

フライアッシュIV種相当を用いた レディーミクストコンクリートの標準化に関する検討

日本大学大学院 学生会員 ○冨塚 翔太 日本大学大学院 正会員 榊原 直樹
日本大学 正会員 子田 康弘 日本大学 フェロー 岩城 一郎

1. はじめに

東日本大震災以降、石炭火力発電所がフル稼働し、それに伴いフライアッシュ(以下、FA)が大量に発生する状況であり、コンクリート用混和材料としての有効利用が課題となっている。一方、東北地方は凍結防止剤の大量散布に伴い、コンクリート構造物の凍害、塩害およびアルカリシリカ反応といった劣化が顕在化しており、これらの複合劣化への対策もまた課題となっている。そこで本研究では、未利用である福島県原町火力発電所産のIV種相当 FA を福島県浜通り地方の標準コンクリートとして有効利用することを目的に、生産月別 FA を用いたフレッシュ性状と強度発現性の検討を行った。その内容は、実験室レベルによる試し練りと実利用を念頭とした生コンプラントにおける実機試験である。

2. 実験概要

表-1 に、実験に使用したIV種相当 FA の物性値を示す。本検討では、生産月による物性値の変動を考慮するため、6月、7月、8月、10月および12月の5条件分のFAを使用した。表より、10月FAの比表面積に着目すると2300cm²/gと、10月はII種の条件を満足しない。すなわち、このFAはII種ではなく、IV種相当と扱うのが妥当である。表-2 に、室内試験の配合表を示す。表より、本検討では水セメント比56%のコンクリートを基準配合(JIS)とし、これにFAを外割で20%混和する配合とした。目標スランプおよび空気量は、それぞれ12±2.5cmと4.5±1.5%に設定した。表-3 は、実機試験における配合である。実機試験は、9月と11月(以下、暑中と標準)に実施した。試験項目は、スランプと空気量であり実機試験においては経時変化の測定も行った。またブリーディング試験も実施した。強度に関しては、強度発現性を確認するため材齢7日、28日、91日(110日)に圧縮強度試験を実施した。

キーワード フライアッシュIV種, フレッシュ性状, 強度発現性

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 日本大学大学院工学研究科 TEL 024-956-8716

表-1 IV種相当 FA の物性値

	II種	IV種	6月	7月	8月	10月	12月
二酸化ケイ素含有量(%)	45.0以上	45.0以上	64.4	65	64.7	58.1	63.8
湿分(%)	1.0以下	1.0以下	0.2	0.19	0.23	0.09	0.11
強熱減量(%)	5.0以下	5.0以下	3.4	3.6	3.7	2.5	3.5
密度(g/cm ³)	1.95以上	1.95以上	2.15	2.15	2.13	2.08	2.13
45μふるい残分(%)	40.0以下	70.0以下	16.9	14	16.9	30.4	9.8
比表面積(cm ² /g)	2,500以上	1,500以上	3,100	3,240	3,010	2,300	3,030
MB吸着量(mg/g)			0.6	0.6	0.6	0.5	0.6

表-2 室内試験 配合表

供試体	W/C (%)	W (kg)	C (kg)	FA (kg)	S1 (kg)	S2 (kg)	G (kg)	混和剤	
								AE減水剤	助剤
JIS				0	520	347			2A
6月FA	56	169	302	60	794	0	980	1.50%	30A
7月FA									
8月FA									
10月FA									
12月FA									
		167	299		800			1.00%	32.5A
					802		982		

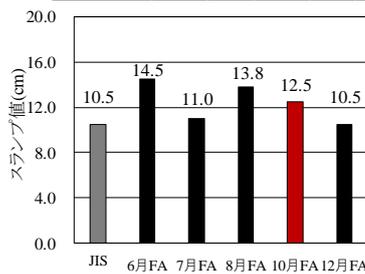


図-1 スランプ試験結果

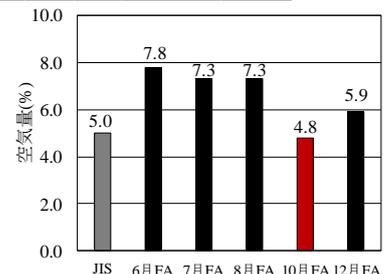


図-2 空気量試験結果

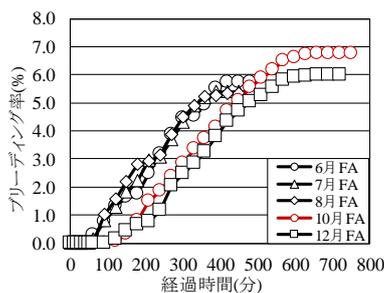


図-3 ブリーディング試験結果

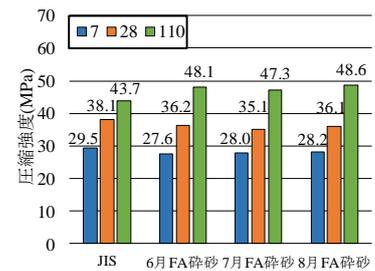


図-4 圧縮強度試験結果(室内)

3. 実験結果及び考察

図-1 と図-2 に、室内試験によるフレッシュ性状の結果を示す。

図-1 のスランブは、目標スランブ $12 \pm 2.5 \text{ cm}$ を全条件で満足した。また、図-2 の空気量も AE 助剤量の調整で、空気量 $4.5 \pm 1.5\%$ を満足させることが可能と判断された。

次に図-3 には、室内試験におけるブリーディング試験の結果を示す。図より、比表面積が $3000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 程度の FA は、ブリーディング率 6.0% 弱程度で変動は小さく、一方、10 月 FA は $2300 \text{ cm}^2/\text{g}$ と他より小さいため、 7.0% 弱と粒子が粗くなる分、値は大きいという想定通りの結果となった。

室内試験より、本IV種相当 FA の品質は混和剤量の調整により十分フレッシュ性状をコントロール可能と判断された。図-4 に、圧縮強度試験結果を示す。図より、FA の特徴である長期強度発現性が見られ、JIS より FA の方が材齢 110 日の強度が大きい。また、月別 FA の強度は材齢 110 日で 48 MPa 前後と安定していた。

以上の室内試験の結果を受け、実機試験を実施した。図-5 と図-6 に、実機試験によるフレッシュ性状の経時変化を示す。図-5 より、スランブは暑中、標準を問わず、現着を出荷後 30 分とすると 12 cm であり、90 分経過まで急激な低下は認められず FA は JIS と同様の傾向を示した。図-6 より、空気量は JIS よりも FA の方が減少傾向で暑中において顕著であるが、減少量を見越して AE 助剤の添加量を増すことで空気量ロスに関する対策が可能と考えられる。図-7 に、暑中と標準における FA のブリーディング試験結果を示す。気温が高い暑中の方が標準よりブリーディング終了時間が早いブリーディング率に違いはなかった。図-8 に、圧縮強度試験結果を示す。図より、図-4 の結果と同様の強度であり、FA の長期強度発現性も認められた。このように室内試験の検討結果が実機試験で再現できたと考えられた。

4. まとめ

本研究では、IV種相当 FA の混和材利用としての標準化に向けて、フレッシュ性状と圧縮強度を室内試験と実機試験により検討した。その結果、スランブ、空気量、また圧縮強度は、比較的小さなばらつきの範囲に収まることが明らかとなり、混和剤の添加量を調整することで要求性能を満足する配合を設計できると考えられた。今後は、生コンプラントにおける実機試験にて、塩分浸透試験や ASR 試験といった耐久性の確認試験も行う予定である。

参考文献

1) 富塚翔太ほか(2019): 特性の異なるフライアッシュがコンクリートの諸性能に及ぼす影響, 第74回土木学会全国大会, V-008.

表-3 実機試験 配合表

条件	供試体	W/C (%)	W (kg)	C (kg)	FA (kg)	S1 (kg)	S2 (kg)	G (kg)	混和剤	
									AE減水剤	助剤
暑中	8月 JIS	56	169	302	0	520	347	980	1.50%	2.5A
	8月 FA				60	794	0			17.5A
標準	10月 JIS		167	299	0	525	350		1.00%	2.5A
	10月 FA				60	800	0			32.5A

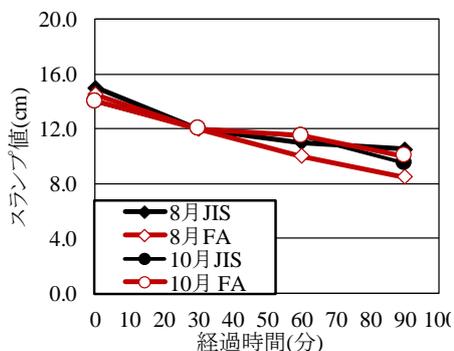


図-5 スランブ経時変化

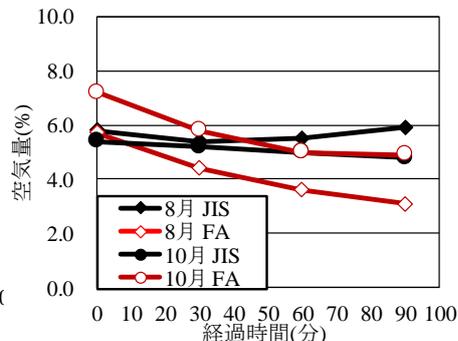


図-6 空気量経時変化

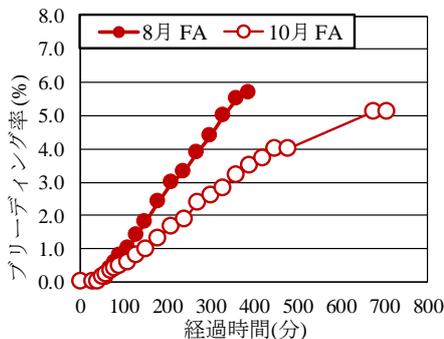


図-7 ブリーディング試験結果

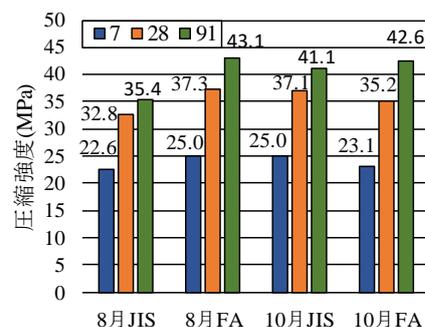


図-8 圧縮強度試験結果