

乾燥スラッジ微粉末の粉砕による品質向上に関する研究

三和石産(株) 正会員 ○大川憲 宮本勇馬 青木真一
鹿島建設(株) 非会員 閑田徹志 百瀬晴基 石関浩輔
東海大学工学部土木工学科 正会員 笠井哲郎

1. 目的

レディーミクストコンクリート業界における戻りコンクリート（以下、戻りコンと称す）は廃棄物削減や有効利用が必要不可欠である。著者らは、これまでに戻りコンから製造した乾燥スラッジ微粉末（以下、DSPと称す）の諸特性や有効利用に関する検討を行い¹⁾、DSPには水和生成物などの凝集したもの（以下、凝集物と称す）が含まれており、これがフレッシュ性状に大きく影響しているものと考え、過去にも粉砕した DSP について報告した²⁾。そこで本研究では、DSP の粉砕による品質向上について再度明らかにすることを目的とし、粉砕した複数の DSP の基礎物性とそれらを用いたモルタルのフレッシュ性状および強度発現性について検討した。

2. 実験概要

2.1 粉砕方法の概要

粉砕はジェットミル(STJ-200 型)を用いた。ジェットミルは風力により投入された粒子同士を衝突させて粉砕するもので、粉砕効率は粉体投入量の影響を受ける。本実験では、投入速度を 80kg/hr として行った。

2.2 DSP の概要

DSP の製造工程を図-1 に示す。図より DSP は戻りコンから骨材を分級し、残ったスラッジ水を脱水後、破碎攪拌翼付きスラッジ乾燥機（乾燥温度 120～130℃）を用いて含水率が 1～2%程度となるまで破碎乾燥処理して製造したものである。代表的な DSP の密度、比表面積および強熱減量は 2.30～2.90g/cm³、5000～12000cm²/g、8～18%であり、強度発現性は OPC の 40～60%を発揮する¹⁾。

2.3 使用材料および試験方法

使用材料を表-1 に示す。DSP は異なる比表面積のものを 10 種類用いて行った。なお、表の DSP の密度および比表面積の値は、粉砕前の値を示す。

粉砕前後の DSP について、密度(JIS R 5201 に準拠)、強熱減量(JIS R 5202 に準拠)および比表面積(JIS R 5201 に準拠)試験を実施した。また、これらの DSP を用いたモルタルによるフレッシュ性状および強度発現性についての各種試験を行った。モルタルはホバート型モルタルミキサーを用いて練り混ぜを行った。フレッシュ試験では、モルタルフロー(目標値 170±30mm)、空気量(目標値 6.5±2.0%)とし、目標値となるように混和剤の添加量を調整した。圧縮強度試験ではモルタル供試体(4×4×16cm)を作製し、その圧縮強度から DSP の強度発現性を評価した。モルタルの配合条件は水結合材比(W/DSP)=50%、細骨材結合材比(S/DSP)=3.0 とし、細骨材はセメント協会標準砂を用いた。供試体は標準養生(20±2℃水中)に供し、材齢

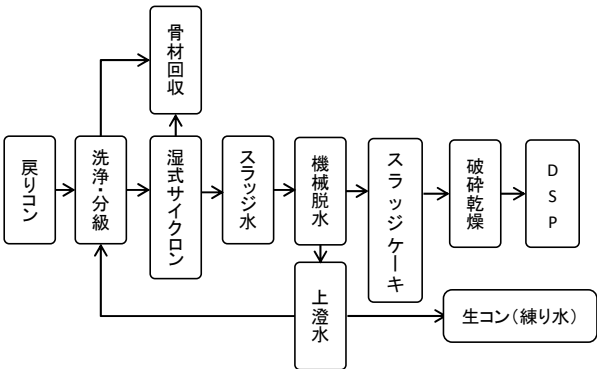


図-1 DSP の製造工程

表-1 使用材料

項目	名称	記号	密度 g/cm ³	比表面積 cm ² /g
結合材	乾燥スラッジ微粉末①	DSP①	2.71	7270
	乾燥スラッジ微粉末②	DSP②	2.65	7190
	乾燥スラッジ微粉末③	DSP③	2.74	6880
	乾燥スラッジ微粉末④	DSP④	2.69	6400
	乾燥スラッジ微粉末⑤	DSP⑤	2.69	7000
	乾燥スラッジ微粉末⑥	DSP⑥	2.64	7410
	乾燥スラッジ微粉末⑦	DSP⑦	2.87	6070
	乾燥スラッジ微粉末⑧	DSP⑧	2.70	6810
	乾燥スラッジ微粉末⑨	DSP⑨	2.93	6080
	乾燥スラッジ微粉末⑩	DSP⑩	2.80	6790
細骨材	セメント協会標準砂	S	2.64	-
混和剤	高性能AE減水剤	SP	1.06	-

キーワード 戻りコンクリート、乾燥スラッジ微粉末、粉砕、ジェットミル、圧縮強度、粒度分布

連絡先 〒252-0823 神奈川県藤沢市菖蒲沢 710 番地 三和石産(株)テストング事業部 TEL 0466-48-5515

7, 28 日で圧縮強度試験を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 DSP の物性試験

粉砕前後の DSP の物性試験結果一覧表を表-2 に示す。表より、粉砕前後で密度、強熱減量は同程度であり、比表面積は 2260~3520cm²/g 大きくなった。

3.2 フレッシュ性状

粉砕前後の DSP を用いたモルタルの SP 添加率を図-2 に示す。図より、粉砕した DSP を用いたモルタルの SP 添加率は全てのもので小さくなった。

粉砕前の DSP 比表面積と(粉砕前-粉砕後)の DSP を用いたモルタルの SP 添加率の差の関係を図-3 に示す。図より粉砕前後で SP 添加率は 0.5~1.1% 小さくなった。

これは、粉砕前の DSP に含まれている凝集物が粉砕されることにより、SP 添加率が小さくなったと考えられる。しかし、文献 2) から DSP は水和反応の進行に伴い、比表面積が大きくなるほど、凝集物の割合が大きくなると考えられるが、図-3 の粉砕前の DSP 比表面積と粉砕前後の DSP を用いたモルタルの SP 添加率の差と比表面積との相関性は見られなかった。

3.3 強度発現性

粉砕前後の DSP を用いたモルタルの圧縮強度試験結果(材齢 28 日)を図-4 に示す。図より、粉砕した全ての DSP で 0.7~5.2N/mm² 強度が大きくなった。これは、DSP に含まれている凝集物が粉砕されることにより、その中に含まれている未水和セメント分の反応特性の変化が影響したものと考えられる。

4. まとめ

本研究の範囲において、下記の結論を得た。

- (1) 粉砕した DSP を用いたモルタルの SP 添加率は、粉砕前のものに比べ、0.5~1.1% 小さくなった。
- (2) 粉砕した DSP を用いたモルタルの圧縮強度は、粉砕前のものに比べ、0.7~5.2N/mm² 大きくなった。

謝辞: 本研究は、環境研究総合推進費(平成 27-29 年度 3J153001)「スラッジ再生セメントと産業副産物混和材を併用したクリンカーフリーコンクリートによる鉄筋コンクリート部材の開発研究」の一環として実施した。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 大川憲ほか：乾燥スラッジ微粉末と産業副産物混和材を併用したクリンカーフリーコンクリートに関する実験研究，日本建築学会構造系論文集，Vol.80，No.710，pp.539-549，2015.4
- 2) 大川憲ほか：乾燥スラッジ微粉末の分級・粉砕による品質向上に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.38，No.1，pp.1467-1472，2016.7

表-2 粉砕前後の DSP 物性試験結果一覧表

記号	粉砕前			粉砕後		
	密度	比表面積	強熱減量	密度	比表面積	強熱減量
	g/cm ³	cm ² /g	%	g/cm ³	cm ² /g	%
DSP①	2.71	7270	12.30	2.71	10790	12.57
DSP②	2.65	7190	13.22	2.67	10680	13.55
DSP③	2.74	6880	12.35	2.74	9860	12.70
DSP④	2.69	6400	11.44	2.70	9830	11.67
DSP⑤	2.69	7000	12.07	2.67	10020	12.43
DSP⑥	2.64	7410	13.83	2.65	10300	14.47
DSP⑦	2.87	6070	10.10	2.81	8630	10.63
DSP⑧	2.70	6810	12.13	2.70	9070	12.56
DSP⑨	2.93	6080	9.39	2.93	8620	9.87
DSP⑩	2.80	6790	12.03	2.80	9270	12.26

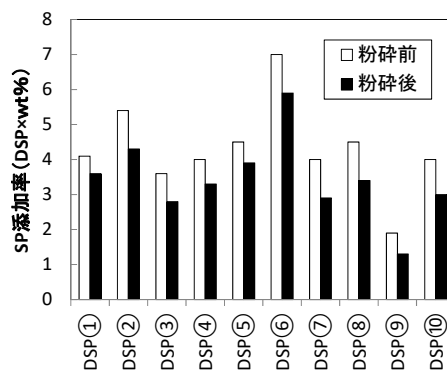


図-2 モルタルの SP 添加率

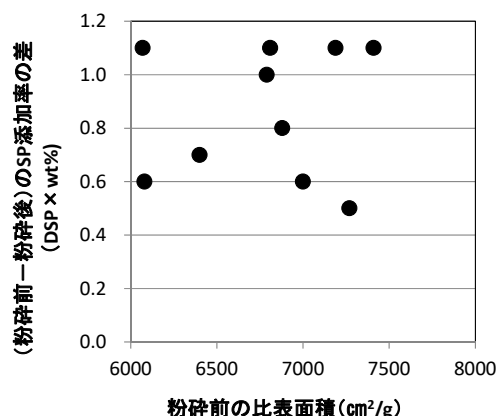


図-3 粉砕前後の比表面積と SP 添加率

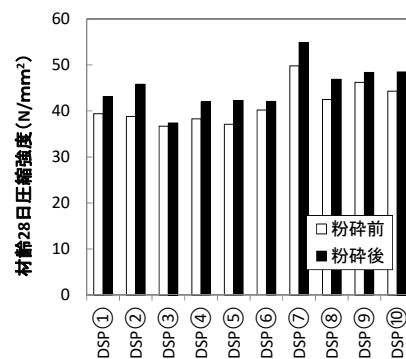


図-4 粉砕前後のモルタル圧縮強度