

極超微粒子セメント注入材による地盤改良時の一軸圧縮強さの推定手法の提案

東北学院大学 非会員 ○畑中碧衣、木村滉司
 東北学院大学 正会員 山口晶
 日鉄住金セメント㈱ 正会員 青由起雄
 日本基礎技術 正会員 岡田和成

1. はじめに

本研究では、極超微粒子セメント注入材を様々な粒度分布の土試料に対して一次元浸透注入実験を行い、養生後に一軸圧縮試験を行った。その結果から、粒度分布と注入材濃度、一軸圧縮強さの関係について考察を行う。

2. 一次元浸透試験

一次元浸透試験装置を図-1 に示す。実験手順は次の通りである。まず、アクリル管（高さ 70 cm、内径 5 cm）に砂を投入し、所定の相対密度に調整後、供試体上部



図-1 一次元浸透試験機

表-1 実験条件と一軸圧縮強さ

試験名	試料	D_r	W/C	実験一軸 圧縮強さ (kPa)	推定一軸 圧縮強さ (kPa)
4-80-400	ケイ砂 4 号	80	400	4246	3178
4-80-800			800	264	1979
A-80-400	試料 A (4+5 号)	80	400	1328	861
A-80-800			800	309	765
C-80-400	試料 C (5+6 号)	80	400	2812	2713
C-80-800			800	944	1173
D-80-400	試料 D (6+7 号)	80	400	5201	5322
D-80-800			800	2443	2144
E-80-400	試料 E (5+6+7 号)	80	400	2808	2770
E-80-800			800	1107	1195
豊-60-400	豊浦砂	60	400	6318	6213
豊-60-800			800	2628	2856
X-40-400	試料 X (豊+4+5 号)	40	400	460	382
X-40-800			800	81	218
X-60-400		60	400	350	314
X-60-800			800	172	223
X-80-400		80	400	2749	3222
X-80-800			800	336	1334

表面に 0.2 MPa の圧力を加えた。次に、水を下部から水頭差 2m で浸透させた。水が上部から流出したことを確認後、0.02 MPa の圧力で所定の配合の注入材をアクリル管の下部から浸透注入した。アクリル管上部から注入材が約 300 ml 流出したら注入を終了した。供試体は 14 日間 25 °C 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。

使用した試料は、ケイ砂 4 号の単体試料(平均粒径 $D_{50}=1.141$)、ケイ砂 4 号と 5 号の混合試料(質量比 4 号 : 5 号=1 : 1、平均粒径 $D_{50}=0.700$)、ケイ砂 5 号と 6 号の混合試料(質量比 5 号 : 6 号=1 : 1、平均粒径 $D_{50}=0.470$)、ケイ砂 6 号と 7 号の混合試料(質量比 6 号 : 7 号=1 : 1、平均粒径 $D_{50}=0.310$)、ケイ砂 5 号と 6 号と 7 号の混合試料(質量比 5 号 : 6 号 : 7 号=1 : 1 : 1、平均粒径 $D_{50}=0.237$)、豊浦砂の単体試料 (平均粒径 $D_{50}=0.219$)、豊浦砂とケイ砂 4 号と 5 号の混合試料(質量比 豊浦砂 : 4 号 : 5 号=1 : 1 : 1、平均粒径 $D_{50}=0.85$) である。昨年度¹⁾、一昨年度²⁾、一昨昨年度³⁾ も同様の手順で実験しているため、注入材濃度はこれまでの研究に準じた($W/C=400, 800$ %) ものとし、相対密度は昨年度の条件($D_r=40, 60$ %) に加えて 80% も実施した。

今年度実施した実験の条件を表-1 に、既往の研究も含めた試料の粒径加積曲線を図-2 に示す。

3. 実験結果と考察

図-3 に水セメント比 800%、図-4 水セメント比 400% の試料の平均粒径と一軸圧縮強さの相関関係を示した。一軸圧縮強さは各実験ケースの平均値 $q_{u,exp}$ とした。図中の近似曲線は累乗とした。図から、同じ試料では水セメント比が小さい条件で一軸圧縮強さは大きくなった。また、水セメント比 800% では相対密度に関係なくほぼ同程度の一軸圧縮強さであるが、水セメント比 400% では相対密度が大きくなると一軸圧縮強さが大きくなった。

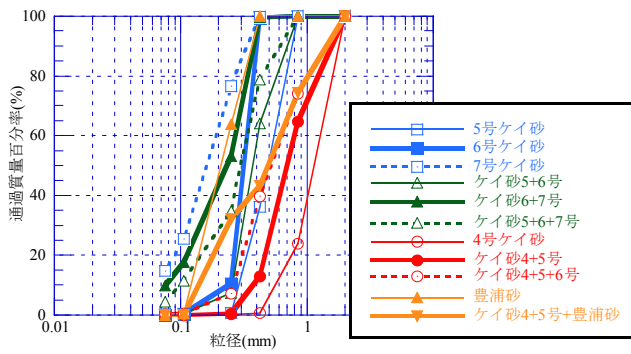


図-2 実験試料の粒径加積曲線

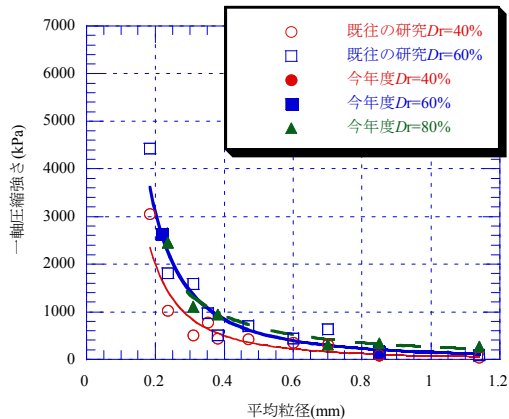


図-3 $W/C=800\%$ の平均粒径 D_{50} と一軸圧縮強さ q_u の関係

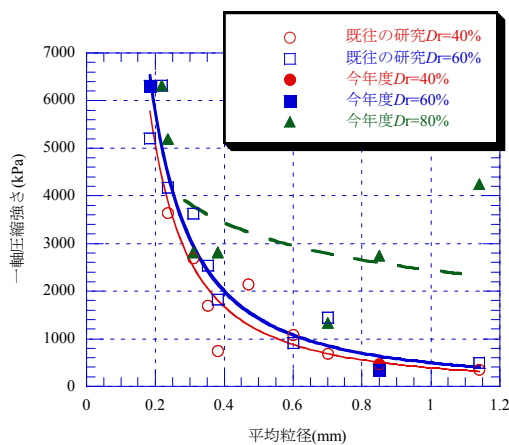


図-4 $W/C=400\%$ の平均粒径 D_{50} と一軸圧縮強さ q_u の関係

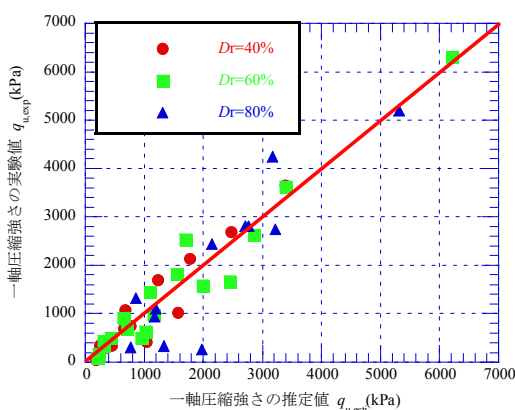


図-5 固形成分密度を用いた一軸圧縮強さの推定値 $q_{u,esti}$ と実験値 $q_{u,exp}$ の比較

次に試料の粒径と一軸圧縮強さの関係を考察する。

図-3 と図-4 の相関関係を用いることにより、地盤の相対密度、平均粒径、注入材の水セメント比が決まれば、一軸圧縮強さを推定することが可能である。そこで、図-3 と図-4 を用いて一軸圧縮強さの推定を試みる。

推定方法は、実施した実験の条件と実験の試料の平均粒径と図-3 および図-4 の近似曲線から一軸圧縮強さを推定する。

上記の方法で推定した一軸圧縮強さの推定値 $q_{u,esti}$ と平均一軸圧縮強さである実験値 $q_{u,exp}$ の関係を図-5 に示す。

この図をみるとほぼ 1 : 1 の直線上に点がプロットされている。この方法により近似曲線を求めたデータはある程度の精度で再現できることが確認できた。

4. まとめ

本研究から、平均粒径と一軸圧縮強さの相関性を示した近似曲線から推定した一軸圧縮強さは元データを再現できることがわかった。

本研究で求めた平均粒径と注入材の濃度の関係を用いることにより、対象とする地盤の注入後の一軸圧縮強さを推定できる可能性がある。今後は実地盤における検証を行ってきたい。

参考文献

- 1) 櫻井康詞・遠藤公・高橋弘樹・山口晶・岡田和成・青由起雄：極超微粒子セメントで浸透注入された様々な粒度分布を持つ試料の一軸圧縮強さ、土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集、Ⅲ-2、2018。
- 2) 村林豊・佐藤裕哉・山口晶・岡田和成・青由起雄：極超微粒子セメントで浸透注入された地盤の平均粒径が一軸圧縮強さに与える影響、土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集、Ⅲ-7、2017。
- 3) 大内猛幹・成田佳樹・高坂祐介・山口晶・岡田和成・青由起雄：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、土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集、Ⅲ-13、2016。