

複合ポリマー型地盤改良剤の浸透性

(株)鴻池組 正会員 ○加藤 満、正会員 大山 将
 (株)鴻池組 正会員 小山 孝、正会員 大畑拓也
 東亜合成(株) 後藤彰宏、正会員 中野 駿
 京都大学大学院 正会員 勝見 武

1. はじめに

筆者らは、アルカリ地盤に対しても安定して設計強度を確保でき、耐久性にも優れた新しい液状化対策用注入材を開発した^{1),2)}。アクリル酸マグネシウム(AA-Mg)を主剤とするこの注入材は、セメント等を混入したいわゆる懸濁液とは異なるため、注入中に注入材粒子による砂粒子間の目詰まりやそれに起因する浸透阻害が発生しにくいと予想される。しかし、注入材の浸透特性を把握しておくことは実工事に適用する上で重要であることから、注入孔から 1~2m 程度離れた箇所にも円滑に浸透し、かつ所定の強度を発現することを確認するため、室内で次元浸透試験を行った。

2. 次元浸透試験

2.1 試験方法

既存の試験装置^{3),4)}を参考にして製作した次元浸透試験装置の全景および詳細を、写真-1、図-1 に示す。内径 5cm 程度、長さ 1m と 2m の円筒形アクリルパイプ内に透水性の高いフィルター材(砂利、ビーズ)を詰めた後、砂を相対密度 60%程度になるようにできるだけ均一に充填し、その上部に再度フィルター材(ビーズ)を詰め、フィルター材の上部からベロフラムシリンダーにより 70kPa で載荷した。そして、円筒パイプ下端部の注入孔から脱気水をゆっくり通水して砂柱全体を飽和させた後、同じ注入孔から薬液を 20ml/min 程度の定速で注入しつつ、円筒パイプ上端から排水した。砂には 7号珪砂(細粒含有率 $F_c = 7\%$)、8号珪砂($F_c = 54\%$)を用いた。砂の粒径加積曲線を図-2 に示す。また、改良土の設計強度を 150~250kN/m² と想定して事前にモールドを用いた配合試験を行い、注入材には重量濃度 4%の AA-Mg に重量濃度 2%の高塩基性ポリ塩化アルミニウム(高塩基性 PAC)を添加した複合ポリマー型の薬液を使用した。注入量は砂長および間隙率を考慮し、パイプ長 1m(砂長 85cm)で 7号珪砂の場合は 870ml、8号珪砂の場合は 900ml、パイプ長 2m(砂長 185cm)で 7号珪砂の場合は 1,900mlとした。注入後には 20℃の恒温室で 1週間程度養生した。

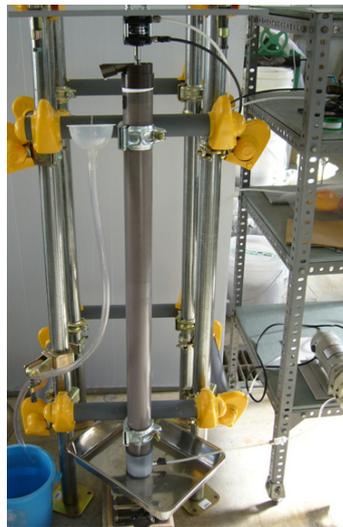


写真-1 浸透試験装置(全景)

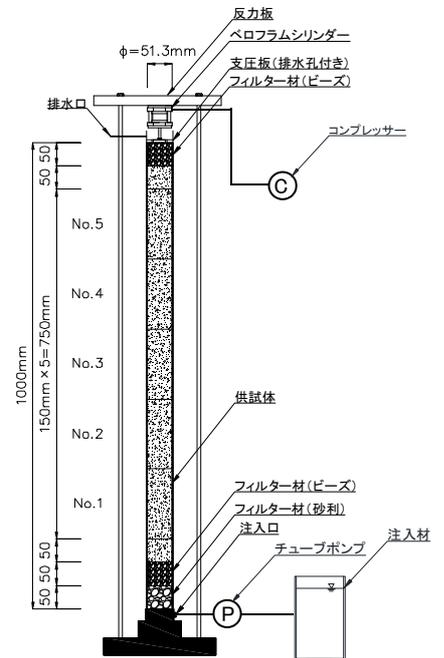


図-1 浸透試験装置(詳細)

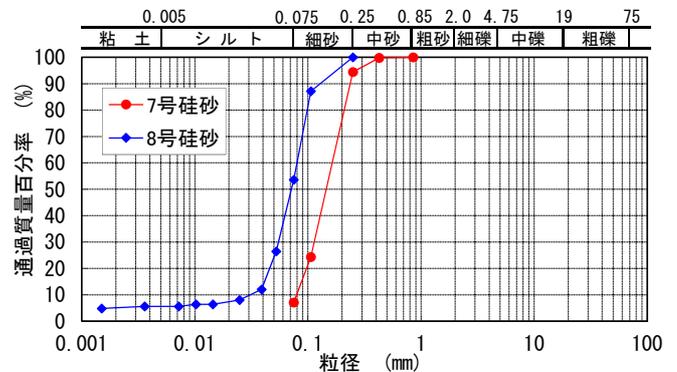


図-2 使用砂の粒径加積曲線

キーワード：液状化対策、薬液注入、注入材、アクリル酸マグネシウム、複合ポリマー、浸透性

連絡先：〒541-0057 大阪府中央区北久宝寺町 3-6-1 (株)鴻池組 技術本部 土木技術部 [TEL]06-6245-6567

用いた注入材は中性かつ非常に薄い色のため、注入中に飽和砂内での注入材の到達距離を把握するのは困難であった。そこで予備試験として、高塩基性 PAC に替えて塩基度の小さい PAC を用いた浸透試験を実施し、注入中に円筒上部からの排出水の pH を連続的に測定することで、先述の所定量を注入すれば円筒上端まで注入材がほぼ到達することを事前確認した。ここに、飽和砂から排出される水の pH は 6.5~7.0 程度であり、注入材の pH は、高塩基 PAC を用いた場合は 6 程度、塩基度の小さい PAC を用いた場合は 4.2 程度であった。

2.2 試験結果

硬化したサンドゲルの一軸圧縮強さと注入孔からの距離の関係を図-3~図-5 に示す。図-3、図-4 は、7号珪砂を用い、パイプ長がそれぞれ 1m、2m の場合の試験結果である。また、図-5 は 8号珪砂を用い、パイプ長が 1m の場合の試験結果である。

図-3 から、改良土の一軸圧縮強さは概ね 200~250kN/m² の範囲に分布しており、注入孔から約 90cm 離れた箇所でも大幅な強度低下は認められなかった。一方、パイプ長を 2 倍にした図-4 では、砂試料の相対密度が大きかった影響で強度が大きくなった注入孔付近を除き、改良体の一軸圧縮強さは概ね 200~250kN/m² の範囲であったが、注入孔から約 180cm 離れた砂柱上端部付近では若干の強度低下が認められた。このように砂柱上端部付近で強度低下する傾向は、既存の水ガラス系薬液を用いた浸透試験でも確認されており⁴⁾、その原因として、浸透境界面付近であることが挙げられている。しかし、図-3 では浸透境界面付近でも強度低下が明確でなかったことから、今後さらに実験データを集積して詳細に検討することとしたい。なお、細粒分が多い 8号珪砂を用いた場合は(図-5)、改良体の一軸圧縮強さは概ね 250~300kN/m² の範囲で分布し、砂柱上端部付近で若干の強度低下が認められた。

以上から、砂柱上端部付近では若干の強度低下傾向が認められる場合があったが、細粒分が少ない 7号珪砂の場合も細粒分が多い 8号珪砂の場合も、配合試験で設定した値(150~250kN/m²)と同等の改良強度が砂柱全長で得られた。

3. おわりに

一次元浸透試験を行い、筆者らが開発した注入材の浸透性を確認した。その結果、この注入材は高い浸透性を有し、注入孔から 1.8m 程度以内の範囲では、配合試験の際に設定した改良強度を確保できることが分かった。今後は実地盤での浸透性を確認し、開発した注入材が地震防災に貢献できることを明確にしたい。

参考文献

- 1) 後藤ほか:複合ポリマー型地盤改良剤の力学特性および安全性,土木学会第73回年次学術講演会発表講演集,第VI部門,投稿中.
- 2) 高田ほか:複合ポリマー型地盤改良剤の耐久性,土木学会第73回年次学術講演会発表講演集,第III部門,投稿中.
- 3) 高坂ほか:超微粒子球状シリカ系改良剤により一次元浸透改良した砂質地盤の力学的性質に関する研究,第49回地盤工学研究発表会講演集,pp.603-604,2014.
- 4) 牛田ほか:水ガラス系注入材の強度特性,土木学会第66回年次学術講演会発表講演集,III部門,pp.39~40,2013.

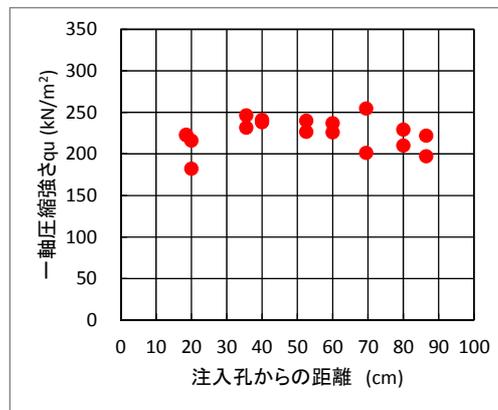


図-3 注入孔からの距離と一軸圧縮強さの関係(7号珪砂、L=1.0m)

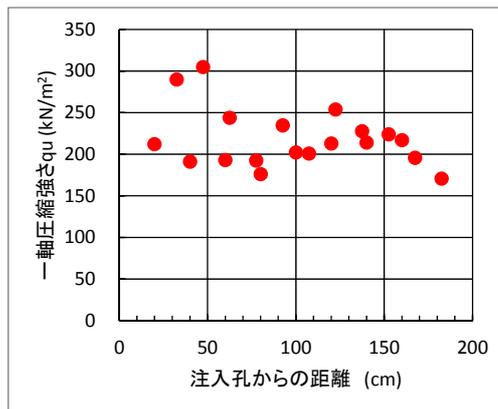


図-4 注入孔からの距離と一軸圧縮強さの関係(7号珪砂、L=2.0m)

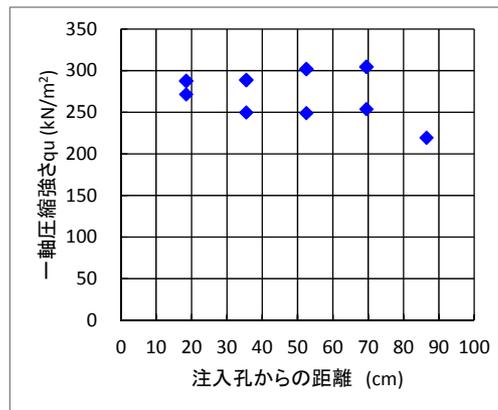


図-5 注入孔からの距離と一軸圧縮強さの関係(8号珪砂、L=1.0m)