

III-77 火山灰質粒状体の非排水三軸試験におけるMP低減法

室蘭工業大学工学部 正会員 三浦 清一
室蘭工業大学大学院 学生員 川村 志麻

1. まえがき： 比較的粒径の大きな破砕性火山灰質粒状体の三軸試験において、貫入特性の既知な粒状体（豊浦標準砂）を薄く囲むことによってMPの影響を低減できることを以前に示した¹⁾。本研究では、さらに異なる粒径の三種類の火山灰土を用いて、非排水三軸圧縮試験・繰返し三軸試験結果に及ぼすMPの影響及びMP低減層の形成効果について検討を行なった。

2. 使用した試料及び試験方法： 本試験に用いた試料は北海道内の3種類の火山灰土でその採取地点は茅部郡森町字姫川、沙流郡門別町富川、苫小牧市柏原である。それぞれ、土被り厚約1～2mの切土面より採取したもので、その堆積層は各々駒ヶ岳、樽前山、支笏の降下生成物で形成されている。各試料及びMP低減層として用いた豊浦標準砂の物理的性質は表-1に示している。各供試体は、Slurry deposition method²⁾ (SD法) によって作製した。図-1に示すようにMP低減層を施したRNS 供試体については、SD法によって作製したRNO 供試体 (D=75mm) を凍結後、ミキシングチューブから抜き出し、D=78mm、H=160mm のアクリルチューブの中心に設置し、その隙間に豊浦標準砂を空中落下法によって堆積させた。このようにMP低減層の厚さは1.5mmとなるが、この値は前報の報告で示されているように、最適な厚さのようである¹⁾。引続き、通水→脱水→凍結（定荷重下）の過程を経て供試体が作製されている。火山灰部分の圧密後乾燥密度 γ_{dc} は不攪乱状態のそれを目標にした。また、MP低減層の相対密度 D_r はほぼ80%である¹⁾。なお、用いたメンブレン厚 t_m は0.2mmである。以上のように作製した供試体は三軸セル内で19.6kPaの有効拘束圧で2時間放置して融解させた。飽和方法は、MP低減層をもたないRNO 供試体に対してはCO₂、MP低減層を施したRNS 供試体には二重負圧法³⁾を用いた。その後、脱気水を通し196kPaのバックプレッシャーを供給し（B値は0.95以上）、引続き、所定の等方圧力のもとで2時間以上圧密した後に、繰返し非排水三軸試験及び非排水三軸圧縮試験を行なった。

表-1

SAMPLE NAME	MORI VOLCANIC	TOMIKAWA VOLCANIC	KASHIWABARA VOLCANIC	TOYOURA SAND
G _s	2.82	2.22	2.34	2.64
γ_{dc}^{max} (g/cm ³)	1.589	0.549	0.623	1.639
γ_{dc}^{min} (g/cm ³)	1.249	0.433	0.462	1.336
D ₅₀	0.64	1.10	1.25	0.18
U _c	2.3	2.8	3.1	1.3
F _c (%) ≤74 μ m	0.2	1.0	1.3	0

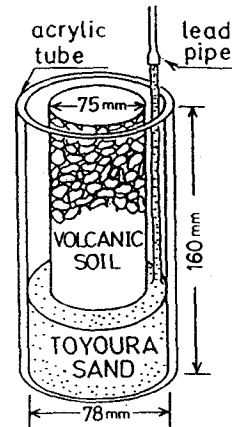


図-1
『RNS 供試体の作製法』

3. 試験結果と考察

3-1 液状化挙動に及ぼすMPの影響： 図-2は、柏原火山灰土のMP低減層の有無による液状化強度の比較を示している。縦軸は繰返し応力比 $\sigma_d/2\sigma_c$ 、横軸は両振幅軸ひずみ $DA=1, 2, 5\%$ が生じたときの繰返し応力比 N_c である。MP低減層を施したRNS 供試体の液状化強度は、いずれの DA においてもRNO 供試体のそれより小さくなる傾向にあることがわかる。図示は省略したが、森火山灰土、富川火山灰土についても同様の結果が得られている。このことはMP量が大きいほど液状化強度を過大評価するという今までの研究結果と同様である。図-3は、繰返し応力比 N_c の間隙水圧挙動及び変形挙動におよぼすMPの影響を考察するために描いたものであり、横軸に繰返し回数 N_c を $DA=5\%$ 時の繰返し回数で正規化した値、縦軸に繰返し応力比 $\sigma_d/2\sigma_c$ のときに残留する間隙水圧を初期有効拘束圧で正規化した値及び $DA=5\%$ で正規化した値との関係で表示している。MP低減層を施したRNS 供試体の間隙水圧の上昇は側面処理をしないRNO 供試体のそれより卓越して生じることがわかる。これは豊浦標準砂による供試体周囲の低減層の形成

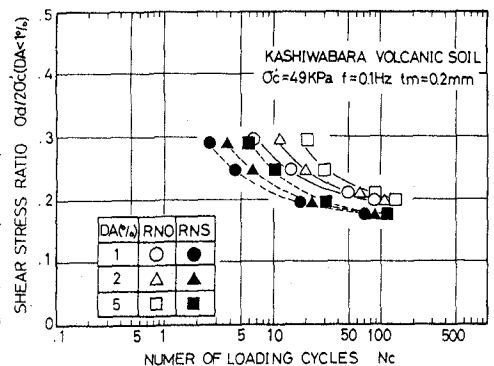


図-2

が効果的に作用していることを示している。

3-2 非排水三軸圧縮試験に及ぼすMPの影響: 図-4 (a) は、富川火山灰土の平均主応力 p' と偏差応力 q との関係を示している。図から明らかなようにMP低減層の有無によりその有効応力経路にも差異が見られる。図-4 (b) は最大・最小主応力比 (σ_1' / σ_3') と最大及び最小主ひずみ ε_1 、 ε_3 との関係を示している。この図より破壊時の軸ひずみはMP低減層を施した供試体の方が早いひずみレベルで破壊に至るようである。このように非排水三軸圧縮試験においても確実にMPの影響が存在し、静的条件に与える影響も無視できないということが明らかにされた。

3-3 平均粒径 D_{50} とMPとの関係: ここでは粒径の異なる3種類の火山灰土の試験結果に基づいて、液状化強度におよぼすMPの影響と平均粒径 D_{50} との関係を検討してみた。図-5は、MP低減層の有無による液状化強度の変化を定量的に調べてみるために、各火山灰土の繰返し回数 $N_c=10, 20$ における液状化強度の変化と平均粒径との関係を示している。また、図中には比較のため豊浦標準砂のMP有無による強度差から求めた値も同時にプロットしている⁴⁾。この値は $D=70\text{mm}$ の豊浦標準砂の液状化強度を $D=78\text{mm}$ に換算して求めたものである⁴⁾。また、不攪乱森火山灰に対する結果¹⁾を併せて示している。ここでの強度変化とは、 $\{(\sigma_d/2 \sigma_c')\}_{RNO} - (\sigma_d/2 \sigma_c')_{RNS}\} / (\sigma_d/2 \sigma_c')_{RNS}$ である。図-5より強度の変化は各回数で最大約50%の差として現われていることがわかる。また、低減層有無による強度差は平均粒径が大きくなれば確実に増加していく傾向にあることがわかる。

4. まとめ: 豊浦標準砂によるMP低減層を形成したものとししないもので一連の非排水三軸試験を行なった結果、以下のことが示された。(1)MP低減層を形成した供試体の液状化試験では、MPの影響を確実にMP低減層のそれだけにすることができる。このことは、豊浦標準砂のMP量のみを補正すれば真の液状化強さが求まることを示している。(2)破碎性粒状体といえども通常の砂と同様のMP効果が存在するため、静的条件であっても非排水条件ではMPの影響を無視できない。(3)MP低減層の形成効果は、供試体の粒径(平均粒径 D_{50})が大きいほど顕著になっている。

最後に、本研究の実施に当たり実験及びデータの整理などに室蘭工業大学4年 小林直樹、滝本聖吾 両君の協力を得た。また、磯崎真一氏には貴重な討論をいただいた。記して、感謝の意を表します。

参考文献: (1)三浦・扇谷・益村(1990):第25回土質工学会研究発表会発表講演集, pp753-756. (2)R. Kuerbis and V. P. Vaid (1988): Soils and Foundations, Vol. 28, No.4, pp. 107-118. (3)N. S. Rad and G. W. Clough (1984): Proc. ASCE, Vol. 110, GT9, pp. 1205-1218. (4)土岐・三浦・山下(1988):土の非排水繰返し試験に関するシンポジウム発表論文集, pp89-96.

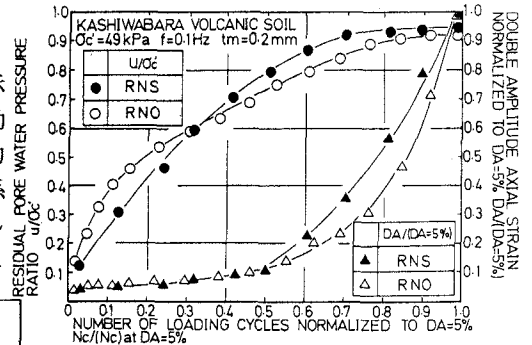


図-3

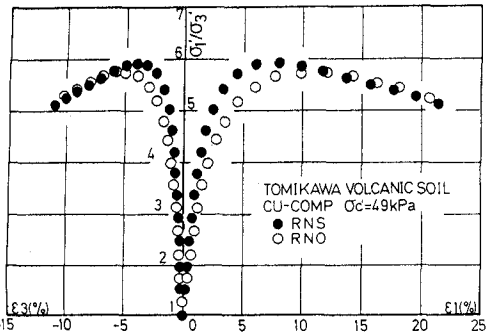


図-4 (b)

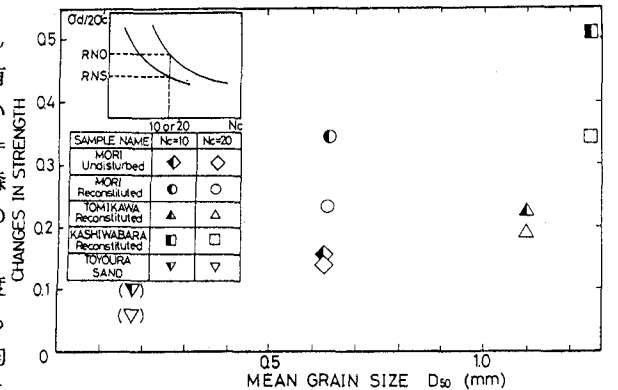


図-5