

Eーディフェンスを用いた液状化地盤における橋台の大規模振動台実験 (その1 実験概要および地盤の応答)

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○谷本 俊輔, 中田 光彦, 高橋 宏和, 大住 道生, 非会員 七澤 利明
国立研究開発法人防災科学技術研究所 正会員 河又 洋介

1. はじめに

著者らは、道路橋の液状化被害事例の中でも、通行機能に支障を生じるような被災事例が比較的多く、かつ、既往の研究事例が少ない液状化地盤上の橋台を対象として、地震時挙動の解明と耐震補強効果の検証を目的とした一連の研究を実施しているところである。本報では、上記の目的から実施した大規模振動台実験のうち、実験概要と地盤の応答について述べる。橋台および基礎の応答、損傷状況については続報¹⁾²⁾にて報告することとする。

2. 実験概要

本実験は、防災科学技術研究所所有の実大三次元震動破壊実験施設（Eーディフェンス）にて実施したものである。模型概要を図-1に示す。幅 16m×奥行き 4m×高さ 4.5m の直方体剛体土槽の中に、杭基礎に支持された半断面モデルの橋台模型 2 基を設置し、同時加振を行った。橋台模型のうち、一方は液状化の影響を考慮した設計がなされていない時代の橋台、もう一方はそれを鋼管矢板壁により補強した橋台であり、以降ではそれぞれ無補強供試体、補強供試体と呼ぶこととする。模型の縮尺スケールは 1/4.5 倍であり、橋台高さおよび液状化層厚はそれぞれ実物スケールで 8m および 10m、模型スケールで 1.78m および 2.20m である。橋台および杭基礎の模型諸元については、続報¹⁾²⁾に示すこととする。

模型地盤には背面盛土、液状化層ともに宇部珪砂 6 号（土粒子密度 $\rho_s = 2.647\text{g/cm}^3$, 50%粒径 $D_{50} = 0.29\text{mm}$, 細粒分含有率 $FC = 0.7\%$, 均等係数 $U_c = 2.08$ ）を使用し、相対密度 $D_r = 50\%$ を目標として湿潤突き固めにより作製した後、土槽底面から脱気水を静注することで、地下水位を橋台前面側の地表面と一致するように設定した。

本加振は計 2 回にわたって行い、いずれの加振においても、道路橋示方書に規定されるレベル 2 地震動（タイプ I）の動的解析用時刻歴波形のうち 2-I-I-3（I 種地盤、新晩翠橋周辺地盤上 NS 成分）を基に、実物との相似性を考慮して時間スケールを $(1/4.5)^{0.5}$ 倍に縮尺したものを入力した。加速度振幅の指令値は、加振 1 回目で原波形と同一（100%）、2 回目で原波形の 150%とした。土槽底面で計測されたこれらの時刻歴を図-2に示す。

3. 地盤の応答

本実験の主眼である橋台の挙動に対しては、加振による地盤の液状化の発生状況が強く影響を及ぼすと考えられることから、本報では模型地盤の液状化発生状況について述べる。模型地盤の代表位置として、のり尻および前面地盤で計測された過剰間隙水圧と加速度の時刻歴を図-3、加振開始後 62s 付近における過剰間隙水圧比の分布を図-4に示す。ここで、「のり尻」、「前面地盤」の位置は図-1に示すとおりである。また、本報では補強供試体が位置する 1-1 断面（図-1）における計測値を図示するが、無補強供試体が位置する 7-7 断面においても地盤の応答は同様の傾向であっ

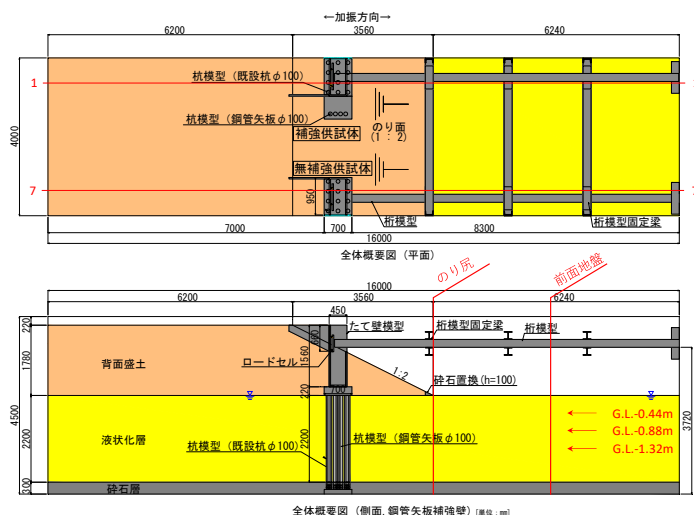


図-1 模型概要図

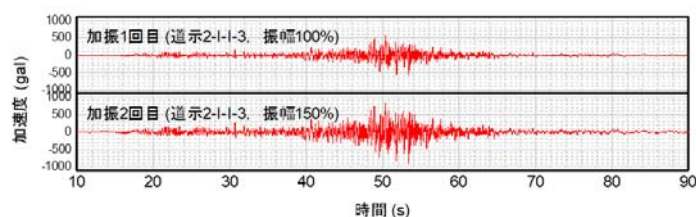


図-2 入力地震動（土槽底面での計測値）

キーワード 液状化、振動台実験、既設橋台、杭基礎、耐震補強、鋼管矢板壁

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (国研) 土木研究所 CAESAR TEL. 029-879-6773

たことを付記しておく.

100%加振では、いずれの箇所においても、45s以降で過剰間隙水圧が上昇し始めた。前面地盤 G.L.-0.44m における過剰間隙水圧は 52s 付近で概ね上限に達している。上昇後の水圧は平均的に初期有効上載圧 σ_{v0}' の 0.7~0.8 倍程度とやや小さいものの、52s 程度以降の加速度にサイクリックモビリティの影響を示唆するスパイク状のピークが見受けられる等の状況から、液状化が生じたと判断される。同様に、前面地盤 G.L.-0.88m、のり尻 G.L. -0.44m においても、 σ_{v0}' の 0.7~0.8 倍程度で概ね上限に達するとともに、スパイク状のピーク加速度の発生状況から、これらの箇所においても液状化が生じたものと考えられる。ただし、他の箇所では過剰間隙水圧が最大でも σ_{v0}' の 0.5 倍程度であり、液状化は生じていない。また、水圧分布図からも分かるように、橋台直下やその背面側の液状化層では液状化が生じず、液状化の発生範囲はのり尻~前面地盤の浅部に限定的であった。なお、地表の残留水平変位は、2 橋台間ののり面中腹で 79mm、のり尻で 77mm であった。

150%加振では、20s 付近から水圧上昇が始まった。また、のり尻 GL.-0.44m, 前面地盤 GL.-0.44m~1.32m においてスパイク状のピーク加速度と過剰間隙水圧の頭打ちが見られた。水圧の上限が σ_{v0}' の0.70~0.80 倍程度であることや、橋台直下~背面側において水圧が上昇しにくい傾向は100%加振と同様であったが、のり尻~前面地盤の液状化発生範囲が地震動強さに応じて拡大していることが分かる。なお、地表に生じた残留水平変位は、2 橋台間ののり面中腹で409mm, のり尻で272mm (いずれも加振2 回の累積値) であった。

4. まとめ

本報では、液状化地盤上の橋台を対象にE-ディフェンスで実施した大規模振動台実験のうち、実験概要と地盤の応答について述べた。これを踏まえた橋台および基礎の応答については、続報で報告する。

謝辞 本研究は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「レジリエントな防災・減災機能の強化」（管理法人：JST）の一環として実施したものである。また、東京工業大学高橋章浩教授、ならびに、（一社）鋼管杭・鋼矢板技術協会との共同研究として実施しているものである。ここに記して謝意を表する。

参考文献 1) 高橋ら：E-ディフェンスを用いた液状地盤における橋台の大規模振動台実験（その2 橋台の応答），土木学会第73回年次学術講演会，2018.8.（投稿中），2) 中田ら：E-ディフェンスを用いた液状化地盤における橋台の大規模振動台実験（その3 基礎の応答），土木学会第73回年次学術講演会，2018.8.（投稿中）

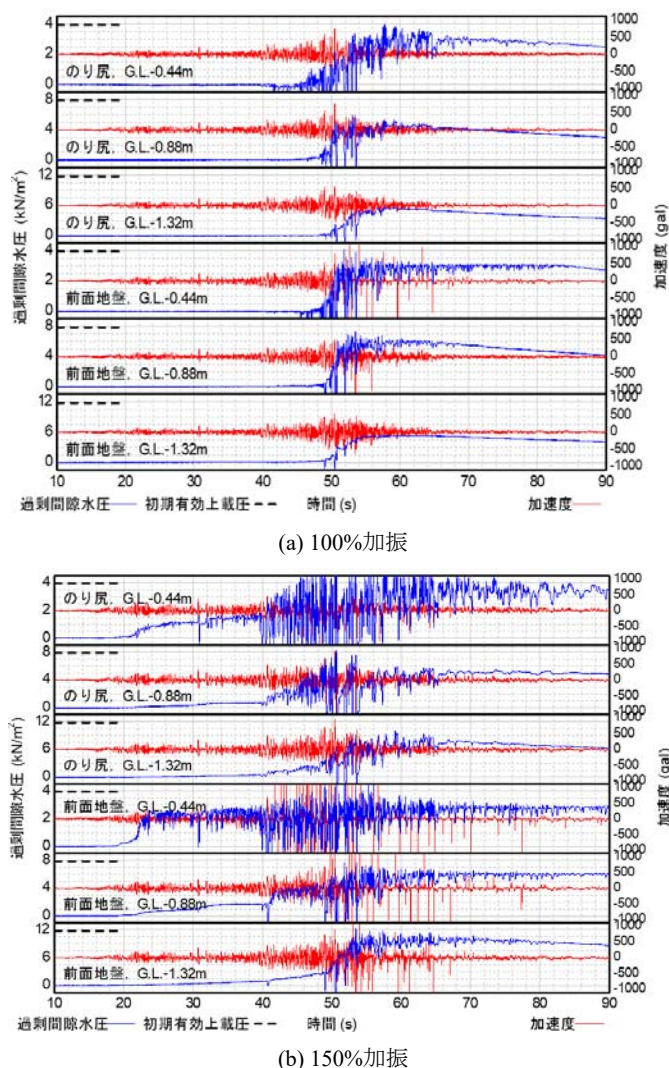


図-3 地盤の過剰間隙水圧および応答加速度

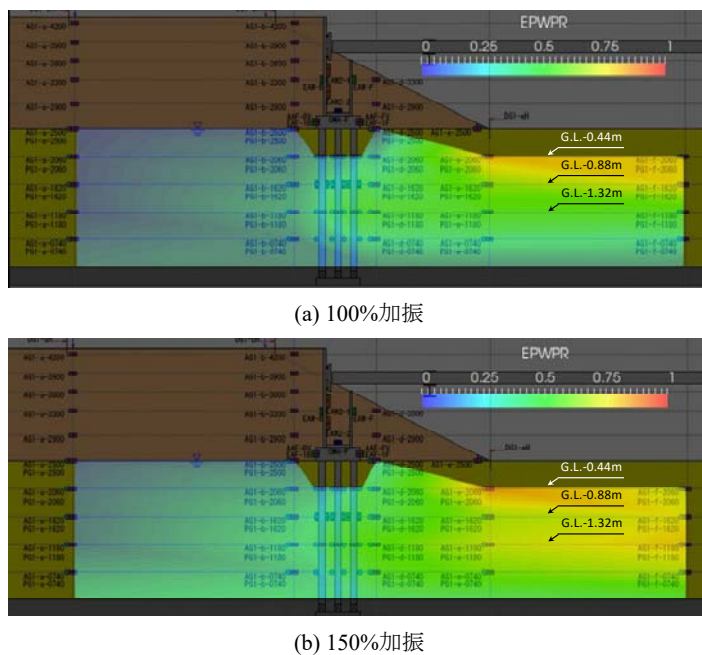


図-4 過剰間隙水圧比の分布 (62s付近)