

高エーライトクリンカーを用いたフライアッシュセメントの諸特性

足利工業大学 学生会員 ○垂石 裕貴
正会員 宮澤 伸吾
東京工業大学 正会員 坂井 悦郎
(株)デイ・シイ 正会員 鯉渕 清, 二戸 信和

1. はじめに

フライアッシュセメントは、ポゾラン反応が長期間持続するため、長期強度に優れている。また、水和熱や収縮が小さいことから、ダム等の大型構造物の施工に用いられることが多い。一方で初期強度が低く、中性化が速い、品質のばらつきなどの問題点から一般の構造物には、ほとんど利用されていない。本研究では、フライアッシュのコンクリートへの利用拡大を目的とした。そこで、通常より C₃S 量を増大させたセメントを使用し、フライアッシュコンクリートの諸特性に及ぼす影響について実験により、検討を行った。

2. 実験概要

実験に使用したセメントの概要を表-1 に示す。セメントは C₃S 量を通常より増大させ、69.3%としたクリンカーを実機プラントで製造し、フライアッシュを混入率 0~30%の範囲で混合した。フライアッシュ(FA)は能代火力発電所産(JIS II 種灰、比表面積：3800cm²/g²)、細骨材は、鬼怒川産川砂(密度：2.63g/cm³、吸水率：1.93%、FM：2.68)を用いた。粗骨材は、硬

質砂岩碎石(Gmax：20mm、密度：2.64g/cm³、吸水率：0.76%)を用いた。混和剤は、AE 減水剤(ad1)と AE 助剤(ad2)を使用した。

表-2 にコンクリートの配合を示す。水セメント比は、55%一定とした。目標スランプは 18±2.5cm とし、単位水量によりスランプの調整を行った。

コンクリートの圧縮強度試験では、JISA1108 に従い、促進中性化試験では、JISA1153 に従った。乾燥収縮試験では、材齢 7 日まで水中養生したコンクリート供試体の長さ変化の測定を行った。

3. 試験結果

3.2 圧縮強度結果

図-1 は、20℃養生したコンクリートの圧縮強度の結果である。また、図-2 は、FA 混入率の影響について示したものである。

図-1, 2 より、FA の混入率が増えるにつれコンクリートの圧縮強度は低くなっている。混入率 10%の場合、初期強度の発現が OPC に比べかなり速くなり、材齢 3 日の OPC に比べ、圧縮強度が約 6(N/mm²) 高くなった。また、長期強度では、FA 混入率 10%で

表-1 セメントの概要

セメントの種類	比表面積 (cm ² /g)	化学成分(%)											鉱物組成(%)			
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₃	MnO	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
普通セメント(OPC)	3470	20.98	5.71	3.11	63.51	2.23	2.4	0.43	0.35	0.28	0.17	0.07	57.2*	16.1*	8.7*	9.9*
早強セメント(H)	4370	20.45	4.83	2.5	64.48	2.49	2.99	0.2	0.35	0.24	0.32	0.1	62.5	11.6	8.6	7.6
高C ₃ Sセメント(A69)	4800	19.16	5.57	2.93	64.83	1.94	2.58	0.44	0.37	0.29	0.19	0.05	69.3	2.7	9.8	8.9

※微量混合物を含まない

表-2 コンクリートの配合

セメントの種類	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)								スランプ (cm)	空気量 (%)	温度 (℃)	
			水	セメント				細骨材	粗骨材	混和剤				
				OPC	A69	H	FA			ad1				ad2
OPC	55	46	180	327	—	—	—	812	957	3.27	—	20.5	4.8	22.0
H+FA20				—	—	262	65	802	945	3.27	0.015	19.0	3.8	21.5
A69			185	—	336	—	—	801	944	3.36	—	20.0	4.8	22.0
A69+FA10				—	295	—	33	806	949	3.27	0.005	20.0	3.8	22.0
A69+FA20			180	—	262	—	65	801	944	3.27	0.010	20.0	4.0	22.0
A69+FA30				—	229	—	98	796	938	3.27	0.016	20.0	4.3	22.0

キーワード フライアッシュ, クリンカー組成, 圧縮強度, 促進中性化, 乾燥収縮
連絡先 〒326-8558 栃木県足利市大前町 268-1 足利工業大学 TEL:0284-62-0605 E-mail:smiyazaw@ashitech.ac.jp

OPC と同等程度だった。FA の混入率が 20% の場合、高 C_3S セメントを使用することで、若材齢時の圧縮強度は OPC と同等だった。また、早強セメントに FA を 20% 混入した場合も同様の傾向が認められた。

3.3 促進中性化試験結果

図-3 は、促進期間 13 週まで行った促進中性化試験の結果を示したものである。図-3 より、いずれのセメントを用いても、FA が 20% 以上混入されているコンクリートの中性化速度は、OPC より速くなった。高 C_3S セメントに FA を 10% 混入した場合は、OPC と同等程度の中性化速度となった。

3.4 乾燥収縮試験結果

図-4 及び図-5 は、コンクリートの乾燥収縮ひずみを示したものである。

図-4, 5 より、FA 未混入の高 C_3S セメントを用いた場合、乾燥収縮ひずみは OPC と同等程度だった。しかし、FA を混入することで乾燥収縮ひずみは、OPC より若干ではあるが小さくなった。FA の混入率が 20% 以上になると、乾燥収縮ひずみの値は一定となった。早強セメントに FA を混入するとさらに乾燥収縮ひずみの値は小さくなった。

4. まとめ

C_3S 量を通常より増大させ、FA を 0~30% の範囲で混入したコンクリートの諸特性について検討を行った。FA 混入率 10% の場合、初期強度が OPC より高く改善が見られ、材齢 28 日以降も OPC と同等の強度が得られた。FA 混入率 20% の場合、OPC と同等の初期強度が得られた。また、高 C_3S セメントに FA を混入することで、乾燥収縮ひずみが抑制された。

謝辞：本研究は、低炭素型汎用セメント技術研究会の活動の一環として行ったものである事を記し、関係各位に感謝致します。

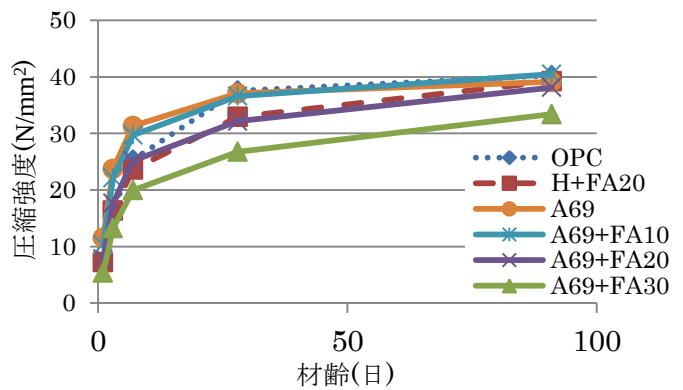


図-1 圧縮強度試験結果

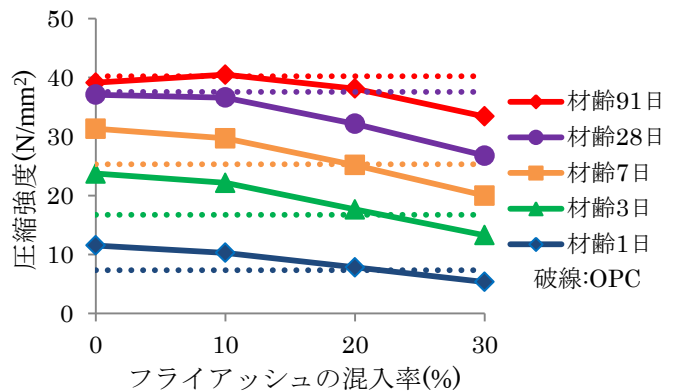


図-2 圧縮強度と FA 混入率の関係

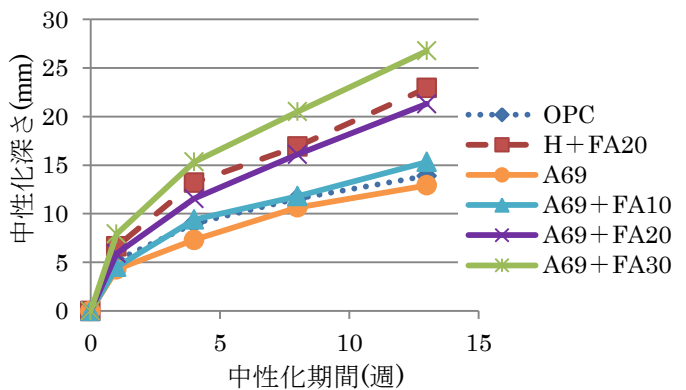


図-3 促進中性化試験結果

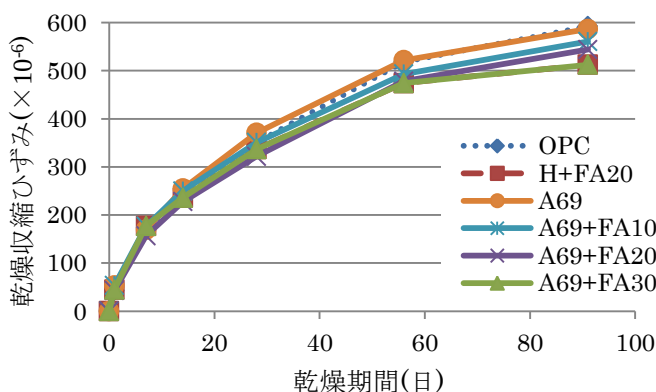


図-4 乾燥収縮試験結果

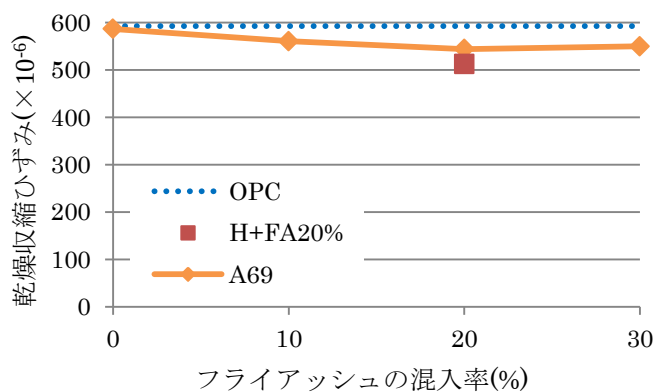


図-5 ひずみと FA 混入率の影響(乾燥期間 91 日)