

立命館大学土木工学科 学生会員 ○清水美里
立命館大学大学院 学生会員 橋本琢治
立命館大学土木工学科 学生会員 八田篤謨

立命館大学理工学部 710- 竹下貞雄
立命館大学大学院 学生会員 宮島英次
立命館大学土木工学科 学生会員 濱井功

1. まえがき

今回著者らは、相馬砂を粒度調整し、粒径加積曲線の異なる二つの砂を用い、相対密度一定 ($D_r=70\%$) で繰返し三軸試験を行い、軸差応力、ひずみ、間隙水圧の時間変化及び液状化強度曲線より、液状化に対する比較・検討を行った。そして、これら二つの砂の質量比を変えて混ぜ合わせたものについても同様に試験を行い比較・検討を行ったので、その結果を報告する。

2. 試験概要

今回用いた試料の物理特性及び粒径加積曲線を表 2.1、図 2.1 に示す。ここで比較的粒径の大きい砂を相馬砂特 4 号、小さいものを相馬砂 6 号、そしてそれらを質量比 2:1 の割合で混ぜ合わせたものを混合砂 2:1、同質量で混ぜ合わせたものを混合砂 1:1 と呼ぶことにする。

供試体は、モールド内に設置された厚さ 0.2 mm のゴムスリーブ (ゴム膜) の中に所定の相対密度 $D_r=70\%$ となるように空中落下法により詰めて作成した。寸法は、直径 50 mm、高さ 100 mm である。そして自立させた供試体の寸法を測定した後、供試体を CO_2 及び脱気水で飽和させることにより B 値を 97% 以上にした。載荷試験は、等方圧密 (有効側圧 $\sigma'_c=2.0\text{kgf/cm}^2$) を行った後、周波数 0.1Hz で繰返し軸荷重を加え、軸荷重、軸ひずみ、間隙水圧及びセル圧を連続的に記録した。間隙水圧が側圧と等しくなるまで繰返し載荷を続けた。

表 2.1 物理的特性

	相馬砂 特 4 号	混合砂 2:1	混合砂 1:1	相馬砂 6 号
G_s	2.641	2.627	2.584	2.647
e_{max}	0.838	0.826	0.846	1.278
e_{min}	0.580	0.479	0.461	0.742
D_{10} (mm)	0.85	0.13	0.12	0.10
D_{50} (mm)	1.29	1.14	0.90	0.18
U_c	1.52	8.77	7.50	1.80
U_c'	0.91	0.36	0.30	0.94

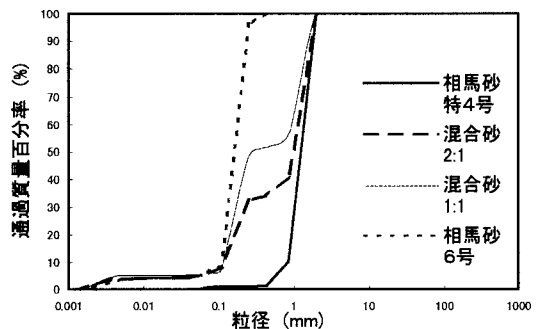


図2.1 粒径加積曲線

3. 試験結果及び考察

(1) 繰返し荷重、ひずみ、間隙水圧の時間変化

図 3.1、図 3.2 はそれぞれ相馬砂特 4 号、混合砂 2:1 における繰返し荷重、ひずみ、間隙水圧の時間変化を示している。なお比較のためいずれのグラフも繰返し軸差応力 $\sigma'_d=1.0\text{kgf/cm}^2$ 付近での結果を提示した。いずれのグラフにも言えることは、繰返し荷重を加える度に、ひずみ、間隙水圧ともに徐々に上昇し、供試体の剛性を保持し、有限なひずみ振幅を持つせん断変形が繰返されていることである。図 3.2 の混合砂のグラフにおいても特に変わった点はみられなかった。

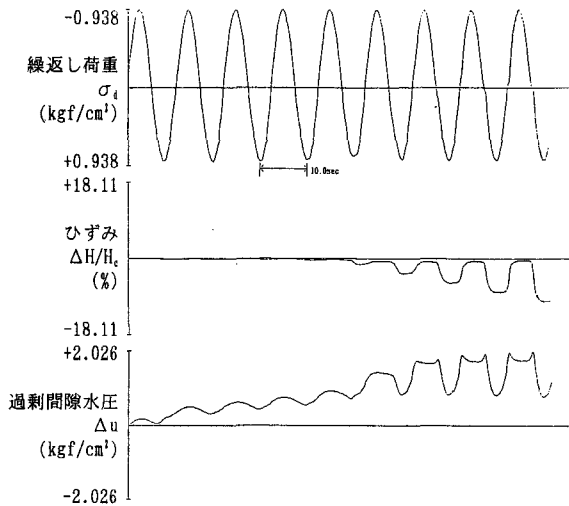


図 3.1 荷重、ひずみ、間隙水圧の時間変化（相馬砂特 4 号）

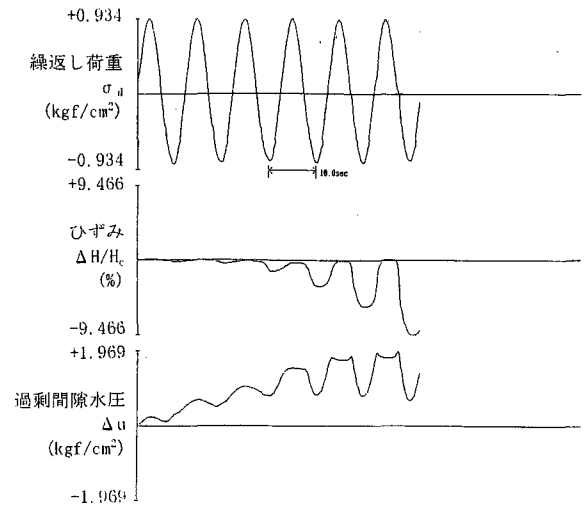


図 3.2 荷重、ひずみ、間隙水圧の時間変化（混合砂 2:1）

(2) 液状化強度特性

図 3.3 は軸ひずみ両振幅 $DA=5\%$ 時点での繰返し載荷回数 N_c (横軸) と、応力振幅比 SR (縦軸) をとった相馬砂特 4 号、混合砂 2:1、混合砂 1:1、相馬砂 6 号の液状化強度曲線であり、 $Dr=70\%$ 付での試験結果を示している。ラインが右上に位置しているほど DA が 5% に達するまでの繰返し載荷回数が多いことを示していることから、相馬砂特 4 号、混合砂 2:1、混合砂 1:1、相馬砂 6 号の順に液状化しやすくなるといえる。

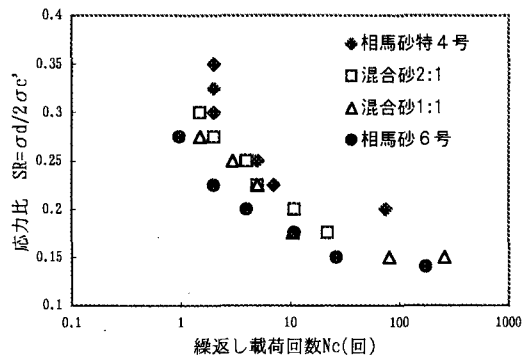


図 3.3 液状化強度曲線

(3) 余裕間隙比

相対密度が一定でも粒径加積曲線が異なれば、液状化に対する強度に差があることが図 3.3 からわかる。これは相対密度以外の要素が影響を持っていると考えられる。ここで、余裕間隙比について考える。余裕間隙比とは $e - e_{min}$ で表され、現在の間隙比 e が最小間隙比 e_{min} に達するまでの余裕量を表している。表 3.1 は、平均粒径と間隙比を示したものである。この表より、余裕間隙比が最も小さいのは相馬砂特 4 号で、混合砂 2:1、混合砂 1:1、相馬砂 6 号の順に小さくなっている。余裕間隙比が大きいほど液状化しやすいと考え、液状化強度曲線から求められた液状化の難易と比較しても一致する。

表 3.1 平均粒径と間隙比

	相馬砂 特 4 号	混合砂 2:1	混合砂 1:1	相馬砂 6 号
D_{50}	1.08	0.95	0.31	0.15
e_{max}	0.838	0.826	0.846	1.278
e_{min}	0.580	0.479	0.461	0.742
$e_{max} - e_{min}$	0.258	0.347	0.385	0.536
$e - e_{min}$	0.077	0.104	0.116	0.161

4. 結論

- ・ 相馬 6 号が最も液状化しやすく、混合砂 1:1、混合砂 2:1、相馬砂特 4 号の順に液状化しやすい。
- ・ 混合砂においては、両砂の中間強度を示しその強度は両砂の混合割合に依存する。

<参考文献> 吉見吉昭：砂地盤の液状化 技報堂出版（1991）
石原研而：土質力学の基礎 鹿島出版会（1976）