

Ⅲ－A27

火山性粗粒土の破碎特性に及ぼす粒子硬度の影響

北海道大学大学院 工学研究科 フェロー 三浦 清一
 室蘭工業大学 大学院 ○学 生 員 萱場 信弘
 ㈱地崎工業 土木部技術課 正 会 員 八木 一善

1. はじめに

本研究では、北海道各地から採取された火山性粗粒土の破碎特性と粒子硬度の関係を調べた。その結果、粒子硬度と破碎による細粒分の変化量 ΔF_c 及びせん断強度の変化量 $\Delta \phi_d$ 、 $\Delta \phi'$ には良好な相関があることが分かった。

2. 試験に用いた試料

試験に用いた火山性粗粒土は、北海道各地の自然堆積地盤から採取された6種類の降下火山灰である¹⁾。各火山灰土の物理的性質とJIS-A1110に準じて求めた単粒子の吸水率 Q を表-1に示す。各火山灰土の吸水率は極めて高く、ポーラスな火山灰土粒子の内部空隙が非常に大きいことを示している。

表-1 各火山灰土の物理的性質

SAMPLE NAME	ρ_s g/cm ³	ρ_d g/cm ³		ρ_d In-Situ g/cm ³	D ₅₀ mm	U _c	F _c %	JIS-A1110 Absorption Q %
		max	min					
① MORI	2.82	1.589	1.314	1.49	0.66	2.37	0.15	80.73
② BIBI	2.29	0.622	0.496	0.61	1.38	3.75	1.83	112.23
③ KASHIWABARA	2.38	0.604	0.491	0.53	1.08	2.79	1.03	124.29
④ TOMIKAWA	2.22	0.522	0.428	0.49	1.25	3.05	1.07	149.35
⑤ NAKASHIBETSU-M	2.46	0.407	0.287	—	4.60	5.10	1.83	222.69
⑥ NAKASHIBETSU-T	2.53	0.520	0.470	0.50	7.34	4.63	1.94	196.66

3. 試験方法

本研究では、簡易型単粒子破碎試験機を用いて未整形粒子に対する試験を行った。過去の研究結果^{1),2)}より、今回の単粒子破碎試験では、無作為に抽出したそれぞれ50個の絶乾粒子について、上下の載荷ロッドが円錐形状の点載荷試験による測定結果を用いている。なお、載荷速度は0.3mm/minを採用している²⁾。

4. 試験結果と考察

図-1は、柏原火山灰土粒子に対する破碎試験での荷重 P と変位 d の経時的な変化を表している。図より、最大荷重 P_{MAX} に至るまでに何度か荷重の低下が生じていることが分かる。これは火山灰土粒子の内部空隙が、変位の進行により破壊されるためだと考えられる。図-2は、 $P-d$ 関係における割線係数 P/d を、ひずみが5%と破碎ひずみ時（平均13.9%）で比較している。今回試験を行った50個の粒子に関しては、多少のばらつきはあるもののほぼ1対1の対応関係が認められる。この関係は他の5種類の火山灰土に対しても同様に得られた。以上のことより、火山灰土粒子の粒子硬度は破碎試験における最大荷重 P_{MAX} を用いて評価していくことが妥当であると思われる。

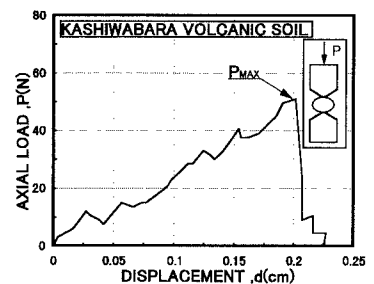


図-1 荷重-変位関係(柏原火山灰土)

図-3は柏原火山灰土の破碎試験における最大荷重 P_{MAX} と破碎時の等価粒径 D_2 (=初期粒子高さ $-d$)の関係をj示している。この図から $P_{MAX}-D_2$ 関係は粒径の影響をあまり受けずにある一定のゾーンの中に収まることが分かる。図-4は、図-3における $P_{MAX}-D_2$ 関係の傾き P_{MAX}/D_2 の値を硬度指標(Breakage Factor) B_f として10N/cmの級間隔にわけたヒストグラムで表したものである。この図から B_f の値はある一定のピークを持った分布形状を示すことが分かる。今回試験を行った各火山灰土に対して、同様

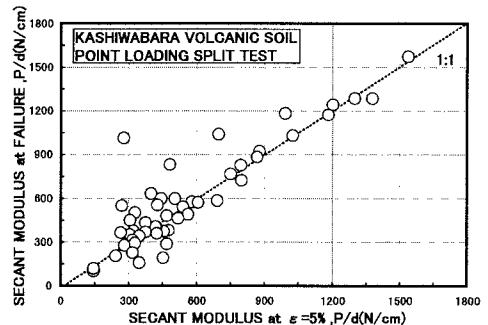


図-2 5%ひずみ時と破碎ひずみ時の割線係数の比較

Keyword：火山性粗粒土、粒子硬度、点載荷試験、粒子破碎

連絡先：札幌市北区北13条西8丁目 北海道大学大学院 工学研究科 Tel 011-706-6201

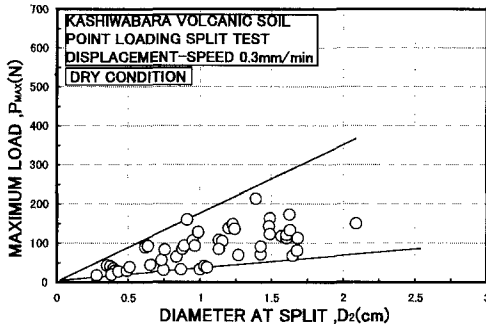


図-3 P_{MAX} - D_2 関係(柏原火山灰土)

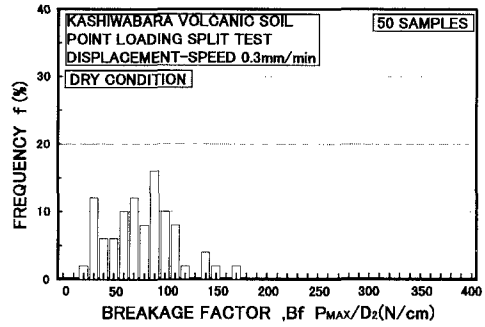


図-4 B_f のヒストグラム(柏原火山灰土)

に頻度がピークとなった B_f の値をそれぞれの火山灰土の代表的な硬度指標値とした（表-2 参照）。

過去の研究³⁾から、三軸圧縮試験における細粒分の変化量 ΔF_c と破壊時の平均有効主応力 p'_f には一義的な関係があることがわかっている。そこで、異なる各火山灰土の ΔF_c - p'_f 関係を粒子硬度 B_f によって一般化し、定式化しようと試みたのが図-5 である。図から、 p'_f と B_f をパラメーターとする式(1)は、火山性粗粒土の粒子破砕量 ΔF_c をよく表現することがわかる。

$$\Delta F_c = \alpha \times p'_f{}^\beta \quad \cdots(1)$$

ここで式(1)の係数 α と β は、次式によって表される。

$$\alpha = 1.73e^{-0.0452B_f} \quad \cdots(2a)$$

$$\beta = 0.501 + 0.0042B_f \quad \cdots(2b)$$

三軸圧縮試験におけるせん断強度の変化と粒子硬度の関係を示したものが図-6 である。平均有効主応力の増加に伴うせん断強度の低減 ($\sigma'_c = 49\text{kPa}$ での非排水三軸圧縮試験におけるせん断強度からの減少量 $\Delta \phi_d$ 、 $\Delta \phi'$) が式(3)によってよく表現されている。

$$\Delta \phi_d, \Delta \phi' = \kappa + \omega \times \ln(p'_f) \quad \cdots(3)$$

ここで係数 κ と ω は式(4)によって与えられる。

$$\kappa = 34.5 - 0.166B_f \quad \cdots(4a)$$

$$\omega = -8.55 + 0.0447B_f \quad \cdots(4b)$$

5. ま と め

- (1) 破砕時の最大荷重 P_{MAX} と破砕径 D_2 には正の相関があり、 $B_f (=P_{MAX}/D_2)$ は粒径に依存しない粒子硬度パラメータである。
- (2) 火山性粗粒土の硬度指標 B_f を用いることで、火山性粗粒土ごとに異なる粒子破砕特性を定式化することができる。

参考文献

- 1) 八木，萱場，三浦：火山性粗粒土の粒子硬度と破砕特性の相関，地盤工学会北海道支部技術報告集第39号，pp.153-162，1999。
- 2) 三浦，萱場，八木：火山性粗粒土の単粒子破砕強度に影響を及ぼす諸要因，第34回地盤工学研究発表会発表講演集（投稿中）
- 3) 三浦，八木：火山灰質粒状体の圧密・せん断による粒子破砕とその評価，土木学会論文集，No.561/Ⅲ-38，pp.257-269，1997。

表-2 各火山灰土の B_f の値

	B_f
MORI	170
BIBI	120
KASHIWABARA	90
TOMIKAWA	80
NAKASHIBETSU-M	40
NAKASHIBETSU-T	20

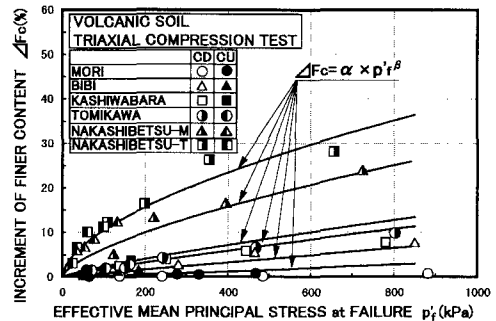


図-5 各火山灰土の ΔF_c - p'_f 関係

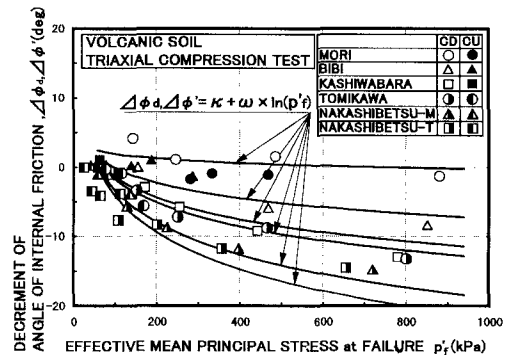


図-6 各火山灰土の $\Delta \phi_d$ 、 $\Delta \phi'$ - p'_f 関係