有効応力よりみた地すべりのすべり層の 粘性土の強度定数

Consideration from effective stress about strength
parameters of slip layer clay of landslide

矢田部 龍 一* 八 木 則 男* 榎 明 潔*
Ryuichi YATABE Norio YAGI Meiketsu ENOKI

Abstract

The strength parameters of slip layers clay of landslide have been investigated by shear tests. The strength parameters differ from the drainage condition in shear test. It was shown that the movement of landslide was generally dominated by the effective stress. The effective angle of shear resistance was not changed by the remolding. The characteristics of residual strength by the method of shear test were investigated. The minimum residual strength was obtained by the ring shear test. The shearing characteristics between clay and base rock were experimented with the slice shear in triaxial cell. It was clarified that the angle of shear resistance between clay and base rock depend on the roughness of the base rock.

キーワード: 地すべり, すべり層, 粘性土, 強度定数, 有効応力

1. まえがき

自然災害的な地すべり以外にも都市化に伴う丘陵地の宅造工事や道路拡幅などに伴い多くの地すべりが発生して社会問題となっている。地すべりの機構を解明し、的確な対策法を確立することは重要なことである。このような情勢の中で、逆算による強度定数だけでなく、多くの土質試験が行われ、それに基づいて地すべり機構の解明などが行われるようになってきた。

周知のように土の強度定数は排水条件により異なる。排水条件を混同した試験を行えば全く異なった強度定数を求めることになる。地すべりのすべり層の粘性土を対象としたせん断試験では今だにそのようなミスが見受けられる。また、安定解析を行う場合、有効応力解析法と全応力解析法とがあるが、解析法に応じた強度定数が求められなければならない。しかし、中には排水条件を混同した研究も見受けられ、誤解を招いているように思われる。

そこで、本報告では、まず、すべり面の土の排水条件と強度定数それと解析法について述べる。次いで、有効応力基準による土の強度定数の特性について述べ、従来の研究結果にみられる問題点について触れる。

2. 地すべりのすべり面の排水条件と解析法

2.1 地すべり移動と有効応力

地すべりの移動量は豪雨時や融雪期に大きくなる。その一例として、御荷鉾帯の地すべりの一つである高知県大豊町の怒田地すべりの1ブロックで観測された月間移動量と月間降雨量の関係を図-1に月間移動量と月平均地下水位の関係を図-2に示す¹⁾。なお、図中 No. 3, 4 は観測孔の番号を示しており、図-2の地下水位はすべり面深度を基準にとってある。月間移動量と月間降雨量ならびに地下水位に正の相関が見られるが、これは雨水

図-1 月間移動量と月間降雨量の関係

* 愛媛大学工学部土木海洋工学科

図-2 月間移動量と月平均地下水位の関係

の浸透に伴って地下水位が増加し、すべり面の有効応力が低下することにより移動量が大きくなるからである。このように地すべりの移動機構の解明のためには有効応力の観点からの取り扱いが必要とされる。

2.2 地すべりの移動挙動とすべり層の粘性土の排水条件

地すべりのすべりは多くの場合、粘性土層で起こっている。すべりが起こっている粘性土層の排水条件は粘性土の透水係数と粘性土層の厚さそれとせん断速度ならびに粘性土層に接する層の透水係数により決まる。

地すべりの多くは豪雨時や融雪期を除けば月間の移動速度で数 mm～数 cm といったものが多い。この程度の移動速度を持つ地すべりのすべり面の多くは排水状態が保たれてせん断されていると考えて良い。しかし、豪雨時や融雪期にみられるように数十 cm から数 m も急激に移動するような時には、すべり層の粘性土はほぼ非排水状態でせん断されていると考えられる。また、地下水位が増加し、移動速度が若干大きくなった状態ではせん断に伴い発生した間隙水圧が僅かづつ消散しながらせん断が進行していくという部分排水的なせん断挙動を示す場合も考えられる。

地すべりの安定解析に当たっては、有効応力解析法と全応力解析法がある。但し、真の意味での有効応力解析を行うためにはせん断時に発生する間隙水圧を考慮したり、部分排水問題として取り扱ったりということが必要であるが現実的ではない。一般に地すべりの安定解析に用いられている有効応力解析法とは

- ① 雨水の浸透などに伴いすべり面に作用する間隙水圧の変化は考慮する。
- ② 急激な移動中ならびに崩壊中に、せん断に伴う間隙水圧は生じない。
- ③ すべり面の強度定数は c' , $\phi' (=c_d, \phi_d)$ である。という仮定に基づいており、排水条件解析と呼ぶべきものである。

全応力解析法は間隙水圧の変化を考慮しないで済むの

で沖積粘土地盤の設計には多く用いられている。しかし、地すべり粘性土の場合、非排水強度が測定されている例もあるが、すべり面に沿って連続的に不かく乱試料を採取することは難しく、設計には用いられていない。

以上のことから考えれば、地すべりの安定解析は有効応力基準による土の強度定数を用い、降雨浸透などに伴う間隙水圧の変化を考慮したいいわゆる有効応力解析（排水条件解析）を行うべきであると思われる。砂質土斜面の降雨による崩壊のような静的な安定問題でも UU 試験結果を用いた解析がなされた例^{2),3)}があるが、砂質土の透水係数から考えて有効応力解析がなされるべきであるし、また、降雨浸透に伴う有効応力の低下が崩壊の主要因となっているという機構から考えても有効応力解析がなされるべきであると考えられる。

行政サイドでもすべり層の粘性土のせん断試験が行われている例がある⁴⁾。しかし、その試験の内容は一軸圧縮試験、一面せん断試験 (UU, CU)、三軸圧縮試験 (UU or CU)、が大半で、有効応力基準による強度定数が求められることはごく稀である。実際の設計では逆算 c , ϕ を用いて間隙水圧（地下水位の静水圧換算）を考慮した有効応力解析（排水条件解析）を行っている。したがって、せん断試験をせっかく行うのであれば全応力条件での強度定数ではなく有効応力基準による強度定数を求めるべきである。

2.3 すべり層のせん断形式と土の強度定数

有効応力解析を行う場合、土の強度定数の取り扱いが重要である。地すべりのすべり層にはいくつかのせん断形式があると言われている。玉田⁵⁾は地すべりのすべり面に関する詳細な観察に基づいてすべり層のせん断形式を種々分類しているが、本論文ではすべり層のせん断形式および強度定数として下記のものについて考える。

① 粘性土内部にすべりが生ずる場合

i) 粘性土のピーク強度に対応した強度定数

初生すべりに対応するもので、主に三軸圧縮試験により求められる軸ひずみ数パーセント程度で得られる最大強度に対応した強度定数。

ii) 粘性土の残留強度に対応した強度定数

再滑動型の地すべりに対応するもので、主にリングせん断試験により求められる大変形状態での強度定数。

② 粘性土と基岩の間にすべりが生ずる場合

粘性土と基岩の境界ですべる場合も、前述したようにピーク強度ならびに残留強度があるが、それらの強度には基岩の粗度も影響する。

これらの強度定数の特性について有効応力の立場から調べた結果を次に述べる。

図-3 地すべりのすべり層の粘性土のせん断特性に与える構造の乱れの影響

3. 有効応力基準に基づく地すべりのすべり層の粘性土の強度定数に関する考察

3.1 有効応力基準による土のピーク強度に関する強度定数

すべり層の粘性土の有効応力基準によるせん断抵抗角 ϕ' は、繰返しによる構造の乱れと応力履歴の影響を殆ど受けないということを既に明らかにしている⁹⁾。図-3に不かく乱試料ならびに繰返し再圧密試料の有効応力経路の一例を示す。図中、UNCは不かく乱供試体を、NCは液性限界以上の高含水比で繰返し再圧密した供試体を、RNCは液性限界以下の低含水比で繰返し再圧密した供試体を、また、FNCはNCをせん断破壊させた後、再成形、再圧密した供試体を意味している。これから、不かく乱試料と繰返しした試料とでは非排水強度は異なるが、有効応力基準によるせん断抵抗角はほぼ同じであることがわかる。また、不かく乱の海成粘土供試体とそれを繰返し再圧密した供試体でも ϕ' に違いはみられない⁷⁾。更に、不かく乱まき土供試体の ϕ_d とそれを突き固めて同一間隙比になるよう作成した供試体の ϕ_d は殆ど変わらないこと⁸⁾、シルト質の赤土を突き固めて作成した不飽和供試体の ϕ' とそれを飽和させた供試体の ϕ' もほぼ同じであること⁹⁾を確かめている。

これから ϕ' や ϕ_d は状態の変化の影響を受けにくい材料定数であることがわかる。したがって、すべり層の粘性土の強度試験を行う場合、有効応力基準による強度定数を求めることが望ましい。

強度定数を求める場合には排水条件を明確に定めなければならないが、これを混同した研究もみられる。

例えば、玉田¹⁰⁾は、実際のすべり面の詳細な観察に基づいてすべり面をせん断Ⅰ、Ⅱ型などに分類し、それらの強度定数を一面せん断試験により調べている。ここで、せん断Ⅰ型地すべり面は含有粘土層（water filmを含有する）の厚さが10 mm以上で、その中にすべり面が形成

される場合で、せん断Ⅱ型地すべり面は崩積土と強風化層、または崩積土と風化岩盤との層界面（不整合面）に沿って厚さ3 mm未満の粘性土があり、その内部に地すべり面があるものを意味している。

せん断Ⅰ型では、テストピットから採取した試料を厚さ10 mm程度に、また、せん断Ⅱ型では3 mm程度に成型する。この供試体を用いて一面せん断試験を行い、強度定数を求めるわけであるが、供試体の厚さの関係でせん断Ⅰ型では非排水強度が、せん断Ⅱ型では排水強度が求められ、せん断Ⅰ型、Ⅱ型で異なった強度定数が求められるとしている。そして、これらの強度定数を用いて地すべりの安定性が検討できるとしている。

この研究には大きくみて2つの問題があると思われる。まず、一つの問題は排水条件の問題である。せん断Ⅰ型、Ⅱ型で異なった強度定数が得られるということであるが、これは試料の厚さが異なるにもかかわらず変位速度を一定で試験しているからである。このような場合、供試体の厚さに関係なく少なくとも排水状態を保って有効応力基準による（排水状態での）強度定数を求めるべきであるし、そうすれば厚さに関係なくほぼ同一の強度定数が求められる。

もう一つの問題は安定解析を行う際のすべり面の強度定数に非排水状態と排水状態という相矛盾する強度定数を同時に用いていることである。前述したように安定解析は有効応力解析か全応力解析のいずれかで行う。そして、当然のことながら各解析法に応じた強度定数を用いなければならない。しかし、非排水状態での強度定数と排水状態での強度定数を混在させるようなすべり面を想定すると解析が全く無意味となる。

これと同様な問題は従来の逆算法にもみられることを藤田¹¹⁾が指摘している。即ち、まず、 c を全応力の立場で決定し、次いで ϕ を有効応力の立場で求めるといった混同をしている。このような便宜的方法で求めた強度定数を実際の対策工の設計に使用する場合、地すべりの特性や対策工の性質などによって危険側になったり安全側になったりするので十分検討しておく必要があると思われる。

3.2 残留強度に関する強度定数

土の残留強度はリングせん断試験、繰返し一面せん断試験などにより求められている。残留強度は排水状態で求められるので、変位速度を小さくして排水状態を保つ限りは、強度定数に与える排水条件の問題は生じない。但し、モンモリロナイトを多量に含むような粘土では現在一般に使用されている程度の変位速度でも速い可能性があるので水圧計によりすべり面の間隙水圧を測定しておくことが望ましい。

図-4はリングせん断試験中のすべり面での間隙水圧

図-4 リングせん断試験時のすべり面での間隙水圧の測定例

表-1 試料の物性と粒度

Sample	LL (%)	PL (%)	Ip (%)	Gs
Natori	48.6	38.9	9.7	2.84
Fujinomori	50.0	29.1	20.9	2.71

の測定例¹²⁾である。上載荷重 σ'_v は 2.0 kgf/cm^2 である。試料は三波川帯の地すべりの一つである徳島県の善徳地すべり地のすべり層の粘性土であり、透水係数は第三紀層地すべりのすべり層の粘性土のそれと比べてかなり大きい。しかし、 $3.552 (^\circ/\text{min})$ という速いせん断速度ではせん断初期に 0.13 kgf/cm^2 の間隙水圧が発生しており、また、 $0.3552 (^\circ/\text{min})$ でも 0.02 kgf/cm^2 程度の間隙水圧が発生している。間隙水圧はいずれのせん断速度の場合でもせん断初期に大きく、時間の経過とともに消散していくような挙動を示すので、残留強度を求めるに際してはあまり問題はないように思われる。ただし、ピーク強度に関しては明らかに影響するので、適正なせん断速度の設定が重要である。

残留強度に関しては試験法に検討の余地があると思われる。従来行われている残留強度を求める試験法としては、プレカット三軸試験、繰返し一面せん断試験、リングせん断試験などがある。そこで、これら各種の試験法により粘性土の残留強度を求めてみる。

用いた試料は三波川帯の地すべりの一つである愛媛県の名取地すべり地のすべり層より採取した黒色片岩の風化した粘性土である。試料の物性を表-1に示す。三軸供試体のプレカットは水平に対し $45^\circ + \phi_r/2$ (ϕ_r はリングせん断試験による)の角度で、ワイヤソーにより与えた。一面せん断試験機は在来型のものを用いている。

せん断速度はプレカット三軸試験では 0.0625 mm/min 、繰返し一面せん断試験では 0.035 mm/min 、リングせん断試験では $3.552 (^\circ/\text{min})$ で行った。

図-5はリングせん断試験と繰返し一面せん断試験ならびにプレカット三軸試験により求めた残留強度に関

図-5 各種せん断試験法によるすべり層の粘性土の残留強度

する試験結果である¹³⁾。

試験結果をみるとせん断強度は、プレカット三軸試験>繰返し一面せん断試験>リングせん断試験の順である。これからみる限りではプレカット三軸試験と繰返し一面せん断試験は残留強度の測定に適していないようである。これはプレカット三軸試験では大変位を与えられないことが、また、繰返し一面せん断試験では繰返し毎にせん断方向が逆転することが影響しているからである。

リングせん断試験は排水試験であるので強度定数に与える排水条件の影響は殆どないが、次のような有効応力を混同したのではないかとと思われる研究¹⁴⁾もある。

この研究では再滑動型地すべり斜面の応力状態を考慮したリングせん断試験を行い、過圧密粘性土のせん断特性に変位速度がどの程度影響するかを検討している。詳細は省くが、再滑動型地すべりの発生に至る過程の一つである“間隙水圧上昇に伴う有効応力の低下による、すべり面の土の過圧密化に対応させて、リングせん断試験で圧密終了後、すべり面に作用する間隙水圧の上昇に対応させて、任意の過圧密比 (OCR) となるように垂直応力を減少させ、膨潤時間を設けずにせん断試験を行う”(“ ”の部分は原著者らの表現、一部分変更している、…は著者らによる)。この結果、“過圧密比が等しい場合、あらゆる変位に対する強度は変位速度の増大に伴い増加する傾向を示す。このような傾向は、細粒分の卓越した粘土ほど顕著である”などの結論を得ている。

この研究は地すべりに与える変位速度の影響や間隙水圧の影響について検討を加え、地すべりの機構解明に意欲的な取組を行っている。しかし、著者らが…を加えた部分にいくらかの問題があるように思われる。詳細な実験方法が不明であるので断定は出来ないが、…の部分文字どおりに解釈すると以下のようなことになる。

垂直応力の減少により所定の過圧密状態になるとしてはいるが、膨潤させなければ全応力が変化しただけであって、有効応力には変化はない。これは垂直応力の減少分に見合う負圧が供試体内に発生するからである。したがっ

図-6 応力経路の模式図

て、膨潤させずに垂直応力の等しい供試体を作成した場合、先行荷重の大きい供試体ほど初期に大きな有効応力を保持している。この供試体をせん断した場合、保持していた負圧の大きいものほど、また、変位速度の大きいものほど（負圧の消散が少ないから）初期に大きなせん断強度を示すことになる。そして、大変位をを与えれば（時間が経過すれば）初期に有していた負圧が消散するので、総ての供試体のせん断強度は等しくなる。また、粘土分の多い試料ほど過圧密比の増大に伴う強度増加が激しいが、それは垂直応力減少時の負圧の保持能力が大きいからである¹⁵⁾。

以上の経過を有効応力の立場から簡略化して模式的に示したのが図-6である。この模式図は物性や粒度の異なる2種類の正規圧密された供試体を除荷して全応力を変えた後のせん断に伴う応力経路を示したものである。A点は圧密圧力 σ_{vc} で圧密された状態を、B点は除荷($\sigma_{vc} \rightarrow \sigma_{v0}$)に伴う全応力による上載圧を示す。C₁とC₂は全応力ではB点で示されるものをサクシオンまで考慮して有効応力表示したものである。また、 Δs_1 、 Δs_2 は圧密荷重の除荷に伴い供試体内に発生したサクシオンを意味している。ここで、 Δs_1 、 Δs_2 と残留するサクシオンが異なるのは、一般に試料の物性が異なれば保持しうるサクシオンが異なるからである。

全応力では同じB点で示される供試体でも有効応力でみれば、C₁、C₂あるいはB（サクシオンを全く保持し得ないか完全に吸水膨潤させた供試体）のような種々のものが考えられる。この供試体をせん断した場合、全応力でみれば破線で示したように $\tau_p(c_2)$ 、 $\tau_p(c_1)$ 、 $\tau_p(B)$ のような種々のピーク強度と残留強度 τ_r を示し、それに応じて $\phi_p(c_2)$ 、 $\phi_p(c_1)$ 、 $\phi_p(B)$ 、 ϕ_r という種々のせん断抵抗角が求められる。これを有効応力でみると図に実線で示したような有効応力経路が考えられる。C₁、C₂点から排水条件のリングせん断試験を行えば一点鎖線で示す応力経路が得られるはずであるが、時間の経過に伴ってサクシオンが消失する分だけ有効応力経路は左側にカーブする。こ

図-7 三軸スライス試験機

の有効応力経路はせん断に伴う間隙水圧の発生が無視出来たとしても初期の有効応力とサクシオンの消散速度の影響を受ける。

更に、以上の検討ではせん断時の間隙水圧に関しては触れなかったが、せん断速度が速ければ供試体内に間隙水圧が発生する¹²⁾。有効応力で考える以上は、排水条件の保たれる速度で試験を行うか、せん断時の間隙水圧を測定して有効応力整理すべきである。

以上示したように応力履歴（過圧密）とひずみ速度の影響が非常に過大に現れた背後には除荷時に発生するサクシオンとせん断時に発生する間隙水圧の問題も含まれていると思われる。有効応力で議論する以上、十分時間をかけて完全に膨潤させて試験を行うべきである。

3.3 粘性土と基岩でのすべり

粘性土と基岩の摩擦は一般に一面せん断試験により調べられる。粘性土と基岩を接触させ、その面でせん断試験を行った場合、せん断強度は粘性土のせん断強度と基岩の粗度により決まる。基岩が非常に滑らかで基岩と粘性土の摩擦が粘性土のせん断強度より小さければ、基岩と粘性土との境界ですべる。また、基岩の粗度が大きくなれば粘性土ですべりが発生するようになる。すべりが粘性土部分あるいは粘性土と基岩の境界のいずれで起こってもピーク強度と残留強度の両者を考える必要がある。粘性土部分ですべる場合は、前述した粘性土の残留強度であるので検討の必要はない。基岩と粘性土の境界ですべる場合は原理的にはピーク強度ならびに残留強度を考える必要があるが、本論文ではピーク強度だけを扱っている。

粘性土と基岩の摩擦も有効応力によって支配されている現象であり、有効応力により取り扱わなければならない

いと考えられる。しかし、全応力的に取り扱い、誤った考察を行っている研究が多い^{16),17)}。そこで、粘性土と基岩の摩擦あるいはすべりに関して有効応力の観点から調べた結果を以下に述べる。

試験は圧密非排水条件の三軸スライス試験により行った。図-7に装置の概要を示す。供試体の厚さは10 mmで、上下部のペダスタルは水平に対して45°の角度を持たせてある。上部キャップの表面は試料が滑らないよう十分な粗さを持たせてある。下部ペダスタルはモルタル製で、表面粗度は35 μ m, 60 μ m, 420 μ mとしてある。載荷キャップと上部ペダスタルの間には水平方向への移動がフリーであるようにベアリングを入れている。

用いた試料は藤の森粘性土である。物性は表-1に併記してある。供試体は ϕ 50 mmで予圧密した試料を厚さ10 mmで45°の角度になるようワイヤソーで成形して作成した。試験は圧密非排水条件で行った。変位速度は0.0625 mm/minで行い、間隙水圧は下部ペダスタルを介して測定した。

モルタルの表面粗度が60 μ mで、過圧密比を種々変えた供試体の有効応力経路を図-8に示す。図には正規圧密した試料の排水試験結果(CD)と非排水試験結果(CU)も併記してある。これから有効応力で整理すれば応力履歴に無関係に破壊強度線が決まることがわかる。また、図-9に有効応力基準による破壊強度線を示す。これからモルタルの表面が滑らかなものほど ϕ' は小さく、粗くなれば粘土のせん断抵抗角に近付いていることがわかる。これは、モルタルの表面が滑らかな場合、粘土とモルタルの表面で滑っているのに対して、粗くなれば粘土でせん断されるからである。このせん断形式の違いはせん断時に供試体を観察することによって確認される。

このように粘性土と基岩のすべりも有効応力で整理すれば基岩の粗度をパラメーターとして一義的に決定できることがわかる。

以上、地すべりのすべり層の粘性土の強度定数は有効応力で考えた方がよいと思われること、排水条件を混同した研究や有効応力を取り違えたと思われる研究に対して有効応力で考えるべきであることなどを指摘した。これらの研究以外にも、排水条件が曖昧で、排水強度とも非排水強度ともわからないような現地一面せん断試験結果がよく見受けられる。これは一つには一面せん断試験の変位速度に関する試験書の規定に問題があるからだと思われるが、試験者が排水条件をしっかりと確認して試験を行えば避けられる問題である。

4. あとがき

地すべりのすべり層の粘性土の強度定数と排水条件の関係について検討を加え、有効応力基準に基づく強度定

図-8 有効応力経路 (表面粗度 60 μ m)

図-9 有効応力基準による破壊強度線

数の特性を調べた。また、従来の研究にみられる問題点について指摘した。得られた結論は次のようである。

- 1) 地すべりは有効応力支配された現象であり、有効応力基準に基づく土の強度定数を用いた有効応力解析(排水条件解析)を行うことが望ましい。
- 2) 残留強度に関する試験では排水条件が保たれるようなせん断速度にすることが大事であると同時に試験法と機構に関する検討を行う必要がある。
- 3) 粘性土と基岩の摩擦も有効応力支配された現象であり、有効応力に基づく強度定数を求める必要がある。
- 4) 従来の研究に排水条件を混同した研究がみられることを指摘した。試験者は排水条件を明確にして試験を行うべきである。

本研究を行うに当たり、試験機の製作は愛媛大学工学部海洋工学科技官二神治氏に、実験は同学生間嶋伊知郎氏(現大日本土木)と同池田真人氏(現愛媛大学大学院修士課程)による。また、貴重な試料を頂いた各機関に感謝致します。

参考文献

- 1) 矢田部龍一, 八木則男, 榎明潔: 破碎帯地すべりの移動特性に及ぼす降雨の影響, 地すべり, Vol.26, No. 3, pp. 40~46, 1989
- 2) 前田弘, 坪井彰三, 斎藤國臣, 片山芳男: まさ土による高盛土の施工事例, 不飽和土の工学的性質研究の現状シ

- ンポジウム発表論文集, pp.357~364, 1987
- 3) 神品英夫, 末政直晃, 竹村次郎, 木村孟: 降雨による斜面崩壊に関する研究, 第25回土質工学研究発表会, pp.1611~1612, 1990
 - 4) 例えば, 新潟県農林水産部治山課編: 地すべり調査の総括書III—中頸城地・東頸城地域(1)編, 1980
 - 5) 玉田文吾: 地すべり面の種類と力学的性質との関係, 地すべり, Vol.22, No.2, 1985
 - 6) 矢田部龍一, 八木則男, 榎明潔: 乱さない地すべり粘土のせん断特性, 地すべり, Vol.26, No.4, pp.3~9, 1990
 - 7) 八木則男, 矢田部龍一: 乱れを受けた飽和粘性土の力学特性, 土木学会論文報告集, 第352号, pp.179~186, 1984
 - 8) 八木則男, 矢田部龍一: 不かく乱まき土のせん断特性と微視的考察, 土木学会論文集, 第364号, pp.133~141, 1985
 - 9) 八木則男, 矢田部龍一, 榎明潔: 締め固め土の圧縮とせん断に関する2, 3の特性, 不飽和土の工学的性質研究の現状シンポジウム発表論文集, pp.29~34, 1987
 - 10) 玉田文吾: 地すべり面における c , ϕ の考え方, 土と基礎, Vol.35, No.11, pp.9~14, 1987
 - 11) 藤田壽雄: 設計における土質定数の考え方, 3. 地すべり, 土と基礎, pp.71~78, 1987
 - 12) 矢田部龍一, 八木則男, 榎明潔: 破碎帯地すべり地の粘性土のリングせん断特性, 土木学会論文集, 第436号, 1991.
 - 13) 矢田部龍一, 八木則男, 榎明潔, 細見博也, 石井朋紀: 各種試験法による地すべり粘性土の残留強度, 第26回土質工学研究発表会発表講演集, 1991
 - 14) 亀井健史, 池田俊雄, 小川正二, 島津恵造: 地すべり斜面の安定解析と強度定数, 地すべり, Vol.24, No.3, pp.1~7, 1987
 - 15) 矢田部龍一, 榎明潔, 八木則男, 武本誠: 一軸圧縮強度に及ぼす溶存ガスの影響, 第22回土質工学研究発表会発表講演集, pp.377~378, 1987
 - 16) 玉田文吾, 福田順二: 摩擦型地すべり面の力学的性質と試験法, 地すべり, Vol.24, No.3, pp.23~29, 1987
 - 17) 和田啓, 塩田啓介, 深谷建雄, 栗原正美: 杭の周面摩擦力に関する要素試験, 第23回土質工学研究発表会発表講演集, pp.1387~1388, 1988
- (原稿受理日 平成3年5月15日)

日本学術会議だより

日本学術会議広報委員会より日本学術会議だより No.21 が送られてきました。内容は以下のようですが, 詳細をお知りになりたい方は地すべり学会事務局にお申し出下さい。

日本学術会議第111回総会報告

- ① 大学等における人文・社会科学系の研究基盤の整備について (勧告)
- ② 公文書館の拡充と公文書等の保存利用体制の確立について (要望) [要旨]
- ③ 人間活動と地球環境に関する日本学術会議の見解 [要旨]
- ④ 医療技術と社会に関する特別委員会報告—脳死をめぐる問題に関するまとめ—

日本の学術研究環境—研究者の意識調査から— (第3常置委員会) 刊行される

日本学術会議主催公開講演会「日本の学術研究環境は21世紀に対応できるか」開催される

[著書紹介]

藤田 崇 著

地すべり—山地災害の地質学, 126頁, 共立出版 K. K.
1990. ¥1,380

本書は共立出版 K. K.の地学ワンポイントシリーズの一つで, 藤田崇大阪工業大学教授の著作である。著者の学問的基盤でもあり, サブタイトルにも見られるように地質学的分野から, 主に大学専門課程ないし, 山地災害調査に従事する初心者を対象としてまとめられている。

まず著者の豊富な調査体験をもとに亀の瀬, 松之山, 茶臼山などの地すべり地の事例をあげ, 第1章として地すべりの様相から書きおこし, 第2章では地すべり現象へと進み, 地すべりの物質科学的側面と歴史科学的側面の存在を解説している。第3章では地すべりの捉え方の基本についてふれ, 地すべり変動体としてまとめている。

第4章では地すべり発生の物質要因, すなわち, 地質のうち地すべり発生に何が重要であることを示す。次いで第5章では地すべり発生の「場」の要因として地形条件を取りあげ, 地質との関わりの深い組織地形が地すべり発生に重要であることを指摘する。第6章では与えられた地質的・地形的場の条件に働きかけ, 地すべりを引き起す直接の原因である誘因について, 降雨, 積雪, 地震, 火山活動, 人為的作用など基本的現象の解説を行っている。

これら各章の最終的まとめとして, 地すべり変動の発達と題して第7章をもうけ, 地すべりの発達のプロセス, 時代性, 第四紀地殻変動と山地の成長の過程の中での問題など, 地球科学としての位置づけを試みている。

いずれにしても, 著者の長年の教壇での生活がいかに, 難しい問題である現象も平易にわかりやすく, 著者の語り口が伝わってくるような好解説書である。初心者向けにすすめしたい。(古谷尊彦) 千葉大教養部