

風化地山を想定した試料の強度特性の実験的評価

長崎大学工学部 学生会員 松本貴義      長崎大学大学院 フェロー会員 棚橋 由彦  
 長崎大学工学部 フェロー会員 蔣 宇静      長崎大学工学部 正会員 杉本 知史  
 長崎大学大学院 学生会員 辻 大志      長崎大学大学院 学生会員 田中 利典

1. 研究の背景と目的

山岳・丘陵地帯で見られるような地山の風化により形成された地盤は様々な粒径の土粒子で構成されていて、風化の程度によってせん断強度にも影響を与えていると考えられる。そのため地山強度を推定する際にはこの影響を考慮することで、斜面の安定計算の精度向上につながるものと考えられる。

そこで本研究では実際の風化の程度を想定して粒径の異なる2種類の土を混合して一面せん断試験を行い、礫の混合率によるせん断強度への影響を明らかにすることを目的としている。

2. 対象試料の基礎データと実験概要

試料は多良岳周辺で採取した強風化の礫混じり粘性土を使用する。粘性土分としては採取した試料のふるい分けを行い、2mmふるいを通すものを使用する。礫分としては諫早市の採石場で採取した花崗岩を主体とするものを使用し、9.5mmふるいを通し 4.75mmふるいにとどまるものと、4.75mmふるいを通し 2mmふるいにとどまるものの二種類を用意する。これらを乾燥質量比により混合して 20×20×6cmに突固め、原位置一面せん断試験機を使用し実験を行う。原位置一面せん断試験機は図-1 に示す試験機で昨年山口らによって開発<sup>1)</sup>されたものである。試験方法はまずせん断面の下部(30×25×5cm)を所定の締固めエネルギーにより作製し、その上に図-1 に示すせん断箱(20×20×10cm)を設置する。次にその中に供試体を同様に作製し試験機を設置する。そして载荷用ハンドルで垂直荷重をかけ、図-1 右方向に向け供試体をせん断する。また実験は図-2 に示すような礫混合率で行う。2mm以下の試料で土粒子の密度  $\rho_s$  は 2.84g/cm<sup>3</sup>、2~9.5mm試料では 2.64g/cm<sup>3</sup>を示した。これらを各礫混合率に応じて計算して求めたものを土粒子の密度とし表-1 に示す。

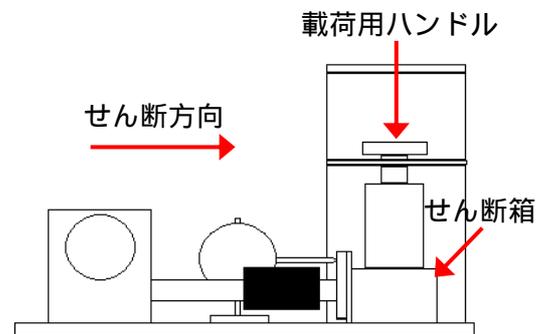


図-1 原位置一面せん断試験機模式図

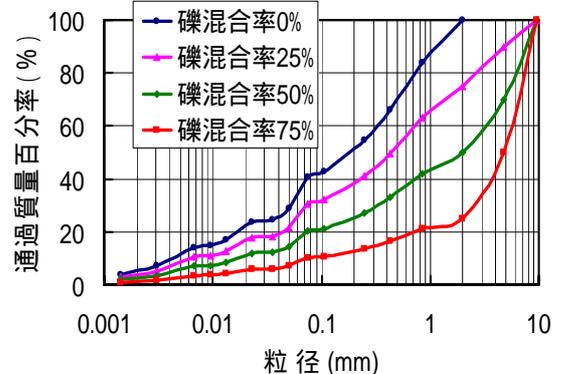


図-2 各礫混合率における粒径加積曲線

表-1 対象試料の物性値

礫混合率	土粒子の密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	最適含水比 $w_{opt}$ (%)	最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ (g/cm <sup>3</sup> )
0%	2.84	35.0	1.32
25%	2.79	28.0	1.35
50%	2.73	26.5	1.56
75%	2.69	17.0	1.80

3. 実験条件の決定方法

本研究では各礫混合率ごとに乾燥密度を一定にして含水比のみを変化させた供試体を作製して一面せん断試験を行う。図-3 に示すようにまず締固め回数 25 回と 15 回の場合の締固め曲線と各飽和度の曲線を描く。そして乾燥密度を一定としたときの締固め曲線との交点を求め、それぞれ含水比を 3 ケース設け、実験ケースとして決定する。その方法でいくつかの礫混合率の場合について実験を行う。各礫混合率で同様にして求めた含水比とそのときの飽和度を実験ケースとして表-2 に示す。また垂直応力はそれぞれ土被り 0.5 m、1.0 m、1.5m 相当に設定した。

4. 実験の結果と考察

4.1 粘着力cの変化

図-4 に飽和度  $S_r$  と粘着力  $c$  の関係を示す。全ての礫混合試料において  $c$  が一旦増加しその後減少する傾向が見られ、飽和度によって粘着力が変化するという結果が得られた。どのケースにおいても  $S_r=80\sim90\%$  で最大値を示した。これは飽和度の増加に伴いサクションが大きくなったために  $c$  が増加したものと考えられ、その後減少しているのは供試体の飽和度が 100% に近づいていくことでサクションが小さくなったためと推測される。

図-5 は、飽和度一定時の礫混合率と粘着力との関係を示したものであるが、礫が 0~25% までは粘着力が増大し、

25~50% までは概ね変化はなく、50~75% で減少している。これは礫混合率 0% と 25% で比べると、礫 0% では同じ粘性土分のみの粘着力であり、礫

25% では礫に粘性土分が付着していると考えられ、粘性土同士の粘着力よりも礫に粘性土が付着している方が粘着力が強いと考えられる。また礫混合率が 50~75% で  $c$  が減少しているのは、礫 75% では粘性土分が極端に少なく粘着力を持つ細粒分が礫 25~50% のときよりも減少したためと考えられる。また図-4、5 から礫混合率が大きいほど、含水比の変化によって粘着力が変動しにくいという結果が得られた。

4.2 内部摩擦角 の変化

図-6 に礫混合率による内部摩擦角 の変化を示す。礫混合率が 0~50% では概ね にあまり変化はなく、50~75% では再び増加している。粘土と礫の混合土のせん断特性に関する研究を行った川上ら<sup>2)</sup>による は礫混合率 0~50% までは概ね変化しないという結果に対し、今回の実験では同様の傾向を示した。また礫が 50% 以上になると が増大しているのは、せん断面もほぼ礫の状態に近づき、礫同士の摩擦の影響が強くなってきていて、礫混合率がさらに高くなると もさらに増大すると考えられる。

5. おわりに

今回の実験で粘着力は礫混合率が大きいほど含水比の影響を受けにくいこと、また内部摩擦角は礫 50% 以上で礫同士の摩擦の影響が強くなることを明らかにした。またそのことから礫混合率 50% 以上では川上ら<sup>2)</sup>の研究結果と同様に礫と粘性土の中間領域とみなすことができた。しかし図-6 に示すように内部摩擦角にばらつきがあるため今後の課題として飽和度を下げた別ケースの実験を行い信頼性を高める必要がある。

参考文献

- 1) 山口 達也 他：原位置一面せん断試験機の開発と強度定数に基づく精度評価，平成 21 年土木学会西部支部研究発表会講演概要集(CD-ROM)，pp.463-464,2009.
- 2) 川上 浩・阿部 広史：飽和れき混り粘土のせん断特性，土木学会論文報告集，第 183 号，pp.55-62，1970

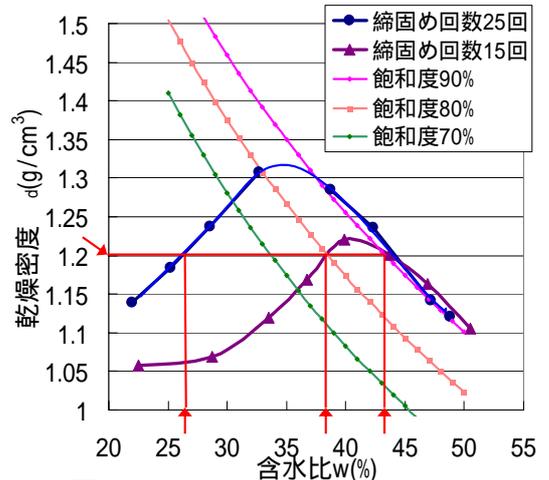


図-3 一定時の含水比の決定方法

表-2 実験ケース

礫混合率(%)	0	25	50	75
含水比w(%)	27.0,38.5,43.0	24.5,32.0,34.0	24.5,26.5,28.0	15.5,16.5,18.0
飽和度Sr(%)	56,79,90	64,84,90	85,90,97	78,83,90
垂直応力(kPa)	3,7,7.5,11.2			

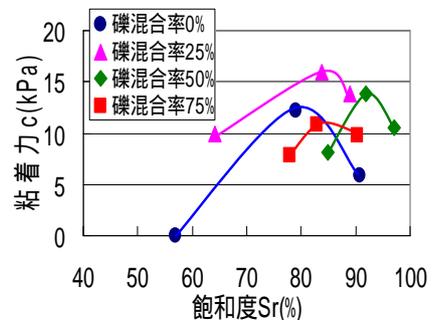


図-4 飽和度  $S_r$  と粘着力  $c$  の関係

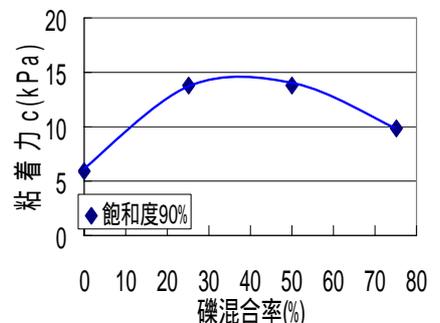


図-5 礫混合率における粘着力  $c$  の変化

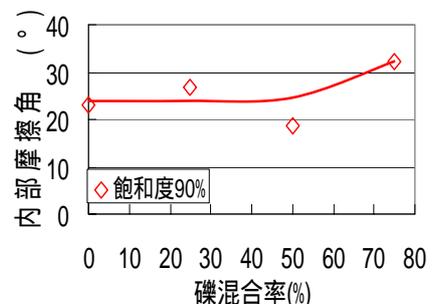


図-6 礫混合率における内部摩擦角 の変化