

フライアッシュ、高炉スラグ微粉末のASR抑制効果について

関西電力㈱ ○正員 酒井研二, 正員 打田靖夫
近畿コンクリート工業㈱ 正員 姫野元治, 小野 香

1. はじめに

近年、コンクリートのアルカリ骨材反応(AAR)に関する研究が各所で活発に行われ、その防止対策にも種々の方法が検討されている。筆者らは、AARのうち特にASR(アルカリシリカ反応)の発生要因や混和材料・化合物の影響について検討し、既に報告した^{1),2)} これらのうち混和材料の影響については、フライアッシュと高炉スラグ微粉末の代表試料各1種類を用いて置換率の影響を実験的に検討した結果、置換率がフライアッシュで20%以上、高炉スラグ微粉末で40%以上あれば膨張抑制効果のあることが確認された。しかし、フライアッシュや高炉スラグ微粉末の品質は種類により差異のあることが指摘されている。ここでは、国内産各種のフライアッシュおよび高炉スラグ微粉末の膨張抑制効果についてモルタルバー法による膨張率をパラメーターとして相対比較を行ったので、その結果を報告する。

2. 実験概要

(1) 使用材料 混和材は、国内産の10種類のフライアッシュおよび8種類の高炉スラグ微粉末を用いた。セメントは、普通ポルトランドセメントでアルカリ量0.49%の低アルカリ形を用いた。骨材には、パイレックスガラスNo7740に相当するガラス棒を粉碎して用いた。使用した材料の特性を表-1に示す。

表-1 使用材料の特性

〔註〕 灰分: d/g, Na₂O, K₂O, R₂O: %

	C	PG	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
比重	3.18	2.23	2.10	2.11	2.14	2.21	2.28	2.30	2.30	2.31	2.23	2.31	2.92	2.88	2.87	2.89	2.94	2.87	2.88	2.93
灰分	3460	—	3490	3760	4430	3020	3160	4990	3120	4260	3280	3630	3920	4110	4820	4420	4150	4380	4360	3840
Na ₂ O	0.19	4.00	0.06	0.06	0.12	0.20	0.17	0.11	0.21	0.11	0.07	0.27	0.26	0.15	0.18	0.14	0.20	0.16	0.24	0.24
K ₂ O	0.45	0.04	0.10	0.07	0.04	0.08	0.13	0.07	0.12	0.10	0.05	0.13	0.25	0.30	0.29	0.30	0.25	0.30	0.44	0.42
R ₂ O	0.49	4.03	0.13	0.11	0.15	0.25	0.26	0.16	0.29	0.18	0.10	0.36	0.42	0.35	0.37	0.34	0.36	0.36	0.53	0.52

※ C: 普通ポルトランドセメント(低アルカリ形), PG: パイレックスガラス, F: フライアッシュ, B: 高炉スラグ微粉末

(2) 実験方法 実験は、JIS A 5308附属書8モルタルバー法に準じて行った。フライアッシュは、JIS A 6201に規定される混合率に基づきセメントの25%を置換した。高炉スラグ微粉末は土木学会規準「コンクリート用高炉スラグ微粉末規格(案)」に規定される混合率に基づきセメントの50%を置換した。混和材置換の場合のアルカリ量は、セメント量についてのみNaOH添加により調整し1.2%とした。

また、セメント単味についてアルカリ量を調整しないセメントベース配合(CB: 低アルカリセメント)と、アルカリ量を調整したコントロール配合(CR: 高アルカリセメントと称する。)についても実施した。

3. 実験結果

(1) フライアッシュ置換の場合……図-1参照

高アルカリセメントでもフライアッシュで置換することにより著しく膨張率が抑制された。フライアッシュ置換の場合の材令6ヵ月の膨張率は、0.107~0.178%の範囲にあり、平均値は0.137%でCRに対して約1/3であった。膨張は、材令の初期には急速な増加傾向を示したが、材令4ヵ月頃にはほぼ落ち着いた状態を示した。CBに比べると材令初期には全般に大きな膨張を示したが、材令2ヵ月頃からフライアッシュ置換の膨張率の平均値とCBの値(0.131%)がほぼ同程度となった。

(2) 高炉スラグ微粉末置換の場合……図-2参照

高アルカリセメントでも高炉スラグ微粉末で置換することにより著しく膨張率が抑制された。高炉スラグ

Kenji SAKAI, Yasuo UCHITA, Motoji HIMENO, Kaoru ONO

スラグ微粉末置換の場合の材令6ヵ月の膨張率は、0.060～0.093%の範囲にあり、平均値は0.074%でCRに対して約1/6であった。CBに比べて膨張傾向はゆるやかで、材令2ヵ月以降の平均膨張率は1/2程度であった。

(3) 混和材で置換したモルタルバーの膨張減少率について……図-3および図-4参照

フライアッシュ、高炉スラグ微粉末で置換した場合の材令6ヵ月の膨張率をCRの膨張率に対する膨張減少率で表わすと、フライアッシュで置換した場合は60～76%の範囲にあり、高炉スラグ微粉末で置換した場合は79～87%の範囲の膨張減少率が認められた。またCBの場合は70%であった。このように、使用するセメントが高アルカリの場合においてもフライアッシュや高炉スラグ微粉末を使用することにより、ASRによる膨張を十分抑制できることが認められた。

4. まとめ

国内産のフライアッシュおよび高炉スラグ微粉末を用いたモルタルバー法によるアルカリ骨材反応の膨張抑制効果についてまとめると以下のとおりである。

① 10種類のフライアッシュ全てがセメントと

25%の置換

率で用いた時、

置換しない場

合の60%以

上の膨張抑制

効果が期待で

きるが、種類

によるバラツ

キを考慮する

必要がある。

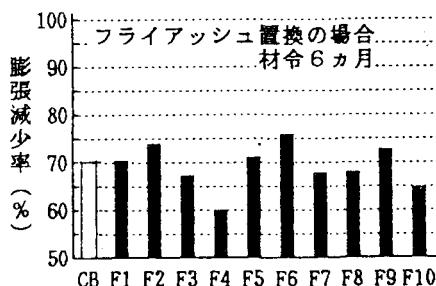


図-3 モルタルバーの膨張減少率比較図

図-4 モルタルバーの膨張減少率比較図

② 8種類の高炉スラグ微粉末全てがセメントと50%の置換率で用いた時、置換しない場合の75%以上の膨張抑制効果が期待できる。また、種類によるバラツキも比較的小さい。

③ 高アルカリセメントを用いた場合でも高炉スラグ微粉末で50%置換することにより、低アルカリセメントを用いるよりも確実な膨張抑制効果が期待できる。

参考文献, 1) K.Okada, T. Agawa, M. Adachi, K. Takahashi: ALKALI-AGGREGATE REACTION; A STUDY ON CAUSATIVE FACTORS, 7th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction, AUG. 1986.

2) 姫野元治, 本郷忠夫: アルカリ骨材反応に及ぼす混和材料とアルカリ化合物の影響, 土木学会第42回年次学術講演会, 昭和62年9月。