

蒸気養生したフライアッシュを用いたコンクリートの性状

電源開発 正会員 ○石川 嘉崇
ジェイベック 正会員 矢島 典明
シーテック 非会員 木下 茂

1. 目的

フライアッシュ(FA)は、現在その大半がセメント原材料として有効利用されている。しかし、近年のセメントの減産および東日本大震災後の石炭火力発電所の稼働状況を鑑みると、今後はセメント原材料以外の FA の有効利用先を積極的に開拓していかなければならないものと考えられる。FA の有効利用先としてダム等の大型工事は、多量の FA を使用することができるが、需要先としては短期的で継続性がない。今後より安定的・継続的に FA を有効利用する方策を見出すことが重要であると考えられる。本稿は、FA の安定的な有効利用先として、プレストレスコンクリート製品を想定し、既報 1)で提案した混合灰(アッシュセクターにおいて均質に混合した FA)等を用いて、蒸気養生した FA コンクリートの基本的な性状について検討をするものである。

2. 使用材料

試験に使用した材料を、表-1 に示す。FA としては、JIS II 種灰、アッシュセクターにて均質に混合した混合灰、メチレンブルー吸着量の大きな高 MB 灰の4種類を用いた。FA の物性値については、表-2 に示す。

3. 配合および試験水準

試験の配合条件および試験水準を、表-3 に示す。ポストテンション方式のプレストレスコンクリートの 28 日圧縮強度として 40N/mm²を確保することを目標として、水粉体比を 41%とした。FA 置換率は 10%、20%とした。また、目標スランプは、8±2.5 cm、目標空気量 4.5±0.5%とし、表-1 に示す混和剤を使用して調整した。

表-1 使用材料

表-2 フライアッシュの物性値

材料	種 類	仕 様 な ど	試験項目	JIS II 種灰	混合均質灰	高 MB 灰	JIS 規格 (II 種)	
セメント	普通ポルトランドセメント (OPC)	密度 3.16g/cm ³	二酸化けい素(%)	69.3	54.0	59.6	45.0 以上	
細骨材	陸砂 (S)	阿部川産 (表乾密度 2.59g/cm ³ , 吸水率 2.16%)	湿分(%)	0.1	0.1	0.1	1.0 以下	
粗骨材	砕石 (G)	青梅産 20-05 (表乾密度 2.66g/cm ³ , 吸水率 0.44%, 実積率 60%)	強熱減量(%)	1.6	1.8	1.3	5.0 以下	
混和材	フライアッシュ (FA)	JIS II 種灰, 混合灰, 高 MB 灰 (詳細は表-2 に示す。)	密度(g/cm ³)	2.25	2.23	2.18	1.95 以上	
混和剤	AE 減水剤 AE 助剤	ポリカルボン酸エーテル系化合物 アルキルエーテル系および高アルキルカルボン酸系	メチレンブルー吸着量(mg/g)	0.71	0.58	0.86	-	
練混ぜ水	上水道水 (W)	茅ヶ崎市上水道水	ブレン比表面積(cm ² /g)	3,800	3,670	3,970	2500 以上	
			フロー値比(%)	106	104	105	95 以上	
			活性度指数(%)	材齢 28 日	83	80	81	80 以上
				材齢 91 日	97	96	98	90 以上
			平均粒径 D50 (μm)	10.4	15.5	10.6	-	

表-3 配合条件および試験水準

配合	W/B ¹⁾	FA/B ¹⁾	s/a	単位量 (kg/m ³)					スランプ ²⁾ (cm)	空気量 ³⁾ (%)
	(%)	(%)	(%)	W	C	FA	S	G		
OPC	41.0	0	41.0	154	376	0	724	1070	9.0	3.5
JIS II 種灰	41.0	10	41.0	154	338	38	719	1062	10.0	4.2
	41.0	20	41.0	154	301	75	714	1055	9.5	4.0
混合灰	41.0	10	41.0	154	338	38	719	1062	8.5	4.2
	41.0	20	41.0	154	301	75	713	1054	10.0	3.8
高 MB 灰	41.0	10	41.0	154	338	38	718	1061	8.0	3.9
	41.0	20	41.0	154	301	75	713	1053	10.0	4.0

注) 1) B=C+FA 2)目標スランプ：8±2.5cm 3)目標空気量：4.5±0.5%

キーワード フライアッシュ、蒸気養生、プレストレスコンクリート、ポストテンション
連絡先 〒253-0041 茅ヶ崎市茅ヶ崎 1-9-88 電源開発(株)茅ヶ崎研究所 石川 嘉崇 T E L.0467-87-1211

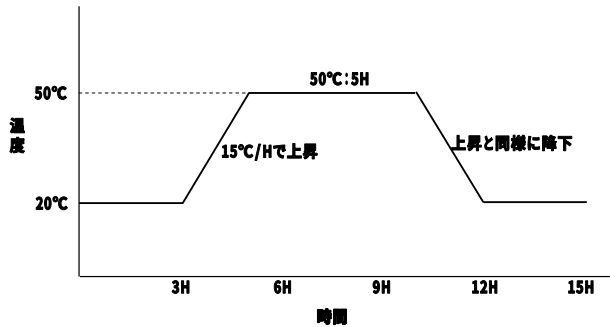


図-1 蒸気養生パターン

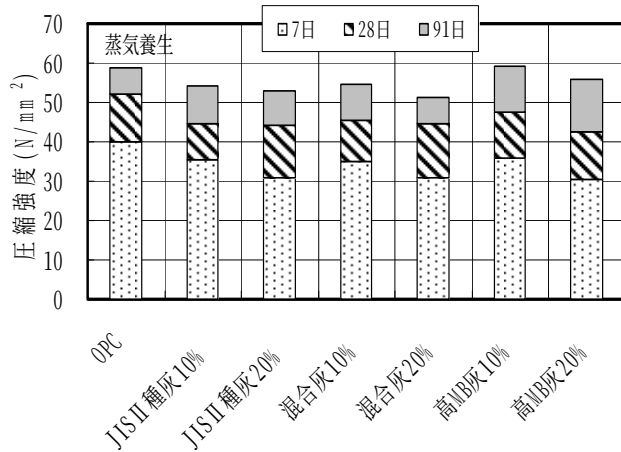


図-2 圧縮強度試験結果

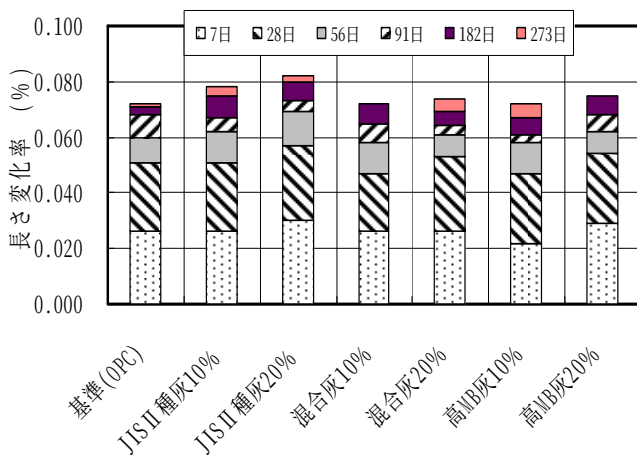


図-3 乾燥収縮試験結果

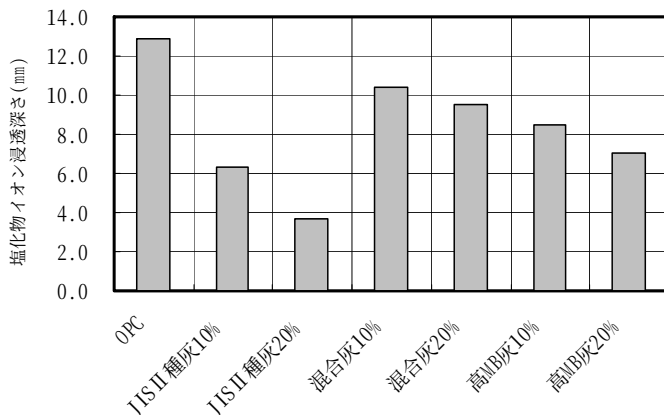


図-4 塩化物イオン測定結果

4. 試験概要

各配合について、フレッシュ性状試験(スランプ, 空気量), 強度試験(圧縮 JIS A 1108), 乾燥収縮試験(JIS A 1129), 塩分浸透性に関しては試験法 JCI-SC3, JIS A 1171 に準拠して塩化物イオンの浸透深さを測定した。蒸気養生パターンを図-1に示す。蒸気養生後, 脱枠した試験体は標準養生し試験材齢まで保管した。

5. 試験結果と考察

今回の実験では, コンクリートのフレッシュ性状は, 混和剤使用量を調整することにより, 目標性能(スランプ: 8 ± 2.5 cm, 空気量: 4.5 ± 1.5 %)を満足した。

圧縮強度試験結果を図-2に示す。材齢 28 日の圧縮強度は, いずれの配合とも, 目標強度 40 N/mm^2 を満足している。FA を置換した場合, 圧縮強度は OPC に比べ, 材齢 7 日では FA 置換率 10% で 10% 程度, 置換率 20% で 25% 程度低下する傾向にある。ただし, その強度低下傾向は材齢を経るにつれ小さくなり, 材齢 91 日では, FA 置換率 20% でも 10% 程度となる。これは, ポズラン反応が進行したためと考えられる。FA の種類による強度発現性の差は顕著には認められない。

図-3に乾燥収縮試験結果を示す。長さ変化は, FA の有無および配合の種類に係わらずほぼ同程度の収縮量を示し, 保管期間 273 日の長さ変化率は, 概ね 0.07~0.08% の間にある。塩化物イオン浸透深さ測定結果を図-4に示す。FA を置換することにより小さくなり, その傾向は FA 置換率の高いものほど小さくなる傾向にある。また, FA の種類で比較した場合, 塩化物イオンの侵入に対する抵抗性は, JIS II 種灰<高 MB 灰<混合灰の順に高くなっている。今回の FA 試料は, ブレーン値等 FA の物性値に大きな差は見られないため, この差が生じている原因については, 試料の化学成分(SiO_2 他)等のより詳細な検討が必要なものと考えられる。

6. おわりに

今後, プレストレスコンクリート製品を想定し, 使用する FA の範囲を拡大し基本的な性状についての比較検討を実施する予定である。

参考文献

- 1) 中嶋他：混合によるフライアッシュの品質改善・安定化技術の検討, コンクリート工学年次論文集, vol.31No.1, pp.223-228, 2009