

(V-13) フライアッシュを多量に使用したモルタルの初期強度発現の促進に関する実験的考察

五洋建設（株） 正会員 藤原 敏弘
五洋建設（株） 正会員 山田 義博
五洋建設（株） 正会員 小松 誠児
五洋建設（株） 正会員 内藤 英晴

1. まえがき

フライアッシュを結合材の一部として利用する場合は、結合材量の内割りで 30%を上限として混入することが認められている。しかし、これを上まわる多量のフライアッシュを混入した場合には、凝結時間の遅延、初期強度の低下、中性化に対する抵抗性の低下等の現象が顕在化する場合がある。本研究では、早強ポルトランドセメント、AE 減水剤（促進型）、耐寒促進剤の使用が、フライアッシュを結合材量の内割りで 30～70%混入したモルタルの初期強度発現を促進する効果について室内実験で確認し、フライアッシュを多量に使用したモルタルの初期強度発現の促進方法について考察する。

2. 実験概要

使用材料の概要を表-1 に、モルタルの配合を表-2 に示す。モルタルは、環境温度 20℃の試験室で JIS R 5201 に適合する練混ぜ機を用いて練混ぜ、モルタルフローを JIS R 5201 に準拠して測定した。さらに、圧縮強度試験用円柱供試体を JSCE-F 506 に準拠して作成し、材齢 1、3、5、7 日における圧縮強度を JIS A 1108 に準拠して測定した。なお、供試体上面の研磨が不可能な場合は石こうを用いてキャッピングをし、その他は上面を研磨した。

表-1 使用材料

材料名	記号	物性
普通ポルトランドセメント	NPC	密度 3.16g/cm ³ 、 比表面積 3310cm ² /g
早強ポルトランドセメント	HPC	密度 3.14g/cm ³ 、 比表面積 4470cm ² /g
フライアッシュ	FA	密度 2.27g/cm ³ 、 比表面積 3510cm ² /g
山砂	S	表乾密度 2.57g/cm ³ 、吸水率 1.44%、 洗い損失量 2.13%、粗粒率 2.83
AE 減水剤 (標準型)	Ag1	リグニンスルホン酸化合物、 および、ポリオール複合体
AE 減水剤 (促進形)	Ag2	リグニンスルホン酸化合物、 および、ロダン化合物
耐寒促進剤	Ag3	無機系窒素化合物

表-2 モルタルの配合と試験結果の一覧

配合名	セメント	FA混入量 (重量比) (%)	混和剤	W/B (%)	S/M (%)	単位量 (g/バッチ)				モルタル フロー (mm)	圧縮強度 (N/mm ²)			
						W	C	FA	S		1 日	3 日	5 日	7 日
N-Ag1-0	NPC	0	Ag1	50.0	56.2	400	800	0	2150	190	12.1	28.4	37.2	42.2
N-Ag1-30		30		48.1	55.6	370	560	240	2150	188	7.8	21.1	27.6	29.8
N-Ag1-50		50		45.0	55.8	350	400	400	2150	189	4.5	14.3	17.8	20.1
N-Ag1-70		70		43.1	55.6	330	240	560	2150	190	1.0	5.5	8.0	9.1
N0-Ag1-30	NPC	30	Ag1	50.0	55.1	400	560	240	2150	204	7.3	19.5	25.0	26.1
N0-Ag1-50		50		50.0	54.3	400	400	400	2150	220	3.6	11.2	14.9	16.5
N0-Ag1-70		70		50.0	53.7	400	240	560	2150	232	1.0	3.8	6.2	6.9
N-Ag2-0	NPC	0	Ag2	50.0	56.2	400	800	0	2150	180	12.1	32.1	37.3	40.1
N-Ag2-30		30		48.1	55.6	385	560	240	2150	189	8.1	22.0	27.8	29.6
N-Ag2-50		50		45.0	55.8	360	400	400	2150	190	5.4	14.3	17.7	21.2
N-Ag2-70		70		43.1	55.6	345	240	560	2150	189	1.7	5.8	7.8	8.2
N-Ag3-0	NPC	0	Ag3	50.0	56.2	400	800	0	2150	188	10.9	29.6	37.7	7.6
N-Ag3-30		30		48.1	55.6	385	560	240	2150	193	6.6	20.0	25.9	28.0
N-Ag3-50		50		45.0	55.8	360	400	400	2150	179	3.8	11.8	15.0	17.9
N-Ag3-70		70		43.1	55.6	345	240	560	2150	186	1.7	4.8	6.3	7.6
H-Ag1-0	HPC	0	Ag1	50.0	54.3	400	800	0	2000	188	20.9	35.0	41.0	43.2
H-Ag1-30		30		47.5	54.0	380	560	240	2000	193	12.1	24.2	29.0	32.5
H-Ag1-50		50		44.4	54.2	355	400	400	2000	187	8.3	16.6	20.7	20.6
H-Ag1-70		70		41.9	54.2	335	240	560	2000	190	2.6	8.1	9.0	10.4

キーワード：フライアッシュ、初期強度、耐寒促進剤、モルタル、強度発現の促進

連絡先：五洋建設（株）、栃木県那須郡西那須野町四区町 1534-1、TEL0287-39-2107、FAX0287-39-2132

フライアッシュは、JIS A 6201 のⅡ種に相当するものを結合材量の内割りで 30～70%混入した。N0-Ag1 シリーズは単位水量を一定としてフライアッシュ混入量を変動させ、N-Ag1 と H-Ag1 シリーズはモルタルフローが $190 \pm 5 \text{ mm}$ となるように単位水量を加減した。また、N-Ag2 と N-Ag3 シリーズは、混和剤の効果を確認する目的で、混和剤添加量以外の配合を N-Ag1 シリーズと同様とした。なお、AE 減水剤はメーカー推奨値を添加し、耐寒促進剤はメーカー推奨値の下限である単位粉体量の 2%を添加した。

3. 実験結果

3.1 フライアッシュ混入による水結合材比の低減

実験結果の一覧を表 2 に示す。所定のモルタルフローが得られるように単位水量を調整した N-Ag1 シリーズでは、単位水量を一定とした N0-Ag1 シリーズより単位水量が減少した。この際、N-Ag1 シリーズの細骨材容積比(S/M)は、単位水量の変動にかかわらずほぼ一定となり、単位水量を加減する際の目安となった。

図-1 に N-Ag1 と N0-Ag1 シリーズの圧縮強度を比較した結果を示す。フライアッシュの混入にともなう単位水量の減少によりモルタルの水結合材比は低下し、その結果、初期強度も増加した。また、フライアッシュ添加量が多いほど強度増加の割合は大きくなる。

3.2 初期強度発現促進効果の比較

AE 減水剤（標準型）を使用した N-Ag1 シリーズの圧縮強度を基準として、N-Ag2、N-Ag3、H-Ag1 シリーズの圧縮強度を比較した結果を図-2 に示す。AE 減水剤（促進型）を使用した N-Ag2 シリーズでは材齢 1 日の圧縮強度発現が大きくなり、その効果はフライアッシュ混入量の増加にともない大きくなる傾向を示す。しかし、材齢 3 日以降は、AE 減水剤（促進型）の効果が認められない。

耐寒促進剤を使用した N-Ag1 シリーズでは、強度増加の割合が 0.8 ～1.0 程度となり、耐寒促進剤の効果が認められない。これは、耐寒促進剤の添加量をメーカー推奨値の下限値としたため、耐寒促進剤の単位量が少なかったことが原因と考えられる¹⁾。

早強ポルトランドセメントを使用した H-Ag1 シリーズでは、強度増加の割合が材齢 1 日で 1.5 以上、材齢 3 日で 1.2 程度となった。しかし、材齢 5 日以降は、早強ポルトランドセメントの効果が小さくなる。

4. まとめ

得られた知見を以下に示す。(1)フライアッシュの混入にともないモルタルフローを同一とするために必要な単位水量は低減される。この結果、モルタルの水結合材比が小さくなり、初期強度は増加する。なお、このときの細骨材容積比は、フライアッシュの混入量にかかわらずほぼ同じ値となった。(2)今回の実験の範囲において、初期強度発現の促進効果が顕著に現れるのは、早強ポルトランドセメントの使用、AE 減水剤（促進型）の使用、耐寒促進剤の使用の順となった。

【参考文献】 1)津村ほか：多量にフライアッシュを使用した高流動コンクリートの初期強度促進法、土木学会第 54 回年次学術講演会講演概要集、pp.904-905、1999.9

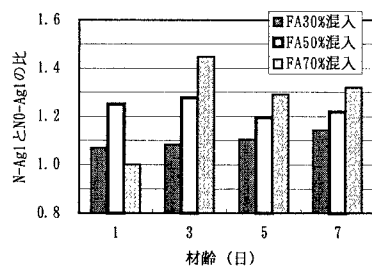
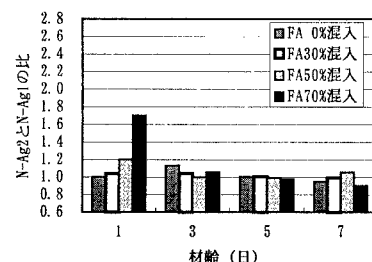
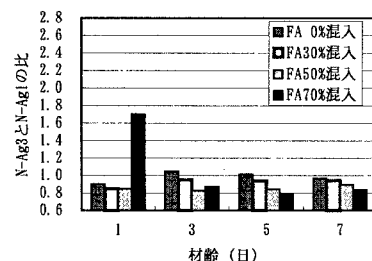


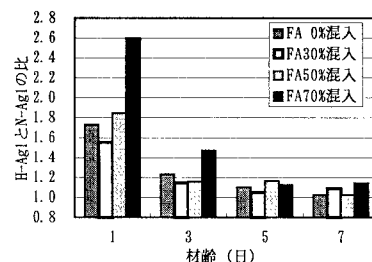
図-1 圧縮強度の比較



①AE 減水剤（促進型）の効果



②耐寒促進剤の効果



③早強ポルトランドセメントの効果

図-2 圧縮強度の比較