

コンペンセショングラウチングの地盤沈下防止効果と割裂脈の進行状況の関係

千葉工業大学	学生会員	○山田 恭平
千葉工業大学大学院	学生会員	大橋 祐
千葉工業大学	正会員	小宮 一仁
千葉工業大学	非会員	菊地 央
千葉工業大学	非会員	関 裕也

1. まえがき

コンペンセショングラウチングとは地下構造物の構築等により地表面で沈下が発生した地盤に対し、改良材料を地盤内に割裂注入し地盤を隆起させることによって、沈下した地盤を復元する技術である。改良材料注入後の圧密沈下挙動には地盤の過圧密比(OCR)が影響し¹⁾²⁾、正規圧密状態に近い我国の軟弱地盤ではコンペンセショングラウチングの効果が期待どおり得られない事例がある。そこで本研究では、過圧密比の小さい地盤においてコンペンセショングラウチングでの沈下防止効果を得ることを目的とし室内注入実験を行い、実験結果より注入時の割裂脈の進行が地盤沈下防止効果に与える影響について基礎的な考察を行った。

2. 実験の概要

図-1 は実験装置の概略である。直径 15.0cm のモールド内に注入管を挿入し、粘性土地盤を作製して注入実験を行った。カオリン粘土と珪砂 6 号を乾燥重量比 1:3 の割合で混合し、水を加えスラリー状にしてモールド内に流し込み、地盤を作製した。この地盤に上部載荷板から圧力を加え、小さい圧力から所定の圧力まで段階的に予備圧密を行った。予備圧密の各段階は 1 次圧密が終了するまでとした。

正規圧密地盤では最終段階の圧密が終了した時点、過圧密地盤では最大上載荷重での圧密が終了した後任意の OCR 値まで荷重を除去し、膨潤が止まった時点初期状態とした。初期状態の地盤に薬液をポンプから注入し、注入時の載荷板の変位と過剰間隙水圧および注入後の沈下挙動を測定した。薬液は水ガラス系 LW 薬液とし、3 号水ガラスと水を体積比 1:1 で配合した A 液と、普通ポルトランドセメントを水とベントナイトを重量比 1:2、2:0.15 で配合した B 液を、体積比 1:1 で配合したものをを用いた。注入は手動ポンプを用いワンショット方式で行った。ここでは、図-2 (a) のように薬液を直接地盤内に注入し割裂脈を自由に進行させた実験と、図-2 (b) のように注入孔の先端にあらかじめ取り付け

ゴム風船内に薬液を注入し割裂脈の進行を拘束した実験を行い、割裂脈の進行の状況がコンペンセショングラウチングの沈下防止効果に与える影響を調べた。

なお、本研究ではコンペンセショングラウチングの沈下防止効果を次式の残存率で表す。

$$\lambda_c = \frac{d_h - d_s}{d_h} \times 100 (\%) \quad (1)$$

ここに d_h は注入時の地盤の隆起量、 d_s は注入後の圧密沈下量である。

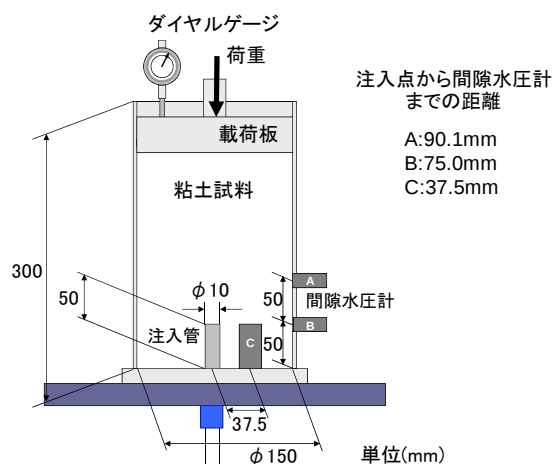


図-1 実験装置概要

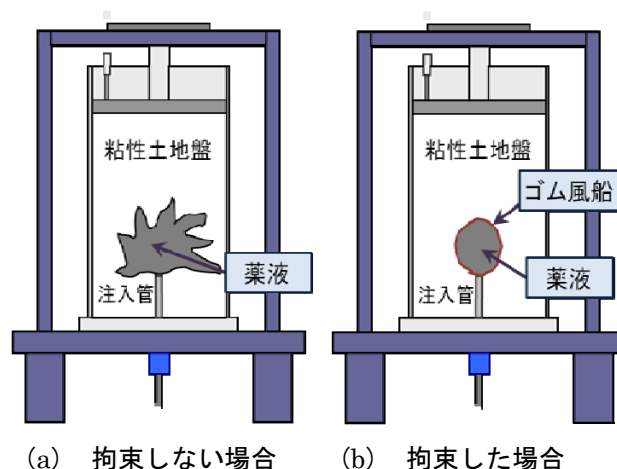


図-2 割裂脈進展の様子

キーワード：薬液注入 地盤沈下 コンペンセショングラウチング 割裂形状

連絡先：〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学 TEL047(478)0531 FAX047(478)0474

3. 沈下防止効果と割裂脈の進行状況との関係

図-3, は, 正規圧密土に注入を行った場合の割裂脈の進行状況である。地盤内に直接注入した図-3 (a),(b) の場合は, 割裂脈は放射状に広く進行し, 先端は細く尖った形となった。一方, 風船を用いて割裂脈の進行を拘束した図-3 (c),(d) の場合は, 注入管付近の狭い範囲に割裂脈が固結した。

これらの実験結果から得られた残存率は図-4 に示す通りである。風船なしの(a)では約 16%, (b)では約 5%, 風船ありの場合では(c)が約 66%, (d)が約 40%となり, 割裂脈の進行を拘束した場合の残存率が大きくなった。

注入時の初期上載圧による比較では, 風船の有無に関係なく, 上載圧が大きくなると残存率が小さくなるという結果になった。上載圧と沈下防止効果の関係については現在調査中である。ひとつの要因として, 上載圧が大きい場合は注入圧が大きくなるので, 正規圧密土では注入時に発生する過剰間隙水圧が大きくなり, 注入後の圧密沈下が大きく出ることが考えられる。

4. まとめ

本研究は, 風船を用いて割裂脈の進行を拘束した場合と, そうでない場合の実験を実施し, コンペンセーショングラウチングの沈下防止効果に割裂脈の進行状況が与える影響について基礎的考察を行ったものである。本研究で得られた成果を要約すると以下のとおりである。

- ・注入管から直接地盤内に薬液注入した場合, 割裂脈は放射状に広く進行し, 先端は細く尖った形となった。
- ・注入孔の先端に風船を取り付けた状態で注入を行うと, 割裂脈の進行は拘束され, 注入管付近の狭い範囲に割裂脈が固結する。

割裂脈の進行を拘束すると, 進行を拘束しない場合に比べ高い沈下防止効果が得られる。このことから, 従来コンペンセーショングラウチングによる地盤沈下防止が難しいとされている正規圧密土においても, 割裂脈の進行を抑えることによって地盤沈下の補修が行える可能性が見出せた。

正規圧密土では, 注入時の上載圧が大きいと沈下防止効果が小さくなる傾向が見られた。これは注入時に地盤内に発生する過剰間隙水圧が大きいためであると考えるが, 詳しい関係についてはさらに研究が必要である。

参考文献

1) K.Komiya, et.al. : Soil consolidation associated with grouting during shield tunnelling in soft clayey ground, *Geotechnique*, Vol.51, No.10, ICE, pp.835-846, 2001



図-3 割裂形状

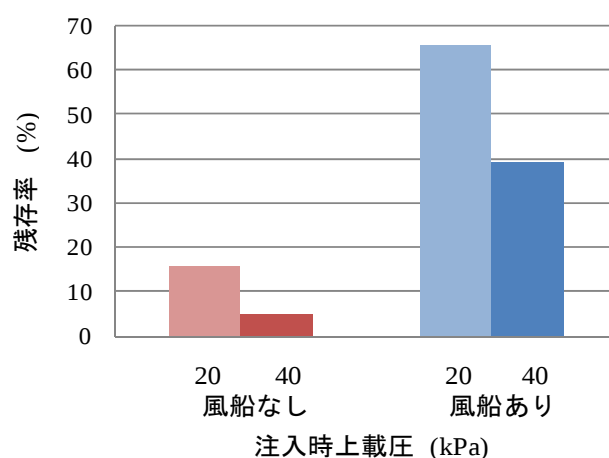


図-4 注入時上載圧別残存率

- 2) K.Soga, et.al. : Development of Compensation Grouting Modelling and Control System, Geotechnical aspects of underground construction in soft ground, Vol.3, ISSMGE, BALKEMA, pp.425-430, 1999
- 3) 齋藤, 小宮, 渡邊 : 割裂薬液注入に伴う粘性土地盤の間隙水圧挙動について 第 43 回地盤工学研究発表会, 2008
- 4) 大橋, 小宮, 齋藤 : コンペンセーショングラウチングにおける割裂脈進行の影響について 第 64 回土木学会年次学術講演会 2009