

ねじりを受けるプレストレストコンクリートはりの力学的特性

広島大学 正会員 田沢 栄一
広島大学 正会員 米倉 亜州夫
広島大学 正会員 ○宮沢 伸吾
住友建設(株) 柳川 昭信

1. まえがき

ねじりを含む組合せ応力を受けるプレストレストコンクリート(PC)部材についての設計上の資料は、まだ不十分である。本報告は、曲げ、せん断およびねじりを受けるPCはりのひびわれ発生耐力や終局耐力に及ぼすねじりモーメントと曲げモーメントあるいはせん断力の相互作用、PC鋼材の位置、横方向鉄筋の有無等の影響について検討するために、長方形断面の単純ばりを対象として行なった実験的研究である。

2. 実験概要

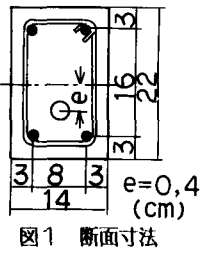
(1) 使用材料 早強ポルトランドセメント、山砂、碎石(最大寸法15mm)および高性能減水剤を使用し、表1に示す配合でコンクリートを製造した。表2に、コンクリートの力学的性質の平均値を示す。軸方向鉄筋にはSD30、D13を、腹鉄筋にはSR24、φ9を、また、PC鋼棒には呼び名23mmの丸棒C種1号を使用した。

表1 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				add. g/m ³
		W	c	s	G	
50	45	190	380	745	960	950

表2 コンクリートの力学的性質

圧縮強度	引張強度	曲げ強度	静弾性係数
452	34.8	70.6	3.20×10 ⁵
(kgf/cm ²)			



(2) 供試体 はり断面は図1に示すような複

鉄筋長方形断面とした。軸方向鉄筋比

表3 有効プレストレス

PC鋼材の 偏心距離	有効プレスト レス (kgf/cm ²)
0 cm	108
4 cm	上縁 -3
	側面 74
	下縁 152

($p_l = A_s / b \cdot h$, A_s : 全軸方向鉄筋の断面積, b : ウェブ幅, h : 部材高さ)は1.7%とした。腹鉄筋は垂直スターラップとし、腹鉄筋比($p_v = A_v / b \cdot s$, A_v : 併合スターラップ2本分の断面積, s : スターラップの配置間隔)は0, あるいは1.3%とした。PC鋼材の偏心距離 e は0, あるいは4 cmとし、付着ありのポストテンション方式とした。有効プレストレスは表3に示すとおりである。なお、せん断パンと有効高さの比は2.5と一定にした。

(3) 載荷試験 図2は、載荷方法の概略を示したものである。曲げとねじりを受ける場合について検討する際は、区間Ⅱをスターラップで十分補強し区間Ⅰで破壊させることを目標とし、ねじり補助鋼材の腕長を変化させることにより、ねじりモーメントと曲げモーメントの比率(M_T / M_B)を0, 0.3, 1.2, ∞ と変化させた。曲げ、せん断およびねじりを受ける場合について検討する際は、区間Ⅱで破壊させることを目標とし、ねじりモーメントとせん断力の比率($M_T / S \cdot b$)を0, 1.0, 4.1, ∞ と変化させた。なお、 $M_T / S \cdot b = 1.0, 4.1$ はそれぞれ曲げモーメントの最大値を用いて $M_T / M_B = 0.3, 1.2$ と表示する。

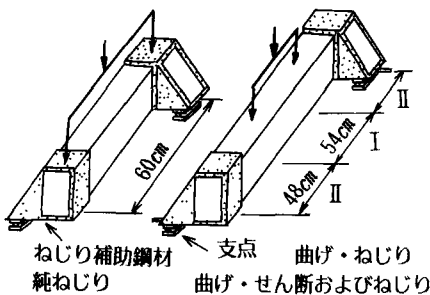


図2 載荷方法

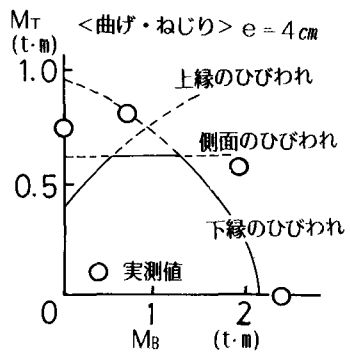


図3 ひびわれ発生時における曲げモーメントとねじりモーメントの関係

3. 実験結果および考察

(1) ひびわれ特性 初ひびわれの発生位置を考慮した上で、最大主応力説により求めたひびわれ発生耐力と実測値との比較を行なったものを図3に示す。図中の曲線は、

$$\sigma_{ct} = \sqrt{(1/4)(\sigma_b + \sigma_{pe})^2 + \tau_t^2} - (1/2)(\sigma_b + \sigma_{pe})$$

σ_{ct} : コンクリートの引張強度, σ_b : 曲げ応力

σ_{pe} : 有効プレストレス, τ_t : ねじりせん断応力度により求めたが、ねじりによるせん断応力度は弾性理論による値を用いたものである。図より、曲げとねじりを受ける場合のひびわれ発生位置および耐力は、以上の方法で安全側に推定できるものと考えられる。

斜めひびわれ発生耐力 (M_{TL}) は、いずれの場合も、スターラップの有無の影響をほとんど受けなかった。図4, 6より、偏心距離 e が 0 cm のPCはりでは、RCの場合¹⁾ (ただしコンクリートの圧縮強度は 200 kgf/cm^2) と同様に、曲げモーメントあるいはせん断力が大きくなるに伴って M_{TL} は直線的に小さくなった。 $e = 4\text{ cm}$ の場合は、曲げとねじりを受ける場合、 $M_T / M_B = 1.2$ における M_{TL} は純ねじりの場合より若干大きくなり (図5) 曲げ、せん断およびねじりを受ける場合でも $M_T / M_B = 1.2$ における M_{TL} は純ねじりの場合とほぼ同程度であった (図7)。

(2) 終局耐力 図4~7より、スターラップのないPCはりでは、純ねじり、および $M_T / M_B = 1.2$ の場合、斜めひびわれ発生後ただちに破壊に至った。 $M_T / M_B = 0.3$ の場合は、RCでは、斜めひびわれ発生後かなりの耐力増加が認められるが、PCの場合はほとんど認められなかった。しかし、スターラップで補強すると、いずれの M_T / M_B においても斜めひびわれ発生後RCの場合と同様にかなりの耐力増加が認められた。

図4, 5より、曲げとねじりをうけるPCはりの終局ねじりモーメント (M_{TL}) は、 $e = 0\text{ cm}$ の場合は、曲げモーメントの増加に伴ないしだいに減少しているのに対し、 $e = 4\text{ cm}$ の場合は $M_T / M_B = 1.2$ のとき M_{TL} が純ねじりの場合にくらべて若干大きくなった。

4. まとめ

ねじりを受けるPCはりの力学的特性について、特にプレストレスの位置および大きさと補強鉄筋量との兼ね合い、コンクリート強度や断面形の影響などについて、検討を今後積み重ねていく必要がある。

参考文献 1) 船越、岡本、舟橋：曲げ・せん断およびねじりを受けるRC部材の力学的特性
セメント技術年報36, p462 (1982)

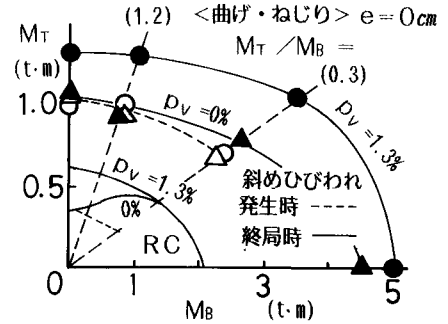


図4 曲げモーメントとねじりモーメントの関係

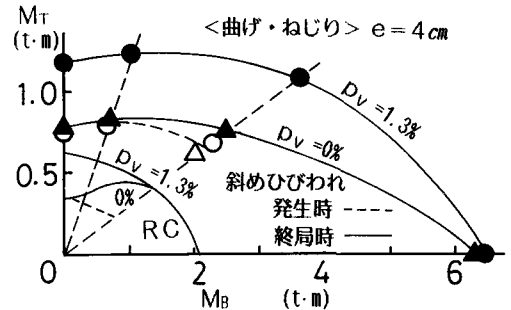


図5 曲げモーメントとねじりモーメントの関係

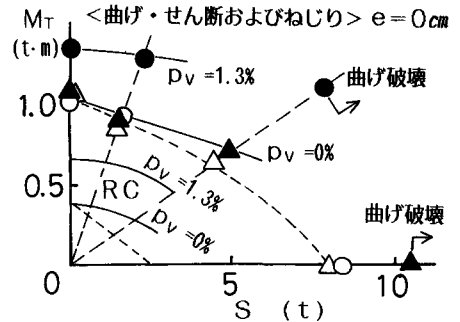


図6 せん断力とねじりモーメントの関係

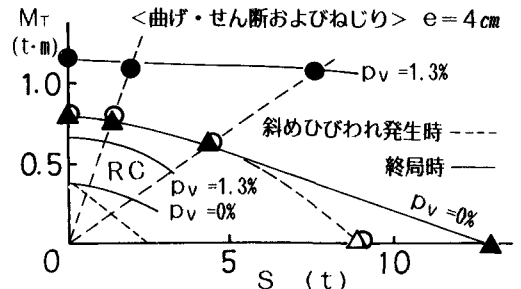


図7 せん断力とねじりモーメントの関係