

乾燥スラッジ微粉末と副産物混和材を結合材としたモルタルの諸物性

東海大学 学生会員 ○陳 良愷
 正会員 笠井 哲郎
 三和石産(株) 正会員 大川 憲
 鹿島建設(株) 閑田 徹志 百瀬 晴基

1. はじめに

現在、建設産業に関わる主要な建設副産物である生コンクリート工場で発生する戻りコンクリート（以下、戻りコンと称す）は国土交通省の調査によると、平成 17 年時点で生コン出荷量の約 1.6%と報告され、再利用が殆ど進んでいないのが現状である。本研究は、戻りコン等の再利用対策と、CO₂ 排出量の削減を目的とし、コンクリート施工時に生ずる戻りコンや生コンプラントおよびアジテータ車の洗浄時に発生する生コンスラッジを脱水後、乾燥粉碎処理した微粉末（以下、DSP と称す）と副産物混和材（高炉スラグ微粉末、フライアッシュ）を併用し主たる結合材とした環境負荷低減型コンクリートを開発するため、モルタルのフレッシュ及び硬化性状について検討した。

2. 実験概要

表-1 使用材料

2.1 使用材料および配合

使用材料とモルタルの配合を、表-1、表-2 に示す。結合材は、普通ポルトランドセメント（以下、N と称す）、高炉スラグ微粉末 4000（以下、BFS と称す）、フライアッシュ II 種（以下、FA と称す）を使用し、DSP は比表面積 6070cm²/g（以下、DSP-L と称す）のものおよび比表面積 11260cm²/g（以下、DSP-H と称す）の 2 種類を使用した。モルタルの配合は、W/B = 30, 40, 50%とし、比較対象の N の場合のみ 60%についても実施した。DSP 添加率は、B×30%と 60%の 2 水準とした。

項目	記号	材料名	密度	比表面積
			g/cm ³	cm ² /g
結合材	N	普通ポルトランドセメント	3.16	3310
	DSP-L	低フレーション乾燥スラッジ微粉末	2.82	6070
	DSP-H	高フレーション乾燥スラッジ微粉末	2.45	11260
	BFS	高炉スラグ微粉末4000	2.91	4310
	FA	フライアッシュ II 種	2.31	3880
細骨材	S1	大船産産石灰砕砂	2.67	-
	S2	富津産山砂	2.58	-
混和剤	SP	ポリカルボン酸系高性能減水剤	-	-
	AE	AE剤	-	-
	DF	空気量調整剤(消泡剤)	-	-

表-2 モルタル配合一覧表

No	記号	W/B (%)	DSP 添加率	単位量(kg)								混和剤(B×%)		
				水	結合材(B)				細骨材		SP	AE	DF	
					W	N	BFS	FA	DSP-L	DSP-H				S1
1	30-BFS40-DSP-L60	30	B×60%	255	-	340	-	510	-	581	476	1.60%	-	0.40%
2	30-BFS40-DSP-H60		B×60%	255	-	340	-	-	510	542	444	4.70%	-	0.30%
3	30-BFS70-DSP-L30		B×30%	255	-	595	-	255	-	587	481	0.65%	-	0.20%
4	30-FA40-DSP-L60		B×60%	255	-	-	340	510	-	538	440	1.50%	0.15%	-
5	30-N100		-	255	850	-	-	-	-	623	510	0.45%	0.05%	-
6	40-BFS40-DSP-L60	40	B×60%	240	-	240	-	360	-	730	598	1.40%	-	0.20%
7	40-BFS40-DSP-H60		B×60%	240	-	240	-	-	360	703	575	3.40%	-	0.15%
8	40-BFS70-DSP-L30		B×30%	240	-	420	-	180	-	733	600	0.55%	-	0.15%
9	40-FA40-DSP-L60		B×60%	240	-	-	240	360	-	699	572	1.25%	0.05%	0.15%
10	40-N100		-	240	600	-	-	-	-	759	621	0.30%	0.03%	-
11	50-BFS40-DSP-L60	50	B×60%	225	-	180	-	270	-	827	677	0.95%	-	0.25%
12	50-BFS40-DSP-H60		B×60%	225	-	180	-	-	270	807	660	3.20%	-	0.75%
13	50-BFS70-DSP-L30		B×30%	225	-	315	-	135	-	830	679	0.50%	-	0.75%
14	50-FA40-DSP-L60		B×60%	225	-	-	180	270	-	804	658	1.15%	0.10%	0.75%
15	50-N100		-	225	450	-	-	-	-	850	696	0.25%	0.20%	0.75%
16	60-N100	60	-	225	375	-	-	-	884	723	0.30%	0.05%	0.75%	

2.2 モルタルのフレッシュおよび硬化性状

モルタルのフレッシュ性状に関する試験として、モルタルフロー試験 (JIS R 5201) および空気量試験 (JIS R 1128) をそれぞれ練混ぜ直後で実施した。硬化性状に関する試験は、圧縮強度試験 (JIS A 1108), 促進中性化試験 (JIS A 1153 準拠) および自由収縮試験を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 フレッシュ性状

図-1 は練混ぜ直後のフロー値が 150±30mm となるように SP 添加量を調整した場合における、各配合の SP 添加量と練混ぜ時間の関係を示したものである。図より、DSP-H を使用した配合は SP 添加量が大きくなり、練混ぜ時間が長くなった。また DSP 添加率を大きくすると、SP 添加量が大きくなり、DSP 添加率が同等の場合、BFS と FA キーワード 戻りコンクリート, スラッジ微粉末, 高炉スラグ微粉末, フライアッシュ, 圧縮強度

で SP 添加量は同程度であったが、N に比べ添加量が大きくなった。空気量は、AE 剤の添加量を 0.00~0.20 (B×%) の範囲とし全ての配合で同程度となり、配合による特性は見られなかった。

3.2 硬化性状

図-2 はモルタルの圧縮強度試験結果である。DSP を用いた配合は初期材齢で、N を用いたものに比べ強度が小さいが、長期材齢ではほぼ同程度の強度となった。BFS と FA を用いた配合を比較すると、DSP 添加率が同等の場合、水結合材比によらず BFS を用いた配合は強度が大きくなった。また DSP 添加率を大きくすると、強度が大きくなり、DSP の種類の影響では、DSP-L を用いた配合の強度が大きくなった。

図-3 はモルタルの促進中性化試験結果である。BFS と FA を用いた配合で比較すると、FA を用いた配合の中性化深さが大きくなった。更に、DSP 添加率が小さいほど、中性化深さが大きくなり、DSP の種類は DSP-H を用いた配合は中性化深さが大きくなった。これらは、N の配合では材齢が経過するに伴い生成する Ca(OH)₂ の量が増加するが、BFS や FA では、材齢の経過に伴い Ca(OH)₂ の量がポゾラン反応等により消費したことで圧縮強度が小さいことにより、緻密な硬化体組織が形成されていないことから、二酸化炭素が拡散しやすくなることが影響したものと考えられる。なお、30-BFS40-DSP60 のように N を用いた場合と遜色ない結果となっているものあり、DSP 混合割合と W/B を変えることで、同程度の中性化抵抗性を付与できることが示唆された。

図-4 は W/B=40% の自由収縮試験結果である。図より、N の配合は収縮量が最も小さくなった。また、BFS と FA を用いた配合を比較すると、DSP 添加率が同一の場合 FA を用いた配合の収縮量が大きくなった。また DSP の種類の影響は、DSP-L を用いた場合は収縮量が小さくなり、DSP 添加率が小さくなると収縮量が大きくなった。これらは各コンクリートの圧縮強度および結合材容積の差による影響と考えられ、今後更なる検討が必要である。

4. まとめ

DSP と混和材を結合材としたモルタルの諸物性は、N を用いたものと比べ、同様のフレッシュ性状を得る SP 添加量が多くなり、長期材齢では同程度の強度が得られ、中性化深さは強度レベルが同じ場合、同程度の中性化抵抗性を付与できる可能性が見出され、収縮量は大きくなることわかった。

謝辞：本研究は、平成 24-26 年度環境研究総合推進費課題 K123015 「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, 川名正嗣, 笠井哲郎: 戻りコンクリートから回収したスラッジ微粉末と骨材の諸特性に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.34, No1, pp.1564-1569, 2012.7

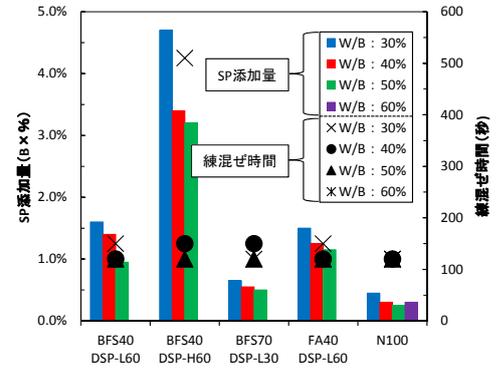


図-1 各配合の SP 添加量と練混ぜ時間

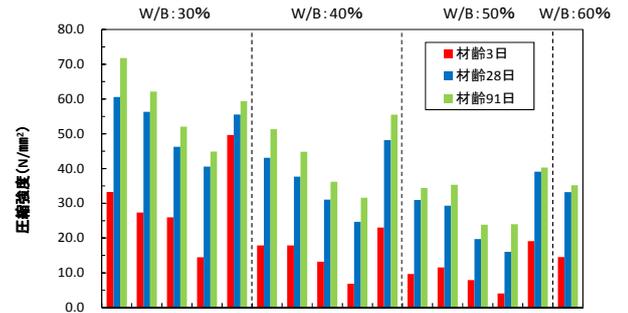


図-2 圧縮強度試験結果

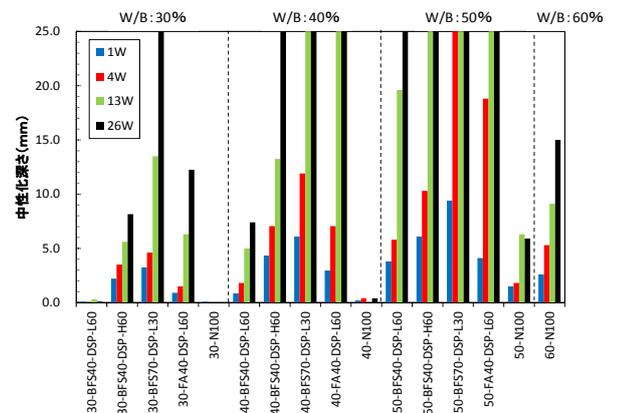


図-3 促進中性化試験結果

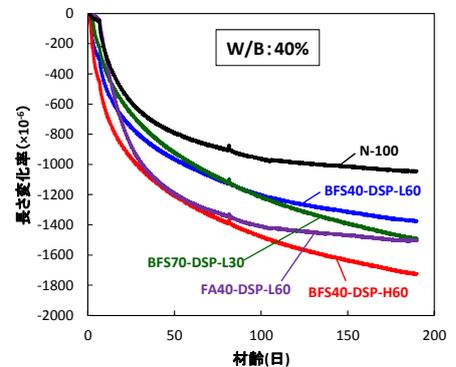


図-4 自由収縮試験結果