

微粒子化グラウト材を用いた液状化対策技術 ー大型土槽実験結果ー

(株)浅沼組 正会員 ○笹田 拓司

(株)浅沼組 江守 太一郎

東洋建設(株) 久保 滋

東亜建設工業(株) 正会員 大野 康年

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いる。本論文では、大型土槽を用いた微粒子化グラウトの改良体出来形と一軸圧縮強さの実験結果について報告する。

2. 実験方法

(1) 試料砂

大型土槽実験に用いた砂質土は、愛知県の現地砂（神守砂）を大型ボーリングマシンで直接採取後、自然乾燥させたものを使用した。試料砂の物性値を表ー1に示す。

表ー1 試料砂の物性値

最小乾燥密度(g/cm ³)	1.305
最大乾燥密度(g/cm ³)	1.652
土粒子の密度(g/cm ³)	2.648
細粒分含有率(%)	1.200
含水比(%)	5.450

(2) 大型土槽作製

土槽は改良体の確認のため、掘り出しを容易にできるように型枠で作製した（□1500×H1500）。その後、型枠内に水を張り、試料を水中自由落下法により均一に土槽内に敷き詰めた（写真ー1）。土槽は、水セメント比（1000%,700%,500%）の違いによる微粒子化グラウトの浸透性を比較するため、3槽用意した。土槽中心部には注入用チューブを設置し、注入口は型枠底端から600mmの位置になるよう固定した。作製した土槽の土質条件は、相対密度が50%～65%、間隙率が0.43～0.45になった。土槽内土質概要を表ー2に示す。

表ー2 土槽内土質概要

W/C	乾燥密度(g/cm ³)	相対密度(%)	間隙率
1000%	1.461	50.7	0.448
700%	1.512	65.2	0.429
500%	1.466	52.2	0.447

(3) 注入概要

土槽実験概要を図ー1に示す。微粒子化グラウトをポンプにより圧送し、注入用チューブを介して土槽に注入した。その結果、土槽表面から微粒子化グラウトがリークすることなく注入できた。なお、注入量はφ1000mmの球形試料体積中の間隙量とし、流量は1.0～1.2(L/分)で行った。表ー3に微粒子化グラウトの配合及び注入概要を示す。



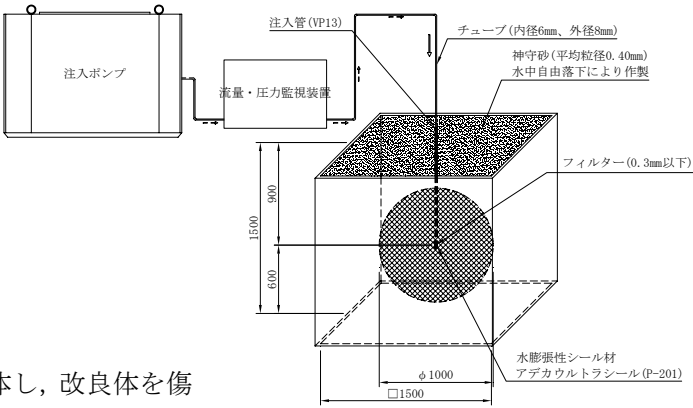
写真ー1 土槽全景

表ー3 微粒子化グラウトの配合及び注入概要

W/C	セメント種類	分散剤(C×%)	流量(L/分)	注入量(ℓ)
1000%	微粒子セメント	4.0	1.0	235.0
700%			1.0～1.2	225.0
500%			1.0	234.0

3. 実験結果と考察

注入完了後、その場で2週間養生したうえで土槽を解体し、改良体を傷付けないう水で洗い出して出来形寸法を測定した（写真ー2）。その後さらに2週間養生した。



図ー1 土槽実験概要図

キーワード 浸透注入 微粒子化装置 一軸圧縮強さ

連絡先 〒160-0007 東京都新宿区荒木町5番地 TEL 03-5269-3109 FAX 03-5269-3154

(1) 改良体形状

水セメント比 1000%, 500%のケースではほぼ球形に近い形状が得られ, 700%のケースでは比較的横長の改良体形状となった。また, 各改良体は注入口より上側寄りに形成されていた。改良体最大径は, 注入口付近で, 水セメント比 1000%の場合 670mm, 700%及び 500%では 1030mm, 800mm であった。図-2に水セメント比 500%の場合の改良体断面図を示す。また, 改良体を切断したところ, 表面から 50mm 程度内側に入ったところまでの部分と, そこから中心までの部分とで, 2層形状をなしていることが分かった(写真-3)。

(2) 改良体体積

各ケースにおける改良体体積測定結果を表-4に示す。固体として確認できた体積は, 水セメント比 1000%の場合で, 他ケースと比較して最も小さく 0.160m^3 であった。また, 700%の場合では 0.238m^3 , 500%の場合では 0.266m^3 であった。この結果は, 大型モールド実験結果から²⁾, 水セメント比 1000%の浸透性は他ケースより優れているが, 浸透先端での一軸圧縮強さは相対的に低い結果にあったことと符合し, セメント粒子は広範囲に浸透しているが, 固化強度まで達していないということが考えられる。また, 表面部の体積 V1 は, $0.040\text{m}^3 \sim 0.051\text{m}^3$ であり, 中心部の体積 V2 は $0.109\text{m}^3 \sim 0.219\text{m}^3$ であった。

(3) 一軸圧縮強さ

改良体切出し後, 表面付近で試料を採取し, 一軸圧縮強さを測定した。測定結果を表-5に示す。V1部分の一軸圧縮強さは, 水セメント比 1000%の場合では $116\text{KN/m}^2 \sim 470\text{KN/m}^2$, 700%の場合では $202\text{KN/m}^2 \sim 718\text{KN/m}^2$, 500%の場合では $490\text{KN/m}^2 \sim 632\text{KN/m}^2$ となった。また, V2部分の一軸圧縮強さは, 水セメント比 1000%の場合では $1168\text{KN/m}^2 \sim 1821\text{KN/m}^2$, 700%の場合では $1201\text{KN/m}^2 \sim 1987\text{KN/m}^2$, 500%の場合では $1252\text{KN/m}^2 \sim 2920\text{KN/m}^2$ となった。

4. まとめ

大型土槽実験を行い, 改良体の出来形と一軸圧縮強さを測定した。その結果, 以下のことが分かった。

- 1) 微粒子化グラウトの改良径は, 水セメント比 500%~1000%の範囲で 670mm~1030mm であった。
- 2) 微粒子化グラウトの改良形態は, 中心部は高強度で, その外周は相対的に低強度となることがわかった。
- 3) V1部分の一軸圧縮強さは, 水セメント比 500%~1000%の場合, $116\text{KN/m}^2 \sim 718\text{KN/m}^2$ であり, V2部分の一軸圧縮強さは, $1168\text{KN/m}^2 \sim 2920\text{KN/m}^2$ であった。

今後, 現地地盤にて浸透性および強度特性の検証を行い, 工法の確立を図る予定である。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, 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



写真-2 改良体全景 (500%)

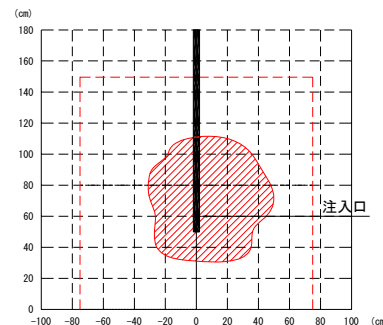


図-2 改良体断面図 (500%)

表-4 改良体の体積

W/C	V1 (m ³)	V2 (m ³)	V1+V2 (m ³)
1000%	0.051	0.109	0.160
700%	0.040	0.198	0.238
500%	0.047	0.219	0.266

表-5 改良体の一軸圧縮強さ

W/C	V1部の 一軸圧縮強さ (kN/m ²)	V2部の 一軸圧縮強さ (kN/m ²)
1000%	116~470	1168~1821
700%	202~718	1201~1987
500%	490~632	1252~2920



写真-3 改良体切出し状況 (700%)