

フライアッシュの未燃炭素量の差異がコンクリートの物性に及ぼす影響

秋田大学大学院 学生会員 ○勝間田 成
秋田大学 河内一樹, 柴田倫希, 柏谷怜明
秋田大学大学院 正会員 徳重英信, 高橋亮輔

1.はじめに

フライアッシュなどのボゾラン材料は長期の材齢経過とともにコンクリートの密実化が進むため、促進試験の開始材齢が普通ポルトランドセメントと同時期の場合には、中性化や凍結融解抵抗性が劣る結果が得られることが多い。しかし実構造物での耐久性は確保されていることも明らかとなっている¹⁾。本研究では、フライアッシュのみ念炭素量（強熱減量）の差に着目し、さらに混和率を変化させた配合がスケーリングや促進中性化試験結果に及ぼす影響について実験的検討を行った。

2.実験概要

2.1 使用材料および配合

使用材料およびフライアッシュの成分を表1に、コンクリート供試体の配合を表2に示す。フライアッシュはJIS II種相当灰およびその未燃炭素量を低減させた改質フライアッシュ²⁾を用いた。コンクリート供試体の配合はフライアッシュの混和率と種類を変え、コンクリート供試体への配合率を、0%,原灰内割20%,原灰内割10%+外割10%,原灰外割20%および、改質フライアッシュ内割20%,改質フライアッシュ内割10%+外割10%,改質フライアッシュ外割20%の7配合とした。外割の場合は骨材置換としている。高性能減水剤はナフタレンスルホン産系を、AE剤には樹脂酸塩系を用いた。

表 1 使用材料

使用材料		記号	密度(g/cm ³)	備考
セメント	普通ポルトランドセメント	C	3.15	
細骨材	砕砂	S	2.65	秋田県西木産
粗骨材	砕石	G	2.64	秋田県西木産
水	水道水	W	1.00	
混和材	JIS II 種相当フライアッシュ	FA	1.99	
	改質フライアッシュ	FA	2.01	JIS II 種
混和剤	AE剤	AE	1.09	天然樹脂塩酸
	減水剤	SP	1.190~1.210	ナフタレンスルホン酸
名称		密度(g/cm ³)	強熱減量(%)	比表面積(ブレーン法)(g/cm ²)
JIS II 種相当フライアッシュ		1.99	2.41	3180
改質フライアッシュ		2.01	0.54	3360

表 2 供試体の配合

配合名	W/B(%)	s/a(%)	単位量(kg/m ³)					混和剤(C×%)	
			W	C	S	G	FA	AE	SP
0%	50	42	165	330	746	1026	0	0.08	0.5
JIS II 種相当FA内20%	50	42	165	264	746	1026	46	0.11	0.35
JIS II 種相当FA内10%外10%	50	42	165	297	671	1026	76	0.14	1.1
JIS II 種相当FA外20%	50	42	165	330	597	1026	110	0.165	1.5
改質FA内20%	50	42	165	264	746	1026	41	0.11	0.5
改質FA内10%外10%	50	42	165	297	671	1026	77	0.11	1
改質FA外20%	50	42	165	330	597	1026	111	0.12	1.2

供試体製造にはパン型強制練りミキサーによる練混ぜ後空気量，スランプ，練上り温度をJISA1128およびJIS A 1101に準拠して測定し，目標スランプが8.0±1.5cm,目標空気量を4.5～6.9%としている。

2.2 試験項目および供試体

各材齢での圧縮強度，ならびに炭酸ガス濃度5%による促進中性化試験をφ100×200mmの円柱供試体を用いて行い，中性化領域は割裂試験後の供試体のフェノールフタレイン溶液噴霧によって測定した。凍結融解試験はASTM C 672に準拠し供試体をφ150×100mmで実施し，スケーリング量の測定を行なった。なお養生は標準養生であり，各促進試験を材齢14日目，28日目，または56日目から開始とした。

3. 実験結果および考察

3.1フレッシュ性状結果

所定の空気量を得るためのAE剤添加率とフライアッシュ単位量を図1に，所定のスランプを得るためのSP添加率とフライアッシュ単位量の結果を図2に示す。比較として既往の研究³⁾で用いたJIS II 種分級灰の結果も示す。

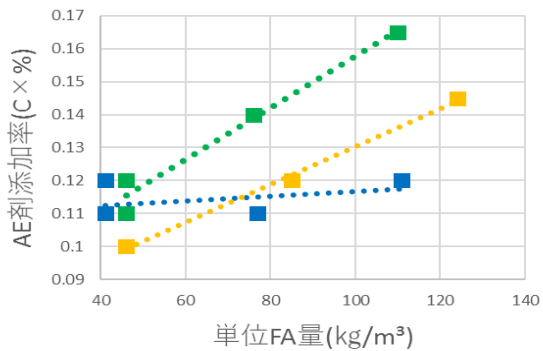


図1 AE 剤添加率とフライアッシュ量

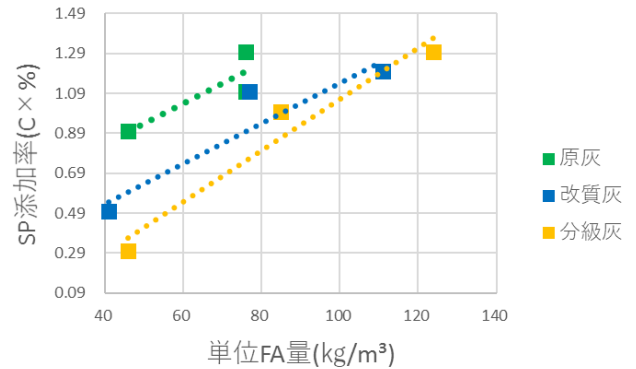


図2 減水剤添加率とフライアッシュ量

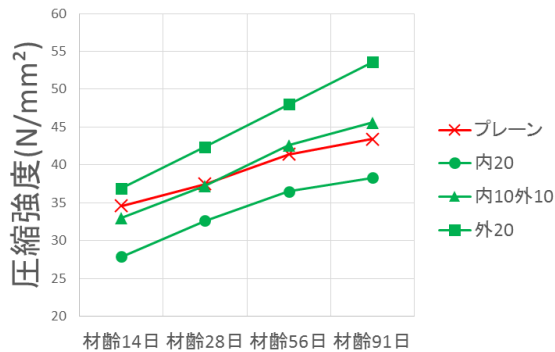


図3 圧縮強度の発現（原灰）

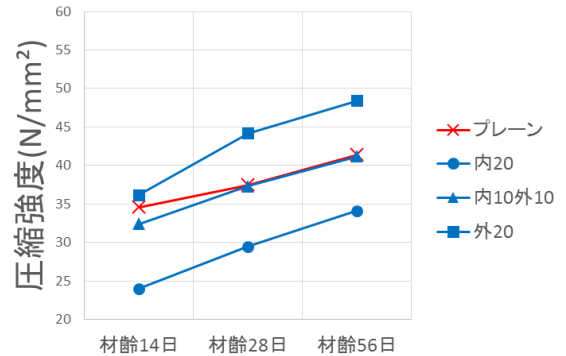


図4 圧縮強度の発現（改質灰）

本研究で用いたフライアッシュ（FA）原灰はFA量の増加とともに所定の空気量を得るためのAE剤添加率が直線的に増加し、分級灰の値を1.2倍程度上回った。しかし、改質灰では必要AE剤添加率は若干の増加に留まる。一方、減水剤添加量については、改質灰の方の必要SP添加率が増加し、減水剤の組成との関係を検討する必要がある。

3.2 圧縮強度，スケーリングおよび中性化

圧縮強度を図3および図4に示す。本研究では未燃炭素が圧縮強度の発現に及ぼす影響は認められず、いずれの材料においても外割置換配合が最も高い強度である。一方スケーリングも図5に示すように、空気量を確保しているために灰種間の際は認められない。また、図6に示す促進中性化試験結果においては外割配合が最も抑制され、配合を適切に選定することが重要であることが明らかとなった。

4. まとめ

本研究の範囲では、未燃炭素量はAE剤の添加率に影響することがあらためて確認されたが、外割置換でフライアッシュを用いることで、耐凍害性と中性化抑制を確保できる可能性が明らかとなった。

参考文献: 1)佐藤ほか: 凍害環境に暴露した大型コンクリート供試体の物性評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.1, pp.1183-1188 (2009), 2)大谷ほか: 加熱改質フライアッシュコンクリートの促進中性化速度に及ぼす養生材齢の影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.38, No.1, pp.141-146(2016), 3)吉田ほか: フライアッシュ混和コンクリートのスケーリングに及ぼす試験開始材齢の影響, 平成27年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, V-37(2016)

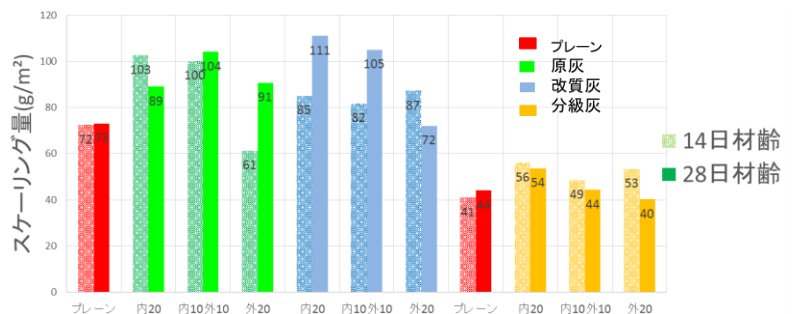


図5 スケーリングと試験開始材齢および配合

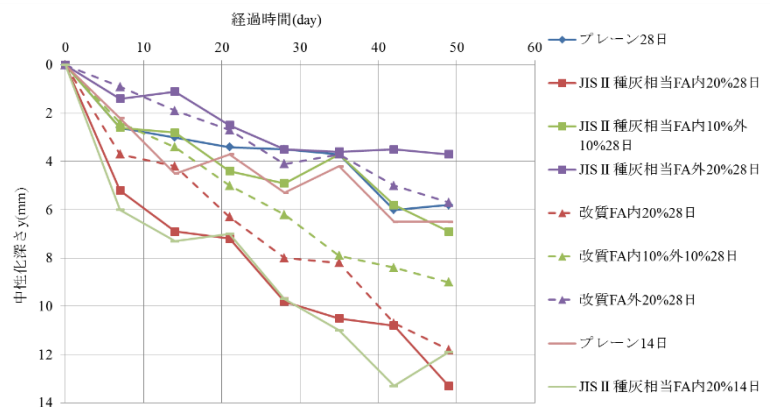


図6 中性化深さと試験開始材齢および配合