

泥岩すべりの土質力学的研究 (第 1 報)

— 特にきれつを持つ過圧密土の応力・ヒズミ特性について —

東海大学 正員 宋 永 規
名城大学 〇正員 岡田 富 夫

1. まえがき 最近、交通網の拡充、住宅地の造成などによって、切取り工事が大規模に行なわれている。このような過圧密土(泥岩の場合)のノリ面自体の崩壊、ノリ面上部の自然斜面の崩壊は切取り後、かなりの年月が経過後に発生している¹⁾²⁾。これらの崩壊は人命・建造物等に甚る被害を与えており、ノリ面の管理責任が追及されている。

この研究は、泥岩すべりを土質力学的立場から研究するものである。泥岩は過圧密粘土であり、きれつのある硬い粘土である。また、この種の粘土は N 値30以上の値を示し、土質力学(硬質粘土)と岩石力学(軟岩)の境界領域にあるため、あまり研究されていなかった。

また、斎藤³⁾はすべりに関する海外研究活動〔Terzaghi (1936) が自然粘土を三つに分けて、考える重要性〕を紹介し、その中で、

欧米ではこの粘土の区別をわきまえたうえで研究が進められているが、わが国では関心がうすく、本腰を入れて取り組む必要性を示摘している。

研究の手始めとして、きれつのある過圧密土の応力-ひずみ特性を明らかにするために、この研究を行った。

2. 試料および試験方法

切取り斜面の多くの形状は Photo 1. のように複雑なきれつが発生している。

A. Marsland⁴⁾はきれつした硬い粘土の強度に影響をおよぼす4つの要因を示摘している。筆者らはこのうちの、きれつの間隔と方向性に関する影響を、明らかにするため、Fig. 1で示すような供試体におけるきれつの異った種類について、三軸圧縮試験を試みた。また、

この研究に供した供試体は2mm以下のほぐし試料をこの試料の最適含水比の26%に含水比調整し、安定処理用モールド内に10層に分割し、締固め試験用



Photo 1. The complicated features of over-consolidated soil on a cut slope

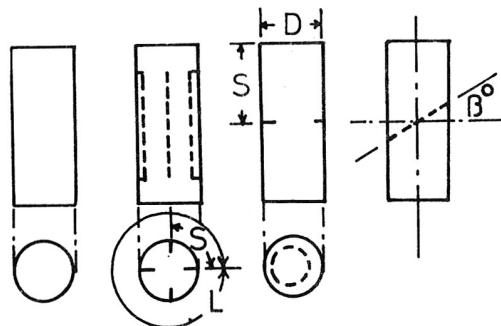


Fig. 1 Different kinds of fissures in specimens for triaxial compression test on stiff fissured clay

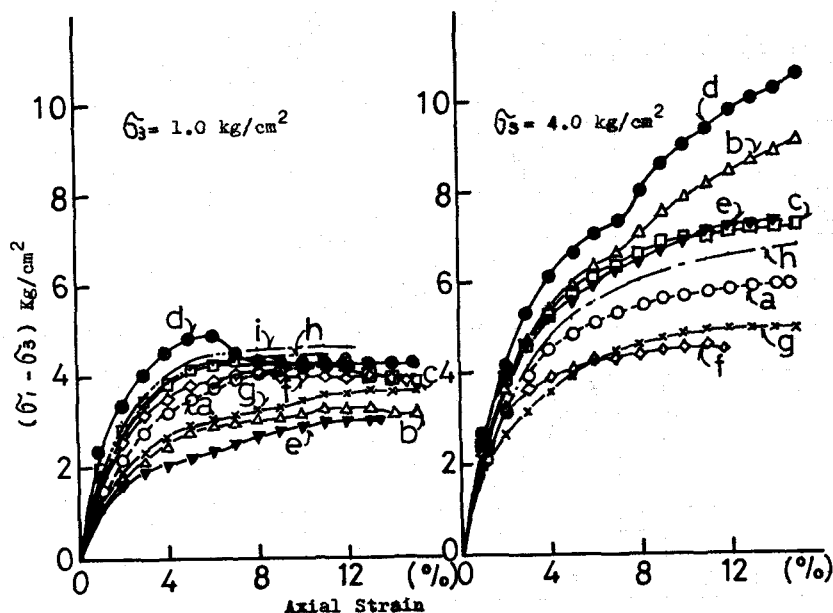


Fig.2 Typical test results of stiff fissured clay by the triaxial undrained compression test

ランマー (2.5 Kg) を用いて、約第1方法の突固めエネルギーに相当する条件で締固めた。

このようにして、作成した過圧密土の諸常数の平均値は含水比 25.8%, 乾燥密度 1.489 g/cm^3 , 間隙比 0.774, 飽和度 88.42% である。

そして、また 供試体の大きさは、直径 10 cm, 高さ 25 cm に作成した。

また、きれつの深さは供試体の中心軸方向に 1 cm の深さであり、きれつ自身の中は、きれつをもつ全ての供試体に対し、共通して 1 mm の中を与えた。

きれつの間隔の影響を把握するための供試体は、きれつを供試体高さの中心から上下方向の長さの 2/3 まで垂直にきれつさせたものと、水平方向にきれつさせたものである。

つぎに、方向性の影響を把握するための供試体は、試料高の中央を 1 つのきれつが通過して、その角度が水平面となす角を変化させたものである。

三軸圧縮試験は非圧密非排水、平均載荷速度 1/min に軸ヒズミが供試体高さの 1% で行った。

3. 応力-ひずみ 特性

Fig.2 は三軸セル内の液圧が異なった、上記の全供試体に対する三軸圧縮試験の結果を示す。

図中の記号 a はきれつのない試料であり、b, c, d は垂直きれつの供試体であって、 L/S が 4, 8, 12 の値に変化したものを示す。つぎに、 D/S が 0.8, 2.0, 4.0 と変化する供試体の結果は e, f, g, h の記号で示し、そしてまた、きれつ方向角 β° が 30° に対しては h, 60° に対しては g の各記号で表示する。

応力-ひずみ特性は、セル内の液圧の増加に伴い、きれつによる強度の影響が明らかになる傾向を示した。特に、垂直にきれつのある供試体で、強度は強くなる傾向を示した。

A. Marsland⁽²⁾ の結果によれば、強い強度は明白でないきれつ、または、供試体の縦軸に平行か、

あるいは垂直なきれつをもつ供試体において測定している。

我々の得た結果もある面では一致した傾向を示した。しかし、水平なきれつ（軸に対し垂直）は同等の強い強度を示さない傾向であった。

bとdの応力ひずみ曲線はある程度で特異的な強度の増加を示しており、G. E. Blight⁹⁾のきれつ粘土に関する研究で、軸套回転から固定した場合に生じる応力-ひずみ特性の結果に、類似していると推察される結果を示した。

A. Marsland はさらに、中間の強度については、荒く変形したきれつ、急かゆるい傾きを持つたきれつ供試体で測定している。そして、弱い強度は、最大作用せん断応力面に相当する傾きで、まっすぐ通り抜けるきれつのある供試体で測定されることを示している。

従つて、方向性に関する我々の試みた β° の 30° と 60° は中間の強さが予測される。

Fig. 2のh, iの結果は中間的強度を示し、一致する傾向を得た。

4. 強度特性

きれつ間隔による影響を L/S と D/S で示したはFig. 3である。

(1)~(3)は垂直なきれつの結果であり、セル内の液圧が $4.3, 1 \text{ Kg/cm}^2$ について示す。また、

(4)~(6)は水平なきれつに対する結果を σ_3 の $3.2, 1 \text{ Kg/cm}^2$ について示した。

また、図中の実線は最大強度を示し、点鎖線は軸ヒズミの1.2%に対する結果である。

L/S の変化による強度の影響はきれつ間隔の増加に伴い、強度の漸増する傾向を示し、 D/S の増加は、 L/S の結果と逆に、強度の低減する結果を示した。

D/S の増加による、強度の減少する傾向は、Bishopの提示した結果とよく類似する傾向の結果であった。

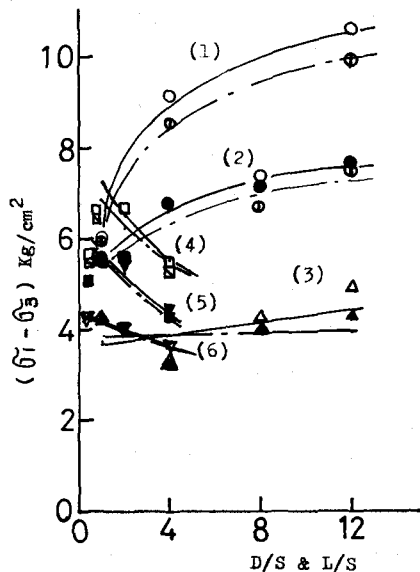


Fig. 3 Influence of the ratio of specimen size to fissure spacing on the compression test results

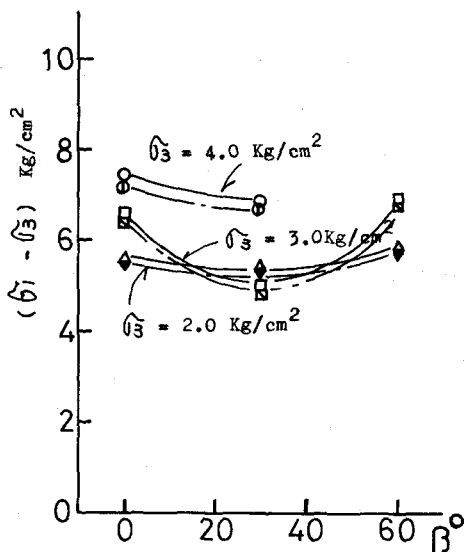


Fig. 4 Influence of the direction of fissure on the compression test results (β denotes the angle between the fissure and the horizontal plane)

しかし、 γ/s の増加に従って、強度の増大するはG.E. Blightが述べているように、密封した三軸状試体の間隙水流動から周囲のセル流動へ分離したエアーの移動の影響によって、過大に評価をしたとも考えられる。

また、この結果は、きれつの方向性や土の配向度によっても影響されるであろうと推察される。

きれつの方向による強度におよぼす影響を示したはFig. 4である。この結果については、穴心カービズみ特性で、述べたように、中間強度も測定した結果とも考えられる。

0.5, 2, 3, 4 kg/cm²について考察したとき、 β の0, 30, 60°の試体における強度は β の30°で最少値の結果を示した。この方向性による強度の影響を把握するための試体のきれつ角 β の間隔が大であるため、確定的に示すことはできない。しかし、きれつの角 β が最大作用せん断応力面に漸近するに従って、強度の著しい減少があると予測される傾向を示すであろうことを示した。

5. あとがき

きれつを有する過圧密土(ランマーで締固めた供試体にきれつの規模深さ1cm, 中1mm与えたもの)の穴心カービズみ特性を明らかにするため、試みた実験的研究において、下記のことが推断された。

a) きれつ間隔による強度の影響: D/s についてはBishop 1966の試みた結果と類似する傾向を認めることができた。従って、 D/s の変化に伴う強度特性は、大規模なスケールを予測するのに役立つと思われる。しかし、 γ/s の変化に伴う強度は、G.E. Blightの示した、エアーの移動による影響等によって、強度の過大評価する傾向を知ることができた。また、過大評価の程度は、きれつの方向性と土の配向性によっても、影響されるであろうと思われる。

b) きれつの方向性による強度の影響: きれつの方向が水平面となす角(β)の0°, 30°, 60°に変化したときの強度は、この角度が最大作用せん断応力面に一致した場合において、強度の最少値を得るであろうと予測される傾向を確認することができた。

本研究において、御協力して頂いた、土木工学科の阿部、伊藤、北川、鬼頭および柴田君に、末筆ながら、深く感謝致します。

参考文献

- 1) 仲野良紀, 「ヨーロッパ(主としてイギリス)における地すべり研究について(I)」
地すべり, Vol. 6 No. 3, 1970. 2, pp. 18~25, 地すべり学会。
- 2) 仲野良紀, 「ヨーロッパ(主としてイギリス)における地すべり研究について(II)」
地すべり, Vol. 6 No. 4, 1970. 5, pp. 33~37, 地すべり学会。
- 3) 斎藤迪孝, 「斜面と掘削」土と基礎, Vol. 24, No. 8, Ser. No. 222, 1976. 8, pp. 33~42, 土質工学会。
- 4) A. Marsland, 「The Shear Strength of stiff fissured clays」
Stress-Strain Behavior of Soils, 1972, pp. 59~68.
- 5) G.E. Blight, 「Observations on the shear testing of Indurated Fissured clays」
PROC. of THE GEOTECHNICAL CONFERENCE OSLO 1967, Vol. I pp. 97~102.