

微粒子化グラウトを用いた液状化対策技術 — 現地注入実験結果その1 —

大洋基礎工業(株) 正会員 ○水島達宏
 東亜建設工業(株) 正会員 大野康年
 (株)浅沼組 正会員 笹田拓司
 東洋建設(株) 久保 滋

1. はじめに

著者らは、微粒子化装置¹⁾を用いて微粒子化したセメントスラリーを注入材（以降、微粒子化グラウトと呼ぶ）とした液状化対策技術の開発に取り組んできた。これまでに、一次元注入モールド実験²⁾³⁾および土槽注入実験により、浸透特性と改良体の変形・強度特性を確認してきた。本論文では、微粒子化グラウトの実地盤への適用性を検討するために、微粒子化グラウトを用いた現地注入実験を行い、この中で注入方法について説明するとともに、改良体出来形、改良体積および充填比などについて報告する。

2. 実験方法

(1) 土質条件

現地注入実験は、平成19年5月～6月の間に愛知県津島市神守町において行った。注入対象地盤の物性値を表-1に示し、粒度分布を図-1に示す。注入対象地盤はN値13～14、50%粒径0.55mmの比較的均質な中砂が主体となっていた。

(2) 注入条件と注入方法

注入条件を表-2に示す。注入方法は、二相注入方式と一般的なダブルパッカ方式とした。ここで、二相注入方式とは、瞬結注入を併用したダブルパッカ方式であり、微粒子化グラウトが地上へ逸脱（リーク）防止するためのパッカー効果と、注入時間の短縮（注入速度の向上）を目的とした方式である（図-2）。注入深度はGL-4.4mとし、1点注入で行った。

(3) 改良体の確認方法

2週間養生後、施工場所周囲に鋼矢板を打ち込み、注入口付近（約GL-4.4m）まで試掘を行い、改良体の形状確認および計測を行った。改良体形状は、深度方向10cmごとに水平8方向から計測し、その計測結果の平断面を基に改良体積を算出した。

3. 実験結果と考察

(1) 改良径

注入結果を表-3に示し、改良体の平断面形状および断面形状を図-3に示す。改良径の大きさは、注入口付近ではケース1の二相注入方式で0.98m、ダブルパッカ方式のケース2, 3でそれぞれ0.67m, 0.69mとなった。最大径の大きさは、ケース1で1.16m、ケース2, 3でそれぞれ0.82m, 0.71mとなった。

表-1 注入対象地盤の物性値

乾燥密度	ρ_d	g/cm ³	1.542
土粒子の密度	ρ_s	g/cm ³	2.648
自然含水比	W_n	%	19.6
相対密度	D_r	%	73.2
細粒分含有率	F_c	%	1.2
間隙率	n	%	41.8

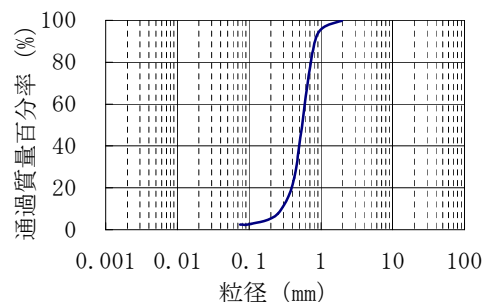


図-1 注入対象地盤の粒度分布

表-2 注入条件

実験ケース	W/C (%)	注入方法	注入速度 (L/min)	瞬結材	主材	注入量 (L)
1	1000	二相注入	8	水ガラス系懸濁型	微粒子化グラウト	784
2	1000	ダブルパッカ	4	—	—	—
3	700	ダブルパッカ	4	—	—	—

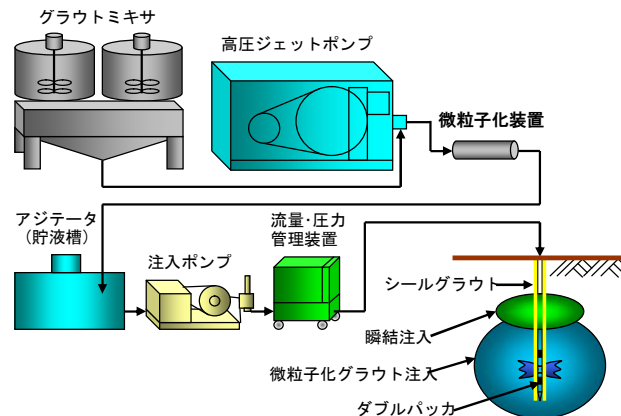


図-2 機器系統と二相注入方式

キーワード 微粒子化装置, 注入方法, 浸透注入, 液状化, 充填比

連絡先 〒140-0013 東京都品川区南大井3丁目6番地18 大洋基礎工業(株) TEL03-5753-1291

二相注入方式の改良径が最も大きく得られ、ダブルパッカ方式の W/C の違いによる大差はみられなかった。

(2) 改良体出来形

改良体出来形を縦横比で表すと、二相注入方式のケース 1 で 1.29 倍、ダブルパッカ方式のケース 2、3 でそれぞれ 1.77 倍、1.69 倍となった。ダブルパッカ方式が顕著に鉛直方向（注入管上部方向）に改良される結果となった。瞬結注入を併用した二相注入方式においては、改良体の縦横比が比較的小さい値となり、図一3 に示す改良体出来形からも比較的球体に近い結果となった。このことから、瞬結注入によるパッカー効果を目的とした二相注入方式は有効であると考えられる。

(3) 改良体体積

改良体を削って内部を観察したところ、改良体中心部より 0.28～0.31m 程度は高強度で一軸圧縮強さ 2.0～2.9MN/m² 程度であり、その外周は相対的に低強度 60～160kN/m² 程度であった。これは、注入口近傍ほど注入材の通過量が多いため、セメント粒子が濃縮しやすいことなどが理由として考えられる。計測により得られた改良体中心部とその外周部の体積を表一4 に示す。計測結果は、ケース 1>ケース 2>ケース 3 となった。

(4) 施工管理

注入中は、鉛直・水平方向の地表面変位を 30 分ごとに 55 ポイント測定したが、鉛直方向および水平方向ともに地表面の変位は特に認められなかった。

4. まとめ

本論文では、微粒子化グラウトの実地盤への適用性を検討するために、微粒子化グラウトを用いた現地注入実験を行った。実験の結果、下記に示す 1)～3)の事項が明らかになった。

- 1) 二相注入方式の改良径が最も大きく得られ、ダブルパッカ方式の W/C の違いによる大差はみられなかった。
- 2) 瞬結注入を併用した二相注入方式は、改良体の縦横比が比較的小さく、球体に近い結果となった。このことから、瞬結注入によるパッカー効果を目的とした二相注入方式は有効であると考えられる。
- 3) 改良体中心部は高強度でその外周は相対的に低強度であった。これは、注入口近傍ほど注入材の通過量が多いため、セメント粒子が濃縮しやすいことなどが理由として考えられる。

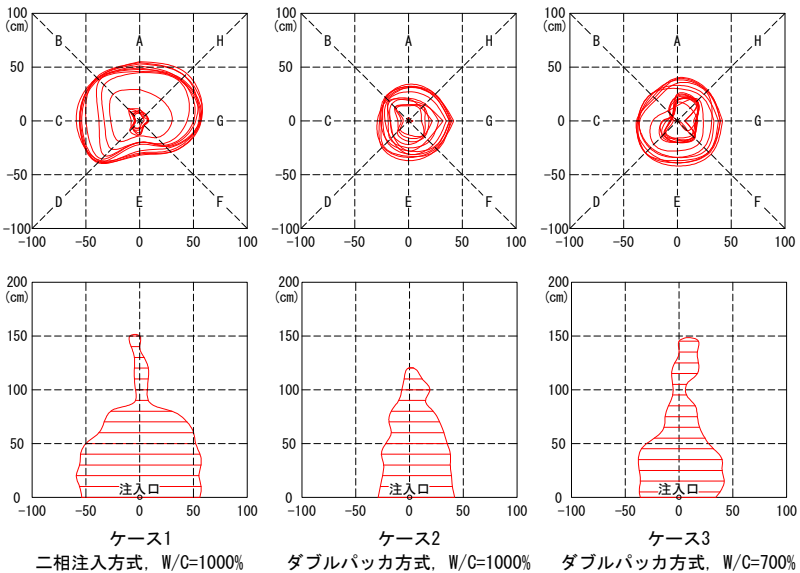
なお、本研究は、(株)チダエンジニアリング、(株)浅沼組、太洋基礎工業(株)、鉄建建設(株)、東亜建設工業(株)、東洋建設(株)の共同研究により実施したものである。

参考文献

1) 水島他：微粒子化グラウト材を用いた液状化対策技術—セメント微粒子化装置の開発—，土木学会第 62 回年次学術講演会，Ⅲ部，pp693～694。 2) 笹田他：微粒子化グラウト材を用いた液状化対策技術—浸透長さと一軸圧縮強さについて—，土木学会第 62 回年次学術講演会，Ⅲ部，pp695～696。 3) 杉村他：微粒子化グラウト材を用いた液状化対策技術—改良体の三軸圧縮特性と透水性能—，土木学会第 62 回年次学術講演会，Ⅲ部，pp697～698

表一3 注入結果

実験 ケース	W/C (%)	注入方法	注入圧 (Mpa)	改良径 (m)		改良高さ (m)
				注入口	最大	
1	1000	二相注入	0.18～0.30	0.98	1.16	1.50
2	1000	ダブルパッカ	0.05～0.10	0.67	0.82	1.45
3	700		0.02～0.12	0.69	0.71	1.20



図一3 改良体の平断面形状（上段）， C-G 断面形状（下段）

表一4 改良体体積

実験 ケース	W/C (%)	注入方法	改良体体積 (m ³)		
			中心部	外周部	合計
1	1000	二相注入	0.372	0.193	0.565
2	1000	ダブルパッカ	0.187	0.126	0.313
3	700		0.146	0.097	0.243