

Ⅲ-172

圧密・せん断による火山灰質粒状体の破砕特性

室蘭工業大学 工学部 正 員 三浦 清一
 (株)地崎工業 技術開発室 正 員 八木 一善
 室蘭工業大学 大学院 学生員 阿曾沼 剛
 室蘭工業大学 大学院 学生員 フェイ・マルレット

1. はじめに

破砕性粒状体である火山成粗粒土では、粒子が多孔質で脆弱であるために構成粒子の破砕の問題を無視してその土質工学的特徴を論ずることはできない。本研究では、北海道各地で採取された5種類の火山灰土に関して一連の標準圧密試験、排水・非排水三軸圧縮試験を実施し、圧密・せん断過程における構成粒子の破砕性とそれが強度特性に与える影響を調べている。

2. 用いた試料及び試験方法

試験に用いた試料は5種類の火山成粗粒土で、その採取地点は①森町姫川(森火山灰土)、②門別町富川(富川火山灰土)、③苫小牧市柏原(柏原火山灰土)、④千歳市美々(美々火山灰土)、⑤中標津町武佐(中標津火山灰土)である。また、森火山灰土は駒ヶ岳の降下生成物、富川・柏原・美々火山灰土は支笏の降下生成物、中標津火山灰土は摩周の降下生成物で構成されている。表-1に各火山成粗粒土及び豊浦砂の物理的性質を示している。

表-1

VOLCANIC SOIL	ρ_s g/cm ³	ρ_d g/cm ³		D ₅₀ mm	U _c	F _c %
		max	min			
① M O R I	2.82	1.589	1.249	0.64	2.3	0.2
② TOMIKAWA	2.22	0.549	0.433	1.1	2.8	1.0
③ KASHIWABARA	2.34	0.623	0.462	1.25	3.1	1.3
④ B I B I	2.28	0.734	0.624	1.42	4.0	1.4
⑤ NAKASHIBETSU	2.51	0.410	0.278	4.6	5.1	1.6
TOYOURA SAND	2.64	1.639	1.336	0.18	1.3	0

3. 試験方法

三軸試験の供試体は、直径70mm、高さ170mmの円柱供試体である。供試体は乱した試料から多重ふり落し法(MSP法)により再構成している。また、圧密後の供試体密度は原位置地盤のそれを目標値としている。供試体設置後、CO₂、脱気水を通し、196kPaのバックプレッシャーを供給して飽和させている。この方法により間隙水圧係数B値は0.96以上の値を得ている。引続き所定の圧密圧力 σ'_c ($\sigma'_c=49\sim392$ kPa)の下で2時間以上等方圧密を行い、その後排水あるいは非排水条件のもとで側圧一定(ひずみ制御: $\dot{\epsilon}_a=0.2\%/min$)の条件下でせん断を加えた。標準圧密試験では、再構成した供試体を24時間浸水させて飽和させた後、土質工学会基準に従って所定の圧密圧力を段階的に载荷している。また、最終圧密荷重pは156.8, 313.6, 627.2, 940.8, 1254.4kPaの5ケースであり、最終圧密荷重による圧密が完了した後は9.8kPaまで除荷して膨張させている。

4. 試験結果と考察

図-1は、森・富川・中標津火山灰土に対する三軸試験での等方圧密過程でもたらされる細粒分含有率増加量 ΔF_{cc} ²⁾と標準圧密試験の一次元圧密過程でもたらされるそれと圧密時の平均有効主応力 P'_c の関係を示している。ここで、等方圧密過程における P'_c =有効拘束圧 σ'_c 、標準圧密試験では $K_0=0.5$ として $P'_c=2/3\sigma'_v$ (σ'_v :圧密荷重)で定義されている。図より、粒子が脆弱で破砕性を示す富川・中標津火山灰土の ΔF_{cc} は平均有効主応力の増加に伴って顕著に増加し、一方構成粒子が硬質な森火山灰土ではほとんど粒子破砕していないことが示されている。また、応力条件が異なる等

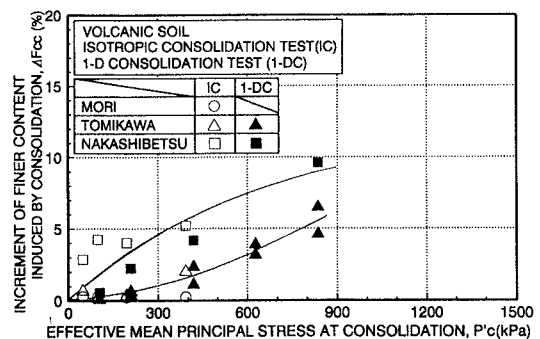


図-1

方圧密と一次元圧密における上記の関係は、 $P'c$ で整理すると一義的な関係で表示されることが判る。

図-2は、排水・非排水三軸圧縮試験のせん断過程で生ずる細粒分含有率増加量 ΔFc と破壊時の平均有効主応力 $p'f$ の関係を示している。図-1と同様に、森火山灰土を除くと平均有効主応力の増加に伴って細粒分が確実に増加する傾向が認められる。また中標津火山灰土においては、圧密過程で生ずる細粒分増加よりもせん断過程でもたらされるその方がより顕著になっており、せん断を受けることによって他の火山灰土よりも飛躍的に粒子破碎が進行していることが判る。さらに、構成粒子が硬質な森火山灰土は本研究の圧力レベルではほとんど粒子破碎していないことが明らかである。この ΔFc と $p'f$ の関係は、図-1と同様に排水条件の差によらず噴出起源別ごとにそれぞれ一義的な曲線で表現できる。

図-3は、排水・非排水三軸圧縮試験結果から得られた破壊時の平均有効主応力 $p'f$ 、破壊時の軸差応力 qf 及び圧密とせん断過程で生ずる全細粒分含有率増加量 $\Delta Fc(=\Delta Fcc+\Delta Fcs)$ の関係を統一的に表している。非破碎性を示す駒ヶ岳降下生成物の森火山灰土は平均有効主応力 $p'f$ の増大に伴って qf が直線的に増加し、その破壊包絡線はほぼ $p'f$ - qf 面上に存在している。一方、粒子破碎性を示す摩周降下生成物の中標津火山灰土や支笏降下生成物の富川・柏原・美々火山灰土は、 $p'f$ の増加に伴う粒子破碎の増加により破壊包絡線は ΔFc 軸方向に移行するため、低い応力レベルで破壊に至っていることが判る。このように、構成粒子の破碎は圧密・せん断応力経路に大きく依存し、平均有効主応力の変化に支配されていることが理解できる。

この ΔFc の増加がせん断強度に与える影響を定量的に示すため、各火山灰土に対する排水三軸圧縮試験から求められた ΔFc とせん断抵抗角 ϕd の相関を図-4に示した。図-4から、中標津火山灰土は有効拘束圧 $\sigma'c$ （すなわち平均有効主応力）の増加に伴う粒子破碎により、 ϕd が著しく減少していることが判る。

以上のことから、せん断の進行に伴って平均有効主応力が増加する試験では、構成粒子の破碎性をせん断強度特性に及ぼす影響因子として注目しておくことが重要である。

5. まとめ

(1)構成粒子の破碎はせん断応力経路に大きく依存し、平均有効主応力の変化に支配されている。(2)構成粒子が脆弱な中標津火山灰土は、圧密過程よりもせん断過程において顕著な粒子破碎が生ずる。(3)火山灰質粗粒土の圧密・せん断過程でもたらされる粒子破碎は、その強度特性に大きな影響を及ぼしている。

参考文献 1)三浦 清一、阿曾沼 剛、八木 一善：過圧密による破碎性粒状体の繰返し非排水三軸強度の変化、第30回土質工学研究発表会、投稿中、1995 2)三浦 清一：粒状体の力学 2.15 粒子破碎、土質工学会、1993

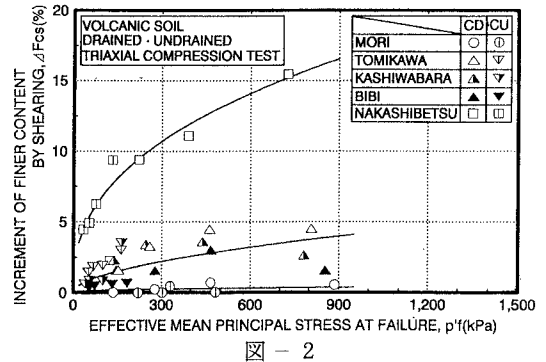


図 - 2

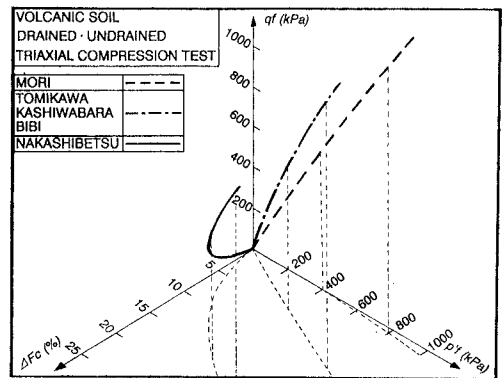


図 - 3

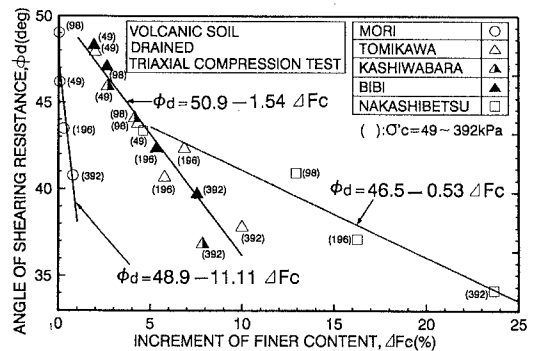


図 - 4