

西日本工業大学

(正) 玉田 文吾

山形大学工学部

○(正) 稲田 順二

(学) 原田 敦

1. まえがき

地すべり面の大部分は、地質学的背景によって形成された、厚さ10～100mmの地すべり面含有粘土層⁽¹⁾と云う粘土層の中を通る乱されたことのあるせん断破壊面で、普通1～5mmの地すべり粘土と云われる超薄膜の軟弱層が生成している。したがって、地すべり面含有粘土層と地すべり粘土(面)とは同じものではなく、物理的性質においても差違が見られる。前者は、過圧密粘土であるが、後者は正規圧密粘土であり、前者に比較すると表-1のように含水比が大きくなっている。この含水比差は、地すべり面が浅い場合、深くても移動量が大きい地すべりにおいて差が大きくなる傾向がある。これは吸水膨張と考えられ、以前から、地すべり面含有粘土層が地下水によって湿润と吸水軟化したものとされてきた。たしかに、この層は、地質学的作用を受けた際に、吸水膨張した形跡はあるが⁽²⁾、地すべり面との含水比差が現われるのは、特別な機構があるように思われるので、これについて検討した。

表-1

地 区	含水比差(%)	深度(m)
中大抜(長崎)	4.54～6.45	1.50
新 切(〃)	4.67～8.68	4.70
上大抜(〃)	3.29～8.19	5.00
元 触(〃)	1.29～13.68	7.00
平 山(〃)	0.12～1.04	26.40

2. 薄層試料の一面せん断試験とタイレタンスー

諸条件を検討すると、地すべり粘土のせん断試験は、薄層の一面せん断試験が適合するようである。乱した試料を厚さ3mmにして、圧密非排水試験を行なうと、つぎのような特性が現われる。

(1) 圧密過程時の垂直応力 σ とせん断応力 τ との関係、せん断時の水平変位 δ_H と、これに対応する垂直変位 δ_V (膨張と正のタイレタンスー、収縮と負のタイレタンスーとする)との関係を図示したものが、図-1～図-3である。まず図-1を見ると、 $\sigma \leq 0.2 \text{ kgf/cm}^2$ においては、体積変化はなく、非排水状態になるため、

$$C_{cu} > 0, \quad \phi_{cu} > 0$$

であるが、 $\sigma \geq 0.4 \text{ kgf/cm}^2$ になると、せん断時に負のタイレタンスー、すなわち排水形式になるため、

$$C' = 0, \quad \phi' = 0$$

に变化し、 τ - σ 関係が不連続になる。このように試料によっては、垂直応力の範囲によってせん断強度定数が变化する。

(2) 図-2は、 $\sigma \leq 0.6 \text{ kgf/cm}^2$ において正のタイレタンスー、 $\sigma \geq 0.8 \text{ kgf/cm}^2$ において負のタイレタンスーが現われる試料である。正のタイレタンスー過程では、過圧密非排水になるので、せん断強度定数が垂直の各領域において变化し、 τ - σ 関係は三つの折線によって表わされる。

(3) 図-3は、 $\sigma \leq 1.6 \text{ kgf/cm}^2$ においてもタイレタンスーの変化はなく、したがって非排水条件になるため、 σ が大きくなっても τ - σ は

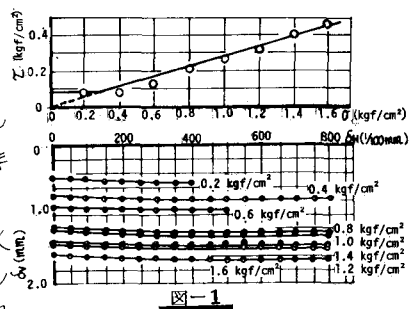


図-1

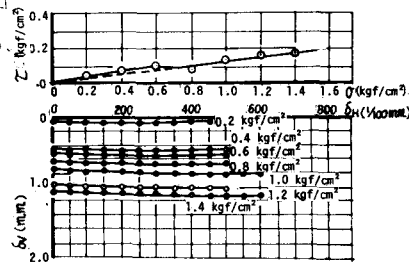


図-2

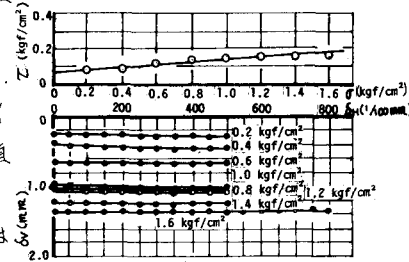


図-3

直線関係になり、せん断強度定数は $C_{cu} > 0$, $\phi_{cu} > 0$ を示す。これは、試料に含まれるモンモリロナイトの含有量が 70% を超える場合に見受けられる。⁽³⁾ このような試料は、たとえ薄層でも、土粒子を構成する鉱物の種類によって是非排水になることを示している。

(4) 以上述べた状態の中で、負のタイレタンシーが現われる場合、水平変位量が図-4(a)・(b) のように正のタイレタンシーに変化する傾向がある。

これは、一面せん断試験では $\delta_H > 10 \text{ mm}$ をこえると挙動がはっきりしないため、特殊な模型実験装置を用い、地すべり面の間隙水圧を測定すると、図-5 のように一時的に負の間隙水圧が作用することが認められ、膨張・吸水作用が行われていることが判明する。⁽⁴⁾

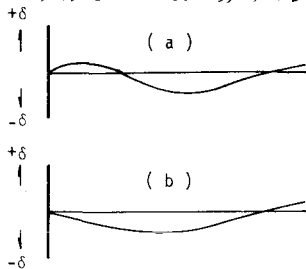


図-4

3. 地すべり面における滑動機構

地すべりにおいては、実際に滑動している時の状態を直接観察または測定することが難しい。そこで地すべり面含有粘土層中の含水比差、薄層試料の一面せん断試験の結果から、地すべり面が滑動する際、つぎのような状態であると推定する。

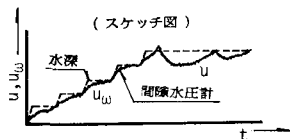


図-5

(1) 地すべり面の深度が浅く垂直応力が小さい場合、または、地すべり面の移動量が大きい場合、正のタイレタンシー現象が現われ、条件が崩うと吸水膨張する。したがって含水比差が見られることは、吸水膨張が可能な地下水の給水機構が存在することになる。地下水の給水とは、透水水、pocket water, closed water layer,⁽¹⁾ 地すべり面の下部から給水される視反間隙水などであり、これらが滑動面と何かの形式で連絡している機構になっている。

(2) 地すべりにおける移動量は、含水比差から見ると以外に大きいようである。含水比差と、観測による移動量とが一致しないことがあるが、地すべり面の移動量と地表面の移動量とは必ずしも一致しない要因があるのではなからうか。

(3) 地すべり面が滑動するとき発生する逆側間隙水圧は、体積変化がない特別の場合に限られ、正のタイレタンシーに吸水膨張が伴わないとき、むしろ負の間隙水圧が作用して滑動の抵抗力になることがある。

4. あとがき

地すべり面付近に間隙水圧計を設置した場合、一時的あるいはかなり長期に亘って負の間隙水圧が記録されることがある。また同一の地すべり面含有粘土層の中にある地すべり面も、含水比差が多く平滑なもの、含水比差が少なく擦過痕を留めるもの、など状態が異なる。これらについて、薄層試料せん断時のタイレタンシーの観測から検討すると、その条件と過程について、ある程度の説明が可能になる。しかし、体積膨張した場合、ここに含まれるモンモリロナイトが吸水膨張するが、間隙に対して地下水が流入するかなどについては、不明の点があり、今後に残されている。

(参考文献)

- (1) 玉田文吾：オミ紀層地すべりの要因と地質学的背景：新砂防, vol 33, No. 1 (1980)
- (2) 玉田文吾：再滑動型地すべり面の C , ϕ とその変化：地すべり, vol 17, No. 2 (1980)
- (3) 玉田文吾：土質試験による地すべり面探査法：オミ紀層地すべり学会研究発表講演集 (1980)
- (4) 玉田文吾：地すべり面における滑動中に発生する制動作用：土木学会オミ紀層地すべり学会研究発表講演集 (1980)
- (5) 玉田文吾：福田順二：地すべり面の滑動形態と滑動抵抗との関係：西日本工業大学紀要, vol 7, (1977)