

フライアッシュ混和コンクリートの中性化と ASR 抑制効果に関する研究

秋田大学 学生会員 ○柳垣俊太

秋田大学 学生会員 福田将斗

秋田大学 正会員 徳重英信

1. はじめに

フライアッシュのコンクリートへの混和は、ポズラン反応によるセメント硬化体組織の緻密化に伴う耐久性向上に寄与することがわかっている。本研究ではフライアッシュ混和したコンクリートの中性化に及ぼす促進試験開始材齢の影響、さらにアルカリシリカ反応抑制効果に対する影響について、実験的に明らかにすることを目的とした。

2. 実験概要

2.1 使用材料、配合および供試体

促進性中性化試験はφ100×200mmのコンクリート円柱供試体を用いて行った。供試体の配合を表1に示す。JIS II種の分級フライアッシュ(FA)または加熱改質フライアッシュ(CfFA)の混和方法を変更させている。フライアッシュを混和しないブレン供試体の単位セメント量を基準として、フライアッシュをセメント置換（内割20%）、セメント外割（20%）及び内外割（内割10%+外割10%：内外割）の3種類としている。一方、ASR試験用供試体（セメントモルタル、40×40×160mm）の配合を表2に示す。フライアッシュの混和方法は中性化試験供試体と同様であり、細骨材は秋田県産「無害でない」ものを用いている。

表1 中性化試験用供試体のコンクリート配合表

配合名	W/B(%)	s/a(%)	単位量(kg/m³)						
			W	C	FA	CfFA	S	G	SP AE
ブレン	50	42	165	330	0	0	746	1026	1.65 0.26
FA内割				264	46	0	746		0.92 0.29
FA外割				330	110	0	597		4.95 0.54
FA内外割				297	76	0	671		3.27 0.42
CfFA内割				264	0	41	746		1.32 0.29
CfFA外割				330	0	111	597		3.96 0.4
CfFA内外割				297	0	77	671		2.97 0.33

表2 ASR試験用供試体のモルタル配合表

配合名	W/C(%)	単位量(kg/m³)						
		W	C	FA	CfFA	S(A)	S(B)	SP
ブレン	50	289	578	0	0	1360	1344	0
FA内割			462	72	0	1360	1344	0
FA外割			578	72	0	1264	1250	1.3
FA内外割			520	72	0	1312	1297	0.59
CfFA内割			462	0	74	1360	1344	0
CfFA外割			578	0	74	1263	1249	0.65
CfFA内外割			520	0	74	1312	1297	0.59

2.2 促進中性化試験方法

JIS A 1153 に準拠し、CO₂濃度 5%・相対湿度 60%・温度 20℃で、試験を行った。試験開始材齢を 28 日または 56 日とし、試験開始まで標準養生を行った。試験開始後は所定の試験経過時間で円柱供試体を割裂し、最後に JIS A 1152 に準拠し、中性化深さをフェノールフタレイン溶液噴霧によって測定した。

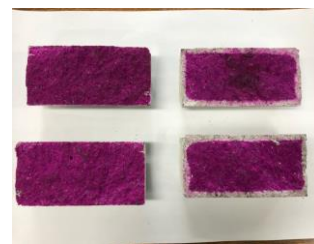


図1 フェノールフタレイン溶液噴霧後

キーワード：ポズラン反応，フライアッシュ，中性化，アルカリシリカ反応

連絡先：〒010-8502 秋田県秋田市手形学園長 1-1 秋田大学理工学研究科 tel: 018-889-2367

2.3 ASR 試験方法

ASR による膨張試験は、SSW モルタルバー法^{2,3)}に準じて実施している。材齢 2 日を試験開始材齢とし、40℃の NaCl 3%水溶液に浸漬し、試験開始後 40 週まで図 2 に示すように膨張量の測定を行っている。



図 2 SSW モルタルバー測定

3.実験結果及び考察

3.1 促進中性化試験結果

各供試体の試験開始材齢 28 日から、および試験開始材齢 56 日からの、中性化深さと経過時間の関係から求めた中性化速度係数を図 3 に示す。中性化速度係数 (mm/√week) は試験開始時から試験終了時（試験開始から 7 週目）までの中性化深さと経過時間から $\sqrt{t}$ 則により算出している。

フライアッシュの種類によらず混和方法で中性化速度係数は異なり、本研究の範囲ではプレーンに比較して内割および内外割の場合に中性化が進行することが明らかとなった。一方、外割の場合にはプレーンよりも中性化速度係数はいずれも小さくなり、さらに試験開始材齢が 28 日から 56 日になると中性化速度係数の低下が認められた。試験開始材齢が中性化に及ぼす影響には、ポゾラン反応による緻密化に伴うコンクリート中への炭酸ガス侵入の抑制があったものと考えられる。また、適切な粉体量の確保により、フライアッシュ混和による中性化抑制効果も期待できるものと考えられる。

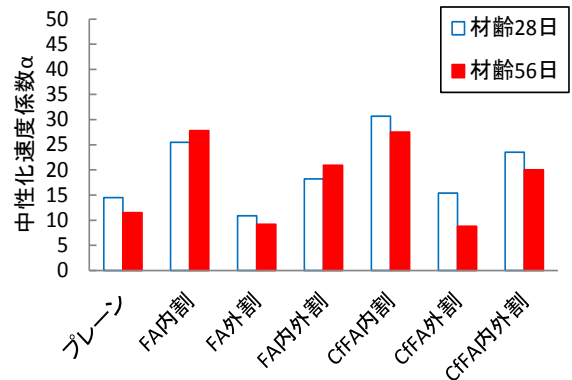


図 3 試験開始材齢と中性化速度係数

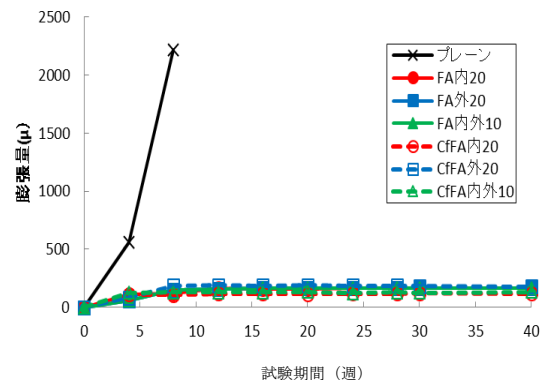


図 4 ASR による膨張量と試験期間の関係

3.2 ASR 促進試験結果

反応性骨材を用いた SSW モルタルバー法の試験期間と膨張量の関係を図 4 に示す。試験期間の原点 (0) は材齢 2 日に相当する。フライアッシュを混和していないプレーンでは ASR による膨張が顕著であったが、フライアッシュを混和した配合では、各フライアッシュおよび全配合において試験期間 40 週まで膨張は認められない。このことから、「無害でない」反応性骨材を用いた場合で、さらに外部からアルカリ金属イオン (Na^+) が供給される環境下でも、フライアッシュの混和により、ASR 膨張の抑制が期待できるものと考えられる。

4.まとめ

フライアッシュの適切な混和により中性化の抑制が期待でき、試験開始材齢を 56 日とすることにより、さらに中性化抑制効果が認められた。また、フライアッシュの混和は ASR の抑制に効果的であることが本研究の結果から明らかとなった。

参考文献：

- 1) 小早川ほか：フライアッシュのポゾラン反応による硬化体の空隙・組織の変化，コンクリート工学年次論文集，Vol.23，No.2，PP.100-101(2001)
- 2) 三浦ほか：外部から侵入する塩化ナトリウムがアルカリ骨材反応に及ぼす影響，セメント・コンクリート論文集，Vol.47，pp.408-413(1993)
- 3) 岩城ほか：NaCl の影響を受けたコンクリートのアルカリシリカ反応抑制方法に関する研究，セメント・コンクリート論文集，Vol.51，pp.790-795(1997)