

III-310 沈埋トンネル液状化振動実験

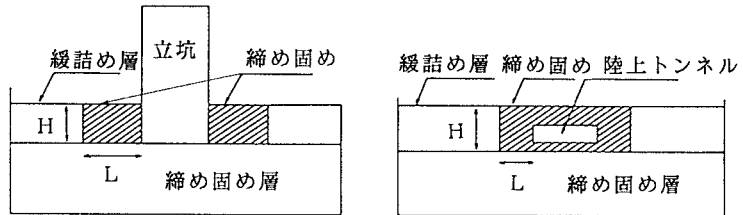
運輸省 第一港湾建設局 正会員 成瀬英治
 運輸省 港湾技術研究所 正会員 井合 進
 日本工営株式会社 正会員 柚木裕二

1. はじめに 緩い砂地盤において地盤が液状化すると、過剰間隙水圧の発生に起因する揚圧力の増加により埋設構造物には浮き上がり、滑動及び転倒の現象が生じる。本報告では新潟西港地区に建設が予定されている臨港道路入舟臨港線(沈埋トンネル)の立坑及び陸上トンネル部を対象に、2次元振動台を利用した振動実験により、液状化時の構造物の挙動と液状化対策の有効性を検討した結果について述べる。

2. 実験の概要 (1) 模型形状…実験に使用した陸上トンネル及び立坑の模型形状を図-1に示す。

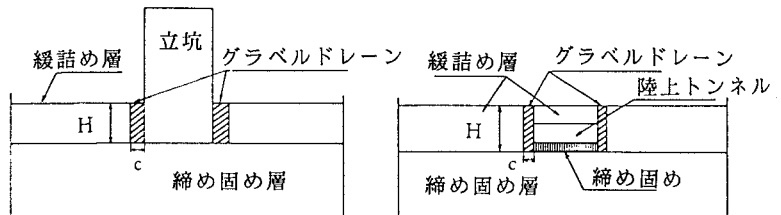
(2) 実験条件…主な実験条件

を表-1に示す。この他、相似則には、地盤-構造物-流体系の相似則¹⁾を参考にして表-2に示す値を設定した。適用した。表-3～表-4に実験ケースを示す。



締め固め工法による地盤改良

(3) 実験方法…液状化振動実験のモデル地盤は、下層が締め固め層(50cm)、上層が緩詰め層(36cm)からなる。実験は同一ケースに対して加振(間隙水圧の上昇)→静止(間隙水圧の消散)を3回繰り返した。用いた加振波は10Hz20波の正弦波で、100gal→200gal→300galと1回毎に加速度を増加させた。



排水工法(グラベルドレーン)による地盤改良

図-1 模型の形状(立坑及び陸上トンネル)

表-1 実験条件

振動台の規模	4.0m(振動方向)×3.5m
実験用土槽	高さ1.2m×長さ3.0m×奥行き3.0mの鉄板製
縮 尺	$\lambda = 1/50$
使用砂	原位置から採取した砂質土
間隙水	グリセリン溶液
液状化対策工	締め固め工法及び排水工法(グラベルドレーン)
透水係数	砂 $k_s = 6.8 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ グラベルドレーン $k_d = 10 \text{ cm/s}$

表-2 相似則

項 目		実物/模型
λ	長さ	λ
ρ	飽和土の密度	1
ϵ	ひずみ	$\lambda^{0.5}$
t	時間	$\lambda^{0.75}$
σ	応力	λ
k	土の透水性	$\lambda^{0.75}$
u	変位	$\lambda^{1.5}$
$\dot{u}$	速度	$\lambda^{0.75}$
$\ddot{u}$	加速度	1
EI	曲げ剛性	$\lambda^{3.5}$
EA	軸剛性	$\lambda^{1.5}$

3. 実験結果 代表的な実験結果として、ケース1-2, 1-3, 1-5及び2-2, 2-4, 2-5における300gal加振後の模型の最終変位を図-2に、またケース1-2, 1-3, 1-5の陸上トンネル近傍における間隙水圧の発生及び消散の状況を過剰間隙水圧比でみたものが図-3である。

4. 考察 陸上トンネルにおいては、締め固め($L/H=0.5$)及びグラベルドレーン($R_{2D}=0.1$)で、浮き上がりが防止できた。また、立坑においては、締め固め($L/H=1.0$)及びグラベルドレーン($R_{2D}=0.3$)で、滑動をある程度抑制することができた。また、それぞれの工法を比較した場合、締め固め工法は、i) 構造物近傍の過剰間隙水圧の上昇は抑えられるが逆に過剰間隙水圧の消散速度は遅い、ii) 構造物の浮き上がりが防止できるとともに、滑動及び転倒についても防止でき

る。一方、排水工法(グラベルドレーン)は、i)構造物近傍の過剰間隙水圧の上昇が抑えられるとともに、過剰間隙水圧の消散速度も早い、ii)構造物の浮き上がりは防止できるが、滑動等構造物の支持については、今回の改良幅では締め固め工法と比較して不安定である、ということが把握できた。

5. おわりに 本実験は、用いた模型の製作精度、モデルの境界条件の設定等に改善の余地が残されており、定量的な評価を直接下すには難点もあるが、対策工、あるいは対策程度の定性的傾向をみるうえでは十分な成果が得られたものと考ええる。今後はこれを基に液状化対策のより詳細な検討を進めていきたい。

表-3 実験ケース(陸上トンネル)

ケース	地盤改良
1-1	無改良
1-2	無改良
1-3	締め固め ($L/H=0.5$)
1-4	グラベルドレーン ($R_{2D}=1.0$)
1-5	グラベルドレーン ($R_{2D}=0.1$)

$$R_{2D}: \text{ウェルレジスタンス係数} (= \frac{k_s}{k_d} (\frac{H}{c})^2)$$

表-4 実験ケース(立坑)

ケース	地盤改良
2-1	無改良
2-2	無改良
2-3	締め固め ($L/H=1/3$)
2-4	締め固め ($L/H=1.0$)
2-5	グラベルドレーン ($R_{2D}=1.0$)

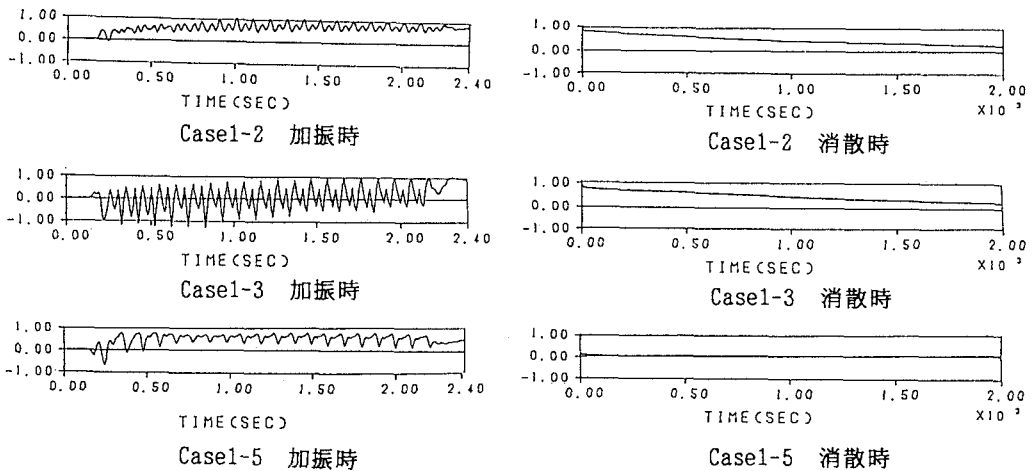
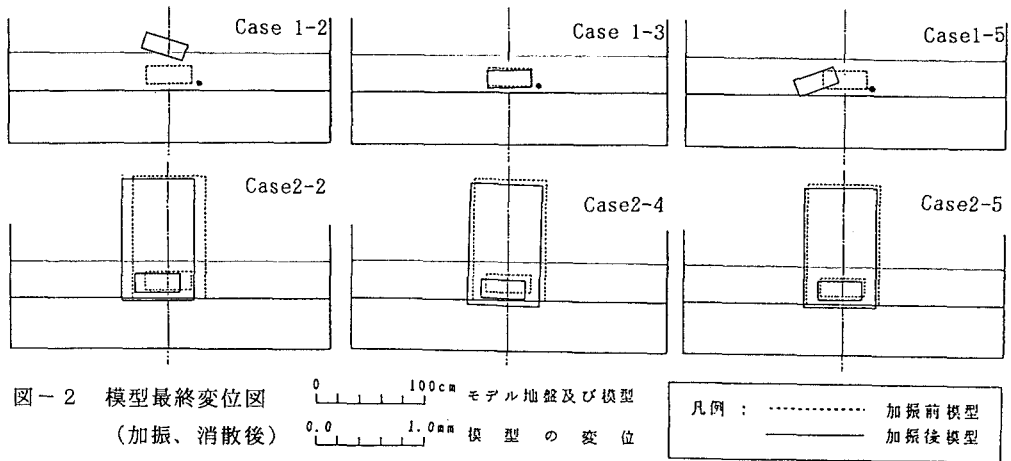


図-3 過剰間隙水圧比(陸上トンネル近傍地点(図-2中・点);加振時及び消散時)