

1. まえがき

現在のせん断力に対する設計方法では、作用せん断力はコンクリート分担せん断力とせん断補強鉄筋分担せん断力で受け持たれるとされている。そして、軸圧縮力が作用する場合には、コンクリート分担せん断力は、係数 $\beta_m = M_o/M_d$ により増大させてあるが、せん断補強鉄筋分担せん断力は変化しないとされている。しかし、軸圧縮力が作用すれば斜引張りひびわれの傾斜は緩やかになり、1本の斜引張りひびわれと交差するせん断補強鉄筋が増すためせん断耐力におけるせん断補強鉄筋の効果は大きくなると予想される。また、せん断補強鉄筋は折り曲げ部を有するため、疲労強度を50%に低減するよう定められているが、折り曲げ部の応力がひびわれ部の応力より小さければ50%の低減は必要なくなる。そこで本研究は、プレストレスを変化させたPCばりの静的荷重試験を行い、軸圧縮力が作用する場合にせん断力がどのように負担されるかを調べるとともに、スターラップの応力性状を明らかにしようとしたものである。

2. 実験概要

本研究に用いた実験供試体は、RCばり2体、PCばり4体の計6体であり、その断面形状は図-1に示す通りである。ただし、RCばりにはPC鋼棒を配置していない。PCばりの有効プレストレスは三角形分布とし、下縁で 50 kg/cm^2 のものと 100 kg/cm^2 のものを2体ずつ用いた。荷重方法は、 a/d が左スパンで3.0、右スパンで1.0となるような2点荷重を行い、支保・荷重点の影響を受けない区間が存在する左スパンを試験部分とした。せん断補強鉄筋としてはスターラップのみを用い、左スパンには7組配置し、その全てに抵抗線ひずみゲージを貼った。試験部分のせん断力に対する設計は、支保・荷重点の影響を考慮し、式(1)を用いて行った。

$$V_g = V_c + A_w f_{wy} (z/s) / \beta_x \quad \text{----- (1)}$$

ここに、 V_g : スターラップの降伏時せん断力、 f_{wy} : スターラップの降伏点、 A_w : 1組のスターラップ断面積、 z : 応力中心間距離、 s : スターラップ間隔、 β_x : 支保・荷重点の影響を考慮するための低減係数、 V_c : コンクリート分担せん断力 $V_c = 0.80 f_{ck}^{1/3} (1 + \beta_d + \beta_p + \beta_m) b w d$ ことに、 $\beta_d = \sqrt{100/d} - 1 \geq 0$
 $\beta_p = \sqrt{100 p_w} - 1 \leq 0.73$, $\beta_m = M_o/M_d \leq 2 M_o/M_u \leq 1$

式(1)で計算した各供試体の V_c , V_g の値を、試験時圧縮強度、引張強度、上・下縁の有効プレストレスとともに表-1に示す。

3. 実験結果および考察

図-2は、R-B、P-50-B、P-100-B供試体について、断面内でせん断力がどのように負担されるかを示したものであり、式(1)による計算値も合わせて示してある。

これより、作用せん断力がコンク

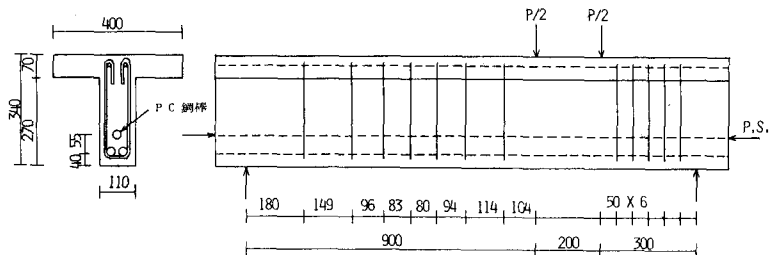


図-1 供試体

リート分担せん断力の限界値 V_c に達するまではスターラップはせん断力を分担せず、コンクリートのみが負担し、 V_c に達した後はコンクリート分担せん断力は V_c のままほぼ一定値となり、スターラップがその後の作用せん断力の増大量を分担することがわかる。 V_c の実験値は、R-B で4.6t、P-50-B で7.4t、P-100-B で10.3tであり、表-1に示した計算値と比較すると、R-B は比較的良く一致しているものの、P-50-B、P-100-B

表-1 供試体の種類

供試体	圧縮強度 (kg/cm ²)	引張強度 (kg/cm ²)	有効プレストレス (kg/cm ²)		Vc (kg)	Vy (kg)
			上縁	下縁		
R-A	419.9	31.3			4110	8449
R-B	399.0	33.3			4043	8382
P-50-A	429.9	31.3	-3.4	52.0	4947	9286
P-50-B	399.0	33.3	-3.0	52.3	4863	9202
P-100-A	327.0	29.7	-6.1	104.1	5311	9650
P-100-B	409.4	28.1	-6.3	95.0	5508	9847

と、プレストレスが増大するに従い、計算値との差は大きくなっている。式(1)において、軸圧縮力が V_c に及ぼす影響は係数 β_n によつて考慮されているが、本実験結果から見る限り、軸圧縮力の有利な効果を十分表わしていないと思われる。また、スターラップ応力せん断力の限界値 V_s は、軸圧縮力の影響を受けまいとされているが、実験結果では、R-B、P-50-Bに比してP-100-Bは大きな値となった。これは、軸圧縮力により斜引張ひびわれの傾斜が緩やかになり、1本の斜引張ひびわれと交差するスターラップが3本から4本に増加したためである。

図-3に、P-100-Bにおけるスターラップ応力の高さ方向分布を示す。2段階のせん断力は、各々表-1の V_y に近い値、スターラップが腐脱し始める値であり、その時のひびわれ状況も合わせて示した。これよりスターラップ応力は高さ方向に、ひびわれ部を最大とし、ひびわれから離れるに従い小さくなるような分布をしていることがわかる。

図-4は、R-A、P-50-A、P-100-Aについて、折り曲げ部と腹部中央のスターラップ平均応力を比較したものである。折り曲げ部と腹部中央の応力の比は、R-Aで85%、P-50-A、P-100-Aで50%程度となり、いずれも折り曲げ部の応力の方が小さくなった。

4. あとがき

せん断補強鉄筋を配したはりが疲労荷重を受ける場合、せん断補強鉄筋の疲労破断により破壊する可能性がある。現在疲労荷重を受ける場合のスターラップ応力は、式(1)の概念を基にし、 V_c を静的な場合の $1/2$ として求められているが今回の実験結果が疲労荷重を受ける場合にも成り立つとすれば、実際のスターラップ応力は、軸圧縮力を受けた場合かなり計算値を下回ることになる。また、スターラップ応力の分布は、疲労荷重を受けると付着強度が低下し、静的な場合と異なると思われるので、スターラップの疲労強度を50%にも低減する必要性については、さらに検討の必要があろう。

- 参考文献) 1) 土木学会：コンクリート構造物の限界状態設計法試案，コンクリート・ライブラリ-第48号
2) H.Okamura and S.A.Farghaly : Shear design of reinforced concrete beams for static and moving loads , Proceedings, JSCE, No.287, 1979. 7

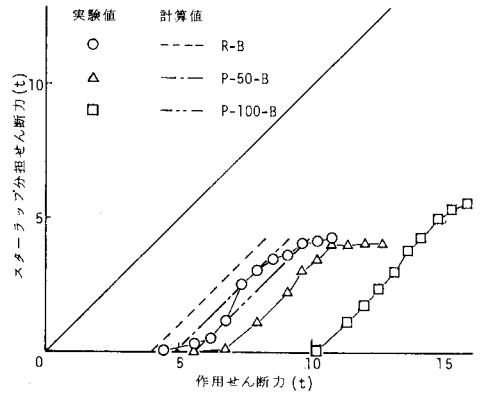


図-2 断面内せん断力分担

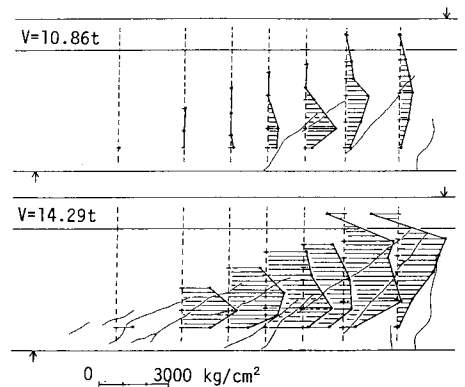


図-3 スターラップ応力の高さ方向分布

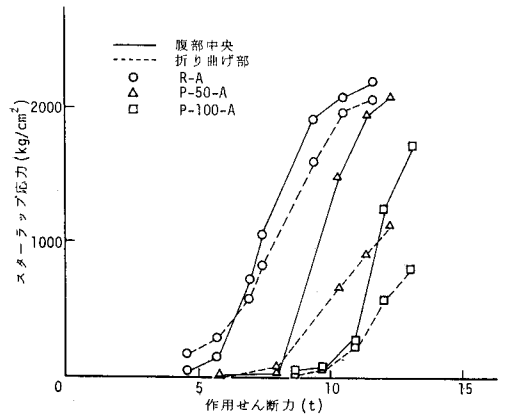


図-4 スターラップの折り曲げ部と腹部中央の応力