

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)

準会員 ○ 市川 敬悟*1
正会員 犬飼 利嗣*2

フライアッシュ 混和材 微粉砕
添加剤 活性度 改善手法

1. はじめに

前報(その5, 6)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, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ と $\text{CaSO}_4(2\text{H}_2\text{O})$ の添加量, および NaOH との関連性に着目した活性度の改善効果について検討した^{1,2)}。その結果, 図-1に示すように, NaOH に加え, 適量の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を組み合わせることで, 再現性のある安定的な活性度の改善効果が得られることを示した。

本研究では, より最適な活性度の改善手法を得るために, NaOH の濃度, および $\text{Ca}(\text{OH})_2$ と $\text{CaSO}_4(2\text{H}_2\text{O})$ の添加量に着目した実験を試みた。

2. NaOH の濃度が活性度に及ぼす影響(実験1)

2.1 実験要因

表-1に実験要因を, 表-2に追加実験要因を示す。添加剤は試薬とし, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ は外割りで, NaOH は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-3に, モルタルの使用材料を示す。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, NaOH の濃度が活性度に及ぼす影響について示す。図からわかるように, NaOH の濃度が0.1~1.0molの範囲では, 濃度が高くなるほど圧縮強さは大幅に減少し, 1.0molでは0.1molの1/2程度となっている。一方, 図-3に示すように, NaOH の濃度を0.025~0.1molとした追加実験要因の範囲では, 圧縮強さにほとんど変化はみられず, いずれも良好な活性度の改善効果を得ている。したがって, NaOH の濃度は, 0.025~0.1molとするのが最適であると考えられる。なお, このような傾向からは, NaOH による活性度の改善効果はほとんどないようにみられるが, 図-4に示したように, その活性度の改善効果はすでに既報³⁾で検討している。

3. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ および $\text{CaSO}_4(2\text{H}_2\text{O})$ の添加量が活性度に及ぼす影響(実験2)

3.1 実験要因

表-4に, 実験要因を示す。なお NaOH の濃度は, 既報^{1,2)}

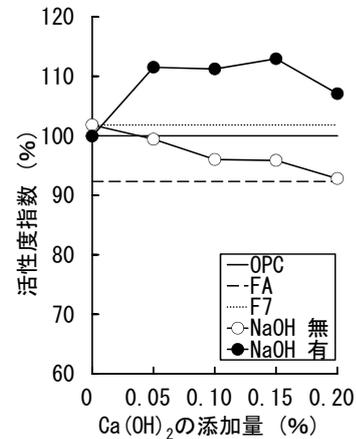


図-1 NaOH と $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が活性度に及ぼす影響^{1,2)}

表-1 実験要因(実験1)

FAの種類	添加剤		供試体の記号
	NaOH水溶液	Ca(OH) ₂ (W×wt%)	
JIS II種 微粉砕7000 (置換率: 25%)	0.1mol	0.15	F7-01NH-015C
	0.4mol		F7-04NH-015C
	0.7mol		F7-07NH-015C
	1.0mol		F7-10NH-015C

表-2 追加実験要因(実験1)

FAの種類	添加剤		供試体の記号
	NaOH水溶液	Ca(OH) ₂ (W×wt%)	
JIS II種 微粉砕7000 (置換率: 25%)	0.025mol	0.15	F7-0025NH-015C
	0.050mol		F7-0050NH-015C
	0.075mol		F7-0075NH-015C
	0.100mol		F7-0100NH-015C

表-3 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/cm ³): 3.16
FA	JIS II種 微粉砕7000	比表面積(cm ² /g): 7000
細骨材	標準砂	-
水	上水道水	
添加剤	NaOH, Ca(OH) ₂ , CaSO ₄ (2H ₂ O)	

表-4 実験要因(実験2)

FAの種類	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%)	
JIS II種 微粉砕7000 (置換率: 25%)	0.1mol	0.10	-	F7-01NH-010C
			16	F7-01NH-010C-16CS
			20	F7-01NH-010C-20CS
		0.15	-	F7-01NH-015C
			16	F7-01NH-015C-16CS
			20	F7-01NH-015C-20CS

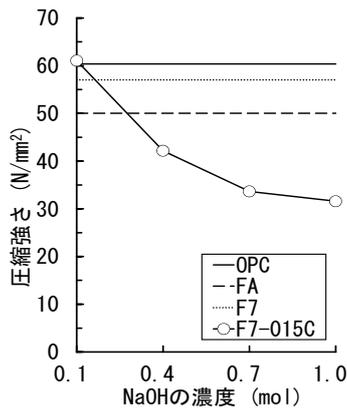


図-2 NaOHの濃度が活性度に及ぼす影響1(実験1)

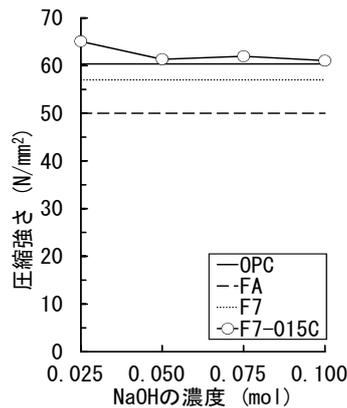


図-3 NaOHの濃度が活性度に及ぼす影響2(実験1)

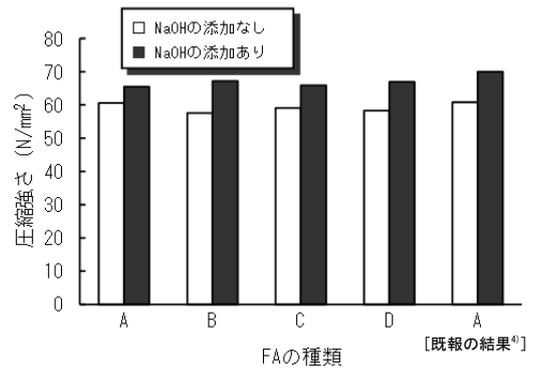


図-4 FAの種類がモルタルの圧縮強さに及ぼす影響[養生水:Ca(OH)₂の0.1mol水溶液]³⁾

で示した実験結果の再現性も確認する上で0.1molとした。また、添加剤には試薬を用い、Ca(OH)₂とCaSO₄(2H₂O)は外割で、NaOHは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-5に、Ca(OH)₂およびCaSO₄(2H₂O)の添加量が活性度に及ぼす影響について示す。図からわかるように、Ca(OH)₂の添加量が0.15%では、CaSO₄(2H₂O)の添加量が20%になると圧縮強さが大幅に減少している。また、Ca(OH)₂の添加量が0.1%では、CaSO₄(2H₂O)による影響はみられない。これは、既報^{1,2)}の実験結果を再現する傾向にあり、FAの置換率が25%では、添加剤として活性度の改善効果を得るCa(OH)₂を適量に添加すれば、CaSO₄(2H₂O)は添加する必要はないことを示している。

このように、FAの置換率が25%では、添加剤としてCaSO₄(2H₂O)は添加する必要はなく、実験1の結果も踏まえれば、NaOHの0.025~0.1mol水溶液を練混ぜ水として用い、Ca(OH)₂を外割で0.10%添加することで、最適な活性度の改善効果が得られると考えられる。

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0.025~0.100molの範囲であれば、いずれの添加量であっても、FAの活性度の改善効果が安定的に得られる。
- 2) FAの置換率が25%では、添加剤として活性度の改善効果を得るCa(OH)₂を適量に添加すれば、CaSO₄(2H₂O)を添加する必要はない。
- 3) FAの置換率が25%では、NaOHの0.025~0.100mol水溶液を練混ぜ水として用い、Ca(OH)₂を外割で0.10%添加することで、最適な活性度の改善効果が得られる。

今後は、本研究で得た活性度の改善手法をもとに、FA

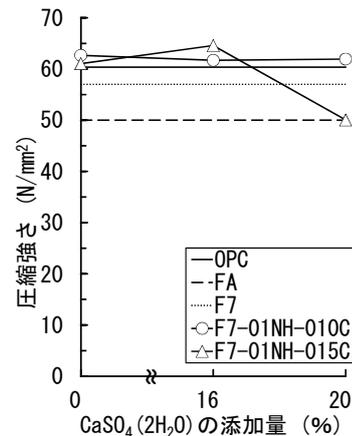


図-5 Ca(OH)₂およびCaSO₄(2H₂O)の添加量が活性度に及ぼす影響(実験2)

の置換率の増大に向けた研究を試みたいと考えている。

【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) 柄元紗弥, 古田将大, 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5: 安定的な活性度の改善手法に関する実験概要), 日本建築学会大会(関東)学術講演梗概集, A-1, pp. 677-678, 2011. 8
- 2) 柄元紗弥, 古田将大, 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6: 安定的な活性度の改善手法に関する実験結果および考察), 日本建築学会大会(関東)学術講演梗概集, A-1, pp. 679-680, 2011. 8
- 3) 犬飼利嗣, 湯浅幸久, 三島直生, 畑中重光: フライアッシュの活性度改善に関する基礎的研究(その4: フライアッシュの品質および養生水がモルタルの圧縮強さ特性に及ぼす影響), 日本建築学会大会(中国)学術講演梗概集, pp. 653-654, 2008. 9
- 4) 犬飼利嗣, 湯浅幸久, 三島直生, 畑中重光, PARK Kwangmin: フライアッシュの活性度改善に関する基礎的研究(その2: 粒子の改変および添加剤がモルタルの圧縮強さ特性に及ぼす影響), 日本建築学会大会(九州)学術講演梗概集, pp. 401-402, 2007. 8

*1 岐阜工業高等専門学校専攻科建設工学専攻 専攻科生

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

*2 岐阜工業高等専門学校建築学科 教授・博士(工学)

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