

フライアッシュを用いた高強度コンクリートの低収縮化について

Reducing of Autogenous Shrinkage in High-Strength Concrete with Fly Ash

室蘭工業大学建設システム工学科

○正会員

菅田 紀之 (Noriyuki Sugata)

室蘭工業大学大学院建設システム工学専攻

学生員

三好 友也 (Tomoya Miyoshi)

1. はじめに

産業副産物として排出されているフライアッシュは、コンクリート用混和材あるいはセメント用原料として有効利用されている。フライアッシュ混和の利点としては、流動性の向上や水和熱の抑制等が挙げられる。しかしながら、初期強度の低下等の問題があるため混和材としての利用例は少なく、セメント用原料としての有効利用がほとんどである。一方、著者らは高強度コンクリートに混和材としてフライアッシュを使用した場合、自己収縮を低減できる可能性を示した¹⁾。

そこで本研究では、高強度コンクリート用混和材としてフライアッシュを使用し、自己収縮の低減化について検討を行った。混和材としてはフライアッシュのほかに高強度コンクリート用として一般的であるシリカフュームも使用した。また、フライアッシュとシリカフュームを混和材として使用した場合の圧縮強度についても検討を行った。

2. 実験の概要

2.1 使用材料および配合

高強度コンクリートの製造に使用した材料を表-1に示す。セメントとして普通ポルトランドセメント(C)，混和材としてフライアッシュ(FA)およびシリカフューム(SF)を用いた。配合は表-2に示すように水結合材比(W/B, $B = C + FA + SF$)を25%で一定とし、フライアッシュ置換率(FA/B)を0%から30%、シリカフューム置換率を0%から10%とした。配合の種類は12種類である。また、目標スランプフローは65 cm、目標空気量は1.0%である。

2.2 試験方法

圧縮強度試験は、φ100×200 mmの円柱供試体を用いて行った。試験材齢は1日、3日、7日、14日および28日である。供試体の養生温度は20℃とし、材齢24時間まで温度20±1℃に制御された恒温室内で封緘養生を行い、それ以降は温度20±1℃の水中養生とした。供試体の端面処理は、研磨機を用いて研磨仕上げとした。

自己収縮試験は、圧縮強度試験と同様にφ100×200 mmの円柱供試体を用い、中央軸方向に埋込型ひずみゲージを配置して行った。試験では、コンクリートを型枠

表-1 使用材料

材料	特性等
セメント (C)	普通ポルトランドセメント 密度：3.16 g/cm ³
フライアッシュ (FA)	比評面積：3,960 cm ² /g 密度：2.20 g/cm ³
シリカフューム (SF)	比評面積：230,000 cm ² /g 密度：2.2 g/cm ³
細骨材 (S)	陸砂 密度：2.71 g/cm ³
粗骨材 (G)	砕石 2005 表乾密度：2.67 g/cm ³
高性能 AE 減水剤 (SP)	ポリカルボン酸系

表-2 コンクリートの配合

W/B (%)	FA/B (%)	SF/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						
				W	C	FA	SF	S	G	SP
25	0	0	49	165.5	662		0	799	841	3.8
		5			629	0	33.1	793	834	5.0
		10			596		66.2	787	828	6.3
	10	0		162.5	585		0	797	839	3.3
		5			553	65	32.5	791	833	4.6
		10			520		65.0	786	827	5.9
	20	0		158.3	507		0	796	838	2.9
		5			475	127	31.7	790	832	3.8
		10			443		63.3	785	826	5.1
	30	0		155.0	434		0	795	836	2.8
		5			403	186	31.0	789	831	4.0
		10			372		62.0	783	825	5.3

に打込んだ直後から、20±1℃に制御された恒温室内に設置し、ひずみを測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度試験結果

図-1は圧縮強度の発現に及ぼすフライアッシュの影響を示している。図より、シリカフューム置換率に関係なく、フライアッシュ置換率が高くなるほど圧縮強度は小さくなる傾向を持っていることがわかる。これは普通のコンクリートと同様な結果であり、フライアッシュのポゾラン反応がセメントの水和より遅いため強度発現が遅れた結果であると考えられる。

図-2は圧縮強度に及ぼすシリカフュームの影響を示している。フライアッシュ置換率0%において、材齢3日まではシリカフューム置換率が低いほど圧縮強度は大

きくなっている。しかしながら、材齢 28 日にかけての強度増進はシリカフェーム置換率が高いほど大きい傾向にあり、強度の逆転がみられる。フライアッシュ置換率 30 %では、材齢 14 日までの強度差は小さくなっている。これはフライアッシュ混和による水和反応の遅れが強く現れたため、シリカフェームの影響が相対的に小さくなったことによるものと考えられる。材齢 28 日における強度は、シリカフェーム置換率が高いほど大きくなっている。

3.2 自己収縮試験結果

図-3は自己収縮ひずみに及ぼすフライアッシュの影響を示している。図より、シリカフェーム置換率 0 %における自己収縮ひずみは、フライアッシュ置換率 0 %を除くとフライアッシュ置換率が高くなるほど小さくなり、フライアッシュ置換率 30 %では 0 %より小さくなっている。シリカフェーム置換率 10 %の自己収縮ひずみは、フライアッシュ置換率が高くなるほど小さくなっている。30 %混和時の自己収縮ひずみは無混和の約半分程度まで低減されている。このフライアッシュ混和による影響は、シリカフェーム置換率 0 %より、10 %の方が大きくなっていることがわかる。

図-4は自己収縮ひずみに及ぼすシリカフェームの影響を示している。フライアッシュ置換率 0 %の自己収縮ひずみに及ぼすシリカフェーム混入の影響は、ほとんど無いといえる。これに対して、フライアッシュ置換率 30 %の自己収縮ひずみは、シリカフェームの混入により小さくなっていることが分かる。このようにシリカフェームの影響は、フライアッシュ混和の有無により異なっている。

4. まとめ

本研究の結果をまとめると次のようになる。

- (1) フライアッシュ置換率が高いほど圧縮強度は小さくなる。
- (2) 圧縮強度に及ぼすシリカフェームの影響はフライアッシュより小さい。
- (3) フライアッシュ置換率 30 %の場合に自己収縮ひずみが小さくなる。
- (4) 自己収縮に及ぼすシリカフェームの影響は、フライ

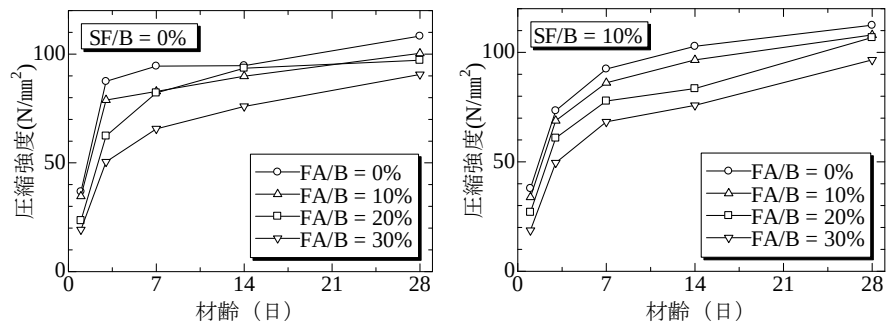


図-1 圧縮強度に及ぼすフライアッシュの影響

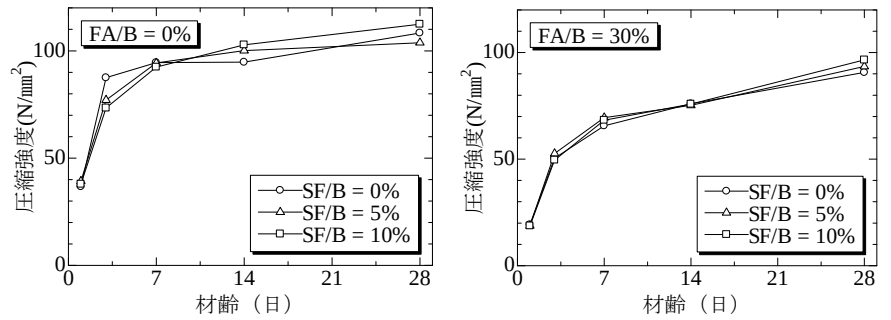


図-2 圧縮強度に及ぼすシリカフェームの影響

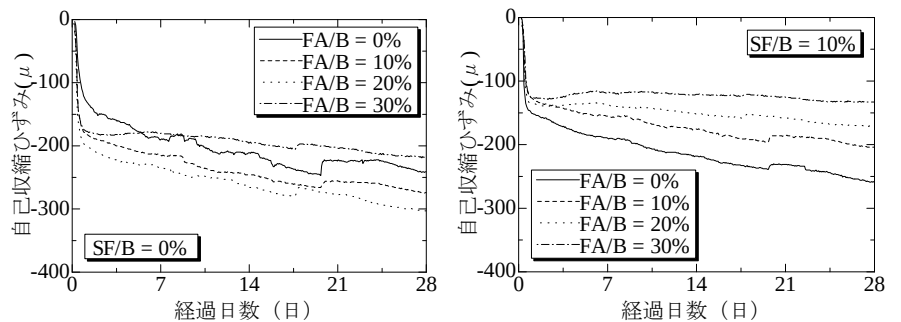


図-3 自己収縮に及ぼすフライアッシュの影響

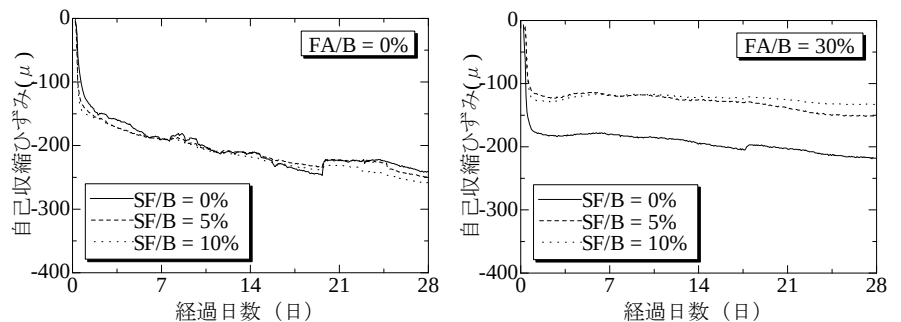


図-4 自己収縮に及ぼすシリカフェームの影響

アッシュの有無により異なる。

- (5) シリカフェーム置換率 10 %において、フライアッシュ置換率 30 %の自己収縮ひずみは、0 %置換の半分程度になる。

参考文献

- 1) 菅田紀之, 相澤義徳: フライアッシュを用いた高強度コンクリートの強度および収縮特性, コンクリート工学年次論文集, 第 28 巻, 第 1 号, pp.1205-1210, 2006.