

極超微粒子セメントを浸透注入させた改良体の一軸圧縮強さと試料の粒径の関係

東北学院大学 学生 ○大内猛幹、成田佳樹、高坂祐介
東北学院大学 正会員 山口晶
日本基礎技術 正会員 岡田和成
日鉄住金セメント 正会員 青由起雄

1. はじめに

本研究では、極超微粒子セメント地盤改良材を用いた浸透注入による地盤改良を想定し、様々な粒径の土試料に対して一次元浸透試験を行った。

ここでは、試料の相対密度や粒径が一軸圧縮強さに与える影響を調べた。また、一次元移流分散方程式を用いて地盤に吸着された固形成分質量を計算し、一軸圧縮強さとの関係を調べた。

2. 一次元浸透試験

一次元浸透試験装置を図-1に示す。使用した試料は、5号ケイ砂(平均粒径 $D_{50}=0.6\text{mm}$)、6号ケイ砂($D_{50}=0.353\text{mm}$)、7号ケイ砂($D_{50}=0.184\text{mm}$)である。粒径加積曲線を図-2に示す。

アクリル管に詰める土試料の相対密度 D_r と水セメント比 W/C をパラメータとした浸透実験を行った。表-1に実験条件を示す。



図-1 一次元浸透試験装置

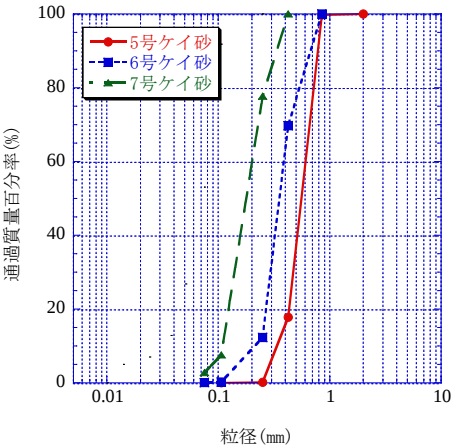


図-2 試料の粒径加積曲線

実験手順を述べる。まず、アクリル管(高さ 70cm、内径 5cm)に試料を投入し、目標の相対密度になるように調整後、供試体上部に 0.2MPa の応力を与えた。次に、水をアクリル管下部から浸透させ飽和させた。その後、所定の濃度の改良材をアクリル管下部から浸透注入させた。アクリル管上部から白濁液が流出したら、100ml ずつ 3 回採取し、その時間を計測して注入を終了した。また、改良材の原液も 100ml 採取した。採取液は 110 度の恒温乾燥炉で 24 時間乾燥させ、残留固形物の質量を計測した。供試体は 14 日間 25 度に調整した部屋で養生した。養生後、供試体を 5 つに切断し一軸圧縮試験を行った。

また、残留固形物の質量から、移流分散方程式を用いて供試体内における固形成分の分布を計算した。移流分散方程式は下記の式となる。

$$R_d \frac{\partial C}{\partial t} = D_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - V' \frac{\partial C}{\partial x} \quad \cdots \text{式 1)}$$

ここで、 R_d は遅延係数、 D_x は分散係数、 V' は平均間隙流速、 C は濃度、 x は注入孔からの距離、 t は時間となる。遅延係数 R_d は採取した試料通過後の改良材最終の 100ml 分の濃度と時間から同定した。

表-1 実験条件と一軸圧縮強さ

試験名	試料	D_r	W/C	一軸圧縮強さ (kPa)
Test5-40-400	ケイ砂 5 号	40	400	1014
Test5-60-400		60		1424
Test5-40-800		40	800	233
Test5-60-800		60		558
Test5-40-1200		40	1200	143
Test5-60-1200		60		241
Test6-40-400	ケイ砂 6 号	40	400	1662
Test6-60-400		60		2759
Test6-40-800		40	800	845
Test6-60-800		60		927
Test6-40-1200		40	1200	376
Test6-60-1200		60		573
Test7-40-400	ケイ砂 7 号	40	400	10361
Test7-60-400		60		7244
Test7-40-800		40	800	浸透せず*
Test7-60-800		60		9056
Test7-40-1200		40	1200	2888
Test7-60-1200		60		1186

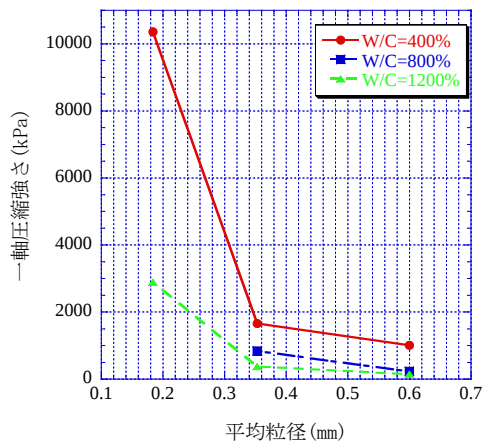


図-3 $D_r=40\%$ の平均粒径と一軸圧縮強さの関係

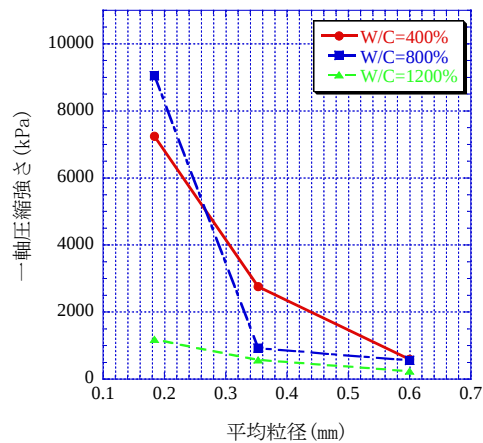


図-4 $D_r=60\%$ の平均粒径と一軸圧縮強さの関係

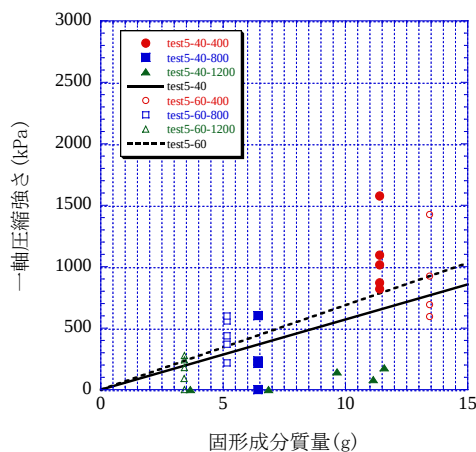


図-5 ケイ砂 5 号、
固形成分質量と一軸圧縮強さの関係

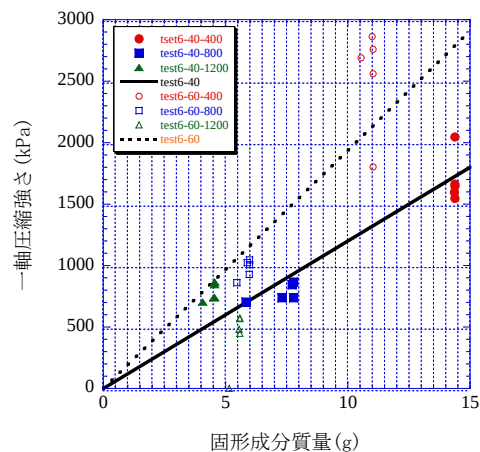


図-6 ケイ砂 6 号、
固形成分質量と一軸圧縮強さの関係

3. 実験結果と考察

図-3、図-4 に試料の粒径と一軸圧縮強さの関係を示す。注入孔からの距離が 30cm の位置の一軸圧縮強さを表した。これは注入孔から十分距離が離れていることにて乱れの影響を受けないようにしたためである。表-1 にも一軸圧縮強さを示した。

試料の粒径が小さい方が、改良後の一軸圧縮強さが大きくなった。改良材の水セメント比が小さいほど一軸圧縮強さが大きくなる傾向になった。

図-5、図-6 に固形成分質量と一軸圧縮強さの関係を示す。固形成分質量とは土粒子に吸着された量と間隙中の改良材に含まれる量の和である。固形成分質量と一軸圧縮強さは比例した。また試料の粒径が小さい方が、一軸圧縮強さが大きくなった。砂の粒径が細かいほど、相対密度が大きいほど改良材の有効成分と土粒子の結束が強くなったためと考えられる。なお、7 号ケイ砂においては流出液を採取することができなかった。

4. まとめ

試料の粒径や相対密度が改良後の地盤の一軸圧縮強さに与える影響を確認した。試料の粒径が小さく、相対密度が大きく、改良材の水セメント比が小さいほど改良後の一軸圧縮強さは大きくなる傾向にあった。また、一次元移流分散方程式から供試体内の固形成分の分布を計算したところ、一軸圧縮強さと比例関係があることが分かった。

様々な試料を用いて一次元浸透実験を行い、試料の粒径や相対密度、改良材の濃度と一軸圧縮強さの関係を調べることで、現位置地盤の改良後の一軸圧縮強さを推定出来る可能性があると考えられる。

今回の実験では、粒径が狭い範囲に分布する試料のみを用いている。土質データ等から一軸圧縮強さを推定できるようにするためには、粒度の良い土やさらに粒径の異なる試料等を用いて、さらに実験を行う必要があると考えている。