

地盤・地下構造物のEーディフェンス震動実験（その1） 試験体地盤について

(独) 防災科学技術研究所 正会員 ○ 梶原 浩一
 神戸学院大学 フェロー 中山 学
 東京電機大学 フェロー 安田 進
 (独) 防災科学技術研究所 正会員 田端憲太郎

(独) 防災科学技術研究所 正会員 河又 洋介
 東京大学 フェロー 東畑 郁生
 東京大学 フェロー 前川 宏一

1. はじめに

大都市圏の地下空間には、多くの地下構造物が輻輳しており、地下空間内での移動を容易にするため、各構造物は地下で連結されていることが多い。しかしながら、連結されている構造物の所有者・管理者が異なる等の理由で、連結されている構造物の相互作用を考慮した耐震性評価が非常に困難なことがある。

上記の背景を考慮し、平成24年2月末、(独) 防災科学技術研究所のプロジェクト「実大三次元震動破壊実験施設を活用した社会基盤研究」の一環として、鉛直構造物と水平地下構造物の連結部分とその周辺における局所的な地震時挙動や破壊に至るメカニズムを解明すること等を目的とした大型地盤・地下構造物の震動実験を実施した。試験体の概要については文献¹⁾にて既報の通りである。本文では、試験体地盤に焦点をあて、作製方法、作製地盤の物性、実験結果に基づいた作製上注意すべき点を紹介する。

2. 試験体概要

試験体の概要を図1に示す。試験体地盤は、気乾状態のアルバニー珪砂を用いた表層砂層（目標相対密度：

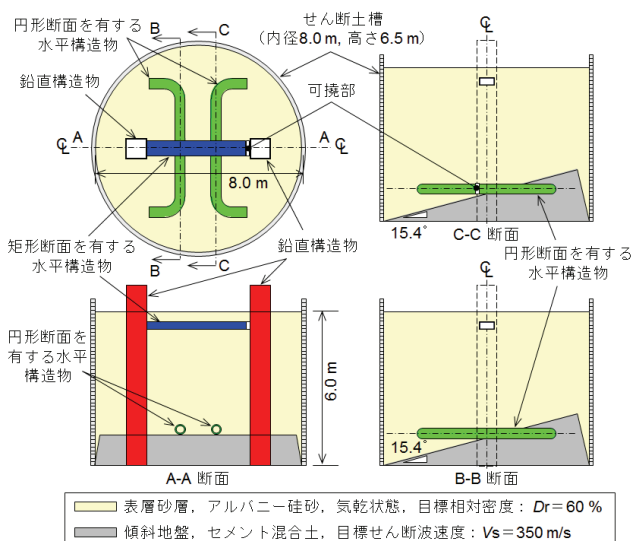


図1：試験体の概要

$Dr = 60\%$) およびセメント混合土から成る傾斜地盤（目標せん断波速度： $V_s = 350 \text{ m/s}$ ）の2層系とした。

3. 試験体作製方法

試験体作製前に、目標 Dr の表層砂層を作製するため、事前締固め試験を実施した。2 m（幅）×2 m（奥行）×1 m（高さ）の小型土槽にアルバニー珪砂を投入し、目標 Dr を得るために必要な、振動コンパクターの転圧回数を確認した。同様に、セメント混合土に関して、目標 V_s を得るための事前配合試験を行い、砂、セメント、水の配合やミキサーによる攪拌時間を設定した。

試験体の作製では、はじめに鉛直構造物を土槽内に設置し、土槽の底盤に固定した。その後、セメント混合土の投入・締固め、斜面の整形、表層砂の投入・締固めを繰返し、高さ6 mの試験体地盤を作製した。セメント混合土、表層砂層ともに撒き出し厚25 cm、仕上がり厚20 cmとした。円形断面を有する水平構造物は、地盤が構造物の設置深度に到達した時点で、設置位置周辺地盤を均し、水平を確認しながら設置した。一方、矩形断面を有する水平構造物は、地盤が設置深度から約1 m下に到達した時点で、両端を鉛直構造物に固定した。構造物模型、センサーやケーブルに気をつけながら、周辺地盤を締め固めた。表層砂層は、事前締固め試験で用いた振動コンパクターで、所定の転圧回数で締め固めるという、施工方法による Dr 管理を行った。

4. 試験体地盤の物性と地盤作製上の注意点

1) 相対密度 (Dr)

試験体地盤作製時における Dr 分布を図2に示す。事前締固め試験結果に基づいた施工方法による管理を行ったにもかかわらず、作製された地盤の平均 Dr は55%であり、すべての深度において、目標 $Dr 60\%$ を下回った。事前締固め試験時と試験体地盤作製時の、締め固めの状況を写真1に示す。これらの写真より、事前締固め試験で大きな Dr が得られたのは、用いた土槽が小型

キーワード Eーディフェンス, 模型実験, 地下構造物, 振動実験, 動的相互作用

連絡先 〒673-0515 兵庫県三木市志染町三津田西亀屋 1501-21 梶原浩一 TEL: 0794-85-8944

であり、土槽壁による拘束の影響が大きく、土槽内に投入した地盤の締固め効率を高めたことが原因と考えられる。

以上のことより、1) 小型土槽を用いた事前締固め試験だけではなく、試験体作製で用いる大型の土槽を用いた締固め試験も実施し、より信頼性の高い施工方法による密度管理方法を確立する、2) 投入地盤重量と出来高による D_r 管理を併用する等、管理体制を厳格化し、状況に応じて即座に対策を講じることができる実験計画を立てることが重要と考えられる。

2) 含水比 (w)

試験体地盤作製時における地盤含水比 (w) の深度分布を図3に示す。同図より、全深度で約5%の様な w を示していることがわかる。

全加振後の試験体解体の際、土槽の底盤付近で、水深約50 cmの水溜りが見受けられた(写真2)。図3に

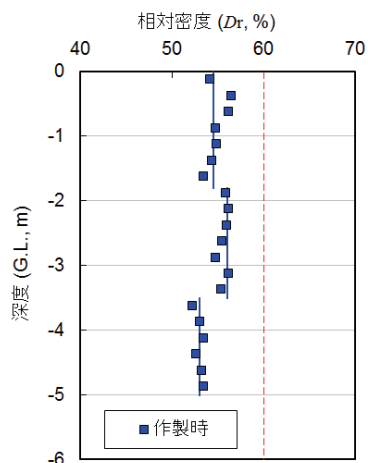


図2：試験体地盤の相対密度分布

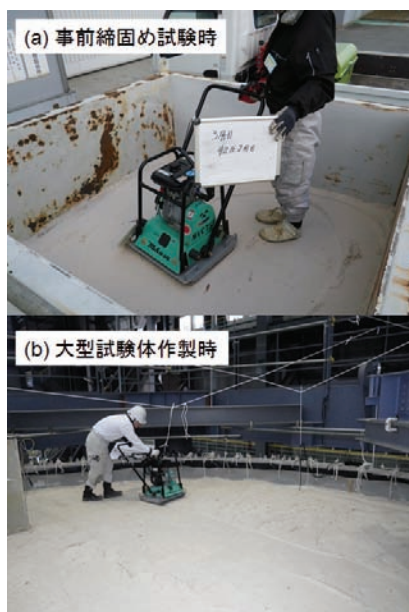


写真1：締固めの状況

示した試験体地盤解体時の w の深度分布より、地表面から G. L. -3 m 付近までの w が、4%以下に落ち込んでいることから、地表面付近地盤の間隙水が流下し、土槽底盤付近に溜まったものと考えられる。振動実験の結果を見る限り、本実験では、底盤付近に水が溜まったことによる顕著な影響は見えてとれないが、大型模型であることから、流下した間隙水の重量は20~30 kNにも達する計算となる。試験体作製時には、このようなことが起こることを想定して、地盤材料の管理含水比を設定することが望ましい。

5. まとめ

地盤を対象とした大型振動実験は、事例が少ないため、試験体作製ノウハウが確立されているとは言い難い。底盤付近に大量の水が溜まったような、大型模型だからこそそのデリケートさがあることを認識し、適切な実験計画を立てることが不可欠である。本実験で明らかとなった注意点を、今後の実験計画の参考にすると共に、学会全体でのノウハウの蓄積・共有を目指して、学会論文等でも随時発表をしていく予定である。

参考文献

- 1) 河又洋介, 中山学, 梶原浩一 (2012): E-ディフェンスを用いた地盤・地下構造物の震動実験, 第67回年次学術講演会, 土木学会

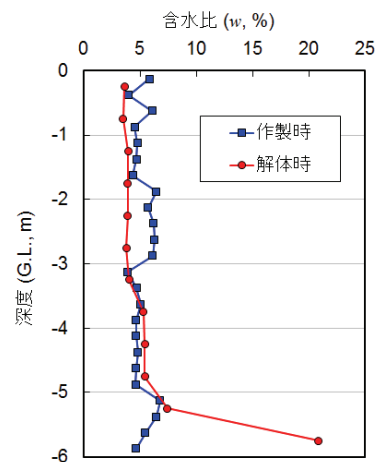


図3：試験体地盤の含水比分布

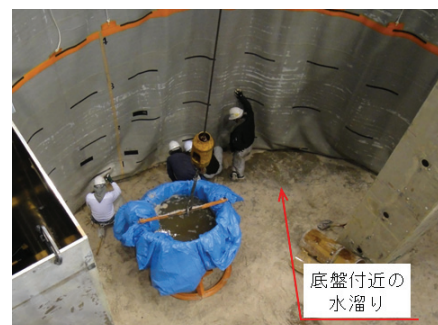


写真2：土槽底盤付近の水溜り（試験体解体時）