地盤切削と薬液注入を組合せた注入工法の開発

JR 東日本　研究開発センター　正会員　○玄順　貴史
JR 東日本　上信越工事事務所　正会員　藤沢　一
JR 東日本　研究開発センター　フェロー　野澤伸一郎

1. はじめに

止水工法・地盤補強等の補助工法として薬液注入工法が多く用いられている．しかし，薬液注入工法は注入圧の増大による地盤隆起などの問題や，注入範囲に未改良部が残るなど品質が十分でない問題がある．そのため，止水性確保のために改良域を重複させるなどの施工コストの問題もある．このため地盤隆起を抑え，施工コストを低減できる薬液注入工法の開発が求められている．

本稿では，より経済的な止水工法・地盤補強工法を開発し，建設コスト縮減を図ることを目的とした地盤切削と薬液注入を組合せた新しい注入工法の模型地盤での水注入試験結果について報告する．

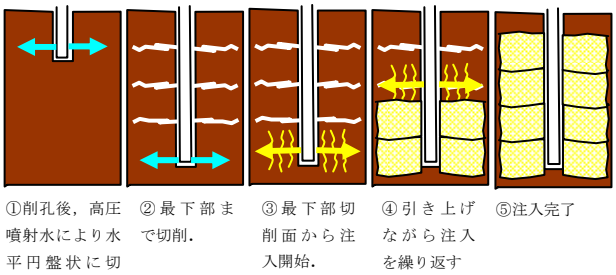

図 1 工法概要

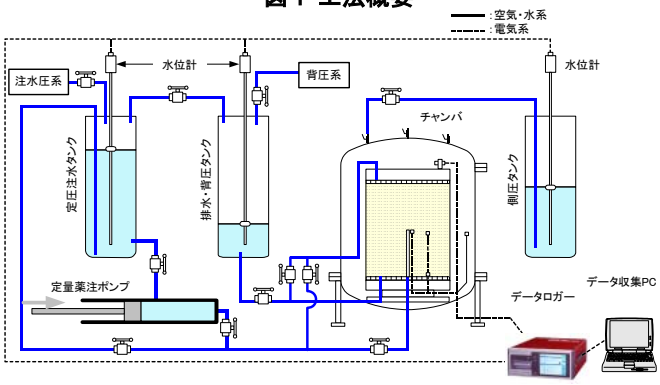

図 2 試験装置

2. 地盤切削型薬液注入工法概要

提案する地盤切削と薬液注入を組合せた工法（以下，地盤切削型薬液注入工法とする）の概要を図 1 に示す．地盤切削と注入が可能なユニットにより噴射水により上下 1m 程度間隔に地盤を円盤状に切削しながらロッドを貫入する．次にユニット上部でパッカーをかけて注入し切削した面から薬液を注入し，ステップアップしていく．

3. 試験概要と結果

図 2 に試験装置を示す．試験地盤は直径 800mm，高さ 1m であり，メンブレンで包み圧力チャンバで 0.15MPa の拘束圧を与えた．拘束圧は地盤深度約 10m を想定している．表 1 に試験ケースを示す．試験地盤は珪砂を用いて 2 種類の透水性状の違う地盤を作成した．図 3 に試験に用いた注入管の先端形状を示す．球状浸透はロッド先端から吐出する従来工法を模擬している．切削面浸透は地盤を切削した切削面を模擬しており，円盤状の立体格子材をナイロンメッシュで包んでいる．

表 1 試験ｹｰｽ

試験の種類	試験地盤 A	試験地盤 B
	透水係数　10^{-1}cm/sec ｵｰﾀﾞｰ	透水係数　10^{-3}cm/sec ｵｰﾀﾞｰ
水注入試験	Case1-1　球状浸透	Case1-2　球状浸透
	Case2-1　切削面浸透（φ10cm）	Case2-2　切削面浸透（φ10cm）
	Case3-1　切削面浸透（φ20cm）	Case3-2　切削面浸透（φ20cm）

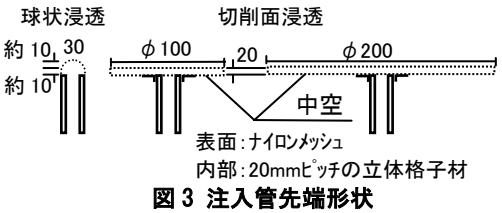

図 3 注入管先端形状

試験結果を示す．図 4 に水注入試験時の有効注水圧(p')と注水速度(q_w)の関係を示す．ここで，有効注水圧とは，使用する水注入装置において，タンクから注入管先端までの圧力損失を差し引いた値である．試験地盤 A では切削面浸透（Case2-1,3-1）の有効注水圧は球状浸透（Case1-1）の約 1/2 である．また，試験地盤 B では切削面浸透（Case2-2,3-2）の有効注水圧は球状浸透（Case1-2）の約 1/7 であり，浸透面積の大きいケースほど有効注水圧が小さくなっており，Maag 等の浸透注入理論のとおり，有効注入圧が浸透面積に逆比例する関係を示している．図 5 に注水に伴う体積膨張量(ΔV_{inj})を，注水速度との関係として示す．透水

キーワード　地盤切削，薬液注入，室内模型試験，水注入試験
連絡先　〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 JR 東日本研究開発ｾﾝﾀｰ Tel045-651-2552　Fax048-651-2571

性が良く，注水孔径の大きな試験結果ほど q_w の増加に伴う⊿V_{inj} が少ない傾向にある．図 6 に注水に伴う体積膨張量(注水中の供試体の堆積変化)を有効注水圧との関係として示す．注水孔径の小さな試験結果ほど p'の増加に伴う⊿V_{inj} が少ない傾向がみられる．図 7 に注水に伴い供試体内に発生する注水孔近傍の間隙水圧増分(⊿u_i)を有効注水圧との関係として示す．p'の増加に伴う⊿u_i は，q_w/p'が大きいほど高い応答を示す．球状浸透では，p'の増加に伴う⊿u_i の増分は小さく，一方切削面浸透では，⊿u_i の増分は大きくなる結果を得た．図 8 に有効注水圧を間隙水圧比(間隙水圧増分と有効注水圧との割合)との関係として示す．⊿u_i/p'は，注水圧力が供試体内の伝播する度合を表すもので，その値が大きい程注入圧の伝播効率が高いと言える．球状浸透では0.2程度の値を示し，切削面浸透では0.8程度の値を示していることがわかる．

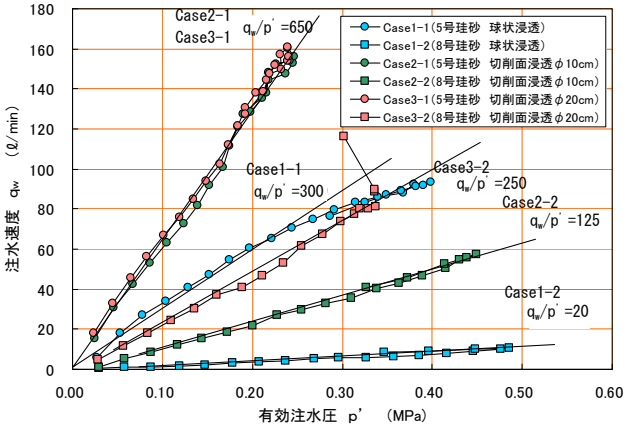

図 4 有効注水圧-注水速度関係

4. 考察

地盤切削し，その後薬液注入を模した水注入試験から，切削面浸透による注入方法，つまり浸透面積を拡大することで注入速度の向上と注入圧の低減をはかることができることを確認した．前提とした条件下において，従来，浸透注入が困難とされてきた透水係数 10^{-3}(cm/sec)オーダーの地盤においても，大きな注入速度で浸透注入が可能であることが想定される．

参考文献

・現場技術者のための土と基礎シリーズ９　薬液注入工法の調査･設計から施工まで　（社）地盤工学会　1985.2

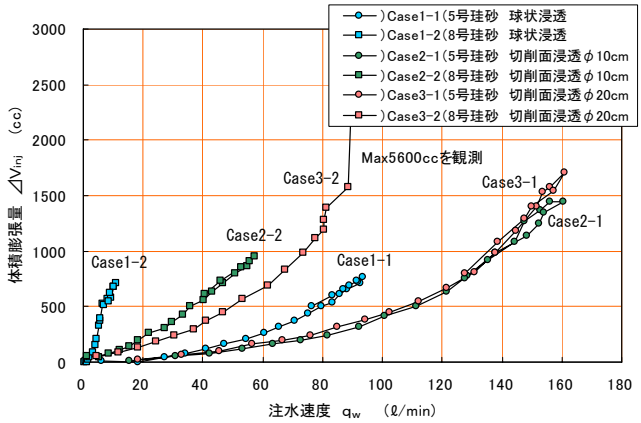

図 5 注水速度-体積膨張量関係

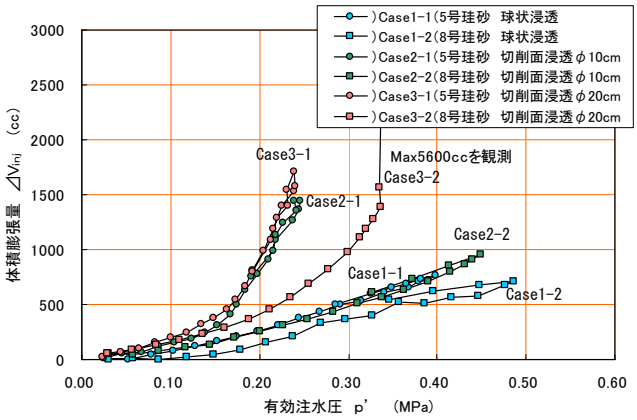

図 6 有効注水圧-体積膨張量関係

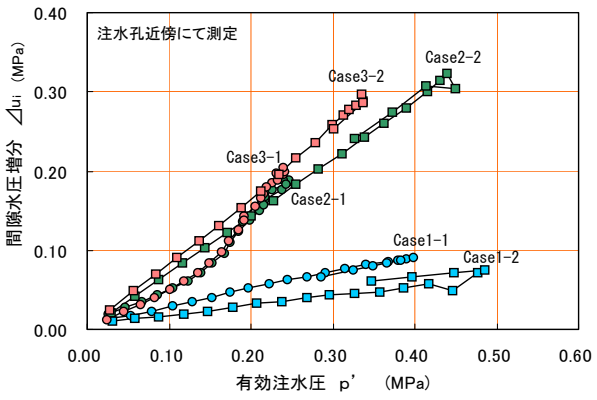

図 7 有効注水圧-間隙水圧増分関係

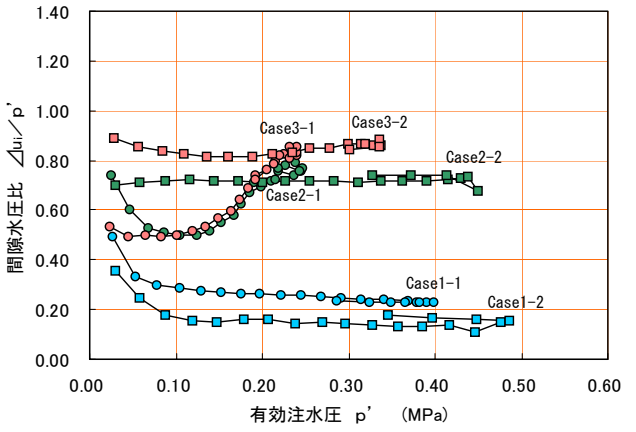

図 8 有効注水圧-間隙水圧増分/有効注水圧関係