

(20) 地すべり粘土の残留強度とX線分析結果(スメクタイト含有量)の比較

日本工営株式会社 ○濱崎 英作

守随 治雄

建設省土木研究所 白石 一夫

1. はじめに

地すべりを誘発する粘土鉱物としてスメクタイト、セリサイト、緑泥岩、及び混合層鉱物などが挙げられるが、特に大きい界面化学的活性(江頭、1983)をもつスメクタイトの含有量⁽¹⁾がすべり面形成に重要な役割を果たしていることは周知の事実である。また中村(1984)は、多量のスメクタイトを含む粘土はせん断強度のうち内部摩擦角が小さいことを指摘している。

玉田(1984、1986)は、スメクタイトの含有量と内部摩擦角との間には定量的な関係があることを実験により見出し下記の実験式を示している。

$$\phi' = \phi'_0 \exp(-A \cdot B_n)$$

ϕ' : 内部摩擦角

ϕ'_0 : $B_n = 0$ における内部摩擦角

A : 直線の勾配

B_n : 石英・長石を粉砕した細粒土にベントナイト(主成分スメクタイト)を混入した粘土のベントナイト含有量

そして ϕ' に最も影響を与えているのは B_n であり、ついでコンシステンシー、さらに含水比 ϕ' と弱い相関関係があることを示している。

そこで今回、残留強度が判明している実際の地すべり粘土の試料を用いてX線分析を行い、地すべり粘土中のスメクタイト含有量の定量化を試み、それと内部摩擦角(ϕ')との関係について研究した。

2. X線分析

2-1 試料および採取方法

各地すべり地の位置を図-1に示し、表-1にそれら地すべり地の母岩の地質を示した。各試料は、ボリングコア等から採取し、湿ったままの粘土を無処理のままビニール袋に保存したものをを用いた。

表-1 試料一覧

試料	所在地	地質
赤崎	新潟県	新第三系, 砂岩, 凝灰岩
滝坂	福島県	新第三系, 緑色凝灰岩~泥岩
地附山	長野県	新第三系, 凝灰岩
猿供養寺	新潟県	新第三系, 黒色泥岩
黒刈	山形県	新第三系, 黒色泥岩
上馬場	新潟県	新第三系, 泥岩
長者	高知県	二疊系, 粘板岩~蛇紋岩~輝緑凝灰岩



図-1 位置図

2.2 分析方法および結果

X線分析の測定条件は次に示すとおりで、結果を図-2に示した。

CuKの線、Niフィルター使用30kV、20mA、走査速度2(20°)/min、記録速度2cm/min、スリット系、1°-0.3mm-1°、2000C/Full scale、時定数2。

スメクタイトの含有量の定量は、石英の加算法により行われた。その際赤崎の地すべりの粘土の残量を(以下AKとする)標準試料として用いた。結果は図-3に示すとおりである。それより加算する前のAKの石英含有量は全体の5.4%であることがわかった。

AKは図-2に示すようにスメクタイトと石英以外に明瞭なピークは認められない。したがって、スメクタイトと石英以外の鉱物が含まれていないとした場合、スメクタイトの含有量は全体の94.6%となる。図-2に示すように、赤崎、滝坂、地附山の各試料はスメクタイトの明らかなピークが認められるが、猿供養寺、黒判、上馬場の各試料はスメクタイトのピークが低く、すなわちスメクタイトの結晶度が悪く、また、緑泥石、雲母、沸石などの他鉱物の存在が認められる。とくに黒判の試料は、スメクタイトが変質を受け、イライトとの混合層鉱物となっている可能性がある。

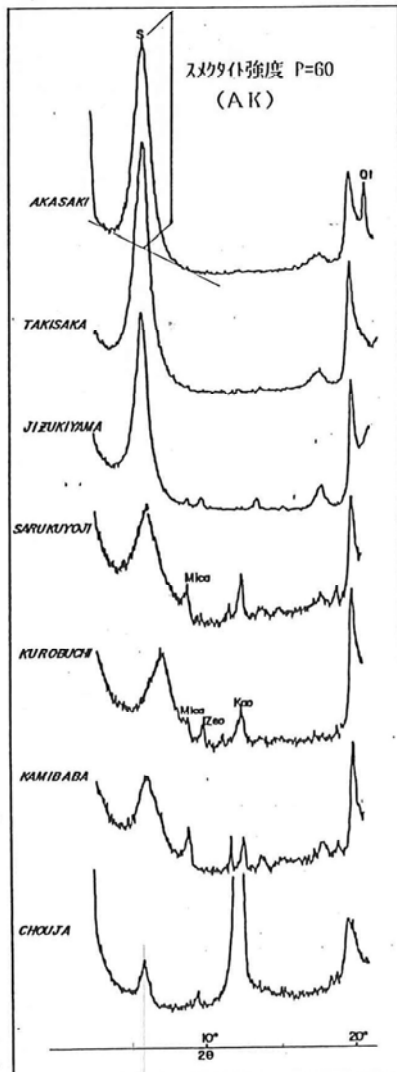


図-2 各地すべり地の地すべり粘土のX線回折結果

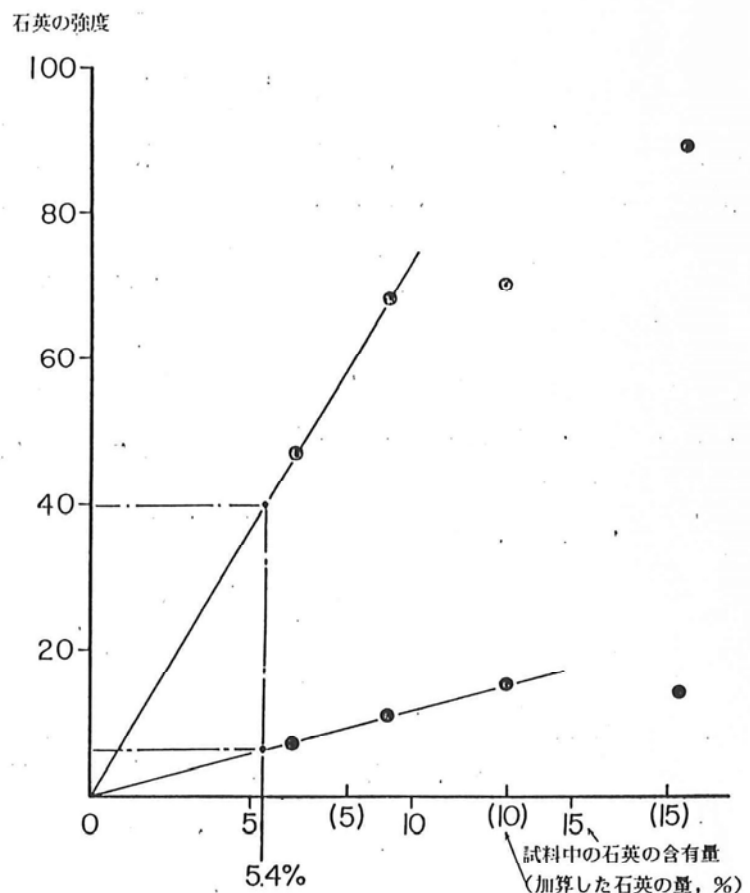


図-3 赤崎の試料における石英の加算法定量結果

3. スメクタイト含有量と内部摩擦角(ϕ_r)との関係

図-2のX線回折結果から、各試料のスメクタイトの強度を求め、それらをAKのスメクタイトの強度($P=60, 94.6\%$)と比較することにより、各試料のスメクタイトの含有量を求めた。

表-2にそれらの結果を示した。そして表-2のスメクタイト含有量(%)と内部摩擦角(ϕ_r)との関係を図-4に示した。

表-2 X線分析結果による地すべり粘土中のスメクタイトの含有量(%)とせん断試験結果による $C_r' \cdot \phi_r'$ との関係

	スメクタイト の強度(P)	スメクタイト 含有量(%)	粘着力 $C_r' (t/m^2)$	内部摩擦角 $\phi_r' (deg.)$	試験
赤 崎 *	60	94.6	0.5	6.0	R
滝 坂	65	10.2	0	8.0	R
地 附 山	50	7.9	4.66	9.91	K
猿 供 養 寺	15	2.4	0	17.7	R
黒 瀧	12	1.9	0	11.49	K
上 馬 場	10	1.6	0.65	22.5	R
長 者	6	9.5	0.2	22.6	R

*基準 (R) リングせん断試験 (K) くり返し一面せん断試験

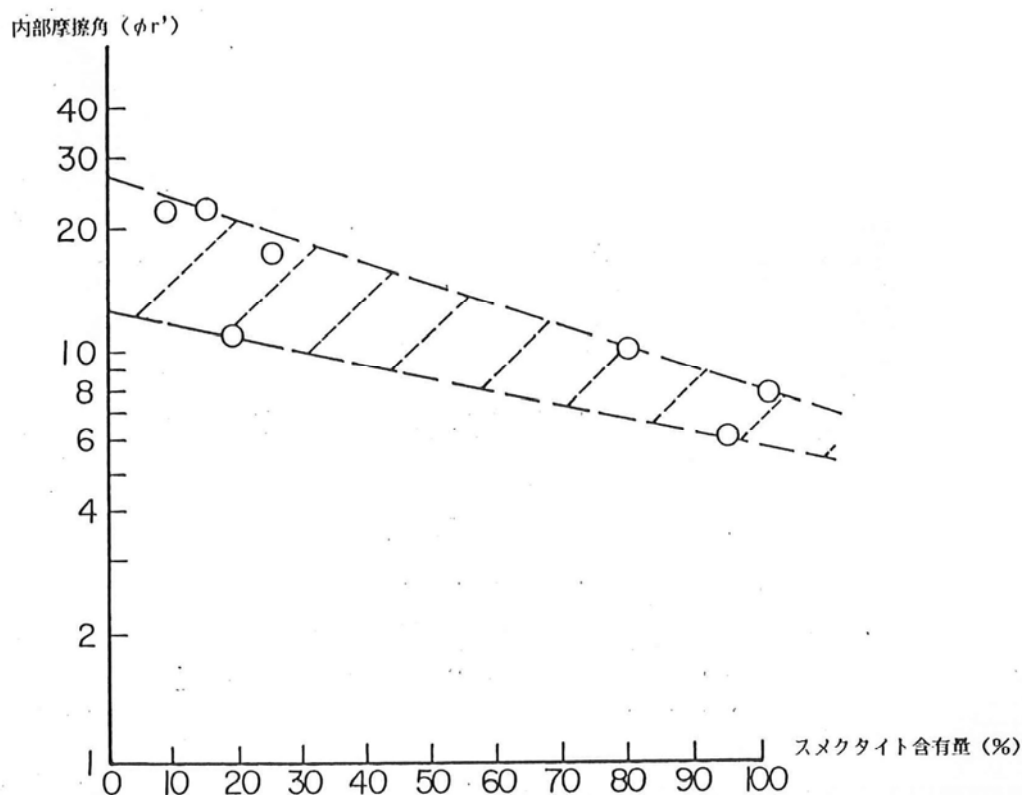


図-4 地すべり粘土中のスメクタイト含有量(%)と内部摩擦角(ϕ_r')との関係

表-2に示すように、滝坂の試料でスメクタイトの含有量が10%を示している。それは標準試料としたAK試料中にX線回折結果ではスメクタイトと石英以外の鉱物は認められない(図-2)ものの、実際には微量ながらも他の鉱物が含まれていたものと考えられ、その影響によるものと考えられる。

以上より、表-2に示す各試料のスメクタイト含有量には、ある程度の測定値の中があることを考慮せざるをえないが、図-4に示すように、地すべり粘土中のスメクタイトの含有量が多くなると残留強度のうち内部摩擦角が小さくなるという定量的な関係が認められることが判明した。なお、それらの関係を、図中に斜線として示したことに関しては、前述のAK試料の問題、およびその他の試料におけるスメクタイト以外の各鉱物の影響や地すべり粘土を構成している土粒子の形状等の影響を考慮したことにある。

4. まとめ及び今後の問題

地すべり面のせん断強度を知ることは、安定解析や設計を行なう上で非常に重要なことである。このせん断強度を知る方法として直接せん断試験を実施する方法の他に、粘土の塑性指数(IP)との関係や、2 μ の粘土含有量との関係などから、内部摩擦角(ϕ)を導く方法が知られている。しかし、すべり面付近の不攪乱試料を採取するのが困難なこと等から、土質試験よりせん断強度を推定するのが難しい場合が多い。

今回の研究は、X線回折図よりスメクタイトの含有量を求め、それにより、内部摩擦角を求めるといったきわめて簡単な手法であり、注目すべき点があるものと考えられる。

ただし、X線分析においてエチレングリコール処理、熱処理、塩酸処理等を行っていないことから他の鉱物のピークとの合成値を読みとっている可能性があることや、内部摩擦角(ϕ)の10°から17°の間の粘土についてのデータがないことなど、幾つか問題点が残っており今後の課題である。

おわりに、本研究をすすめるにあたって数多くの御教示をいただいた筑波大学下田右教授、並びに試料を提供していただいた建設省土木研究所の方々にお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 江頭他(1983), 沖縄、島尻管群地帯の地すべりに及ぼす粘土の奇手、地すべり、Vol. 19, NO. 4, PP. 1-7,
- 2) 中村(1984), 地すべり粘土のはなし、地質と調査、Vol. 3, PP. 55-60
- 3) 玉田(1984), 地すべり面のせん断強度係数と粘土鉱物の関係、地すべり、Vol. 20, NO. 4, PP. 7-13,
- 4) 玉田(1986), 摩擦型地すべり面の力学特性、第2回土質工学会研究発表会講演要旨集、PP. 1523-1524