

高温のセメントを用いたコンクリートのフレッシュ性状に対するフライアッシュの影響

山口大学大学院 学生会員 ○弓削 慎一
 萩森興産(株) 正会員 杉山 拓也
 萩森興産(株) 正会員 吉岡 国和
 山口大学大学院 正会員 吉武 勇

1. はじめに

セメント工場に比較的近い生コンクリート工場は、セメントを高温のまま入荷しそのまま使用せざるを得ない場合がある。しかし、高温のセメントを使用することにより、フレッシュコンクリートのスランプロスが常温のものを使用した場合に比べ大きくなることが報告されている¹⁾。そこで本研究ではこの改善策を求めるためフライアッシュを高温のセメントに対して内割り置換したペーストの流動性試験を行った。さらに、フライアッシュを内割り置換したコンクリートのスランプ試験、空気量試験、強度試験を実施した。

2. 実験方法

表-1 ペーストの材料温度と配合表

2.1 ペーストの流動性試験

本研究では、普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm^3 ）およびJIS A 6201のIV種規格を満足するフライアッシュ（密度 2.16g/cm^3 ）を使用した。また、練混ぜ水には水道水を用いた。ここで用いたセメントとは生コンクリート工場が高温のままのセメントを入荷する場合を想定し、炉乾燥機を用いて24時間以上加温したものを使用した。なおセメント

Mix. No.	温度 (°C)			単位量 (kg/m ³)		
	C	FA	PASTE	C	FA	W
P-Base	67.5	—	34.3	2450	0	1225
FP5	65.7	64.5	31.9	2327	84	1225
FP10	67.0	65.7	32.0	2204	167	1225
FP20	63.5	65.2	32.3	1959	335	1225

の風化を防ぐため耐熱用のパックに密封した状態で加温した。また、ペーストの練上がり温度を一定にするため、フライアッシュもセメントと同様の状態で加温したものを使用した。表-1に示した各配合のペーストで、プレパックドコンクリートの注入モルタルの流動性試験方法（P漏斗による方法）JSCE-F 521-1999を参考に流動性試験を行った。また、単位水量を一定にするためセメント容積に対してフライアッシュを0, 5, 10, 20%にそれぞれ置換した。表-1に示す配合記号のうち、FPに続く数字はセメント容積に対するフライアッシュの内割り置換率（%）を表している。

2.2 コンクリートの試験

コンクリートについても上記と同様に、普通ポルトランドセメントおよびセメントと同等温度に加温したフライアッシュを使用した。細骨材には（小倉産）石灰砕砂 S_1 、砕砂 S_2 および（伊佐産）石灰砕砂 S_3 の3種類を混合したもの、粗骨材には 2010 砕石 G_1 と同 1505 砕石 G_2 を混合したものを使用した。混和剤にはポリカルボン酸系の AE 減水剤を使用した。表-2に示した各配合のコンクリート（セメント質量に対してフライアッシュを 0, 10, 20%にそれぞれ質量置換）についてスランプ（JIS A 1101）、空気量（JIS A 1118）および圧縮強度（JIS A 1108）の測定を行った。表-2に示す配合記号のうち、FCに続く数字はセメント質量に対するフライアッシュの内割り置換率（%）を表している。ス

表-2 コンクリートの配合表

ランプおよび空気量については経時変化を求めるため、練上がり直後から90分後まで15分間隔でスランプ試験および空気量試験を実施した。練返し時には再度、強制二軸練ミキ

Mix. No.	W/P	単位量(kg/m ³)								
		W	C	FA	S_1	S_2	S_3	G_1	G_2	Ad
C-Base	55	180	328	0	259	259	344	560	374	3.28
FC10	55	180	295	33	251	251	335	568	378	3.28
FC20	55	180	262	66	250	250	333	563	376	3.28
FC30	55	180	230	98	248	248	330	559	373	2.62

サで 15 秒間練混ぜた後、各実験を行った。また各実験ケースにおいて、 $\phi 100 \times h200\text{mm}$ の円柱供試体を用いて、材齢 1, (2), (3), (4), 7, 28, 91 日の圧縮強度を測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 ペーストの流動性試験

ペーストの流動性試験の結果を図-1 に示す。フライアッシュ無置換の P-Base に対してフライアッシュを置換した FP5, FP10, FP20 のそれぞれの配合で流下時間の増加を抑えることができた。特に、FP10 の配合で練上がり直後からほぼ一定の流下時間を持続したことから、置換した他の 2 配合に比べ流動性の低下を防ぐことができると考えられる。

3.2 スランプロスと空気量

コンクリートのスランブ試験、空気量試験結果をそれぞれ図-2, 図-3 に示す。FC10 の配合で、C-Base に比べ練上がり直後から 30 分後のスランプロスが 2cm 小さくなったが、90 分後では 10cm 程度とほぼ等しいものとなった。また、FC30 の配合でも C-Base と同じスランプロスを示した。一方で FC20 の配合では 90 分後のスランプロスが 4cm となり、経時的な流動性の維持が見込めるものと考えられる。特に 30 分後の値をみるとスランプロスが 0.5cm とほとんどロスがなかった。

図-3 に示す空気量の変化に着目すると C-Base の空気量が最も高く、フライアッシュを置換したコンクリートでは、いずれも低い空気量になったことから、空気量調整剤の添加率等を改善すべきであろう。

3.3 圧縮強度

コンクリートの圧縮強度試験結果を図-4 に示す。FC10, FC20, FC30 とフライアッシュ置換率が大きくなるにしたがい、材齢 28 日までの圧縮強度が小さくなるため、強度発現性を考慮した上で、スランプロスを改善する必要がある。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に列挙する。

- (1) ペーストの場合はフライアッシュをセメントに置換すると置換率にかかわらず流動性の向上がみられた。
- (2) フライアッシュ置換率 20% のコンクリートでのみスランプロスの有効な改善策となりうる。
- (3) フライアッシュ置換率の増加に応じて、材齢 28 日までの圧縮強度は低下するため、スランブ変化と強度低下の双方を勘案できる配合が望まれる。

【参考文献】

- 1) 杉山拓也ほか：高温のセメントを用いたコンクリートの初期性状に関する基礎実験，セメント・コンクリート論文集，No.63，(2010)

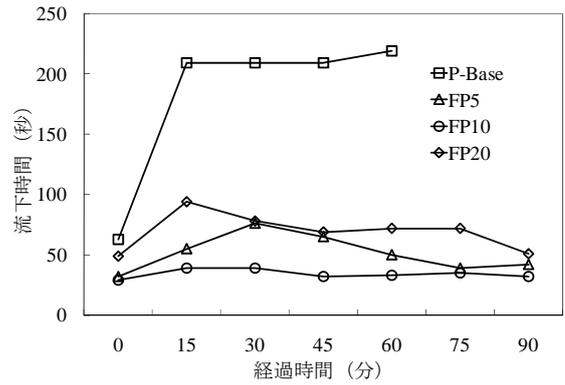


図-1 セメントペーストの流下時間

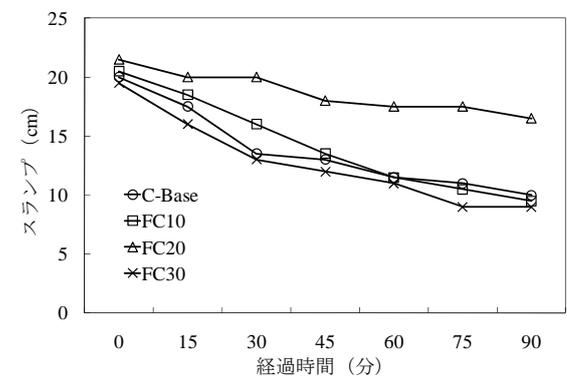


図-2 スランブの経時変化

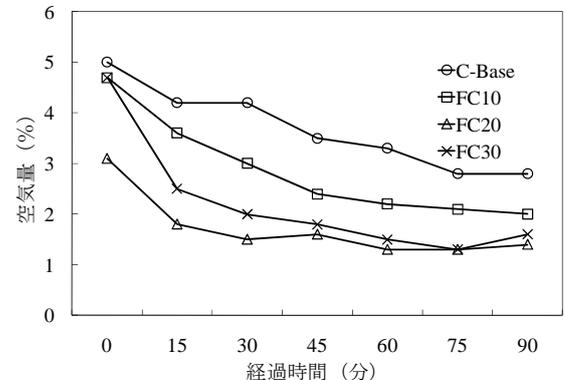


図-3 空気量の経時変化

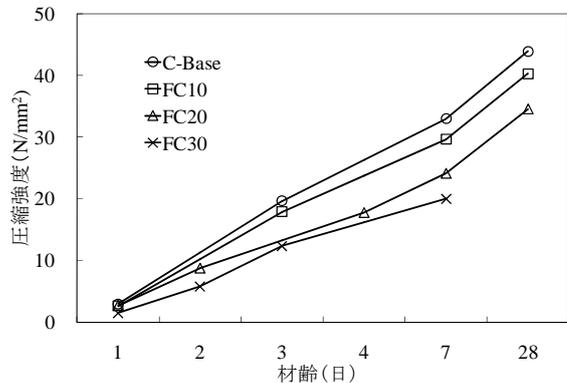


図-4 圧縮強度