

破碎性火山灰土の繰返し非排水せん断強度に及ぼす破碎細粒分の影響

(株)地崎工業 土木部技術課 正会員 八木 一善
 北海道大学大学院工学研究科 フェロー 三浦 清一
 北海道大学大学院工学研究科 学生員 市川 和宏

1. はじめに

脆弱な粒子から成る火山灰土では、圧密・せん断過程の粒子破碎によって生ずる細粒分が、液状化強度に影響を及ぼすことが分かっている¹⁾。本論では、破碎性が異なる2種の火山性粗粒土について、FcとOCRを変化させた供試体の繰返し非排水強度特性を調べた。

表-1 試験試料の物理的特性

TOMIKAWA VOLCANIC SOIL	Fc (%)	s_s (g/cm ³)	d_c (g/cm ³)	D50 (mm)	U_c
In-Situ Fc	0.57	2.32	0.540	1.11	4.63
Fc crushed	20	2.34	0.594	1.10	—
	27	2.34	0.653	0.076	—
	50	2.36	0.720	0.075	—
	60	2.37	0.746	0.030	—
	100	2.41	0.830	—	—
TOUHORU VOLCANIC SOIL	Fc (%)	s_s (g/cm ³)	d_c (g/cm ³)	D50 (mm)	U_c
In-Situ Fc	1.9	2.53	0.515	7.3	4.63
Fc crushed	17	2.55	0.526	5.2	—
	30	2.58	0.558	4.2	—
	50	2.61	0.578	0.075	—
	60	2.63	0.591	0.060	—
	100	2.70	0.653	—	—

2. 試験試料と試験方法

試験に用いた試料は、北海道門別町富川で採取した富川火山灰土、中標津町当幌で採取した当幌火山灰土である。いずれも粒子破碎性を示す火山性粗粒土であるが、当幌火山灰土の粒子の方が脆弱で粒子破碎も卓越する²⁾。表-1に、原位置供試体(In-situ Fc)と細粒分含有率Fcを変化させた供試体の物理的性質を示す。試料に混合した破碎細粒分(Fc-crushed)は、粗粒子を粉碎して作成したものである。また、表中のFcは圧密前の値であるが、圧密による粒子破碎で新たな細粒分が生じるため、圧密後の細粒分含有率Fc'も調べている。表-2は、混合する細粒分の物理的指標である。破碎細粒分の粘土分は、当幌火山灰土で55%、富川火山灰土で10%である。なお、両火山灰土の破碎細粒分は液性・塑性限界試験の結果ではN.P.となる。

表-2 細粒分みの物理的指標

細粒分 (Fc 75mm)	WL (%)	Ip	SILT (%)	CLAY (%)
富川火山灰土	66.5	N.P.	90	10
当幌火山灰土	77.3	N.P.	45	55
NSF-CLAY	54.0	26.0	0	100
MC-CLAY	87.0	49.0	8	92

供試体はAP法により再構成している。破碎細粒分を混合した供試体を三軸セル内に設置した後に、二重負圧法の適用、脱気水の通水、196kPaのバックプレッシャーの供給により飽和させた。この方法により、全ての供試体の間隙水圧係数B値は0.96以上を得ている。過圧密比(OCR=1.0, 2.0, 3.5, 5.0)に対応する先行圧密圧力で等方圧密した後に、有効拘束圧 $\sigma'_v = 49\text{kPa}$ のもとで等方的に膨張させた。圧密完了後は、軸差応力振幅一定、載荷周波数0.1Hzにて繰返し非排水せん断を行った。

3. 試験結果と考察

富川および当幌火山灰土の破碎細粒分の増加による強度変化を調べるために、液状化強度比 R_{FC} とFc'の関係を図-1(a), (b)に示す。 R_{FC} は図中の式で定義されている。富川火山灰土のOCR=1.0の場合(図1(a))は、Fc'の増加によって強度は低下し、Fc'60%にて R_{FC} は最小値となる。Fc'=100%に至ると再び強度は増加するが、その R_{FC} は原位置供試体(In-situ Fc)よりも低い値である。OCRが高くなってもFc'増加による R_{FC} の低下が認められ、OCRが高くなるほど R_{FC} の低下割合は顕著になる。

当幌火山灰土(図-1(b))のOCR=1.0でも R_{FC} -Fc'関係は富川火山灰土と同様の傾向を示す。しかし、OCR=2.0ではFc'増加による R_{FC} の低下は小さく、OCR=3.5では R_{FC} は高くなる傾向を示す。このように破碎性が異なる火山灰土の過圧密供試体では、破碎細粒分の増加による強度変化の傾向が明らかに異なっている。

キーワード：火山性粗粒土 細粒分 液状化 粒子破碎 過圧密

連絡先：〒064-8588 札幌市中央区南4条西7丁目 地崎工業 TEL：011-511-8114 FAX：011-511-2660

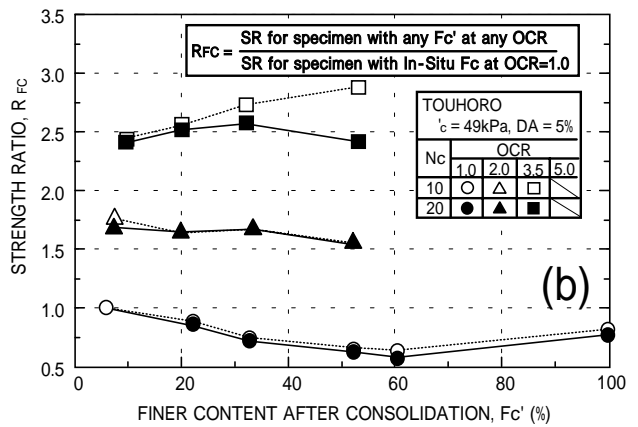
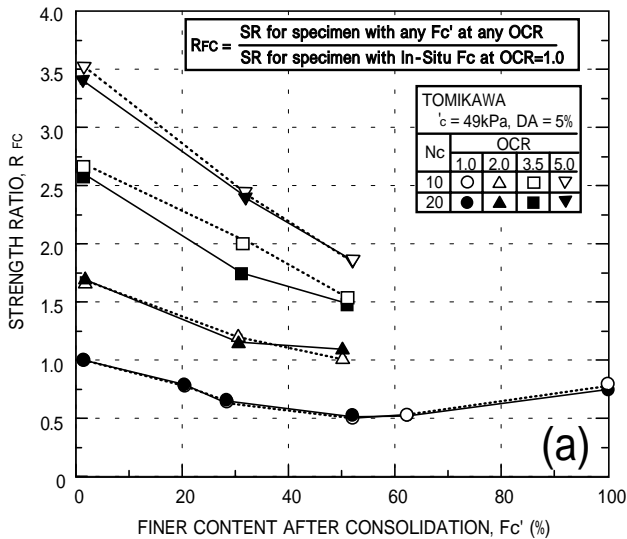


図-1 破碎細粒分の増加による液状化強度の変化
(a)富川火山灰土，(b)当幌火山灰土

破碎細粒分を混合した当幌火山灰土の過圧密による強度増加 R_s は、 $R_s = (OCR)^m$ で表すことができる¹⁾。ここで R_s は、 $N_c = 10$ 回あるいは 20 回で $DA = 5\%$ となるときの“過圧密供試体の液状化強度 SR_{OC} / 正規圧密供試体の液状化強度 SR_{NC} ”で定義している。また m は、過圧密による液状化強度の増加の程度を表す。

表-3 に、富川($OCR = 1.0 \sim 5.0$)と当幌火山灰土($OCR = 1.0 \sim 3.5$)の m 値を示す。いずれも破碎細粒分が増えると m 値は高くなる傾向を示すが、破碎細粒分を混合すると富川よりも当幌火山灰土の m は大きくなり、 F_c が 27% 以上になると富川火山灰土の m は変化しないという結果が得られた。このように、粒子破碎性が卓越する火山灰土であるほど、破碎細粒分を混合した供試体の過圧密効果は高くなることが明らかである。

図-2 は、全ての OCR に関して初期の細粒分含有率 F_c と圧密後の細粒分含有率の増加 $F_c - F_c'$ および表-3 の m 値との関係を表している。当幌火山灰土の粒子破碎は細粒分が少ないほど卓越するが、細粒分含有率が 30% を超えると F_c は 4% 以下の値となる。一方、富川火山灰土の $F_c - F_c'$ は OCR や F_c が変化しても 2% 以下の値であって、粒子破碎はあまり生じていない。また両火山灰土の $F_c - F_c'$ m 関係は、それぞれの $F_c - F_c'$ 関係と極めて類似した傾向が示されている。

以上のように、正規圧密火山灰土の液状化強度は、その拘束圧($\sigma'_c = 49kPa$)が小さいために、構成粒子の破碎性よりも破碎細粒分の影響の方が大きい。また過圧密履歴を受けた破碎性火山灰土では、細粒分だけではなく粒子破碎が液状化強度に大きな影響を及ぼしている。

4. まとめ

- 1) 正規圧密火山灰土($\sigma'_c = 49kPa$)では、粒子破碎性に関係なく細粒分が増加すると液状化強度は低下する。
- 2) 過圧密履歴($OCR = 1.0 \sim 5.0$)を受けた破碎性火山灰土の液状化強度は、破碎細粒分の影響だけではなく、構成粒子の脆弱性に起因する粒子破碎の程度の影響を大きく受けている。

参考文献： 1) 八木一善，三浦清一：火山性粗粒土の繰返し非排水せん断特性に及ぼす破碎細粒分の影響，土木学会論文集，No.694/ -57, pp.305-317, 2001 2) 三浦清一，八木一善，田中洋行，阿曾沼剛：破碎性粗粒土の力学特性と評価 主として北海道火山性堆積地盤について -，土と基礎，Vol.48, No10, pp.15-18, 2000.

表-3 火山灰土の m 値

	F_c (%)	m
TOMIKAWA VOLCANIC SOIL	0.57	0.77
	27	0.83
	50	0.83
TOUHORO VOLCANIC SOIL	1.9	0.72
	17	0.86
	30	1.04
	50	1.13

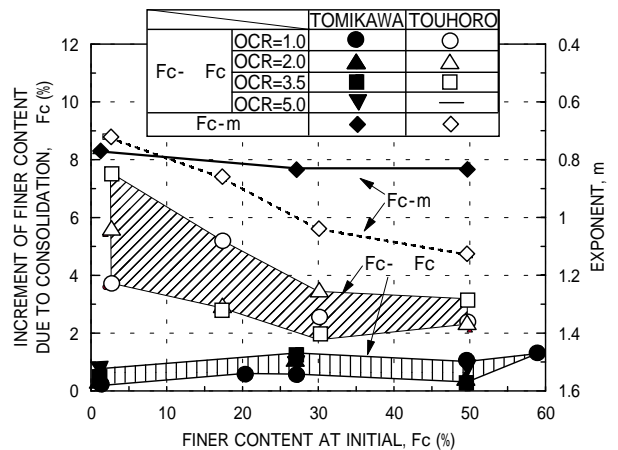


図-2 $F_c - m$ 関係および $F_c - F_c'$ 関係