

地すべり地における粘土鉱物とせん断・摩擦強度との関係

佐賀大学 岩尾 雄四郎

佐賀大学 ○橋本 敏朗

1. まえがき

通常、すべり面は、厚さ数cm以下の軟弱な粘性土によって構成されているが、これは一般に地すべり粘土と呼称されている。この地すべり粘土は母岩とそれから風化変質した粘土鉱物で構成されている。

この地すべり粘土の力学特性を明確に把握することは、地すべりの再滑動を防止するうえできわめて重要である。従来は現場から採取してきた粘土を一面せん断することによって C, ϕ を決定し、安定計算を行ってきたが、その結果は実際の現場と合致していない。

そのため、数種の粘土鉱物を用いて、含水量と粘土鉱物のせん断・摩擦強度との関係、粘土鉱物の含有量の相違によるせん断強度の相違を調べ、ここに報告する。

2. 粘土鉱物の含水量とせん断強度との関係

地層中に形成された薄い地すべり粘土層は、滑動停止期間中に圧密されるので、地下水位変化が極端に激しい場所を除いて、正規圧密に近くなっている。したがって再滑動時のせん断形式は、特別なせん断速度でない限り、圧密非排水形式になるのが普通である。¹⁾

空気乾燥した後、420 μ ふるいを通した粘土鉱物（モンモリロナイト、ハロイサイト、カオリナイト）を任意の含水量に調整して試料とした。圧密完了後、せん断速度1mm/minで急速せん断を行った。なお、これらの粘土鉱物及び九州北西部で起きた花崗岩風化斜面崩壊現場で採取した白色粘土の液塑性限界を表-1に示す。

それぞれの粘土鉱物について $\sigma=1.6\text{kgf/cm}^2$ のときのせん断強度を図-1に示す。モンモリロナイトの場合、含水比が塑性限界以下のとき、含水比の増大とともにせん断強度は増大しており、そのとき粘着力、内部摩擦角ともに増大した。含水比が塑性限界を越えると徐々にせん断強度は低下し、液性限界付近ではほぼ消失した。

モンモリロナイトではせん断強度のピークは塑性限界よりわずかに低いときに現れるが、ハロイサイト、カオリナイトでは塑性限界付近で現れた。

3. 粘土鉱物のせん断・摩擦特性

地すべり粘土のせん断強度は粘土を構成する粘土鉱物の含有量に関係すると考えられ、二種類の粘土鉱物の乾燥重量比が7:3, 5:5, 3:7となるように配合し、含水比を30%として一面せん断試験を行った。このとき粘土鉱物はベントナイト、ハロイサイト、カオリンを用いた。その結果を図-2に示す。二種類の粘土鉱物を配合した試料のせん断強度は、それぞれの粘土鉱物が持つせん断強度と二種類の粘土鉱物の配合の割合によって推定できる。

	LL	PL	Ip
Montmorillonite	293.9	33.8	260.1
Halloysite	55.8	33.1	22.8
Kaolinite	31.3	17.0	14.3
Talc	22.2	19.8	2.4
Vermiculite		N.P	
White Clay	30.8	14.9	15.7

表-1 粘土の液塑性限界

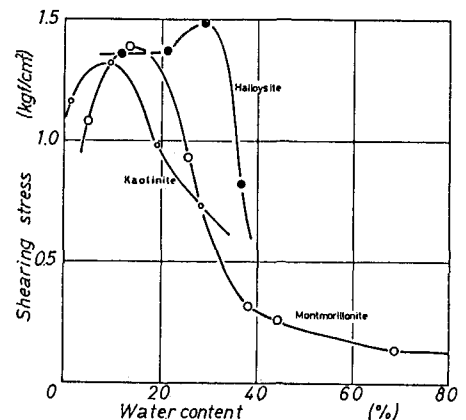


図-1 含水比とせん断強度の関係

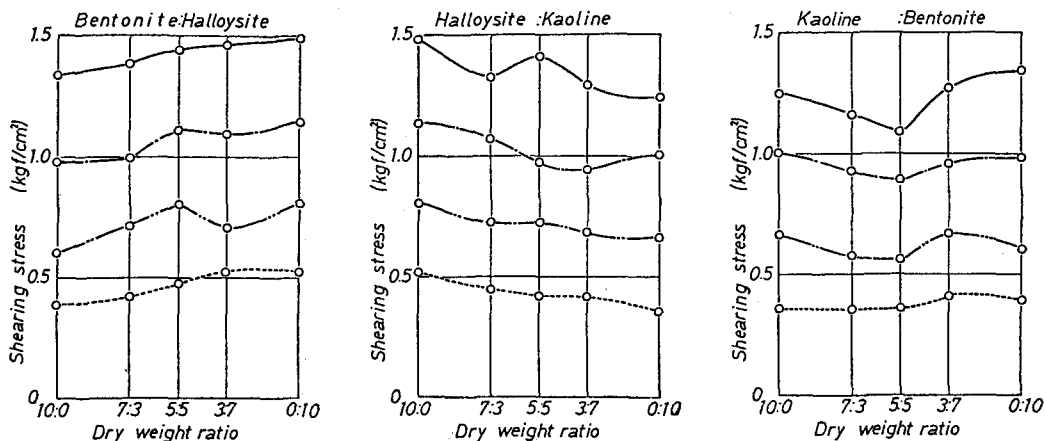


図-2 粘土鉱物含有量とせん断強度の関係

摩擦試験とは、上板と下板の間に試料となる粘土を薄く広げ、垂直・水平荷重をコントロールしながら変位をレコーダーに記録するものである。

岩盤と仮定した上・下板の表面の粗滑の影響をなにも挟まない場合、カオリンを挟んだ場合、白色粘土を挟んだ場合について調べた。上板は塩ビ板であり、下板は塩ビ板またはサンドペーパー（#1200）を貼付したものを使用した。

図-3に示すように下板にサンドペーパーを貼付すると、水圧が低いと、滑動に対して抵抗が大きくなるが、水圧が高いと、下板の粗滑は関与しなくなる。カオリンを挟んだ場合水圧にかかわらずサンドペーパー貼付すると抵抗が増大する。白色粘土を挟んだ場合、サンドペーパーの貼付によって滑動に対する抵抗が極端に低下した。

白色粘土の含水量と滑動時の挙動の関係は、図-4に示すように含水比が1.95%と低く粉状の場合、急激な滑動が起った。含水比が51.5%の場合、滑動は終始緩やかである。含水比が80.1%となると、最初に急激な滑動が起こり、その後、緩やかな滑動が起こる。

4. まとめ

二種類の粘土鉱物が混在している粘土のせん断強度はそれぞれの含有量とそれぞれのせん断強度と密接な関係がある。地すべり地における滑動の要因は地すべり粘土の強度によるところが大きい、それに接する基盤および上部堆積層の粘土と接する面の粗滑も滑動の重大な要因となる。また、緩やかな傾斜をもつ斜面であっても、すべり面に高い水圧が作用すると十分滑動する可能性を持っている。

地すべりの対策施工上、地すべり粘土の組成・存在状況および地すべり粘土に接する基盤・上部堆積物の状態を十分に把握することが、きわめて重要である。

参考文献 1) 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)

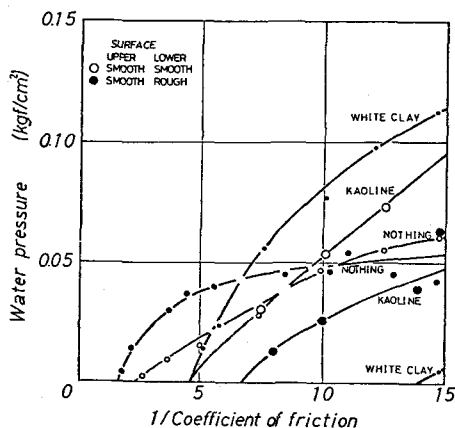


図-3 摩擦係数と水圧の関係

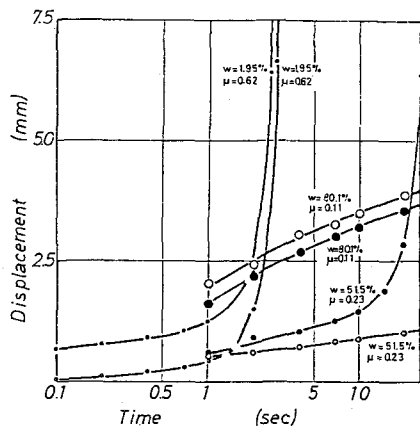


図-4 滑動時の時間と変位の関係