

斜面土質調査に向けた超簡易現場せん断試験

山口大学大学院 学 ○友清 智広

山口大学工学部 正 山本 哲朗 鈴木 素之

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て、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、一面せん断試験結果との比較により、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. 2004年に山口県内で発生した土砂災害 図-1は2004年山口県内で発生した豪雨災害による斜面崩壊調査地点を示している。6月25日、8月2日の集中豪雨、8月30日の台風16号、9月7日の台風18号による斜面崩壊地点は計37箇所である。岩国市下では台風16号の豪雨により崩壊が発生している。図-2に日雨量と2週間累積雨量の関係を示す。図中の限界雨量曲線は山本らが過去に降雨によって崩壊した斜面の調査結果に基づいて、崩壊時の日雨量と2週間累積雨量との相関を見出したものである。斜面崩壊発生データは、全体として限界雨量曲線よりも上方にあり、今回の各事例においても崩壊に十分な雨量であったことがわかる。試料とした岩国市下の斜面状況を写真-1に示す。崩壊表土は崖錐であり、斜面土は赤褐色を呈している。粘土分が比較的多く含まれ、含水比が高いことが特徴である。

3. 現場せん断試験

3.1 既往の研究 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。

3.2 現場せん断試験機の改良 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。そして、垂直力とせん断力の制御ができる。写真-2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。

4. 超簡易現場せん断試験

4.1 物理試験結果および試験手順・条件 砂分が多いまさ土、上記の崩壊事例である粘土・シルト分が多い岩国市下の試料を用いて試験を実施した。まさ土および岩国市下の物理試験結果を表-1に示す。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

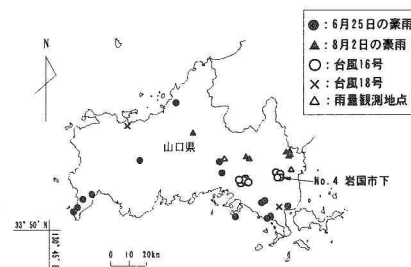


図-1 斜面崩壊調査地点

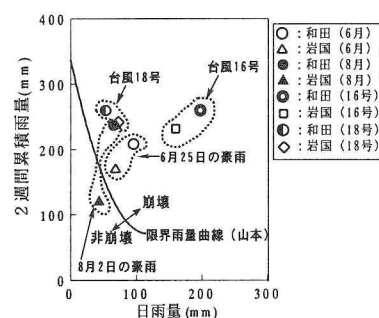


図-2 限界雨量曲線



写真-1 岩国市下の崩壊状況

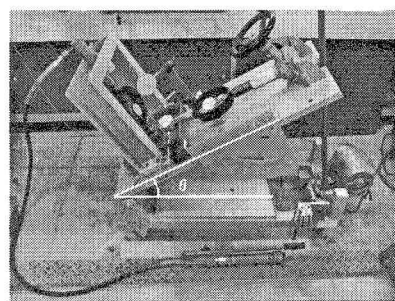


写真-2 超簡易現場せん断試験機

料を模型地盤容器に入れる。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。

4.2 一面せん断試験との比較 まさ土および岩国市下の超簡易現場せん断試験と一面せん断試験のせん断挙動をそれぞれ図-3、図-4に示す。超簡易現場せん断試験においては、まさ土および岩国市下ともにせん断初期において供試体の体積が増加している。体積増加量を比較すると、まさ土の方が非常に大きくなっている。この違いは、粒径の違いによるダイレイタンスの相異であると考えられる。また、人為的なものとして、試料の締固め度の違いによる密度の影響も考えられる。その結果、せん断変位が7 mmに達しても垂直変位の挙動が一定にならない傾向が持続したものと考えられる。一方、一面せん断試験においてはせん断変位の増加に伴って、最終的に垂直変位は一定になっている。また、試験後の模型地盤のせん断面は凹形状となっていた。したがって、ブロックせん断試験と同様に、凹凸状のせん断面の状態で模型地盤がせん断されて、垂直変位が一定になることなく減少したと考えられる。この傾向は、岩国市下についても同様である。

図-5、図-6はまさ土および岩国市下の強度定数を示している。岩国市下の場合、超簡易現場せん断試験、一面せん断試験とも強度定数は概ね等しいと言える。一方、まさ土の場合、両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と大きくなっている。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ことが考えられる。したがって、粒径分布が比較的広いまさ土の場合ある程度の誤差は避けられなくなる。

傾斜角 θ を付加した超簡易現場せん断試験では、まさ土では $\theta=45^\circ$ 、岩国市下では崩壊傾斜角である $\theta=48^\circ$ と設定した。強度定数については、傾斜角 $\theta=0^\circ$ の場合と比較して、まさ土の場合には c_d が3.6 kPa、 ϕ_d が 2.1° ほど低下し、岩国市下の場合には 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。

5. 結論

- (1) 超簡易現場せん断試験での垂直変位の減少はせん断時におけるせん断面の形状に大きく起因している。
- (2) 超簡易現場せん断試験において粒径分布が比較的広い試料では、強度定数に大きな誤差が生じる。
- (3) 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ようである。

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.

表-1 物理試験結果

試料名	項目	ρ_s (g/cm ³)	$D_{u,1}$ (mm)	D_{10} (mm)	F_c (%)	$F_{c,10}$ (%)	w_L (%)	w_p (%)	w_u (%)	I_p	土質分類
まさ土		2.625	7.8	1.010	17.8	10.5	15.5	37.0	22.6	14.4	SFG
岩国市下		2.577	22.9	0.104	47.9	22.1	28.4	55.7	27.2	28.5	SFG

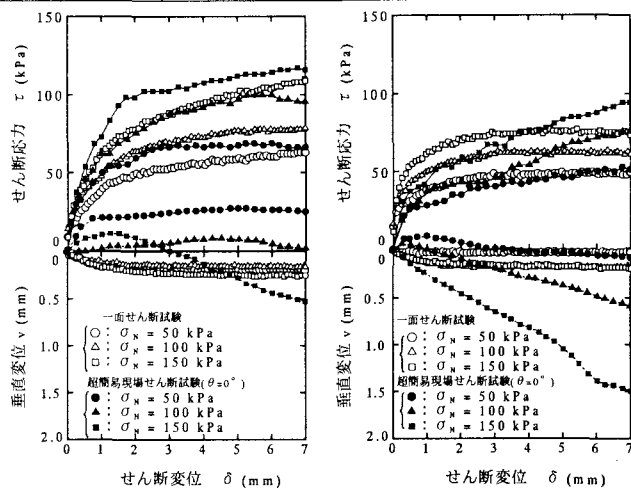


図-3 まさ土のせん断挙動 図-4 岩国下のせん断挙動

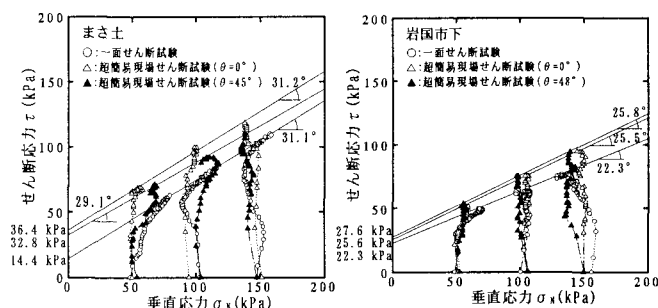


図-5 まさ土の強度定数 図-6 岩国下の強度定数