

浸透固化処理工法を部分適用した合理的な液状化対策に関する実物大発破実験

浸透固化処理工法研究会 正会員 ○池野勝哉, 三藤正明, 非会員 宇梶 伸
 (独) 港湾空港技術研究所 正会員 菅野高弘, 中澤博志
 高耐圧ポリエチレン管協会 非会員 山田 潤, 正会員 柴尾優一

1. はじめに

近年、地震時に脆弱な線的交通機関（道路や鉄道）の代替手段として、拠点間を直接結ぶ事のできる空港の役割が見直され、既設空港の早急な耐震化が求められている。国土交通省と(独)港湾空港技術研究所は、空港施設の合理的な液状化対策について検討するため、北海道石狩湾新港西地区において制御発破による実大現場実験を実施した。その中で筆者らは、滑走路直下地盤の液状化対策実験として、低改良率で改良範囲を縮減した浸透固化処理工法を適用し、液状化に対する改良効果および地中構造物に与える影響について検討した。

2. 実験概要

実験ヤード中央には、未改良部（延長 20m×幅員 50m）と改良部（延長 40m×50m）に区分したアスファルト舗装の滑走路（延長 60m×幅員 50m）が建設され、各地盤中の地下水面付近に高耐圧ポリエチレン管（ $\phi 1\text{m}$, $L=55\text{m}$ ）が埋設されている（写真-1）。浸透固化処理工法は、低圧注入で地盤中の間隙水を恒久薬液（ゼリー状）に置換するため、地中構造物へ与える影響が少ない。そのため、埋設管を含む改良部に当工法が採用されている。実験サイトは、地下水位が G.L.-2.5m 付近に分布し、G.L.-5m まで N 値 5 以下の埋立土、G.L.-5m～G.L.-10m まで N 値 10 程度の緩い砂地盤であることに加え、非常に液状化しやすい粒度分布を持った地盤である。当実験エリアは、G.L.-2.5m～-10m までの液状化層に対して、浸透固化処理工法による直径 2.0m の改良体を改良率 70% で配置し、A 改良（G.L.-2.5m～-7.9m）、B 改良（G.L.-2.5m～-6.1m）、C 改良（G.L.-2.5m～-4.3m）の計 3 ケースを実験ケースとした。実験は、地盤中の 2 深度（滑走路部は G.L.-4.5m, G.L.-9m）に装薬されたエマルジョン爆薬を、0.2 秒差で連続発破（計 139 秒間）することで、地盤中に擬似的な繰り返しせん断変形を与え、大規模な液状化現象を再現している。実験中は、地盤内に設置した間隙水圧計および加速度計による動的計測をはじめ、実験前後および 1 日後、3 日後、7 日後における滑走路面の経時測量、また、埋設管のたわみや管体沈下測量を行った。滑走路における実験配置図を図-1 に示し、計測器の配置を含む実験ケースの平面図および断面図を図-2 に示す。



写真-1 埋設管設置

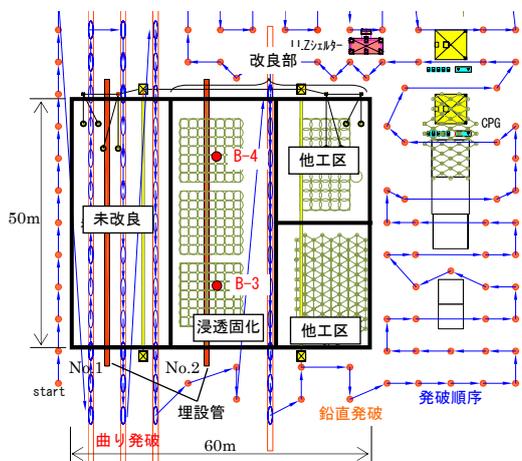


図-1 滑走路部の実験配置図

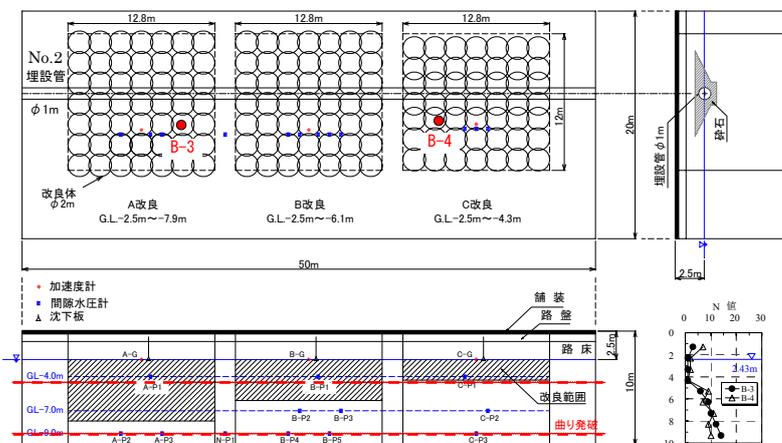


図-2 実験ケースの施工図 (上: 平面図, 下: 断面図)

キーワード 液状化, 爆波, 溶液型注入工法, 埋設管, 液状化対策範囲

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町 1534-1 五洋建設(株) 技術研究所 TEL 0287-39-2109

3. 実験結果および考察

代表的な B 改良下における間隙水圧 (G.L.-7m) の時刻歴を図-3 に示す. 時間軸は同期信号入力時を基準にした. 同図より, 過剰間隙水圧比が 0.9 以上を示していることから, 当実験エリアの未改良部は概ね液状化状態であることが分かる. なお, 液状化状態は約 100 秒間継続した後, 24 時間後には水圧が静水圧に収束しており, 滑走路面の経時測量結果と対応していた. 滑走路面における実験 3 日後の沈下コンターを図-4 に示す. 未改良部では最大 35cm の沈下が生じたのに対して, 当改良部では実験ケースによって差異はあるものの, 全域に渡って 5cm 程度以下であり, 中央部では 0.5cm~1.5cm の沈下に留まった. 各実験ケースによる沈下量は, 改良深度が浅くなるに従い (A 改良から C 改良にかけて) 増加し, 未改良部の沈下の影響を受けやすくなる傾向がみられた.

次に, 実験後における地中埋設管の沈下計測結果を, 地盤中からの相対浮上量として図-5 に示す. 未改良部に設置された埋設管 (No.1) は相対的に上方へ 2cm 程度浮上するのに対して, 浸透固化処理工法による改良部に設置された埋設管 (No.2) には変化はなかった. また, 埋設管形状を計測した結果を図-6 に示す. 未改良部に設置された埋設管 (No.1) は, 液状化により上方へ浮上した影響を受け, 管体が横長に扁平していることが分かる. 一方, 改良部に設置された埋設管 (No.2) は, 周囲地盤が液状化しないため, 有意な変形は認められなかった.

4. まとめ

本実験における主要な結論を以下に示す.

- 改良体下部に残された未改良部は過剰間隙水圧比が 0.9 を超えており, 概ね液状化状態であった.
- 滑走路の未改良部で最大 35cm の沈下が生じたのに対して, 改良率 70%および改良範囲を縮減した改良部の沈下量は, 各ケースとも中央で 1.5cm 程度に留まるなど, 液状化対策効果が確認された.
- 地中埋設管は, 液状化した未改良部で相対的に 2cm 程度浮上し, 横長扁平な管体変状を受けたのに対して, 液状化しなかった当改良部では管体への影響はなかった.
- なお, この管体変状は管材の許容変位量(50mm)以下であり, 埋設管としての機能が確保されている.

参考文献

菅野高弘ら：空港施設の液状化時挙動に関する制御発破を用いた現場実験, 第 8 回空港技術報告会, 2007.
池野勝哉ら：浸透固化処理工法を用いた合理的な液状化対策範囲に関する実大現場実験, 第 43 回地盤工学研究発表会 (投稿中)

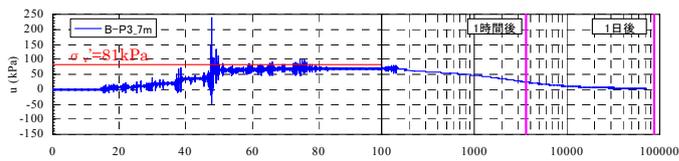


図-3 間隙水圧計の時刻歴 (B 改良下)

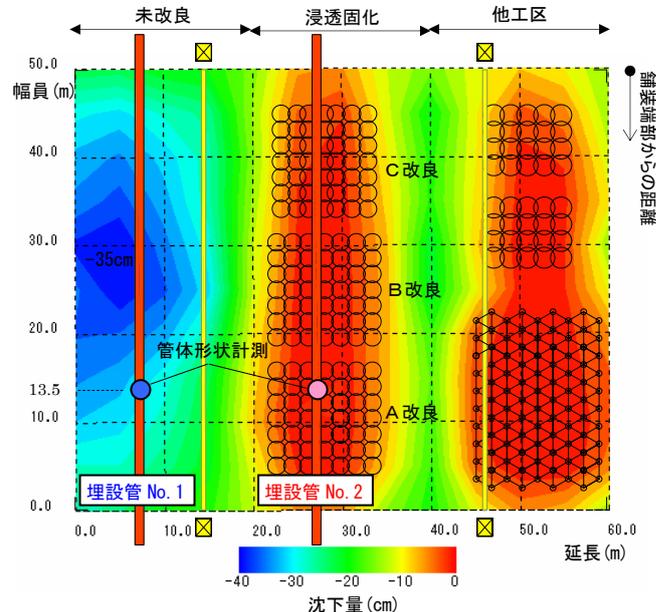


図-4 発破 3 日後の沈下コンター

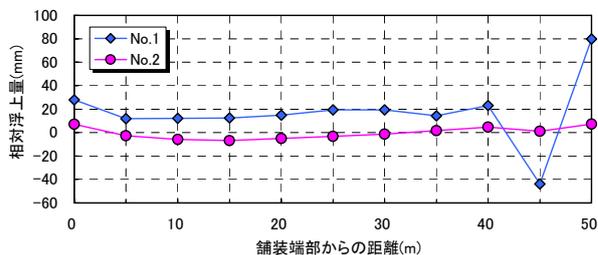


図-5 実験後の管体相対浮上分布

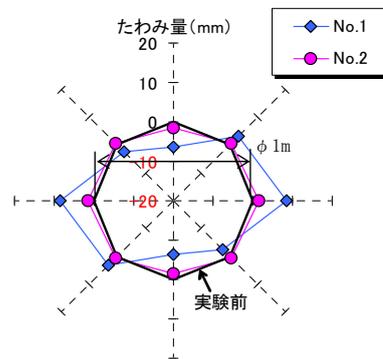


図-6 実験後の管体変化量