# 水平ドレーンを用いた液状化対策工の模型振動台実験

ハザマ	正会員	○足立有史	小林秀匡	脇田和試
東北大学	正会員	渦岡良介		

# 1. はじめに

ドレーン材を用いた液状化対策工は,鉛直にドレーン材を 打設し液状化時の過剰間隙水圧の上昇を抑え液状化の防止を 目的としているが<sup>1)</sup>,既設構造物直下地盤などでは適用が困 難である.本研究では,既設構造物直下などにも適用可能な 工法として提案した水平ドレーン(人工材料)による液状化 対策工法について1g場における模型振動台実験によりその効 果および鉛直ドレーンとの比較について検討した.

#### 2. 実験概要

実験模型を図-1 に示す.実験は表-1 に示す3ケースを実施 した.実験模型は土槽規模から実大の構造物の約1/10モデル とした.計測は加速度計,間隙水圧計,変位形を図-1に示す 配置で実施した.

地盤は 2m×0.6m×0.4m の剛土層に岐阜砂(珪砂 5 号)を 用いて水中落下法により深さ 0.3m に作製した.模型地盤の相 対密度 Dr は 50%±3%であった.土粒子の密度  $\rho$  s,最大乾 燥密度  $\rho$  dmax,および最小乾燥密度  $\rho$  dmin はそれぞれ 2.633 g/cm<sup>3</sup>, 1.745 g/cm<sup>3</sup>および 1.475 g/cm<sup>3</sup>であった.粒度特性と して 10%粒径 D10,50%粒径 D50 および均等係数 Uc はそれぞ れ,0.28mm,0.54mm および 2.107 であった.また,Dr=50% における液状化強度は RL20=0.19 (DA5%) である.ドレーン材は 耐熱性高分子樹脂導水管 (クラドレン P,  $\phi$  20mm) に砂粒子流 入防止のためのナイロンメッシュ (500um)を巻きつけたもの を使用した(写真-1参照).間隙水には水道水を用いた.

加振方向は土槽長手方向とし,入力波は正弦波で周波数 4Hz, 前後1秒間のテーパー部を含む計12秒とした.最大加速度は170Gal である.

## 3. 実験結果

■水平ドレーンの効果

図-2 に土層中央部における各深度の過剰間隙水圧の時刻歴を示す. 図中 には、各深度における初期有効上載圧 σ vo'もあわせて示している. 無 対策地盤の場合,加振開始直後に各深度とも過剰間隙水圧が初期有効上 載圧に達している. その状態は約2秒間継続し、その後、土層下部の水 圧の消散が始まり、加振終了と同時にすべての点で水圧が消散した. ー 方、水平ドレーンを配置した対策地盤は、加振直後過剰間隙水圧の上昇 は確認されるもののGL-15cmおよびGL-25cmの位置では過剰間隙水圧比 の最大値が一時的にそれぞれ 0.96 および 0.61 まで上昇しているが、完 全液状化に至らず、その後消散に向かっている. また、図-2 に示した 過剰間隙水圧計と同じ点で計測された加速度計の時刻歴波形を示して いるが、地盤の液状化に伴い、加速度応答がほとんど生じていない状態



<u>計測器</u> ■ 加速度計 (a)

(a)水平ドレーン使用: Case d15





衣 1 天映ケース				
ケース名	模型概要			
Case nond	ドレーンなし			
Case d15	水平ドレーン@15cm			
Case d15v	鉛直ドレーン@15cm			



写真-1 実験に用いたドレーン模型

キーワード:液状化 振動台実験 過剰間隙水圧消散 水平ドレーン 連絡先:ハザマ 〒305-0822 茨城県つくば市苅間 515-1 TEL:029-858-8813 FAX:029-858-8819 1-448

となり,その後,地盤深部の過剰間隙 水圧の消散に伴い,加速度応答も回復 し,剛性の回復が見られる.

図-4 に示す加振後の地表面沈下量 の比較から,無対策時に比べ対策時は 地表面沈下量が約半分程度まで減少 していることが確認された.これによ り,過剰間隙水圧の早期消散とともに 地震後の沈下量の低減についても水 平ドレーンによる対策効果が確認さ れた.

■水平ドレーンと鉛直ドレーンの比 較

ここでは、水平ドレーンと鉛直ドレ ーンの効果の比較を行うため、単位体 積あたりのドレーン長が等しくなる よう作製した模型を使用し実験を行 った.

図-2(b)および(c)に示すように両ケ ースとも、加振後まもなく過剰間隙水 圧が上昇し始めているが、GL-25cmお よびGL-15cmでは、初期有効上載圧に 達することなく過剰間隙水圧が消散 し始め、加振後約2秒後には過剰間隙 水圧がほぼゼロとなっている.また、 GL-5cmでは、加振開始約1秒後に過剰 間隙水圧が初期有効上載圧に達し、液 状化に至っているが、両ケースとも速 やかに水圧の消散が行われ、他点と同 様に加振後約2秒後には過剰間隙水圧 がほぼゼロとなっている.また、図



(c) 鉛直ドレーン Case\_d15v\_170Gal
図−2 土層中央部の過剰間隙水圧時刻歴

(c) 鉛直ドレーン Case\_d15v\_170Gal
図-3 土層中央部の加速度時刻歴

-3(b),(c)の加速動応答波形からも、応答の低下は表層付近の一部分に 限られており,地盤剛性が低下した状態が継続していないこともわかる. 図-4 に示すように、加振後の地表面沈下量は対策工の効果により無対 策時と比べ両ケースとも1/2以下となった.ただし、対策領域における 沈下量は鉛直ドレーン比ベ水平ドレーンを用いた場合の方が3mm 程度 大きな値となった.今回の実験の場合,水平ドレーン対策時の排水長が 鉛直ドレーンに比べ平均1.9 倍程度長いことが水圧消散効果および沈 下量に差異が生じた原因のひとつであると考えられる.





### 4. まとめ

水平ドレーンによる過剰間隙水圧消散を目的とした液状化対策工の対策効果を検討するため1g場での模型振動 台実験を実施した.その結果,水平ドレーンによる過剰間隙水圧消散および沈下低減効果を確認するとともに, 排水長の違いによるウェルレジスタンスの影響を考慮する必要はあるが,鉛直ドレーンと同等の対策効果を期待 できるものと考えられる.

【参考文献】1)地盤工学会:液状化対策工法,pp.363-410,2004