

V-155

コンクリートの乾燥収縮における
ひび割れの影響に関する研究

横浜国立大学 ○学生会員 坂本 淳

横浜国立大学 正会員 椿 龍哉

1. まえがき コンクリートの乾燥収縮は、ひび割れの発生、PC構造におけるプレストレスの減少などに関係し、極めて重要な構造的影響要因であるが、乾燥収縮値の長期にわたる変化には、ひび割れの影響を無視することはできない。例えば、Bažantら¹⁾の研究によれば、コンクリートに7cm間隔で幅0.1mmのひび割れがある場合、水分の拡散係数はひび割れがない場合の2.25倍になることが報告されている。本研究では、ひび割れの幅と本数をパラメータとするコンクリートおよびモルタル供試体を用いて、ひび割れの有無、ひび割れの幅や本数の違いがコンクリートの乾燥収縮量と水分逸散量に及ぼす影響を把握することを目的とし、実験および解析を行った。

2. 実験概要

(1) 使用材料 本実験で用いたセメントは早強ポルトランドセメント、粗骨材は最大寸法13mmの碎石、細骨材は海砂と川砂の混合砂である。コンクリートおよびモルタルの配合を表-1に、また、それらの強度および弾性係数を表-2に示す。

(2) 供試体 本実験ではひび割れが乾燥収縮と水分逸散に及ぼす影響を把握するためのコンクリート供試体(A0~A9, B0~B4)、および、モルタル供試体(C0~C5)を用いた(図-1、表-3参照)。Aシリーズ、およびCシリーズのひび割れはスリットによる模擬的なひび割れである。Bシリーズ供試体は実際のRC構造物を想定したRC梁で、ひび割れは2点荷重により発生させた。Aシリーズは両側面以外を、Bシリーズは上面以外を合成樹脂塗料でシールし、Cシリーズは上面以外をパラフィンでシールして水分の拡散が1次元になるようにした。

(3) 実験方法 Aシリーズ、およびBシリーズの供試体は脱型後14日間標準水中養生した後、シールおよびコンタクトチップの取り付けを行い(設置間隔20cm)、重量変化および表面乾燥収縮ひずみを測定した。Cシリーズは脱型後、材令が7日になるまで標準水中養生を行い、重量変化を測定した。供試体重量の測定では直示天秤を、ひずみの測定ではコンタクト型ストレインゲージを用いた。実験は温度 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ (A, Bシリーズ)、 $22 \pm 2^\circ\text{C}$ (Cシリーズ)、湿度 $73 \pm 5\%$ R. H. (A, Bシリーズ)、 $70 \pm 10\%$ R. H. (Cシリーズ)の恒温室内にて行った。

3. 実験結果

(1) 実験結果 測定開始時の供試体重量に対する逸散水量の比と時間の関係を図-2~4に示す。表面乾燥収縮ひずみと時間との関係の一例を図-5に示す。Aシリーズにおいて、ひび割れ幅をパラメータとして比較すると、逸散水量比、表面乾燥収縮ひずみ共にひび割れ幅3~5mmの供試体がひび割れの無いものの1割増となり、差が顕著にでた。ひび割れ本数をパラメータとして比べると、逸散水量比については顕著な影響はみら

表-1 コンクリートおよびモルタルの配合

供試体	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)			
		W	C	S	G
A, B	60	202	337	844	894
C	60	350	583	1166	—

表-2 コンクリートの強度と弾性係数

供試体	圧縮強度 (kg/cm ²)	引張強度 (kg/cm ²)	弾性係数 (kg/cm ²)	ポアソン比
A	40.6	35.0	3.21×10^5	0.206
B	40.8	36.2	3.24×10^5	0.205

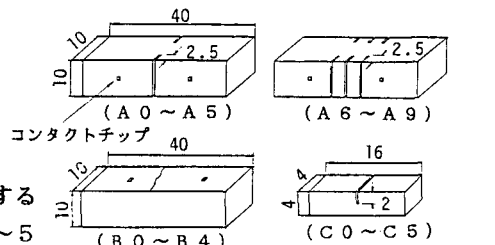


図-1 供試体の形状と寸法(単位: cm)

表-3 供試体の種類

										B0	B1	B2	B3	B4	
										ひび割れ幅 (mm)	—	0.1	0.2	0.3	0.4
										C0	C1	C3	C5		
ひび割れ幅 (mm)	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	ひび割れ幅 (mm)				
	—	1	2	3	4	5	1	1	1	1	—				
ひび割れ本数	—	1	1	1	1	1	2	3	4	5	ひび割れ本数				
											—				
											1				
											1				

れなかった。Bシリーズでも顕著な差はでなかった。

(2) 等価表面係数の決定 実験結果よりひび割れが無い場合と有る場合の、供試体表面からの水分逸散性状を表す等価表面係数 f を解析的に求めた。解析では2次元拡散方程式を定式化したプログラムを使用し、拡散係数の非線形性を考慮し、さらに乾燥表面に対流要素を付け加えた。拡散係数は式(1)で与えた²⁾。

$$K(C) = K_0 \left[a_0 + \frac{1-a_0}{1 + \left(\frac{1-C}{1-C_0} \right)^n} \right] \quad \text{----- (1)}$$

ここに、 C : 含水率(%), K : 拡散係数 (cm^2/day),

K_0 : $C=100\%$ の時の拡散係数 (cm^2/day),

n, a_0, C_0 : 過去のデータによる定数

等価表面係数 f は、FEM解析結果と実験結果の比較より求めた³⁾(図-6参照)。Cシリーズに対する結果を表-4に示す。

4. あとがき

(1) ひび割れが乾燥収縮に及ぼす影響は、1本のひび割れの幅が3~5mmの場合に顕著である。

(2) ひび割れ幅が1mm程度の場合は、ひび割れの本数は逸散水量比には影響が顕著に表れない。

(3) 実際のRC構造物を想定したRC梁に0.1~0.4mmのひび割れが数本ある場合、逸散水量比には顕著な影響がみられない。

参考文献

1) Bažant, Z. P., Sener, S., and Kim, J. -K.: Effect of Cracking on Moisture Diffusion through Concrete and Shrinkage, preprints, Fourth Rilem International Symposium on Creep and Shrinkage of Concrete: Mathematical Modeling, pp.879-884, August 1986.

2) Bažant, Z. P., Najjar, L. J.: Nonlinear Water Diffusion in Nonsaturated Concrete, Materials and Structures, Vol. 5, No. 25, pp. 3-20, 1972.

3) 阪田・蔵本: 乾燥に伴うコンクリート中の水分の逸散と乾燥収縮に関する研究, 土木学会論文報告集, 第16号, PP. 145-152, 1981年12月。

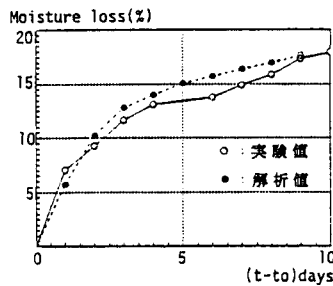


図-6 表面係数の決定

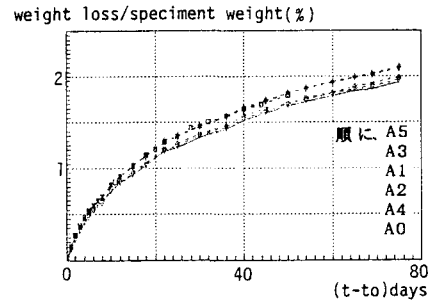


図-2 逸散水量比 比較図

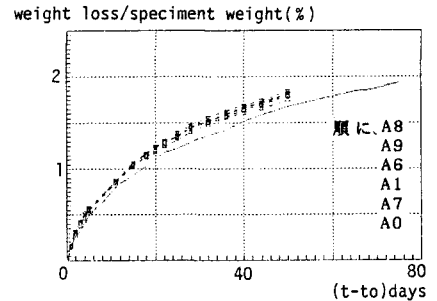


図-3 逸散水量比 比較図

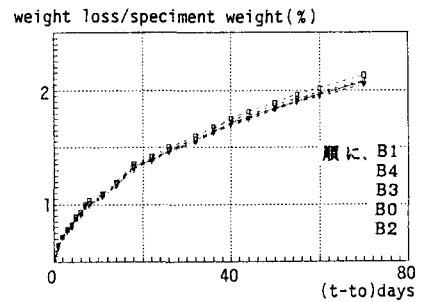


図-4 逸散水量比 比較図

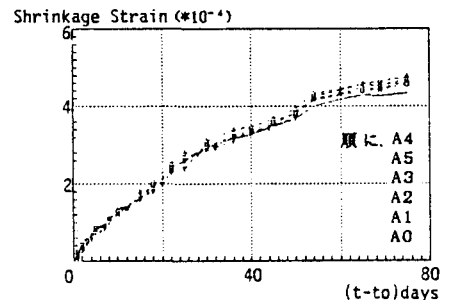


図-5 表面乾燥収縮ひずみ 比較図

表-4 等価表面係数 f

	C0	C1	C5
等価表面係数 (cm/day)	0.26	0.32	0.34