

Ⅲ - 281

大型せん断土槽を用いた地下水位低下工法による液状化対策効果の実証実験

ハザマ ○正会員 平澤賢治 正会員 浦野和彦
 正会員 松原勝己 正会員 加藤俊昭
 正会員 大橋幹生 正会員 三原正哉
 新日本製鐵 正会員 竹内貴司 正会員 龍原毅

1. はじめに

ウォーターフロントや軟弱地盤等において、これまでに液状化現象が数多く確認されてきているが、これらの周辺に重要構造物が構築されている場合、構造物への被害や機能損失を回避するためには、液状化対策が重要な検討項目になってくる。このような背景をもとに、今回既設上部構造物を有する地盤の液状化対策工として地下水位低下工法を対象とし、その有効性を実証することを目的として大型せん断土槽を用いた模型実験を実施したので、実験の概要と併せて結果を報告する。

2. 実験モデルと実験の方法

実験に想定した構造物-地盤系は、地表面から約20mの様な液状化層を有する地盤上に、直径が30m、高さが15mで内容物として水が充填された円筒構造物が構築されているもので、土槽の寸法^{1) 2)}をもとにして30分の1にモデル化を行った。想定した構造物-地盤系と実験モデルの関係を表-1に示す。また、実験モデルの概要を図-1に示す。

実験は地下水位レベルをパラメータとし、地表面に一致する場合（ケース1）と実地盤で6mを想定して20cm低下させた場合（ケース2）について実施した。地盤を構成する実験砂には珪砂5号を使用し、せん断土槽上から砂散布機を用いて一様に自由落下させた。非液状化層については、散布後振動締めを実施することにより作成した。また、液状化層については、両ケースの地盤条件がほぼ同一となるよう留意しながら砂散布を行った。模型地盤の作成後、土槽下部のバルブより模型地盤が乱されないようポーラスストーンを通して注水を行った。ケース2については一度地表面まで注水し、その後フロートにより水位レベルを確認しながら排水を行った。実験砂である珪砂の諸元ならびに模型地盤の諸元を表-2に示す。

3. 入力波と評価項目

入力波は周波数4Hzで5秒間の正弦波の両端部にテーパーをつけた形状とし、最大加速度を7レベル変化させて両ケースに順次入力した。また、各レベルにおける加振は、模型地盤内で発生した過剰間隙水圧が十分小さくなったことを確認してから実施した。両ケースのレベル毎の入力波の最大加速度を表-3に示す。

本実験における地下水位低下工法の有効性を確認する評価項目としては、図-1に示すような模型頂部に設けた鉛直変位計により計測される模型の鉛直沈下（D1、D2）、および地盤模型各点で計測される加速度、過剰間隙水圧となっている。

表-1 構造物と実験モデルの関係

項目	実物	模型	
構造物 直径	30 m	100 cm	
構造物 高さ	15 m	50 cm	
平均接地圧	15 tf/m ²	50 gf/cm ²	
地盤	液状化層厚	21 m	70 cm
	地下水位 ケ-1	0 m	0 cm
	(GL-) ケ-2	6 m	20 cm

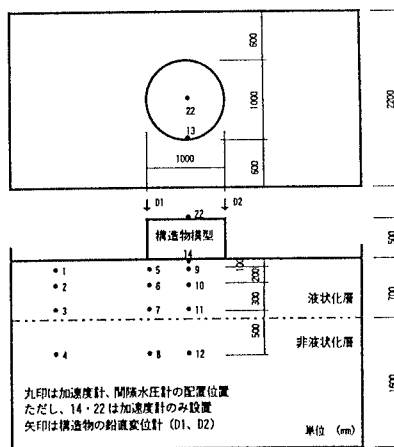


図-1 実験モデルの概要図

表-2 実験砂・模型地盤の諸元

珪砂5号			
比重 G_s	2.66	最大相対密度 e_{max}	1.106
平均粒径 D_{50} (mm)	0.50	最小相対密度 e_{min}	0.707
模型地盤諸元			
	液状化層 ケ-1	液状化層 ケ-2	非液状化層
乾燥単位体積重量 ρ_d (tf/m ³)	1.347	1.331	1.368
間隙比 e	0.974	0.998	0.807
相対密度 D (%)	33	27	75

4. 実験結果

両ケースの各レベル毎に得られた模型の累積沈下量を図-2に示す。ケース1ではレベル3の加振時に地表面に冠水がみられはじめ、レベルを上げる毎に徐々に冠水量が増え沈下量が増加していく傾向にあるのに対して、ケース2では最終レベルまで冠水はみられず、累積沈下量の勾配もケース1に比して小さい傾向がある。その結果、最終沈下量では両者には約3倍の開きが見られ、地下水位低下による液状化対策効果は十分発揮されていると考えられる。次に、両ケースのレベル5における最大過剰間隙水圧を図-3に示す。両ケースともに、自由地盤（図-1の計器位置1~3に相当）、模型端部・直下に顕著な差異はなく、深度毎にほぼ一様に過剰間隙水圧が発生している様子が確認できる。また、両ケースにおける各レベル毎に発生する最大過剰間隙水圧は、ケース2でいずれも小さくなっており、さらに地下水位が低下したことによる有効応力の増加を考慮すると、最大過剰間隙水圧比による比較では図-4に示すようにその差はさらに広がってくる。

なお、模型直下の地盤は模型の上載荷重により有効応力が増加し、最大過剰間隙水圧比が自由地盤と比較してかなり小さくなると考えられる。しかしながら両ケースともに沈下が発生していることを考えると、模型直下地盤のみではなく、模型周辺地盤の地盤強度の低減が模型の沈下に影響しているものと思われる。今後は実構造物において合理的かつ有効な地下水位低下領域を検討する必要性を示唆しているものと思われる。

表-3 両ケースのレベル毎の
入力最大加速度

レベル	ケース1 (gal)	ケース2 (gal)
1	1.54	0.48
2	8.86	10.41
3	40.08	43.46
4	55.78	47.97
5	68.82	67.03
6	81.30	72.55
7	101.57	99.28

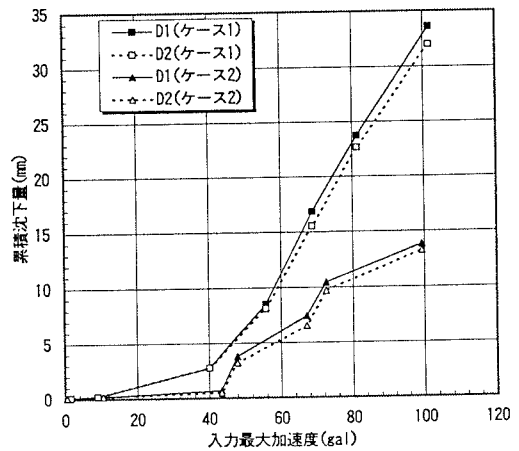


図-2 両ケースの累積沈下量

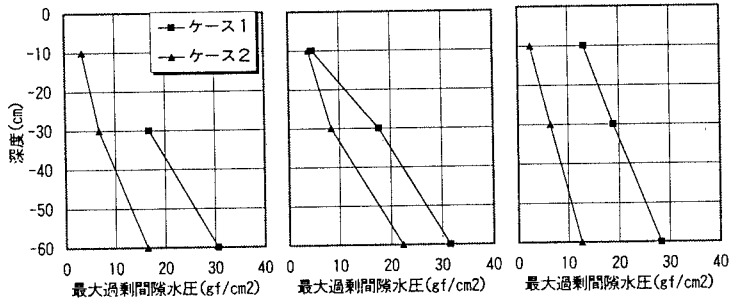


図-3 最大過剰間隙水圧分布（レベル5）

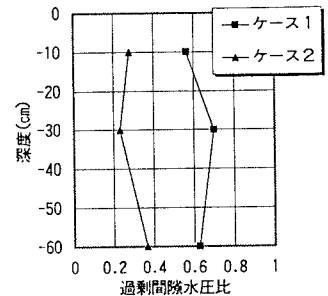


図-4 過剰間隙水圧比（レベル5、模型端部）

5. まとめ

今回の実験によって、液状化対策として地盤内の地下水位を低下させることは、地盤内で発生する過剰間隙水圧および上部構造物の沈下の低減に非常に有効であることを実証した。今後は、引き続き実験ならびに解析を通して有効な地下水位レベルの検討および構造物の沈下量の定量的な評価を実施する予定である。

<参考文献>

- 1) 松原ら 大型せん断土槽の設計について 第28回土質工学研究発表会 平成5年6月
- 2) 平澤ら 乾燥砂を用いた大型せん断土槽の基礎的実験 第49回年次学術講演会 平成6年9月