

フライアッシュの活性度改善に関する基礎的研究 (その8: フライアッシュの置換率に適応した活性度の改善手法に関する検討)

準会員 ○ 市川 敬悟*¹ 正会員 犬飼 利嗣*³
会員外 井戸 希*²

フライアッシュ 微粉砕 置換率
添加剤 活性度 改善手法

1. はじめに

前報(その7)では、フライアッシュ(以下、FAという)の安定的な活性度の改善手法を得るために、NaOHの濃度、およびCa(OH)₂とCaSO₄(2H₂O)の添加量に着目したFAの活性度の改善効果について検討した¹⁾。その結果、図-1に示すように、微粉砕したフライアッシュ(以下、単にF7という)にNaOHとCa(OH)₂を適量添加することで、普通ポルトランドセメントと同等の圧縮強さを安定的に得られることを示した。しかし、F7の置換率については25%しか検討しておらず、セメントの代替材とするにはこれを100%まで拡大し検証する必要がある。

本研究では、これまで検討した一連の活性度の改善手法と文献2)の考察から、NaOHの濃度およびCaSO₄(2H₂O)の添加量に着目し、F7の置換率に適応した活性度の改善手法について検討した。

2. F7の置換率とNaOHの濃度が圧縮強さに及ぼす影響(実験1)

2.1 実験要因

表-1に、実験要因を示す。添加剤としたCa(OH)₂は外割で0.10%添加し、NaOHの濃度は0.1molまたはF7の置換率に応じ0.1~0.3molとして、それぞれ練混ぜ水に溶解して添加した。

2.2 モルタルの使用材料および実験方法

表-2に、モルタルの使用材料を示す。また、表-3には、各粉体の主要化学成分を示した。実験方法は、JIS A 6201 附属書2「フライアッシュのモルタルによるフロー値比および活性度指数の試験方法」に準じて行った。なお、FAの活性度の改善効果は、材齢28日圧縮強さで評価した。

2.3 実験結果および考察

図-2に、F7の置換率とNaOHの濃度が圧縮強さに及ぼす影響について示す。図から分かるように、F7の置換率に応じてNaOHの濃度を大きくしても活性度の改善効果はみられず、圧縮強さはF7の置換率にともない直線的に減少している。また、F7の置換率には関係なくNaOHの濃度を0.1molとしたモルタルの圧縮強さとほぼ同じ値を示している。これは、F7の置換率が25%を超えると、これまで検討した活性度の改善手法では活性度の改善効果がほとんどないことを示しており、新たな活性度の改善手法を提案する必要があることを示している。

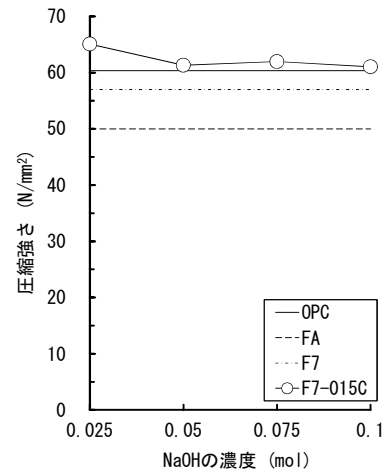


図-1 NaOHの濃度が活性度に及ぼす影響¹⁾

表-1 実験要因(実験1)

FAの種類	置換率 (%)	添加剤			供試体の記号
		NaOH 水溶液	Ca(OH) ₂ (W × wt%)	CaSO ₄ (2H ₂ O) (FA × wt%)	
FAなし	-	-	-	-	OPC
FA	25	-	-	-	025FA
F7	50	0.1mol	0.10	-	050F7-01NH-010C
	75				050F7-01NH-010C
	50				075F7-01NH-010C
	50				050F7-02NH-010C
	75				075F7-03NH-010C

表-2 モルタルの使用材料(実験1, 2)

材料名	種類	備考
セメント	普通ポルトランドセメント	密度(g/cm³): 3.16
FA	JIS II種	比表面積(cm²/g): 3480
F7	JIS II種 微粉砕7000	比表面積(cm²/g): 7480
細骨材	標準砂	
水	上水道水	
添加剤	NaOH, CaSO ₄ (2H ₂ O), Ca(OH) ₂	

表-3 各粉体の主要化学成分

成分	セメント	FA・F7
CaO	64.26	10.93
SiO ₂	19.98	53.62
Al ₂ O ₃	5.55	23.89
Fe ₂ O ₃	3.02	10.75
MgO	0.88	1.21

3. F7の置換率とCaSO₄(2H₂O)の添加量が圧縮強さに及ぼす影響(実験2)

3.1 実験要因

表-4に、実験要因を示す。CaSO₄(2H₂O)はF7に対して外

Fundamental Study on Improvement of Activity of Fly Ash

(Part 8: Improvement Method of Activity for Various Replacement Ratio of Fly Ash)

ICHIKAWA Keigo, IDO Nozomi and INUKAI Toshitsugu

表-4 実験要因(実験2)

FAの種類	置換率 (%)	添加剤			供試体の記号
		NaOH 水溶液	Ca(OH) ₂ (W×wt%)	CaSO ₄ (2H ₂ O) (FA×wt%)	
F7	25	0.1mol	0.10	-	025F7-NH-C
				5	025F7-NH-C-5CS
				10	025F7-NH-C-10CS
				15	025F7-NH-C-15CS
				20	025F7-NH-C-20CS
	50			-	050F7-NH-C
				5	050F7-NH-C-5CS
				10	050F7-NH-C-10CS
				15	050F7-NH-C-15CS
				20	050F7-NH-C-20CS
	75			-	075F7-NH-C
				5	075F7-NH-C-5CS
				10	075F7-NH-C-10CS
				15	075F7-NH-C-15CS
				20	075F7-NH-C-20CS

割で添加した。また、Ca(OH)₂はWに対して外割で0.10%、NaOHは実験1の考察からF7の置換率に関わらず一律に0.1molの濃度として、それぞれ練混ぜ水に溶解して添加した。

3.2 モルタルの使用材料および実験方法

モルタルの使用材料および実験方法は、実験1と同様とした。

3.3 実験結果および考察

図-3に、F7の置換率とCaSO₄(2H₂O)の添加量が圧縮強さに及ぼす影響について示す。図から分かるように、F7の置換率が25%および50%では、CaSO₄(2H₂O)による影響はみられない。これは、既報1)の実験結果の一部を再現しており、F7の置換率が50%までの範囲では、CaSO₄(2H₂O)による活性度の改善効果はほとんどないことを示している。一方、F7の置換率が75%になるとCaSO₄(2H₂O)による影響は大きく、添加量が15%までの範囲では、添加量が増大するほど圧縮強さも直線的に増大している。また、その値も大きく、添加量が0%の供試体と比較すると3倍ほど大きくなっている。

このように、CaSO₄(2H₂O)を添加剤とすることは、単位セメント量が極端に小さくF7の置換率が大きい条件では、極めて良好な活性度の改善効果を得る手法であるといえる。

4. まとめ

本実験結果から、以下の知見を得た。

- 1) NaOHの濃度は、F7の置換率に関係なく0.1molとするのが適切である。
- 2) CaSO₄(2H₂O)を添加剤とすることは、単位セメント量が極端に小さくF7の置換率が大きい条件では、極めて良好な活性度の改善効果を得る手法である。

今後は、CaSO₄(2H₂O)の存在下で生ずる水和反応をより詳細に検討し、そのメカニズムを明らかにするとともに、F7の置換率に適応した新たな活性度の改善手法を提案していきたいと考えている。

*1 岐阜工業高等専門学校専攻科建設工学専攻 専攻科生

*2 株式会社NTTファシリティーズ東海

*3 岐阜工業高等専門学校建築学科 教授・博士(工学)

*1 Advanced Course Student, Advanced Course of Arch, Gifu National College of Technology

*2 NTT FACILITIES TOKAI, INC.

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

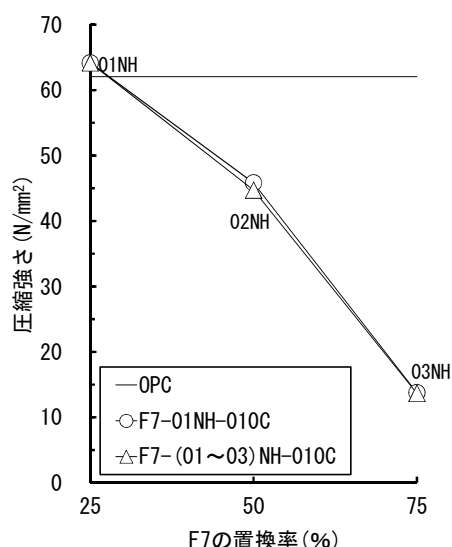


図-2 F7の置換率とNaOHの濃度が圧縮強さに及ぼす影響(実験1)

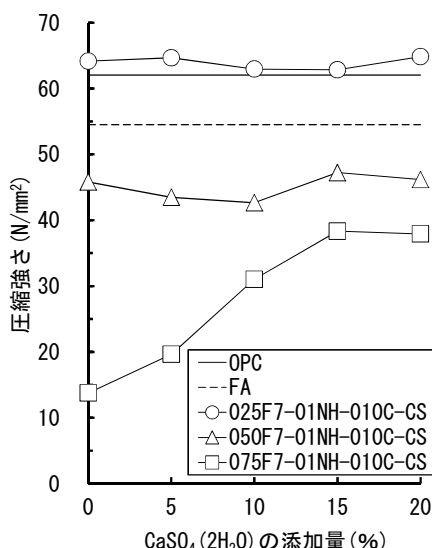


図-3 F7の置換率とCaSO₄(2H₂O)の添加量が圧縮強さに及ぼす影響(実験2)

【謝辞】

本実験に際し、前川明弘氏(三重県工業研究所)のご助力を得た。また、本研究費の一部は、平成23年度日本学術振興会学術研究助成基金助成金・基盤研究(C)(研究代表者：犬飼利嗣)によった。ここに記して謝意を申し上げます。

【参考文献】

- 1) 市川敬悟, 犬飼利嗣: フライアッシュの活性度改善に関する基礎的研究(その7: 添加剤の添加量に関する検討), 日本建築学会大会(東海)学術講演梗概集, A-1, pp. 555-556, 2012. 9
- 2) 大門正機, 山口 修, 大沢栄也, 後藤誠史: フライアッシュのせつこう存在下での水和反応, セメント技術年報36, pp. 65-68, 1982. 1