

3 薬液注入の恒久性に関する野外実験結果

強化土エンジニアリング(株) 正会員 ○ 小山 忠雄

強化土(株) フェロー会員 島田 俊介

強化土エンジニアリング(株) 正会員 佐々木隆光

東洋大学 フェロー会員 米倉 亮三

1. はじめに

薬液注入工法がわが国で本格的に採用されるようになってから 40 年以上が経過している。従来、薬液注入工法は水ガラスを主剤とし、これにアルカリ系反応材等を加えて地盤を固化させる技術として主に建設工事の補助工法いわゆる仮設工法として用いられてきた。また 1982 年から米倉らにより薬液注入の恒久性に関する研究が進められていた。米倉らの研究によると溶液型恒久グラウトは室内における促進試験の結果、50 年以上に亘りサンドゲル強度は上昇し続け、体積変化がないという室内試験のデータがされていたが、本格的に工事に採用される例は少なかった。ところが 1995 年 1 月に発生した兵庫県南部地震をきっかけに薬液注入の恒久性に関する議論が高まり、その復興工事に採用されるようになった。その後、活性シリカおよび超微粒子複合シリカの恒久性が認知され現在では液状化対策工として採用されるなど、本設注入工法としての地位を築き上げてきた。筆者らは薬液注入の恒久性を確認するため室内試験とは別に 1999 年、実物大の野外試験を計画・実施し、その経年固結性や強度変化について追跡確認してきたのでその一部を報告する。

2. 試験概要

薬液注入の恒久性は単に使用する注入材が恒久性を有しているというだけではその目的を達することはできない。筆者らは恒久性のある注入材を土粒子間にくまなく浸透させることが肝要であるとの考えから、如何に効率よく浸透させうるかという命題も含めて実地盤での浸透性・恒久性を確認する野外試験を実施した。試験地は鹿島砂丘地帯に位置しており、注入対象とした地盤はN値 15 前後の砂層である。図-1 に試験工事の平面図を、図-2 に断面図と土質柱状図を示す。試験は注入材と注入工法との組み合わせにより 9 ブロックに分けて実施した。このうち恒久グラウトと急速浸透注

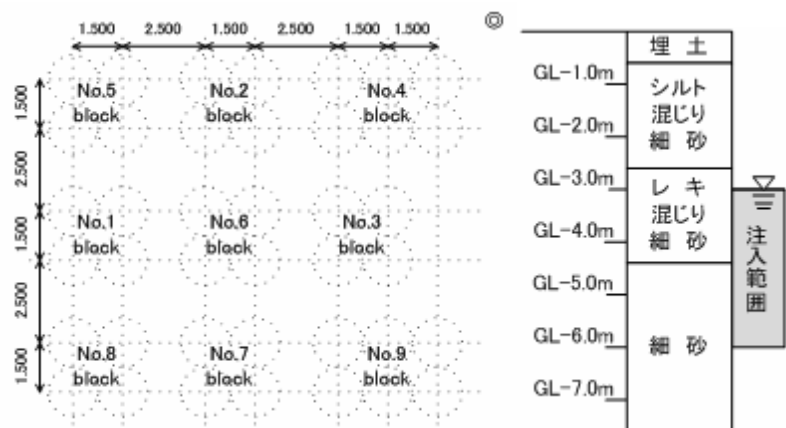


図-1 平面図

図-2 断面図

表-1 各ブロックにおける注入工法と注入材

Block Number	No.1	No.4	No.6
注入材	エキスパッカ工法	超多点注入工法	エキスパッカ工法
注入工法	溶液型活性シリカ	溶液型活性シリカ	懸濁型複合シリカ

入工法との組み合わせは 3 ブロックで表-1 に示すとおりである。計画に沿って全ての注入が完了後、1 ヶ月を経過した後に試験地を掘削し、改良体の出来型を確認すると共に室内試験用のサンプルを採取した後に現地を埋め戻した。その後、1, 3, 6, 10 年後にコアボーリングによりサンプルを採取し一軸圧縮試験を実施した。

3. 試験結果

注入 1 ヶ月後に現地を掘削し改良体の出来型確認を行った。従来工法で注入したブロックは溶液型注入部・懸濁型注入部とも十分な浸透形態は確認できず、不均質な形状を呈した。これに対し急速浸透注入工法を用いたブ

キーワード：薬液注入，恒久グラウト，本設注入，経年固結性

連絡先：〒113-0033 東京都文京区本郷 3-15-1(美工ビル) TEL03-3815-1687 FAX03-3818-0670

ロックは溶液型注入部・懸濁型注入部とも一様に浸透している状況が観察できた。写真-1 は 1 ヶ月後に掘削したときの試験現場の開削状況で、恒久グラウトが計画どおりに浸透している状況がうかがえる。

改良体の形状確認後現地を埋め戻し、上記のように恒久グラウトと急速浸透注入工法とを組み合わせたブロックについてコアボーリングにより試料を採取し、一軸圧縮試験により強度の経年変化について確認した。写真-2,3 に 10 年後の採取コアを示す。また図-3,4 に一軸圧縮強度の経年変化を示す。これより恒久グラウトと急速浸透注入工法を組み合わせたブロックでは溶液型・懸濁型改良体とも 10 年経過後においても一軸圧縮強度は上昇傾向を示しており、実地盤においても少なくとも 10 年はその改良効果を維持できることが確認できた。

4. まとめ

米倉らは室内における促進試験の結果から溶液型恒久グラウト（パーマロック）は固結体からのシリカの溶脱がほとんど無いことと体積収縮が無いことから 50 年以上に亘って改良効果が持続することを確認している。また懸濁型恒久グラウト（ハイブリッドシリカ）は超微粒子シリカと溶液型シリカからなる超微粒子複合シリカで、溶液型シリカによりゲル化し最終的には超微粒子シリカの水和反応によりセメントと類似した高強度固結体が形成される懸濁型恒久グラウトであるとしている。今回の野外試験における経年固結性確認試験により溶液型パーマロックおよび懸濁型ハイブリッドシリカとも 10 年後でも強度が上昇していることが確認され、少なくとも 10 年以上その改良効果が持続することが実証された。今後も継続して経年固結性の確認試験を行い、その結果については随時報告する予定である。

参考文献

盛・米倉・島田・名越：土木学会第 55 回年次学術講演会「超微粒子複合シリカを用いた柱状浸透積層工法の野外注入試験（その 2）」、三輪・米倉・島田・盛：土木学会第 55 回年次学術講演会「活性シリカグラウトの野外注入試験」、盛・米倉・高橋：第 35 回地盤工学研究発表会「活性シリカを用いた柱状浸透積層工法の野外注入試験」、盛・米倉・名越・島田：第 36 回地盤工学研究発表会「柱状浸透積層注入工法による超微粒子複合シリカと活性シリカの経年サンプリング試料の強度特性（その 3）」、名越・米倉・島田・盛：第 36 回地盤工学研究発表会「超微粒子複合シリカグラウトの耐久性実証試験報告」、米倉・島田・木下「恒久グラウト注入工法」（山海堂）



写真-1 開削状況



写真-2 10 年経過時溶液型活性シリカ



写真-3 10 年経過時懸濁型複合シリカ

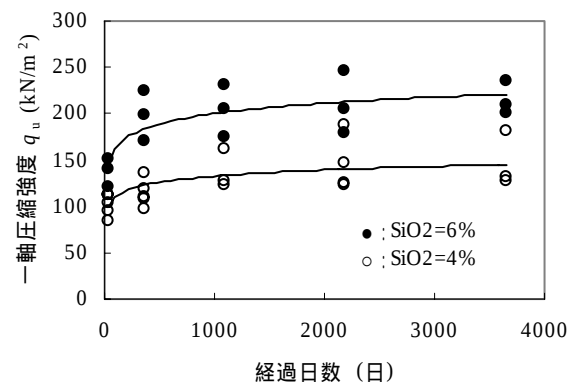


図-3 溶液型活性シリカによる改良強度の経年変化

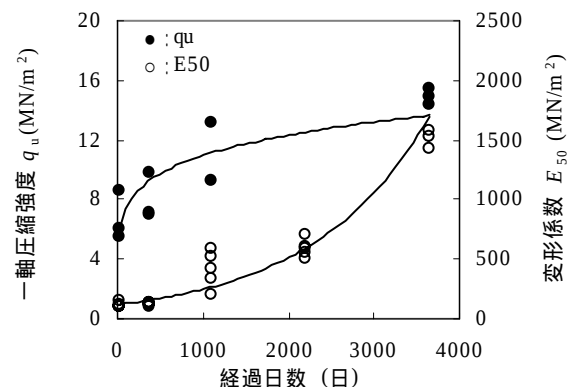


図-4 懸濁型複合シリカによる改良強度の経年変化