

日本大学大学院 学生会員 遠山 孝則

日本大学 正会員 今野 誠

日本大学 正会員 山村和也

1. はじめに

砂地盤の液状化の研究は、新潟地震以降急速に進んだ。液状化現象の解明により、各種の対策工法が考案され大きな成果を上げてきた。しかし、阪神・淡路大震災においてこれまで液状化しないであろうと思われていた地盤が液状化した。研究を更に進め、技術開発を図ることを示唆しているといえる。液状化の研究を大別すると振動台によって模型地盤を振動させて挙動を調べるものと、繰り返し三軸圧縮試験や繰り返しねじりせん断試験のような要素試験で調べる方法がある。振動台による実験の長所として、

- 1) 模型地盤全体の液状化の様子を直接観察できること、
- 2) 地盤の深度方向の過剰間隙水圧を振動時間とともに測定できること、

3) 液状化の発生過程から圧密・圧縮の地盤全体の流れが見られることがあげられる。

このようなことから本研究では振動台を組み込んだ模型実験槽を試作し、液状化のメカニズムを探る実験を行った。

2. 試料および実験方法

2-1 試料

実験に用いた試料は豊浦標準砂で物性を表-1に示す。

2-2 実験方法

実験は図-1に示す小型模型槽を使用した。実験を行う条件として試料の高さを30cm、水位を20cmと一定の条件にして密度を変えて発生する過剰間隙水圧と液状化後の沈下量をはかり、過剰間隙水圧と沈下量をそれぞれ密度とを比較する。実験で加える加速度は、振幅1.5cm、振動数2.0Hzの240galの加速度で行う。実験地盤の高さと試料の質量を測り、密度を実験ごとに測る。過剰間隙水圧は実験槽の底面から、高さ5cm、10cm、25cmの位置に取り付けた水圧計によって計測する。沈下量については、液状化後に地盤高さを計り沈下量をもとめる。また、液状化によって発生する過剰間隙水圧が最大になるまでの時間も同時に測る。

模型実験槽での液状化の判定は、各層の過剰間隙水圧の発

表-1 標準砂の物性

透水係数 $K(\text{cm/sec})$	1.3×10^{-2}
土粒子密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	2.69
乾燥密度 $\rho_d(\text{g/cm}^3)$	1.60
最大乾燥密度 (g/cm^3)	1.67
最小乾燥密度 (g/cm^3)	1.41
最大粒径(mm)	0.425
60%粒径(mm)	0.2
50%粒径(mm)	0.18
30%粒径(mm)	0.16
10%粒径(mm)	0.12
均等係数 U_c	1.67
曲率係数 $U'c$	1.07

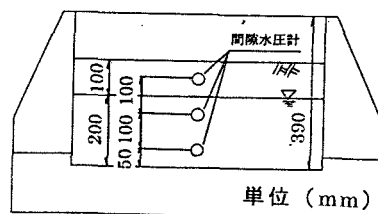


図-1 液状化実験装置

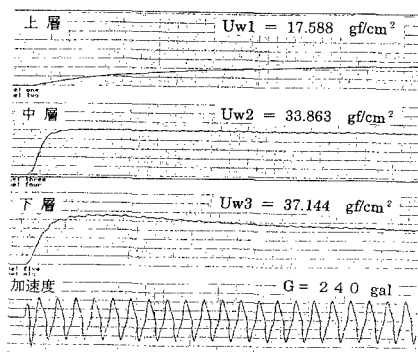


図-2 液状化中の過剰間隙水圧の例

キーワード 液状化 砂質土 メカニズム 振動台

連絡先 千葉県習志野市泉町1-2-1 日本大学生産工学部 土木工学科 土質研究室 TEL047-474-2455

および地盤表面に湧いて来る湧水の確認と実験後の沈下及び観察による地盤の状況から決定する。

図-2は、液状化中の過剰間隙水圧の一例である。このようなデータから発生する過剰間隙水圧の大きさと時間を求める。

3. 実験結果および考察

図-3は、相対密度 (D_r) を 23% から 83% まで変化させて加速度 240 gal を加えたときの過剰間隙水圧の発生を示した。図-3を見ると相対密度 65% ($\rho_d = 1.57\text{ g/cm}^3$) 程度のところから、過剰間隙水圧の発生が著しく低下し、相対密度 83% ($\rho_d = 1.62\text{ g/cm}^3$) 程度で過剰間隙水圧がほとんど発生しなくなっていることがわかる。このことから相対密度 83% 以上では過剰間隙水圧が僅かに発生しているが、液状化は認められなかった。これは密度の高い地盤では、繰り返しせん断によって部分的には土粒子のつながりが外れるが過剰間隙水圧に対して強い抵抗を示すので僅かな過剰間隙水圧では地表面までは間隙水が、上がってこず液状化しない。図-4は、液状化前の地盤と液状化後の沈下量である。相対密度の式から、密度の増加に比例して間隙比が減少するように、相対密度の増加によって液状化後の沈下量も比例的に減少していくことが分かる。図-5、図-6は、地盤の単位体積重量と各応力及び実験で発生した過剰間隙水圧の例である。地盤密度が小さいほど過剰間隙水圧が小さくなっている。これは地盤の密度が小さいほど砂の噛み合わせが容易に外れ、密度の大きい地盤より簡単に過剰間隙水圧が発生しやすくなっている。これが過剰間隙水圧の発生の起因になっているといえる。図-7は各層ごとの最大過剰間隙水圧が発生するまでの時間の累積である。間隙水圧は下の層から始まっていることが分かる。これは、増加した間隙水圧が消散するために上向きの浸透流が発生し下から上へ伝わっていくことが分かる。また消散するまでの間に土粒子が沈下する。沈下は、沈降する距離の短い下にある土粒子から始まり沈降する距離の長い上にある土粒子は、沈積するのに時間がかかるので上層の方が最大過剰間隙水圧が発生するまで時間がかかる。

4. まとめ

以上のことから液状化の原因となる過剰間隙水圧の発生を押さえる上で砂地盤の土粒子の噛み合わせが極めて重要な要因であることを示している。このため砂地盤では相対密度を 80% 以上に増大させることが液状化の発生を防止するために有効である。また、下層で発生する過剰間隙水圧を消散するような対策を用いることも液状化対策上極めて重要であるといえる。

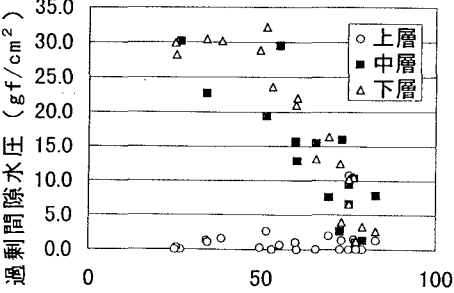


図-3 相対密度と過剰間隙水圧

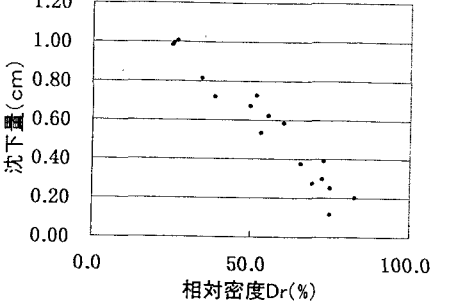


図-4 相対密度と沈下量

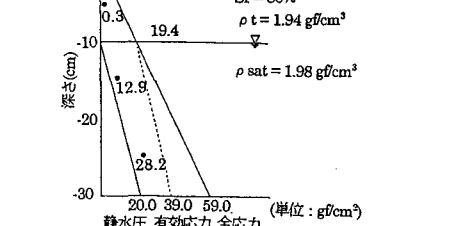


図-5 深さと過剰間隙水圧

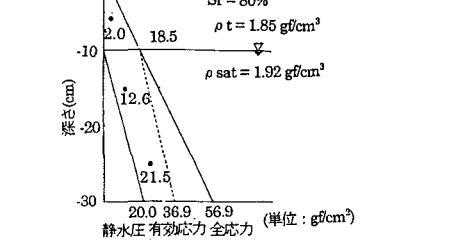


図-6 深さと過剰間隙水圧

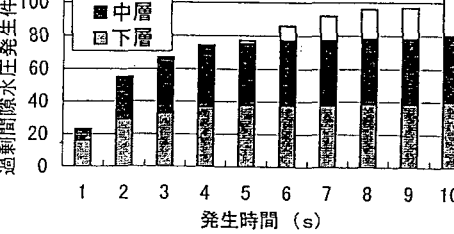


図-7 過剰間隙水圧の発生時間