

大阪産業大学大学院工学研究科 学生員 ○坂 和也
大阪産業大学工学部 正会員 高見 新一
大阪産業大学工学部 フェロー 西林 新蔵

1. はじめに

石炭火力発電は、石油、天然ガスの可採年数の影響を受けることにより、今後のさらなる需要拡大が考えられる。このことは発電に伴う石炭灰の排出量が増加することを示しているが、主に使用される石炭が海外産のものに移行していることから、低品質の石炭灰が今後さらに増加すると考えられる。低品質フライアッシュ（石炭灰）をコンクリート用混和材として有効利用するため、本研究では JIS 規格に該当しない規格外フライアッシュを使用し、モルタルのフレッシュ性状および硬化特性に及ぼす影響について実験的に検討した。

2. 実験概要

本実験で用いた材料を表-1 に示す。混和材として用いたブレアゾール炭フライアッシュ（以後 B A と称す）は JIS 規格Ⅲ種と比較して活性度の規格値を満足しておらず、Ⅳ種と比較しても強熱減量の規格値を満足していないため規格外品位のフライアッシュとなったものである。

モルタルの配合表を表-2 に示す。基準モルタルの配合はセメントの物理試験（旧 JIS R 5201）に準じたものとし、フライアッシュの置換方法はセメントを基準とした質量百分率にて内割（セメントに対する置換）と外割（細骨材に対する置換）を行った。また、所定のモルタルフローを得るために必要となる水量を知るため、水量を各配合において変動させた。試験はフレッシュ性状としてモルタルフロー試験を、硬化特性として圧縮強度、曲げ強度および乾燥収縮試験を行った。

3. 実験結果および考察

図-1 に B A 内割および外割置換モルタルにおける水量とフロー値との関係を示す。図より、モルタルの自由および加振時のフロー値と水量の関係はゆるい曲線形状となり、水量の増加とともに自由変形時は下に凸の、加振変形時は上に凸の形状を示すことがわかる。

さらに、ある一定のフロー値を得るための水量は B A 置換率の増加とともに増大していることがわかる。以上のことから、モルタルにおける B A の置換割合が増加するにつれて所定のフロー値を得るための水量がより多く必要となり、モルタルの流動性に悪影響を与えることが認められた。

表-1 使用材料

材料	性質
水	水道水
普通ポルトランドセメント	密度3.15g/cm ³ 、比表面積3380cm ² /g
細骨材（川砂）	密度2.56g/cm ³ 、吸水率1.42%、粗粒率2.86
フライアッシュ （ブレアゾール石炭灰）	密度2.19g/cm ³ 、比表面積1920cm ² /g 強熱減量7.7%、活性度指数（13W）87%

表-2 フライアッシュ置換モルタルの配合

	FA置換率 (%)	W	C	FA	S
		(g)			
基準モルタル	0	220~320	520	0	1040
	20	220~320	416	104	
	40	220~320	312	208	1040
	60	250~320	208	312	
内割	20	220~340	520	104	936
	40	250~370		208	832
	60	290~370		312	728

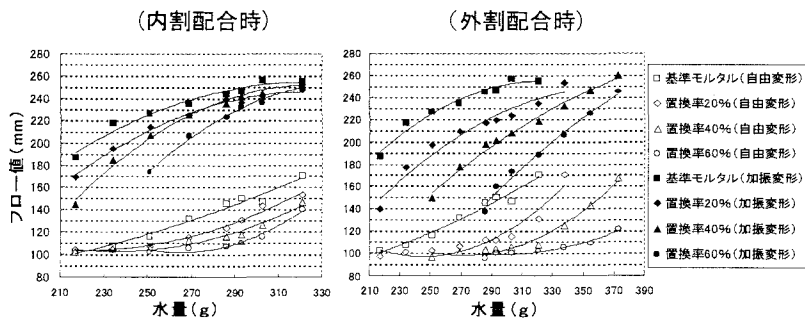


図-1 B A内割および外割置換モルタルの水量とフロー値の関係

図-1 から、自由変形 110mm、加振変形 220mm のフロー値とするための水量を求め図-2 に示す。この値はスランプ 10~12cm のコンクリートのウェットスクリーニングモルタルにおけるフロー値に相当する。図より、B A 置換モルタルが所定のフロー値を得るための必要水量は、置換率との関係で表すと直線になっていることがわかる。また、自由変形フロー110mm と加振変形フロー220mm とするための水量が内割、外割の双方において一致する。

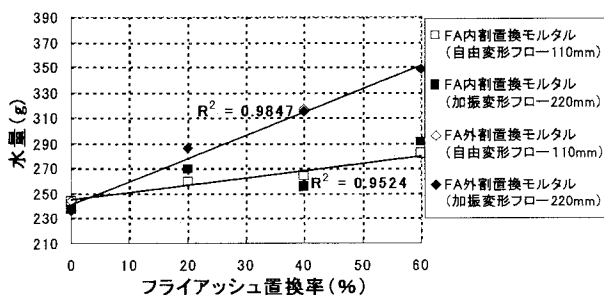


図-2 一定フロー値におけるB A 置換率と水量の関係

B A を内割および外割で 25、50% と置換したモルタル供試体の配合を表-3 に示す。配合は表-2 に示したものと同様の方法で行い、水量はモルタルのフロー値が自由変形時 110mm、加振変形時 220mm となるよう設定した。

表-3 強度試験用モルタル配合

	FA 置換率 (%)	水セメント比 W/C (%)	水結合材比 W/(C+FA) (wt. %)	水粉体容積比 (vol. %)	単位量 (kg/m ³)			
					W	C	FA	S
基準モルタル	0	47	47	148	300	658	0	1275
内割	25	67	60	142	306	459	153	1224
	50	106	53	138	313	294	294	1175
外割	25	56	45	130	334	598	150	1047
	50	65	43	119	365	561	281	842

図-3 に材齢 28 日における圧縮強度試験の結果を示す。図を見ると、内割配合の場合は B A 置換率が大きくなるに従って圧縮強度が直線的に低下している。また、外割配合においても内割配合ほどではないものの、圧縮強度が低下している。この理由としては、内割配合の場合は B A の置換にともなう単位セメント量の低下、外割配合の場合は総粉体量の増大にともない所定のフロー値を得るための水量が増加するため、W/C が変動するからであると考えられる。

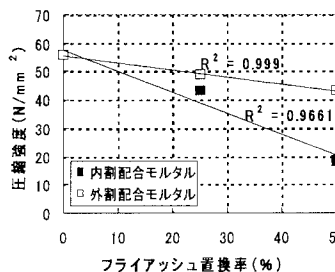


図-3 圧縮強度試験結果

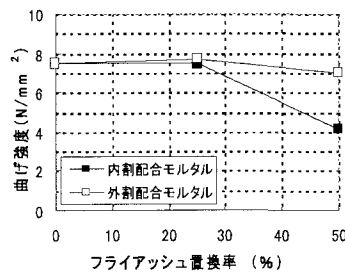


図-4 曲げ強度試験結果

図-4 に材齢 28 日における曲げ強度試験の結果を示す。図を見ると、内割置換率 50% における曲げ強度が大きく低下しているもののそれ以外は基準と同等の値を示している。このことから材齢 28 日における B A 置換の影響は圧縮強度より曲げ強度に顕著に現れると考えられる。

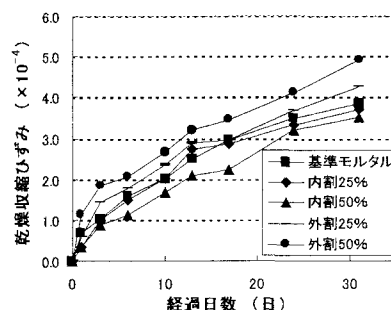


図-5 乾燥収縮試験結果

図-5 に乾燥収縮試験の結果を示す。経過日数 30 日の段階において既に傾向が見られ、基準モルタルと比較すると内割配合の場合は B A の置換にともない乾燥収縮ひずみが減少する。その反面、外割配合の場合は収縮ひずみが増大する結果となった。

4. まとめ

- (1) B A のような比表面積の小さいフライアッシュをモルタルに置換した場合、所定のフローを得るための必要水量が増加することが認められ、モルタルの流動性に影響を及ぼすことが判明した。
- (2) B A のポゾラン反応は材齢 28 日では発揮されず、より長期的な強度発現の想定が必要となる。
- (3) B A の置換による乾燥収縮への影響は置換方法や置換率などにより異なり、外割配合にて多量使用した際に乾燥収縮ひずみが大きくなる。