

粘性土の薬液注入に伴う割裂形状と応力履歴の関係

千葉工業大学土木工学科 学生会員 ○佐々木 将吾 齋藤 寿彦

千葉工業大学大学院 学生会員 竹内 智志

千葉工業大学土木工学科 正会員 小宮 一仁 渡辺 勉

1. はじめに

粘性土地盤の沈下防止を目的として薬液注入工法を用いる場合、粘土の応力履歴が沈下防止効果に大きく影響していることを著者らは示した^{1) 2)}。これは、薬液注入時に粘性土内に発生する過剰間隙水圧が正規圧密粘土と過圧密粘土で異なるためである。さらに、この過剰間隙水圧は、薬液が粘土内に脈状に割裂して進展する挙動にも大きく影響する。粘土内への薬液の進展範囲の評価は、沈下防止工を設計するためには重要な工学的課題である。

そこで本研究では、注入形状と脈状割裂進展形状と粘土の応力履歴との関係について、室内実験に基づいて考察を行ったものである。

2. 実験概要

図-1, 2 に示す円筒形の剛なアクリル製の土槽 (φ300mm×600mm) の底部中心に薬液注入用の注入管 (φ10mm×100mm) を設置し、含水比 $w=90\%$ のカオリン粘土 ($w_L=52.0\%$ $I_p=18.5$) のスラリーを流し込んだ後、上下方向に移動可能な上部載荷板を用いて予備圧密を行った。上部載荷板と土槽底面は排水境界とした。予備圧密では、カオリンスラリーの自重圧密が終了した後、10kPa から段階的に載荷応力を増やした。

粘土の応力履歴の違いが薬液注入後の地盤挙動に及ぼす影響を調査するために、ここでは薬液注入時の初期条件として正規圧密と過圧密の場合について表-1 に示す上載荷重と過圧密比の条件下で実験を行った。過圧密粘土の場合は、最大上載圧で圧密後、除荷を行っている。注入薬液には 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 で混合したものをを用いた。注入薬液のゲルタイムは液温によって変化するが、目安として液温 13°C で 120 秒であった。薬液は注入ポンプに挿入する直前に混合し、ゲル化する直前に粘性土地盤に圧入した。注入時開始から注入後の沈下終了まで載荷板の隆起量・沈下量を測定し、その後固結した薬液を取り出し固結形状を確認した。

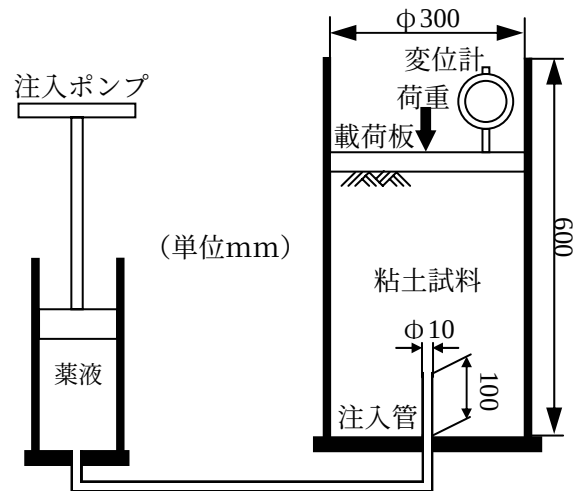


図-1 実験装置概要図



図-2 実験装置図

キーワード：薬液注入，粘性土，応力

連絡先：住所：〒275-8588 習志野市津田沼 2-17-1 TEL:047-478-0449 FAX:047-478-0474

3. 割裂形状と応力履歴の関係

著者らの昨年までの研究³⁾から、沈下防止効果に大きな影響を及ぼす要因に地盤の応力履歴があり、特に過圧密粘土地盤に薬液を注入した場合、負の過剰間隙水压発生のために注入後の沈下量が小さくなり防止効果が上がることを示した。過剰間隙水压は薬液注入中に既に発生していることから、これが薬液注入形状に影響することが考えられる。すなわち、粘土の応力履歴は薬液割裂脈の進展にも影響すると思われる。そこで注入時の粘土の過圧密比と注入後に粘土内から取り出した薬液固結形状の特徴の関係を調べた。注入時の薬液の進展挙動を観察することは困難であるので、ここでは、固結した薬液の形状を注入時の薬液の進展形状として考察を行った。

本報告では、基礎的な考察として、薬液注入脈の厚さと粘土内への進展の広がりについて比較を行った結果を報告する。表-2 は、正規圧密粘土に注入を行った実験と過圧密粘土に注入を行った実験のそれぞれについて、薬液割裂脈の注入孔周辺での厚さと脈先端付近での厚さの平均値を示したものである。表から、正規圧密粘土に注入した場合の方が割裂脈は厚くなっていることがわかる。

次に、図-3 と図-4 は、それぞれ正規圧密粘土と過圧密粘土から採取した薬液固結体の写真である。注入量は、正規圧密が 586cm³、過圧密が 578cm³ とほぼ同じである。両者の比較から、正規圧密に比べ過圧密の場合の方が、薬液割裂脈の進展範囲が広く、注入孔から遠くの地盤まで割裂脈が届いている。

以上から、粘土内に薬液を割裂注入した場合、正規圧密の場合は割裂脈が厚く狭い範囲に、過圧密の場合は薄く広い範囲に進展することがわかった。

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、小宮、渡邊、竹内 : グ라우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 2004

表-1 実験条件

応力状態	注入時上載荷重 (kPa)	過圧密比
正規圧密	40	1
過圧密	40	2

表-2 粘土の応力履歴と割裂脈の厚さ

応力履歴	注入量 (cm ³)	割裂脈の厚さ (mm)	
		注入孔周辺	脈先端付近
正規圧密	962	29.	20
	586	37	23
過圧密	578	6	4.
	338	6	3

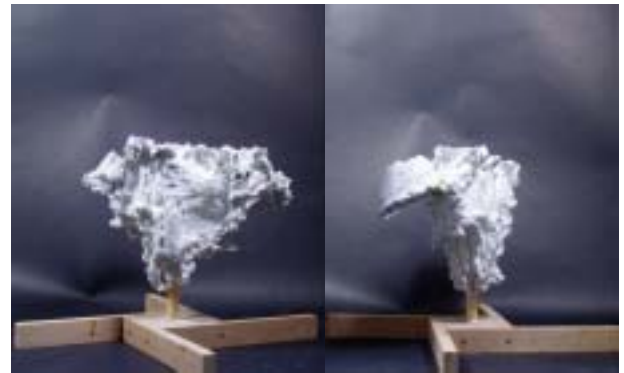


図-3 薬液固結形状の一例
正規圧密 注入量 586cm³

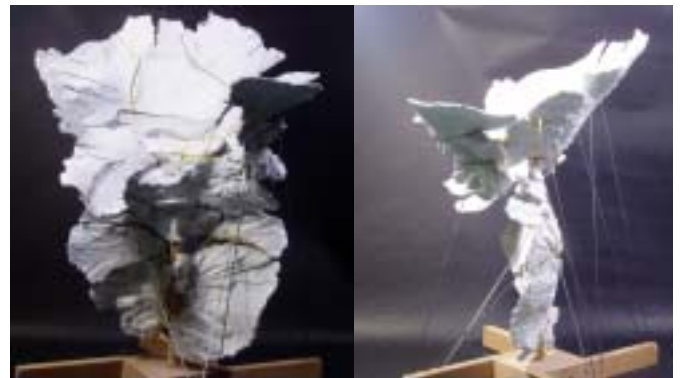


図-4 薬液固結形状の一例
過圧密 注入量 578cm³