

超簡易現場一面せん断試験の適用性

山口大学大学院 学 ○友清 智広

山口大学大学院 正 鈴木 素之 正 山本 哲朗

1. はじめに

本研究では、斜面土のせん断強度特性を現場で直接測定するために、以前開発した黒色薄層土など不連続面上の斜面表層土を対象とした超簡易現場せん断試験機を転用し、現場の斜面と同様の傾斜角が設定可能な模型地盤において、斜面と同じ応力状態の下で超簡易現場せん断試験を実施した。2004年山口県内で発生した台風16号の豪雨により崩壊が発生した斜面土を試料として超簡易現場せん断試験を実施し、超簡易現場せん断試験機の精度および適用限界について検討した。

2. 現場せん断試験

僅少な降雨において斜面崩壊が発生する不連続面に沿った土のせん断強度は必ずしも十分に明らかにされていない。現場せん断試験を用いて、斜面内に潜在する不連続面でのせん断強度を原位置で求めることが最重要課題である。しかし、せん断力および垂直力の載荷を人力で行っていたこともあり、崩壊斜面が急斜面では垂直応力のある一定の変動幅以内に抑えることが非常に困難であるといった問題も生じていた。そこで、改良された超簡易現場せん断試験機では模型地盤容器の取り外しを可能にすることで、試験機を危険の伴う崩壊斜面に持ち運ぶことを避けることができる。また、不連続面を壊すことなく不攪乱試料を採取することができるなどの利点が多い。さらに、傾斜角を自由に設定できるため、地すべり斜面での傾斜角についても再現することが可能となる。また、垂直力とせん断力の制御ができる。写真-1に傾斜角 θ を付加した状態の超簡易現場せん断試験機を示す。

3. 超簡易現場せん断試験

(1) 理試験結果および試験手順・条件 まさ土および岩国市下の物理試験結果を表-1に示す。宇部まさ土(以後、まさ土と記す)は砂分が多く、岩国市下は粘土・シルト分が多い試料である。まさ土では試験時の含水比を最適含水比である17.3%，岩国市下では自然含水比である28.4%とした。所定の含水比に調整した試料を模型地盤容器に入れた。ここで、一定の締固め度とするため、5層に分けた。試験条件は圧密排水条件下でまさ土、岩国市下それぞれの圧密時間を30 min, 120 minとし、せん断速度1 mm/minでせん断変位7 mmまでせん断した。

(2) 試験との比較 まさ土および岩国市下の強度定数を図-1に示す。(a) まさ土では、超簡易現場せん断試験と一面せん断試験による内部摩擦角 ϕ_d はほぼ一致しているが、粘着力 c_d の差は22.0 kPaである。一方、(b) 岩国市下では、両試験とも強度定数は概ね等しいと言える。まさ土の方が岩国市下と比べて砂分が多く、さらにせん断箱のせん断面の盛り上がりがまさ土の方が顕著に大きかったことが理由として考えられる。超簡易現場せん断試験の誤差を大きくする要因として、試料の粒径の大小、つまり粒径分布に左右されると考えられる。したがって、粒径分布

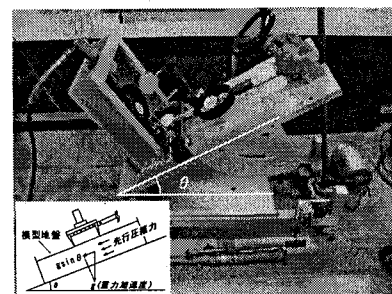


写真-1 超簡易現場せん断試験機

表-1 物理試験結果

項目	宇部まさ土	岩国市下
ρ_s (g/cm ³)	2.625	2.577
D_{60} (mm)	7.8	22.9
D_{30} (mm)	1.010	0.104
F_c (%)	17.8	47.9
F_{clay} (%)	10.5	22.1
w_n (%)	15.5	28.4
w_L (%)	37.0	55.7
w_p (%)	22.6	27.2
I_p	14.4	28.5
土質分類	SFG	CH

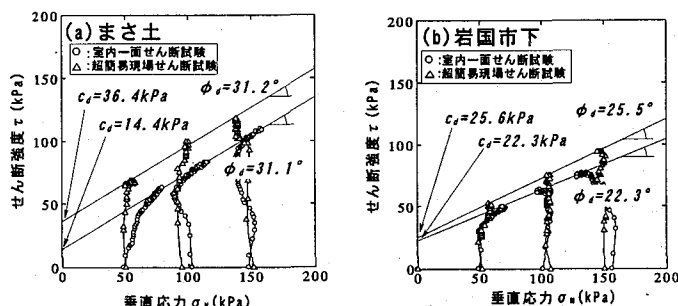


図-1 強度定数の比較

が比較的広いまき土の場合ある程度の誤差は避けられなくなる。

次に、(a) まき土および(b) 岩国市下の傾斜角による強度定数の変化を図-2に示す。傾斜角 $\theta=0^\circ$ の場合と比較して、まき土では c_d が3.6 kPa、 ϕ_d が 2.1° ほど低下し、岩国市下では c_d が2.0 kPa、 ϕ_d が 0.3° ほど増加がみられた。これより、傾斜角を付加することにより内部摩擦角よりも粘着力が変化するということが言える。

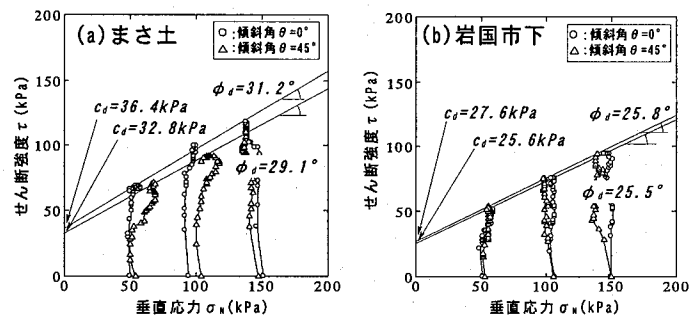


図-2 傾斜角による強度定数の変化

4. 様々な条件下における超簡易現場せん断試験

(1) まき土の密度の違いによる比較 模型地盤の密度 ρ_d の違いによる変化を調べるため、 $\rho_d=1.3 \text{ g/cm}^3$ (低密度)、 $\rho_d=1.7 \text{ g/cm}^3$ (高密度)となるように締固め度を変え、超簡易現場せん断試験を行った。ただし、せん断速度はともに 1.0 mm/min とした。密度変化による強度定数を比較したものを図-3に示す。 c_d では 31.2 kPa 、 ϕ_d では 4.2° の低下がみられた。 c_d においては、密度低下により空隙が大きくなり、粒子間の接触が減少したことにより粘着力の大幅に低下したものと考えられる。また、 ϕ_d においては、密度の違いによる固体間の摩擦、粒子間のかみ合い(インターロッキング現象)の低下によるものと考えられる。したがって、超簡易現場せん断試験における密度の変化は見かけの粘着力を含めた誤差を抑制するための重要な1つの要素と言える。 $\rho_d=1.7 \text{ g/cm}^3$ とは最も締固められた状態であり、実際の災害発生時には考え難い。よって、現場における地盤の密度(締め具合)の範囲を考えると適用性はあると言える。

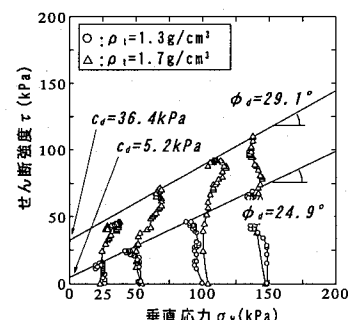


図-3 密度変化による強度定数

(2) まき土のせん断速度の違いによる比較 次にせん断速度 v_s の違いによる変化を調べるため、 $v_s=0.5 \text{ mm/min}$ (低速度)、 $v_s=1.0 \text{ mm/min}$ (高速度)の異なるせん断速度により試験を行った。ただし、密度はともに $\rho_d=1.3 \text{ g/cm}^3$ (低密度)とした。 $v_s=0.5, 1.0 \text{ mm/min}$ における強度定数の比較を図-4に示す。 c_d において 4.4 kPa 、 ϕ_d では 0.4° の低下がみられた。 ϕ_d に関してほとんど変化はなかったが、 c_d に関しては、せん断速度を上げることによりダイレイタンス効果が顕著に表われたことや、せん断箱に作用する偏心荷重が大きく作用したことなどが増加の原因として挙げられる。したがって、超簡易現場せん断機においてはせん断速度の減少に伴い粘着力の低下をもたらすことになる。

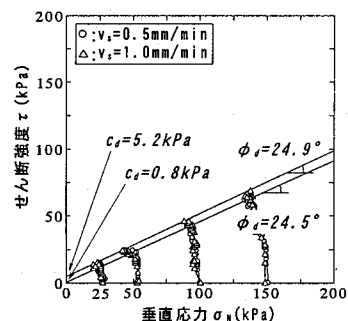


図-4 速度変化による強度定数

5. 結論

- (1) 傾斜角の付加により、内部摩擦角よりも粘着力が変化する。
- (2) 超簡易現場せん断試験では、まき土における密度の変化は粘着力に著しい変化をもたらす。
- (3) 超簡易現場せん断試験では、まき土におけるせん断速度の減少に伴い粘着力の低下をもたらす。

参考文献

- 1) 山本哲朗, 鈴木素之, 村上俊秀, 三浦壹章, 芋岡敏彦: 試作現場せん断試験機による斜面土のせん断強度測定, 地盤と建設, Vol.17, No.1, pp. 27~33, 1999.
- 2) 山本哲朗, 鈴木素之, 原田 博, 宮内俊彦, 寺山 崇: 超簡易現場せん断試験による不連続面のせん断強度, 第39回地すべり学会研究発表講演集, pp. 365~366, 2000.