

# 水和反応に着目した乾燥スラッジ微粉末の強度発現性に関する検討

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○水野 博貴  
元芝浦工業大学 吉成 健吾  
三和石産(株) 正会員 大川 憲  
芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳氏

## 1. 背景・目的

近年，生コンクリート業界において戻りコンクリート(以下，戻りコンと称す)や残りコンクリート(以下，残コンと称す)の処理が問題として挙げられている．戻りコンや残コンを洗浄処理することによって分別される回収骨材や上澄み水は JIS 規格により，再利用が認められている．しかし，スラッジ水をろ過，脱水処理した際に残るスラッジケーキの多くは産業廃棄物として処理されている．そこで，スラッジケーキの有効利用法としてスラッジケーキを破碎・乾燥処理することによって得られる乾燥スラッジ微粉末(以下 DSP と称す)をコンクリート用混和材料や地盤改良材として活用していく研究<sup>1)</sup>が行われている．

DSP は生コンクリートの練り混ぜから破碎・乾燥処理を行うまでの時間によって比表面積が異なることが報告されている．これは破碎・乾燥処理までの時間によって水和の進行度合いが異なるためである．既往の研究<sup>2)</sup>より DSP の比表面積が圧縮強度との相関性があることが報告されているが，DSP の比表面積及び圧縮強度を水和反応の観点から研究している事例は少ない．そこで本研究では比表面積の異なる DSP を使用し，DSP の製造までの水和の進行が DSP の品質に与える影響を確認することとした．

## 2. 実験概要

### 2.1 使用材料

本研究で使用した DSP を表-1 に示す．比表面積が異なることによる圧縮強度と水和の進行度合いを評価するため 6 種類の DSP を使用した．また，比表面積が 5430(cm<sup>2</sup>/g)の DSP は処理工程において遅延剤を混入している．

表-1 使用材料

| 項目                       | DSP  |      |      |      |      |       |
|--------------------------|------|------|------|------|------|-------|
|                          | ①    | ②    | ③    | ④    | ⑤    | ⑥     |
| 比表面積(cm <sup>2</sup> /g) | 5430 | 6030 | 6070 | 7410 | 8920 | 10590 |
| 密度(g/cm <sup>3</sup> )   | 2.98 | 2.91 | 2.74 | 2.81 | 2.58 | 2.46  |
| 処理時間(時間)                 | 5    | 2.5  | 4    | 8    | 12   | 24    |

### 2.2 圧縮強度試験

W/B=50%，40×40×160mm のモルタルを作製し，脱型後，恒温恒湿室(温度 20℃，湿度 60%)にて静置し，封緘養生を 7，28 日行った後 JIS R 5201 に準拠し圧縮強度試験を実施した．

### 2.3 水和発熱

水結合材比 55%とし，DSP と水の質量が 4g となるよう電子天秤で計量し，注水後 30 秒間練り混ぜをした．その後，コンダクションカロリメーターを用い，一定温度(20℃)で注水後から 48 時間まで水和発熱を計測した．また，DSP との比較として普通ポルトランドセメント(OPC)の水和反応熱の計測も実施した．

### 2.4 強熱減量試験

比表面積が異なる DSP を重さが 1g になるよう電子天秤で計量した．その後，試料を耐熱性のるつぼに移し，1000℃の電気炉で 15 分間加熱し，加熱後の質量を計量し，式[1]より強熱減量(ig.loss)を算出した．

$$\text{ig.loss} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad [1]$$

ig.loss(%):強熱減量

$m_1$ :加熱前の試料(g)  $m_2$ :加熱後の試料(g)

## 3. 実験結果・考察

### 3.1 圧縮強度試験

図-1 に各比表面積における DSP の圧縮強度を示す．比表面積が高くなるに従い圧縮強度が小さくなる

キーワード 戻りコンクリート 残りコンクリート リサイクル 水和反応 圧縮強度 強熱減量

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 TEL:03-5859-8356 Email:me17099@shibaura-it.ac.jp

結果となった。これは水和の進行が進むことによって未水和部分が減少したことによるものと推察できる。しかし、比表面積が 6070 の DSP においては同程度の比表面積である 6030 の圧縮強度の 28%低下している結果となった。

### 3.2 水和発熱

各種 DSP 及び OPC における水和反応熱の結果を図-2に示す。OPC に着目すると、12 時間にピークを迎えていることが確認できる。また、DSP においては比表面積が大きい 8920 や 10590 は発熱速度がほぼ上らず、比表面積が小さい 5430 や 6030 は水和反応の確認ができた。

### 3.3 積算発熱速度・圧縮強度

3.2 の結果より OPC が 12 時間をピークに反応が減水していることから、DSP の処理時間に着目した。接水後 12 時間経過時点から計測終了までの発熱速度を積算し、圧縮強度との関係を図-3 に示す。各材齢ともに積算発熱速度が増加するに従い圧縮強度の増加を確認することができた。また、3.1 の結果より比表面積と圧縮強度の相関が得られなかった 6070 においても積算発熱速度との相関を得ることができた。

### 3.4 強熱減量

ig.loss と圧縮強度の関係を図-4 に示す。ig.loss が増加するに従い圧縮強度の減少を確認することができた。また、比表面積が 6070 の DSP においても ig.loss と圧縮強度との相関性を確認することができた。

## 4.まとめ

本研究で得られた結果を以下に示す。

- (1) DSP の水和発熱速度は比表面積が大きくなるに従い小さくなった。また比表面積が小さい DSP は水和発熱速度が大きくなった。これは DSP の製造時間が異なることによる水和の進行度合いが異なるためだと推察できる。
- (2) 接水後 12 時間以降の積算発熱速度は圧縮強度と相関があり、積算発熱速度が大きい値ほど圧縮強度が高くなった。この結果より、DSP の製造までの時間が 12 時間を超えると水和反応が期待できないことが考えられる。
- (3) DSP の強熱減量は圧縮強度と相関があり、この結果より DSP を製造するまでの水和が DSP の強度に影響を及ぼすことが考えられる。

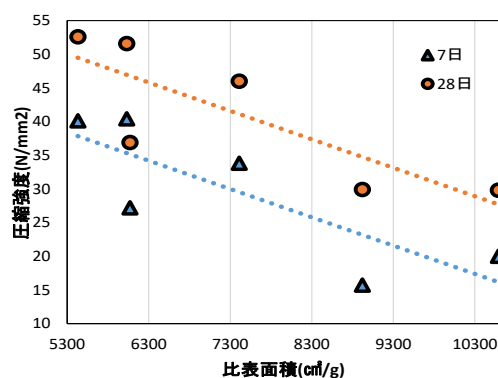


図-1 各比表面積における圧縮強度

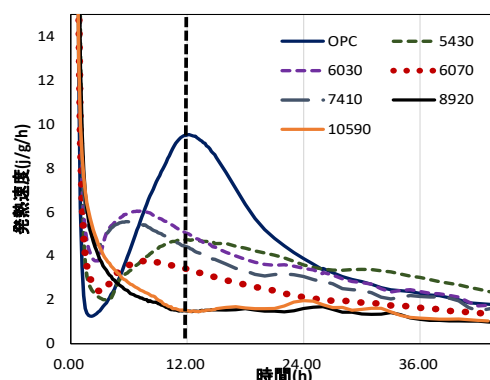


図-2 各比表面積における水和発熱速度

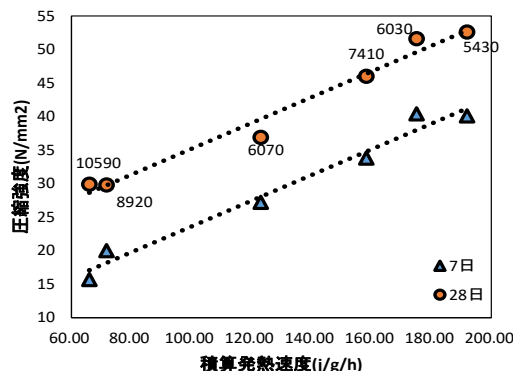


図-3 積算発熱速度と圧縮強度

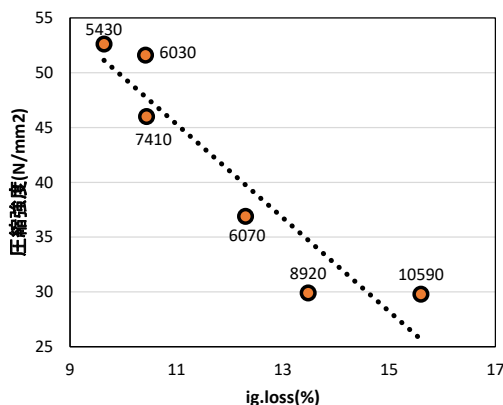


図-4 ig.loss と圧縮強度

参考文献：