

九州大学工学部 正員 水野高明

九州工業大学 正員 出光 隆

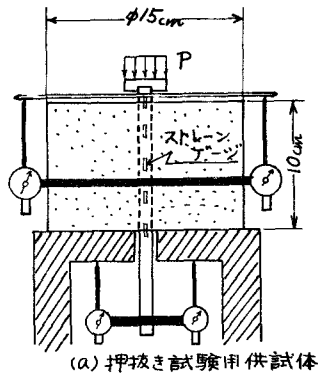
九州大学工学部 学生員 松下 博通

1. まえがき

プレテンションPC部材はPC鋼線とコンクリートとのボンドによってその機能を発揮する。したがって、この種の部材のうちPC枕木のようにかなり大きな繰返し荷重を受けるものは、ボンド疲労により鋼線のすべりこみが起り、有効プレストレス量が減少して、ついには部材が破壊することもあるのではない。筆者らは、このようなボンド疲労の特性を知るため、数年来PCはり、RCはりを用いて曲げ疲労試験を行ってきたが、それらの試験結果ではボンドに、曲げせん断によるひびわれの影響が入ってくる。したがって、その影響とのぞき純粋にボンド疲労を調べるため、RCの鉄筋押抜き疲労試験を行なった。押抜き試験は、繰返し荷重Pと破壊時繰返し回数NからP-N曲線を求める試験と、ボンド分布の繰返し荷重による変化を調べる試験の2種類に分けて実施した。以下、その実験方法、結果について、RC・PCはりの疲労試験結果と比較しながらのべてみる。

2. 供試体作製

押抜き試験用供試体を図-1(a)に示す。加力端鉄筋の挫屈を防止するため、その突出部の長さを1.5cmとした。ボンド分布変化を調べる場合、鉄筋にはひずみ測定とするため、内部に溝を加工し、ストレインゲージを貼付した。PC・RCはり供試体を図-1(b)(c)に示した。PCはりには端部のコンクリートひずみをホイットモアひずみ計で測定するため、図のように標点を貼付した。またRCはりには鉄筋のひずみ分布を測定するため、押抜き試験供試体と同様に鉄筋内部にストレインゲージを貼付した。以上の供試体に用いたコンクリートの配合、強度および弾性係数を表-1に示す。



3. 実験方法

疲労試験機は最大荷重 10t、繰返し速度 300%である。押抜き疲労試験では、図-1(a)に示すように鉄筋にCapをして押抜き荷重を加えた。加力側(上側)鉄筋の押抜き量は、コンクリートにダイヤルゲージを円周方向等間隔に3個固定し、鉄筋に固定された接点の変位をそれぞれ測定して、それらの平均値から求めた。

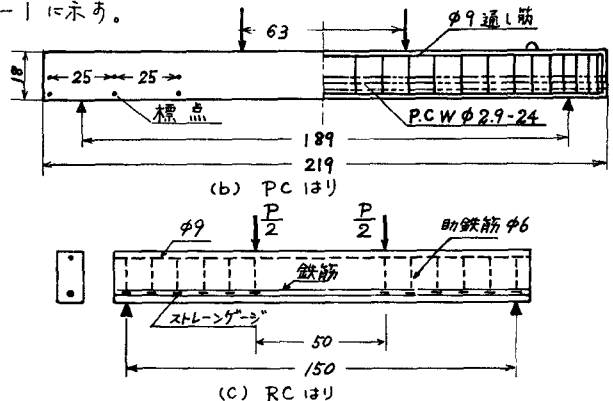


図-1 供試体

非加力側鉄筋の押抜き量は、鉄筋にダイヤルゲージと固定して、鉄筋と底板の相対変位量を測定して求めた。RC、PCはりの曲げ疲労試験の場合、荷重はスパンの3分点に2点載荷した。なお、ひずみ測定、押抜き量測定は、任意回数荷重繰返し後静的に行なったものである。

表-1 コンクリートの配合 強度 弾性係数

供試体	粗骨材最大寸法 (mm)	スランの範囲 (mm)	単位水量 (kg)	単位セメント量 (kg)	水・セメント比 (%)	鉄骨材率 (%)	単位鉄骨材量 (kg)	単位相対材量 (kg)		圧縮強度 f_{cs} (kg/cm ²)	弾性係数 (x10 ⁴ kg/cm ²)
								5~10 mm	10~20 mm		
(a)	20	4±1	180	340	53	38	693	447	830	303	3.39
(b)	20	4±1	180	440	41	37	635	1189		540	2.79
(c)	20	4±1	174	300	58	40	756	1278		285	3.10

4. 実験結果および結果考察

PC、RCはりの曲げ疲労試験結果を

表-2に示す。PCはりの破壊形式は、その最終段階ではコンクリートの圧縮破壊であったが、主な原因は材端部の鋼線のすべりこみにあると考えられる。この

ことは図-2の材端部コンクリートのひずみ(ϵ_c)変化からわかる。すなわち、繰返し回数(N)の増加にともない、材端部コンクリートに応力が集中し、 ϵ_c が増してあり、繰返し数が増え一層増加すれば、端部鋼線のすべりこみが生じ、 ϵ_c は減少していく。丸鋼を使用したRCはりの場合には、繰返し荷重により、中央部のボンド応力は著しく小

表-2 曲げ疲労試験結果

		200万回疲労限の静的破壊荷重に対する比 (%)	破壊形式
PCはり		57	コンクリートの圧縮破壊
RCはり	丸鋼	65	ボンド破壊
	異形丸鋼	59	鉄筋脆性破断

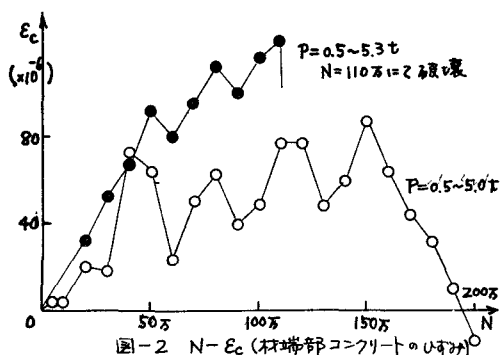


図-2 N- ϵ_c (材端部コンクリートのひずみ)

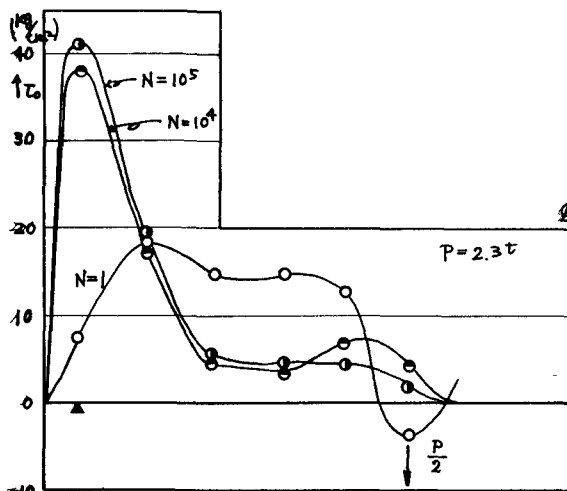


図-3 RCはり(丸鋼)の τ_b 分布

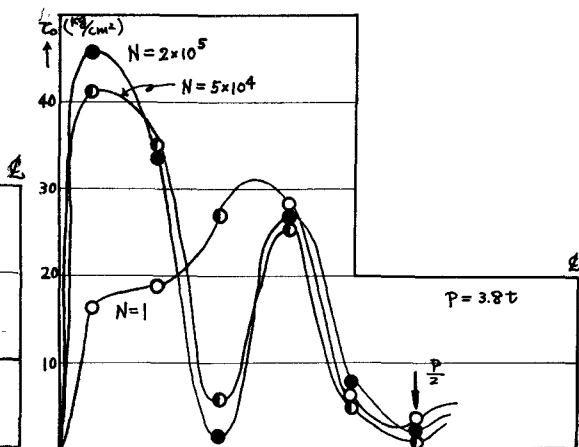


図-4 RCはり(異形丸鋼)の τ_b 分布

さくなり、その分布は、図-3に示りように、材端に集中する。この値がある値より大きくなれば鉄筋がすべりにみ、はりは破壊する。異形鉄筋を使用したRCはりでは、材端部の鉄筋のすべりこみは全くみられず、また図-4に示すボンド応力分布には、繰返し荷重によってピークが2つ表われ、ボンド疲労はほとんどないものと考えられる。

つぎに丸鋼押抜き疲労試験結果からP-N曲線を描き図-5に示す。200万回疲労限は1.25tで静的破壊荷重1.9tの66%となった。この値は丸鋼RCはりの場合の65%にほとんど等しいが、PCはりの57%はこれらの値よりいくぶん小さい。この原因はフレストレスがボンド破壊に不利にはたらくからと考えられる。

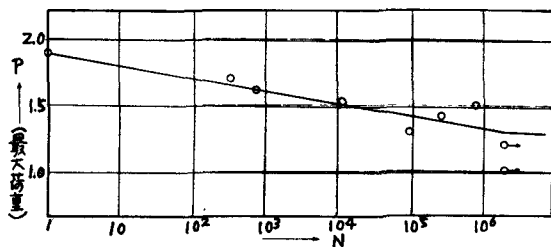


図-5 P-N曲線 (丸鋼押抜き試験)

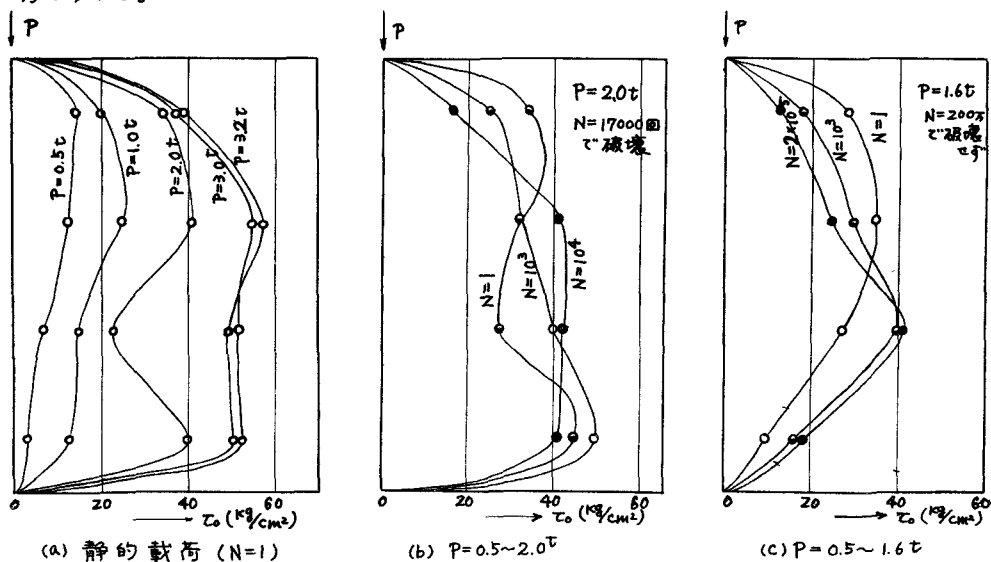
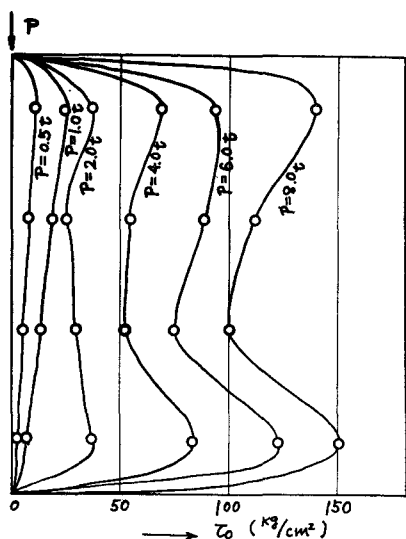


図-6 押抜き供試体のボンド分布 (丸鋼の場合)

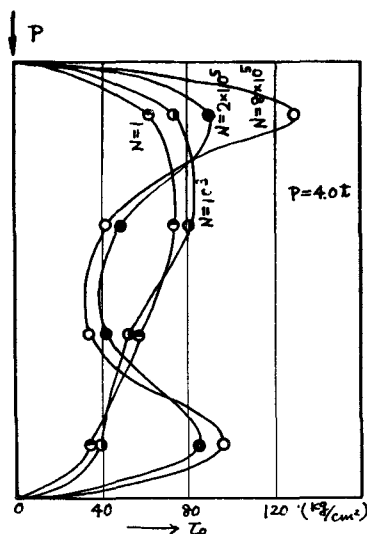
つぎに、押抜きボンド分布の変化のうち丸鋼の結果を図-6に示す。異形丸鋼の結果を図-7に示す。丸鋼の場合、繰返し荷重をうける(b)(c)では、繰返し回数とともにピークが非加力側(下側)へ移動し、最後には静的試験の場合(a)と同様にほぼ等分布となり、ボンド破壊が起こる。

異形丸鋼は、丸鋼にくらべ静的載荷の場合と同様に繰返し載荷の場合もピークの移動はなく、むしろ載荷点付近にボンド応力が集中し、ピークが高くなる。したがって、破壊する場合は、鉄筋のすべりこみは起らず、ほとんどコンクリートの割れ破壊による。

つぎに、鉄筋のすべりこみ量を図-8に示した。丸鋼を使用した場合、荷重零のときの変位すなわち永久変位は、繰返し回数とともに増加する。たとえ200万回でボンド破壊しないものでも、わずかながらすべりこみ量の増加がみられる。これに反し、異形丸鋼のすべりこみ量は、初めの10万回程度まで増加するが、その後の変化はほとんどみられない。



(a) 静的荷重 ($N=1$)



(b) $P=0.5 \sim 4.0 \tau$

図-7 押抜き役試体ボンド分布 (変形丸鋼の場合)

5. おまけ

本試験は、一連のボンド疲労試験の一部にすぎず、結論らしいものはほとんど得られな
いが、今後 引抜き試験、両引き試験なども
行ない、また理論的裏づけも進めていこうと
考えている。

おわりに、本実験にあたり 九州大学工学部
荒牧建藏君 九州工業大学 本山裕三君 高橋征
司君の御協力に感謝いたします。

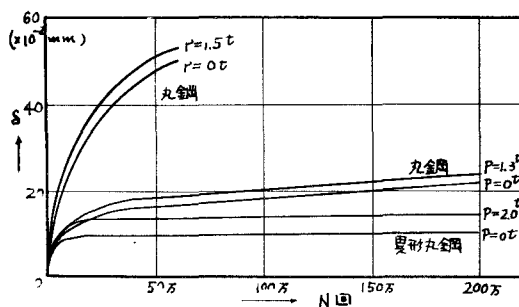


図-8 $N=1$ のボンド分布 (S)

参考文献； 水野高明・徳光善伯 渡辺 明・出光 隆；

静的・動的荷重を受ける鉄筋コンクリートはりのボンド分布に関する研究

第20回土木学会年次学術講演会講演要集 昭和40年