

大型土槽における模型地盤での軽量簡易動的貫入試験結果と相対密度への適用

防災科学技術研究所 正会員 ○田端憲太郎
防災科学技術研究所 正会員 中澤 博志
防災科学技術研究所 正会員 佐藤 正義

1. はじめに

防災科学技術研究所・兵庫耐震工学研究センターは、大型震動台（20 m×15 m）を中心とした実大三次元震動破壊実験施設（Eーディフェンス）を有しており、大型試験体を対象とした破壊実験を実施している。地盤工学の分野では、直方体剛体土槽（図 1）と円筒形せん断土槽を用いて、側方流動実験や杭基礎破壊実験を行っている。本文では、直方体剛体土槽内の模型地盤において実施された軽量簡易動的貫入試験（ULD-CPT と記す）の結果、およびその相対密度 D_r への適用について報告する。なお、ULD-CPT の仕様・手順および円筒形せん断土槽での試験結果は、参考文献 1・2 に述べられている。

2. 試験体、地盤材料および試験の概要

図 1 に、模型地盤の概要を示す。直方体剛体土槽内に、長さ 16 m、幅 4 m、高さ 4.5 m の模型地盤を作成した³⁾（写真）。地盤材料は、オーストラリア産のアルバニー珪砂を用いた³⁾。この土槽内に珪砂を高さ 25 cm ずつ撒出し・転圧し、所定の D_r となるよう、砂の投入質量および地盤高さ測量による密度管理を行いながら、高さ 4.5 m の模型地盤を作成した。目標の D_r は土槽底板から 0.75 m（完成地表面 GL から -3.75 m）までは 70 %、その上部は 60 %である。

ULD-CPT は、図 1 に示す P-2 および P-3 それぞれにおいて、地盤作成時に地盤面が高くなる過程で複数回実施した（表）。なお、試験実施時の模型地盤は乾燥状態である。

3. 試験結果および考察

3.1 試験結果の再現性

図 2 に、P-2・P-3 での ULD-CPT（試験 P230・P330）から求められた先端抵抗 q_d の深度 z 方向分布を示す。試験 P230・P330 は、地盤高さが同一の状態（土槽底板から 3.0 m）で実施された（表）。図 2 から、試験 P230・P330 の $q_d - z$ は同様の傾向を示していることがわかる。水平方向で 1 m 程度しか離れていない P-2・P-3 はほぼ同一の地盤構成であることから、ULD-CPT は再現性の高い試験結果を得るこ

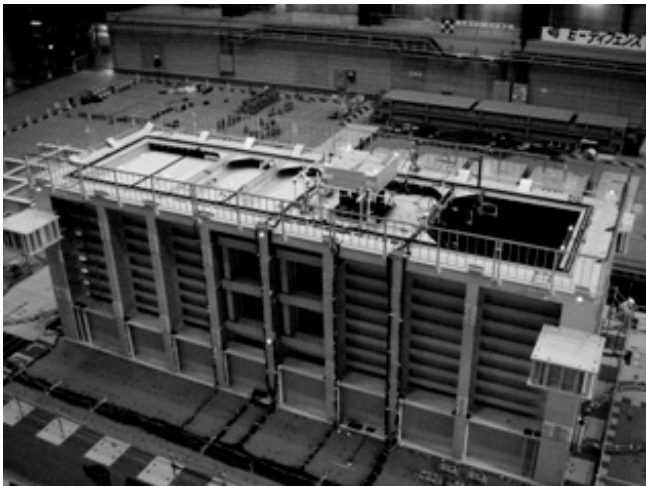


写真 直方体剛体土槽と模型地盤

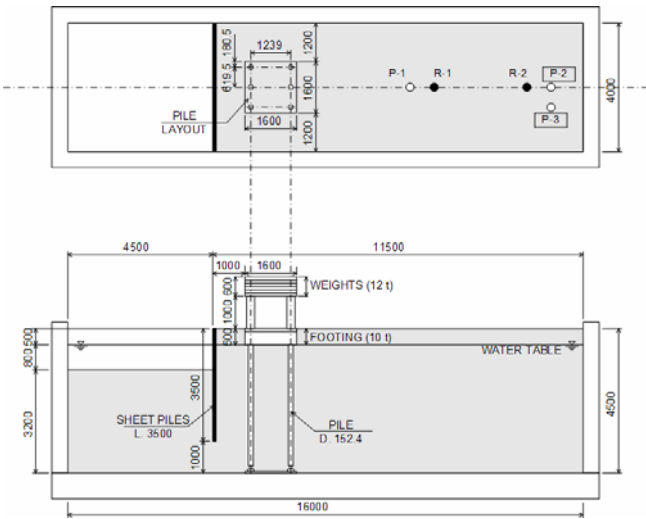


図 1 模型地盤の概要と調査地点

表 試験時の地盤高さおよび番号

土槽底板から (m)	完成地表面(GL)から z (m)	試験番号	
		調査地点: P-2	調査地点: P-3
4.5	0.0	P245	—
3.5	-1.0	P235	—
3.0	-1.5	P230	P330
1.5	-3.0	P215	—

キーワード コーン貫入試験，模型実験，サウンディング

連絡先 〒673-0515 兵庫県三木市志染町三津田西亀屋 1501-21

(独)防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター TEL 0794-85-8211

とができると言える。

3.2 同地点・異なる地盤高さでの試験結果

図3に、P-2での $q_d - z$ を示す。各試験は地盤高さが土槽底板から1.5 m（試験 P215）、3.0 m（P230）、3.5 m（P235）および4.5 m（P245）の時に実施された（表）。P230・P235の $q_d - z$ は、それぞれの地盤高さから1~1.5 m以深においてP245の $q_d - z$ と同傾向を示す。それ以浅のP230・P235の q_d はP245の q_d より小さくなり、これは試験実施深度が約1.5 mのP215においても同様の結果となる。これらのことから、ULD-CPTは1.0~1.5 m以深において、土槽内のアルバニー珪砂に対する定量的な結果を得ることができることがわかる。

3.3 試験結果の相対密度への適用

Lancellottaによるコーン貫入抵抗 q_t と D_r の関係式⁴⁾に基づき、試験 P245 の結果から模型地盤における q_d と D_r の関係を次のように設定した：

$$D_r = 4 + 33.5 \log \frac{q_d/98}{\sqrt{\sigma'_{v0}/98}} \quad (1)$$

ここで、 q_d の単位は[kN/m²]、 σ'_{v0} は鉛直有効応力[kN/m²]である。

図4に、P245の結果を(1)式を用いて求めた $D_r - z$ を、地盤高さ測量から求められた D_r とあわせて示す。図4から、 q_d から求められた $D_r - z$ は(1)式を用いることにより、地盤作成時の $D_r - z$ を良く表現することができる。なお、参考文献2で示している円筒形せん断土槽内の模型地盤における q_d と D_r の関係式と(1)式の違いは、切片のみである（参考文献2では7.4）。このことから、(1)式はアルバニー珪砂を用いた模型地盤に概ね適用できると考えられる。

4. まとめ

大型土槽内に作成した模型地盤において実施した軽量簡易動的貫入試験から、結果の再現性は良く、特に1~1.5 m以深では定量的な結果を得ることができることがわかった。また先端抵抗と相対密度の関係式は、アルバニー珪砂を用いた模型地盤において良い相関を示している。

参考文献

- 1) 中澤, 田端, 佐藤, 岩崎(2006): 大型土槽における模型砂地盤の力学的性質と軽量簡易動的貫入試験結果の比較, 第41回地盤工学研究発表会（投稿中）.
- 2) 田端, 中澤, 佐藤, 岩崎(2006): 大型土槽における模型地盤への軽量簡易動的貫入試験機の適用性, 第41回地盤工学研究発表会（投稿中）.
- 3) 中澤, 田端, 佐藤(2006): 軽量簡易動的貫入試験の地盤調査への適応性, 土木学会第61回年次学術講演会（投稿中）.
- 4) 地盤工学会(2004): 地盤調査の方法と解説.

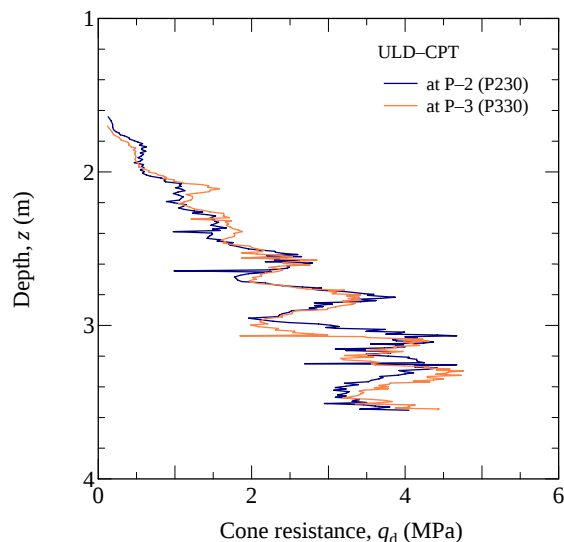


図2 先端抵抗の比較（試験 P230・P330）

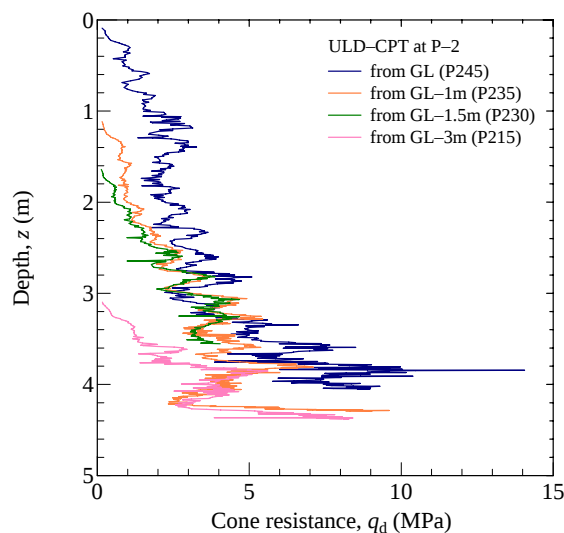


図3 先端抵抗の比較（試験 P215・P230・P235・P245）

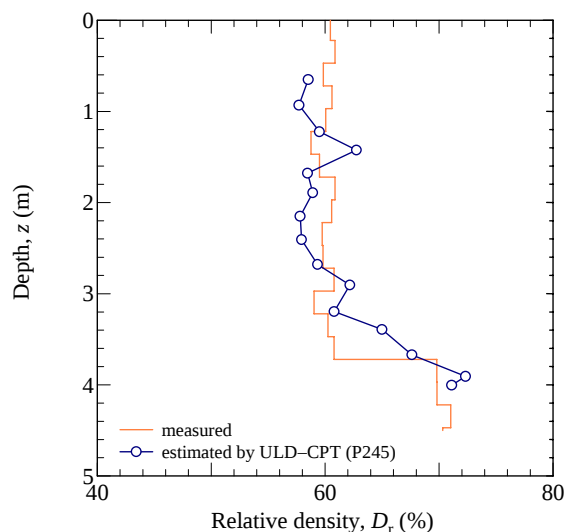


図4 相対密度の比較