The Japanese Geotechnical Society

技術紹介

薬液の逸走防止性能を向上させた薬液注入固化工法

Permeation Grouting Method with Improvements to Prevent Runaway Grouting Materials

大 野 康 年（おおの やすとし）
東亜建設工業㈱土木事業本部エンジニアリング事業部 防災事業室長

1. はじめに

近年，長期耐久性を有する特殊シリカ液を用いた薬液注入固化工法が，既存施設の直下および周辺地盤の改良に多く適用されている。これは，同工法が，施設を供用しながらの施工が可能であること，狭隘箇所に適用可能である等の理由による。しかしながら，薬液注入固化工法は，注入材が地盤内を逸走することにより，改良品質が低下するといった施工上の課題も有しており，同工法の信頼性向上のため，施工技術の更なる改良が必要であると考えている。

本稿では，薬液注入時の薬液逸走という施工課題に対応した薬液注入固化工法「バルーングラウト工法」[1]について紹介する。

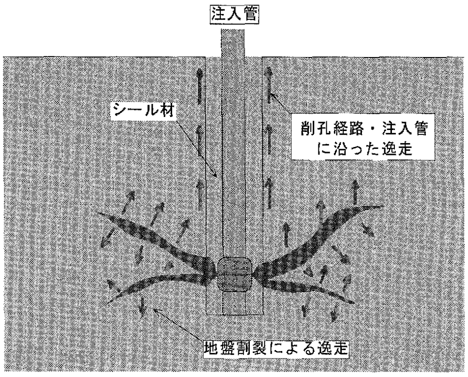
2. 薬液注入固化工法における施工上の課題

改良品質低下の原因である注入時の薬液の逸走は，図—1に示すように，地盤割裂による薬液の逸走と削孔軌道および注入管に沿った薬液の逸走とに分類される。

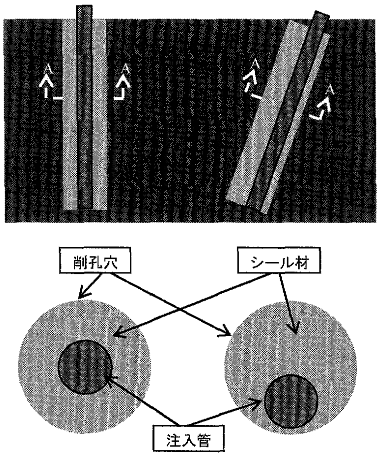
地盤割裂による薬液の逸走は，注入圧力を低くして薬液を注入することによりおおむね対応可能であるが，削孔軌道および注入管に沿った薬液の逸走は，施工方法の工夫が必要となる。

従来の施工方法は，注入時に薬液が注入外管と地山との隙間に逸走するのを防ぐ目的にて注入外管と地山との隙間にセメントベントナイト等のシール材を充填したり，布製等のパッカーを注入口の上下に設置している。しかし，それぞれの施工方法には，以下に示す1)，2)の課題があった。

1) シール材を充填する施工方法では，図—2(a)に示すようにシール材が注入外管と地山の間に均等に充填されている必要がある。しかし，削孔深度の深い場合や斜め削孔および曲り削孔時には注入外管の建て込み精度や注入外管の自重により，図—2(b)に示すように注入外管周りのシール材厚に偏りが生じる。シール材の薄層部では，薬液逸走を防止する性能が低下するため，注入外管と地山の間隙に沿って薬液が逸走する。
2) 注入外管を地盤内に設置するために実施するケーシング削孔では，地盤種別によっては削孔穴の周辺地盤に乱れが生じる。パッカーを地山に密着させる手法では，削孔による乱れた領域が残るため，浸透性のよい薬液が，この乱れた領域を通って逸走する。



図—1 薬液注入時の薬液逸走箇所



(a)正常な状態 (b)偏りが生じた状態

図—2 シール材を用いた注入方法の課題

3. バルーングラウト工法の概要

本工法は，前述した既往の薬液注入固化工法の課題を克服するため，薬液吐出口の構造と注入外管の構造を工夫することにより，薬液の逸走防止性能を向上させた工法である。図—3に本工法の構造概要を示す。

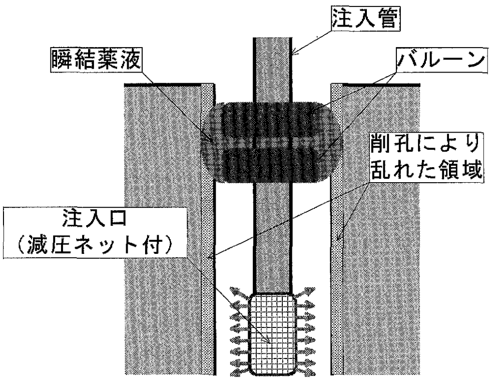
(1) 薬液吐出口の構造

本工法では，薬液の吐出口周りに減圧ネットを設置することで注入圧力を分散させ，地盤へ作用する圧力を低くしている。これにより，地盤割裂による逸走の低減が可能となる。

(2) 注入外管の構造

本工法では，5～20秒程度でゲル化する特殊水ガラス

NII-Electronic Library Service



図―3　バルーングラウト工法　構造概要

系の瞬結材にて注入管と地山との隙間を充填することで，注入管と地山との隙間への薬液の逸走防止性能を向上させている。具体的には，注入管の注入口の上下に二つのバルーンとバルーン間に瞬結材の吐出口を配置し，瞬結材充填によるバルーンの膨張と削孔地山周辺地盤への瞬結薬液の注入により注入管と地山との隙間への薬液の逸走を防止する。

4.　現地注入実験結果

(1)　実験概要

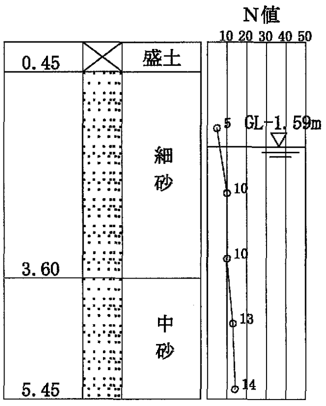
本工法の実地盤への適用性を確認するため，愛知県津島市神守町内の自然堆積地盤にて現地注入実験を実施した。実験サイトの地層は，図―4の柱状図と標準貫入試験結果に示すように，地表面からGL-0.45 mまで盛土，その下部に細砂～中砂が分布する。改良対象とした細砂層は，N値が5～10程度，地下水位はGL-1.59 m，土粒子密度は深度によらず$\rho_s=2.65$ g/cm^{3}と一定である。また，平均粒径$D_{50}=0.18$ mm，細粒分含有率$F_c=16.5$ %で，緩く液状化危険度が極めて高い地盤である。

実験は，GL-3 m位置に注入口を配置した注入外管を地盤内に設置した後，恒久型薬液である特殊シリカ液を浸透形態にて注入した。注入仕様は，注入率$\lambda=40.5$%，1改良体当たりの薬液注入量$Q=4\,172$ ℓ，注入速度$q=10$ ℓ/分および薬液シリカ濃度は8%とした。

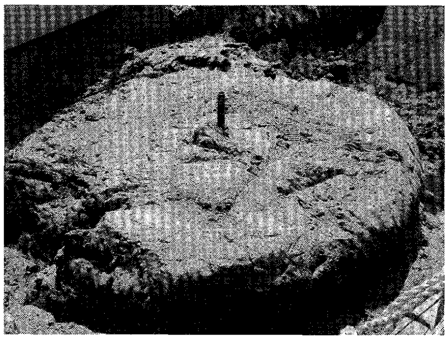
(2)　実験結果

写真―1に改良体の発掘写真を示す。改良体天端は，計画天端GL-1.65 mに対して実測天端GL-1.59 m，計画改良径ϕ2.7 mに対して実測改良径ϕ2.75 mと計画出来型を満足している。また，現地観察により改良体には未改良領域は見られず，連続した一体固結体となっている。

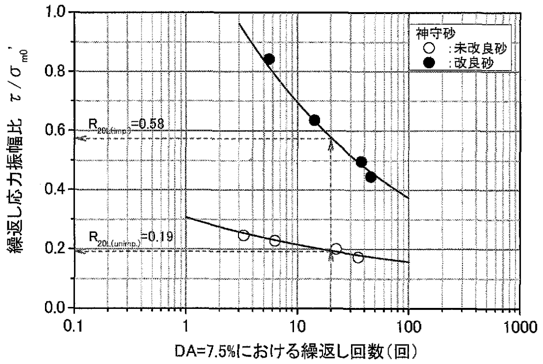
図―5に未改良砂と改良体の7.5%せん断ひずみ両振幅における繰返し回数と応力比の関係を示す。液状化強度比R_{20L}（20回の繰返しせん断によってせん断ひずみ両振幅が7.5%に達するようなせん断応力振幅比）は，未改良砂では$R_{20L(\mathrm{unimp.})}=0.19$であるのに対して，改良体では$R_{20L(\mathrm{imp.})}=0.58$となっており改良体の液状化強度比$R_{20L}$は未改良砂の3倍以上に大きくなっている。



図―4　柱状図と標準貫入試験結果



写真―1　改良体の発掘写真



図―5　7.5%せん断ひずみ両振幅における繰返し回数と応力比関係

5.　ま　と　め

本文では，薬液注入固化工法の施工上の信頼性向上を目的として開発したバルーングラウト工法について紹介した。薬液注入固化工法には，本文にて紹介した施工上の課題の他，地盤種別毎の適用限界等の課題も残されている。今後は，改良品質の向上を目指し，同工法が有する課題の克服に取り組んで行きたいと考えている。

参　考　文　献

1)　大野康年：恒久型薬液を用いた注入固化工法の開発と適用例，土木学会土木建設技術発表会2009講演集Ⅲ-4, pp. 181～186, 2009.

（原稿受理　2010.11.22）

NII-Electronic Library Service