

超微粒子球状シリカ系改良材の地盤による吸着現象を考慮した一軸圧縮強さの推定

東北学院大学 非会員 ○久光浩基、赤木亮介、斎藤孝一
 東北学院大学 正会員 山口晶
 東北学院大学 学生会員 高坂祐介
 日本基礎技術 正会員 岡田和成

1. はじめに

本研究では、液状化対策として新たに開発された超微粒子球状シリカ系改良材を土試料に浸透注入する一次元浸透実験を行った。ここでは、土粒子に改良材が吸着される量を求め、一軸圧縮強さの分布を推定する方法を検討した。

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。試料の粒径加積曲線を図-2に示す。また、実験条件を表-1に示す。相対密度 D_r と水シリカ比 W/S_B をパラメータとした。

実験手順を述べる。まず、アクリル管(高さ 70cm、内径 5cm)に砂を投入し、目標の相対密度になるように調整後、供試体上部に 70kPa の応力を与えて、

水を 2 m の水頭差により下部から徐々に浸透させた。その後、所定の濃度の改良材を 35 kPa の圧力でアクリル管の下部から浸透注入させた。アクリル管上部から白濁液が越流したら、これを 100ml ずつ 3 回採取し、その時間を計測して注入を終了した。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 60 日間 25 度に調整した部屋で養生した。養生終了後に一軸圧縮試験を行った。

3. 実験結果と考察

供試体内に存在する改良材の固形成分質量(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)と一軸圧縮強さの関係を調べることにする。

固形成分質量は、以下の移流分散方程式を差分形式で解くことによって計算した。浸透距離が

表-1 実験条件と一軸圧縮強さ

試験名	試料	D_r	W/S_B	実験一軸圧縮強さ(kPa)	推定一軸圧縮強さ(kPa)
T5-4-4	5号	40	400	290	151
T5-6-4		60		287	209
T5-8-4		80		434	281
T5-4-8		40	800	72	93
T5-6-8		60		89	137
T5-8-8		80		133	178
T5-4-12		40	1200	32	73
T5-6-12		60		67	97
T5-8-12		80		103	125
T6-4-4	6号	40	400	318	268
T6-6-4		60		養生中	426
T6-8-4		80		480	497
T6-4-8		40	800	145	201
T6-6-8		60		養生中	321
T6-8-8		80		208	370
T6-4-12		40	1200	107	144
T6-6-12		60		135	217
T6-8-12		80		231	267
T7-4-4	7号	40	400	626	494
T7-6-4		60		764	705
T7-8-4		80		1220	計算不可
T7-4-8		40	800	349	352
T7-6-8		60		531	553
T7-8-8		80		974	887
T7-4-12		40	1200	325	279
T7-6-12		60		344	369
T7-8-12		80		631	485



図-1 一次元浸透試験機

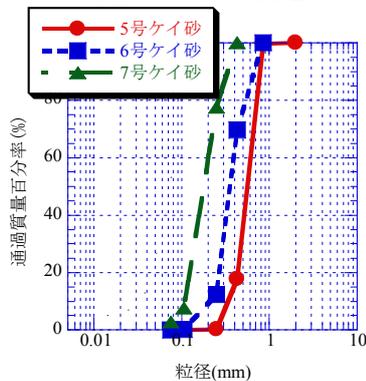


図-2 試料の粒径加積曲線

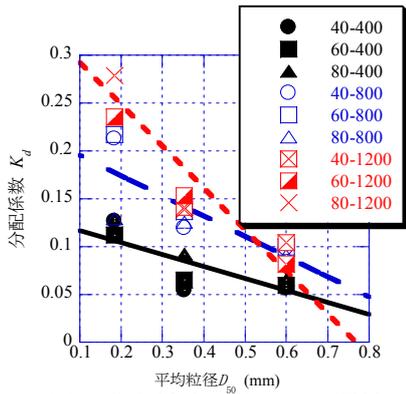


図-3 分配係数 K_d と D_{50} の関係

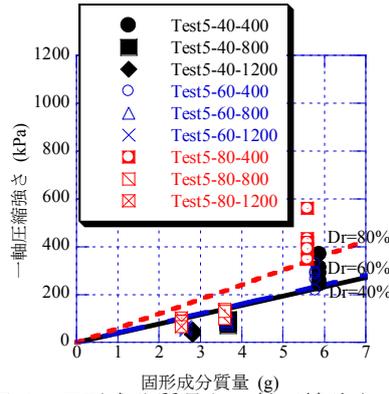


図-4 固形成分質量と一軸圧縮強さの関係

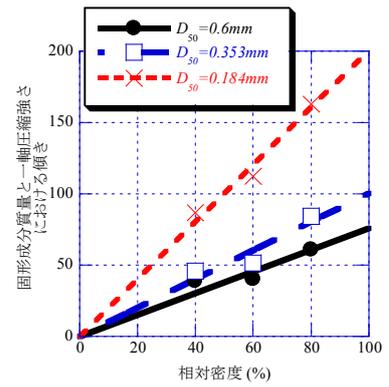


図-5 図-4 の近似直線の傾きと D_{50} の関係

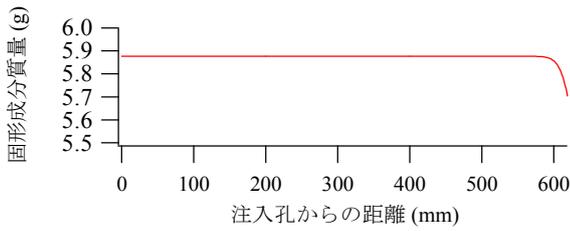


図-6 注入孔からの距離と固形成分質量

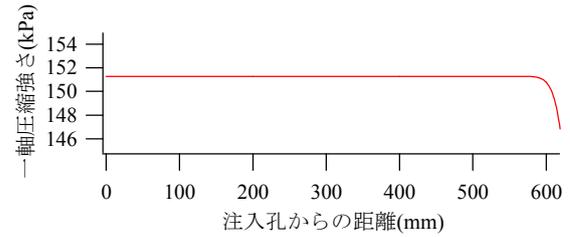


図-7 注入孔からの距離と推定一軸圧縮強さ

60cm と短いため分散は考慮しなかった。

$$R_d \frac{\partial C}{\partial t} = D_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - v' \cdot \frac{\partial C}{\partial x}$$

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。

図-3 に同定した遅延係数 R_d をもとに計算した分配係数 K_d と D_{50} の関係を示す。 D_{50} の増加に伴って分配係数が減少した。また、相対密度が分配係数に与える影響が少ないことが分かった。

図-4 に 5 号ケイ砂($D_{50}=0.6\text{mm}$)を用いた実験の固形成分質量と一軸圧縮強さの関係を示す。固形成分質量の増加に比例して一軸圧縮強さが増加した。また、増加割合は相対密度に依存した。この関係は図のように原点を通る一次直線で近似できた。

固形成分質量が求めれば、この近似直線から一軸圧縮強さを推定することが可能である。なお、この傾向は、ケイ砂 6 号と 7 号でも同様であった。

図-5 に固形成分質量と一軸圧縮強さの近似直線の傾き(図-4 の近似直線の傾きに対応)を D_{50} で整理して相対密度に対して表した。固形成分質量と一軸圧縮強さの近似直線の傾きは、相対密度と比例関係にあることが分かった。

4. 一軸圧縮強さの推定

前章より、地盤の相対密度、改良材の水シリカ比、試料の D_{50} がわかれば、一軸圧縮強さが推定できることが示された。

次に一軸圧縮強さの推定を試みる。例として、5 号ケイ砂、 D_r が 40%、 W/S_B が 400% の推定結果を示す。同定した遅延係数 R_d を用いて、移流分散方程式を差分法で解き、供試体内の固形成分質量を計算した。注入孔からの距離と固形成分質量の関係を図-6 に示す。この結果から、一軸圧縮強さの関係を推定したものが図-7 である。

以上より、一次元浸透試験結果を整理することにより、一軸圧縮強さを推定することができた。全ての実験について、注入孔からの距離が 20cm の位置の推定結果と実験結果の一軸圧縮強さを表-1 に示す。

5. まとめ

本研究では、実験結果と移流分散方程式を用いて、改良材に含まれる固形成分質量と一軸圧縮強さの関係を調べた。また、地盤の相対密度、平均粒径、改良材濃度を決定すれば、一軸圧縮強さを推定できることを示した。

今後は、推定結果と実際の地盤に注入した場合の実験結果を比較し検討することが課題となる。