

シリカフュームを用いたコンクリートの乾燥収縮、クリープ及び力学的特性について

八戸工業大学 学員 ○石黒政士
学員 桑名 稔
正員 庄谷 征美

1. はじめに

コンクリート用混和材として各種のボゾランや微粉末スラグが有効に利用しようとする気運にある。筆者らはこれらの内、特に活性が高く強度、水密性及び耐久性を改善する効果が顕著であるといわれるシリカフュームに着目し、検討を行ってきた。本文では、2種類のシリカフュームを用いたコンクリートの力学的特性及び乾燥収縮、圧縮クリープについて水セメント比及び養生程度などを変数として実験的検討を行った結果を述べる。

2. 実験概要

(1) 使用材料および配合：セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。細骨材は、比重2.57の珪砂、粗骨材として比重2.64、最大寸法25mmの安山岩を用いた。試料はAE剤及び高性能減水剤使用コンクリートであり、シリカフューム混入率の変化に拘らず同一の単位水量で所定のワーカビリティ及びエア量が確保されるように、これら両剤の添加量を試験練りにより定めた。ちなみに、基本コンクリートとしてスランプ8cm(air量5%)を得るに必要な単位水量は167kg/m³であった。用いたシリカフュームは、国産及び外国産の計2種で表1にその品質を示す。表2は試験に用いられた配合及び条件を示す。試験項目としては、圧縮強度、引張強度及び弾性係数等の力学的特性を合わせて検討した。

表-1 シリカフュームの種類と成分

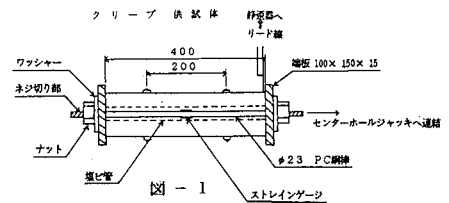
記号	比重	かさ密度 (g/cm ³)	PH	粒子径	成分(%)					
					SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	C
A	2.22	0.25	7.8	0.50	90.9	0.57	1.20	0.52	1.44	—
B	2.15	0.30	5.9		97.0	0.09	0.09	0.11	0.09	0.90

表-2 組合わせ表

	W C+SI(%)	Si C+SI(%)	T (日)	条 件 D.乾燥 W.水中	クリープ試験 応力強度比
control	25	0	14 56	D	1/3
	50	0	28	D W	1/1.6 1/3 1/5
	75	0	14 56	D	1/3
A	25	20	14 56	D	1/3
	50	10	28	D W	1/3
	75	20	28	D W	1/1.6 1/3 1/5
		30	28	D W	1/3
B	25	20	14 56	D	1/3
	50	10	28	D W	1/3
	75	20	28	D W	1/1.6 1/3 1/5
		30	28	D W	1/3

(2) 供試体および試験方法：乾燥収縮及び圧縮クリープに及ぼすシリカフューム混入の影響を検討するのに用いた供試体の形状寸法は、10×10×40cmの角型であり、圧縮強度、引張強度及び弾性係数測定用としてφ10×20cm円柱供試体を使用した。図-1には、乾燥収縮及び圧縮クリープ試験用供試体の概略を示した。

コンクリート断面中央部に外径3.8mmの塩ビ管をシースとして用いており、クリープ応力導入には、φ24mm PC鋼棒をセンターホール式ジャッキに連結し鋼材に貼付したワイヤストレインゲージにより応力を一定に管理した。供試体は所定期間水中養生後、50%R.H.、20℃乾燥条件下及び20℃水中条件において各試験に供した。測長には1/1000 mm読みのコンタクトゲージを用いて行った。



3. 実験結果および考察

(1) 力学的挙動とポゾラン活性：本研究では、水結合材比 $W/C+Si$ を 25～75% までと幅広く変化させている。材令 28 日の圧縮強度 σ_{28} の最大値は B シリカフュームをセメントの内割りで 20% 使用時に 880 kgf/cm^2 程度となっている。図-2 は結合材比 $C+Si/W$ と σ_{28} の関係を示す。これより、同一 $C+Si/W$ においてシリカフュームを混入した場合に若干強度が上昇する傾向にあることがわかる。これは、シリカフュームの活性が高いためと考えられ、次の式によって活性を示す効率係数 η を評価した。

$$\left(\frac{W}{C}\right)_R = \left(\frac{W}{C+\eta \cdot Si}\right)_{Si} \quad (1)$$

$$\eta = \frac{(W/C)_{Si} - (W/C)_R}{Si/C \cdot (W/C)_R} \quad (2)$$

上式により、効率係数 η をシリカフューム 20% 使用時に求め、材令との関係で描いたのが図-3 である。これによるとシリカフュームの種類ならびに評価の際の基準圧縮強度によって η 値は変化するが、材令には無関係であることがわかる。次に図-4 にはシリカフューム混入率と η の関係を描いたもので、混入率が 30% 程度で η はほぼ 2 程度の値となること、シリカフュームの混入率が少ないほど強度的には有効に作用していることがわかる。

図-5 は脆度係数と圧縮強度の関係を示す。シリカフュームの混入により同一圧縮強度では引張強度が改善されることが示されている。図-6 は弾性係数と圧縮強度の関係を求めたものである。シリカフュームの混入の有無に無関係に圧縮強度で一義的に定まる様相が認められる。

(2) 乾燥収縮及びクリープ性状：表-2 に示す組合せで 50% RH 下の乾燥収縮と圧縮クリープ及び水中のクリープを測定した。シリカフュームを混入した場合、乾燥収縮は同程度やや増加傾向を示し、乾燥下のクリープはやや減少し、また水中クリープはいくぶん増加する様相にある。重量変化率と乾燥収縮の関係を検討した結果、同一逸散水量で収縮はシリカフューム混入の場合大

きく表われている。このことは、シリカフュームの混入により毛細管張力が大きくなるためと推定される。図-7 は単位ペースト量当りで表わした収縮と圧縮強度の関係を示す。同一圧縮強度において、シリカフューム混入コンクリートの収縮が大きくなっていることから、毛細管張力の増大が主たる収縮増の原因と推定しうる。図-8 のようにシリカ混入コンクリートのクリープが載荷応力に比例することから、図-9 に単位ペースト量当りの単位クリープと圧縮強度の関係を描いた。全般に高強度になるにつれ無混入に比べ減少する様相にあり、昨年報告した傾向を確認したものとなっている。

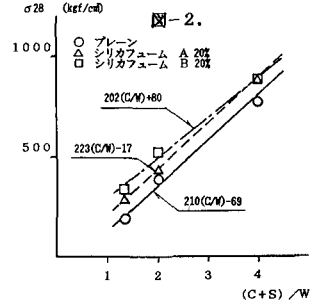


図-2.

