

模擬地盤における高濃度薬液注入材の注入実証実験 —改良強度と評価方法に関する一考察—

早稲田大学	学生会員	○中道 馨
早稲田大学	フェロー会員	赤木 寛一
早稲田大学	学生会員	山本 馨
ケミカルグラウト (株)	正会員 川村 淳	渡邊 陽介

1. はじめに

その1で報告した高濃度配合薬液改良体について、改良効果確認を目的として針貫入試験、一軸圧縮試験、繰返し非排水三軸試験を実施した。その結果を標準配合薬液改良体と比較し、模擬地盤における高濃度薬液注入材の改良効果を確認した。

2. 注入効果確認

2.1 コアボーリングによる効果確認

報告その1図 2.2 に示す箇所（注入孔から D/4 の距離：375 mm）で効果確認ボーリング（φ87 mm）を実施した。採取したコアサンプルに対して、針貫入試験及び一軸圧縮試験を実施した。

2.1.1 針貫入試験(JGS 3431)

コアボーリングで得られたコアに対して 10cm 間隔で針貫入試験を実施した。携行型針貫入試験機を用い、針貫入長さが 10 mmの時の貫入荷重を計測し、針貫入勾配を式 2.1 により算定した。

2.1.2 一軸圧縮試験(JGS 0511)

コアボーリングで採取したコアを成型し、一軸圧縮試験を実施した。

2.1.3 試験結果

図 2.1 に標準配合薬液改良体の断面図、その針貫入勾配、針貫入勾配から推定した一軸圧縮強さ（以下、推定一軸圧縮強さ）及び実測の一軸圧縮強さを示し、図 2.2 に高濃度配合薬液改良体における同様の図を示す。針貫入勾配から一軸圧縮強さを推定する際には式 2.2 を用いた。

図 2.1 より、標準配合薬液改良体の針貫入勾配結果は深度に依らず 1.0N/mm 以下となり、推定一軸圧縮強さも最大で 200kN/m² 程度となった。図 2.2 の高濃度薬液改良体は、ほとんどの箇所では針貫入勾配が 0.5~1.5N/mm 程度となり、推定一軸圧縮強さは 100~300kN/m² 程度で標準配合薬液改良体より高い値を示した。また、標準配合・高濃度配合の双方において、推定一軸圧縮強さは実測値と同様の傾向を示した。これらの結果が示すように、針貫入試験で薬液改良体の一軸圧縮強さを連続的に相対評価することができた。

- 針貫入勾配 = 貫入荷重 ÷ 貫入長さ ...式 2.1
(N/mm) (N) (mm)
- $y = 236x^{0.719}$...式 2.2
x : 針貫入勾配(N/mm)
y : 一軸圧縮強さ(kN/m²)

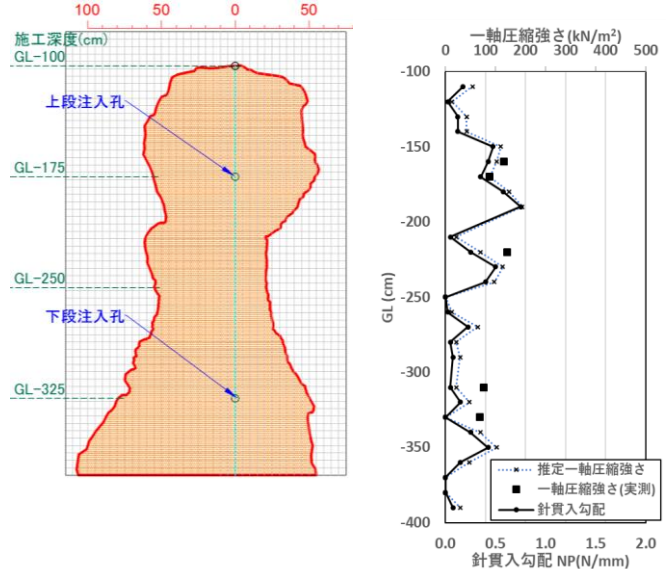


図 2.1 改良体断面図及び強度分布図(標準配合)

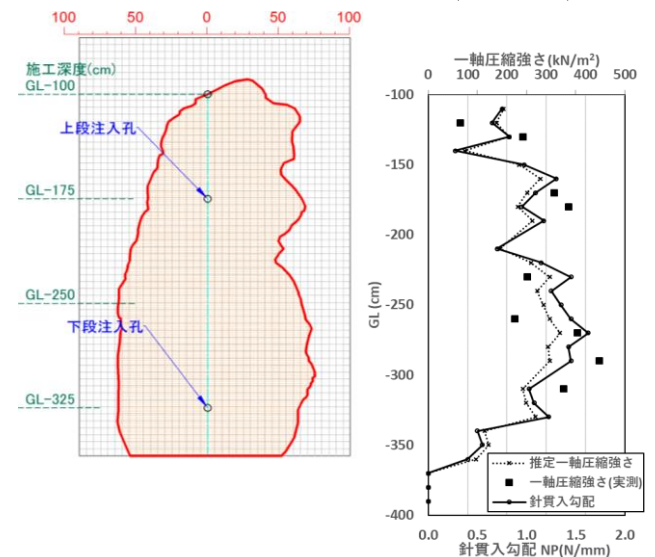


図 2.2 改良体断面図及び強度分布図(高濃度配合)

2.2 ブロックサンプリングによる効果確認

2.2.1 針貫入試験

薬液改良体の強度を広く範囲に評価するために掘り出した薬液改良体をブロックサンプリングした。それによって生じた断面に対して針貫入試験を実施した。

図 2.3 に実際に針貫入試験を実施した箇所を示す。掘り出した薬液改良体を上端から 20cm 間隔で切断し、図 2.3 に示す断面を得る。各断面に対し注入孔からの水平距離が 10cm 間隔の同心円状になるように針貫入試験を実施した。

各配合の薬液改良体における断面毎の針貫入勾配の平均値の推移を図 2.4 に示す。図 2.4 より、標準配合薬液改良体の針貫入勾配平均値は深度に依らず、0.3N/mm 程度で一定となり、推定一軸圧縮強さは 100 kN/m² 程度となった。断面毎の針貫入勾配はほとんど変化がなく、均一に強度を発現する結果となった。また、高濃度配合薬液改良体の針貫入勾配は標準配合より高い値を示した。特に GL-300cm 地点において増加傾向を示し、推定一軸圧縮強さで 350 kN/m² 程度となった。高濃度配合の薬液改良体は強度にばらつきが見られたが、表層をのぞき一軸圧縮強さは 200 kN/m² 以上を維持する結果となった。

図 2.5 に各配合の薬液改良体における浸透距離毎の針貫入勾配の推移を示す。ここでいう浸透距離とは注入ロッド先端部からの距離とする。図 2.5 より、標準配合改良体は浸透距離に依らず、針貫入勾配は 0.3N/mm 程度で一定となり均一な浸透が確認された。また、高濃度配合改良体は 0.9~2.0 N/mm 程度となり、標準配合以上の高い強度を示す結果となった。

2.2.3 繰返し非排水三軸試験(JGS 0541)

ブロックサンプリングした薬液改良供試体より、地震時の強度特性を求めるために、繰返し非排水三軸試験を実施した。20 回載荷時に両振幅歪みが 5%に達したときの繰返し応力振幅比を液状化強度とした。結果を図 2.6 に示す。標準配合薬液改良体は液状化強度が 0.518、高濃度配合薬液改良体は 1.585 となり、改良前の模擬地盤の液状化強度が 0.206 であったことから、高濃度配合薬液は十分な改良効果を示した。

図 2.7 に繰返し応力振幅比と一軸圧縮強さの関係、今回設定した目標値を示す。図 2.7 より、高濃度配合の薬液改良体は一軸圧縮強さ及び液状化強度において、目標値を満足する結果となった。

3. まとめ

模擬地盤における高濃度配合薬液改良体の一軸圧縮強さは 200~400kN/m² 程度、液状化強度比 $R_{L20,5\%}=1.585$ となり、今回設定した目標値を満足した。標準配合薬液改良体の一軸圧縮強さは 100kN/m² 程度であったことから、高濃度配合薬液は十分な改良効果が得られたと言える。

また、針貫入試験によって、薬液改良体の強度を連続的に評価することが出来た。針貫入試験は原位置における薬液改良体の強度確認を簡便に実施する手法として期待できると考えられる。

4. 参考文献

- 1) 浸透固化処理工法研究会“既設構造物の液状化対策浸透固化処理工法”
- 2) 林健太郎・山崎浩之・善功企, “溶液型薬液注入工法の施工管理方法に起因する改良土の強度低下のメカニズム”, 土木学会論文集, 2014 年
- 3) 中道・山本・赤木: 大型土槽を用いた高濃度薬液注入材の注入実証実験その 1・その 2, 第 53 回地盤工学研究発表会, 2018 年

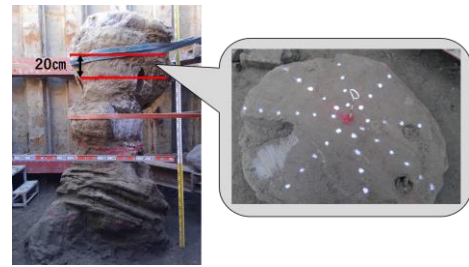


図 2.3 針貫入試験位置

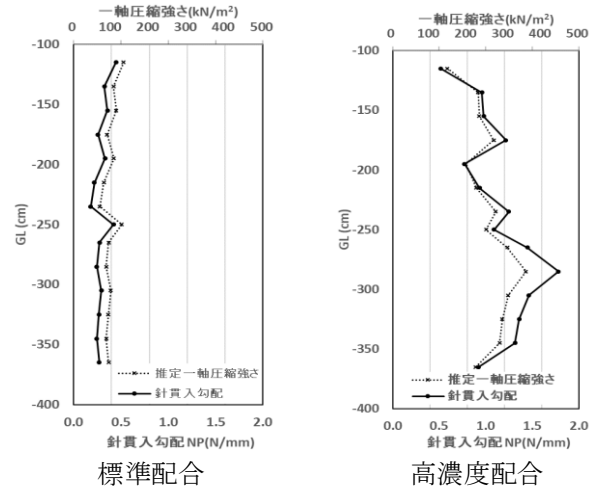


図 2.4 深度別強度分布

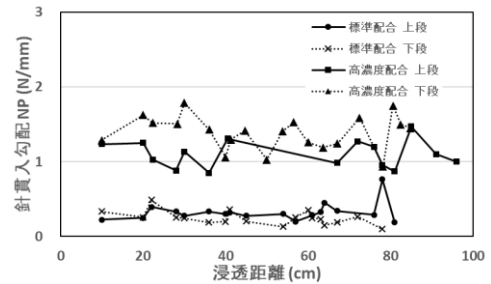


図 2.5 浸透距離と針貫入勾配の関係

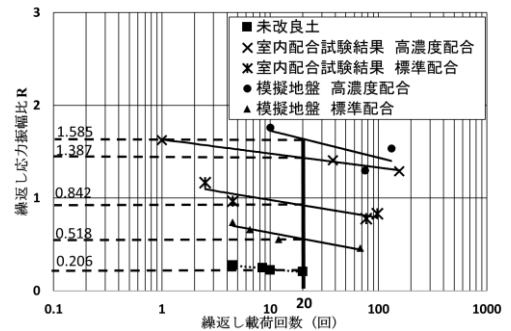


図 2.6 繰返し応力振幅比

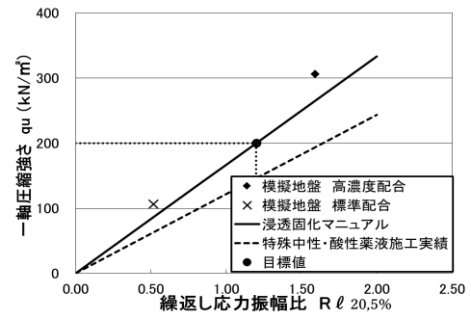


図 2.7 繰返し応力振幅比と一軸圧縮強さの関係