

超微粒子球状シリカ注入材による実地盤注入実験（その1）

電気化学工業株式会社 正会員 ○荒木 昭俊 正会員 串橋 巧
 日本基礎技術株式会社 正会員 岡田 和成 非会員 長田 貴絵
 東北学院大学 正会員 飛田 善雄 正会員 山口 晶

1. はじめに

2011年に発生した東北地方太平洋沖地震では、東北から関東にかけて広範囲で液状化が発生した。千葉県浦安市などでは細粒分を含む地盤が液状化したことから、細粒分を含む地盤を確実に地盤改良出来る液状化対策工法が必要とされている。既設構造物直下や近傍を地盤改良する場合、地盤注入工法が適用されるが、セメント系注入材を用いる場合には浸透性に課題がある。筆者らは、最大粒径 $1\mu\text{m}$ の超微粒子球状シリカ注入材（シリカボール）による地盤注入工法の細粒分を含む地盤への適用に関する研究に取り組んでいる。

本報告では、本注入材の細粒分質砂地盤への適用性の確認を目的として実施した、実地盤注入実験結果について報告する。

2. 実験の概要

(1) 地盤条件

実験サイトは千葉県市原市五井南海岸地区に所在し、東京湾岸平野（沖積低地）に属する埋立地である。図-1 にボーリング柱状図を示す。上部（層厚 2.9m）は 1960～70 年代に東京湾沿岸地帯の大規模な埋立工事によって埋立てられた土層であり、細砂・シルト混じり細砂を主体として、所々に砂質シルト・粘土質シルトを挟む。下部は、細砂・シルト混じり細砂からなり、貝殻片を多く含み所々にシルトを挟む。N値は上部層が 1～6、下部層が 4～16 であり、地下水位は GL-1.0m である。

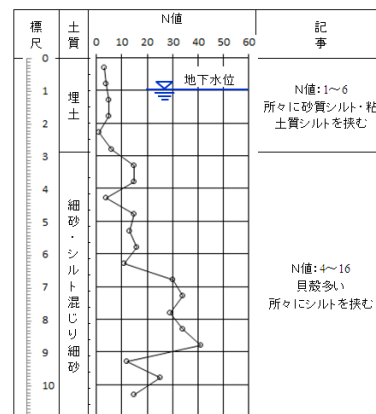


図-1 ボーリング柱状図

(2) 注入材料

シリカボールは二酸化ケイ素からなる主材とカルシウム化合物からなる硬化材、および分散剤より構成される。主材と硬化材を 1:1 で混合し、混合から 6 時間以上低粘度を維持する特徴を持つ。本試験では、注入材の配合を水シリカボール比 (W/SB) 400, 800, 1000%の 3 水準とした。

表-1 実験ケース

case	注入材料	水比 (%)	注入率 (%)	注入孔 (本)
1	シリカボール	1,000	28.4	4
2	シリカボール	800	28.4	4
3	シリカボール	400	28.4	1
4	超微粒子セメント	400	28.4	1

(3) 実験方法

表-1 に実験ケースを示す。Case4 にはシリカボールとの比較として、最大粒径 $20\mu\text{m}$ （平均粒径 $6\mu\text{m}$ ）の超微粒子セメントを用いた。図-2 に平面・断面図を示す。ケーシング（ $\phi 96\text{mm}$ ）で削孔し、孔内に注入吐出口を備えた注入管を設置した。改良体間隔は平面間隔に対する鉛直間隔を密になるように配置した。

注入に先立ち、地盤中に設置した注入管を利用して限界注入速度試験を実施した。試験結果に基づき、浸透状態となる注入速度を採用し注入を行った。養生後に改良地盤を開削し出来形の確認を行ったのち、ブロックサンプリングによる試料採取を行い、一軸圧縮試験を実施した¹⁾。

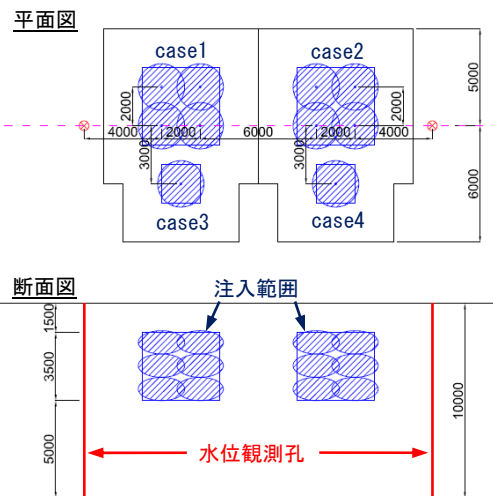


図-2 平面・断面図

浸透注入、地盤注入工法、液状化、超微粒子球状シリカ、シリカボール、懸濁型

連絡先 〒949-0393 新潟県糸魚川市大字青梅 2209 電気化学工業(株)青海工場 セメント・特混研究部 TEL 025-562-6303

(4) 限界注入速度試験

対象地盤は細粒分を 9.1~70.4%含有し所々にシルトを挟む複雑な地盤であり、注入形態が割裂となる懸念があった。そこで、浸透領域となる注入速度の確認を目的として限界注入速度試験(水を使用)を実施した。図-3 に流量と有効注入圧力の関係を示す。3.0L/分以下の範囲内で有効注入圧力のピークは確認されず、浸透状態にあることが推測された。水と注入材は粘性が異なるため注入形態に与える影響を考慮し、安全側となる 2.5L/分以下で注入を行った。

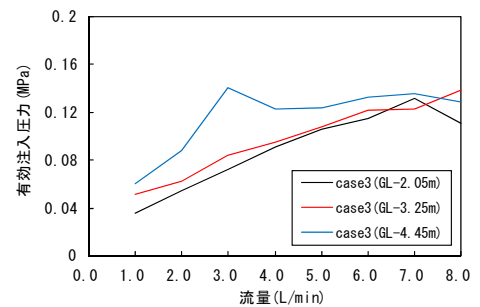


図-3 流量と有効注入圧力の関係

3. 実験結果

(1) 注入圧力の経時変化

図-4 に注入圧力の経時変化の代表例を示す。case1~3(シリカボール)は注入圧力 0.2MPa 程度であり、概ね一定の注入圧力で推移している。case4 は注入圧力 0.25~0.3MPa 程度であり、シリカボールと比較して高い注入圧力で推移し注入時間の経過とともに注入圧力は緩やかに漸増している。

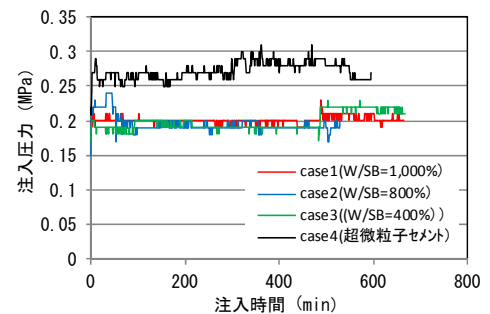


図-4 注入圧力の経時変化



写真-1 case1 (W/SB=1,000%)



写真-2 case3 (W/SB=400%)

(2) 改良体出来形

注入完了後、養生期間を経て改良地盤を開削し、出来形の確認を行った。写真-1, 2 に開削写真を示す。最上部改良体の出来形を計測したところ、case1~3 は水平方向に改良径約 2.0m であった。固結形状は歪であったが、狭在するシルトの上下層ともに固結しており、改良体間隔を鉛直間隔に密に配置した効果が得られていると判断される。case4 は割裂脈が進展し、均質な改良体を確認出来なかった。

4. まとめ

- ・超微粒子球状シリカ注入材(シリカボール)の実地盤注入実験を実施した結果、細粒分質砂地盤に対して浸透注入出来た。
- ・均質な改良効果を確保するには、浸透形態となる注入速度を採用する必要がある。
- ・シルトを挟む地盤の改良体間隔は、平面間隔に対する鉛直間隔を密になるように配置することが肝要である。

参考文献

- 1) 串橋ら：超微粒子球状シリカ注入材による実地盤注入実験(その2)，土木学会第68回年次学術講演会，2013.9 (投稿中)