

V-176 体積変化による自己応力とRC部材の曲げひびわれ

広島大学 正会員 宮沢伸吾

広島大学 正会員 田澤栄一

広島大学 学生員 山本哲也

1. まえがき

コンクリートの乾燥収縮により生じる自己応力は、ひずみに弾性係数を乗じて求めるという従来の方法は適用できない。また、乾燥収縮がRC部材のひびわれ幅に及ぼす影響は、ひびわれ幅制御設計において重要な要因であると考えられる。本研究は、コンクリートの乾燥収縮によりRCはりには生じる自己応力を応力計により明らかにし、載荷以前の乾燥収縮が曲げひびわれ幅に及ぼす影響について実験的に検討し、その評価方法を提案したものである。

表1 コンクリートの配合

コンクリートの種類	G _{max} (mm)	W/(C+E) (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
				W	C	E	S	G	add.
普通コンクリート	10	50	46	213	426	0	714	880	1.065
膨張コンクリート					362	64			

2. 実験概要

早強ポルトランドセメント、山砂（比重 2.58）、および碎石（比重 2.71）を用い、表1に示す配合でコンクリートを製造した。また膨張材としてはCSA系のものを使用した。

RCはりの断面寸法および載荷方法を図1に示す。供試体はコンクリート打設後2日で脱型し、材令7日まで20℃の水中で養生し、以後20℃、50%R.H.の恒温恒湿室内で乾燥させた。

載荷前の乾燥収縮により、曲げスパンの断面下縁に生じるコンクリートの自己応力および表面ひずみを、それぞれ小型のロードセルを内蔵する有効応力計¹⁾およびコンタクトチップにより測定した。載荷時の曲げひびわれ幅の測定は、供試体側面の鉄筋位置に6cm間隔に貼付したコンタクトチップにより行なった。また、鉄筋に溝を切り貼付した5mmゲージにより鉄筋のひずみを測定した。なお、RCはりと同じ寸法の無筋コンクリート供試体についても同様の測定を行った。

3. 実験結果および考察

図2は、応力計により測定したコンクリートの下縁の応力の経時変化を示したものである。乾燥収縮量の分布が断面内で不均一なため、無筋の場合、表面部で最大約20kgf/cm²と大きな引張応力が生じている。また、鉄筋の拘束により乾燥期間84日で10.4kgf/cm²の引張応力が付加されている。一方、膨張コンクリートでは、乾燥開始時に約17kgf/cm²の圧縮応力が導入されている。

鉄筋の拘束によりコンクリートに生じる引張応力は断面内で均一であると仮定し、鉄筋のひずみから求めた拘束応力は乾燥期間84日で9.3kgf/cm²であり、前述の応力計による測定値10.4kgf/cm²とほぼ一致する。

さらに表2に示すように、目視による曲げひびわれ発生荷重は、自己応力の測定値とコンクリートの曲げ強度から求めた計

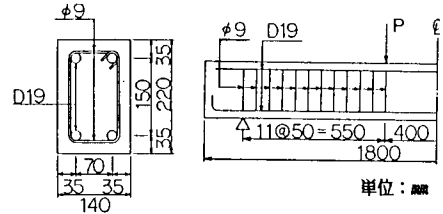


図1 RCはりの断面寸法および載荷方法

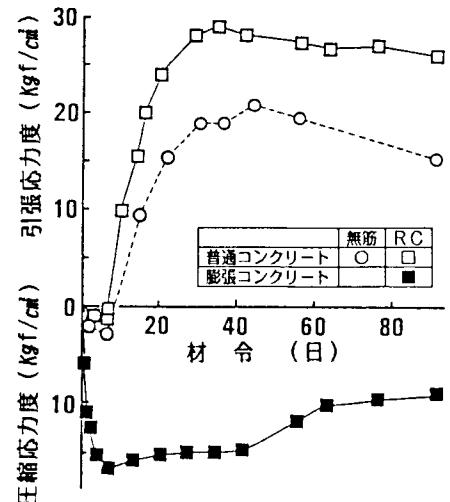


図2 コンクリートの自己応力の経時変化

表2 RCはりの曲げひびわれ発生荷重

養生方法	コンクリートの種類	曲げひびわれ発生荷重 (t)	
		計算値	実測値
水中21日	普通	2.31	2.4
	膨張	4.05	4.2
水中7日 乾燥49日	普通	1.36	1.2
	膨張	2.68	2.4
水中7日 乾燥84日	普通	1.53	1.4
	膨張	2.76	2.4

算値と良く一致した。これらの事から、本実験で使用した応力計により、乾燥収縮およびクリープが生じる場合でもコンクリートの応力がかんりの精度で測定可能であるといえる。なお、コンクリートの曲げ強度ははりと同一乾燥条件における $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ 供試体により求めた値とした。すなわち、乾燥期間が50日程度以上の場合には $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ 程度の寸法ではコンクリートの自己応力は比較的小さいとして無視した。²⁾

図3は、コンタクトチップにより測定したはり下縁のコンクリートのひずみの経時変化を示したものである。

乾燥期間84日における普通コンクリートの場合について、鉄筋コンクリートと無筋コンクリートの収縮ひずみの差と、応力計あるいは鉄筋のひずみより求めた拘束応力とを用いてクリープ係数を求めると、それぞれ 1.7および 2.0とほぼ同じ値となる。これらの値は、通常の引張クリープ試験により求められたクリープ係数と比較して妥当であると考えられる。

図4は、載荷時のRCはり下縁のコンクリートのひずみ変化を示したものであるが、ひびわれが入ると荷重による弾性ひずみはほとんど0となっている。また、膨張コンクリート（21日間水中養生）の場合について示した図5から、ケミカルプレストレス（ 34 kgf/cm^2 ）による弾性ひずみ約 110×10^{-6} も解放されていると考えられる。

以上のことから、載荷以前の乾燥による曲げひびわれ幅の増大量は下式として評価できると考えられる。ひびわれ間隔に実測値を用い下式により算定すると、乾燥によるひびわれ幅増大量は、乾燥期間49, 84日ともに、普通コンクリートで 0.05 mm 、膨張コンクリートで 0.03 mm となり、図6, 7の測定結果とほぼ一致する。

$$(\text{ひびわれ幅の増大量}) = \{ (\text{拘束収縮ひずみ}) + (\text{自己応力} * \text{の解放に伴う弾性もどり量}) \} \times (\text{ひびわれ間隔})$$

ただし、* は断面内の不均一な乾燥収縮および鉄筋の拘束による自己応力を示す。

<参考文献>

- 1) 田澤栄一他, 「新型応力計について」第2回コンクリート工学年次講演会論文集, 1980
- 2) 永松静也他, 「乾燥にともなうコンクリートの各種強度変化について」セメント技術年報36, 1982

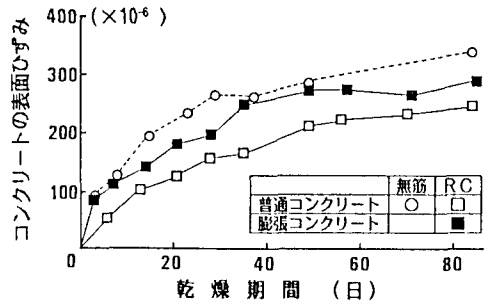


図3 コンクリートの表面ひずみの経時変化

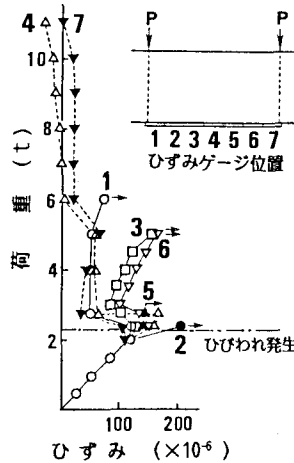


図4 載荷時のコンクリート引張縁のひずみ (普通コンクリート)

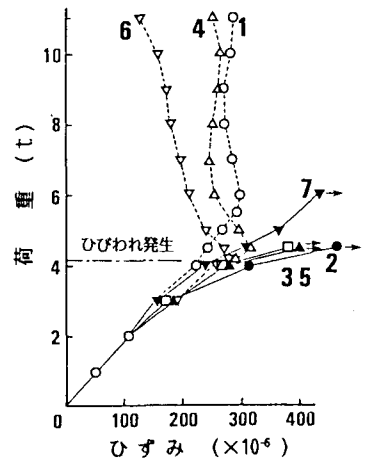


図5 載荷時のコンクリート引張縁のひずみ (膨張コンクリート)

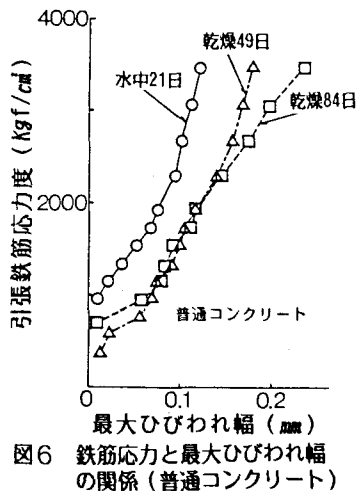


図6 鉄筋応力と最大ひびわれ幅の関係 (普通コンクリート)

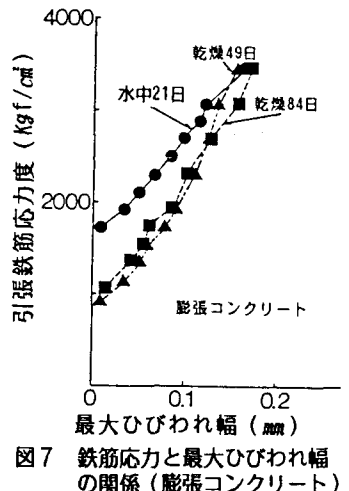


図7 鉄筋応力と最大ひびわれ幅の関係 (膨張コンクリート)