

[42] 鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮

正会員 ○ 大 浜 嘉 彦 (日 本 大 学 工 学 部)
 正会員 宮 良 政 克 (日 本 大 学 工 学 部)
 正会員 菅 貞 弘 (日 本 大 学 工 学 部)

1. はじめに

鋼繊維補強コンクリートは、引張強度、耐衝撃性、耐摩耗性、ひびわれに対する抵抗性などが優れているため、道路舗装、橋床版、トンネルのライニングなど、既に、土木分野においては数多くの施工実績がある。しかしながら、セメントコンクリートへの鋼繊維の混入は、その作業性を低下させるため、建築分野への適用例は少ないのが現状である。一方、従来の鋼繊維補強コンクリートにセメント混和用ポリマーディスパージョンを混入した鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートは、作業性が良好で、防水性に優れるため、最近、防水屋根スラブなどへの利用に対する関心が高まっている。

本研究は、一定スラブの鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮試験を行い、鋼繊維混入率及びポリマーセメント比が、その乾燥収縮に及ぼす影響について検討を行ったものである。

2. 使用材料

(1) セメント及び骨材

セメントは市販の普通ポルトランドセメントを、骨材は阿武隈川旧河川敷産の川砂(粒径、2.5mm以下)及び大川産の川砂利(粒径、5-20mm)を使用した。表-1にはセメントの化学成分及び物理的性質を、表-2には骨材の性質を示す。

表-1 セメントの化学成分及び物理的性質

Chemical Compositions (%)										
Ig.loss	Insol.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Total		
0.8	0.1	22.3	5.4	3.0	63.8	1.5	2.0	98.9		
Physical Properties										
Specific Gravity	Fineness		Setting Time		Flexural Strength of Mortar			Compressive Strength of Mortar		
	Residue on Sieve of 88μ (%)	Blaine's Specific Surface Area (cm ² /g)	Initial Set (h-min)	Final Set (h-min)	(kg/cm ²)			(kg/cm ²)		
					3d	7d	28d	3d	7d	28d
3.16	0.6	3220	2-56	4-40	33	49	67	135	238	429

表-2 骨材の性質

Type of Aggregate	Maximum Size (mm)	Fineness Modulus	Specific Gravity	Water Absorption (%)	Unit Weight (kg/l)
Fine Aggregate	2.5	2.52	2.56	2.36	1.62
Coarse Aggregate	10.0	6.99	2.64	1.84	1.65

(2) セメント混和用ポリマーディスパージョン

セメント混和用ポリマーディスパージョンは、市販のステレンブタジエンゴム(SBR)ラテックスを使用した。表-3にはその性質を示す。

表-3 セメント混和用ポリマーディスパージョンの性質

Type of Polymer Dispersion	Appearance	Specific Gravity (20°C)	pH	Viscosity (20°C, cP)	Total Solids (%)
SBR	Milky - White	1.016	7.1	53	43.7

(3) 鋼繊維

鋼繊維は、寸法が0.25×0.55×25mm、引張強度が72.7kg/mm²のものを使用した。

3. 試験方法

(1) 供試コンクリートの調製

供試コンクリートは、単位セメント量を400kg/m³、細骨材率を60%とし、鋼繊維混入率を、0、0.5、1.0及び2.0vol%、ポリマーセメント比を0、5、10及び20%と変化させ、JIS A 1138(試験室におけるコンクリートの作り方)に準じて練り混ぜ、JIS A 1101(コンクリートのスラブ試験方法)に従ってスラブ試験を行い、そのスラブが10±1cmとなるように水セメント比を調整した。なお、決定した供試コンクリートの割合は、表-4に示す通りである。

(2) 乾燥収縮試験

供試コンクリートを、寸法10×10×40 cmに成形後、2日湿空(20℃、80%R.H.)、5日水中(20℃)養生を行い、7日目を基長として、以後、所定の期間乾燥(20℃、50%R.H.)養生を行い、その乾燥収縮を、JIS A 1129(モルタルおよびコンクリートの長さ変化試験方法)に規定されたコンパレータ法に従って測定した。なお、乾燥収縮測定材令は、3日、7日、14日、28日及び56日とした。

4. 試験結果及び考察

図-1には、鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮と乾燥養生材令の関係を示す。この図から明らかのように、一般に、普通セメントコンクリートの場合と同様に、乾燥養生材令の増加に伴い、鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮は増加する傾向にある。しかしながら、その乾燥収縮は、鋼繊維無混入の場合のそれよりも小さくなる。

図-2には、乾燥養生材令56日の鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮と鋼繊維混入率及びポリマーセメント比の関係を示す。この図によれば、鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮は、鋼繊維及びポリマー無混入の場合のそれよりもかなり小さく、鋼繊維並びにポリマーの混和による乾燥収縮低減効果が十分認められる。特に、その乾燥収縮低減効果は、鋼繊維混入率1.0vol%、ポリマーセメント比5%以上で顕著となる。鋼繊維混入率及びポリマーセメント比の増加に伴い、鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮は減少する傾向にあり、鋼繊維混入率2.0vol%、ポリマーセメント比20%にお

ける乾燥収縮は、無混入の場合のその約1/2に低減される。このような鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮低減は、セメント混和用ポリマーディスパージョンの混入による水セメント比の減少並びに保水の改善、鋼繊維の混入による拘束効果などに起因するものと考えられる。

表-4 鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートの調合

Type of Concrete	Unit Cement Content (kg/m ³)	Sand-Aggregate Ratio (%)	Polymer-Cement Ratio (%)	Steel Fiber Content (vol %)	Water-Cement Ratio (%)	Slump (cm)
Unmodified	400	60	0	0	55.3	10.5
				0.5	56.5	10.0
				1.0	57.7	9.0
				2.0	61.5	9.0
				0	45.0	11.0
SBR-modified	400	60	5	0.5	46.5	11.0
				1.0	47.6	9.5
				2.0	51.5	9.0
				0	37.8	10.5
				0.5	39.6	11.0
			10	1.0	40.7	9.0
				2.0	45.0	9.0
				0	25.0	9.5
				0.5	29.5	11.0
				1.0	31.0	9.0
			20	2.0	39.0	9.0

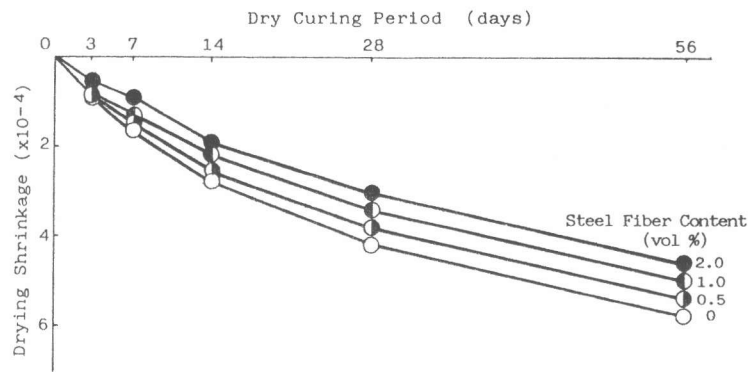


図-1 ポリマーセメント比10%の鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮と乾燥養生材令の関係

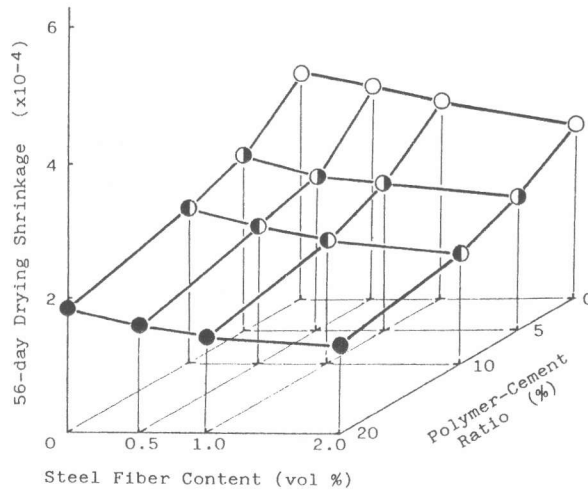


図-2 乾燥養生材令56日の鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮と鋼繊維混入率及びポリマーセメント比の関係

以上の試験結果から、鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮は、鋼繊維混入率、ポリマーセメント比、水セメント比などの要因に大きく支配されることから、図-3（その1及びその2）を描くことができ、

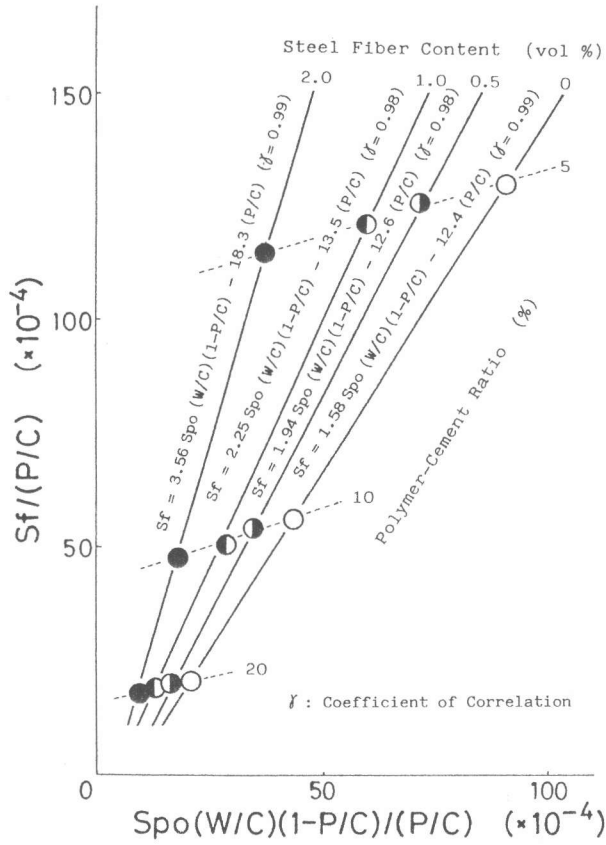


図-3 鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮算定図（その1）

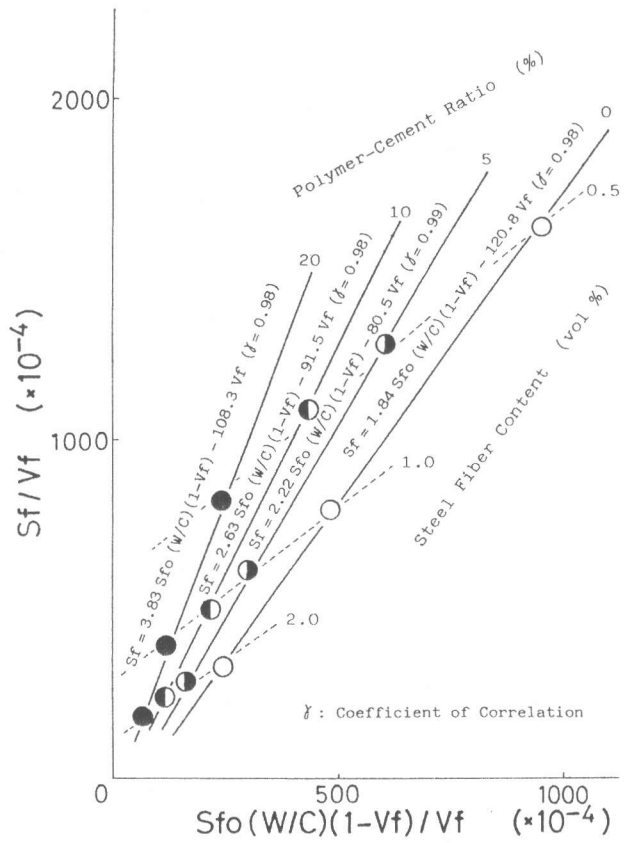


図-3 鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮算定図（その2）

本研究の範囲では、次のような一般式で乾燥収縮算定式を導びくことが可能となる。

$$Sf = A1Spo(W/C)(1-P/C) + B1(P/C) \quad (1)$$

$$Sf = A2Sfo(W/C)(1-Vf) + B2Vf \quad (2)$$

ここに、 Sf : 鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮 ($\times 10^{-4}$)

Spo : ポリマー無混入鋼繊維補強コンクリートの乾燥収縮 ($\times 10^{-4}$)

Sfo : 鋼繊維無混入ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮 ($\times 10^{-4}$)

W/C : 水セメント比、 P/C : ポリマーセメント比、 Vf : 鋼繊維の容積分率、 $A1, 2, B1, 2$: 実験定数

更に、上述の要因のうちで、鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮に、特に、大きな影響を与える要因として、鋼繊維混入率及びポリマーセメント比を選択し、(1)及び(2)式を拡張すると、図-4（その1及びその2）が描けるので、¹⁾

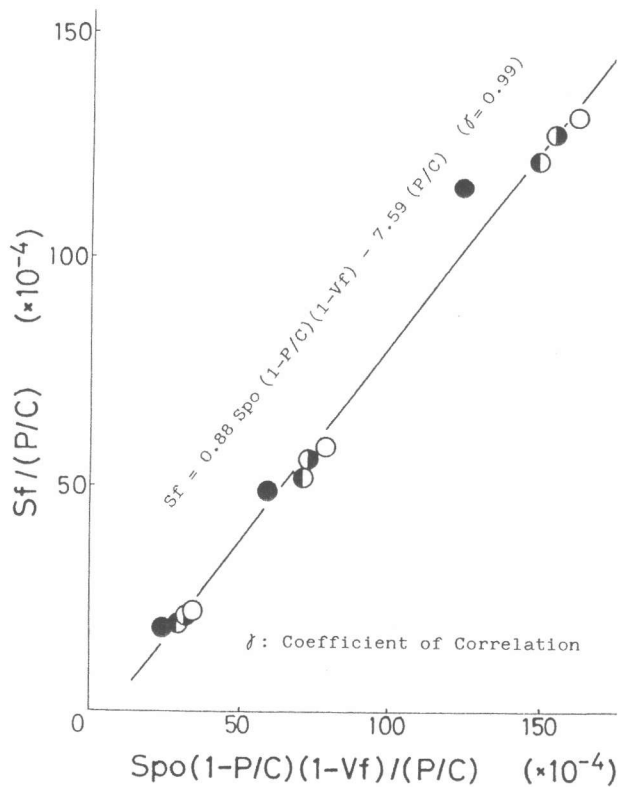


図-4 鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮算定図(その1)

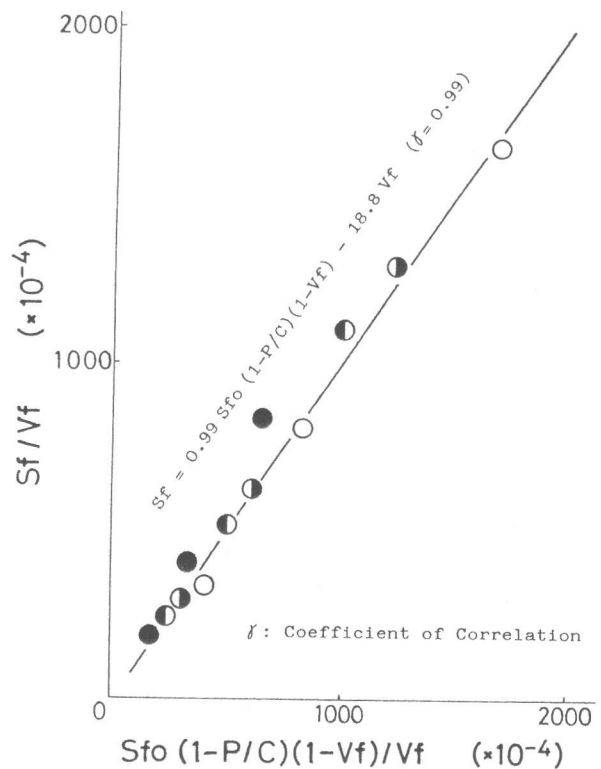


図-4 鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮算定図(その2)

本研究の範囲では、次のような一般式で乾燥収縮算定式を導くことができる。

$$Sf = A_3 Spo(1-P/C)(1-Vf) + B_3(P/C) \quad (3)$$

$$Sf = A_4 Sfo(1-P/C)(1-Vf) + B_4 Vf \quad (4)$$

ここに、 Sf : 鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮 ($\times 10^{-4}$)

Spo : ポリマー無混入鋼繊維補強コンクリートの乾燥収縮 ($\times 10^{-4}$)

Sfo : 鋼繊維無混入ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮 ($\times 10^{-4}$)

P/C : ポリマーセメント比、 Vf : 鋼繊維の容積分率、 A_3, A_4, B_3, B_4 : 実験定数

本研究で得られたこれらの算定式を適用することによって、鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮を容易に算定できるものとする。

5. 総括

(1) 鋼繊維混入率及びポリマーセメント比の増加に伴い、鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮は著しく減少する傾向にあり、その乾燥収縮低減効果は、鋼繊維混入率1.0vol%、ポリマーセメント比5%以上で顕著となる。

(2) 鋼繊維補強ポリマーセメントコンクリートの乾燥収縮は、鋼繊維混入率、ポリマーセメント比、水セメント比などに大きく支配されることから、本研究の範囲では、先に示した(1)から(4)の一般式で、乾燥収縮算定式を導くことができる。又、これらの算定式を適用すれば、その乾燥収縮を容易に算定することができる。

参考文献

- 1) Ohama, Y. and Sugahara, T., "Drying Shrinkage of Steel Fiber Reinforced Polymer-Modified Mortars", Polymers in Concrete, Proceedings of the Third International Congress on Polymers in Concrete, V.1, 1982, pp.250-260.