

豪雨時における斜面崩壊のメカニズムと危険度予測

4. 危険度の高い斜面抽出法(その2)

寺 田 秀 樹 (てらだ ひてき) 国土交通省国土技術政策総合研究所

# 4.4 崩壊規模の予測と被災範囲

## 441 崩壊土砂の到達範囲

崖崩れによる崩壊土砂の到達範囲を知ることは、崖崩れ災害の被害を防止軽減するために重要な要素の一つである。崖崩れによる崩壊土砂の到達範囲を知ることがてきれば、崩壊発生の危険がある時期に、その範囲から避難をすることて、安全を確保することができる。さらに、危険な範囲の土地利用を規制することで、崖崩れによる災害の発生を未然に防止することがてきる。このため、これまでも多くの研究が行われてきた。

反町<sup>1)</sup>は、昭和47年から49年に発生した601個の崖崩 れを対象に、崖の下端からの崩壊土砂の流下距離を調べ た。その結果、流下距離の平均値は12 m で、崖崩れの 2/3 は10 m 以下てあること、斜面の傾斜角が急になる ほど流下距離の平均値は短くなることを示した。また、 流下距離と崩壊高(崖下から崩壊地の最上部まての直高) の関係て見ると流下距離/崩壊高の値が3を超えるも のはほとんどないこと、1 以下の発生割合が80%以上で あること、1.5を超えるものは傾斜角35度から50度の範 囲に分布することを示した。このことから、崖の下端か ら斜面高さの分だけ離れると、崩壊土砂により被災する 確率は20%に満たなくなるとした。

昭和47年から平成9年まての崖崩れ災害の実態の調 査結果(門間ほか,1999)によると,崩土の到達距離 は,10m未満が76%で,98%が50m未満であった。ま た,崩壊高さの1倍以内が84%,2倍以内が97%となっ ている<sup>2)</sup>。

森脇<sup>3</sup>は、実験室規模から巨大崩壊まで10<sup>0</sup>から10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> の広い範囲の崩壊土砂量をもつ崩壊事例を対象に、見か けの動摩擦係数として考えた流下高(崩壊源の最上端と 崩土の先端との比高)/到達距離(崩壊源の最上端と崩 土の先端との水平距離)の比を調べた。その結果、流下 高/到達距離の値は静止摩擦係数と考えられる斜面勾配 や崩壊土砂量と比例関係にあることを示した。すなわち、 斜面勾配が緩くなると、また崩壊土砂量が多くなると、 流下高と到達距離の比は小さくなる。さらに、斜面勾配 との比例関係式を用いて、崩土の到達距離の予測方法を 示している。

芦田ら<sup>4)</sup>は崩土の流下に際し、土塊の駆動力として見 かけの質量に働く重力の斜面方向の成分ならびに土塊と 表面流の相対速度に起因する力を考え、抵抗力としては、 荒木繁幸(あらき しけゆき) ㈱ダイヤコンサルタント関西支社



図-47 急傾斜地崩壊危険箇所の被害想定区域

有効応力と摩擦係数の積て表される固体摩擦と土塊と斜 面の境界における流体のせん断に起因し,流速の2乗 に比例する流体摩擦を考えた運動方程式を導いている。 さらに,斜面上の滑動距離が長くなると,駆動力と抵抗 力が釣り合い定常速度をもつことや,斜面下端からの停 止距離は,上部斜面の傾斜角,斜面下端からの停止斜面 の傾斜角などに依存することを示した。

#### 4.4.2 危険区域の設定

4.4.1 ては、危険区域の設定に必要な崩壊土砂の到達 範囲などについて、経験的手法や数値計算手法のうち代 表的な手法を紹介した。実際の危険区域の設定に際して は、区域設定の目的などに応じて、適切と考えられる手 法を選定することになる。

危険区域には,範囲のみが示される場合と範囲内て作 用する力の大きさや高さなど危険性の度合いを量的に示 す場合とがある。以下に,現在行政で用いられている例 を示す。

(1) 急傾斜地崩壊危険箇所における想定被害区域

急傾斜地崩壊危険箇所(いわゆる, 崖崩れの危険箇所) における想定被害範囲は,前述した崖崩れ災害の実態な どから,崖地下端からおおむね50 m を限度として,斜 面高さのおおむね2倍以内とされている。この範囲は, 崩壊土砂が到達する可能性のあるおおむね最大の範囲を 示していると言える。なお,急傾斜地崩壊危険箇所の対 象となる斜面の高さは5 m 以上,斜面の傾斜角は30度 以上となっている(図-47)。

(2) 土砂災害防止法による警戒区域等

平成11年の梅雨前線豪雨による広島災害では新興住 宅地などで死者24名もの甚大な被害が生じたことから,

69





図-48 警戒区域 特別警戒区域の概念図

総合的な土砂災害対策が検討され,平成13年4月には, 「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進 に関する法律(以下,「土砂災害防止法」という)」が施 行されている。

この法律ては,被害を受ける恐れのある区域(警戒区 域)を指定した上て,①警戒避難体制の整備を行うとと もに,警戒区域のうち家屋に損壊か生しるなど特に著し い被害を受ける恐れのある区域を特別警戒区域に指定し, ②特定の開発行為に対する許可制(宅地分譲や災害弱者 関連施設の建築等),③建築物の構造の規制,④建築物 の移転等の勧告を行うことにより被害の発生を軽减しよ うとしている。つまり,崖崩れ自体を防ぐのてはなく, 警戒避難と被災対象となる住宅の立地の抑制等により災 害の発生を防止軽减しようとするものてあり,危険斜面 に対して対策工を施工するようなハード的対応に対して, 警戒避難や規制によるソフト的な対応と言える。

したかって、崖崩れにより被害か生じる恐れのある区域(警戒区域)を設定するとともに、さらに、警戒区域のうち、建築物に損壊等の被害か生じる可能性か高い区域(特別警戒区域)を設定することになる(図-48)。

ます,警戒区域は,従来の崖崩れによる被害実態調査 により把握されている被害範囲から,そのほとんとが包 含される範囲として設定されている。具体的には従来の 被害想定区域と同様て,崖地の高さの2倍かつ崖地の 下端から50m以内の範囲てある。

一方,特別警戒区域の指定にあたっては,建築物に損 壊が生しる範囲を設定する必要があることから,崖崩れ によって生した崩壊土砂の移動などにより建築物に作用 する力の大きさを示す必要がある。

このため、国土交通省により告示された方法ては、崩 壊土砂の移動によって作用する力は、先に述べた芦田ら の方法などを基に、また、崩壊土砂の堆積によって建築 物に作用する力は主働土圧として、斜面下端からの距離 に応じて示すこととしている<sup>5)</sup>。以下に国土交通省告示 第332号(平成13年3月28日)より急傾斜地の崩壊に伴 う土石等の項目を抜粋して示す。

① 移動による力 (F<sub>sm</sub>) の算出式

急傾斜地の崩壊の移動力による力(F<sub>sm</sub>)は次式に従

い計算する。

$$F_{\rm sm} = \rho_{\rm m}gh_{\rm sm} \left[ \left\{ \frac{b_{\rm u}}{a} \left( 1 - \exp\left( -2aH/h_{\rm sm}\sin\theta_{\rm u} \right) \right) \right. \\ \left. \times \cos^2\left(\theta_{\rm u} - \theta_{\rm d}\right) \right\} \exp\left( -2ax/h_{\rm sm} \right) \\ \left. + \frac{b_{\rm d}}{a} \left( 1 - \exp\left( -2ax/h_{\rm sm} \right) \right) \right]$$
(4.6)

上式における変数は以下のとおりてある。

$$a = \frac{2}{(\sigma - 1)c + 1} f_{b}$$

$$b_{u} = \cos \theta_{u} \left\{ \tan \theta_{u} - \frac{(\sigma - 1)c}{(\sigma - 1)c + 1} \tan \phi \right\}$$

$$b_{d} = \cos \theta_{d} \left\{ \tan \theta_{d} - \frac{(\sigma - 1)c}{(\sigma - 1)c + 1} \tan \phi \right\}$$

- F<sub>sm</sub>
   急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動により建築物の地上部分に作用すると想定される力の大きさ(単位 1 m<sup>2</sup> につき kN)
- *b*<sub>u</sub>, *b*<sub>d</sub> 定義式に含まれる θ にそれそれ θ<sub>u</sub>, θ<sub>d</sub> を代入 した値
- x 急傾斜地の下端からの水平距離(単位 m)
- H 急傾斜地の高さ(単位 m)
- h<sub>sm</sub>
   急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動の高さ

   (単位 m)
- θ 傾斜度(単位 度)
- θ<sub>u</sub> . 傾斜地の傾斜度(単位 度)
- θ<sub>d</sub> 当該傾斜地の下端から平坦部の傾斜度(単位度)
- $\rho_{\rm m}$ 土石等の密度(単位  $1 \, {\rm m}^3$ につきt)
- *g* 重力加速度
- σ
   急傾斜地の崩壊に伴う土石等の比重
- c 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の容積濃度
- f<sub>b</sub> 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の流体抵抗係数

準積による力(F<sub>sa</sub>)の算出式

急傾斜地の崩壊の堆積力による力(F<sub>sa</sub>)は次式に従い計算する。

$$F_{sa} = \frac{\gamma h \cos^2 \phi}{\cos \delta \{1 + \sqrt{\sin(\phi + \delta)} \sin \phi / \cos \delta\}^2}$$
(4 7)

- Fsa
   急傾斜地の崩壊に伴う土石等の堆積により建築

   物に作用すると想定される力の大きさ(単位 1

   m<sup>2</sup> につき kN)
- h 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の堆積の高さ(単
   位 m)
- ◆ 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の堆積時の内部摩 擦角(単位 度)
- δ 建築物の壁面摩擦角(単位 度)
- ③ 通常の建築物の耐力の設定

移動の力に対する通常の建築物の耐力(P<sub>1</sub>)は次の

講 座

式て計算する。

$$P_1 = \frac{35\ 3}{H_1(5\ 6 - H_1)} \tag{48}$$

- *P*<sub>1</sub> 移動の力に対する通常の建築物の耐力(単位 1 m<sup>3</sup>につき kN)
- H<sub>1</sub>:急傾斜地の崩壊に伴う土砂等の移動により力が 通常の建築物に作用する場合の土石等の高さ (単位 m)

また,堆積の力に対する通常の建築物の耐力(W<sub>1</sub>) は次式により計算する。

$$W_1 = \frac{1060}{H_2(84 - H_2)} \tag{49}$$

- W<sub>1</sub>・堆積の力に対する通常の建築物の耐力(単位 1 m<sup>3</sup>につき kN)
- H2 急傾斜地の崩壊に伴う土砂等の堆積により力が
   通常の建築物に作用する場合の土石等の高さ
   (単位 m)

この計算結果から,移動による力( $F_{sm}$ )が移動の力 に対する建築物の耐力( $P_1$ )を上回る範囲,および堆 積による力( $F_{sa}$ )が堆積の力に対する建築物の耐力 ( $W_1$ )を上回る土地の範囲を特別警戒区域として設定す ることとなる。

## 4.5 危険度の図上および原位置(簡易)調査法

崩壊の予知,予測を行うためには危険となる斜面の絞 り込みが必要てあるが,広範囲における崩壊場所の予測 は航空写真や地形図等の既存資料を用いて図上による判 定が有効となる。一方,ある程度絞り込まれた範囲から 崩壊の規模等の予測を実施するためには,実際に現地に 出向いて行う原位置調査が有効となる。ここては,それ ぞれの代表的なものについての調査手法および活用方法 について述べる。

- 4.5.1 図上による調査
- (1) 既存資料の収集

既存資料による調査は表—47に示すように地形図, 地質図,航空写真,衛星写真を利用して,主に,地形, 植生,土地利用状況,崩壊を起こしやすい地質,地質構 造,湧水状況に着目し,崩壊の可能性を検討することに なる。地形図は国土交通省国土地理院発行の1/50000, 1/25000地形図が最も一般的であるが,これ以外に国土 基本図や山間部においては森林基本図(1/5000)があ る<sup>6)</sup>。

地質図は各種の地質や断層,地層の褶曲,走行,傾斜 を示している図であり,主に地質調査所から発行されて いる。これらの地質図は縮尺が小さく詳細な地質分布の 把握は難しいが,大まかな分布傾向はわかるため,崩壊 予測の有効な手段となる。

空中写真は表-48に示すように古くは米軍が撮影し た写真から国土地理院で発行されている最近撮影された 写真まで各年代毎にあり、年々の斜面の変化を調べるの に有効である。また、空中写真と同様にリモートセンシ ング技術として衛星写真(データ)を斜面崩壊に利用す

表-47 使用する主な既存資料

資 料	備考
地 形 図	国土地理院発行 都市計画図等
地 質 図	地質調査所発行 各自冶体発行
土地利用 <b>区</b> 土地条件図	土地利用状况や地形分類
航 空 写 真	国土地理院発行
衛 星 写 真 LANDSAT, IKONOS 等	(朝)リモートセンシング技術センター
その他	災害記録,降而データ等

表-48 空中写真の種類と入手先

空中写真の種類	入 手 先
全国の白黒写真 縮尺 1/20 000~1/40 000	財日本地図センター
全国のカラー写真 縮尺 1/8 000~1/15 000	財日本地図センター
山地部の白黒写真	(出)日本林業技術センター
米軍の白黒写真 (1946年~1948年撮影) 縮尺 1/10 000~1/40 000	㈱日本地図センター

表-49 既存資料の着眼点

既存資料	着眼点
地 形 図	崩壊跡地,リニヤメント 傾斜変換線,崖錐地形 集水地形,小起伏面 沼 湿地帯
地 質 図	概略の地質分布、地質構造
土地条件区	崩壞跡地
土地利用区	植生の分布状况、伐採地
航空写真	崩壊跡地,リニヤメント 傾斜変換線,崖錐地形 小起伏面,沼 显地帯 概略の地質分布,地質構造 集水地形,地表水の状况 植生の分布状况,伐採地
衛星写真	崩壊跡地,リニヤメント 傾斜変換線,崖錐地形 小起伏面,沼 湿地帯 概略の地質分布 地質構造,地表水の状況 植生の分布状况,伐採地

る試みが行われている。基本的な原理は、人工衛星に搭 載されたセンサーによって人間の目でとらえられない反 射光を光の波長別にとらえてその特徴から地表の物質を 推定するものてあり、植物や土質、水などの識別が可能 であり、崩壊箇所を記入した地形図と重ね合わせること により、今後、崩壊の可能性のある場所の特定ができる こととなる。また、人工衛星は一定周期て同一場所の衛 星写真を撮影するため、経時的な変化も検討でき、今後、

### 講 座

崩壊斜面の特定に有効な手段となり得る可能性かあると 考えられる。

(2) 既存資料の着目点

既存資料の整理にあたっては,表一49に示すような 点に着目して崩壊の可能性のある場所の予測を行う<sup>7)</sup>。

崩壊跡地は周辺と異なる植生を示すことから判定がて き、崩壊跡地が多い場所ては新たな崩壊の可能性がある と言える。崖錐地形は上方やや凸て30~40度の傾斜を もつ地形が多く、風化して落下した岩石が、緩い状態て 堆積したものて、空隙か多く透水性が大きいため崩壊し やすい。傾斜変換線は斜面勾配が急変するところて、侵 食領域と堆積領域の境界となっており、特に遷急線は開 析前線と呼はれ崩壊が生しやすい。また、0次谷や山ひ だと呼ばれるような集水地形ては崩壊の原因となる水が 集まりやすく注意が必要てある。湖沼の分布状况は地下 水の情報てある。このように、既存資料からある程度の 崩壊に関する情報を得ることが可能てある。

## 452 原位置(簡易)調査手法

(1) 現地踏査

既存資料により広域的な範囲て得られたマクロ的な情 報を現地て確認したり,崩壊が予測された範囲や斜面て の原位置調査を実施する場合に最も基本となる調査か現 地踏査てある。

現地踏査は法面の変状,岩盤の風化状况,地質構造, 詳細な不安定地形の確認等に基ついて,より詳細な斜面 安定度の検討を実施するための基礎資料とする。

現地踏査ては、現地において崩壊に関する要因につい て詳細に調査するものて表-4 10に調査項目とその着目 点としてまとめて示した。調査結果は平面図や断面図と してまとめる。使用する図面の縮尺としては1/2 500~ 1/5 000以上の図面を用いることが望ましい。また、現 地ての写真はその撮影位置とともに撮影方向についても 同時に記入しておくのか望ましい。

(2) 斜面崩壊の予側に必要な要因とその調査法

斜面崩壊(主に表層崩壊)は一般的に素因として地質, 地形,土質,植生等があり,誘因として降雨や地震があ る。降雨崩壊に関係する要因のうち,との要因が斜面崩 壊に最も影響があるかを検討するため,図-49に示す ような無限長斜面形の安定計算式を用いて検討されてい るものがある<sup>8)</sup>。計算式を式(410)に示した。この式に は上記の要因が含まれており,要因のばらつきによる安 全率の値の変動を調べ,変動が大きいほどその要因が安 全率に及ほす影響が大きいものと考え,図-410に示す ような感度分析曲線を求めている。この中て曲線の傾き の大きい要素のものは中央値の安全率に対して感度の大 きいことを意味する。ここて変化させた定数は $\phi$ ,  $C_r$ ,  $C_s$ ,  $\beta$ , h, H てあり,  $\mathcal{E}$ の中央値は $\phi$ =30°  $C_r$ =25 kN/m<sup>2</sup>,  $\beta$ =30°, h=05 m, H=10 m てある。

$\Gamma_{-}$	$C_{\rm s} + C_{\rm s}$	$r + \{q_0 + $	$(\gamma_{\rm sat} - \gamma)$	$_{w})(h-z)$	$+\gamma_{t}(H-I)$	h) $\left\{ \cos^2 \beta \right\}$	tan ¢
I' -	_	$\{q_0 +$	$\gamma_{\rm sat}(h-z)$	$+\gamma_{\rm t}(H)$	(-h) sin	$\cos \beta$	

 $(4\ 10)$ 

ここに,

17	C
	1
1.	_

### 表-4 10 現地踏査の着目点

調查項目	着眼点
地 形	不安定地形の確認 徴地形の詳細状况 傾斜変換線の詳細情報
地 質	地質構成とその境界 層理,節理,断層の方向等
地山の工学的性質	層理,節理の開口度とその分布 風化の深さと硬軟 岩の強度およひ膨潤性 土砂部分における粒度構成
地下水状况	地下水の集水状况 勇水の位置と量 招,ため他の位置と規模の確認 透水層の状况
植生の状況	植生の種類 根曲かりの有無 伐採跡地等
その他	周辺の崩壊跡地の状况 (原因,規模,亀裂等の状況) 去面防護工等の状况



図-4 9 無限長斜面安定解析モテル8)

- F 安全率
- *C*。 地下水位下の粘着力
- Cr 根茎による見かけの粘着力
- y<sub>sat</sub> 土の飽和重量
- yt 土の湿潤単位体積重量
- γw 水の単位体積重量
- H 基岩面からの表土層厚
- h 基岩面からの地下水位
- *z* 基岩面からすべり面まての高さ(0とする)
- β 斜面勾配(基岩)
- *q*<sub>0</sub> 植生による上載圧

この図から安全率に大きく影響する要因は $\beta$ , H,  $C_{s}$ ,

 $h, \phi, C_r の順となり土質定数値 <math>C_s や \phi$ に比べ,斜面勾 配 $\beta$ や表土層厚Hが安全率に対する影響度がはるかに 大きいことがわかる。このことから現地ての調査ては正



図-4 10 無限長斜面安定解析における各要因8)

しい斜面形状(断面測量)と表土層厚の把握に重点を置 くべきであり,以下に斜面勾配を調査するための断面形 測量と表土層厚の調査方法について示した。

#### 1) 断面形測量

断面形測量はレベル等の光学的器具を用いて測量され ることが多いが、簡易的にはポールを用いて行う場合も ある。解析等の精度を考慮すると水平距離2m程度毎 に測量するのが望ましい。精度によっては空中写真を用 いることも可能であるが、樹木の影響を受けるため、実 際の斜面状況と異なる場合があり、できるだけ冬季の撮 影時期のものを採用するのが望ましい。

2) 表土層厚の調査

表土層厚を求める調査にはボーリング、サウンディン グ,物理探査等の手法がある。表-4 11に各種調査法を 示す。上記のように,表土層厚を求める方法は多数あり, それそれ得られる精度や成果内容が異なる。物理探査は データのサンプリング間隔が標準5m程度となってお り、解析の精度も比較的厚い地層を区分するのに適して いる。表土層厚が厚い場合や表土層内に玉石のような硬 質な物質が含まれている場合は機械ボーリングによる方 法が最適であるが、大がかりとなって経費がかかる。こ れに対して対象とする表層厚さが2~3m程度で, 土層 が緩ければ簡易に良い精度で表土層厚を求めることがで きるのが簡易動的コーン貫入試験である。簡易動的コー ン貫入試験は通称「簡易貫入試験」と呼ばれることもあ る試験で、図-4.11に示すような単純な構造の試験機て ある<sup>9)</sup>。原理は5kgのおもりを50cmの高さから落下さ せ10 cm 貫入させるのに必要な落下回数 Nc を求めるも のである。

図一4 12は表層崩壊が発生すると予測される斜面ての 調査結果のまとめ方を示している。ある深度から*N*<sub>c</sub>が 急激に大きくなっており、この深度までが表土層と考え られ、このような深度を結んで表土層厚断面図を作成す

November, 2003

表-4 11 表土層厚を調へる方法

調査	手 佉	特徴およひ成果
施理您本	弾性皮探査	地層の硬軟
初理休宜	電気探査	含水状况
+ 112/2	機械ホーリング	<b>深部調査(動力)</b>
ホーリング	ハンドオーカー	浅部調査(人力)
	標準貫入試験	ボーリンクと同時に実施
サウンティング	スウェーデン式 サウンディング	100 kg のおもりが必要
	簡易動的 コーン貫入試験	5 kg のおもりて可能



図-4 11 簡易動的コーン貫入試験機

ることができる。また、実際の斜面で適用された例として六甲山系の花崗岩地帯において $N_c$ とその他の試験値との比較がなされており、六甲山系における表土層は $N_c < 12$ てあることが多いことが報告されている<sup>10)</sup> (表 -4 12)。

このように簡易動的コーン貫入試験は、表土層の層厚 を確認できるだけてなく、その他の土質試験を併用して 実施すれば、 $N_c$ 値と工学的性質の対比が明らかとなる。 このため、簡易動的コーン貫入試験を面的に実施すれば、 工学的性質の面的な分布が把握できるというような幅広 い利用方法も考えられる。

#### 参考文献

- 反町雄二 崩壊土砂の流下距離,土木技術資料,Vol 19,No 10,pp 37~42,1977
- 2) 門間敬一 千田容嗣 毎老原和重 かけ崩れ災害の実態, 土木研究所資料,3651号,pp 180,1999
- 3) 森脇 寛 崩土の到達距離予測,地すへり,Vol 24, No 2, pp 10~16, 1987
- 4) 芦田和男 (工頭進冶 神谷 弘 斜面における土塊の骨 動 停止機構に関する研究,京都大学防災研究所年報, 第27号 B-2, pp 331~340, 1984
- 5) 国土交通省告示, 第332号, 平成13年3月28日
- 6) 础日本道路協会 道路土工一のり面工 斜面安定工指針,



図―4 12 簡易動的コーン貫入試験から求めた表土層厚断面例

		弹性皮速度	比抵抗	透水性指数	簡易動的コーン貫入試験		検土杖	乾燥密度	問附出	三軸圧縮試験		亚长间
土層名	肉眼観察	肉眼観察 $v_{\rm p}$ $p$ $P$ 神大式 土研式 $D_{\rm l}$ $y_{\rm d}$ $(g/cm^4)$	$(g/cm^3)$	间除16 <i>0</i>	。 (度)	$(kN/m^2)$	(cm)					
Ι	А		102	0 33	0~2	$0{\sim}3$		1 20以下	1 10以上			10
Ш	В	250	46	0 011	2~7	3~7		$\begin{array}{c}1&20\\5\\1&40\end{array}$	1 10	15 $\stackrel{\backslash}{\scriptstyle 5}$ 23	13 $\stackrel{5}{\scriptstyle 14}$	60
Ш	В∼С	350			7~13	7~25		$1\begin{array}{c}40\\5\\1\\50\end{array}$	0 70	26 5 29	$9\\5\\12$	25
N	С		20	$0\ 0004$								
V	D				13以上	$25 \sim 50$		1 50以上	0 70以上	30以上	5 以下	
N	<u> </u>					貫入不能						

<b>表―4 12</b> 簡易動的コーン	/貫入試験結果	と物理特性の関係10)
-----------------------	---------	-------------

丸善, pp 38~62,1999

- 7) 210日
   7) 211日
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
   7) 2111
- 2010 2015 沖村 孝 大西勝則 各種の要因か斜面安定解析結果に 及ぼす影響,建設工学研究所報告,第29号,pp 199~ 225,1987
- 9) 创地盤工学会 簡易動的コーン貫入試験,地盤調査法, pp 208~212, 1995
- 仲村 孝 田中 茂 一試験地における風化花崗岩斜面 の土層構造と崩壊発生深さに関する研究,新砂防,116, pp 7~16,1980