

割裂注入による地盤改良効果に関する原位置試験（その1）

注入 地盤改良 割裂注入

(株)設計室ソイル 正 高田 徹
 三井ホーム(株) 正 岡野 泰三
 (有)富山建設 平崎 毅
 グラウト工業(株) 正 今井 敬介

1.はじめに

近年の薬液注入工法は、既存構造物の液状化対策、耐久性向上のための新材料、構造物の沈下修正法など材料や工法の技術開発にとめない、掘削工事における仮設的な利用から本設工事へと用途が拡大しつつある。したがって本設構造物の安全性や機能を確保するための新たな設計・施工管理・品質確認が必要と考えられるが、不明確な部分も多いことから、従来型の仮設工事に対する設計法をそのまま踏襲し、十分な検討がなされていないのが現状である。

筆者らは、これまで戸建住宅を対象として注入による沈下修正法の開発や地盤改良効果の評価法について検討してきた¹⁾。両者に共通する技術的課題は、粘性土地盤を対象とすることから割裂注入脈による改良評価と割裂脈の方向制御である。注入による建物の沈下修正の場合、その構造物が水平に修正されることが基本的に要求され、施工後の改良効果は二次的な取扱いである。しかしながら修正後の再沈下に対する影響を評価する、あるいは注入を宅盤の地盤改良工法として用いる上では、その改良効果を把握しておく必要がある。本稿は、粘性土地盤で注入を行い、各種地盤調査および開削して目視確認した結果を報告するものである。

2.試験概要

試験場所は埼玉県三郷市の工業用地内で、図1に示す土質性状の地盤で試験した。ここに1.5m×3.6mの敷鉄板上に8m³水槽を置き、接地圧10kN/m²に設定し、その水槽下部の地盤へ斜め注入した。図1に試験位置図と注入条件を示す。地盤調査には、注入前後で三成分コーン(CPT)、スウェーデン式サウンディング(SWS)を、注入後に深さ2.0mまで0.5m毎に開削し、割裂脈の目視確認と動的平板載荷試験(DPLT)を実施した。本実験は、注入による改良効果の他、構造物の変位に及ぼす注入仕様の関係を見ることを目的として行ったが、ここでは地盤改良効果の結果について報告する。

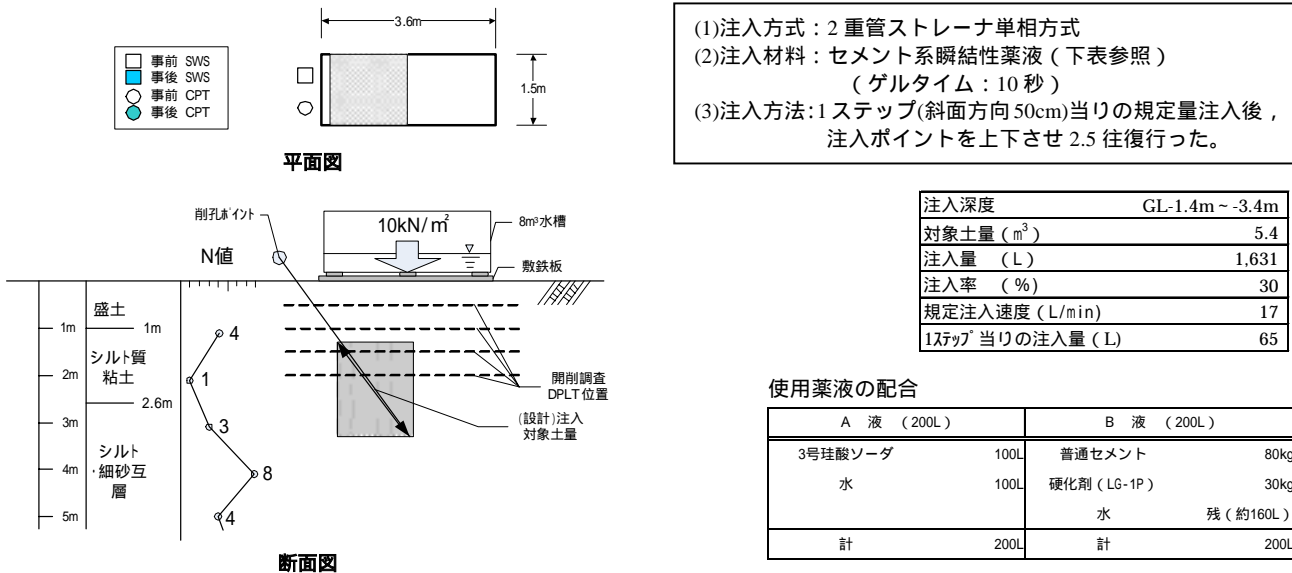


図1 試験位置図と注入条件

3.試験結果と考察

図2に注入チャートを示す。注入は流量制御にて注入されており、注入圧の変化が注入傾向を表している。注入圧は瞬間的にパルス状に高圧になる箇所が見られるが、これは注入深度を往復させており、深度切替え時、それまでにその注入孔周辺で硬化した薬液の影響である。注入圧は概ね0.2MPa以内で変動しているが、地中の拘束圧の変化（例えば、土被り圧、薬液の硬化、地表面へのリークや新たな割裂脈の作成）によるものと思われる。

< サウンディング結果 (SWS, CPT) >

図3に、注入前後のCPT(先端抵抗 q_t のみ)、SWS(換算 N 値)試験結果を示す。両試験とも、改良区間で部分的に貫入

抵抗値が上昇する箇所が見られる。写真1に試掘地盤の状態を示すが、硬化した割裂脈と粘性土からなる複合土であり、またフェノールフタレイン溶液を散布しても割裂脈からの浸透は認められなかった。以上より割裂脈を貫通するときに貫入抵抗値が上昇しそれ以外は粘性土であると推定される。この粘性土の部分は割裂脈による圧縮効果はほとんどなく、また懸濁型薬液を使用しており離しょう液による強度増加も殆ど期待できないと言える。

以上、サウンディング試験は“線”による調査であり、割裂脈の有無によって抵抗値が異なり、そのデータの取扱いは難しく、割裂地盤の評価には不向きであると言える。また採取試料を用いて力学試験を行っても同様のことが言えると予想する。

<動的平板载荷試験結果 (DPLT) >

DPLT を実施した理由は、複合土を“面”として評価し、簡易に多くの測定が可能な点にある。試験では、载荷板位置をカメラ撮影し割裂脈の面積を測定した(写真1)。ここで使用した载荷板面積(直径 0.3m)に対する割裂脈の面積の割合を“割裂脈面積率(%)”と定義する。図4に と DPLT で得た動的変形係数 E_{vd} (kN/m²)の関係を示す。が大きくなるにつれ E_{vd} のバラツキは大きくなる傾向にあるが、概ね比例傾向にあり、式(1)の回帰式(相関係数 $R=0.9$)が得られた。

$$E_{vd} = 892 + 2,404 \dots\dots\dots (1)$$

ここで $\lambda=1$ は薬液で完全に置換されたことを意味するが、 $\lambda=1$ における E_{vd} は上式より 3,296kN/m²と算出される。しかし使用薬液の q_u は 5,000kN/m²もあり、これを考慮するとこの数値は桁違いに小さな値である。これは割裂脈が平板上で目視されていてもその脈が平板下へ半無限に存在せず、脈の方向や脈の厚さ等が起因していると考えられる²⁾。

図5に割裂脈からの水平距離と E_{vd} の関係を示す。これは割裂脈群の端部の脈で測定した。割裂脈から離れるにつれ E_{vd} が小さくなり、脈から 0.4m 離れるとほぼ原地盤の E_{vd} と同等である。よって脈から 0.4m の区間は E_{vd} の増加があると言えるが、割裂脈による圧縮効果よりも、载荷板下の測定影響範囲内に割裂脈の影響を受けていると考える。

この E_{vd} より粘着力 c が推定でき、例えば $c=16$ kN/m²($\lambda=0$), $c=135$ kN/m²($\lambda=20$)と試算される($E_{vd} = 150c$)。この結果からすると割裂注入でも宅盤で要求される強度(長期許容支持力にして約 30~50kN/m²)の改良は可能と思われる。

4. おわりに

粘性土への割裂注入による強度増加は、一般に低いと言われており²⁾、当試験のサウンディングでも同旨の結果であった。しかし载荷試験ではそれと相反した結果が得られていた。

今後は実試験データを蓄積し、地盤条件の違いによる注入効果を明確にしていきたいと考える。

参考文献

- 1)高田徹,若命善雄,田村昌仁:粘性土地盤を対象としたグラウチングの割裂現象に伴う原位置試験,第40回地盤工学研究発表会,2005.7
- 2)森麟,田村昌仁,小峯秀雄:薬液注入による粘性土の改良のメカニズムとその支配条件,土木学会論文集 No.400/III-10, pp.55-64, 1988

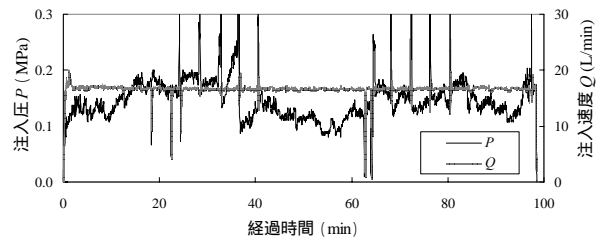


図2 注入チャート

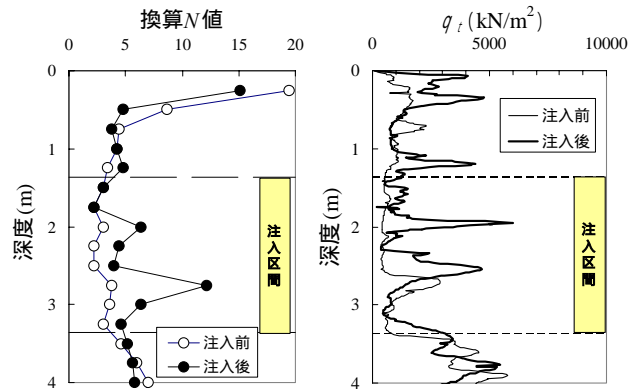


図3 サウンディング試験結果(左:SWS,右:CPT)

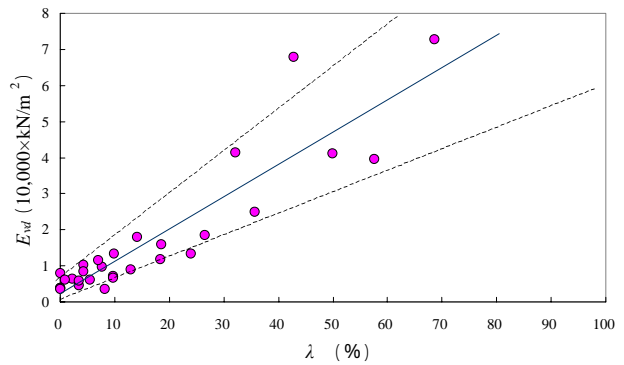


図4 と E_{vd} の関係

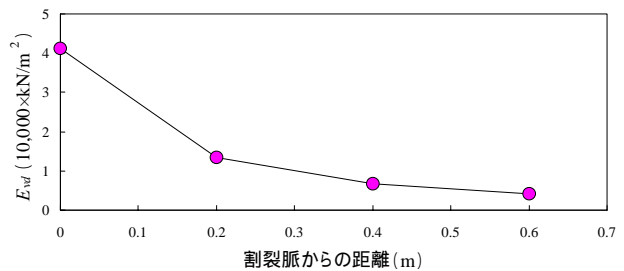


図5 割裂脈からの水平距離と E_{vd} の関係

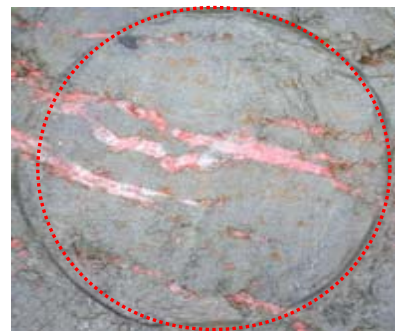


写真1 割裂注入による改良地盤 (GL-2.0m)