

V-14

シリカフュームの混和がコンクリートの硬化収縮に及ぼす影響

前田製管（株） 正会員 ○米田 正彦

〃

小林 忠司

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の高強度化及び耐久性の向上を目的としてフライアッシュ、高炉スラグ微粉末又はシリカフュームを混和したコンクリートの研究開発が行われてきている。しかし、混和材の使用は硬化時の収縮を大きくすると報告¹⁾もあり、混和材の使用や高強度化に関しては初期収縮の検討も重要な課題である。本研究は、蒸気養生する二次製品を対象として、シリカフュームの混和率及び種類、並びに蒸気養生の開始時期がコンクリート及びモルタルの硬化収縮に及ぼす影響を検討したものである。

2. 使用材料

セメント（C）には普通ポルトランドセメントを使用した。シリカフューム（SF）には、アメリカ産、ノルウェー産及び国内産の3種類を用い、その性質は表-1に示す通りである。細骨材（s）には5.0mm以下の砕砂（比重:2.78、PM:2.84）、粗骨材（G）には最大寸法15mmの碎石（比重:2.80）を用いた。高性能減水剤（Ad）にはナフタレンスルホン酸塩系を使用した。

表-1 シリカフュームの性質

シリカフュームの種類	化学成分（%）						比表面積（m ² /g）
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	
SFU	98.6	0.06	0.36	0.50	0.06	0.59	24.2
SFN	90.3	2.33	1.17	1.99	0.40	1.84	18.9
SFJ	92.0	5.92	0.38	0.70	0.07	1.05	12.7

3. 試験方法

3.1 ひずみの測定

表-2に示す配合のコンクリート及びモルタルを、20℃-80% R.H.で調製し、埋め込み型ひずみゲージと熱電対をセットした10×10×40cm型枠に打設した。打設直後を基長としてひずみ測定を開始し、その後蒸気養生（80℃-4時間保持）を経て、48時間までひずみを測定した。蒸気養生終了後にコンクリート及びモルタルの温度が20±1℃になった時のひずみを硬化収縮と定義した。なお、蒸気養生の開始時期の影響に関してはモルタルで試験を行い、蒸気養生は打設終了後から3、6及び24時間で開始した。

表-2 コンクリート及びモルタルの配合

配合名	W/C (%)	SF/C (%)	s/a (%)	単位量（kg/m ³ ）				
				W	C	SF	s	G
SF-0-5	50	0	45	214	428	-	788	964
SF-0-3	30	0	45	170	565	-	788	964
SFU-10	30	10	45	158	525	53.0	788	964
SFU-20	30	20	45	147	490	98.0	788	964
SFN-20								
SFJ-20								
SFN-モル	30	20	100	222	739	148	1251	-

3.2 強度試験

蒸気養生時期を変えたモルタルについて、JIS A 1108に準じて、圧縮強度試験を行った。供試体にはφ5×10cmを用い、材令3日及び28日で行った。

4. 結果及び考察

4.1 シリカフューム混和率の影響（図-1）

蒸気養生までに、普通コンクリートでは急激な収縮は認められないが、シリカフュームを混和すると打設から数時間後に急激な収縮を示し、その後も徐々に収縮は増大する。蒸気養生に供されると、熱膨張により膨張側に移行するが、シリカフュームを混和したコンクリートでは、蒸気養生の最高温

度に達した時点から再び収縮が現れる。蒸気養生が終了すると、冷却による収縮も現れ、常温に近づくとき安定してくる。

シリカフュームを混和したコンクリートは、無混和のコンクリートに比べて、水和反応の進行に伴う硬化収縮が大きく、シリカフュームの混和率が高いものほど顕著であるといえる。これは、シリカフュームのマイクロファイラー効果とポゾラン反応で組織が緻密になり、毛細管張力が大きくなることに起因すると考えられる。水セメント比の低いコンクリートほど硬化収縮は大きくなるようである。

4.2 シリカフュームの種類の影響 (図-2)

シリカフュームの種類が異なると、収縮の現れる時間が異なり、コンクリートの硬化収縮にも差異があることが分かる。これはシリカフュームの比表面積やシリカ量の差異によるものと推察される。

4.3 蒸気養生時期の影響 (図-3)

硬化収縮は蒸気養生の開始時期によっても影響され、その開始時期が早くなると硬化収縮は小さくなる傾向を示す。この事は、初期の水和反応で生じる収縮を蒸気養生による熱膨張で相殺してしまうためと考えられる。表-3に示すように、蒸気養生の開始時期が強度に及ぼす影響はほとんど認められない。従って、コンクリート及びモルタルの強度や耐久性に影響の無い範囲内で、できるだけ早期に蒸気養生を開始することが望ましいと考えられる。

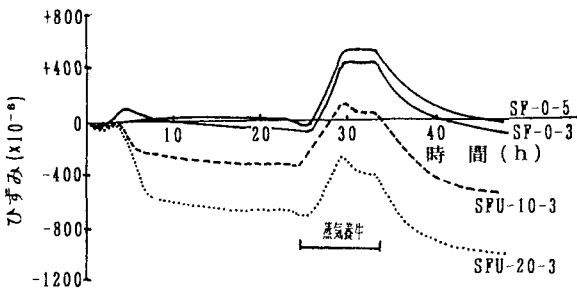


図-1 シリカフューム混和率を変えたコンクリートのひずみ

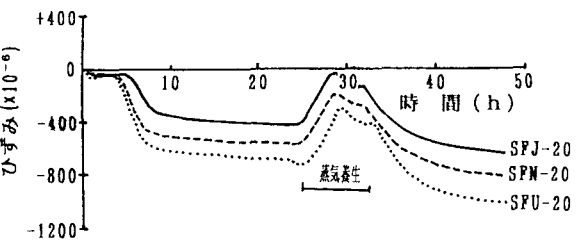


図-2 シリカフュームの種類を変えたコンクリートのひずみ

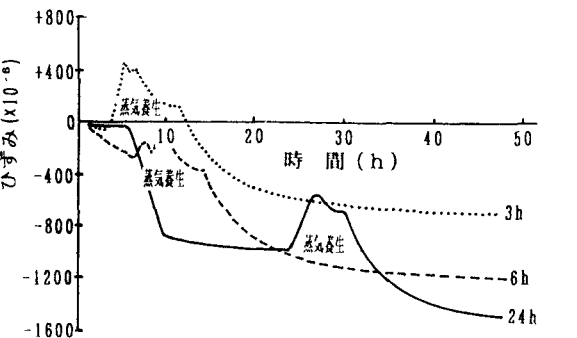


図-3 蒸気養生時期を変えたモルタルのひずみ

5. まとめ

- ① シリカフューム混和率の増大及び水セメント比の低下に伴って、コンクリートの硬化収縮は大きくなる。
- ② シリカフュームの種類によって、コンクリートの硬化収縮挙動は異なる。
- ③ 蒸気養生の開始時期は硬化収縮に影響を及ぼし、開始時期の早いものほど硬化収縮は小さくなる。

参考文献 1)田沢栄一:水和反応による硬化モルタルの初期な体積減少,モルタルコンクリート論文集, No.45, pp.122-127 (1991)