

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

東北学院大学
東北学院大学
日鉄住金セメント(株)
日本基礎技術

非会員
正会員
正会員
正会員

○櫻井康詞、遠藤公、高橋弘樹
山口晶
青由起雄
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灰色の注入材が約 300 ml 流出したら注入を終了した。供試体は 14 日間 25 ℃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 号の試料（平均粒径 $D_{50}=1.141\text{ mm}$ ）、ケイ砂 4 号と 5 号の混合試料（以降試料 A、質量比 4 号：5 号=1：1、 $D_{50}=0.7\text{ mm}$ ）、ケイ砂 4 号と 5 号と 6 号の混合試料(以降試料 B、質量比 4 号：5 号：6 号=1：1：1、平均粒径 $D_{50}=0.470\text{ mm}$)である。相対密度 D_r は 40% と 60% で行った。試料の粒径加積曲線を図-2 に示す。なお、同様の手順で昨年度、一昨年度も実験しており、昨年度¹⁾、一昨年度²⁾の実験もデータに含めた。

今年度実施した実験の条件を表-1 に示す。水セメント比（ W/C ）は、400%、800% とした。

3. 実験結果と考察

以下の実験結果において、供試体が固結せず、整形で

きなかったものはグラフ上のプロットも平均値の計算にも入れていない。

図-3 に $W/C=400\%$ の注入孔からの位置と一軸圧縮強さの関係を示す。なお、4-40-400 の実験の注入孔の位置から 6cm の一軸圧縮強さは 16000kPa 程度と他と大きく離れた結果となったので、グラフには載せていない。また表-1 中の平均値の計算にも考慮していない。同じ試料では、相対密度が大きい条件の方が一軸圧縮強さは大きい結果となった。

図-4 に $W/C=800\%$ の注入孔からの位置と一軸圧縮強さの関係を示す。図-3 と同様に、同じ試料では相対密



図-1 一次元浸透試験機

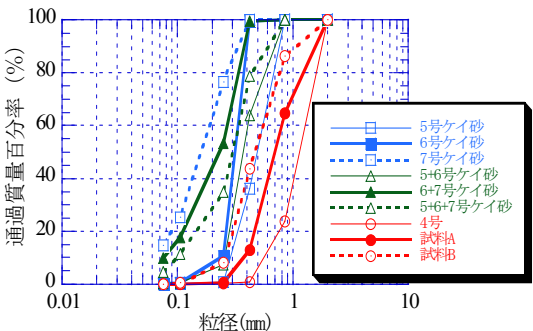


図-2 試料の粒径加積曲線

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)
4-40-400	ケイ砂 4 号	40	400	345	306
4-60-400		60	400	491	500
4-40-800		40	800	39	56
4-60-800		60	800	86	300
A-40-400	試料 A (4+5 号)	40	400	685	639
A-60-400		60	400	1447	917
A-40-800		40	800	304	167
A-60-800		60	800	634	533
B-40-400	試料 B (4+5+6 号)	40	400	2137	1222
B-60-400		60	400	実験値なし	1533
B-40-800		40	800	417	333
B-60-800		60	800	696	850

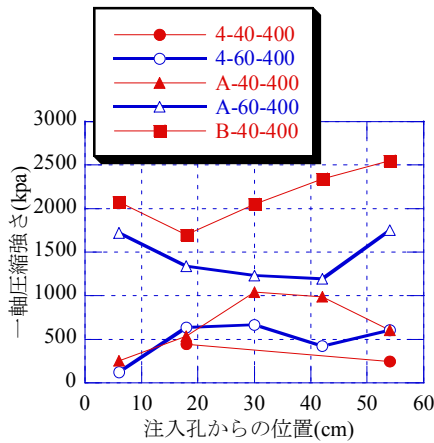


図-3 水セメント比 400%の注入孔の位置と一軸圧縮強さ

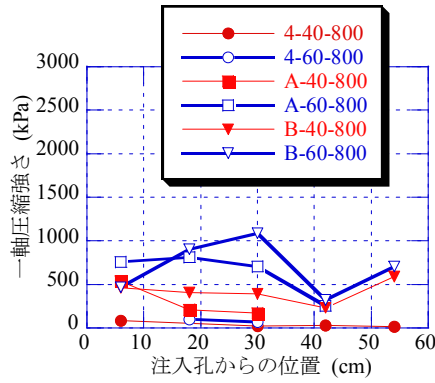


図-4 水セメント比 800%の注入孔の位置と一軸圧縮強さ

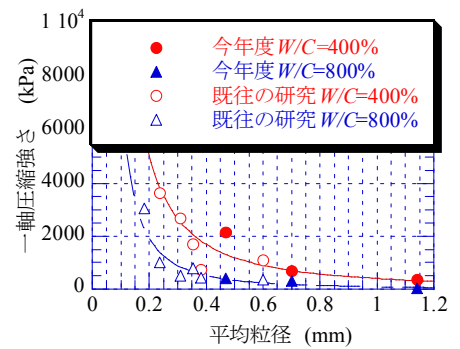


図-5 平均粒径と一軸圧縮強さ ($D_r=40\%$)

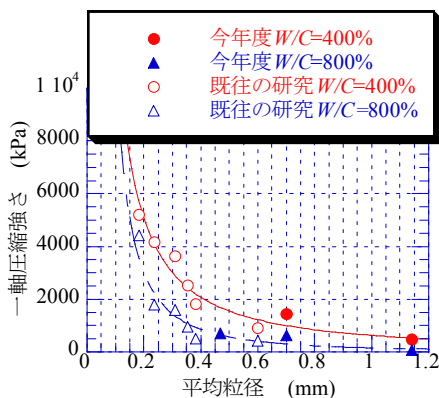


図-6 平均粒径と一軸圧縮強さ ($D_r=60\%$)

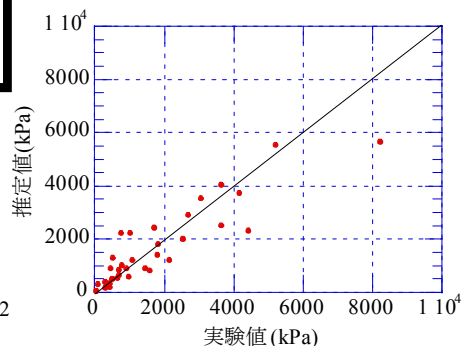


図-7 一軸圧縮強さの実験値と推定値の比較

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-5および図-6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と平均一軸圧縮強さである実験値の関係を図-7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が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いききたい。

参考文献

- 1) 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。
- 2) 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。

度が大きい条件で一軸圧縮強さが大きくなった。また、水セメント比 400%の実験条件より一軸圧縮強さが全体的に小さくなっている。

次に試料の粒径と一軸圧縮強さの関係を考察する。

図-5に相対密度 40%、図-6に相対密度 60%の試料の平均粒径 D_{50} と平均一軸圧縮強さの関係を示す。ここでいう平均一軸圧縮強さとはそれぞれの実験条件で実施した一軸圧縮強さの平均値（例えば、A-40-400の5つの供試体の一軸圧縮強さの平均）である。なお、図中には既往の研究のデータ^{1),2)}も含めている。図より平均粒径が大きくなると一軸圧縮強さが小さくなり、累乗の近似曲線で近似できた。

図-5と図-6は、相対密度、試料の平均粒径、注入材の水セメント比、一軸圧縮強さの相関関係を表している。こ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定めれば、一軸圧縮強さを推定することが可能となる。そこで、図-5と図-6を用いて一軸圧縮強さの推定を試みる。