

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）

東洋大学 フィロ 会員 米 倉 亮 三
 恒久グラウト研究所 ○正会員 盛 政 晴
 強化土エンジニアリング フィロ 会員 島 田 俊 介
 旭電化工業 正会員 名 越 崇

1. は じ め に

薬液注入工法は簡易に地盤改良が行える工法として多くの建設工事に用いられてきているが、近年開発された高強度超微粒子複合シリカグラウトはセメントを用いることなくセメント系硬化材に匹敵する強度をもち、かつ産業廃棄物等の問題を生じないところから掘削地盤の高強度補強ならびに基礎地盤の恒久補強に多く用いられるようになってきた。筆者等は上記注入材の特性と目的に応じた施工法として柱状浸透積層法を原理とするとして大規模急速施工の注入技術に着目し、新しい注入工法を開発し野外大規模注入試験を実施したので以下に報告する。

2. 実 験 概 要

実験の目的は新しい注入技術と恒久グラウト工法の確立を目指すことにある。

実験は茨城県鹿島郡神栖町旭電化工業(株)製

造工場敷地内で平成11年5月～8月末まで行った。実験対象地盤は鹿島砂丘の洪積砂質土層で、粒度組成は微細砂～中砂である

標準貫入試験のN値はGL-3.00mまで $N \leq 30$ 、-4.00m以深は $N > 50$ である。地下水位は-4.00mに位置している。現地地盤の物理定数を表-1に示す。なお、表中の相対密度は注入実験終了後、グラウトの浸透形状測定のため鋼矢板土留工で掘削過程でのシンウォールサンプリングの室内試験によるものであり透水係数は現場揚水試験と室内透水試験の平均値である。

注入工法は、新しいコンセプトにより開発した大容量土急速施工を可能にした経済的なエキスパンドパックを用いる工法である。

従来からの注入工法は注入管の直径を有効径とする球状浸透源からの球状浸透が基本であって、小さな吐出量で注入しなくては圧力が高くなり特に懸濁型グラウトは溶液型に比較して浸透性に劣るため割裂脈状浸透になりやすい。新規に開発した注入工法は柱状浸透積層法(Pillar Permeation Pile Grouting Method)を原理とするもので、軟弱地盤は平面的堆積で透水性が水平方向に大きいいため柱状空間を浸透源とすれば浸透抵抗が少なく広範囲の浸透固結が可能であることに着目した柱状浸透固結注入工法である。

この工法は袋体(Geoバッグ)と複数の吐出口を有する注入外管からなるもので、袋体を膨張させ地注入外管を地盤に定着し、袋体間に形成した大きな柱状空間から大容量のグラウトを柱状浸透させて注入外管の引張り強度が付与された大きな高強度固結体が形成する地盤強化法である。図-1に注入工法概念図を示す。実験注入の設計仕様は①間隙率 $n=40\%$ 、 充填率 $\alpha=100\%$ 、注入率(量) $=40\%$ である。②改良範囲の直

表-1 地 盤 物 理 定 数 一 覧

深 度(m)	相対密度(%)	$D_{50}(\text{mm})$	透水係数(cm/s)
3.00～ 4.00	79.2	0.425	2.79×10^{-3}
4.00～ 6.00	67.8	0.185	

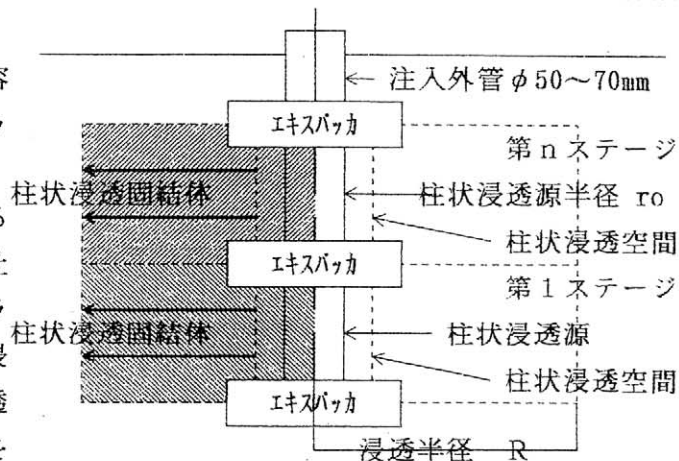


図-1 注入工法概念図

キーワード：超微粒子複合シリカ、柱状浸透積層固結注入工法

連絡先：☎113-0033 東京都文京区本郷2丁目15-10 TEL 03 (5803) 1810 FAX 03 (3818) 0670

径を1.50m、注入改良域をGL-3.50～5.50m間2.00m、注入ステージ高さ1.00m、1ステージ当り注入量 $Q=1,414\text{ l}$ 、注入材は高強度超微粒子複合シリカグラウトである。

現場実験の特徴は以下の3点を挙げられる。

- (a)柱状浸透源の表面積は球状浸透源の表面積より10倍以上大きい
- (b)大きな注入速度(30 l/min)で急速施工ができる。
- (c)低注入圧力で浸透抵抗が少なく広範囲の浸透固結が可能である。

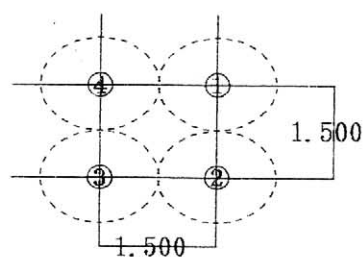


図-2 配置平面

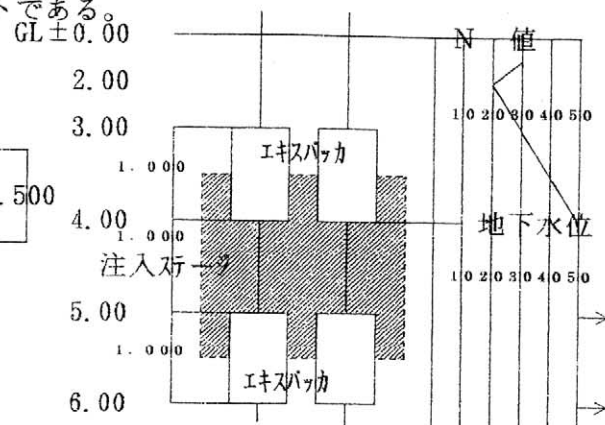


図-3 注入断面図

注入確認試験は施工から40日経過後に掘削して行った。目視による注入形態、深度別固結形状の測定とブロックサンプリング室内試験などを行った。図-4に深度別の形状測定スケッチを示す。柱状浸透源の表面積が大きいため、低圧で目

目詰まりをおこすことなく広範囲に浸透し高さ2m直径はほぼ1.0～1.5mの高強度の単位固結体と連続する柱状固結体が1ステージで形成され、これを上下平面的にラップすれば急速施工による高強度固結地盤を広範囲に形成できることが判った。

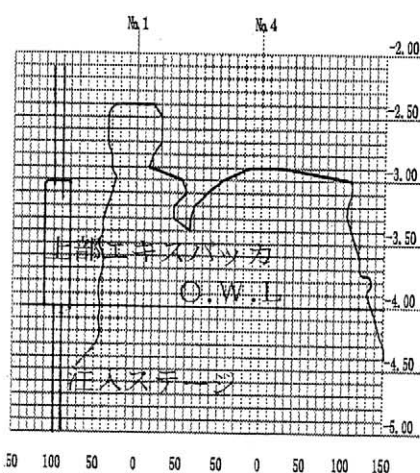


図-4 深度別形状測定図

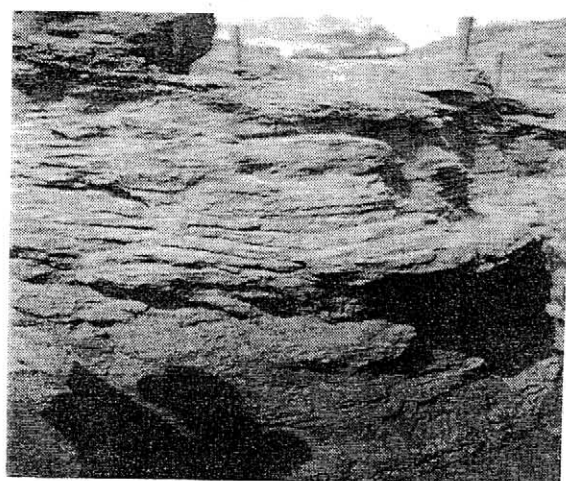


写真-1 柱状固結状況

4. ま と め

注入工法の品質改善や施工能率の向上を目的とする恒久グラウト工法として開発された新規技術の柱状浸透積層法エクスパッカ工法で超微粒子複合シリカグラウトの注入実験で以下のことが判った。

- ①本注入工法はエクスパッカ Geoバッグによって大きな柱状浸透空間を形成し、この浸透空間表面積から二次元的に目詰まりを起こすことなく浸透し高強度の柱状固結体を形成できる。
- ②注入速度を二重管ストレートナ工法(16 l/min)の2倍の大容量急速施工であっても低圧で広範囲に浸透させることができる。
- ③広い範囲を経済的に改良するために上下・平面的に1ステージ当りの相当注入量であれば広範囲に改良することができる。

5. お わ り に

現場は埋戻で現状復帰しているが、平成12年から5年間継続して不攪乱試料の採取をし経年のグラウト耐久性の確認検証をし都度報告する考えである。なお本注入工法は特許が成立していることを付記する。
＜参考文献＞

- 1) 米倉、島田、盛：最新の恒久グラウト工法、土木施工、VOL41, No3, 200.2. pp.87～93
- 2) 恒久グラウト研究所：エクスパッカ工法技術資料
- 3) 恒久グラウト協会：超微粒子複合シリカグラウト「ハイブリッドシリカ」技術資料

表-2 室内試験強度定数

一軸圧縮強度試験		三軸圧縮強度試験	
q_u (MN/m ²)	14.2	C (MN/m ²)	0.6
E (MN/m ²)	1400	ϕ (°)	52.5