

鉄筋コンクリート梁の曲げひびわれ特性におよぼす自己応力の影響

広島大学 正会員 田澤 栄一
 広島大学 正会員 宮沢 伸吾
 東京工業大学 正会員 井上 毅
 広島大学 学生員 ○山本 哲也

1. まえがき

本研究では、ひびわれ幅が鉄筋コンクリートの耐久性を決める重要な要素であることに着目して、乾燥収縮によってコンクリートに生じる引張の自己応力や、膨張コンクリートを用いた場合のケミカルプレストレスが、曲げひびわれ特性にどのような影響をおよぼすかを実験的に調べ、鉄筋コンクリートの有効なひびわれ幅抑制方法について検討した。

2. 使用材料およびコンクリートの配合

実験用材料としてセメントは早強ポルトランドセメント、細骨材は山砂（比重2.58）、粗骨材は碎石（比重2.71）、膨張材はデンカCSAを用いた。また、鉄筋は横フシ異形鉄筋D19（SD30）、混和剤としてポゾリスNo70を用いた。コンクリートの圧縮強度は 400 kgf/cm^2 である。表1に配合を示す。

表1 コンクリートの配合

	W	C	Ex	S	G	add
普通コンクリート	213	426	0	714	880	1.065
膨張コンクリート	213	362	64	714	880	1.065

単位：kg/m³

3. 実験方法

3.1 自己応力の測定：自己応力測定用梁は普通コンクリート

を用いて鉄筋コンクリート梁と無筋コンクリート梁を、膨張コンクリートを用いて鉄筋コンクリート梁を製作した。図1に鉄筋コンクリート梁の断面諸元を、図2に応力計の位置を示す。これらの梁は材令7日まで水中養生を行った後、乾燥させ、コンクリートに生じている自己応力を応力計により経時的に測定した。

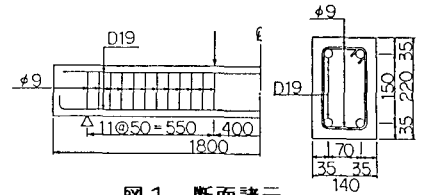


図1 断面諸元

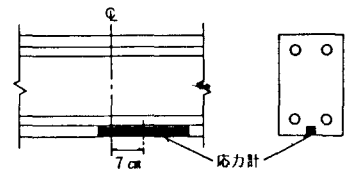


図2 応力計の位置

3.2 梁載荷試験：梁の断面諸元は図1に示したとおりである。引張側主鉄筋の片側のリブを削り、その位置に幅5mm×深さ5mmの溝を切り、3mmのひずみゲージを図3のように貼り付けた後、溝をコーティングした。また図4に示した養生を行った普通および膨張コンクリートの梁について載荷した。載荷方法は2点載荷でひびわれ発生まで0.2tごとに、5tまで0.5tごとに、それ以上は1tごとに荷重を加えて曲げ破壊させた。そして各荷重段階においてあらかじめ梁の曲げスパンの鉄筋位置に貼付しておいたコンタクトチップをコンタクトひずみ測定器によって測定し、ひびわれ幅を算定した。

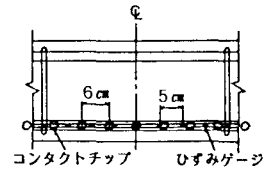


図3 鉄筋のひずみゲージ
コンタクトチップの位置

4. 実験結果

4.1 自己応力の測定結果：図5はコンクリートに生じている自己応力の経時変化をしめたものである。これによるとコンクリートは乾燥することによりその表層部ではかなり大きな引張応力が生じたことがわかる。また膨張コンクリートを用いることにより発生するケミカルプレストレスは水中養生中に導入され

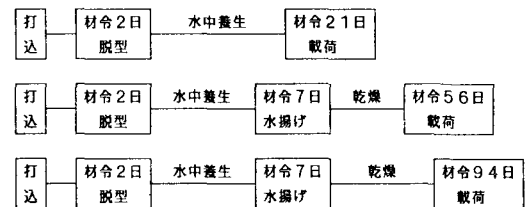


図4 養生方法

ることがわかる。

4. 2 梁載荷試験結果

(1) ひびわれ発生荷重および破壊荷重：表2は各梁の曲げひびわれ発生荷重の実測値とコンクリートの自己応力を考慮した場合の計算値を示した。これより実測値と計算値はよく一致していることがわかる。また同一養生条件では普通コンクリートの梁に比べ膨張コンクリートの梁が約2倍と曲げひびわれ発生荷重が大きいことがわかる。一方、破壊荷重に関してはどの種類の梁においても同程度の値となった。これは梁の曲げ破壊強さが鉄筋の降伏によって決定されることによるからである。以上のことからコンクリートに生じる自己応力は曲げひびわれの発生には影響をおよぼすが、終局時には影響をおよぼさないことが確かめられた。

(2) 最大ひびわれ幅：図6は水中養生のみを行った梁の載荷試験中の載荷荷重による引張側主鉄筋の平均ひずみと荷重との関係を示したものである。これより同一荷重において膨張コンクリートの梁の鉄筋ひずみは普通コンクリートの場合よりも小さいことがわかる。これは曲げひびわれ発生荷重が普通コンクリートの梁よりも大きい膨張コンクリートの梁では、より大きな荷重まで全断面が有効に作用し、曲げひびわれ発生荷重まではコンクリートの引張部も外力によって部材に生じる引張応力を分担したことによる。

図7は鉄筋応力と各梁の最大ひびわれ幅を示したものである。これによると鉄筋が許容応力度 (1800kgf/cm^2) に達した時点で、同一養生条件では膨張コンクリートの最大ひびわれ幅が普通コンクリートよりも小さく、同一コンクリートでは乾燥を受けた梁よりも水中養生のみを行った梁の最大ひびわれ幅が小さいことがわかる。これはひびわれ幅は鉄筋の伸びとコンクリートの伸びの差として表され、先に述べたように曲げひびわれ発生荷重が大きい程、鉄筋の伸びが小さくなることから言える (表2参照)。

5. まとめ

乾燥収縮によりコンクリート表層部に生ずる引張の自己応力はかなり大きいことが確かめられた。またコンクリートに生じている自己応力は曲げひびわれ発生荷重や曲げひびわれ幅に大きな影響をおよぼし、膨張コンクリートを用いてあらかじめコンクリートにケミカルプレストレスを与えておいたり、十分な湿润養生を行うことはコンクリートのひびわれ抑制に有効であること、すなわちコンクリートの耐久性において非常に有効であることが確かめられた。

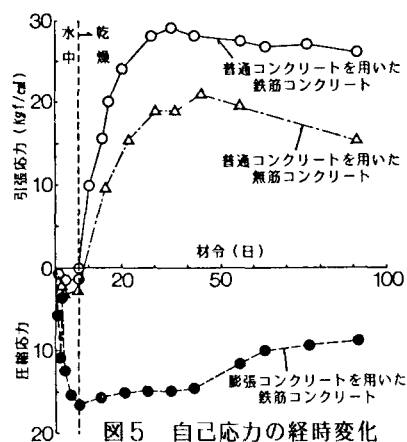


図5 自己応力の経時変化

表2 破壊試験結果

養生方法	コンクリート	曲げひびわれ発生荷重 (t)		破壊荷重 (t)
		計算値	実測値	
水中養生のみ	普通	2.31	2.4	12.16
	膨張	4.05	4.2	12.20
乾燥49日	普通	1.36	1.2	12.66
	膨張	2.68	2.4	12.73
乾燥84日	普通	1.53	1.4	12.00
	膨張	2.76	2.4	12.00

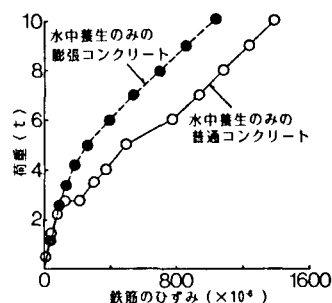


図6 荷重と引張側主鉄筋のひずみとの関係

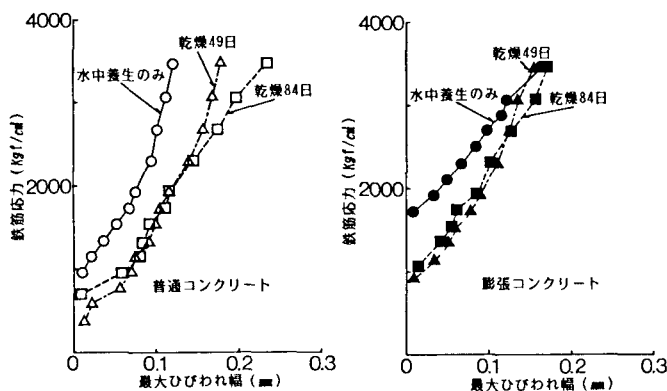


図7 鉄筋応力と最大ひびわれ幅との関係