

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

千葉工業大学建築都市環境学科
千葉工業大学建築都市環境学科

学生会員 ○根本 裕太 遠藤 剛 斎藤 一裕
正会員 小宮 一仁 渡辺 勉

1. はじめに

粘性土地盤に薬液を注入し、薬液のボリュームで地盤を押し上げ地盤沈下を補修するコンペンセーショングラウチング（地盤補修）技術が開発され¹⁾²⁾、欧米では成果をあげている。コンペンセーショングラウチングでは、薬液注入時に粘性土地盤内に発生する過剰間隙水圧の消散によって注入後に沈下が発生するので、地盤沈下の補修効率を上げるためには、注入後の沈下を小さく抑える必要がある。粘性土地盤における薬液注入は割裂注入となるため、割裂脈の進展過程で粘性土地盤に発生する過剰間隙水圧挙動は非常に複雑なものになる。

本研究は、粘性土地盤の室内薬液注入実験によって、割裂注入に伴う粘性土地盤の過剰間隙水圧挙動を調べ、地盤沈下補修効果との関係について基礎的な考察を行ったものである。

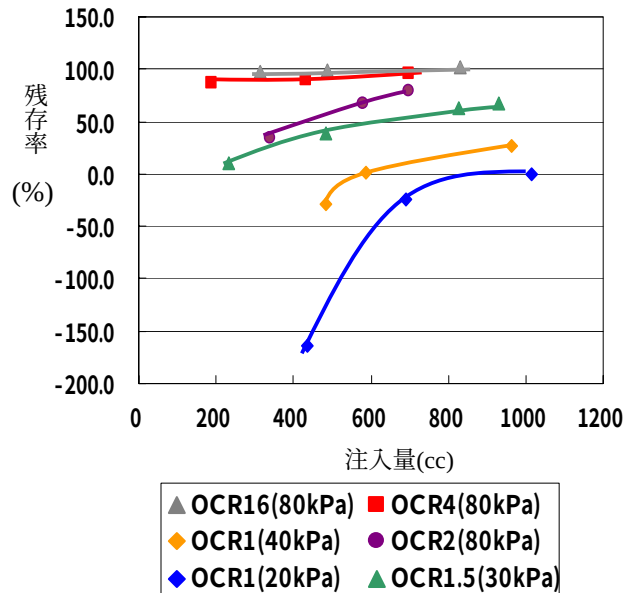
2. 残存率の定義

本研究では、注入後の地盤の隆起量 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補修効果を評価した。

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

3. 粘性土地盤の過圧密比と沈下補修効果の関係

過圧密比の異なる粘性土地盤に薬液を割裂注入した場合の、注入量と残存率との関係を図-1に示す³⁾。図-1より、粘土の過圧密比が大きいほど、また注入量が多いほど残存率が高くなっていることがわかる。粘性土地盤内への割裂注入では、注入開始と同時に注入圧力が上昇し、注入孔の粘性土が破壊した時点で割裂脈の進展が始まる。注入圧力は粘性土の破壊時点が最も大きく、割裂脈が進展した後は減少する。薬液注入に伴い粘性土地盤に発生する過剰間隙水圧は注入圧力に起因するので、注入量が小さい場合は、注入による地盤隆起に対して、注入後の圧密沈下が大きく出るので、残存率が小さくなる。図-1に示す残存率が、注入量の小さい実験で小さく



※括弧内は最大上載圧力
図-1 残存率と注入量の関係

なっているのは、このようなメカニズムによるものであると考えられる。

4. 割裂注入に伴う粘性土地盤の過剰間隙水圧挙動

本研究では、室内薬液注入実験によって、割裂注入に伴う粘性土地盤の過剰間隙水圧挙動を調べた。30cm のモールドにスラリー状のカオリン粘土を流し込み、段階的に所定の予備圧密を行い、地盤を作製した。予備圧密(必要に応じて最終段階に除荷)した後の地盤を初期状態として薬液を注入し、注入時の過剰間隙水圧の挙動を観察した。薬液は現場で多用されている水ガラス系 LW 薬液を使用した。これは、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と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 で混合したものである。

図-1 に示した結果より、正規圧密地盤に割裂注入を行った場合は、大きな過剰間隙水圧が発生し、逆に過圧密地盤への注入では過剰間隙水圧が小さく出ると考えられる。そこで、薬液注入時の挙動を観察するために図-2 のように間隙水圧計を配置し、薬液の割裂注入に伴う過剰間隙水圧挙動を測定した。

キーワード：薬液注入、粘性土、沈下、過圧密比、間隙水圧

連絡先：住所：〒275-8588 習志野市津田沼 2-17-1 TEL:047-478-0449

5. 過圧密比の違いが割裂注入時の過剰間隙水圧挙動に及ぼす影響

正規圧密粘性土地盤に割裂注入を行った場合の、過剰間隙水圧と地盤地表面の変位の挙動を図-3に示す。正規圧密地盤における過剰間隙水圧挙動は、注入管の間隙水圧挙動とほぼ同じように、注入直後に間隙水圧計が急激に大きな値を示し、その後注入圧の減少とともに低下した。

図-4は、OCR=16の粘性土地盤に割裂注入を行った場合の過剰間隙水圧と変位の挙動である。過圧密地盤では、正規圧密地盤で見られた間隙水圧の急激な上昇は見られず、注入時にゆるやかに増加し、その後時間をかけて減少した。正規圧密地盤に生じる急激な間隙水圧の変化と、過圧密地盤での間隙水圧挙動の差は、薬液注入時に発生するダイレタンシーによるものと考えられる。すなわち、過圧密地盤では、割裂脈周辺の粘土のせん断変形によって負の過剰間隙水圧が発生し、注入圧力による正の過剰間隙水圧の発生が抑制されたと考えられる。

次に、注入後の粘性土地盤の体積ひずみを示したものが図-5である。正規圧密粘土では注入直後に体積収縮(=沈下)が生じている。これは、薬液注入時に粘土内に正の過剰間隙水圧が発生したことを示している。一方、過圧密粘土では注入直後に体積膨張(=隆起)が生じている。これは、薬液注入時に粘土内に負の過剰間隙水圧が発生したことを示している。

以上の結果から、粘性土の過圧密比による補修効果の違いは、注入時の粘土のダイレタンシーによる過剰間隙水圧の発生状況の違いに起因しているといえる。

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
- 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) 佐藤ら：グラウティングに伴う軟弱粘性土の圧密沈下挙動と過圧密比の関係について、第39回地盤工学研究発表会, CD-ROM, 2004

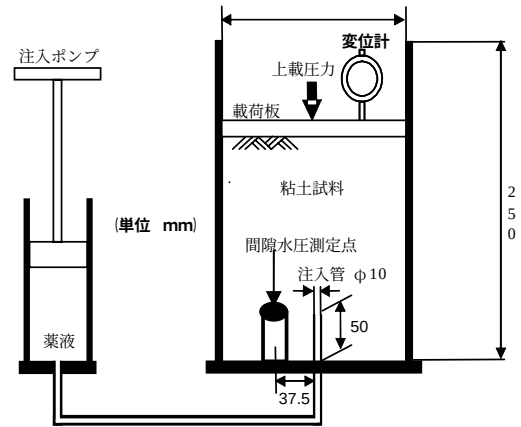


図-2 実験装置概要図

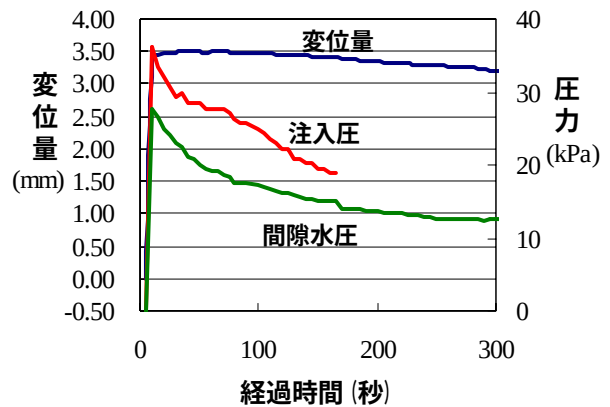


図-3 間隙水圧,変位量の挙動(OCR=1)

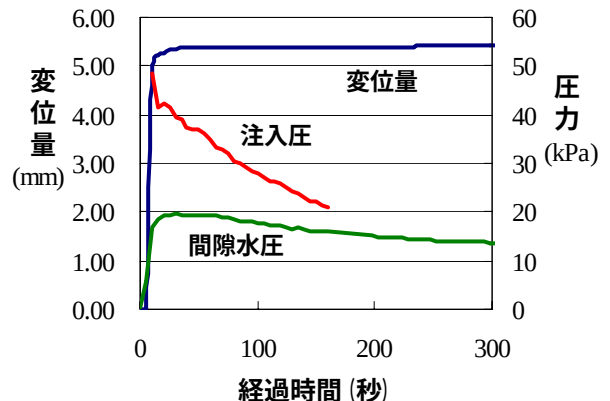


図-4 間隙水圧,変位量の挙動(OCR=16)

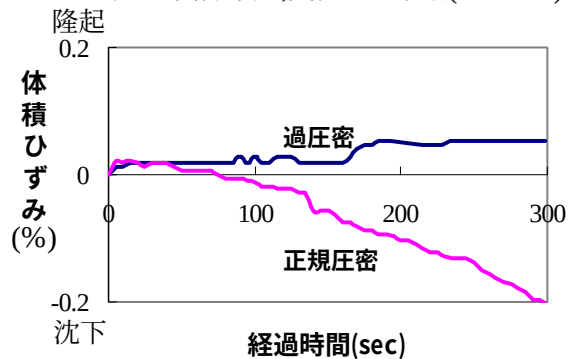


図-5 注入後の体積ひずみの経時変化

