

ISSN 0386—5878

土 研 資 料 第1432号

マイクロフィルム 第 号

148

土 木 研 究 所 資 料

1978年 1 月伊豆大島近海の地震による
見高入谷地区斜面崩壊に関する調査

昭和53年12月

建 設 省 土 木 研 究 所
機 械 施 工 部 動 土 質 研 究 室

目 次

ま え が き	
1. 調 査 概 要	1
2. 調 査 方 法	2
2.1 現 場 調 査	2
2.2 室内土質試験	2
2.3 安 定 解 析	2
3. 斜面崩壊の実態	4
4. ロームの物理的性質	15
5. ロームの力学的性質	18
5.1 サウンディング調査結果	18
5.2 一軸・三軸試験結果	18
5.3 振動三軸試験結果	18
6. 斜面安定解析	30
6.1 解 析 方 法	30
6.2 解 析 結 果	31
7. 結 論	34
参 考 文 献	34

ま え が き

1978年1月14日に発生した伊豆大島近海の地震 ($M = 7.0$) によって静岡県賀茂郡河津町見高入谷地区において大規模な自然斜面の崩壊が起った。この地震による斜面崩壊を土質力学的に取り扱うことを目標として現地調査 (観察およびサウンディング) および不攪乱試料による室内土質試験を実施した。これらの調査試験結果を基にして簡単な斜面安定解析を行なったのでここに報告する。

なお本調査は東海大学海洋学部大草研究室、東京大学生産技術研究所龍岡研究室および建設省土木研究所動土質研究室の共同研究として行なわれたものであり、以下に調査参加者の名前を記す。

(東海大学)	(東京大学)	(土木研究所)
教 授 大草重康	助 教 授 龍岡文夫*	研 究 員 谷口栄一
大学院生 土肥直喜	大学院生 大河内保彦	技 官 小笠原久
	” 福島伸二	
	” 五十嵐 仁	
	技 官 山田真一	
	法政大学学生 大柿 仁	

昭和 53 年 12 月

土木研究所動土質研究室

*建設省土木研究所振動研究室併任

1. 調 査 概 要

- ①現場調査年月日 昭和 53 年 6 月 17 日～ 18 日
2 日間
- ②現場調査地点 静岡県賀茂郡河津町見高入谷
七廻地区および大池地区
- ③現場調査参加人員 9 名

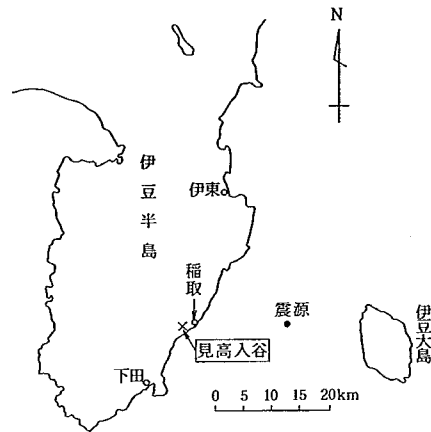
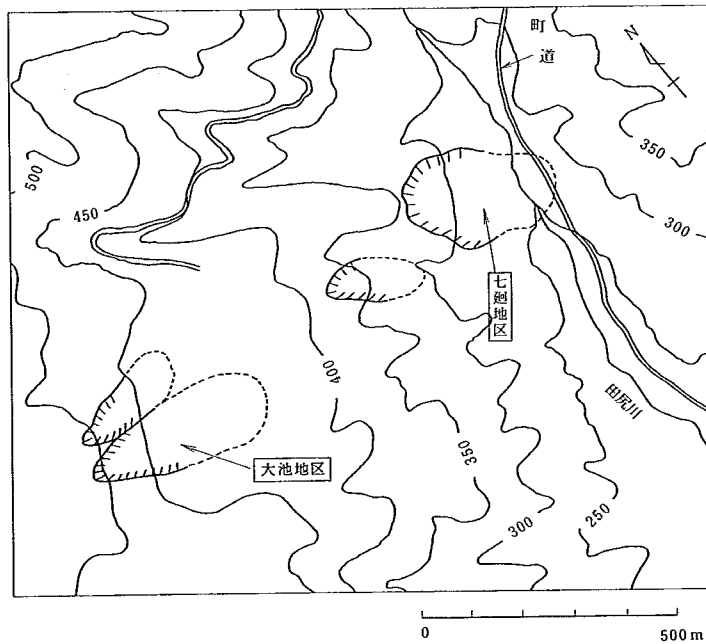


図 1 - 1 調査地点位置図



○ 斜面崩壊発生地域

図 1 - 2 見高入谷地区拡大図 (図中の数字は標高 (m))

2. 調査方法

2.1 現場調査

①観察

斜面崩壊地点およびその付近の地形・地質を観察した。

②サウンディング

二重管式ポータブルコーンを用いてローム層のコーン抵抗値を測定した。図2-1にコーン先端部を示す。測定箇所は七廻31ヶ所、大池7ヶ所の計38ヶ所である。(写真2-1)

③不攪乱試料採取

図2-2に示す金属製ライナーを用いて、6月17日および18日現在の地表面から30cmの深さの地点のロームの不攪乱試料を採取した。(試料個数七廻10個、大池5個)

④トレンチ掘削

ローム層の深さを確認するために深さ1.5m、幅70cm、長さ1mのトレンチを掘削した。(写真2-2)

⑤攪乱試料採取

トレンチの壁の中から、20、50、80、120cmの深さの地点より試料を採取し、含水比を測定した。

2.2 室内土質試験

①物理試験(担当 3機関)

単位体積重量、含水比、間隙比、飽和度、比重、液性限界、塑性限界、塑性指数を測定した。

②一軸圧縮試験(担当 東海大学)

③三軸圧縮試験(担当 東京大学)

自然含水比の状態および飽和状態の2種類の実験を行なった。供試体は直径7.5cm、高さ10cmの円柱形である。拘束圧は等方に $0.5\text{kg}/\text{cm}^2$ 作用させた。試験条件は圧密非排水、変位制御であり、変位速度は $0.085\text{mm}/\text{分}$ である。また12時間圧密を行なった後に背圧を $2\text{kg}/\text{cm}^2$ 作用させB値0.98以上を得た。

④振動三軸試験(担当 土木研究所)

自然含水比の状態で静的拘束圧を等方に $0.5\text{kg}/\text{cm}^2$ 作用させ、24時間圧密を行なった後に動的軸荷重として振動数1Hzの正弦波を載荷した。供試体は直径5cm、高さ10cmの円柱形である。なお実験は応力制御で行なった。

2.3 安定解析

現場調査、室内土質試験の結果を用いて斜面安定解析を行なった。詳細は後に述べる。



写真 2-1 ポータブルコーンによる
サウンディング(見高入
谷七廻)

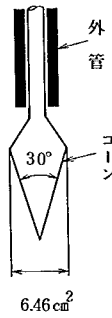


図 2-1 コーン
先端部



写真 2-2 トレンチ(深さ1.5m
見高入谷七廻)

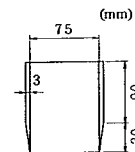


図 2-2 ライナー
寸法

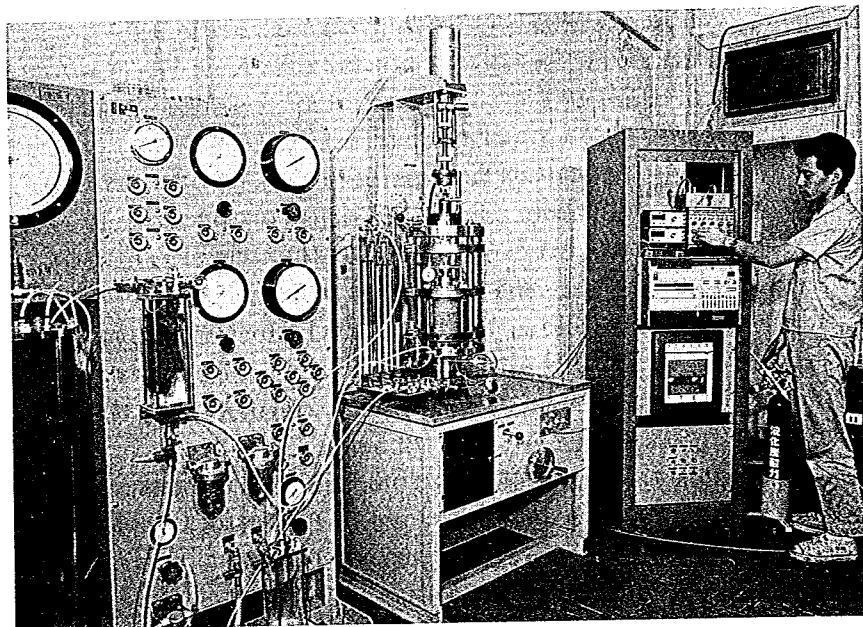


写真 2-3 三軸試験機(東京大学)

3. 斜面崩壊の実態

東伊豆地方の山地では、 35° 以上の急傾斜部を除いて山腹斜面にほぼ平行に洪積世末から沖積世にかけて降下したものと考えられる火山灰とスコリアの互層が覆っている。この互層は最近の地質時代の火山砕せつ物なので、斜面傾斜と同一の傾斜で堆積している。火山砕せつ物の層序は、表面から1. 表土および褐色未固結火山灰（ローム）層、2. 淡褐色半固結粗粒スコリア層、3. 暗褐色半固結砂質スコリア層、4. 褐色半固結ローム層、5. 暗褐色半固結粗粒スコリア層～集塊岩層（下部スコリア層）とになっている。1の表層ローム層の厚さは、東伊豆地方で0.5～2mであるが、平坦な場所では5mを越えることがあり、最上部と中間部に3～4枚の有機物層を挟んでいる。見高入谷七廻で、この表層の厚さは50～100cm、大池で70cmである。2の粗粒スコリアは、乾燥すると白っぽくなり、径が10～30cmの岩塊にこわれやすい。厚さは1m以下から10mと変化が激しい。見高入谷七廻で50～100cm、大池で90cm、稲取地方で50～100cm、白田付近で20～50cmである。3の砂質スコリアはやや固結が進み粗粒砂岩状であり、上部の粗粒スコリアと同様に層厚の変化は激しく、淡褐色粗粒スコリアに移り変わるところもある。見高入谷七廻で60～80cm、大池で25cm、稲取地方で20～50cm、白田付近で20～30cmである。4のロームは植物の根毛あととみられる鉛直の細孔を含むやや固結の進んだ粘性土である。層厚は100cm前後であり、見高入谷七廻では120～150cm、大池では100～150cmである。4のロームとそれ以下の地層の関係は不整合のようであり、見高入谷七廻の崩壊地内正面やや左側の急崖には、ロームの下位の5の下部スコリア層の露出がみられる。ここで5の地層は、豆つぶ大の粘土れきまじり固結スコリア、暗褐色砂質スコリア、明灰色粗粒スコリアからなっている。また、大池へいく林道の露出面では、ロームの下に直接、崩積土のような安山岩れきからなる集塊岩が見られた。

見高入谷七廻の崩壊地は、東伊豆見高浜海岸から北西に約4 km奥に入ったところにあり、S 30°W 方向に流れる田尻川の右岸斜面に位置している。図3-2に七廻地区の断面図・平面図を示す。河床 標高250 m、崩壊地最上端標高360 m、崩壊地最大幅180 m、崩壊地水平長約200 m、崩壊土量は約 10万 m^3 である。河床から右岸側に階段状の平坦地が約80 m続き（河床からの比高は15~25 m）、ここ に3戸の家が存在した。そこから斜面が立ち上がり、斜面傾斜は下部でやや急で25~30°、上部で20~ 25°であり、杉やみかんの木が植えられていた。崩壊は地震とほとんど同時に発生したらしく、あた り一面が土煙につつまれ、崩壊土砂は一瞬のうちに右岸の3戸の家を巻き込み、6名を生埋にしたうえ、 田尻川を越えて対岸側に水平距離約100 m、比高で約30 mはい上がり道路面をはるかに越えた。その ため道路ぎわの川側にあった1戸も埋まり、1名が死亡した。死亡した7名は、いずれも戸口から出 て崩壊斜面から離れようとする方角で見出されており、ほかに2匹いた犬のうち1匹が生埋になった。 崩壊土砂の落下速度は15 m/s を越えていたものと推定される。

この崩壊斜面の上の尾根を一つ越えた南西側のやはり南西向きの斜面で同様規模の崩壊が起こっており、さらにその上方の大池といわれる噴火口のあとと考えられる長径 400 m、短径 150 m のすりばち状の凹地の南西向きの斜面でも幅 300 m に達する崩壊が発生し、崩壊土砂は凹地の底を通り抜け、反対側の斜面にのし上げている。(写真 3-9, 3-10)

これらの崩壊は、いずれも3の暗灰色半固結スコリアと4の褐色ロームの境界か、4の褐色ロームの中にすべり面を有する崩壊であり、すべりの深さは数m以内であるが、平面的な広がりとは今回の地

震ではもっとも大規模な部類に入る。これらの崩壊の特徴は次のようにまとめられよう。1.傾斜 22° ～ 32° の斜面に平行に堆積した火山灰層・スコリア層（表層火山灰を含み200～300cmの厚さ）が板状のブロックに切れて滑動した。2.すべり面は褐色ロームの上面にある有機物混りの暗色帯か、ローム層の内部にある。3.ローム層は不飽和であったが、せん断破壊が発生して乱されてしまうと、保持していた含水比は液性限界より高く、すべり面は液状になった。そのため板状のすべり土塊の落下速度はきわめて大きく、土塊は表層の植生をそのまま保持して反対側斜面にのし上げた。

なお、今回崩壊を起こした火山砕せつ物層には、地層面を切る縦方向に割れ目や小断層が多数発達して短柱列化して（写真3-8）、これに沿って上の表土が入り込んだり、火山砕せつ物層がしゅう曲していたりして（写真3-6）、沖積世を通して活潑な地盤変動が行なわれたことがうかがわれる。

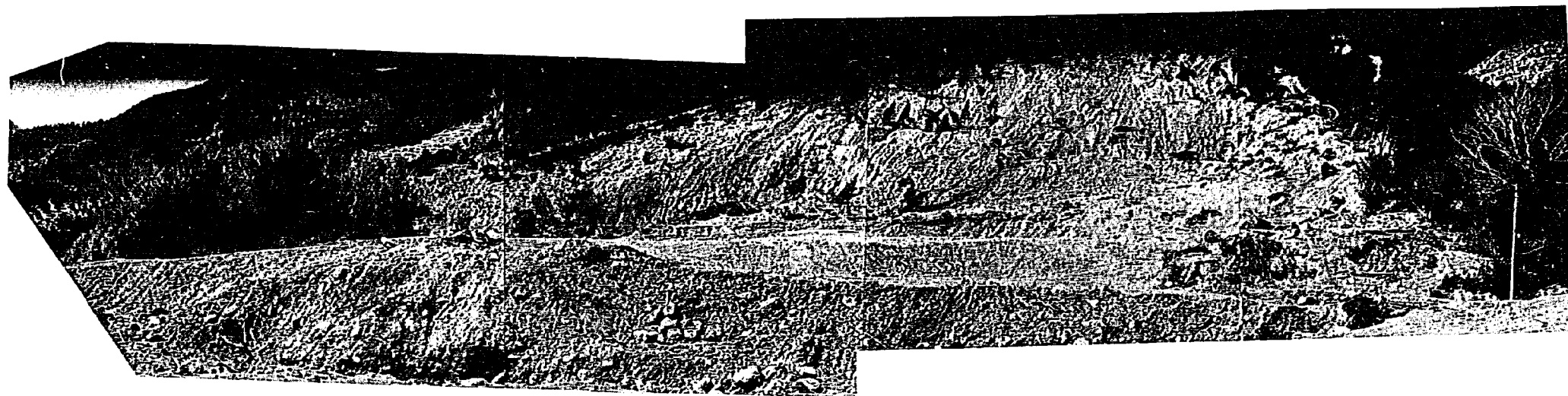


写真 3-1 見高入谷七廻（正面より撮影，1978 年 3 月 15 日）

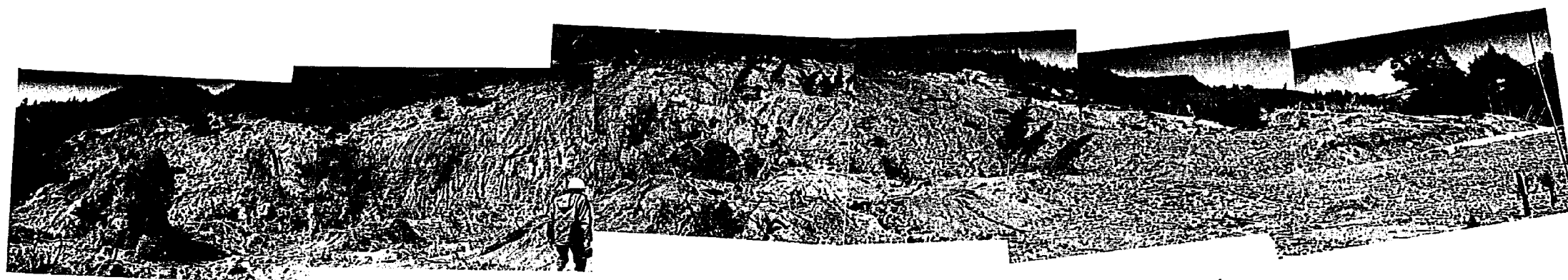


写真 3-2 見高入谷七廻（正面より撮影，1978 年 3 月 15 日，人物の少し左に崖が見えるが，そこに湧水が見られた。）



写真 3-3 見高入谷七廻地すべり遼景(1978年3月15日)

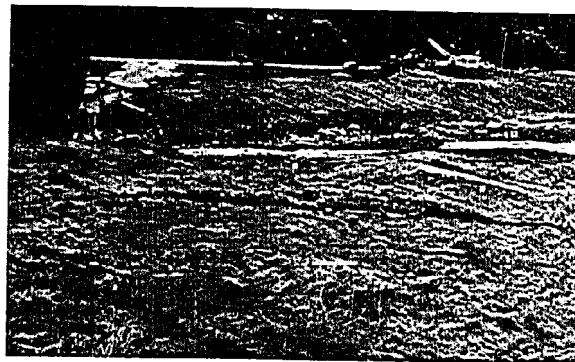


写真 3-4 見高入谷七廻(斜面中腹より下を望む。1978年6月17日)



写真 3-5 見高入谷七廻の崩落崖(表土、スコリア、砂質スコリアの順に層をなしている。1978年6月17日)

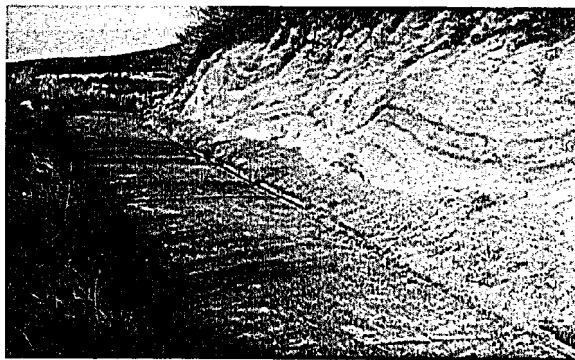


写真 3-6 見高入谷七廻崩壊地の反対側斜面におけるスコリア層のしゅう曲と断層

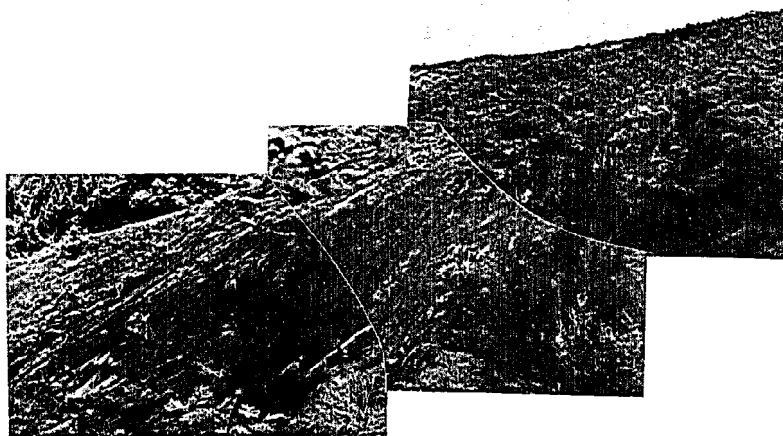


写真 3-7 見高入谷七廻の崩壊地の尾根を越えた南西側の斜面崩壊（1978 月 6 月 17 日）



写真 3-8 七廻より大池へ行く林道沿い（スコリア層内の割れ目、小断層が見える。）

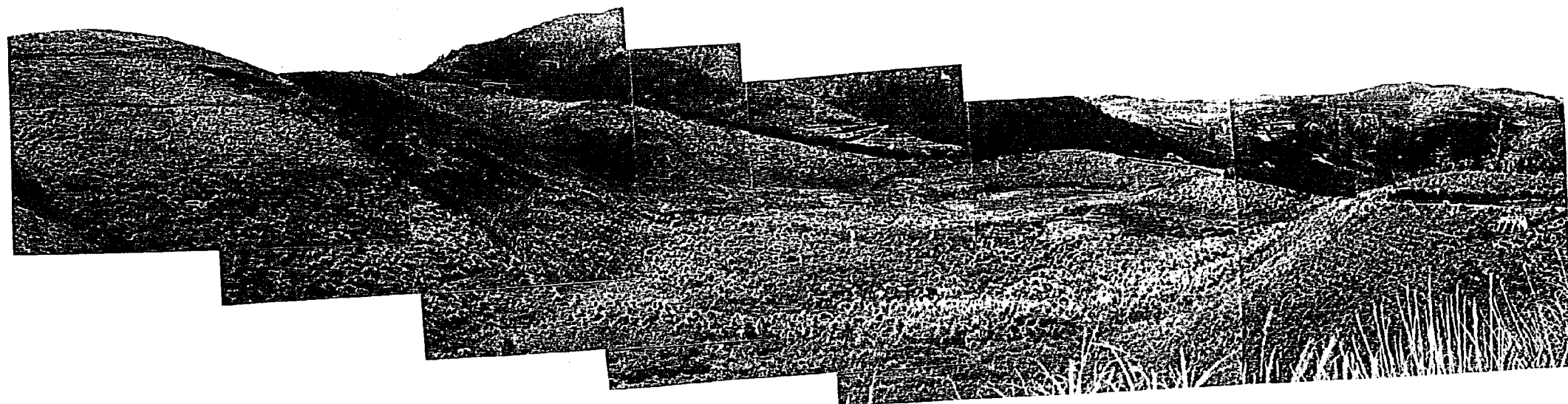


写真3-9 見高入谷大池の斜面崩壊（側面より望む。1978年6月17日）

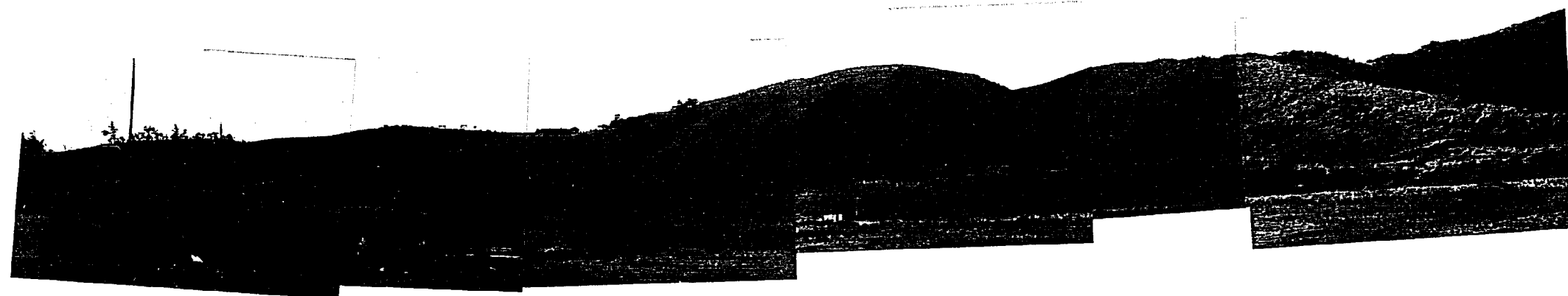


写真3-10 見高入谷大池の斜面崩壊（正面より望む。1978年6月17日）

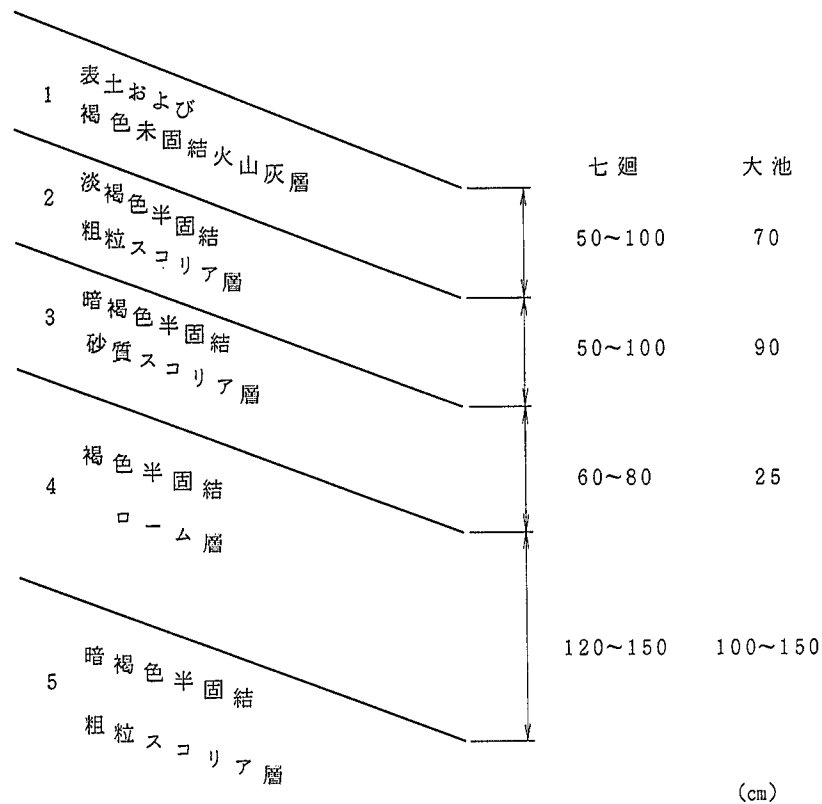


図3-1 火山碎せつ物の層序

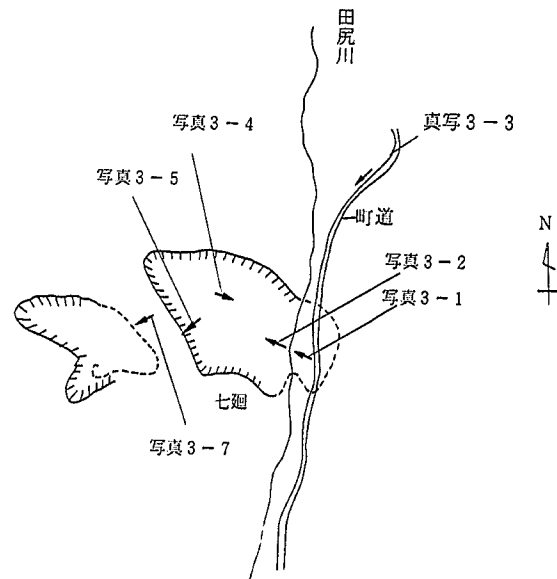


図3-3 写真撮影位置

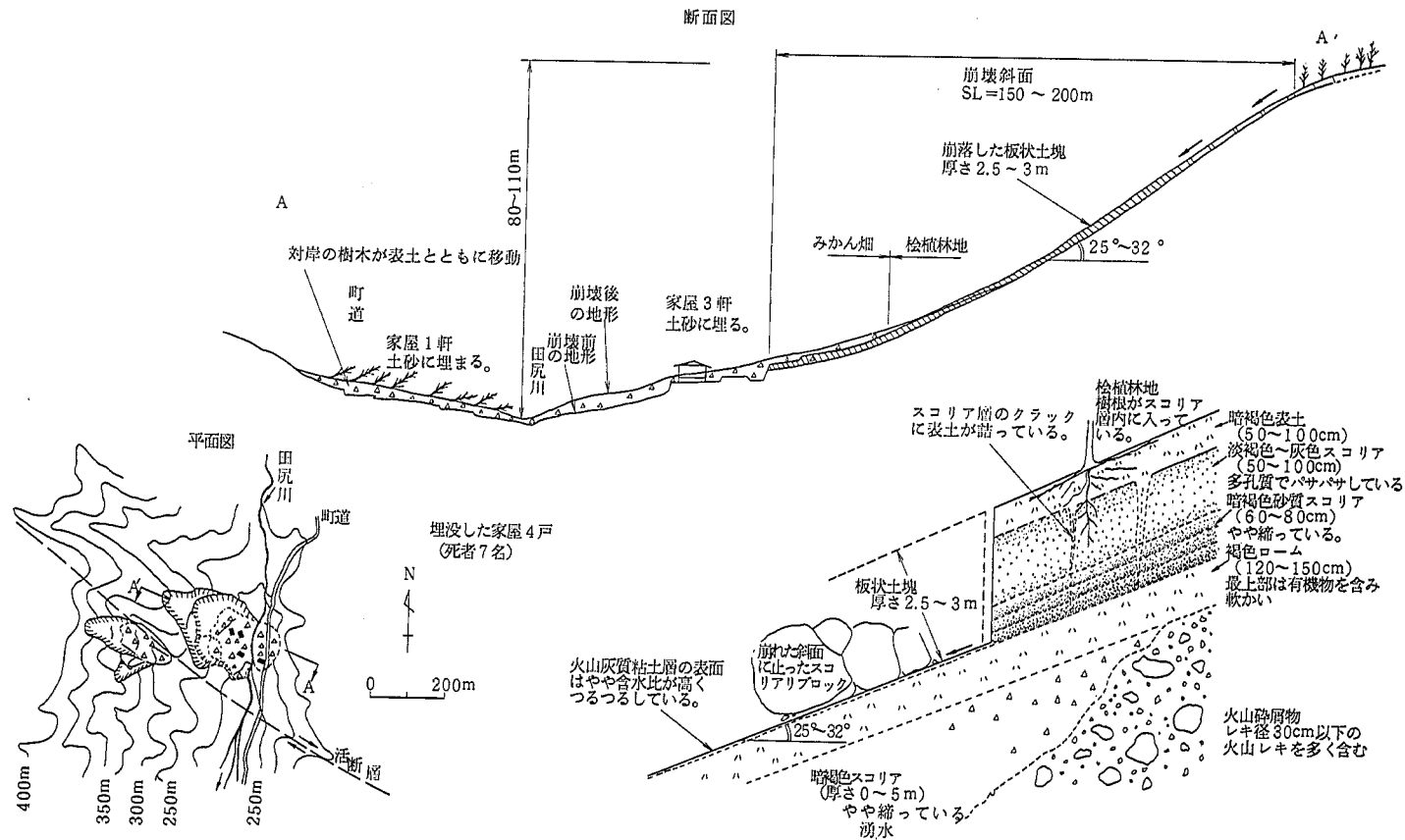


図3-2 見高入谷七廻の崩壊

4. ロームの物理的性質

七廻、大池両地区のすべり面は共にローム層とスコリア層の境界あるいはローム層の中にあったと思われる。図4-1に示すように現在の露出面からの深さ30cmの地点より、ロームの不攪乱試料を採取した。その土質諸定数を表4-1、図4-2、図4-3に示す。ロームの間隙比はかなり大きい値になっているが、実際に直径1~2mmの管状の空隙が多数観察された。また図4-1に示すように深さ1.5mのトレンチを掘り、攪乱試料を採取した。図4-2に含水比 w の深度分布を示す。図4-2によると現在の露出面に近い地点の自然含水比が深い地点の自然含水比に比べて小さくなっている。

なお、表4-1から明らかなように破壊時のロームの自然含水比は、液性限界よりはるかに高い。このことは一度破壊が発生して土が乱されてしまうと、ロームは非常に流動しやすいことを示している。

表4-1 ロームおよびスコリアの土質諸定数

	単位体積重量 γ_t (t/m ³)	間 隙 比 e	自然含水比 w_N	飽 和 度 S_r (%)
ロ ー ム	1.26~1.39	2.95~3.90	120.9~129.4	86.4~100
スコリア	1.31~1.57	1.50~2.17	38.0~46.0	60.2~71.9

	土粒子の比重 G_s	液性限界 w_L (%)	塑性限界 w_P (%)	塑性指数 PI (%)
ロ ー ム	2.72~2.75	73.3~97.7	50.8~59.6	22.5~38.2
スコリア	2.83~2.85	—	—	—

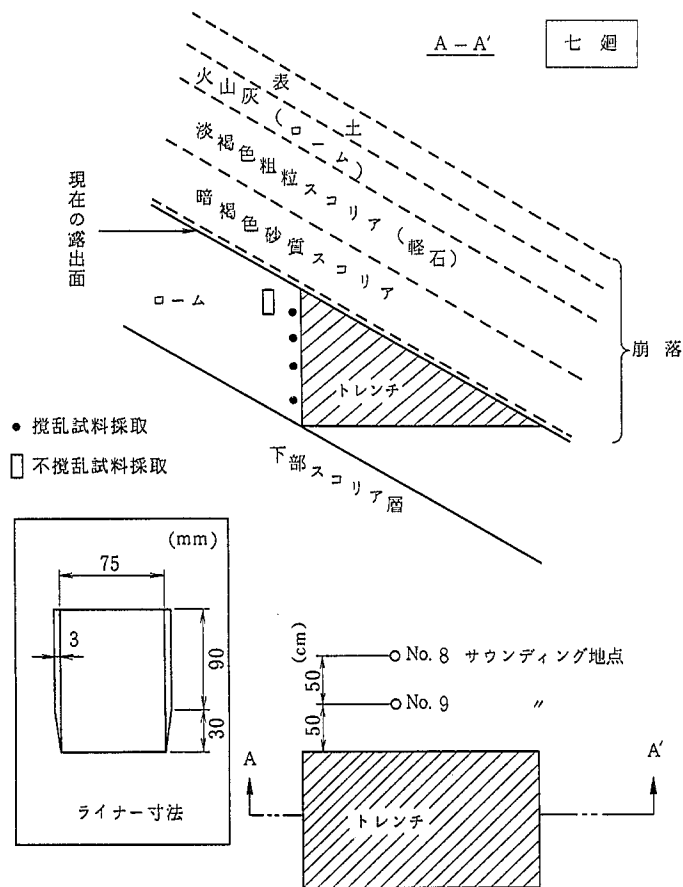


図 4-1 試料採取地点

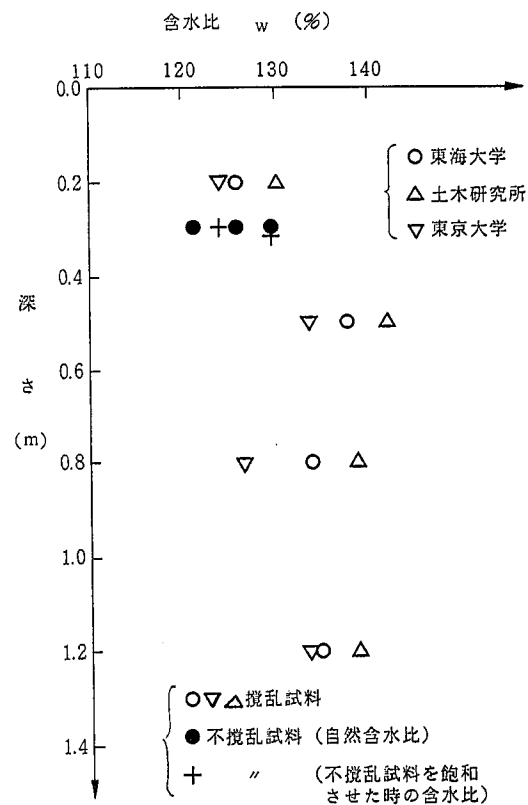


図 4-2 含水比 w の深度分布

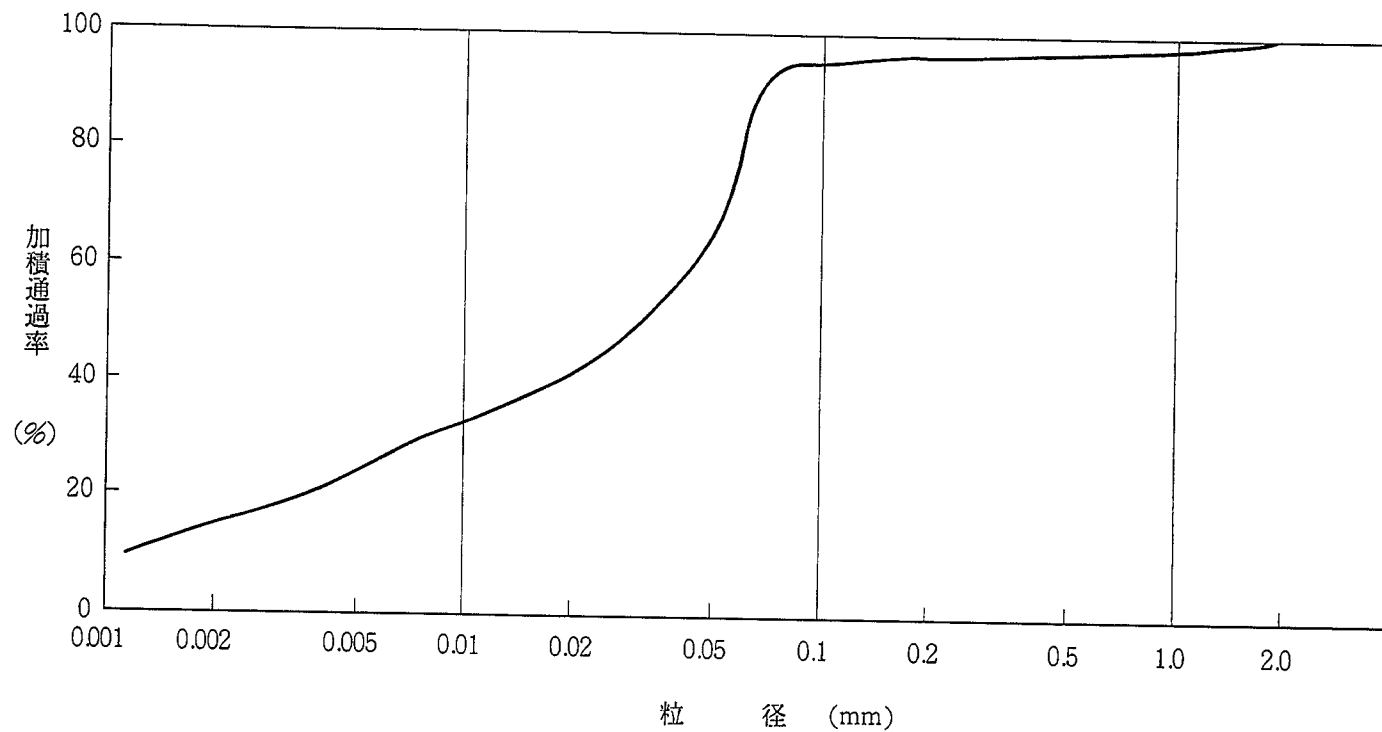


図4-3 ロームの粒径加積曲線

5. ロームの力学的性質

5.1 サウンディング調査結果

図5-1に七廻地区のサウンディング実施地点を示す。大池地区では上端崩落崖直下の3地点(Na 1~Na 3)および上端崩落崖より斜面上で21m下の4地点(Na 4~Na 7)においてサウンディングを行なった。

図5-2に各地点のコーン抵抗値の深度分布を示す。どの地点においても深度が増大するとコーン抵抗値 q_c も増大している。Na 8, Na 9 は不攪乱試料採取地点近傍であり、試料採取深度(深さ30cm)における q_c は約 4 kg/cm^2 になっている。

図5-2の q_{c0} は現在の露出面における q_c である。現在の露出面は斜面崩壊によって土が斜面に沿って崩れ去った後に露出したものであり、斜面崩壊時のすべり面であると考えられる。現在の露出面の表面付近は斜面崩壊後、大気にさらされているため乾燥して強度が増加している可能性がある。このような影響を考慮に入れて図5-2の破線で示すような q_c の分布を仮定して斜面崩壊時のすべり面における q_c (即ち q_{c0})を求めた。

図5-2(d)は上端崩落崖直下において表面の未崩落スコリアを除去してコーン試験を実施した結果であり、表面乾燥の影響が少ないと思われるが、Na 13の q_{c0} が 2.5 kg/cm^2 、Na 13が 3.3 kg/cm^2 であり、Na 8, 9と同程度の値となっている。図5-2(a)は大池における q_c の深度分布であり、七廻のロームとはほぼ同じ q_c の値を示している。

Na 17, Na 18はガリの中の地点であり、 q_{c0} は他の地点に比べて小さくなっている。

図5-3は上述のようにして求めた q_{c0} の平面分布を示す。全データの平均値が 3.20 kg/cm^2 、標準偏差が 1.11 kg/cm^2 である。図中 q_{c0} が 5 kg/cm^2 以上の地点はすべり面がロームのかかなり深い所に位置していると思われる地点であり、 1 kg/cm^2 の地点はガリの中における値である。これらの地点を除くと q_{c0} の平均値が 3.03 kg/cm^2 、標準偏差が 0.54 kg/cm^2 となり七廻の地すべりが発生した全域にわたってすべり面のローム層の強度のばらつきは比較的少ない。

5.2 一軸、三軸試験結果

図5-4、表5-1に一軸圧縮試験の結果を示す。4つの試料の一軸圧縮強さの平均値は 0.653 kg/cm^2 、鋭敏比は3~5である。

図5-5に三軸試験における軸差応力(全応力から拘束圧 0.5 kg/cm^2 を引いたもの)と軸歪の関係を、図5-6に飽和状態における軸方向の軸差応力と平均主応力の関係を示す。自然含水比の状態におけるピーク強度は 1.22 kg/cm^2 である。図5-5に見られるように、歪が増大して応力のピークを過ぎた後の強度はピーク強度に比べてほとんど減少していない。従ってこのロームの破壊時の抵抗力はかなり大きいものと考えられる。

5.3 振動三軸試験結果

振動三軸試験においては静的に等方応力 0.5 kg/cm^2 で圧密させた。動的軸圧が 0.23 kg/cm^2 (正弦波荷重の片振幅)の時7800波目で軸歪(片振幅)が0.85%になった。また動的軸圧が 0.34 kg/cm^2 の時300波目で軸歪が3.2%になった。拘束圧と動的応力の比 $\sigma_{dp}/2\sigma_c'$ (σ_{dp} :動的応力, σ_c' :拘

束圧) が 0.34 の時に軸歪が 3.2% に達するまでに 300 回の載荷を要するということは、このロームの強度は繰り返し荷重によってあまり低下しないものと考えられる。

表 5 - 2 三軸試験 (CIU, $\sigma_c' = 0.5 \text{ kg/cm}^2$)

No.	1	2	3
間 隙 比	3.39	3.53	
含 水 比 (%)	124.1	129.3	
	飽 和	飽 和	不飽和
ピーク強度 (kg/cm^2)	0.85	0.94	1.22
ピーク時の歪 (%)	3.59	4.79	6.49
B 値	0.98	1.00	

背圧 $\sigma_{BP} = 2 \text{ kg/cm}^2$

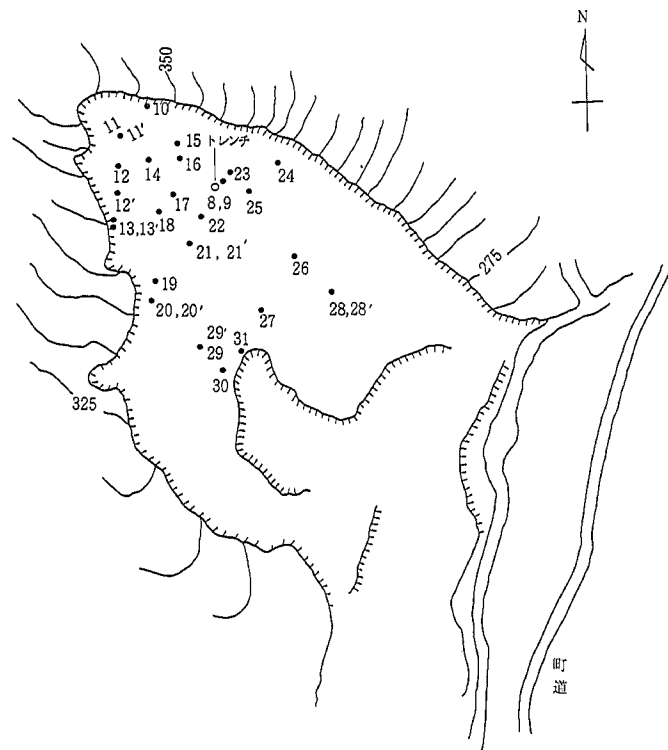


図 5-1 サウンディング実施地点 (七廻)

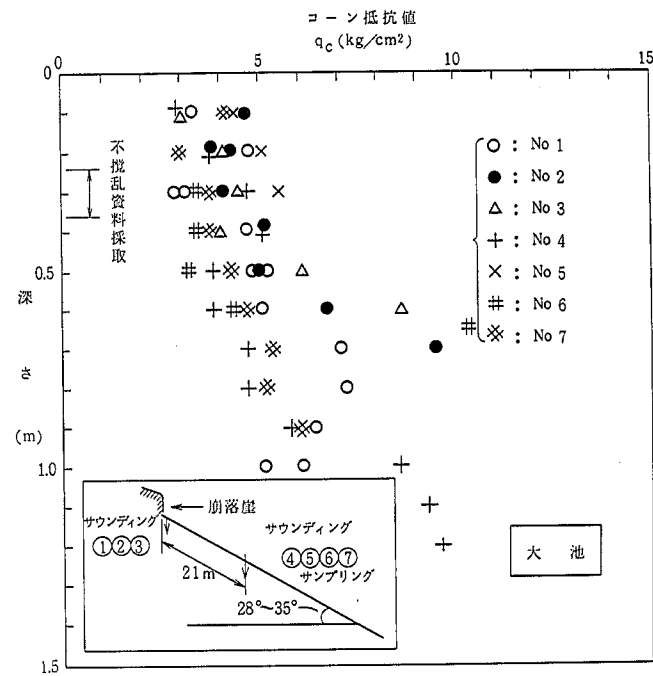


図 5-2(a)

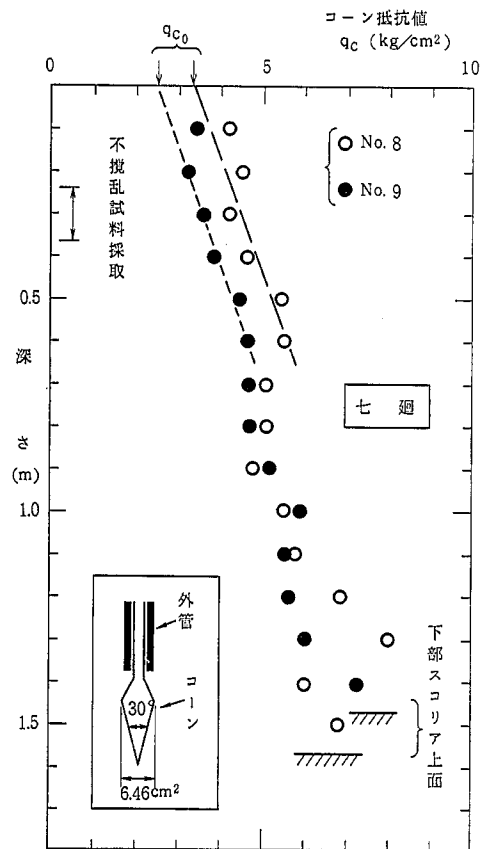


図 5 - 2 (b)

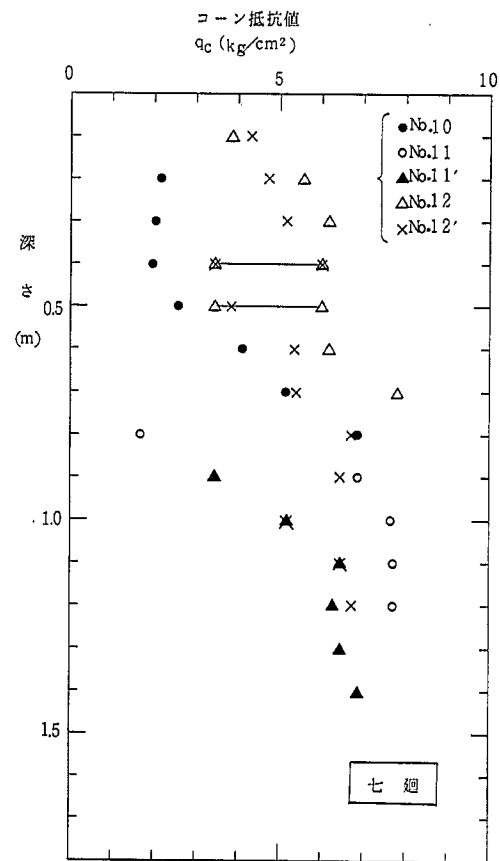


図 5 - 2 (c)

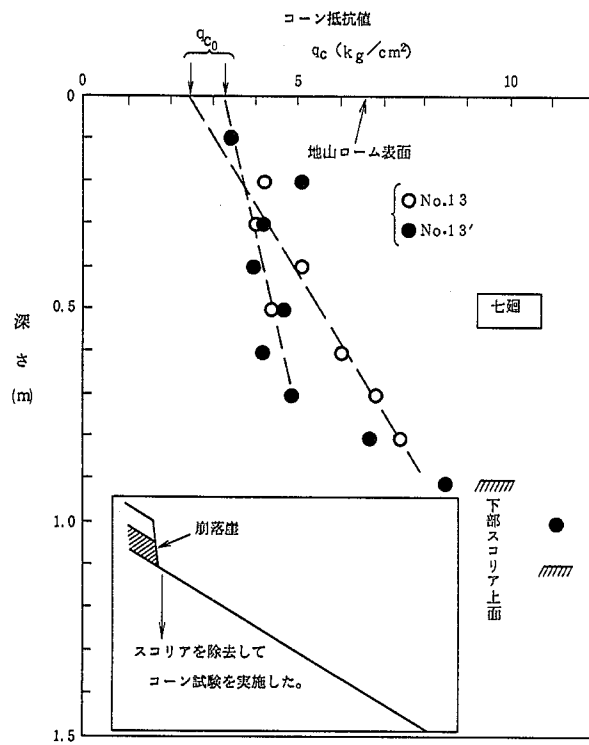


図 5 - 2 (d)

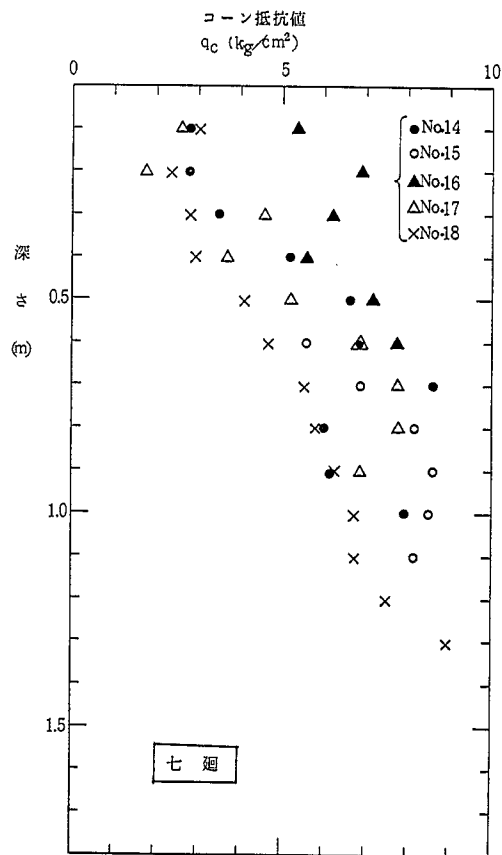


図 5 - 2 (e)

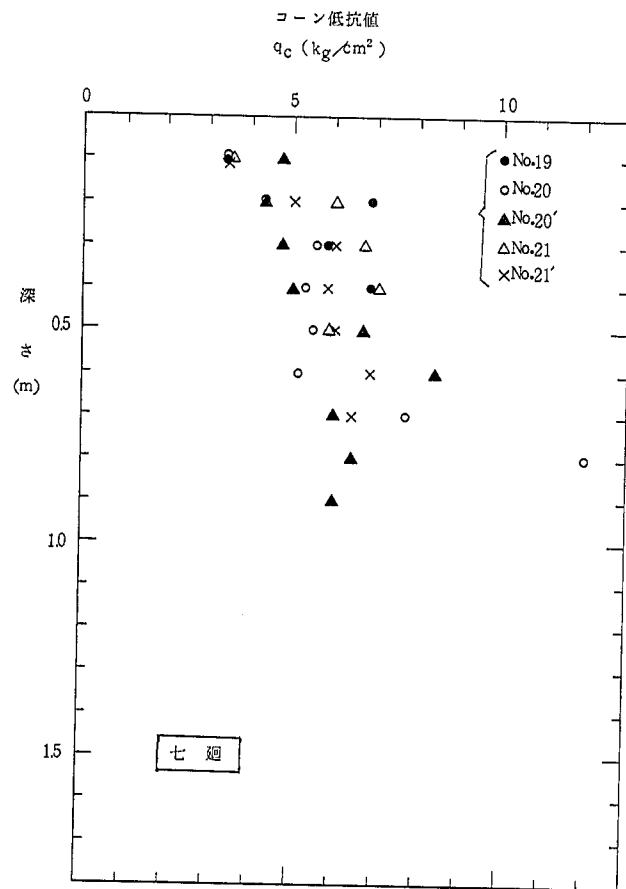


図 5 - 2 (f)

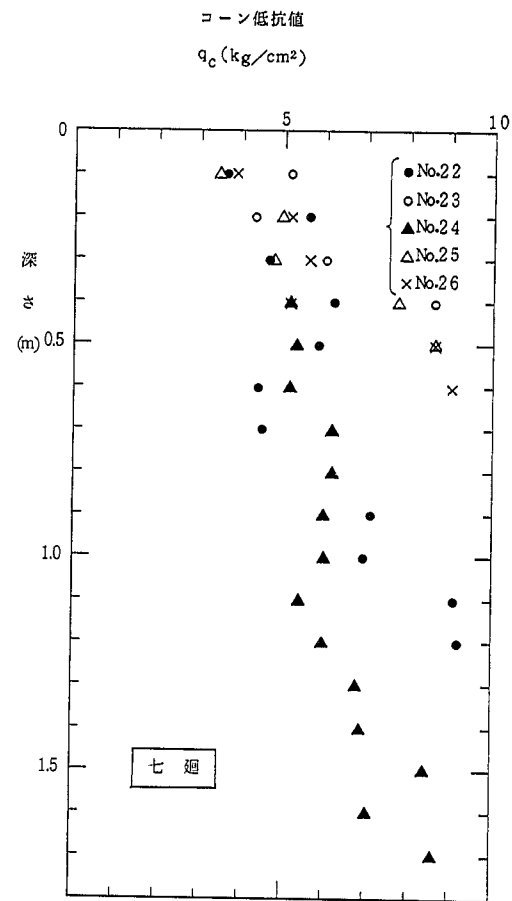


図 5 - 2 (g)

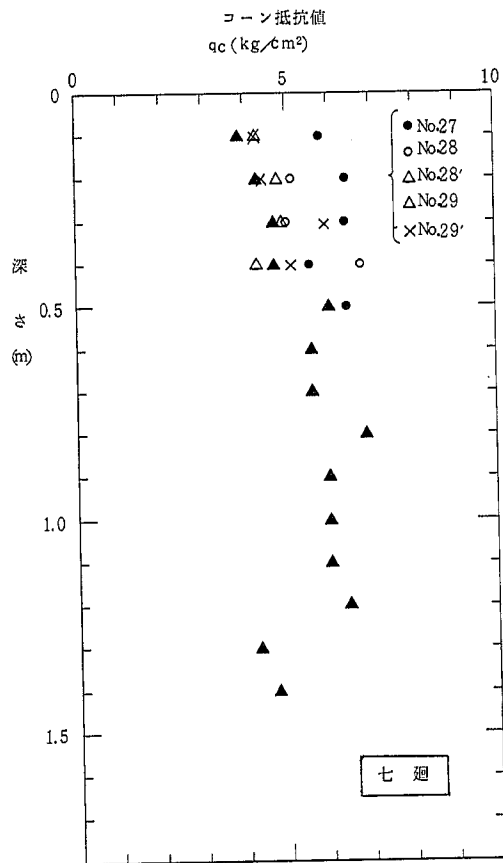


図 5 - 2 (h)

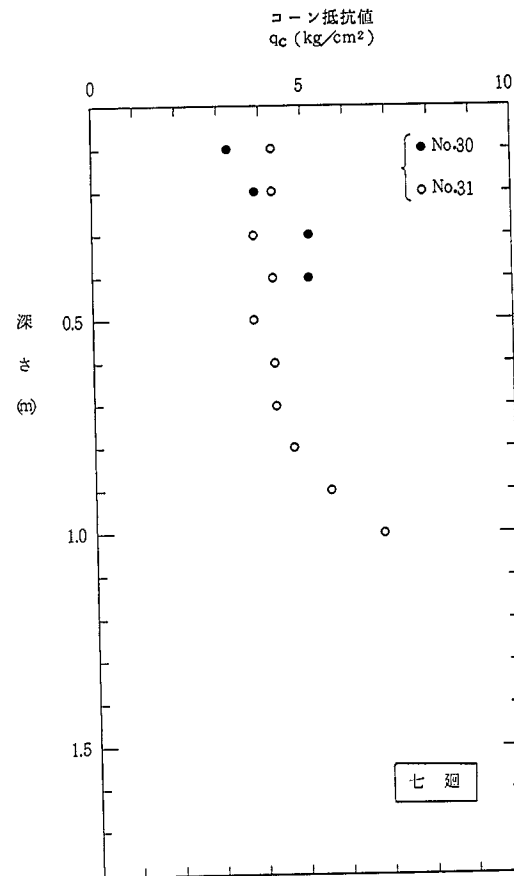
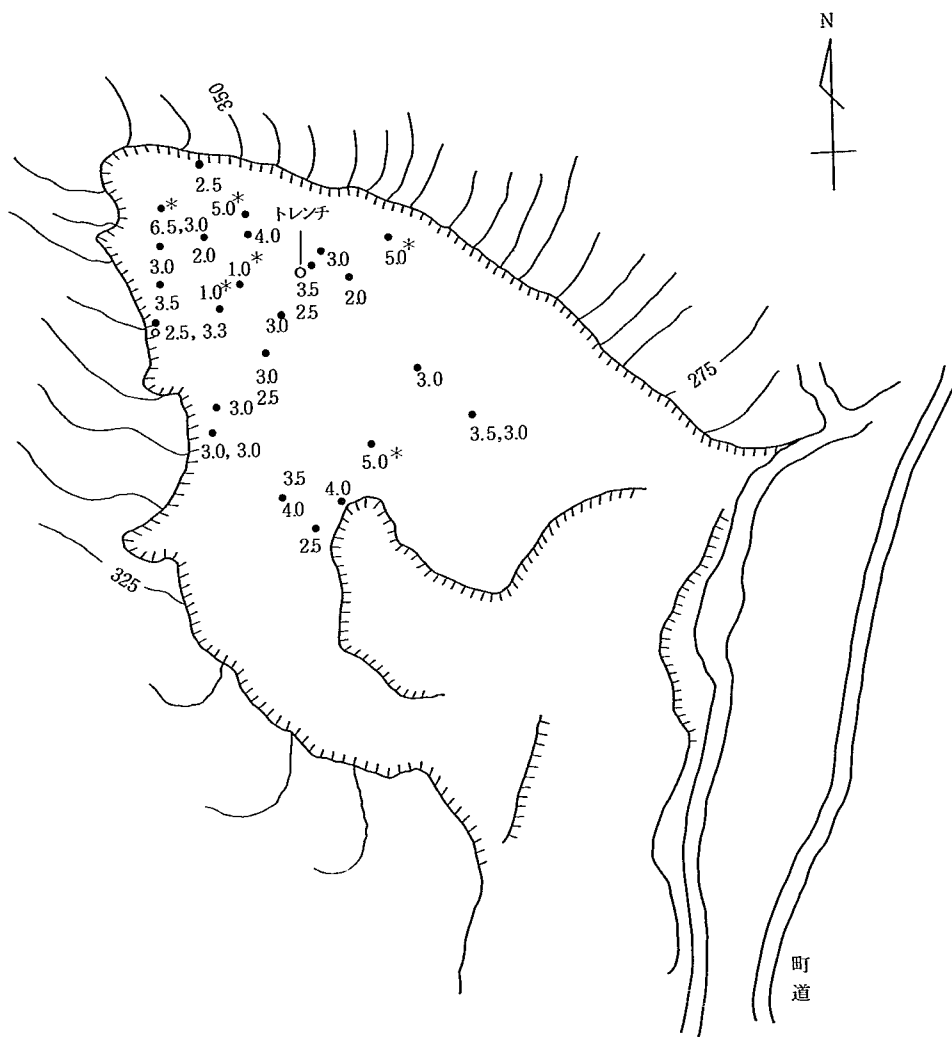


図 5 - 2 (i)



(単位は kg/cm^2)

*印のうち $50\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上の地点はすべり面がロームのかかなり深い所にあると推定される地点であり、 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ の地点はガリの中の地点である。

図 5 - 3 q_{c0} の平面分布 (七廻)

表 5-1(a) 一軸試験に用いた試料の土質定数 (七廻No.1)

供試体 No	試料の 状態	供試体寸法 (cm)		単位体積 重量 γ (g/cm ³)	含水比 w (%)	間ゲキ比 e	飽和度 S_r (%)	圧縮強さ q_u (kg/cm ²)	破壊時の ヒズミ ε (%)	変形係数 E_{50} (kg/cm ²)	鋭敏比 St
A	不攪乱	高さ	直径	1.306	129.4	3.80	92.86	0.64	3.7	30.4	4.9
B	練り返し	8.55	3.50	1.336	129.4	3.68	95.89	0.13	15.0	1.5	

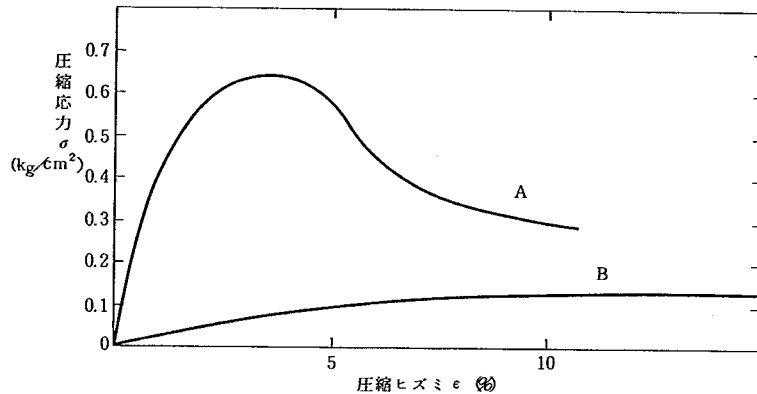


図 5-4(a) 一軸試験結果 (七廻No.1)

表 5-2(b) 一軸試験に用いた試料の土質定数 (七廻No.2)

供試体 No	試料の 状態	供試体寸法 (cm)		単位体積 重量 γ (g/cm ³)	含水比 w (%)	間ゲキ比 e	飽和度 S_r (%)	圧縮強さ q_u (kg/cm ²)	破壊時の ヒズミ ε (%)	変形係数 E_{50} (kg/cm ²)	鋭敏比 St
A	不攪乱	高さ	直径	1.348	125.4	3.56	96.06	0.64	2.3	37.4	4.9
B	練り返し	8.70	3.50	1.324	"	3.64	93.95	0.13	15.0	1.7	

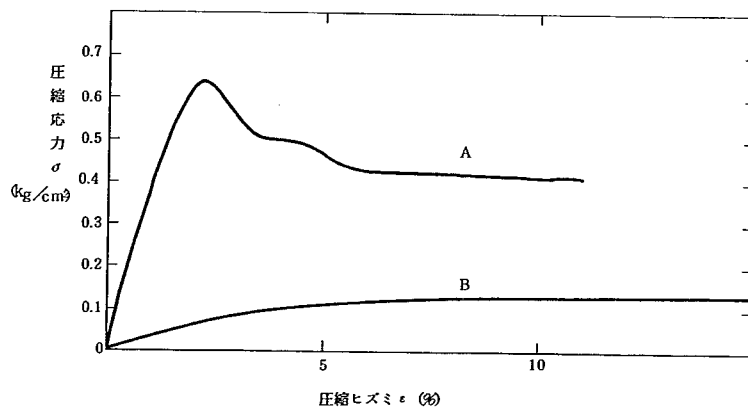


図 5-4(b) 一軸試験結果 (七廻No.2)

表 5-1(c) 一軸試験に用いた試料の土質定数 (七廻No.3)

供試体 No	試料の 状態	供試体寸法 (cm)		単位体積 重量 γ (g/cm ³)	含水比 w (%)	間ゲキ比 e	飽和度 S_r (%)	圧縮強さ q_u (kg/cm ²)	破壊時の ヒズミ ϵ (%)	変形係数 E_{50} (kg/cm ²)	鋭敏比 S_t
		高さ	直径								
A	不攪乱	7.90	3.45	1.327	120.9	3.54	93.13	0.75	2.4	492	5.4
B	練り返し	8.70	3.50	1.297	"	3.64	90.58	0.14	6.0	4.7	

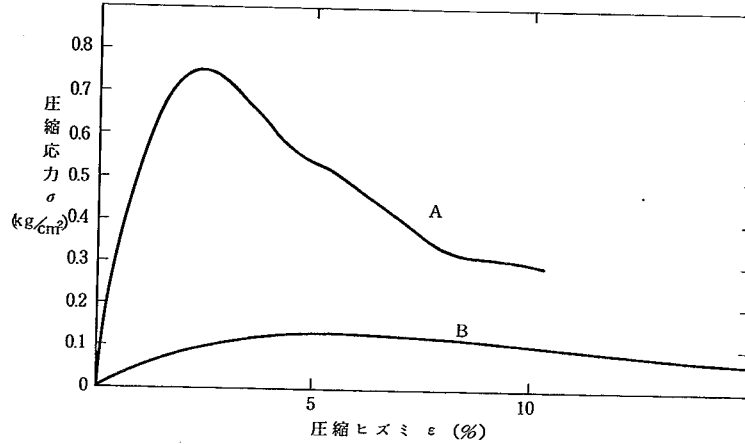


図 5-4(c) 一軸試験結果 (七廻No.3)

表 5-1(d) 一軸試験に用いた試料の土質定数 (大池No.1)

供試体 No	試料の 状態	供試体寸法 (cm)		単位体積 重量 γ (g/cm ³)	含水比 w (%)	間ゲキ比 e	飽和度 S_r (%)	圧縮強さ q_u (kg/cm ²)	破壊時の ヒズミ ϵ (%)	変形係数 E_{50} (kg/cm ²)	鋭敏比 S_t
		高さ	直径								
A	不攪乱	8.0	3.5	1.256	123.6	3.90	86.42	0.58	3.2	25.3	2.9
B	練り返し	8.6	3.5	1.272	"	3.79	88.93	0.20	2.5	9.1	
C	"	8.6	3.5	1.262	"	3.83	88.00	0.11	2.0	11.0	

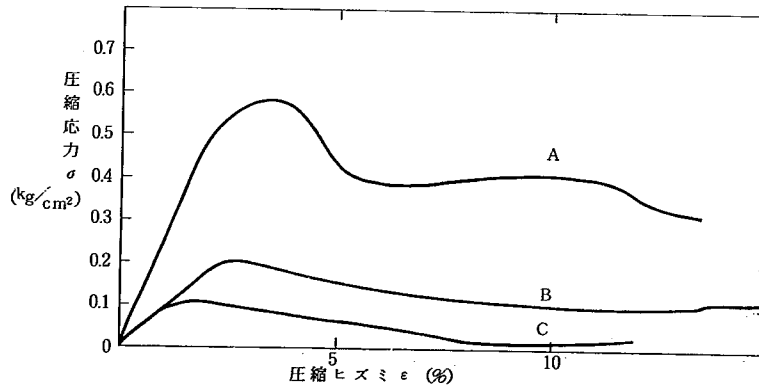


図 5-4(d) 一軸試験結果 (大池No.1)

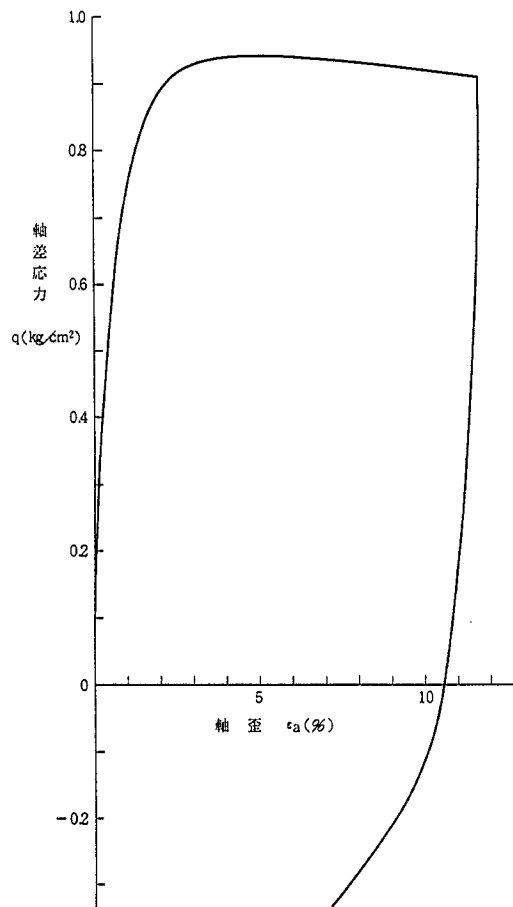


図5-5(a) ロームの応力, 歪関係(飽和, 三軸試験
 $CI\bar{U}, \sigma'_c = 0.5 \text{ kg/cm}^2, \sigma_{BP} = 2 \text{ kg/cm}^2$)

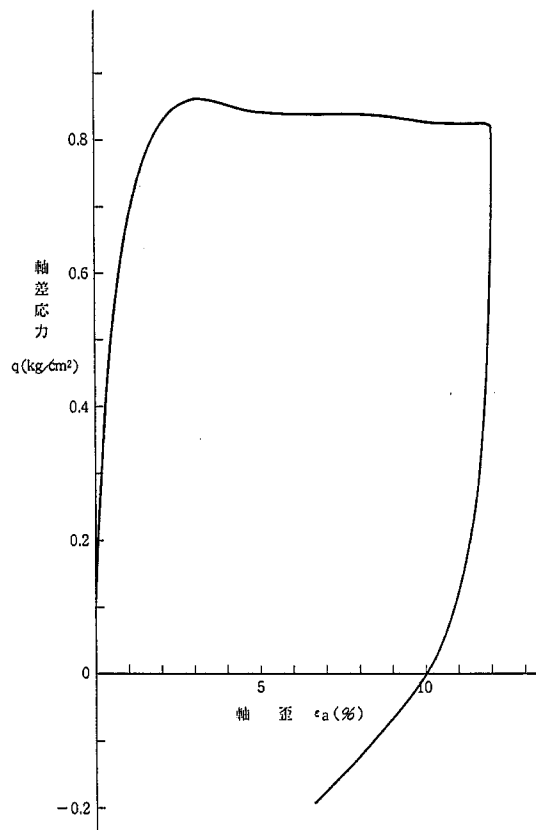


図5-5(b) ロームの応力, 歪関係(飽和, 三軸試験
 $CI\bar{U}, \sigma'_c = 0.5 \text{ kg/cm}^2, \sigma_{BP} = 2 \text{ kg/cm}^2$)

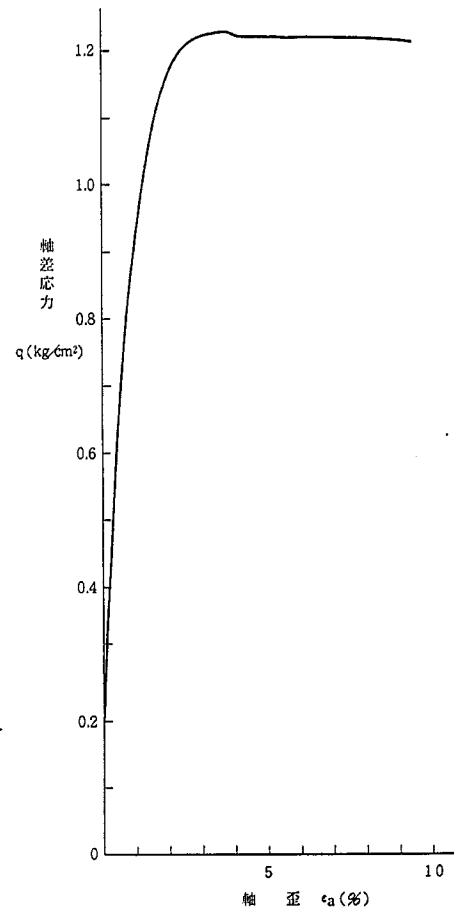


図5-5(c) ロームの応力, 歪関係(不飽和, 三軸試験
 $CI\bar{U}, \sigma'_c = 0.5 \text{ kg/cm}^2, \sigma_{BP} = 2 \text{ kg/cm}^2$)

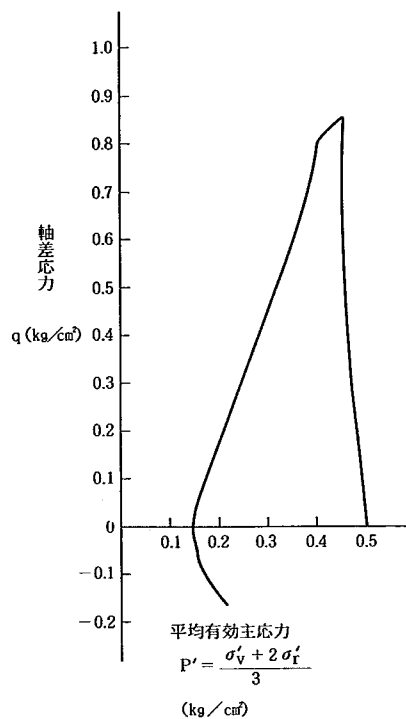
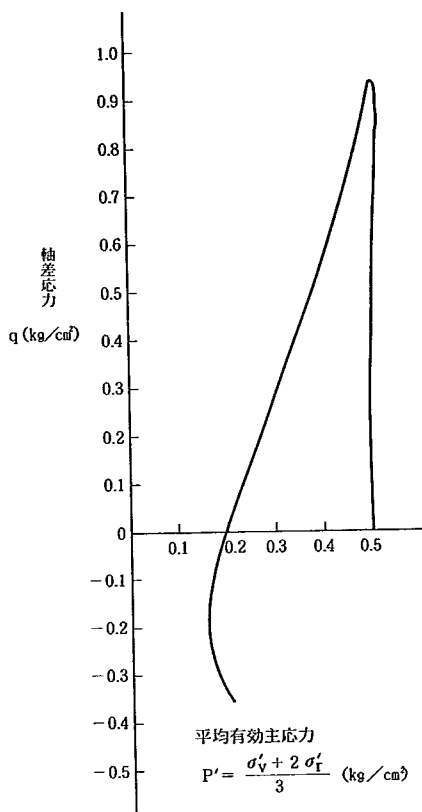


図 5-6(a) ローム(飽和)の三軸試験結果

図 5-6(b) ローム(飽和)の三軸試験結果

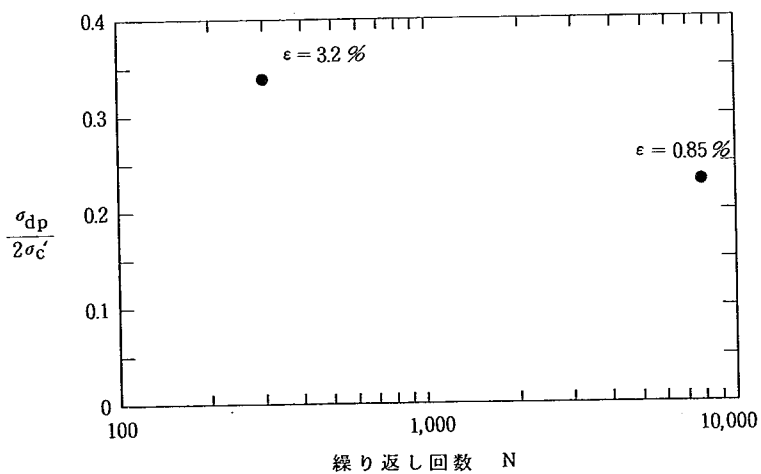


図 5-7 振動三軸試験結果

6. 斜面安定解析

6.1 解析方法

前節の土質試験結果を用いて斜面の安定解析を行なった。安定解析のフローチャートを図6-1に示す。安定解析を行なうためにはすべり面におけるせん断強度 S_{u_0} が必要であるが、今得られているのはすべり面より30cmの深さの地点のせん断強度 S_{u_s} であるので、 S_{u_s} から S_{u_0} を推定しなければならない。そのために試料採取深度におけるコーン試験の結果 q_{cs} を用いる。今次のような2つの仮定を設ける。

- ①コーン試験より得られた q_c の値は斜面崩落前後で変らない。ただし表面近くの q_c の値は乾燥のために若干大きくなっている。
 - ② q_c の深さ方向の変化と S_u の深さ方向の変化は比例する。
- これらの仮定のもとに次式より S_{u_0} を求めることができる。

$$S_{u_0} = S_{u_s} \times \frac{q_{c_0}}{q_{cs}} \quad (6-1)$$

q_{cs} の値は図5-2に示すように多少ばらつきがあるが七廻・大池共に平均値は 4 kg/cm^2 となる。 q_{c_0} は前節に述べたように表面乾燥の影響を考慮して求めた結果、七廻が平均 3.0 kg/cm^2 、大池が平均 2.5 kg/cm^2 であった。 S_{u_s} は図6-2に示すように一軸試験と三軸試験の結果より描いたモールの応力円の破壊包絡線を用いて試料採取位置における土被り圧に対応する値を求めた。

安定解析においては長大斜面のすべりを考え、すべり面は地表面に平行であると仮定した。図6-3に示すような土の要素を考え、地震力を静的水平力に換算して作用させる。

図6-3より、すべり面に沿ったせん断抵抗力 R は

$$R = S_u \cdot b \cdot \sec \theta \quad (6-2)$$

ここに S_u : せん断強度, b : 要素幅, θ : 斜面勾配
と表わされる。また図6-3の土の要素の自重および地震力のすべり面方向成分 P は次式のようになる。

$$\begin{aligned} P &= W \cdot \sin \theta + k_H W \cdot \cos \theta \\ &= \sum_i b h_i r_i \sin \theta + k_H \sum_i b h_i r_i \cos \theta \end{aligned} \quad (6-3)$$

ここに r_i : i 番目の層の単位体積重量

h_i : i 番目の層の厚さ k_H : 水平震度

従って斜面のすべりの安全率 F_s は次式のように表わされる。

$$\begin{aligned} F_s &= \frac{R}{P} \\ &= \frac{S_u \cdot b \cdot \sec \theta}{\sum_i b h_i r_i \sin \theta + k_H \sum_i b h_i r_i \cos \theta} \\ &= \frac{S_u \cdot \sec \theta}{\sum_i h_i r_i (\sin \theta + k_H \cos \theta)} \end{aligned} \quad (6-4)$$

崩壊した土の厚さは地すべり地内で必ずしも一定ではないが、代表的なケースについて計算を行な

った。また水平震度 k_H は不明であるのでパラメーターとした。

6.2 解析結果

図6-4, 6-5は図中に示す層構造に対する安全率と k_H の関係を示している。現場の θ の値もある範囲をもっているので、最小と最大の θ について計算を行なった。図6-4より七廻については k_H が0.4時に F_s が1となっている。

川島等⁶⁾による墓石の転倒状況調査によると見高入谷付近の合震度 $k (= k_H / (1 - k_v))$ は約0.5となっている。従って k_H が0.4という値は瞬間的には起り得る大きさであると考えられる。従ってここに述べたような計算方法はかなりの妥当性をもっているといえる。図6-5は大池についての計算結果であり、 k_H が0.5の時に F_s が1になっている。 k_H が0.5という値は少し大きい、これは崩壊の厚さを少なく見積っているためと思われる。図6-6はすべり面より上の土の厚さが薄い場合の計算結果を示しており、厚さが薄くなると安全率は大きくなることを示している。今回の計算において崩壊の厚さが F_s に大きな影響をもっていることがわかった。

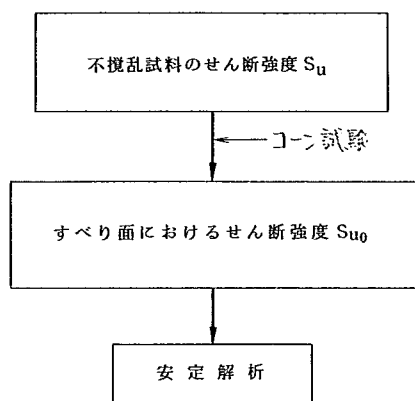


図 6 - 1 解析フローチャート

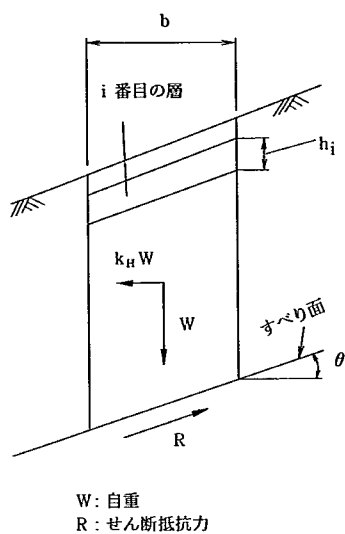


図 6 - 3 安定解析

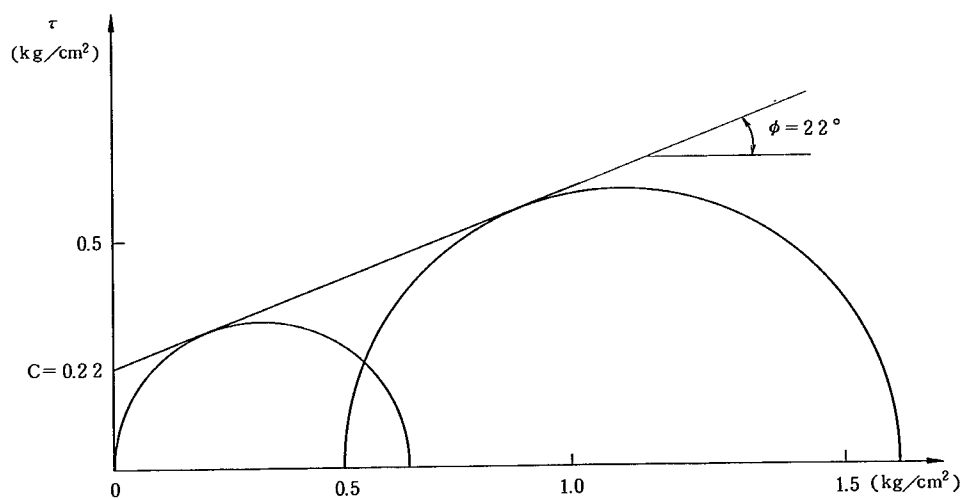


図 6 - 2 ロームのモール飽絡線

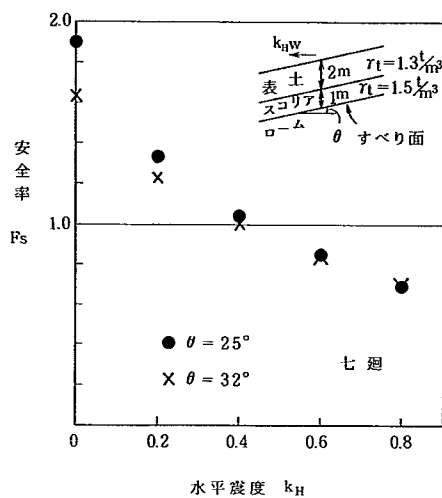


図 6-4 安定解析結果

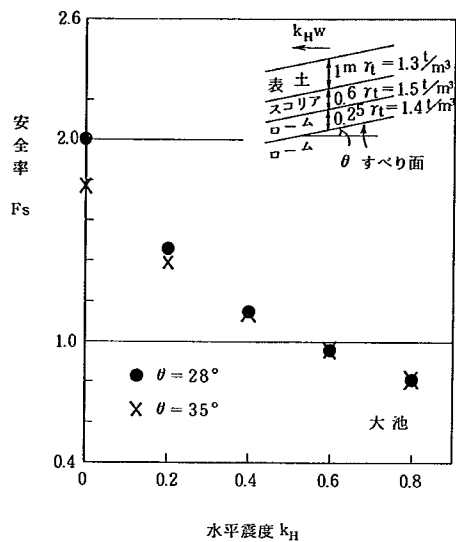


図 6-5 安定解析結果

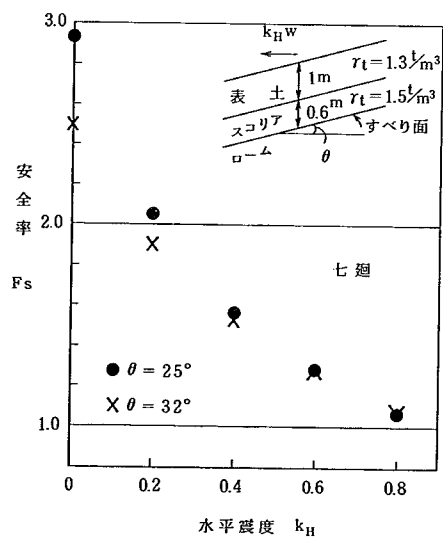


図 6-6 安定解析結果

7. 結 論

不攪乱試料による一軸・三軸試験結果および現場コーン試験結果よりすべり面のせん断強度を推定し、斜面の安定解析を行なうことにより、地震時の斜面の安全率が1となる水平震度を求め、妥当な値を得た。この方法をさらに改良すれば実用化できるものと思われる。ここで用いた方法の問題点として土のせん断強度に対する動的影響およびすべりの流動的形態を考えていないことがあげられるが、これは今後の課題としたい。

参 考 文 献

- 1) 土木研究所 1978 年伊豆大島近海の地震災害調査団, “ 1978 年伊豆大島近海地震調査概要, ” 土木研究所資料第 1346 号, 1978
- 2) 土木研究所第 1 次調査団, “ 伊豆大島近海の地震被害調査報告, ” 土木技術資料 Vol. 20, No. 4, pp. 46~53, 1978
- 3) 昭和52年度文部省科学研究費 自然災害科学特別研究(1), “ 1978 年伊豆大島近海の地震による災害の総合的調査研究報告, ” 1978
- 4) 谷口栄一, 龍岡文夫, 大草重康, 大河内保彦, “ 1978 年 1 月 14 日伊豆大島近海の地震による見高入谷の斜面崩壊の考察, ” 第 15 回自然災害科学総合シンポジウム講演論文集, pp. 55~58, 1978
- 5) 国土問題研究会, 新建築家技術集団, 地学団体研究会, 日本科学者会議編, “ 伊豆の地震災害「1978 年伊豆大島近海の地震」共同調査報告書, ” 1978
- 6) 大橋昭光, 岩崎敏男, 川島一彦, “ 墓石の転倒状況から見た 1978 年 1 月伊豆大島近海の地震による地震動強度の推定, ” 土木研究所資料第 1399 号, 1978