

V-240 モルタルバーおよびコンクリート供試体による分級フライアッシュのAAR抑制効果

㈱奥村組筑波研究所 正会員 東 邦和 正会員 山本和夫
㈱四国総合研究所 正会員 石井光裕 浮田和明

1. まえがき

フライアッシュの有効利用を一層進めるためには、品質の変動をなくし、高品質化を図ることが考えられる。この目的で気流分級した分級フライアッシュを用いたコンクリートの研究を実施しており、その中で、分級フライアッシュを用いたアルカリ骨材反応（AAR）抑制効果の一連の試験を実施してきた¹⁾。ここでは、コンクリート供試体と組み合わせて実施した試験結果について報告する。

2. 実験概要 1) 使用材料 セメント：普通ポルトランドセメント（比重3.15、Na₂Oeq. 0.69%）。分級フライアッシュ（FA10）：四国電力（株）西条火力発電所産のフライアッシュ（原粉）を用い、これを最大粒径10μmを目標に気流分級したもの。物理・化学的性質を表-1に示す。 細骨材：鬼怒川産川砂。粗骨材：安山岩、チャート、硬質砂岩。 AE減水剤：リグニンスルホン酸化合物およびポリオール複合体

表-1 フライアッシュの物理化学的性質

記 号	物 理 的 性 質			化 学 的 性 質 (化 学 成 分 %)								
	比 重	粉 末 度 (cm ² /g)	平均粒径 (μm)	ig.loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	C
F A 1 0	2. 4 7	6860	4. 6 7	2. 3	57. 6	26. 6	4. 6	4. 0	1. 4	0. 98	0. 92	1. 19
原 粉	2. 26	3190	10. 50	1. 9	58. 0	25. 0	5. 2	4. 6	0. 8	0. 86	0. 95	1. 47

2) 実験ケース

実験ケースを表-2に示す。モルタルバー法、コンクリート促進養生試験、コンクリート外気曝露試験の3種類を行なった。分級フライアッシュは、所定の混入率になるようにセメント内割りで置換した。

3) 供試体

供試体の形状は、モルタルバー法（建設省指針）は、4×4×16cm、コンクリート供試体シリーズAは、10×10×40cm（鉄筋φ10mm）、φ10×20cm、シリーズBは、15×15×80cm（鉄筋φ13mm）である。コンクリート供試体には、鉄筋2本を縦方向に入れている。コンクリート供試体シリーズAは、40℃の湿空中で促進養生を行ない、20℃に下げて長さを測定した。シリーズBは、下部30cmを土中に埋めた状態で屋外に曝露した。コンクリート供試体A、Bの膨張量測定はコンタクトゲージで行なった。

反応性骨材は安山岩とチャートを使用した。化学法（建設省指針）の試験結果を表-3に示す。コンクリート供試体の粗骨材に安山岩を使用した場合は、ペシマム量を考慮して、無害と判定される硬質砂岩を1：1で混入して用いた。アルカリ量の調整は、フライアッシュのアルカリ量を無視して、結合材量に対して1.2%となるようにNaOHで調整

表-2 実験ケース

試験方法		No.	フ ラ イ ア ッ シュ	$\frac{F}{C+F}$ (%)	骨 材	養生方法
モルタル バー法		M-1	――	0	安 山 岩	温 度 40° C
		M-2～M-4	原 粉	10、15、20		
		M-5～M-7	FA10			
		M-8	――	0	チャート	湿 度 100%
		M-9	原 粉	15		
		M-10～M-12	FA10	10、15、20		
コン ク リ ー ト	促 進 養 生 試 験	A-1	――	0	安山岩および	温 度* 40° C 湿 度 100%
		A-2～A-4	FA10	10、15、20	硬質砂岩	
		A-5	――	0	チャート	
		A-6～A-8	FA10	10、15、20		
	曝 露 試 験	B-1	――	0	安山岩および	外 気 中
		B-2	FA10	15	硬質砂岩	
		B-3	――	0	チャート	
		B-4	FA10	15		

*供試体は濾紙で巻いて養生を行った。

表-3 骨材の反応性試験結果

骨 材	S _c	化 学 R _c	法 判 定
安 山 岩	734	170	有 害
チャート	44	31	有 害
硬質砂岩	30	30	無 害
川 砂	モルタルバー法（6ヶ月）0.027% 無害		

した。コンクリートの配合を表-4に示す。

3. 結果および考察

a. モルタルバー試験

膨張量を図-1に示す。フライ

アッシュの混入により、膨張量は低下している。混入率15%で安山岩のケースで原粉で無混入の1/5、分級フライアッシュで1/20の膨張量となっている。また、分級フライアッシュの混入率が大きいくほど膨張量は低下している。分級フライアッシュFA10は、原粉より比表面積が2.2倍大きく、同じ内割量で置換しても、抑制効果が大きい結果が得られた。チャートの場合も同様の抑制効果を得た。

b. コンクリート供試体シリーズA（促進養生供試体）

膨張量を図-2に示す。分級フライアッシュの混入により膨張量は、安山岩で1/2以下、チャートで約1/3の大きさになっており、抑制効果が得られた。供試体の外観は、無混入のものは表面に網目状のひびわれが生じ、表層モルタル部に剥離が生じているが、分級フライアッシュを混入したものは、健全な状態を保っている。円柱供試体の圧縮強度の比較と、動弾性係数を図-3に示す。圧縮強度は、いずれも材令1か月から9か月にかけて増加している。ただし、安山岩を使用した無混入のものは、材令1か月の圧縮強度も低く、その後の伸びも少ない。また材令9か月における動弾性係数の値は、ほぼ圧縮強度に比例した値が得られた。

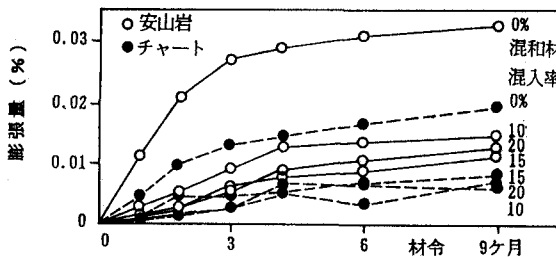


図-2 コンクリートの膨張量（促進養生）

c. コンクリート供試体シリーズB（外気曝露供試体）

膨張量を図-4に示す。測定結果は、測定時の気温により $10 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ で補正した。材令6か月および1年のコンクリート曝露供試体によっても分級フライアッシュによる膨張量抑制効果が得られた。供試体の表面には、特にひびわれは生じていない。

4. まとめ

分級フライアッシュは、原粉と比べて、同割合の混入率で高いAAR膨張抑制効果を持つこと、およびコンクリート供試体においてもその効果が得られることが、安山岩およびチャート骨材を用いて確かめられた。

<謝辞> 本研究に、多大のご指導を頂いた建設省土木研究所片協清士室長ならびに守屋進氏に感謝致します。

参考文献 浮田、重松、石井、山本、東、茂木： Effect of classified fly ash on AAR, 8th ICAAR, pp259-264、1989

表-4 コンクリートの配合

細骨材の 最大寸法 (mm)	スランプ の範囲 (cm)	空気量 の範囲 (%)	水/C の範囲 (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	AE 減水剤
20	12±2	4±1	50	43	160	320	787	1080	0.8

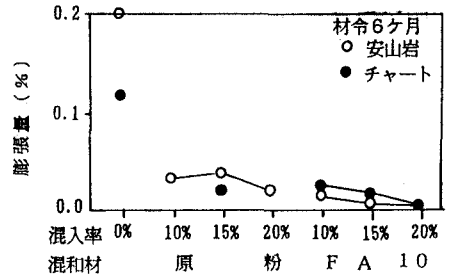


図-1 モルタルバーの膨張量

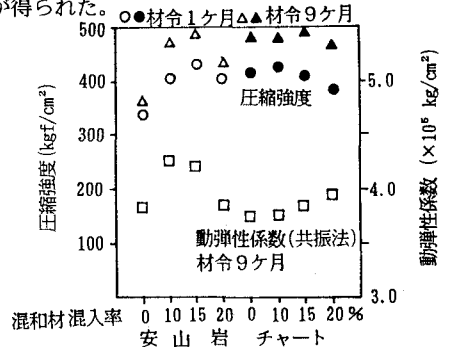


図-3 圧縮強度および動弾性係数（促進養生）

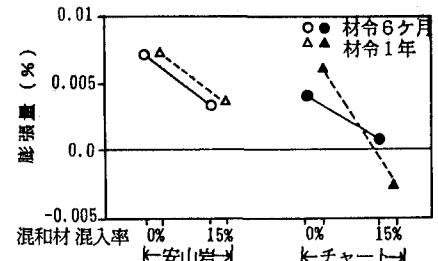


図-4 コンクリート膨張量（外気曝露）