

V-19

中空粒子を多量に含むフライアッシュを用いた自己充填モルタルの基本特性

秋田高専 学生員 ○飯高裕之
秋田高専 正会員 桜田良治
三井建設（株） 正会員 黒島一郎
長岡技術科学大学 フェロー 丸山久一

1. はじめに

現在、火力発電所から多量に排出されるフライアッシュや、砕石プラントから排出される砕石微粉末のリサイクル利用法の一つとして、地下埋設管の埋戻し材への活用が検討されている[1]。この埋戻し材は打設時のセルフベリング性と管梁の維持補修時に再掘削可能な強度をもつような機能性に富む材料であるが、その特性は粉末材料としてのフライアッシュの品質に影響されるところが大きい[2]。

そこで本研究では、フライアッシュの品質変動要因のうち、中空粒子の含有の程度や未燃カーボン量に着目し、これら品質変動要因が、埋戻し用の自己充填モルタルの流動性や強度の発現性状、およびフレッシュ状態にあるモルタルの時間経過によるフロー値の変化に与える影響について検討した。

2. 実験方法

埋戻し用の自己充填モルタルの要求品質として、①15打フロー値 250mm 以上(セルフベリング性の確保)、②圧縮強度 2N/mm² 以下(再掘削性の確保)、③ブリージング無し(材料分離の防止)の3条件を満足するものとした。

配合材料はフライアッシュ(FA)と安山岩砕石の微粉末(CS)、及び普通ポルトランドセメント(OPC)で、これに所定の流動性を確保するためにポリカルボン酸系の高性能A E減水剤(SP)を添加した。使用したフライアッシュは、粒度分布がほぼ同一であるが、中空粒子が少なく、未燃カーボン量も比較的小さいもの(FA1)と粒子内構造が多孔質の中空粒子を多量に含有し、未燃カーボン量も比較的多いもの(FA2)の2種類とした。その物理特性を普通ポルトランドセメントと比較して表一1に示す。この配合材料を用いて上記要求品質を満たす配合を定めた(表一2)。

流動性は、フロー試験(JIS R 5201)によりモルタルに振動を与えない場合のフロー値(0打フロー値)と振動を与えた場合のフロー値(15打フロー値)で評価した。また、圧縮強度試験用の供試体はφ50×100mmとし、脱型した後所定の材齢まで水中養生させ、圧縮試験を実施した。

3. 結果及び考察

結合材(B)に対するフライアッシュ(FA)の体積比 F/B とモルタルフロー値の関係を図一3に示す。図一3より球状粒子からなるフライアッシュ(FA1)を結合材として使用したフレッシュモルタルは、F/Bが大きくなるにつれてフロー値は次第に増大しているが、中空粒子を多量に含むフライアッシュ(FA2)を結合材として使用したものは逆に、F/B=0.0~0.7での15打フロー値は300mm以上であるが、F/Bが大きくなるにつれてフロー値は減少する傾向にある。この要因として、中空粒子を多量に含むフライアッシュが増すにつれて練混ぜ水が粒子内空隙に取り込まれ、流動性に寄与する粒子間の自由水と混和材が相対的に減少したことが考えられる。

次に、F/B=0.94とした場合のモルタルフロー値の経時変化を、練混ぜ直後のフロー値(V₀)に対する各時間でのフロー値(V_t)の相対値で表し、図一4、図一5に示す。両モルタルの配合は上記3条件を満足するものであり、それらを比較した。図一4から、練混ぜた後にフレッシュモルタルを静置した状態では、フレッシュモルタルの流動性は時間経過とともに単調に減少していく。一方、練混ぜを連続した状態でのフレッシュモルタルのフロー値は(図一5)、練混ぜ後5分では低下するが、その後フロー値は徐々に増加し、増加がピークに達した以降は静置した状態と同じようにゆるやかに減少していく。このフロー値の初期凝結後の増加要因としては、機械的攪拌による凝結し始めた粒子の分散に加えて、粒子破砕に伴うフライアッシュ粒子の粒径の変化と粒子内間隙水が流動性に寄与したた

表一1 フライアッシュの物理特性

	FA1	FA2	OPC
真比重	2.15	2.23	3.16
Blaine比表面積 (cm ² /g)	3340	5450	3380
BET比表面積 (m ² /g)	1.338	6.793	—
強熱減量 LOI (%)	0.44	0.96	1.70

表一2 自己充填モルタルの配合表

	F/B	W/B	W	C	FA	CS	SP
FA1	0.90	0.50	320	84	556	960	5.12
	0.92	0.50	320	68	572	955	5.12
	0.94	0.50	320	51	589	949	5.12
	0.96	0.50	320	34	606	944	5.12
	0.98	0.50	320	17	623	940	5.12
FA2	0.90	1.00	440	61	379	837	7.00
	0.92	1.00	440	49	391	833	7.00
	0.94	1.00	440	37	403	829	7.00
	0.96	1.00	440	25	415	824	7.00
	0.98	1.00	440	13	427	820	7.00

W:水, C:セメント, B=C+FA

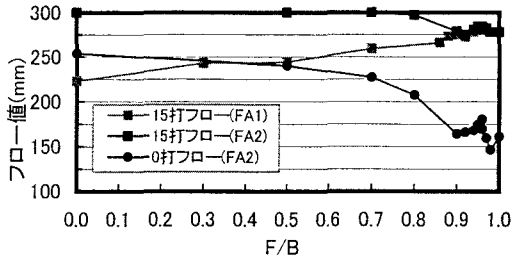


図-3 F/B とフロー値の関係

めと考察される。一旦減少したフロー値の、回復の程度の違いは、水結合材比 W/B に加えて、両フライアッシュの粒子構造も影響しており、それに伴う粒子内空隙中の間隙水の流動性への寄与が大きいと、フライアッシュの粒子内構造が多孔質であるほど攪拌によるフロー値の変動は大きいと考察できる。

次に、両フライアッシュ(FA1, FA2)の結合材に対する体積比 F/B を 0.9 以上とした配合における材齢長期での圧縮強度を図-6、図-7 に示す。両フライアッシュでのモルタルとも F/B の増加に伴って圧縮強度は次第に低下し、ほとんど球形粒子よりなるフライアッシュ(FA1:LOI=0.44%)を使用した供試体は、F/B=0.94 で再掘削可能な強度(2N/mm² 以下)を満足することができたが、F/B=0.96 以上では水浸時に崩壊した。この理由として、配合中の単位セメント量が極めて少ないため、材齢早期に吸水による浸透圧に耐えるだけの凝結硬化が充分でないことと、材齢早期にはフライアッシュのポゾラン反応が期待できないことによると考えられる。一方、中空粒子を多く含むフライアッシュ(FA2:LOI=0.96%)を使用した供試体は、F/B=0.92~0.94 で再掘削可能な強度(2N/mm² 以下)を満足することができ、それ以上結合材に占めるフライアッシュ量が高い配合でも、水中において崩壊することなく自立する傾向にある。

この実験結果より、結合材として置換するフライアッシュの未燃カーボン量が多くなるほど、フレッシュモルタルの塑性粘度が大きくなるため、硬化が完全に進行していない材齢早期においても、水浸時に崩壊しにくくなる傾向にある。

4. まとめ

以上の実験から、次のことが明らかになった。

- (1) 球形粒子からなるフライアッシュ(FA1)は、多量に添加するほどフロー値が増加したが、中空粒子を多量に含むフライアッシュ(FA2)では逆に、添加量が増すほどフロー値が減少する。
- (2) 練混ぜを連続した状態では、初期凝結時に一旦低下したフロー値が再び増加し、増加がピークに達した以降はゆるやかに減少する。その一連のフロー値の変化には粒子構造の違いによる影響が認められた。
- (3) 両フライアッシュともに F/B=0.94 の配合で再掘削可能な強度を満足することができた。また、球形粒子からなるフライアッシュ(FA1)は F/B=0.96 以上の配合では水浸時に崩壊するが、中空粒子を多量に含むフライアッシュ(FA2)では LOI の影響等により水浸時に崩壊しにくく、より多量に結合材としての置換が可能であった。

参考文献

- [1] 桜田良治, 丸山久一, 黒島一郎, 下山善秀, 佐藤豊一: フライアッシュを多量に使用した自己充填モルタルの基本特性, 第 25 回セメント・コンクリート研究討論会論文報告集, pp. 59~64, 1998.
- [2] 桜田良治, 丸山久一: 自己充填モルタルの流動性に及ぼすフライアッシュの粒子構造の影響評価, 第 26 回セメント・コンクリート研究討論会論文報告集, pp. 120~123, 1999.

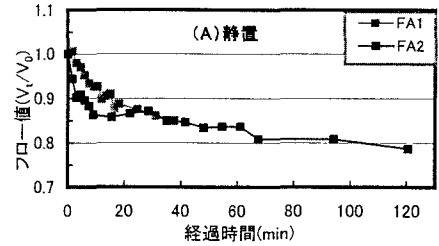


図-4 フロー値の経時変化(静置)

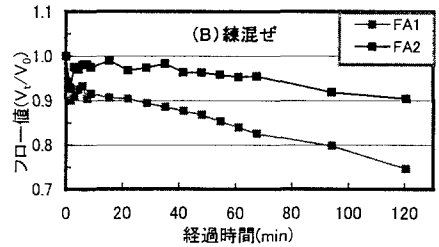


図-5 フロー値の経時変化(練混ぜ)

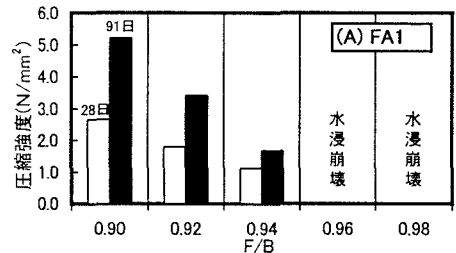


図-6 圧縮強度特性(FA1)

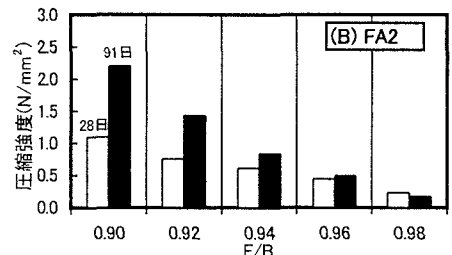


図-7 圧縮強度特性(FA2)