

学生員 ○鈴木 篤 (法政大学)

正会員 穂積 豊 (日本フライアッシュ協会)

正会員 小林 正凡 (法政大学)

1. はじめに

モルタルバー法は、膨張を測定することによって骨材の反応性、混和材を混用した場合の反応抑制効果等を判定する方法であるが、試験を行なう場合にはアルカリ量の多いセメントを用いる代わりに比較的低アルカリのセメントにNaOHなどの試薬を用いてセメントのアルカリ量の不足分を補って行う場合が多い。しかし、アルカリを添加する場合には試験結果の判断に十分な注意が必要であり、この方法には不明な点が多い。本研究では、バイレックスガラスを用いる場合を対象とし、アルカリの添加が膨張性状、およびフライアッシュ混用による抑制効果におよぼす影響について検討を加えたものである。

2. 実験方法

1) 添加アルカリの種類の相違について検討するため、3種の普通ポルトランドセメント ($R_2O=0.31, 0.63$ 及び 0.72%) を用い、セメントの全アルカリ量を R_2O

表-1 フライアッシュの試験結果

	物理的性質				化学成分 (%)				
	比重	粉末度 cm ² /g	単位 水量比 %	圧縮強度比		強熱 減量	湿分	SiO ₂	R ₂ O
				28d	91d				
最大値	2.36	6110	99	85	115	3.6	0.3	66.9	3.22
最小値	2.08	2910	94	67	83	0.3	0.0	50.4	0.84
平均値	2.22	3959	97	77	96	1.9	0.1	58.3	1.99
JIS標準	≥1.95	≥2400	≤102	≥50	≥70	≤5	≤1	≥45	—

表-2 試験条件

	Total R ₂ O (%)	Cement R ₂ O (%)	添加調整試薬	F/C/F (%)
ASTM準用法	C×1.0	0.63	NaOH	25
ASTM法	C×0.92	0.92	用いず	(容積)

2) 混和材の混用による膨張抑制効果試験には、わが国の代表

的な14種類のフライアッシュを用いた。(表-1) 試験条件は、表-2に示すように、セメントのアルカリ量をNaOHを用いて調整するようASTM C 441の試験方法を修正したASTM準用法、ならびにアルカリを調整しない方法、すなわちASTMに準拠した方法によって行なった。

3. 実験結果および考察

1) セメント中に含まれるアルカリ量の異なる3種類のセメントを用い、アルカリ添加方法を相違させた場合におけるバイレックスモルタルバーの材令14日の膨張と用いたセメントのアルカリ量の関係は図-1に示すようであった。

これによれば、膨張は用いるセメントのアルカリ量によって著しく影響を受けることが認められた。用いたセメントのアルカリ量が0.31%の場合、無添加の場合の膨張率は、ほぼ0%であるのに対してアルカリを添加した場合には著しく膨張が増加し、ここで示された膨張のほぼ全部が添加したアルカリによる影響であると考えられる。用いたセメントのアルカリ量が0.63および0.72%の場合の様にセメント中のアルカリ量が大きい場合には、無添加に対する膨張の増加の程度は、小さく示された。したがって、セメントの全アルカリ量が一定に調整されていても、添加するアルカリにより、膨張は著しい影響を受ける。生コンJISのモルタルバー法によって、代表的な安山岩を用いて試験した場合においても同様な傾向にあり、昨年末のJIS改正でとりいれられた使用セメントのアルカリ量の規定は、試験精度の向上の面で妥当なものと思われる。

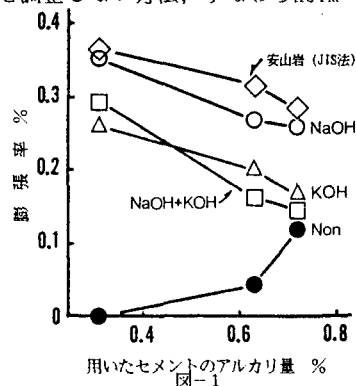
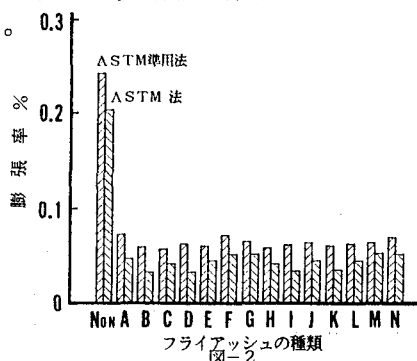


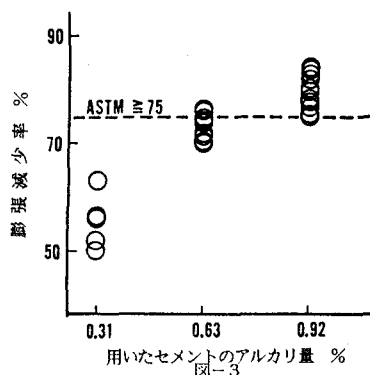
図-1

アルカリ添加方法の相違による影響を比較したところ、NaOH添加の場合にくらべ、KOHあるいはNaOH+KOHを添加する場合には、0.1%程度膨張が小さくなった。すなわち、KOHあるいはNaOH+KOHよりNaOHの方が膨張を促進する効果の大きいことが示された。一般に、セメント中のNaとKでは、Naの方が膨張を助長するといわれており、同様なことが添加するアルカリについてもいえると思われる。

2) 14種類のフライアッシュを混用したモルタルバーの膨張率は図-2に示すようであった。これによれば、フライアッシュを混用した場合、NaOHを添加したASTM準用法による膨張率は、0.058~0.072%であるのに対し、ASTM法では0.032~0.052%であり、いくぶん小さい値を示した。



ASTMのアルカリシリカ反応に対する混和材の品質判定規準では、フライアッシュを混用しない場合に対する混用した場合の膨張の減少割合、すなわち膨張減少率は75%以上であるよう規定している。図-2の試験結果について、膨張減少率を求め、用いたセメントのアルカリ量との関係を示せば図-3のようであった。これによれば、ASTM準用法による減少率は、70~76%であり規準値の75%を満足するものは、14種中のうちわずか6種類であった。一方、ASTM法による場合では75~84%となり、全てのフライアッシュにおいて規準値を満足するものであった。ここで比較のために、14種中のうち5種のフライアッシュを用い、アルカリ量が0.31%のセメントにNaOHを用いて全アルカリ量をセメントの1.0%となるようNaOHを添加して調整した場合(図-3)を加味して考えると、膨張減少率は用いるセメントのアルカリ量によって著しく影響を受けることが認められた。すなわち、フライアッシュの混用による膨張抑制効果は、アルカリ量の大きいセメントを用いた場合、大きく表れる傾向にあり²⁾、ASTM法によって品質判定を行った14種のフライアッシュは、抑制対策上きわめて有効であることが示唆されたことを考えると、ASTMの品質規準値によってアルカリを調整して抑制効果を判断することは、適当でないと思われる。



4. むすび

実験の範囲内で次のことがいえると思われる。アルカリ添加してセメントの全アルカリ量を一定に調整して試験を行った場合、アルカリ添加により膨張は添加アルカリの種類より、むしろ用いるセメントのアルカリ量、すなわち添加したアルカリ量によって著しく影響を受ける。

フライアッシュの膨張抑制作用はNaOHによってアルカリを添加して試験を行った場合には、小さく表れる。しかし、アルカリを添加しない場合の結果をASTMの規準値にてらすと、わが国で産出されているものは、抑制対策上きわめて有効なものと考えられる。

謝 辞

本研究を行なうにあたり、土木研究センター 柳田 力氏より多大の御助言を頂き、また法政大学 田中 弘助手および卒論生であった菅原 泰幸君、菅保 匠君より協力を頂いたことを記し、謝意を表します。

参考文献

- 1) ASTM C 441 "Effectiveness of Mineral Admixtures in Preventing Excessive Expansion of Concrete due to The Alkali-Aggregate Reaction"
- 2) 鈴木 篤, 柳田 力, 小林正凡: フライアッシュのアルカリシリカ反応に対する抑制作用, JSCE, 土木学会第44回年次学術講演概要集, 第V部, 1989, pp684~685