

高強度コンクリートの収縮特性に及ぼすシリカフュームの影響

Effect of Silica Fume on Shrinkage of High-Strength Concrete

室蘭工業大学大学院 ○学生員 鎌田健太郎 (Kentaro Kamada)
室蘭工業大学大学院 学生員 河合 哲志 (Satoshi Kawai)
室蘭工業大学工学部 正 員 菅田 紀之 (Noriyuki Sugata)

1. はじめに

圧縮強度が 100 N/mm² を超えるような高強度コンクリートは水結合材比が非常に小さくなり収縮が大きくなる。また、流動性、ワーカビリティの改善のためシリカフューム等の混和材、高性能 AE 減水剤等の混和剤の使用が必要不可欠となる。特にシリカフュームはポゾラン反応を起こす結合材であり、コンクリートの収縮特性に大きな影響を与えるものと考えられる。

そこで本研究では、高強度コンクリートの自己収縮および乾燥収縮特性に及ぼすシリカフューム置換率の影響を検討した。

2. コンクリートの配合および使用材料

本研究に用いた高強度コンクリートの配合を表-1 に示す。シリカフューム置換率には 0 %, 5 %, 10 %, 20 % の 4 種類、水結合材比(W/B)には 20 %, 25 %, 30 % の 3 種類を採用し、目標スランプフローおよび空気量を 60 cm および 1.5 % として配合を決定した。使用した材料を表-2 に示す。結合材には普通ポルトランドセメントおよびシリカフューム、細骨材と粗骨材にはともに白老産の陸砂と碎石を用いた。混和剤にはポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤をそれぞれの実験ケースで目標スランプフローが得られるよう添加した。

3. 自己収縮および乾燥収縮試験方法

コンクリートの自己収縮試験は、内寸法 10×10×50 cm の鋼製型枠にコンクリートを打設し、ポリエステルシートで密封して行った。ひずみの測定は温度 20℃に制御された室内で行い、コンクリート中央部に配置した埋込型ひずみゲージにより打込み直後からひずみの測定を開始した。測定期間は 6 日間である。乾燥収縮試験は、直径 10 cm、高さ 20 cm の円柱供試体を用いて行った。乾燥開始材齢は 1 日、3 日および 7 日の 3 種類とし、ひずみの測定は温度 20℃、相対湿度 70 % の室内で供試体内中央に配置した埋込型ひずみゲージにより行った。測定期間は 6 日間である。

4. 実験結果および考察

4.1 自己収縮

図-1 から図-3 は水結合材比別の自己収縮ひずみの変化である。水結合材比が小さくなるほど自己収縮ひずみが大きくなっていることがわかる。また、全ての水結合材比においてシリカフューム置換率が高くなるほど自

表-1 コンクリートの配合

SF 置換率 (%)	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
			W	C	SF	S	G	SP
0	25	41.7	140	560	0	748	1031	5.6
	30			467	0	782	1076	4.2
5	20	41.7	140	665	35	693	955	10.5
	25			532	28	744	1025	6.7
	30			444	23	778	1072	5.6
10	20	41.7	140	630	70	688	947	14.0
	25			504	56	740	1019	10.6
	30			420	47	774	1066	9.3
20	20	41.7	140	560	140	677	933	16.1
	25			448	112	731	1007	11.8
	30			374	93	767	1057	10.7

表-2 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 比重：3.15
シリカフューム(SF)	比表面積：230,000 cm ² /g 平均直径：約 0.2 μm 比重：2.2
細骨材(S)	白老産陸砂 表乾比重：2.69
粗骨材(G)	白老産碎石 2005 表乾比重：2.65
高性能 AE 減水剤(SP)	ポリカルボン酸系

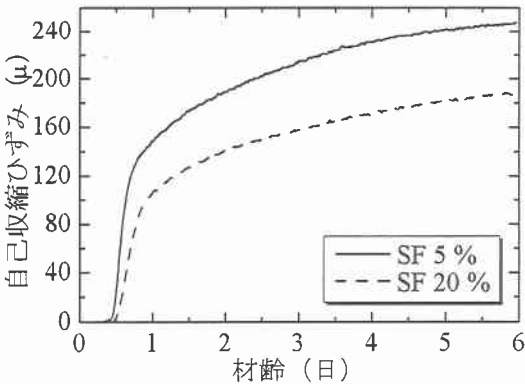


図-1 自己収縮ひずみ(W/B = 20 %)

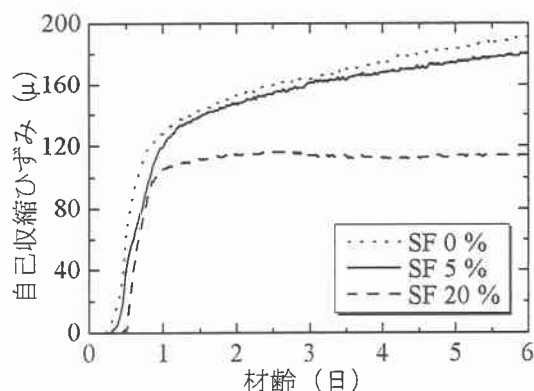


図-2 自己収縮ひずみ(W/B = 25 %)

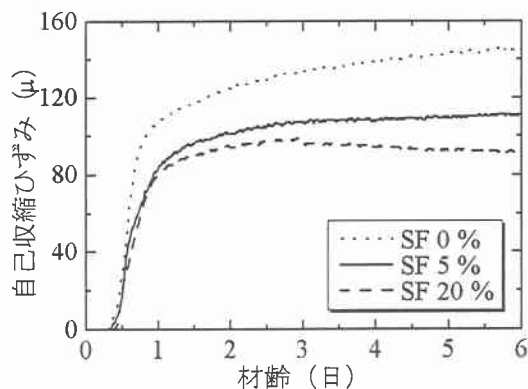


図-3 自己収縮ひずみ(W/B = 30 %)

己収縮ひずみが小さくなっていることがわかる。収縮の挙動に着目してみると、材齢1日において、水結合材比20%で100 μから150 μ程度、25%で100 μから130 μ程度、30%で80 μから110 μ程度となっており、どの実験ケースにおいても材齢1日程度までの自己収縮ひずみの変化率が非常に大きく、材齢1日以降は変化率が小さい。水結合材比20%ではシリカフューム置換率によらず、材齢1日以降も継続して自己収縮ひずみが大きくなっているが、水結合材比30%の置換率5%のケースでは材齢1日以降の自己収縮ひずみの変化は非常に小さくなっている。また、水結合材比25%および30%の置換率20%のケースでは、材齢3日以降において若干のひずみの減少が見られる。

4.2 乾燥収縮

図-4 から図-6 は水結合材比25%における乾燥開始材齢別の乾燥収縮ひずみの変化である。なお、図の乾燥収縮ひずみは自己収縮ひずみを含んだものである。図から、乾燥開始材齢が早いほど乾燥収縮ひずみが大きくなっていることがわかる。また、全ての乾燥開始材齢においてシリカフューム置換率20%の乾燥収縮ひずみが最も大きくなっていることがわかる。置換率20%の場合、乾燥開始材齢3日からの乾燥収縮ひずみと7日からの乾燥収縮ひずみの値がほぼ同様となった。置換率10%以下では、乾燥開始材齢1日では置換率10%の乾燥収縮ひずみが最も小さくなっているが、乾燥開始材齢3日以降においては置換率の違いによる乾燥収縮ひずみの差はほとんど見られない結果となった。

5. まとめ

本研究の結果、次のようなことが明らかとなった。

- 1) シリカフューム置換率が大きいほど自己収縮ひずみは小さい。
- 2) シリカフューム置換率20%では、水結合材比25%以上の材齢3日以降において若干自己収縮ひずみが減少する。
- 3) 乾燥開始材齢に関係なくシリカフューム置換率20%のケースは乾燥収縮ひずみが最も大きい。
- 4) シリカフューム置換率10%以下では、乾燥開始材齢3日以降において置換率の違いによる乾燥収縮ひずみの差はほとんど見られない。

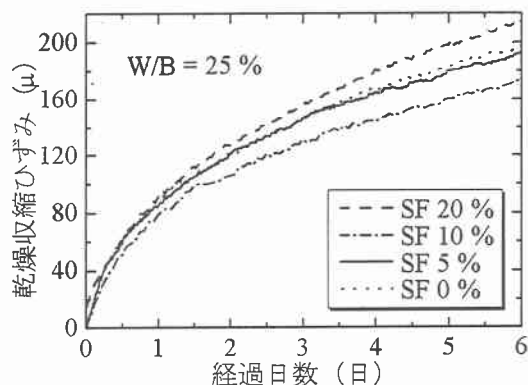


図-4 乾燥収縮ひずみ(乾燥開始材齢1日)

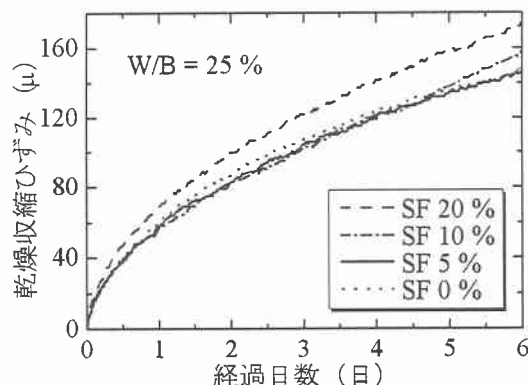


図-5 乾燥収縮ひずみ(乾燥開始材齢3日)

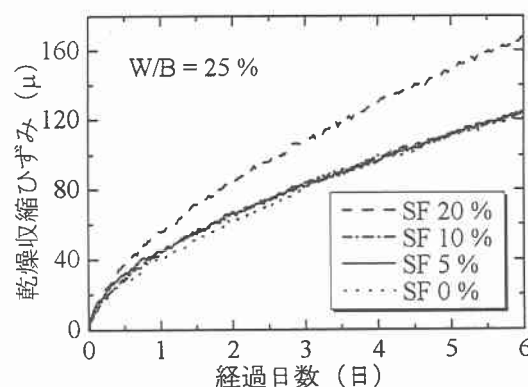


図-6 乾燥収縮ひずみ(乾燥開始材齢7日)