

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

秋田大学 学生員 ○吉田汐里

秋田大学 学生員 鈴木慧

秋田大学 正会員 徳重英信

1 はじめに

フライアッシュなどのポ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¹⁾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おり²⁾、本研究では、フライアッシュの混和率を変化させた配合が凍結融解作用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 表-2 に、各配合を表-3 に示す。配合はフライアッシュの混和率を変え、0%，内割 20%，内割 10%+外割 10%，外割 20% の 4 配合にした。また水結合材比(W/B)を 50%，細骨材率(s/a)を 42%に固定した。外割の場合は外割分を骨材置換と考えた。

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 吸水率 1.41%、粗粒率 2.83%
粗骨材	砕石	G	2.65	秋田県西木産 吸水率 1.49%、粗粒率 6.37%
水	水道水	W	1.00	
混和材	フライアッシュ	FA	2.24	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

表-2 フライアッシュ成分表

密度 (g/cm ³)	強熱減量 (%)	比表面積 (ブレン法) (cm ² /g)	フロー値比 (%)
2.24	2.2	3,570	106

2.2 供試体製造

供試体製造にはパン型強制練りミキサによる練混ぜ後、フレッシュ性状となる空気量、スランプ、練上り温度を JIS A1128 および JIS A 1101 に準拠して測定し、目標スランプが 8.0±1.5 cm、目標空気量が 4.5~6.9%に入る性能の配合で、圧縮強度試験、中性化促進試験用供試体を φ 100×200 mm、凍結融解試験用供試体を φ 150×100 mm で作製した。養生方法は標準養生によって行い材齢 14 日目から各試験を行った。

表-3 配合

名称	目標 スランプ (cm)	目標 空気量 (%)	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					混和剤(C×%)	
					W	C	S	G	FA	AE	SP
0%	8±1.5	4.5~6.9	50	42	165	330	746	1030		0.070	0.7
内20%					165	264	746	1030	46	0.100	0.3
内外10%					165	297	671	1030	85	0.120	1.0
外20%					165	330	597	1030	124	0.145	1.3

2.3 硬化後の各種物性試験

圧縮強度試験は JIS A 1108、凍結融解試験（スケーリング試験）は ASTM C 672 に準拠した。また、促進中性化試験、中性化深さ、および割裂方法は、JIS A 1153、JIS A 1152 および JIS A 1113 に準拠した。

3. 実験結果

3.1 フレッシュ性状結果

フレッシュ性状の結果を図-1 に示す。フライアッシュの混和量の増加に伴い空気量が落ちたため、目標空気量を出すために AE 剤の添加量が増えた。これは、フライアッシュの未燃カーボンがコンクリート内の AE

キーワード：フライアッシュ 凍結融解 スケーリング 材齢 中性化

連絡：〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1 秋田大学工学資源学部 Tel：018-889-2367 fax：018-837-0407

剤を吸着しているためだと考えられる。

3.2 圧縮強度試験結果

圧縮強度試験の結果を図-2 に示す。材齢 14 日ではフライアッシュの混和量分の単位セメント量が減った内割 20 %は無混和の場合と比較して 25 %程度の強度低下があり、内外 10 %の圧縮強度は 15 %程度低下している。しかし、外割 20 %の混和の場合は無混和とほぼ同程度の圧縮強度を示した。一方、材齢 28 日では内割 20 %のものは無混和に比較して 22 %程度の強度低下、内外 10 %で 10 %程度減少したが、外割 20 %の場合は無混和を上回り、フライアッシュのポゾラン反応が効率的に作用したものと考えられる。

3.3 スケーリング試験結果

試験開始材齢 14 日の供試体のスケーリング試験結果を図-3 に示す。各供試体の 7, 14 サイクルでの単位面積あたりのスケーリング量を比較すると差はほとんど無く、この時点では無混和の場合とフライアッシュを混和した 3 配合とも同程度のスケーリング抵抗性である。本研究で作製した供試体は 4.5 %以上の空気量を確保しており、適切な耐凍害性を有していると考えられるが、一般に高炉スラグセメントを用いた場合にはスケーリングの発生が顕著となることがあり、単位セメント量の減少とスケーリング量増加の関係については継続的に検討を行う必要がある。

3.4 促進中性化試験結果

試験開始材齢 14 日の促進中性化試験の結果を図-4 に示す。無混和の場合と比較してフライアッシュを混和した配合は中性化の進行は速い。これは、ポゾラン反応により硬化体内の細孔中の水酸化カルシウム量が減少し、pH が低下したためと考えられる。その中でも、フライアッシュの混和量が最も多い外割 20 %は、フライアッシュを混和した 3 配合で最も中性化の進行が遅い結果となった。本研究では水結合材比を一定にして配合しているため、配合によって水セメント比は異なり、フライアッシュを混和した 3 配合では、水セメント比の増加とともに中性化の進行が速く、中性化の進行は水セメント比との相関が強いと考えられる。

4. まとめ

試験開始材齢を 14 日とした本研究の範囲では、凍結融解 14 サイクルまでスケーリング量に及ぼすフライアッシュ混和率の影響は認められない。一方、中性化抵抗性はフライアッシュを細骨材置換として混和することが適切であると考えられるが、水セメント比を考慮する必要がある。今後、試験開始材齢を遅らせた促進試験を行い、ポゾラン材料の優位性が耐久性に及ぼす影響について検討する必要がある。

参考文献：1) 土木学会編：循環型社会に適したフライアッシュコンクリートの最新利用技術，コンクリートライブラリー，132 号，2009
2) 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，pp.1183-1188，Vol.31，No.1，2009

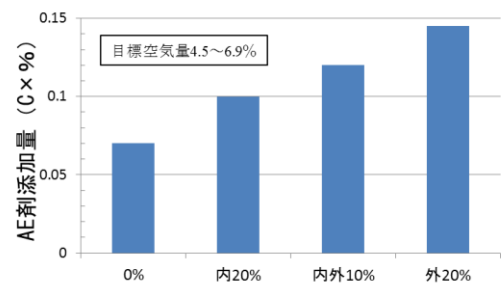


図-1 AE 剤使用量

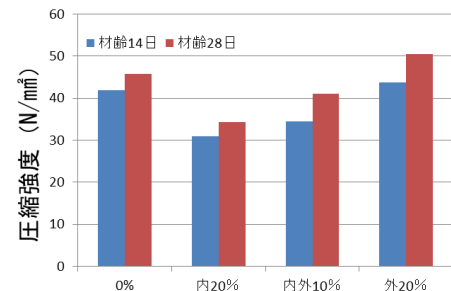


図-2 圧縮強度

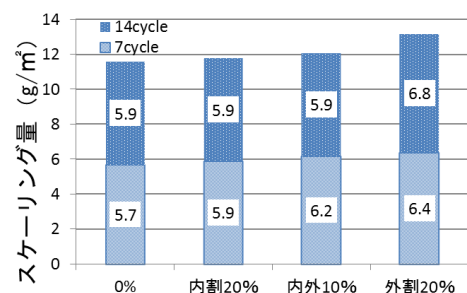


図-3 スケーリング試験

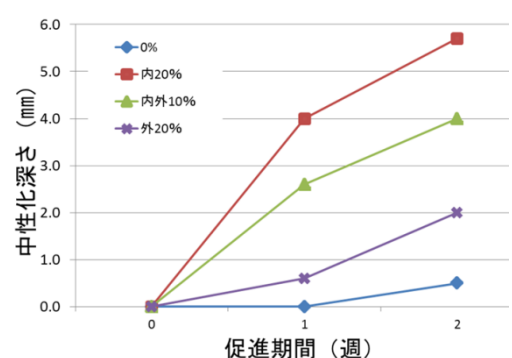


図-4 促進中性化試験