

薬液改良体に注入速度と浸透距離が及ぼす影響の把握

東京都市大学 学生会員 ○吉野広汰

東京都市大学 正会員 末政直晃

強化土エンジニアリング(株) 正会員 佐々木隆光

1. はじめに

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震による液状化の被害はライフラインや住宅地等広域に及んだ¹⁾²⁾。このような被害を防ぐために、密度増大工法、深層混合処理工法等のような様々な液状化対策工法が存在するが、本研究では薬液注入工法に着目した。本工法は、薬液の注入圧を低くして浸透注入を行うことにより、地盤の土骨格の破壊を抑えながら地盤内の間隙水を薬液に置換するものである。薬液を注入された改良体は球状に固結され、地盤の強度増加や止水性が向上する性質がある。図-1³⁾に施工イメージを示す。図-1からわかるように、利点として比較的小型な施工機械を用いるため、施工スペースが狭く、斜め・曲線ボーリングにより既設構造物直下において適用できるという特徴が挙げられる。しかし、薬液注入に伴う強度発現メカニズムが未だ不明確であることや、注入速度、浸透距離、地盤特性の違いが薬液改良体の出来型や改良強度に及ぼす影響が把握されていないなどの課題もある。そのため、現行設計法では薬液濃度の設定が高くなり、コストがかかる傾向にある。

本報告では、浸透距離や注入圧が薬液改良体の強度に及ぼす影響を把握するため、長尺の円柱アクリルモールドを用いた浸透試験と一軸圧縮試験を行った。

2. 試験概要

実施工では薬液改良体を作成する際に、改良体が大きくなるほど、浸透距離は長くなるため希釈現象が顕著になり、強度の低下に繋がると考えた。そこで、一次元的な薬液の浸透を把握する目的で、内径 $\phi=5\text{cm}$ 、高さ $h=120\text{cm}$ の円柱モールドを用いた浸透試験を実施し、所定期間養生を行った後に一軸圧縮試験を実施し、浸透距離と一軸圧縮強さの関係を調べた。試験に用いた試料は珪砂6号を用い、シリカ濃度は6%とした。モールドの作製方法は、相対密度 D_r が60%となるように乾燥状態の試料を締固め、その後、脱気水で飽和した。

また、薬液は、コンプレッサーを用い、初期注入速度が case1(0.2L/min)、case2(0.1L/min)、case3(0.03L/min)となるよう

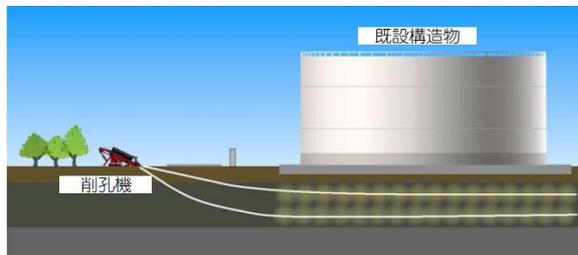


図-1 施工イメージ³⁾

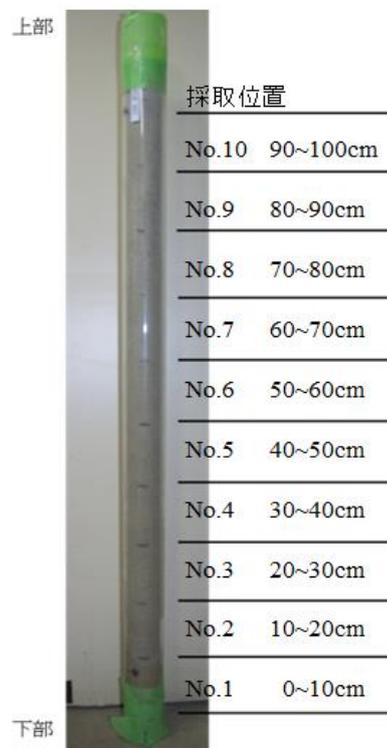


写真-1 注入後供試体状況と供試体採取位置

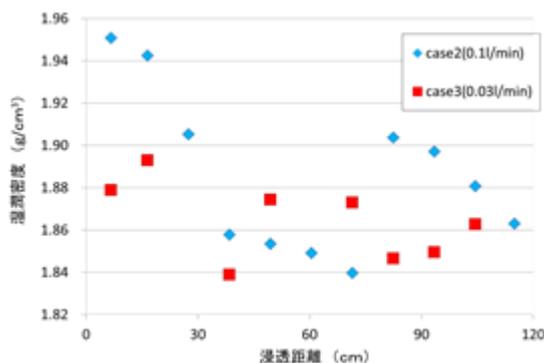


図-2 浸透距離と湿潤密度

キーワード：薬液改良体 注入速度 浸透距離 出来形
 連絡先 東京都市大学地盤環境工学研究室 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL03-5707-0104

に調整し、供試体下部から注入した。なお、注入量は排液が 1.0L となるまで注入した。その後モールド内で 28 日以上養生した。写真-1 に注入後のモールドの状況と供試体採取位置を示す。写真に示すように、モールドが長いいため、10 等分になるように写真の位置でモールドを切断し、脱型した供試体の一軸圧縮試験を行った。

3. 実験結果及び考察

図-2 に浸透距離と湿潤密度の関係を示す。バラつきがあるものの、湿潤密度は浸透距離が長くなるに従い、低くなる傾向を示した。これは、注入口付近 (No.1) は間隙水と接触がない薬液が通過するため、希積のない薬液によって間隙が置き換えられたことによると考えられる。一方、上部付近 (No.10) の場合、0.1L の薬液が注入したものに相当するため、希積の影響を受けやすく、湿潤密度が低下したものと考えられる。

図-3 に湿潤密度と一軸圧縮強さの関係を示す。一軸圧縮強さは湿潤密度の増加に伴い高くなる傾向を示した。薬液は水よりも比重が大きいため、間隙が薬液に置換されたことにより湿潤密度が増加したと考えられる。

図-4 に浸透距離と一軸圧縮強さの関係を示す。浸透距離が長くなるに従い、一軸圧縮強さは低くなる結果となった。これは、これまでの結果を踏まえて、注入口付近では、希積の要因となる間隙水と接触する割合が低く、間隙を薬液に置換できたことにより一軸圧縮強さが高くなった。一方、浸透距離の長い上部では間隙水との接触によりシリカ濃度が希積され、一軸圧縮強さが低くなったと考えられる。

今回、case1~3 までの実験において、供試体作成方法は薬液濃度、相対密度ともに同様に行った。しかし、case2 では一軸圧縮強さの最大値が 1.6~1.8 倍程度高くなっている。これは供試体作成の際、120cm の全長において相対密度の管理が不十分だった事が考えられる。湿潤密度の結果をより、case2 では浸透距離 0~30cm と 80~110cm の区間において相対密度が高くなってしまい、このようなバラつきが生じたと考える。そのため、case2 を除き、case1, 3 を比較すると、注入口付近の一軸圧縮強度は 130~150kN/m² とほぼ変わらないものの、採取位置 100cm 付近の一軸圧縮強度は case1 で 70kN/m²、case3 では 125kN/m² となり、注入速度の高い case1 の方が強度低下する傾向がみられた。そのことから、注入速度の違いが希積現象に影響を与える事が考えられる。

4. まとめ

円柱モールドを用いた一次元注入実験を行い、以下のような知見が得られた。

- ・浸透距離が長くなるにつれ、湿潤密度、一軸圧縮強さともに低くなっていることから、浸透距離が長くなると、薬液濃度が希積により低くなると推察される。
- ・浸透距離が長くなると薬液の通過流量が注入口付近よりも少なく、希積の影響を受ける。

参考文献

- 1) 国土交通省関東地方整備局 HP : http://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000043512.pdf
- 2) 独立行政法人建築研究所 HP : <http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/20110311/0311quickreport.html>, 5.5
- 3) 大成建設 HP, グランドフレックスモールド工法 : <http://www.taisei.co.jp/MungoBlobs/528/365/K00X98.pdf>

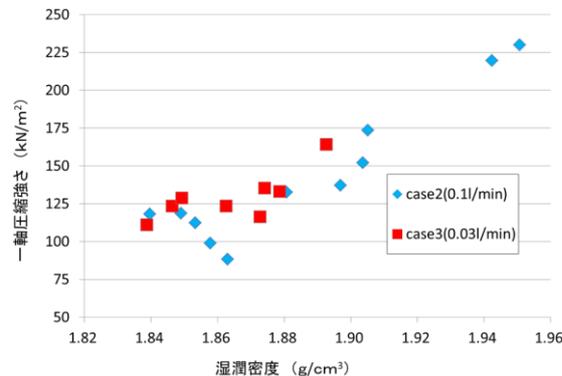


図-3 湿潤密度と一軸圧縮強さ

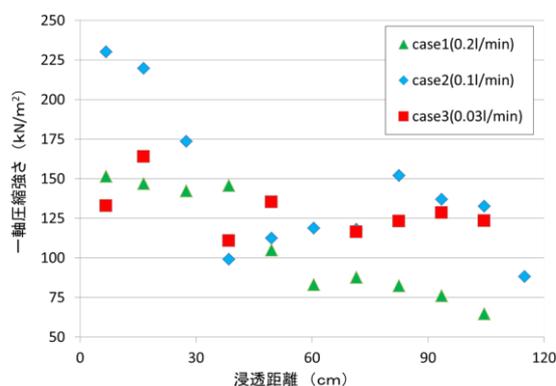


図-4 浸透距離と一軸圧縮強さ