

小型シャーレと硬度計を用いた 高炉スラグ微粉末混合砂固化処理土の簡易固化実験方法の開発

○福岡大学 学生会員 巻幡 龍尚
福岡大学 正会員 村上 哲・西 智美
福岡大学 学生会員 村上 晴菜

1. はじめに

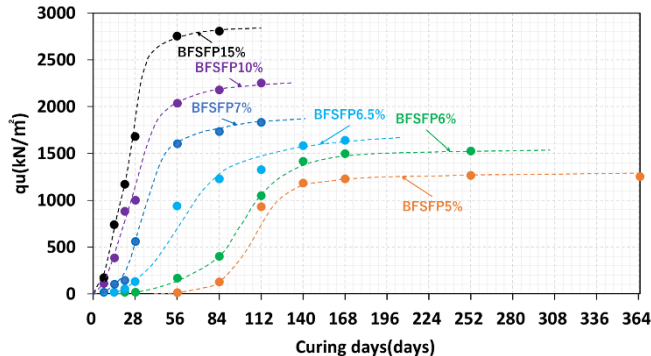


図-1 高炉スラグ微粉末混合砂固化処理土における養生日数とqu(一軸圧縮強度)の関係²⁾

2016年熊本地震など地盤の液状化による宅地被害が生じている。その対策の1つとして高炉スラグ微粉末(BFSFP)による固化(高炉スラグ微粉末混合砂固化処理土)が液状化対策として期待されている¹⁾。高炉スラグ微粉末は、銑鉄の製造過程で発生する産業副産物で、アルカリの刺激を受け水和反応による潜在水硬性を持つ。また、セメント固化と違い二酸化炭素の排出および六価クロムが溶出しないので環境負荷低減効果が期待できる。図-1は坂本による同固化処理土の一軸圧縮強度と養生日数の関係である²⁾。図-1より、高炉スラグ微粉末の混合率の増加により一軸圧縮試験は増加するとともに、最大値に達する養生日数も短縮されることが分かる。この図を用いることにより目標強度を有する供試体の混合率と養生日数を決定することができるが、多くの供試体と長い養生期間を必要とする。

そこで、試料を減らして条件毎に違いが分かる配合決定方法が確立できれば、そこから一軸圧縮試験を行うための事前情報を得ることができ、効率的に配合を決定できると考える。そこで、シャーレを用いて高炉スラグ微粉末混合砂の固化を行い、硬度計(写真-1)を

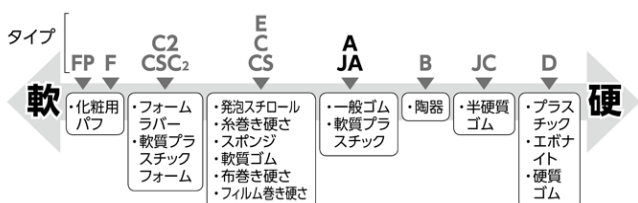


図-2 硬度計の一般的な用途³⁾

用いた固化の状況の把握が行えるか検討を行った。

硬度計の一般的な用途に関しては図-2に示す。本研究で用いた硬度計はAタイプ(ASTM D 2240 A, JIS K 6253 A, ISO 7619 A)とBタイプ(ASTM D 2240 B)である。

2. 供試体の作製方法

供試体の作製方法は以下の手順で行った。

1. 高炉スラグ微粉末(混合率 10%)と豊浦砂を混合させ、シャーレ(内径 50.30mm 高さ 13.00mm)の容積・質量を測る。
2. 養生液は水酸化カルシウム水溶液を用い、pH12以上でスポイトを使って少しずつ入れて養生させる。
3. 養生液を試料に浸し、養生液の入った容器の中に沈め養生させる。また「おもりあり」の供試体は、ろ紙・おもりの順に上から載せてから容器の中に沈めて養生させる。
4. 所定の期間経過後供試体を取り出し、硬度計で測定する(測定箇所は図-3参照)。おもりありはろ紙を取ってから行う。



写真-1 硬度計 A タイプ(左)と B タイプ(右)

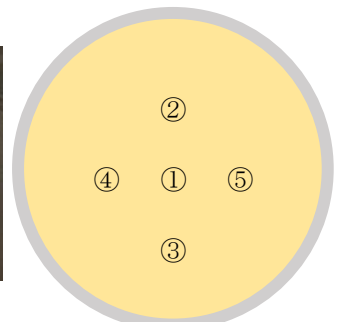


図-3 供試体の測定箇所

3. 研究結果

3-1. 養生液の入れ方について



写真-2 3ヶ所集中して養生液を注入した供試体(28日後)



写真-3 縁に沿って養生液を注入した供試体(28日後)

写真-2 は養生液を 3 ヶ所に集中して養生液を入れている(以下 Type-1)。28 日後に取り出した研究結果は表-1 の Type-1 に示し,そのときの供試体を写真-2 に示す。

表内の色がついた部分は養生液を注入した箇所を測定している。養生液の注入した部分は柔らかく,かつくぼんでいるためデータの差が大きくなっている。この様に供試体にばらつきが生じることから,写真-3 のように養生液をシャーレの縁を描くように入れた後に空気を抜くプロセスを加える方法(以下 Type-2)に切り替えた。その 28 日後の結果は表-1 の Type-2 に示している。このことによってばらつきを改善することが出来た。この結果を基に「3-2.おもりを/uploadさせた供試体の違い」では Type-2 の方法で研究を行う。

表-1 養生液の入れ方による硬度計の強度結果

	28日後Aタイプ(おもりなし)					
	Type-1			Type-2		
	S28A00-O1	S28A00-O2	S28A00-O3	S28A00-N1	S28A00-N2	S28A00-N3
①	80.4	82.8	89.6	85.1	83.1	86.0
②	55.4	80.8	69.3	88.8	82.0	84.0
③	62.5	80.1	86.6	84.1	80.0	87.0
④	83.8	59.2	67.9	86.6	80.0	89.3
⑤	78.4	63.6	93.0	87.2	78.5	84.0

3-2. おもりを/uploadさせた供試体の違い



写真-4 28 日後おもりなし

写真-5 28 日後おもりあり

一軸圧縮試験を行った際,モールドの下部が上部より変色が早く生じていた。供試体下部を再現するためにおもりを載せることで検討した。そのためにモールド上部をおもりなし(写真-4),モールド下部をおもりあり(写真-5)とした。写真-4,5 を比較すると,おもりを載せると供試体に色の変化が生じることが分かった。

次に,硬度計ではどのように示されるのかを確かめるために行う。ここでは直径 50mm 高さ 100mm の供試体の質量を再現するためにおもり 8 枚分の質量の条件で実験を行った。硬度計別に想定したデータをグラフ化していく。A タイプの硬度計は図-4,B タイプの硬度計は図-5 に示す。

おもりなしは実線,おもりありは破線で予測をしている。ただ,図-1 と比較すると一軸圧縮強度とは直接的な関係性は分からないが,硬度計における硬度の結果は一軸圧縮試験における一軸圧縮強さが早く出ることが予想される。このことから,本手法は短い養生

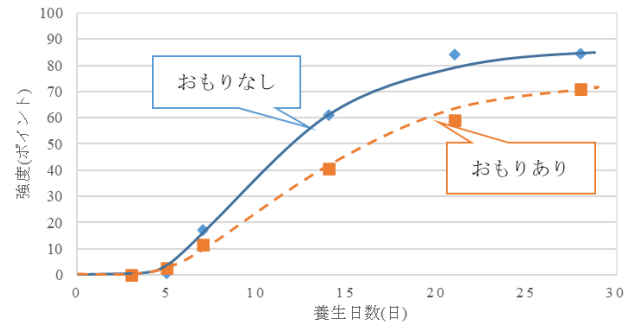


図-4 Aタイプでの測定結果

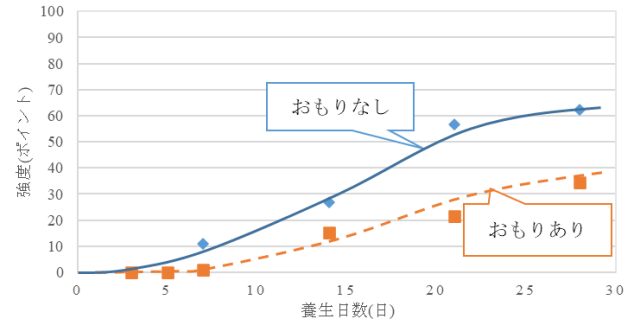


図-5 Bタイプでの測定結果

期間で硬度の測定結果が出る可能性があることが分かった。

4. まとめ

本研究で,得られた知見は以下の通りである。

- (1)シャーレの縁付近に集中して注入してから少し空気を抜くプロセスを加える方法に変えたことで供試体のばらつきを改善することができた。
- (2)おもりを/荷した場合,表面にモールド下部のような変色を起こす。
- (3)短い養生期間で硬度の測定結果を出すことが期待できる。

【謝辞】

本研究を進めるに当たり,日鉄高炉セメント株式会社より高炉スラグ微粉末を提供していただいた。記をして謝意を表します。

参考文献

- 1)鶴うらら, 村上哲, 西智美:養生液の初期 pH の違いによる高炉スラグ微粉末混合砂の強度・変形特性に関する研究, 土木学会西部支部研究発表会, pp.319-320,2022.3.
- 2)坂本龍太郎, 村上哲, 西智美, 樋原 弘貴, 熊谷寛太, 堂免護:養生日数・混合率が異なる高炉スラグ微粉末混合砂の強度・変異特性, 土木学会西部支部研究発表会, pp.485-486, 2021.3
- 3)現場を支えるネットストアモノタロウ 硬度計の用途と選定ポイント,入手先:

https://www.monotaro.com/note/cocomite/144_1/

(参照日 2022 年 11 月 24 日)