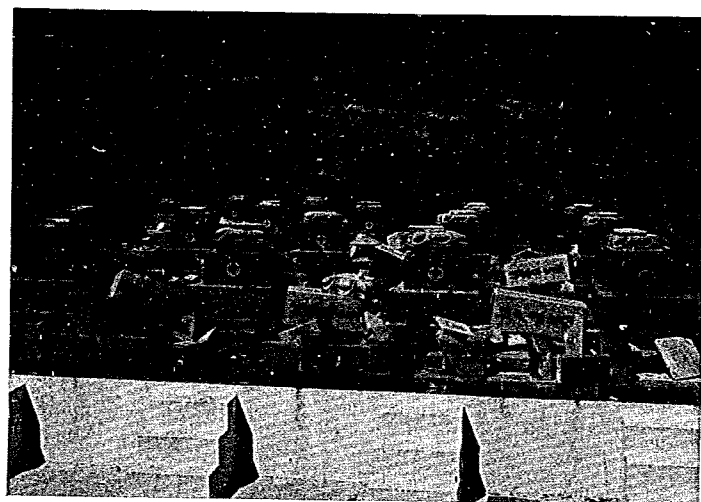


写真 - 14 新築した墓石の全倒状況（庄内町衰草）

TM-107 FT-7 F-434