

実物大実験における高圧噴射攪拌工法を用いた液状化対策効果

ケミカルグラウト(株) 正会員 ○高橋 正光
 ケミカルグラウト(株) 館下 和行
 ケミカルグラウト(株) 糸川 政則
 (独)港湾空港技術研究所 正会員 菅野 高弘
 (独)港湾空港技術研究所 正会員 中澤 博志

1. はじめに

高圧噴射攪拌工法（GEOPASTA工法）は液状化対策を主目的とした工法であり、従来のジェットグラウト工法より設備の小型化等による低コストの液状化対策が実現できる。この工法による対策効果を確認する目的で、平成19年10月27日に石狩湾新港において、高圧噴射攪拌工法（GEOPASTA工法）を用いて改良率の異なる3タイプの地盤改良を行い、制御発破により周辺地盤を液状化状態にさせ、無対策範囲および地盤改良範囲における間隙水圧および地盤の液状化時挙動を計測した^{1),2)}。

第一目的である沈下抑制に有効であることが確認できたため、実験終了後、液状化後の対策効果の継続性を調べることを目的にせん断波速度を測定した。本報で、その結果について報告する。

2. 実験概要

(1) 地盤性状

図-2に施工個所において実施した地盤調査結果を示す。施工個所付近の地下水位はGL-3m程度にあり、地層構成は、表層よりGL-5.4mまで埋立て層（N値2~14）、それ以深が細砂、微細砂（ $N \leq 17$ ）となる。図3にGL-6.5mおよびGL-9.5mで採取した試料の粒径加積曲線を示す。物理試験結果より、細粒分含有率は $F_c = 5.3 \sim 7.9\%$ 、平均粒径は $D_{50} = 0.20 \sim 0.24\text{mm}$ の物性を有し、液状化の可能性が高い試料であることがわかる。

(2) 改良率

図-1に示すように、本実験で施工した改良パターンは、確実な対策効果が期待できる接円配置（ $\alpha = 78.5\%$ ）を基本として、経済性を考慮し、千鳥配置（ $\alpha = 51.9\%$ ）、柱列配置（ $\alpha = 34.9\%$ ）の3タイプとした。

なお、各々の改良体の上部に厚さ2mの表層改良を施工した。

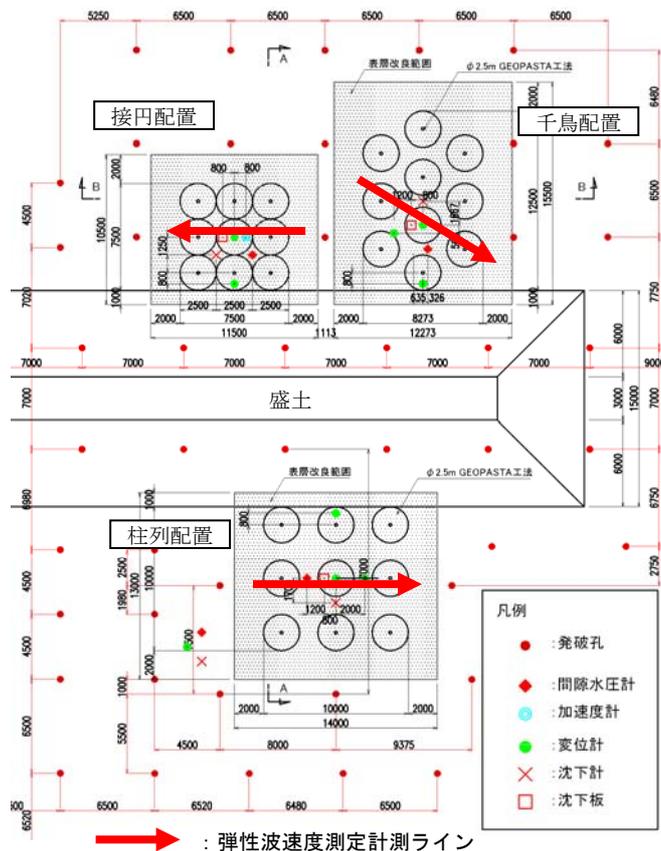


図-1 GEOPASTA 工法配置および計測器配置平面図

(3) 実験方法

地盤を液状化させるための制御発破は、液状化層をGL-10m程度と想定し、図-2に示すようにGL-4.0mおよびGL-8.0mの深度に爆薬を設置し実施された。発破時および発破後において、図-1に示すように間隙水圧計・沈下計・沈下板・変位計・加速度計により、発破時挙動、液状化時挙動および残留変形を計測した。

実験終了後、表層改良を撤去した後に弾性波速度測定による各改良パターンのせん断波速度を図-1に示す位置において計測した。なお、計測方法は図-4に示す板たたき法によるものである。

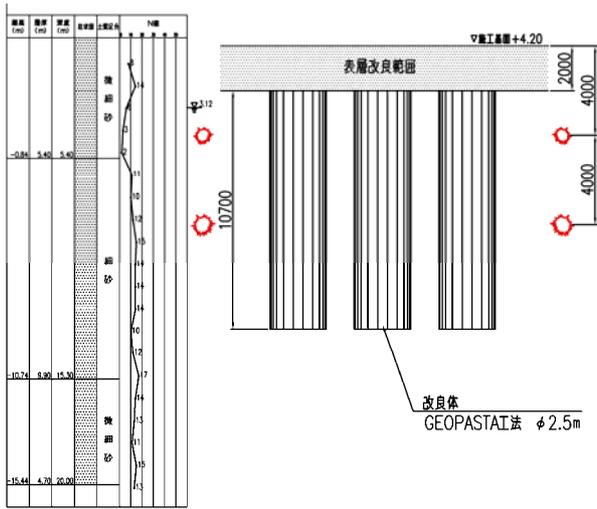


図-2 土質柱状図と改良深度の関係

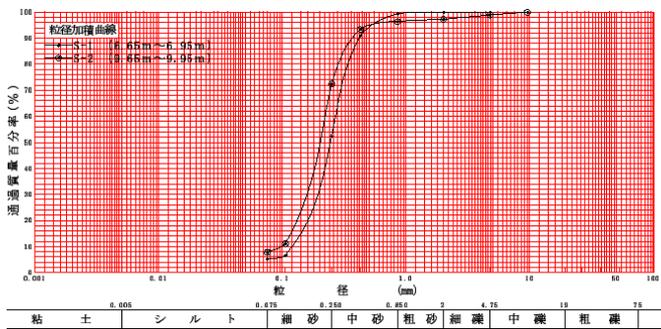


図-3 粒径加積曲線 (● : GL-6.5m, ○ : GL-9.5m)

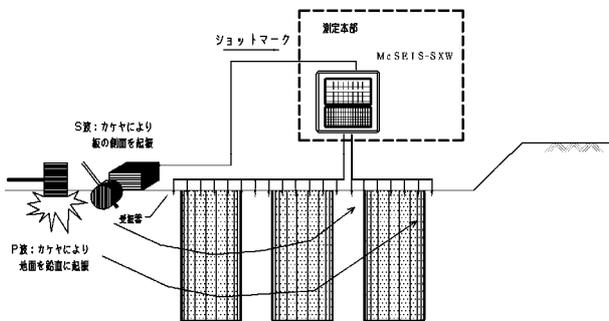


図-4 せん断波速度測定イメージ図

3. 実験結果と考察

計測結果の一部を図-5 および図-6 に示す。図-5 に示す過剰間隙水圧時系列を見ると、改良率の増加に伴い過剰間隙水圧の発生が発破時から時間遅れを伴い、かつ抑制されていることがわかる。また、図-6 に示す地表面沈下量を見ると、最も改良率の低い柱列配置で沈下量が若干大きいものの、改良パターンの違いによる顕著な差は見られなかった。これは、どの改良パターンにおいても、発生した過剰間隙水圧が改良範囲周辺から伝搬したものであり、過剰間隙水圧比が 0.6 以下であることに起因しているものと考えられる。

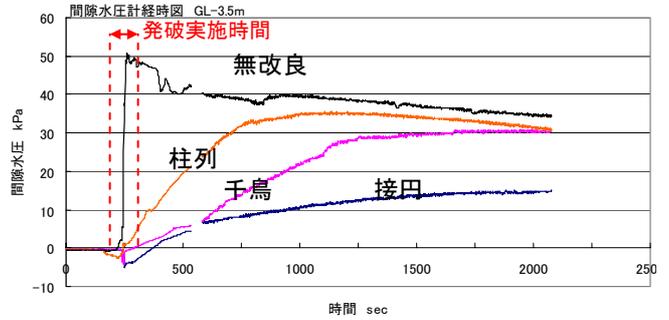


図-5 過剰間隙水圧計測結果 (GL-3.5m)

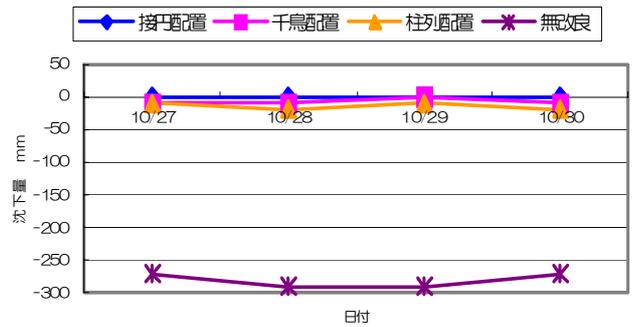


図-6 沈下量測定結果 (改良体周辺地盤)

表-1 せん断波速度測定結果と諸数値との比較

| 計測位置 (改良率) | S波速度 (m/s) | 過剰間隙 水圧比 | 地表面沈下 量(mm) |
|-----------------------------|---------------|-------------|----------------|
| 原地盤($\alpha=0\%$) | 150 | 0.95 | 290 |
| 柱列配置 ($\alpha=34.9\%$) | 560 | 0.62 | 25 |
| 千鳥配置 ($\alpha=51.9\%$) | 620 | 0.55 | 20 |
| 接円配置 ($\alpha=78.5\%$) | 720 | 0.26 | 0 |

せん断波速度、過剰間隙水圧および地表面沈下の関係を表-1 に示す。改良率の増加に伴いせん断波速度が増加し、最も改良率の大きい接円配置で $V_s=720\text{m/s}$ を示した。したがって、発破後であっても改良効果が継続している状態が確認できた。

4. まとめ

今回の実験によって、高圧噴射攪拌工法 (GEOPASTA 工法) による液状化対策工が、液状化時における間隙水圧の上昇・地盤の沈下を抑制出来ることが確認できた。

実験終了後の改良体における弾性波速度測定により、改良パターン毎にせん断波速度に優位な差がみられ、改良効果の判断に有効な指標となりうることがわかった。

参考文献

- 1)高橋, 館下, 糸川, 菅野, 中澤(2008): 高圧噴射攪拌工法を用いた液状化対策効果 (その1), 第43回地盤工学研究発表会.
- 2)糸川, 館下, 高橋, 菅野, 中澤(2008): 高圧噴射攪拌工法を用いた液状化対策効果 (その2), 第43回地盤工学研究発表会.
- 3)高橋, 館下, 糸川, 菅野, 中澤(2007): ジオパスタ(GEOPASTA)工法を用いた液状化対策の効果確認, 第8回空港技術報告会