

コンペンセーショングラウチングの割裂進行と地盤沈下防止効果について

千葉工業大学大学院 学生員 ○大橋 祐
 千葉工業大学 正会員 小宮 一仁

1. 目的

コンペンセー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時、改良材料を地盤内に割裂注入し地盤を押し上げ、沈下した地盤を復元する技術である。この工法は、欧米では成功事例が多く報告されているが、過圧密比(OCR)が小さいと注入後の沈下量が大きく出るため¹⁾²⁾、正規状態に近い国内の地盤では期待した効果を得られない場合が多い。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ーショングラウチングによる地盤沈下補修を行う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、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。

正規圧密地盤の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 値まで荷重を除化し、圧密が止まった時点を初期状態とした。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した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、割裂脈の形状とコンペンセーショングラウチングに与える影響を調べた。

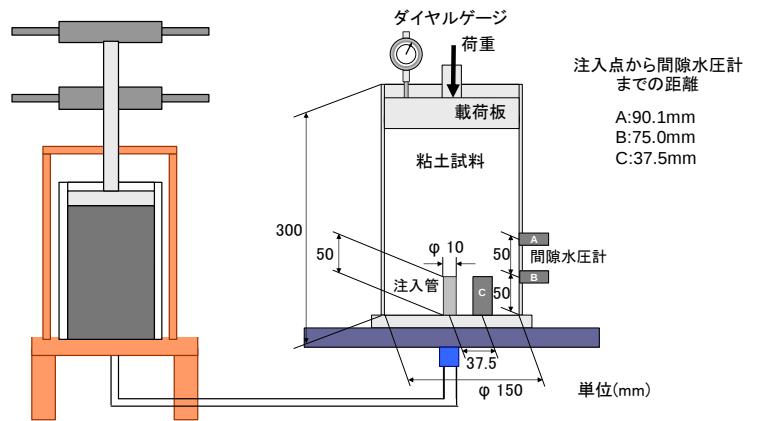


図-1 実験装置概要

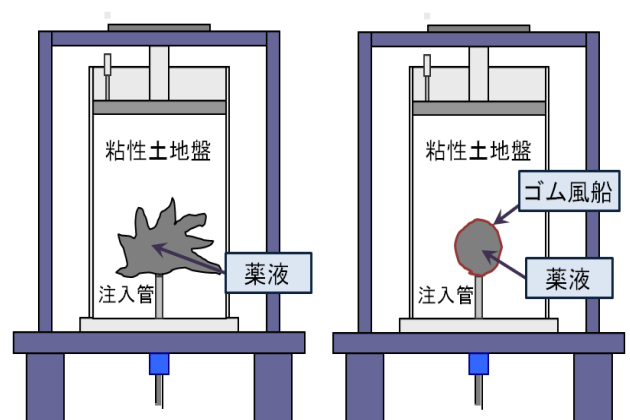


図-2 割裂脈進行の模式図

本研究では注入時の地盤の隆起量 d_h と注入後の圧密沈下量 d_s を用いて(1)式の残存率 λ_c を定義し、薬液注入による地盤沈下防止効果を評価した。

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

キーワード：コンペンセーショングラウチング、薬液注入、地盤沈下、割裂度

連絡先：〒275-8588 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学 TEL047(478)0449, FAX047(478)0474

注入後全く沈下が生じなければ d_s はゼロになり残存率 λ_c は 100%となる. 注入後の沈下量が注入による隆起量よりも小さければ $d_h - d_s > 0$ となり λ_c はプラスの値となる. 沈下量が隆起量と同じ値となり注入前の高さに戻ってしまう場合は, $d_h - d_s = 0$ であるので残存率 λ_c は 0%となる. 沈下量が隆起量を上回り, 注入前よりも沈下した場合においては $d_h - d_s < 0$ となり残存率 λ_c はマイナス値となる.

3. 割裂形状の関係

図-3, は, 正規圧密土を対象にした実験で得られた割裂脈の進行状況である. 薬液注入量は, いずれの実験も約 200ml である. ゴム風船のない実験では, 図-3(a) (b)のように, 割裂脈は薄く広い範囲に進行した. 一方, 注入孔先に予めゴム風船を取り付け, この中に薬液を注入し地盤を押し上げた場合は, 図-3(c) (d)のように, 割裂脈は注入孔付近に固結した.

図-4 は, 図-3 の実験で得られた残存率を比較したものである. 図から, ゴム風船を用いて割裂脈の進行を狭い範囲に抑えと, 残存率が大い, すなわち沈下防止効果が大いことがわかる.

注入時の上載圧に着目すると, 上載圧が高いと残存率が小さくなった. 表-1 は, 注入圧と間隙水圧計 B で注入時に計測された過剰間隙水圧の最大値をまとめたものである. 表より, 上載圧が大い, 注入圧が大くなり, またこれに伴い注入時に地盤内に発生する過剰間隙水圧が大いなることがわかる. 注入時に発生する過剰間隙水圧が大い, 注入後の地盤の圧密沈下量が大きくなるので, 残存率が小さくなると考えられる.

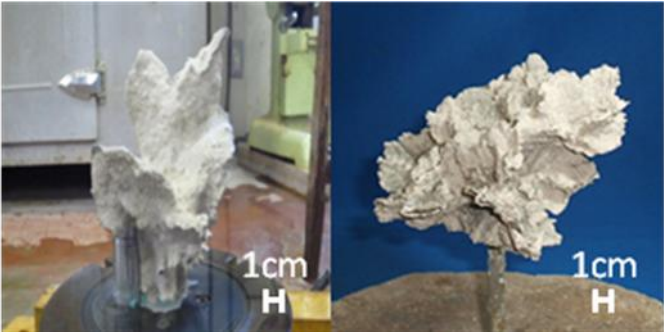
4.まとめ

本研究で得られた成果をまとめると, 下記のとおりである.

- ・ 正規圧密土であっても, 割裂脈の進行を狭い範囲に拘束すれば, コンペンセーショングラウチングによる地盤沈下補修が行える可能性が見出せた.
- ・ 地盤の初期土圧が大い, 割裂注入圧が増し, 注入時に地盤内に発生する過剰間隙水圧が大きくなるので, 注入後の沈下量が大きくなる可能性がある.

表-1 過剰間隙水圧最大値

	(a)	(b)	(c)	(d)
上載圧 (kPa)	20	40	20	40
拘束	風船なし		風船あり	
注入時過剰間隙水圧の最大値 (kPa)	146.90	328.76	151.69	317.49



(a) 注入時上載圧 20kPa (b) 注入時上載圧 40kPa
風船なし 風船なし



(c) 注入時上載圧 20kPa (d) 注入時上載圧 40kPa
風船あり 風船あり

図-3 割裂脈の進行状況

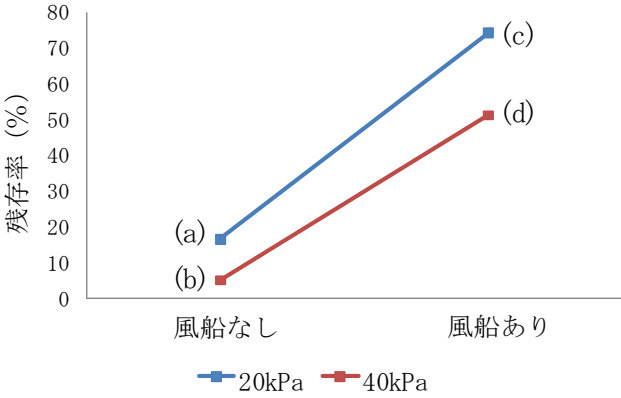


図-4 注入時上載圧と残存率

5. 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

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