

過大繰返し荷重を受けるP.Cはりの疲労

1. まえがき

2 供試体の形状寸法、配合 強度 f_c と

Technical drawing of a cross-section of a composite material. The drawing shows a central core of 16-φ2.4 PC Wire surrounded by a 35mm thick layer of Carbon Fiber. The total width is 130mm. The height is 200mm, with a 160mm section for the Carbon Fiber and a 40mm section for the PC Wire. A 30mm thick layer of Carbon Fiber is also shown at the bottom. Labels include 'カルボン' (Carbon) and 'PC Wire'.

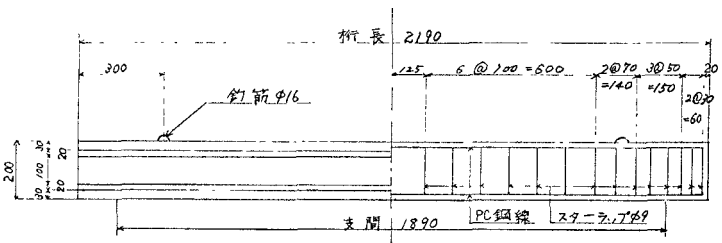


図-1 供試体の形状寸法

表-1 コンクリート配合

水セメント比 (%)		41
細骨材率 (%)		40
単位 量 (kg/m ³)	セメント	430
	水	176. ³
	細骨材	702. ⁹
	粗骨材	1136. ⁷

表-2 コンクリートの性質

ニットロセル 種類	打設時の スプレッド ϕ (cm)	材令 3日		材令 28日		載荷時	
		圧縮強度 σ_3 (kg/cm^2)	弾性係数 ($\times 10^5 \text{ kg}/\text{cm}^2$)	圧縮強度 σ_{28} (kg/cm^2)	弾性係数 ($\times 10^5 \text{ kg}/\text{cm}^2$)	圧縮強度 σ (kg/cm^2)	弾性係数 ($\times 10^5 \text{ kg}/\text{cm}^2$)
B	3.4	331	1.88	420	2.34	457	2.54
C	7.0	264	1.74	389	2.33	414	2.39
A	6.0	341		459	2.67	525	2.75

PC鋼線の性質を表-3に示す。

3. はりの有効プレストレス

供試体打設の際 図-1 に示した奥にカールソニトびみ計と埋め込みプレストレス導入の際の弾性変形量およびその後のクリープ量、収縮量を測定した。その測定結果を図-2に示す。最も一般的な関係とレマ、クリープおよび収縮の計算に用いる曲線は次式で近似せられるとある。

$$C = \frac{\tau}{(a + b\tau)} \quad \text{ここで } C \text{ クリープ量および収縮量}$$

τ : 日数

a, b : 実験より求まる定数

表-3 PC鋼線の性質

線径	2.90 mm
断面積	13.22 mm ²
31張強度	2680 kg
伸び	8.0 %
降伏強度	2490 kg
降伏比	93 %
弾性係数	20,550 kg/mm ²

図-2のクリープ曲線から a, b を求め、同じく収縮曲線から a, b を求め、その関係式を図-2に破線で示した。

PC鋼線のレラクセーション(約19%)も考慮して有効プレストレス量を算出した結果 はりの上縁において 28 kg/cm², 下縁において 9 / kg/cm² となる。

4. 疲労試験方法

荷重繰返し速度が 300回/分の曲げ疲労試験機により はりのスパン = 189 cm に3等分点 2点載荷により繰返し荷重を加えた。載荷具は 4 x 8 cm の鉄板(厚さ 2 cm)を用いる面接触とし 支持具は

ローラー支承とした。繰返し荷重は表-4に示した通り、はりA種、B種、C種それぞれ最小荷重を 2 ton, 4 ton, 6 ton に固定し、最大荷重と仕様の大きさにしたものである。また、繰返し荷重によ

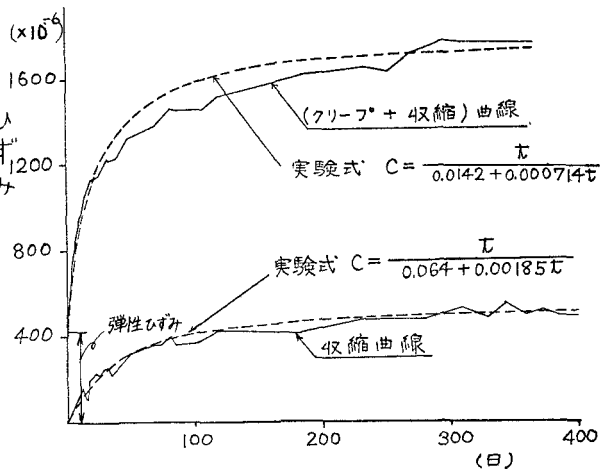


図-2 クリープ曲線 収縮曲線

表-4 疲労試験結果一覧

はり A 種			はり B 種			はり C 種		
静的破壊荷重 9.2 ton			静的破壊荷重 9.0 ton			静的破壊荷重 9.0 ton		
最小荷重 $P_2 = 2.0 \text{ ton}$			最小荷重 $P_2 = 4.0 \text{ ton}$			最小荷重 $P_2 = 6.0 \text{ ton}$		
最大荷重	破壊時 繰返し回数	破壊形式	最大荷重	破壊時 繰返し回数	破壊形式	最大荷重	破壊時 繰返し回数	破壊形式
$P_1 = 6.5 \text{ ton}$	$N = 7 \times 10^4$	鋼線破断	$P_1 = 7.0 \text{ ton}$	$N = 3.67 \times 10^4$	鋼線破断 17 コンクリート圧縮破壊	$P_1 = 7.75 \text{ ton}$	$N = 1.9 \times 10^4$	コンクリート圧縮破壊
6.2	17×10^4	"	6.8	3.6×10^4	"	7.6	1.0×10^4	"
5.8	30×10^4	"	6.6	11.9×10^4	"	7.5	22.2×10^4	"
5.5	200×10^6 2" 破壊せず	"	6.4	13.0×10^4	"	7.25	86.7×10^4	"
			6.2	40.1×10^4	"	7.0	200×10^4 2" 破壊せず	"
			6.0	123.9×10^4	"			

るはりの挙動の変化を調べるために、はりが破壊するまで、任意回数荷重繰返し後に疲労試験機をとめ、静的に荷重を加えて各種の測定を行なった。この時の静荷重は漸次 0~最大荷重まで増大して各測定値を得た。

各種測定方法は次のとおりである。たわみ量の測定には微動頭微鏡を設置して中央より 13 cm の距離にある点のたわみ量の変化を $N = 1$ から破壊まで連続的に測定し、静的載荷

によるたわみ量のほかに残留たわみ量も測定した。この時支束の沈下によるたわみ量の補正をするため、支束にはダイヤルゲージを用いて支束沈下量も測定している。コンクリート表面のひずみ分布の変化の測定は、はり中央部において 25 cm ホイトモアひずみ計を用いて、はり上縁から 2, 8, 10, 12, 18 cm の位置で行ない、静的載荷による中立軸高さも同時に求めた。また繰返し荷重によるひびわれ性状の変化を調べるため、ひびわれ分布、ひびわれ本数およびひびわれ幅の測定としてその進行度合を調べた。

5. 試験結果および考察

静的破壊荷重および疲労試験結果を表-4 に示す。一般に $P-N$ 曲線は $P = a + b \log id$ (a, b は実験より求まる定数) であらわされるといわれているが、その曲線を図-3 に示した。これより

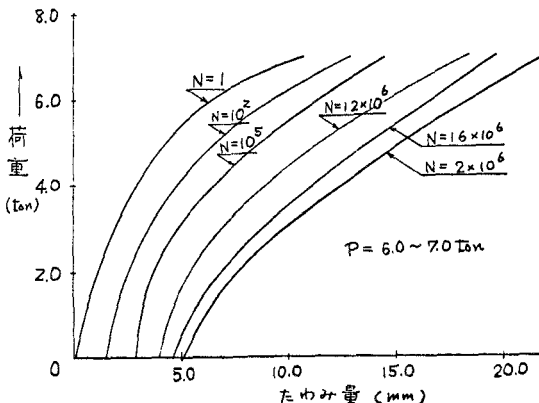


図-5 荷重-たわみ曲線

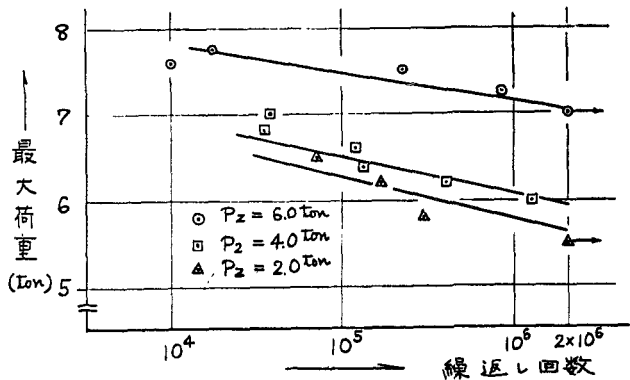


図-3 $P-N$ 曲線

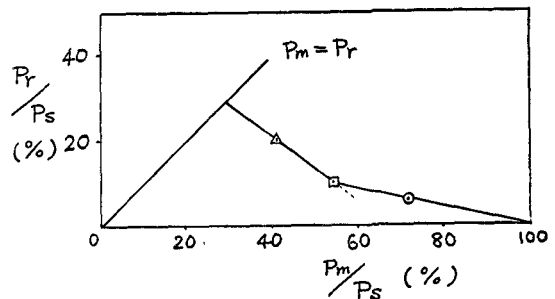


図-4 耐す線図

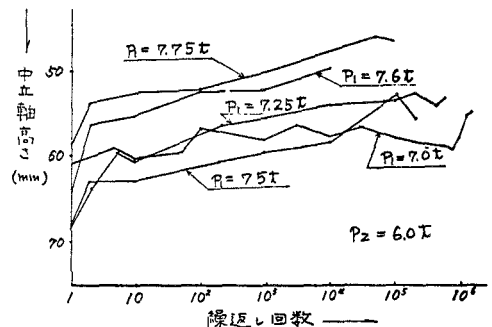


図-6 中立軸高さの変化 ($P_2 = 6.0 \text{ Ton}$)

繰返し回数 2×10^6 回における時間
疲労限はそれぞれ 7.0 ton, 5.8 ton

5.6 ton 程度である。この時間疲
労限における平均荷重 $P_m = (P_1 + P_2)/2$

荷重振幅 $P_r = (P_1 - P_2)/2$ との関係ハ
う耐久限度線図を描くと図-4の

とうりとなる。一般の材料の疲労
限における耐久限図は修正 Goodman

の関係によると直線であらうの
さであるといわれているが、この場

合 $P_2 = 2.0, 4.0$ ton の場合には
鋼梁の破断、 $P_2 = 6$ ton の場合には

コンクリートの圧縮破壊と破壊形
式が異なるため折線になったものと

考えられ、両者の疲労限の静的破
壊荷重に対する割合が異なるものと

あることを知る。図-5に荷重一
たわみ曲線の変化の一例を示した。

繰返し回数の増大とともに剛性低
下かられる。図-6に中立軸高

さの変化の一例を示した。 $N=1$
かつ $N=2$ に大きく中立軸が変化

するのはコンクリートに引張ひ
びわれが生じたためである。以

後はほぼ繰返し回数の対数に比例
して中立軸が上昇するようである。

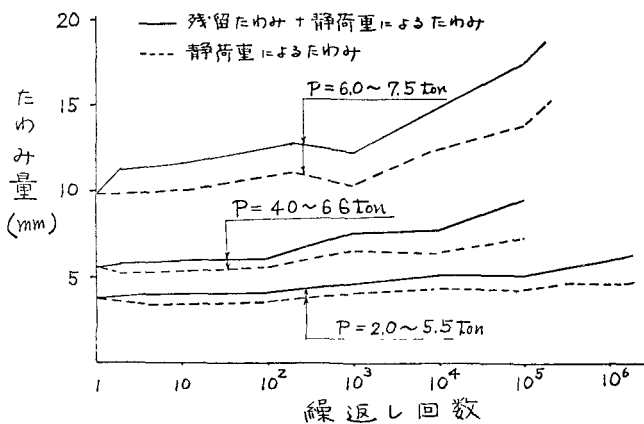


図-7 繰返し回数-たわみ曲線

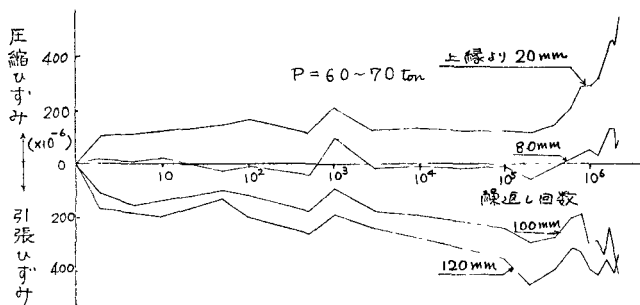


図-8 残留ひずみ-繰返し回数曲線

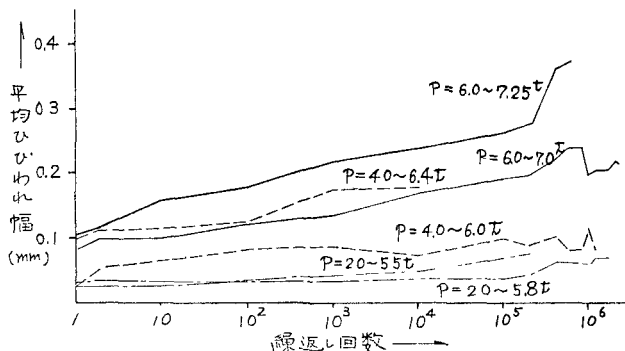


図-9 平均ひびわれ幅の変化

はる。図-8に残留ひずみの変化を示した。上縁より 20mm の奥の圧縮ひずみは 2×10^5 回の荷重繰
返し後に増大はじめ、最後には 2.23×10^6 回で圧縮破壊とあてられている。図-9に平均ひびわれ幅の
変化を示した。平均荷重の大きな程、このひびわれ幅も大きくなるようである。

終りに本実験に多大の御すけらわした藤村正人君(大分県), 川崎和彦君(血打組)に感謝いたします。