

V-94

分級フライアッシュのアルカリ・シリカ反応抑制効果に関する実験

鹿島建設技術研究所 正会員 重松和男

㈱四国総合研究所 正会員 重松俊一

1. はじめに

アルカリ・シリカ反応（ASR）抑制方法の一つとして、フライアッシュやシリカフューム等のボゾランや高炉スラグ微粉末が使用され、抑制効果を有することが、これまでの研究で明らかにされている。

本報告では、フライアッシュの品質の向上及びバラツキを少なくするために、原粉を分級することにより細粒化したフライアッシュ（以後“分級フライアッシュ”と呼ぶ）をセメントに混和した場合のASR抑制効果に関し、分級フライアッシュの種類、混和率がASRによる膨張抑制に及ぼす影響について検討した。

2. 試験概要

(1) 使用材料

本試験に使用した材料は、反応性骨材〔四国地方で産出する輝石安山岩；ASTM C 289、骨材の潜在反応性試験方法（化学法）で潜在有害領域に位置し、モルタルバー法で6ヶ月における膨張量が0.2%以上を示すもの〕、普通ポルトランドセメント（低アルカリ型、等価 $\text{Na}_2\text{O}=0.32\%$ ）、フライアッシュ〔四国電力㈱西条火力発電所製の原粉1種類（市販品）、分級フライアッシュ2種類（FA20；最大粒径 $20\mu\text{m}$ 、FA10；最大粒径 $10\mu\text{m}$ ）である。

フライアッシュの物理・化学的性質は表-1に示すとおりである。

表-1 フライアッシュの物理・化学的性質

種 類	比重	粉末度 (cm^2/g)	平均粒径 (μm)	Ig. loss (%)	SiO_2 (%)	Na_2O (%)	K_2O (%)	R_2O (%)
原 粉	2.28	3310	12.3	2.1	61.2	0.97	1.05	1.66
FA 20	2.40	5960	4.6	1.3	57.8	0.82	0.72	1.29
FA 10	2.54	9700	3.6	1.6	56.5	0.83	0.73	1.31

(2) 試験方法

ASRによる膨張量の測定は、モルタルバー法（JIS A 5308 附属書8骨材のアルカリ・シリカ反応性試験方法）により行った。試験条件は、表-2に示すとおりである。セメントのアルカリ量は、1.2%（等価 Na_2O ）となるように水酸化ナトリウムを加えたが、FA10については、参考として、セメントとフライアッシュの合計量に対するアルカリ量を1.2%（等価 Na_2O ）とした場合についても試験を行った。

表-2 試験条件

種 別	フライアッシュ混和率 (%)
原 粉	0, 10, 20, 30
FA 20	0, 10, 20, 30
FA 10	0, 10, 20, 30

3. 試験結果及び考察

原粉及び分級フライアッシュ（FA10）を混和したモルタルの膨張量と材令との関係を図-1に、材令6ヶ月におけるモルタルの膨張量とフライアッシュの置換率との関係を図-2に示す。

今回の試験結果から、次のことが明らかとなった。

(1) フライアッシュ無混和のモルタルバーの膨張量（材令6ヶ月）は、0.22%であり、供試体表面に白い

斑点が生じ、ASRによる膨張が認められた。

- (2) 各フライアッシュを混和したモルタルバーは全ての置換率において、材令6ヶ月における膨張量はほぼ零に近く(−0.006 ~ 0.022 %), 膨張が抑制されている。
- (3) フライアッシュの分級の程度の膨張抑制効果に及ぼす影響は、それほど顕著ではないが、細粒になるほど膨張量が減少する傾向にある。フライアッシュが細粒化するほどそれ自身のアルカリ量は減少し、比表面積が大きくなっていること(表-1参照)から、膨張抑制効果は、フライアッシュのアルカリ量が少なく比表面積が大きいほど、大きくなると考えられる。フライアッシュのアルカリ量の影響に関しては、同様なことが、Ramon L. Carrasquillo等¹⁾により指摘されている。
- (4) フライアッシュの置換率の膨張抑制効果に及ぼす影響は、それほど顕著ではなく、置換率10%でもASRによる膨張抑制効果が十分あると考えられる。
- (5) フライアッシュの置換によって、普通ポルトランドセメントのアルカリが希釈されないように、FA 10に関しては、全結合材に対してアルカリ量を一定(等価 $\text{Na}_2\text{O}=1.2\%$)にした場合についても試験を行ったが、アルカリ量をセメントに対して1.2%にした場合とほぼ同様な結果となった。このことはフライアッシュによるASR抑制効果が単なる置換によるアルカリの希釈効果にとどまらないことを示すものである。
- (6) 以上のように、今回試験に用いた各フライアッシュは、非常に優れたアルカリ・シリカ反応抑制効果が認められたが、そのメカニズムに関しては諸説があり、未だ統一した説明をすることは困難であるがその要因としては、フライアッシュを混和することにより、アルカリの希釈効果、組織の緻密化などによる水密性の向上等が考えられる。

参考文献; 1) Ramon L. Carrasquillo and peter G. Snow; Effect of Fly Ash on Alkali-Aggregate Reaction in Concrete, ACI Materials Journal, July-August, 1987, pp. 299~305

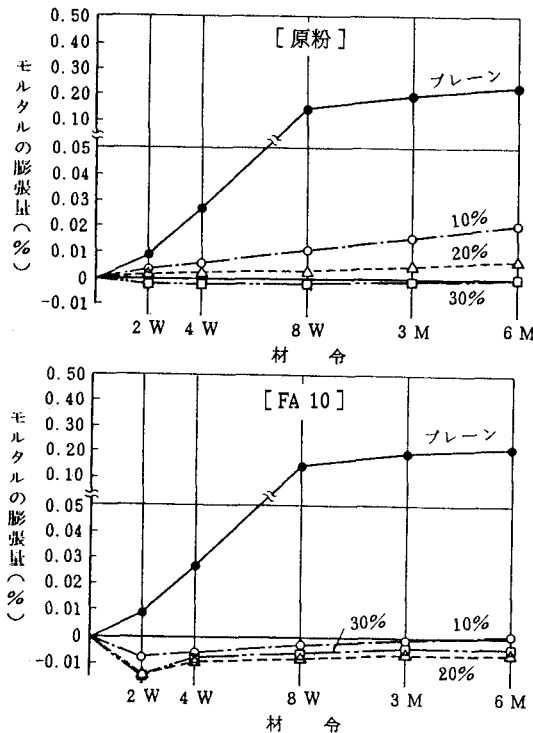


図1 モルタルの膨張量と材令との関係

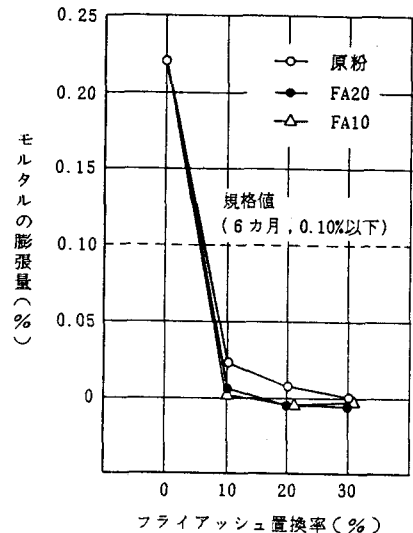


図2 フライアッシュの置換率と膨張量との関係