

III-212

液状化強度におよぼす粒径の影響について

（株）大林組 正会員 鳥井原 誠
正会員 ○浜野 正光
正会員 平間 邦興

1. はじめに

建築、土木にかかわらず構造物の大型化は時代の趨勢であるが、これにともない構造物を支持する砂、粘土からレキなどのあらゆる基礎地盤の諸物性をより精度よく求めることが強く要求されてきている。また、最近では関西新空港の例でも明らかのように、人工島や広域な造成には岩砕が使われることも多くなってきている。

そこで本研究では、粒度調整した砕石砂を用いて直径が5cm, 10cmの2種類の供試体を作成し、応力振幅一定繰り返し非排水三軸試験を行い、液状化強度におよぼす供試体寸法と最大粒径の影響について調べたので報告する。

2. 試料および試験方法

用いた試料は0.425～20mmの砕石砂である。その砕石砂に対して粒度調整を行い、表-1に示す4種類の試料を作成した。図-1に粒径加積曲線を示す。供試体は直径が5cmと10cmの2種類で、高さとの比は2である。供試体は全て空中落下法により $Dr=50\%$ になるように作成した。試験は飽和のため、炭酸ガスを一定時間通気させた後、脱気水を通水し B 値95%を確認した。その後、有効拘束圧 1 kgf/cm^2 の等方圧密条件で、 $f=0.5\text{ Hz}$ 、応力比一定の非排水繰り返し3軸試験を行った。なお、メンブレンの厚さはいずれの試験の場合も0.5mmである。

3. 結果および考察

図-2は両振幅軸ひずみ（ ε_{DA} ）が5%に達したときの応力比（ SR ）と繰り返し回数との関係を示したものである。ただし、（）付きの点は実際には1000波以上繰り返しても ε_{DA} は5%に達せず液状化には至っていない。まず、この図から同粒径の試料を用いた試験を行ったとしても、過去の研究結果¹⁾と同様に供試体の径が小さい方が液状化強度が大きくなっていることがわかる。次に最大粒径（ D_{max} ）と供試体径（ R ）との比（ D_{max}/R ）が同一のもので比べた場合、いずれの時も液状化強度は大きな粒径を持つ方がより大き

表-1 試料の物理的性質

土粒子密度(g/cm^3)	試 料			
	2.672			
D_{max} (mm)	2.0	4.75	9.5	19.0
D_{60} (mm)	1.05	2.4	5.2	11
D_{50} (mm)	0.9	2.1	4.5	9.6
D_{10} (mm)	0.52	1.1	2.5	5.9
D_{min} (mm)	0.425	0.85	2.0	4.75
U_c	2.02	2.18	2.08	1.86
ρ_{dmax} (g/cm^3)	1.637	1.605	1.759	1.647
ρ_{dmin} (g/cm^3)	1.342	1.389	1.398	1.428
ρ_d (g/cm^3)	1.475	1.489	1.558	1.530
e_o	0.812	0.794	0.715	0.746

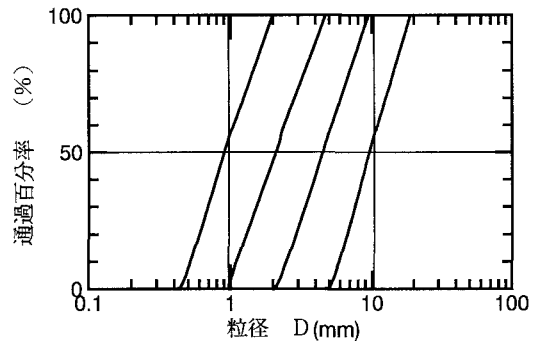


図-1 試料の粒径加積曲線

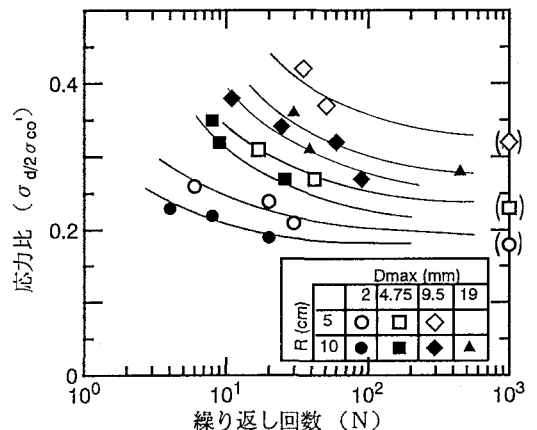


図-2 $\sigma_d/2\sigma'_{oo} \sim N$ 関係

な値を示している。

図－3は繰返し回数20回で液状化した時の応力比（ SR_{20} ）と最大粒径の関係である。 $R=5, 10\text{cm}$ ともに D_{max} が大きくなるにしたがい SR_{20} の値も大きくなっていることがわかるが、その値は $D_{\text{max}}=9.5\text{mm}$ と 19mm とでは、ほぼ一定値となっている。また、 $R=5\text{cm}$ と 10cm で比べると、前述したように同一の粒径の試料であっても SR_{20} は供試体径が小さい方が大きな値となっている。しかも、その差は最大粒径が大きくなるほど広がっており、 $D_{\text{max}}=9.5\text{mm}$ のもので $R=10\text{cm}$ の SR_{20} の値は $R=5\text{cm}$ に比べて15%減となっている。

図－4は等方圧密終了時の軸ひずみ（ ε_a ）と最大粒径（ D_{max} ）との関係である。 $D_{\text{max}}=19.0\text{mm}$ と 9.5mm での値がほぼ一致していることを除き、 D_{max} が大きいものほど ε_a の値が小さくなっていることが明らかである。これは今回の試験では各試料の相対密度を50%に統一したため、同一の相対密度では D_{max} が大きくなるほど初期間隙比が小さくなりその結果、体積変化が生じにくくなったからである。また $D_{\text{max}}=9.5\text{mm}$ と 19mm で、 ε_a に差はほとんど見られないことは、図－3の供試体径 10cm の試験結果で SR_{20} の値が D_{max} が大きくなるにつれて一定値の傾向を示していることと関連している。

図－5は両振幅軸ひずみ（ ε_{DA} ）が1, 3, 5%に達した時の間隙水圧と初期有効拘束圧の比（ $\Delta u / \sigma_{co}'$ ）と D_{max} との関係を示したものである。プロットした点はそれぞれの D_{max} 毎に $\Delta u / \sigma_{co}'$ を平均したものである。なお図中の曲線は全試験結果から求まる各ひずみごとの回帰曲線である。 $\varepsilon_{DA}=5\%$ の液状化時には D_{max} の値にかかわらず、 $R=10\text{cm}, 5\text{cm}$ いずれの場合も $\Delta u / \sigma_{co}'$ はほぼ一定値を示しているが、ひずみ量が小さい所では、間隙水圧の上昇の割合は D_{max} が大きくなるほど遅れていることがわかる。

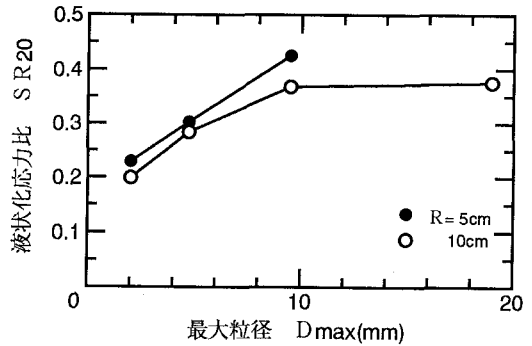
4. まとめ

今回の実験で明らかになったことを以下に示す。

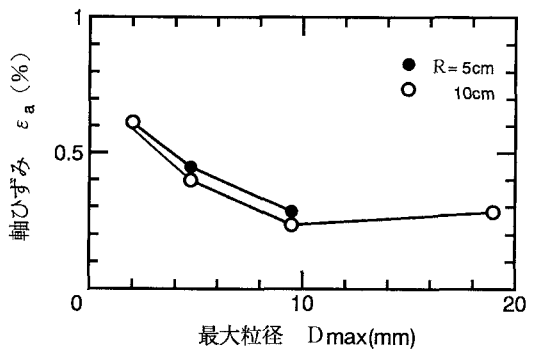
- ① D_{max} が大きくなるにつれて液状化強度は増加するが、その値は供試体径が小さい方が大きい。
- ② 液状化強度の値は圧密時の軸ひずみ量と密接な関係がある。
- ③ 液状化過程における間隙水圧の上昇は粒径の大きいものほど遅れる傾向にある。

【参考文献】

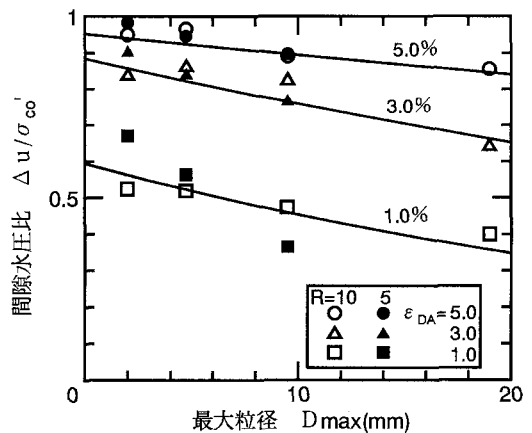
- 1) 岡本ほか：砂の三軸液状化強度におよぼす供試体高さや直径の影響、土木学会第39回年次学術講演会、pp. 65～66、1984
- 2) 大本ほか：粗粒材料の三軸試験における最大粒径の影響について、建設省技術研究会報告、1985
- 3) 松本ほか：ロック材料の最大粒径と三軸圧縮強度、土木技術資料25-12、1983



図－3 $SR_{20} \sim D_{\text{max}}$ 関係



図－4 $\varepsilon_a \sim D_{\text{max}}$ 関係



図－5 $\Delta u / \sigma_{co}' \sim D_{\text{max}}$ 関係