

コンクリートスラッジを有効利用した再生混和材に関する研究 (その3: メタけい酸ナトリウムによる再生混和材の活性度の改善効果に関する検討)

準会員 ○ 後藤 紘希*1 準会員 澤田 陽*4
同 遠藤 史崇*2 正会員 犬飼 利嗣*5
正会員 片桐 彰吾*3

スラッジ フライアッシュ 混和材
メタけい酸ナトリウム アルカリ 活性度

1. はじめに

筆者らは、コンクリートスラッジ(以下、単にスラッジという)を実用的に有効利用する試みの一つとして、模擬乾燥スラッジ粉(以下、DSPという)と微粉砕したフライアッシュ(以下、F7という)を原材料とし、添加剤にNaOHを用いた再生混和材について検討してきた。その結果、再生混和材はセメントの代替材には至らないが、結合材の一つになり得ることを報告している¹⁾。一方、スラッジやフライアッシュをセメントの代替材とする技術として、最近では、非晶質の重縮合体を得るジオポリマーに関する研究²⁾が注目されている。そこでジオポリマーのアルミナシリカ粉末(活性フィラー)とアルカリシリカ溶液の反応³⁾に着目し、メタけい酸ナトリウム(以下、NSという)を添加剤とした再生混和材の活性度の改善効果に関する予備的な実験を試みた。しかし、図-1に示すように、NSの濃度が0.2~1.0mol/Lの範囲では、圧縮強さが直線的に減少する傾向がみられた。このような傾向には、図-2からも分かるように、セメントの圧縮強さが減少する一因にもなるアルカリ含有率による影響³⁾が起因していると推察し、NSによる再生混和材の活性度の改善効果については再検討する必要があることを考察した。

そこで本報(その3)では、NSの濃度を0.2mol/L以下の条件とし、NSによる再生混和材の活性度の改善効果について検討することとした。

表-1 実験要因

因子	水準
DSPの混合率 (F7×%)	0, 25, 50, 75, 100
NSの濃度 (mol/L)	0.00, 0.04, 0.08, 0.12, 0.16, 0.20

表-2 モルタルの使用材料

材料名	種類	記号
セメント	普通ポルトランドセメント	C
細骨材	標準砂	S
混合材	フライアッシュⅡ種微粉砕7000	F7
	模擬乾燥スラッジ粉	DSP
添加剤	メタけい酸ナトリウム	NS
混和剤	AE減水剤標準形Ⅰ種	AD
	高性能AE減水剤標準形Ⅰ種	SP
水	上水道水	W

表-3 モルタルの調査

No.	DSP (F7×%)	NS (mol/L)	FL	Air (%)	W/CF ¹⁾ (%)	W/P ²⁾ (%)	S/P ²⁾	単位量 (kg/m ³)					供試体の記号		
								C	W	F7	DSP	S		AD-SP ³⁾	
1	0	0.00	190 ± 20	3 ± 1.5	50	50.0	3.18	480	240	-	-	1526	4.8	OPC	
2	0	0.00				49.9	3.47	338	225	113	-	-	1566	4.5	025F7
3	0	0.04				49.9	3.47	338	225	113	-	-	1566	4.5	025F7-004NS
4	0	0.08				49.9	3.47	338	225	113	-	-	1566	4.5	025F7-008NS
5	0	0.12				49.9	3.47	338	225	113	-	-	1566	4.5	025F7-012NS
6	0	0.16				49.9	3.47	338	225	113	-	-	1566	4.5	025F7-016NS
7	0	0.20				49.9	3.47	338	225	113	-	-	1566	4.5	025F7-020NS
8	25	0.00				47.0	2.99	353	235	118	29	1497	5.0	025F7-025DSP	
9	25	0.04				47.0	2.99	353	235	118	29	1497	5.0	025F7-004NS-025DSP	
10	25	0.08				47.0	2.90	359	239	120	30	1478	5.1	025F7-008NS-025DSP	
11	25	0.12				47.1	2.89	360	240	120	30	1476	5.1	025F7-012NS-025DSP	
12	25	0.16				47.0	2.83	365	243	122	30	1463	5.2	025F7-016NS-025DSP	
13	25	0.20				47.0	2.77	369	246	123	31	1449	5.2	025F7-020NS-025DSP	
14	50	0.00				44.4	2.58	368	245	123	61	1426	5.5	025F7-050DSP	
15	50	0.04				44.4	2.58	368	245	123	61	1426	5.5	025F7-004NS-050DSP	
16	50	0.08				44.4	2.44	380	253	127	63	1389	5.7	025F7-008NS-050DSP	
17	50	0.12				44.4	2.30	392	261	131	65	1352	5.9	025F7-012NS-050DSP	
18	50	0.16				44.4	2.25	396	264	132	66	1338	5.9	025F7-016NS-050DSP	
19	50	0.20				44.4	2.16	405	270	135	68	1312	6.1	025F7-020NS-050DSP	
20	75	0.00				42.0	1.93	413	275	138	103	1259	6.5	025F7-075DSP	
21	75	0.04	42.1	2.05	398	265	133	99	1294	6.3	025F7-004NS-075DSP				
22	75	0.08	42.1	1.98	405	270	135	101	1270	6.4	025F7-008NS-075DSP				
23	75	0.12	42.1	1.81	423	282	141	106	1212	6.7	025F7-012NS-075DSP				
24	75	0.16	42.1	1.76	429	286	143	107	1193	6.8	025F7-016NS-075DSP				
25	75	0.20	42.0	1.64	443	295	148	111	1148	7.0	025F7-020NS-075DSP				
26	100	0.00	40.0	1.48	450	300	150	150	1111	3.8	025F7-100DSP				
27	100	0.04	40.0	1.84	405	270	135	135	1241	3.7	025F7-004NS-100DSP				
28	100	0.08	40.0	1.70	420	280	140	140	1193	3.5	025F7-008NS-100DSP				
29	100	0.12	39.9	1.51	443	295	148	148	1119	3.7	025F7-012NS-100DSP				
30	100	0.16	40.0	1.46	450	300	150	150	1096	3.8	025F7-016NS-100DSP				
31	100	0.20	39.9	1.40	458	305	153	153	1069	4.2	025F7-020NS-100DSP				

1) CF: C+F7
2) P: C+F7+DSP
3) No. 1~25はADを、No. 26~31はSPをWに含む

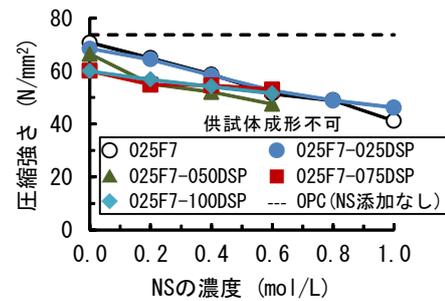


図-1 モルタルの圧縮強さとNSの濃度の関係(予備実験)

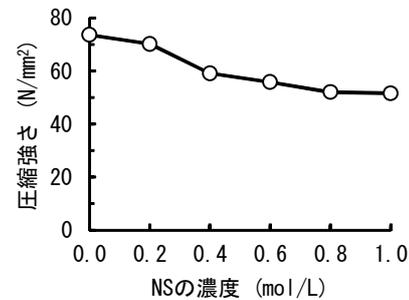


図-2 OPCモルタルの圧縮強さとNSの濃度の関係(予備実験)

Study on Reproduction Admixture Effective Used Concrete Sludge

(Part 3: Study on Improvement Effect of Activity of Reproduction Admixture by Metasilicic Acid Sodium)

GOTO Koki, ENDO Fumitaka, KATAGIRI Shogo,
SAWADA Yo and INUKAI Toshitsugu

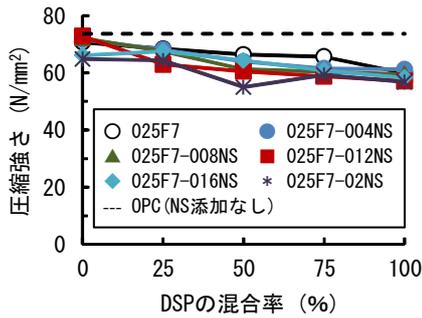


図-3 モルタルの圧縮強さと DSPの混合率の関係

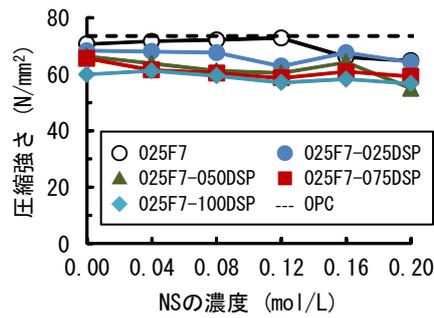


図-4 モルタルの圧縮強さと NSの濃度の関係

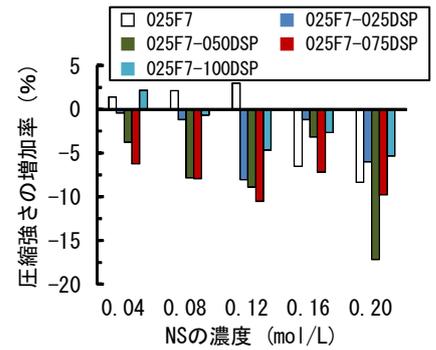


図-5 圧縮強さの増加率と NSの濃度の関係

2. 実験概要

2.1 DSPの製作

水セメント比55%のセメントペーストを練り混ぜ、2時間後にスラッジ水の濃度が15%になるように注水した。その後、スラッジ水を96時間攪拌して脱水し、160°Cの攪拌乾燥を経てDSPを製作した。

2.2 実験要因

表-1に、実験要因を示す。DSPはF7の外割で混合し、添加剤としたNSは練混ぜ水に溶解して添加した。

2.3 モルタルの使用材料および割合

表-2にモルタルの使用材料を、表-3にモルタルの割合を示す。なお、単位混和剤量は全粉体量の1%（ただし、SPを使用した割合では0.5%）とし、単位水量は190±20のフロー値が得られるよう予備実験で決定した。また、F7の使用量は、単位セメント量の内割で一律に25%置換した。

2.4 モルタルのフローおよび圧縮強さ試験方法

モルタルのフローおよび圧縮強さ試験は、JIS A 6201付属書2「フライアッシュのモルタルによるフロー値比及び活性度指数の試験方法」に準じて行った。なお、再生混和材の活性度の改善効果は、材齢28日圧縮強さと、NSの添加のない供試体の圧縮強さを基準とした圧縮強さの増加率で評価した。

3. 実験結果および考察

図-3にモルタルの圧縮強さとDSPの混合率の関係を、図-4にモルタルの圧縮強さとNSの濃度の関係を示す。図-3から分かるように、圧縮強さはNSの濃度がいずれの条件でも同様の傾向にあり、DSPの混合率が増加すると緩やかに減少する傾向にはあるものの大きな変化はみられない。これは、W/CFを一定としDSPをF7の外割で混合すれば、圧縮強さに大きな影響がないことを示している。また、図-4から分かるように、DSPを混合したモルタルの圧縮強さには、NSの濃度による様な傾向はみられない。しかし、DSPの混合のないモルタルの圧縮強さは、NSの濃度が0.12mol/Lになるまで

緩やかに増加する傾向がみられ、OPCと同等の圧縮強さを呈するまでに至っている。

図-5に、圧縮強さの増加率とNSの濃度の関係を示す。図から分かるように、DSPを混合したモルタルは、NSを添加することで圧縮強さは減少し、増加率としては負の値を示している。その傾向は一様ではないが、DSPの混合率がいずれの条件でもNSの濃度が0.12mol/Lの範囲までは、NSの濃度が大きくなると圧縮強さの減少率も大きくなる傾向にある。

このような傾向には、NSによるC₃Sの水和反応促進効果⁴⁾やポゾラン反応促進効果⁵⁾、およびアルカリ含有率³⁾による影響が考えられ、単位セメント量や単位DSP量、および単位F7量によって、その影響が異なることに起因していると考えられる。

4. まとめ

本実験結果をまとめると、以下のようになる。

- 1) 圧縮強さは、NSの濃度がいずれの条件でも同様の傾向にあり、DSPの混合率が増加すると緩やかに減少するが大きな変化はみられない。
- 2) DSPを混合したモルタルは、NSを添加することで圧縮強さが減少するが、DSPの混合のないモルタルは、NSの濃度が0.12mol/LになるとOPCと同等の圧縮強さを呈する。

【参考文献】

- 1) 村瀬磨鈴, 加藤貴大, 犬飼利嗣: コンクリートスラッジを有効利用した再生混和材に関する研究(その2: 混和剤を使用したモルタルの圧縮強さ特性から検討した再生混和材の適用性), 日本建築学会大会(近畿)学術講演梗概集, A-1, pp. 1395-1396, 2014. 9
- 2) 前川明弘, 三島直生, 畑中重光: ジオポリマーの圧縮強度に関する基礎的研究(その1, 2), 日本建築学会大会(北海道)学術講演梗概集, A-1, pp. 1383-1386, 2013. 8
- 3) A. M. Neville[三浦 尚(訳)]: ネビルのコンクリートバイブル, pp. 57-59, 2004. 6
- 4) 笠井順一: コンクリート技術者のためのセメント化学雑論, セメント協会, pp. 47-50, 1983. 11
- 5) 田代忠一, 池田 攻: C&Cエンサイクロペディア[セメント・コンクリート化学の基礎解説], セメント協会, pp. 87-88, 1996. 7

*1 東海旅客鉄道株式会社

*2 ダイダグン株式会社

*3 株式会社大林組

*4 岐阜工業高等専門学校専攻科建設工学専攻 専攻科生

*5 岐阜工業高等専門学校建築学科 教授・博士(工学)

*1 Central Japan Railway Company

*2 DAI-DAN CO., LTD.

*3 OBAYASHI CORPORATION

*4 Student, Advanced Course of Arch., National Institute of Technology, Gifu College

*5 Prof., Dept. of Arch., National Institute of Technology, Gifu College, Dr. Eng.