

Ⅲ-A72

大型繰返し三軸試験による礫質土の動的特性

ハザマ 正会員 ○足立有史
同 正会員 三原正哉
同 正会員 浦野和彦
同 大前延夫

1. はじめに

阪神・淡路大震災以降、礫質土に関する動的特性の評価、研究が多く報告されるようになったが、粒径の大きな礫を含む礫質土を対象としたものはまだ少ない。著者の1人は既に大型繰返し三軸試験機による礫質まさ土の液状化特性を報告している⁽¹⁾が、今回は同材料を含む2種類の礫質土について追加試験を実施した。本報告では礫質土の液状化強度および動的変形特性について、これまでの他機関の大型繰返し三軸試験装置による試験結果と合わせ評価を行った。

2. 試験材料

試験では、兵庫県淡路島津名産まさ土（以下「津名産まさ土」と表記）と他産地の泥岩を母材とする礫質土（以下「G産土」と表記）を用いた。津名産まさ土は原材料を最大粒径 37.5mm に、また G産土については最大粒径 50.0mm に調整し試験に用いた。試験材料の粒径加積曲線および物理特性を他機関のものを含め図-1 および表-1 に示す。

3. 試験概要

試験は直径 30cm、高さ 60cm の供試体による大型繰返し三軸試験装置を用いて実施した。本試験での供試体作成時の相対密度 D_r の設定にあたっては、初期相対密度として $D_{r0}=70\%$ 、 90% の2タイプとした。また、試料は振動締め装置を用いて作成した。

液状化強度試験および動的変形試験とも有効拘束圧は $\sigma'_c=98\text{kN/m}^2$ (1.0kgf/cm^2) の等方圧密である。繰返し載荷周波数は液状化強度試験では $f=0.02\text{Hz}$ 、動的変形試験では $f=0.1\text{Hz}$ とし、載荷波形は両試験とも正弦波を用いた。なお、結果の整理ではメンブレンペネトレーションによる補正は行っていない。

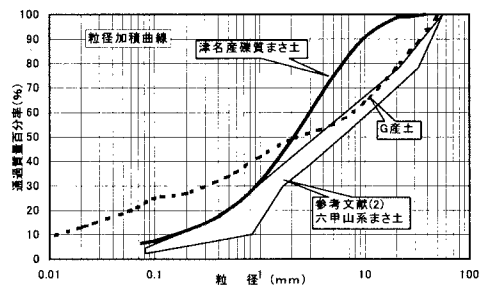


図-1 粒径加積曲線

表-1 試験材料の主な物性値

	土粒子密度 ρ_s (g/cm^3)	最大粒径 D_{max} (mm)	均等係数 U_c	最大密度 ρ_{dmax} (g/cm^3)	最小密度 ρ_{dmin} (g/cm^3)
津名産まさ土	2.67	37.5	20.0	1.998	1.534
G産土	2.66	50.0	62.0	2.000	1.576
津名産まさ土(前回)	2.72	37.5	36.7	2.010	1.514
参考文献(2)	2.69	53.0	25.5	—	—

表-2 各供試体の試験条件

試験材料	試験名	供試体 NO.	圧密後 乾燥密度 ρ_d (g/cm^3)	圧密後 相対密度 D_r (%)	圧密後 締固め度 $\rho_d/\rho_{\text{dmax}}$	繰返し応力 振幅比 $\sigma_d/2\sigma'_c$
本研究	津名産 まさ土	1	1.960	93.54	0.98	0.194
		2	1.948	91.40	0.97	0.170
		3	1.942	90.45	0.97	0.309
		4	1.962	93.77	0.98	0.249
		5	1.949	91.70	0.98	0.388
	G産土	1 ($D_{r0}=90\%$)	1.950	91.93	0.98	—
		2 ($D_{r0}=70\%$)	1.852	73.86	0.93	—
		1	1.925	85.44	0.96	0.192
		2	1.926	85.79	0.96	0.150
		3	1.918	84.09	0.96	0.250
参考文献	参考文献(2) 六甲山系まさ土	4	1.912	82.83	0.96	0.117
		5	1.927	85.89	0.96	0.272
		1	1.902	80.81	0.95	—
		参考文献(3) 六甲山系まさ土	1.962	—	—	—
		ボートアイランドまさ土(凍結)	—	—	—	—

キーワード：礫質土、大型繰返し三軸試験、液状化強度、動的変形特性

（機関） 技術設計部 〒107-8658 東京都港区北青山 2-5-8 TEL 03-3405-4052 FAX 03-3405-1854

表－2 に試験に用いた各供試体の試験条件を示す。また、結果の比較に用いた他機関のものもわかる範囲で密度を平均値で示した。

3. 試験結果

図－2 に液状化強度曲線について今回の試験結果と既往の試験結果^{(1),(2),(3)}を合わせて示す。ここに示すものは両振幅ひずみ $DA=5\%$ で整理したものである。

津名産まさ土 ($D_{ro}=90\%$) とポトアイランド、六甲アイランドでの凍結サンプリング試料の液状化強度は同程度であり、 $D_{ro}=70\%$ の液状化強度より R_{L20} で 0.07 程度大きい。また、津名産まさ土 ($D_{ro}=90\%$) では、繰返し回数が少ない範囲で液状化強度曲線は急増しており、密な砂と同様な挙動となっている。

図－3 に $G/G_0 \sim \gamma$ および $h \sim \gamma$ 曲線について今回の試験結果とポトアイランド、六甲アイランドでの凍結サンプリング試料（埋土部、置換部）による試験結果⁽³⁾の比較を示す。

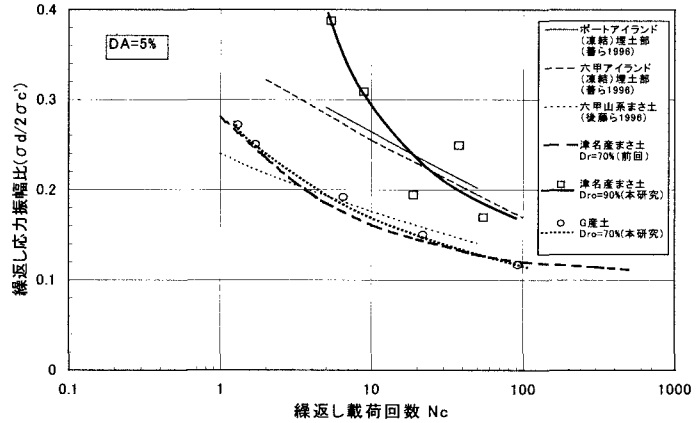
$G/G_0 \sim \gamma$ 曲線についてはすべての試料でほぼ同じ結果となった。 $h \sim \gamma$ 曲線については材料により差が生じており、特に微小ひずみレベルでの差が大きい。履歴減衰率 h はポトアイランド、六甲アイランドでの凍結サンプリング試料、津名産まさ土 ($D_{ro}=90\%$)、津名産まさ土 ($D_{ro}=70\%$)、G 産土 ($D_{ro}=70\%$) の順に大きくなっている。

4. まとめ

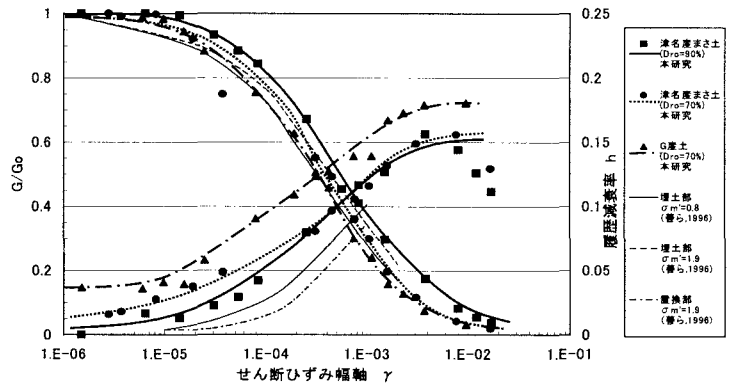
本研究では、礫質土の液状化強度特性および動的変形特性を把握するため、大型繰返し振動三軸試験装置を用い、液状化強度試験および動的変形試験を実施した。試験の結果、液状化強度特性については同一材料の場合、相対密度大きい程、液状化強度は大きく、強度曲線の勾配が大きくなることがわかった。動的変形特性については、 $G/G_0 \sim \gamma$ 曲線は各試料とも同様な形状となったが、 $h \sim \gamma$ 曲線は同一材料では相対密度が大きいほど、特に低ひずみレベルで履歴減衰率が小さくなる傾向がある。

なお、今回の試験に用いた津名産まさ土について、別途大型三軸圧縮試験（CD 試験）を初期相対密度 70% において実施した結果、 $\phi_d=39.5^\circ$ 、 $C_d=8.1\text{ kN/m}^2$ であった。

【参考文献】(1)平澤, 脇田, 大前, 松原, 吉見(1996)：大型振動三軸試験装置を用いたレキ質マサ土の液状化試験, 阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集, 土木学会, pp.183～186. (2)後藤, 森井, 谷澤, 末岡(1996)：大型三軸試験機を用いたまさ土の液状化特性, 第 31 回地盤工学研究発表会, 地盤工学会, pp.965～966. (3)善, 山崎(1996)：埋立地に用いたまさ土の液状化特性, 土と基礎, 地盤工学会, Vol.44 No.2, pp.60～63.



図－2 液状化強度曲線の比較



図－3 $G/G_0 \sim \gamma$ および $h \sim \gamma$ 曲線の比較