

V-14 過大繰返し荷重を受けるPCはりの挙動

九州大学 工学部 正員 徳光 善治

学生員 山下 博通

1. まえがき

筆者らは、I型断面を有するプレテンションPCはりば過大な繰返し荷重を受ける場合の疲労性状として、実験的に求めた耐久限度線図と変形特性の一部を昨年報告した。今回の報告は、この実験の一連として、引き続き行った同じPC供試体について、繰返し荷重を受けるときの各種疲労性状についてその挙動を観察したので、その結果を報告する。

2. 供試体および実験方法

供試体は図-1に示すI型断面を有するプレテンションPCはりである。載荷試験は静的、動的ともにスパン189 cmの3等分2点載荷と行なった。試験は供試体作製後6ヶ月を経く開始し、コンクリートの収縮の影響をなくした

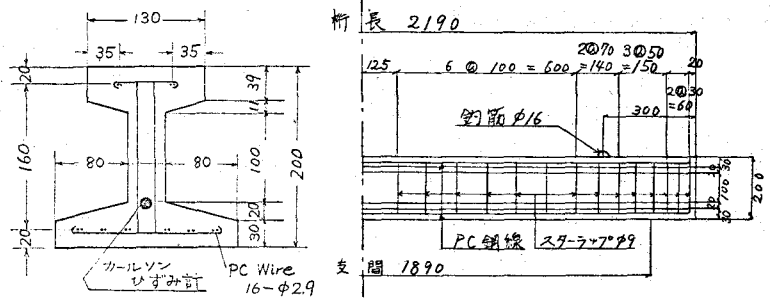


図-1. 供試体の形状

が、その時のPCはりの有効プレストレス量は各種の緊張力の損失量と考慮して、上縁で 26 kg/cm^2 、下縁で 85 kg/cm^2 であった。繰返し荷重はその最小荷重を2.0, 4.0, 6.0 tの3通りとし、荷重繰返し速度は300回/分とした。繰返し荷重による疲労性状の観察は、はりのたわみ量の変化と微動顕微鏡($1/1000 \text{ mm}$ 目盛)で、スパン中央の上縁より2, 8, 10, 12, 18 cmの点におけるコンクリート表面のひずみの変化をホイットマンひずみ計で、ひびわれ性状をクラフメーターでそれぞれ行なったが、これらはいずれも任意回数荷重繰返し後試験機をとめて静的に荷重を加えて行なった。

3. 実験結果

・P-N曲線および耐久限度線図について

P-N曲線および200万回耐久限度線図を図-2, 3に示す。この耐久限度線図はPCはりの一般

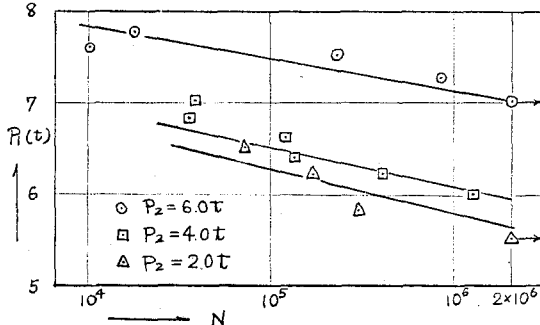


図-2. P-N 曲線

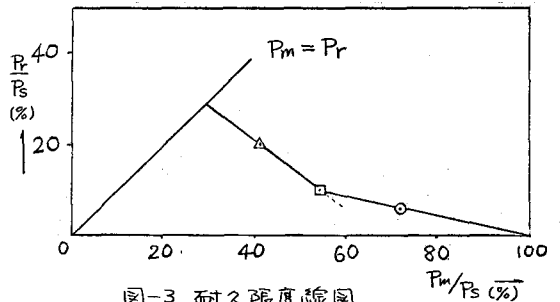


図-3 耐久限度線図

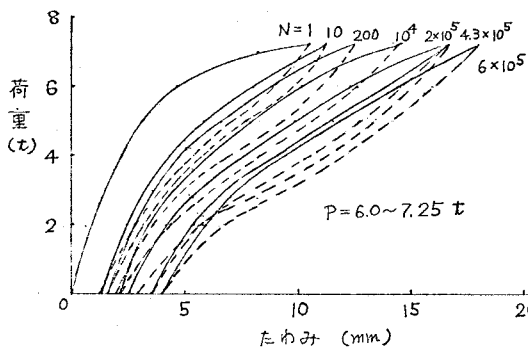


図-4. 荷重-たわみ曲線

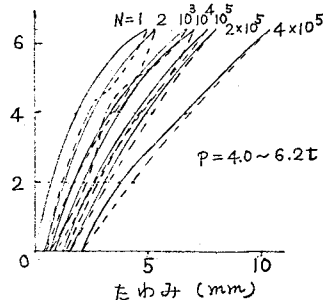


図-5

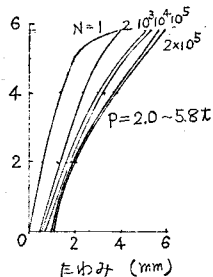


図-6

的な耐久限度線図を示すものではない。はりの疲労破壊形式は、最小荷重 $P_2 = 2 \text{ ton}$ の場合には鋼線の破断、 $P_2 = 6 \text{ ton}$ の場合にはコンクリートの圧縮破壊、 $P_2 = 4 \text{ ton}$ の場合には両者ほとんど同時に起きたことから、繰返し荷重の大きさによって疲労破壊形式が異なり、耐久限度線図が2直線で示されたのであろう。また静的破壊形式はコンクリートの圧縮破壊であり、これは P_r の小さい場合の破壊形式と一致する。

・各種疲労性状について

代表的な荷重-たわみ曲線を図-4, 5, 6に、繰返し回数とたわみ量の変化の関係を図-7に示す。疲労破壊に至る荷重繰返し回数に差がない程度のものでも、その繰返し荷重の最小荷重が大きいものほど曲げ剛性 K の低下が著しいようである。残留たわみ量もこの最小荷重に比例して増大している。繰返し荷重の大きさによって曲げ剛性の低下がどのように異なるかを調べるため、荷重-たわみ曲線によって曲げ剛性が急変する時の荷重と求めた図-8に、 $N=1$ のときの初期剛性に対する荷

最大たわみ量 (mm)

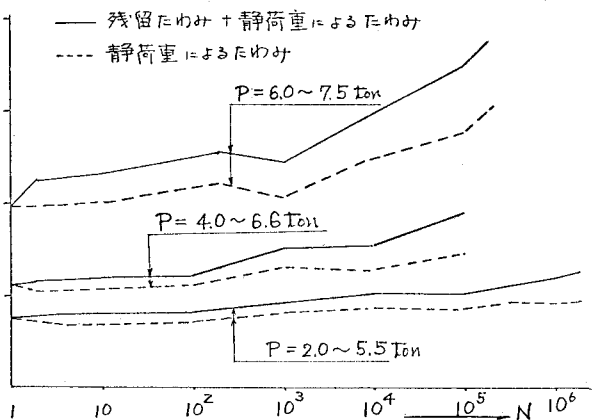


図-7 最大荷重時のたわみ量の変化

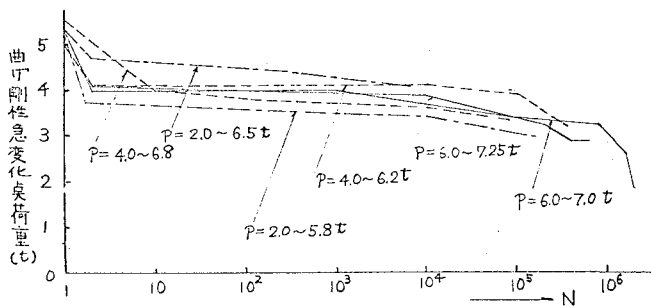


図-8 曲げ剛性急変化負荷重

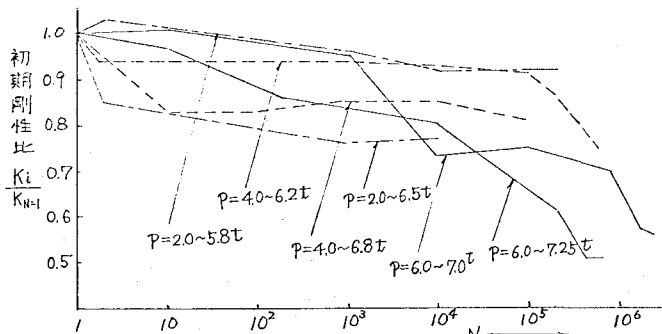


図-9 剛性低下率の変化

直繰返し後の静的載荷における初期剛性の比 $K_i/K_N=1$ を求めて図-9 に示した。本実験のように過大な繰返し荷重を受ける場合には、曲げ剛性急変化負荷重は繰返し荷重の大きさに関係なく、 $N=1$ の載荷によつて引張側コンクリートにひびわれと生じるため、著しい低下を示し、その後の荷重繰返しに対しては、破壊近くになるまではその変化が少いようである。また、初期曲げ剛性は最小荷重が小さい場合には数回の荷重繰返しによつて低下し、その後の変化は、疲労破壊に至るまで大きくかわらない。しかし、最小荷重の大きい場合には、荷重繰返し数の増大とともに取次減少していく。この割合は荷重繰返し回数に対数に比例するようである。

荷重繰返し回数と残留ひずみ量の関係の一例を図-10 に示す。これは $P=60\sim 70\text{ ton}$ の荷重を繰返し $N=223$ 万回にマコンクリートが圧縮破壊したが、上縁より 2.0 cm の奥のひずみ量が 20 万回以後急激に増大している。このような傾向は、 $P_2=6.0\text{ ton}$ の場合特に顕著であり、これから疲労破壊形式が推測される。図-11 に上縁より 2.0 cm の奥の残留ひずみ量と弾性ひずみ量(静荷重によるひずみ量)の変化を示した。弾性ひずみ量は

ほぼ静荷重の大きさに比例した量を示しており、荷重繰返し回数の影響はあまりないと思われるが、残留ひずみ量は最小荷重が大きいものほど大きく、荷重繰返しとともに次第に増大している。

静荷重によるひずみ分布より、中立軸高さの変化を調べたが、 $P_2=6.0\text{ ton}$ の場合と図-12 に示した。 $N=1$ の載荷によつて大きく中立軸は上昇し、その後は荷重繰返し回数の対数に比例してわずかに上昇していくようである。この傾向は $P_2=4.0\text{ ton}$ 、 2.0 ton の場合にも同様であるが、 P_2 が大きいものほど、その上昇の割合は大きかった。

引張側コンクリートの曲げひびわれに関しても同様な傾向を示した。まず、ひびわれ本数は、最小荷重が大きい場合には $N=1$ におけるひびわれ本数が多く、以後の荷重繰返しによつては、ひび

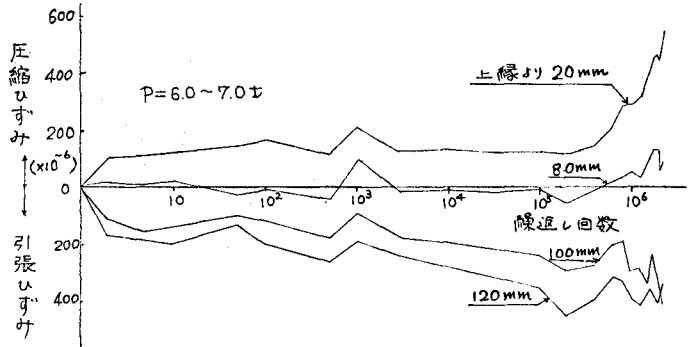


図-10 残留ひずみ量の変化

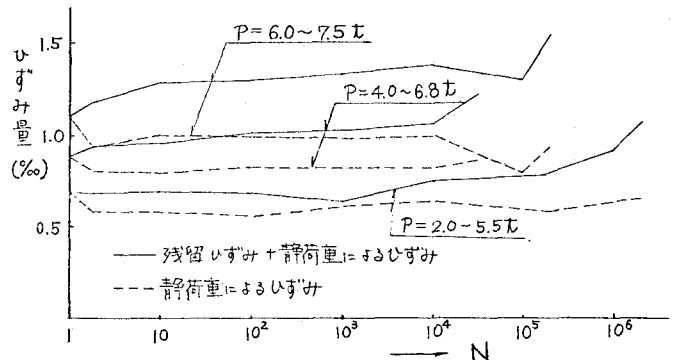


図-11 上縁より 2 cm の奥におけるひずみ量の変化

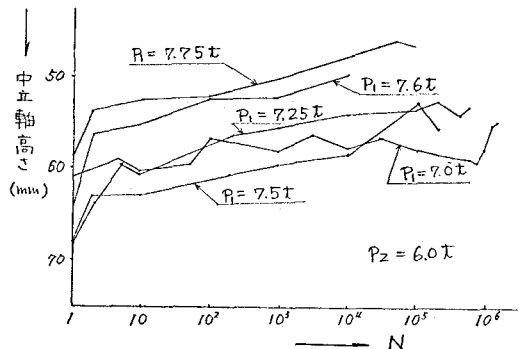


図-12 中立軸高さの変化

われ幅のみが増大して、ひびわれ本数はほとんど増加しないが、最小荷重が小さいと $N=1$ におけるひびわれ本数が少なくなり、繰返し荷重載荷中に新しくひびわれが発生する傾向がある。また、ひびわれ本数の最終値は、 $P_2 = 6.0 \text{ ton}$, 4.0 ton , 2.0 ton のそれぞれに対して、その平均値が 13 本, 9 本, 8 本程度であり、最小荷重の大きいものほどひびわれ本数が多い。

等モーメント区間付近のひびわれ幅の平均値を求めて、荷重繰返し回数との関係を図-13 に示した。繰返し荷重の大きいものほどひびわれ幅も大きく、もし、平均ひびわれ幅と 0.1 mm に制限するとすれば、繰返し荷重の最低荷重を 6.0 ton にして、この仮試体を使用することはできないことになる。また、前記したように、繰返し荷重の大きいものほどたわみ量も大きかったのど、ひびわれ幅とたわみ量の関係を調べて図-14 に示した。最小荷重の大きさによって多少異なっているが、繰返し荷重の大きい場合にはたわみ量が大きくはる原因としてこのひびわれ幅の影響が非常に大きいと思われる。

以上、各種の疲労性状について簡単に記したが、また各性状間の相関関係も調べなくてはならないと考えている。

本実験にあたり、九大卒業生 浮田健三君に労をわすれずうわしました。お礼申し上げます。

文献：徳光、松下、藤村：PC はりの疲労に関する実験

土木学会第 24 回年次学術講演会 昭和 44 年 9 月

藤田、西堀、松井：鉄筋コンクリートげたの疲労変形について

土木学会第 24 回年次学術講演会 昭和 44 年 9 月

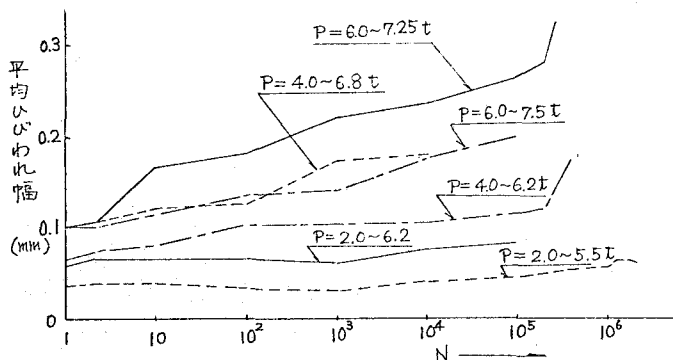


図-13 平均ひびわれ幅の変化

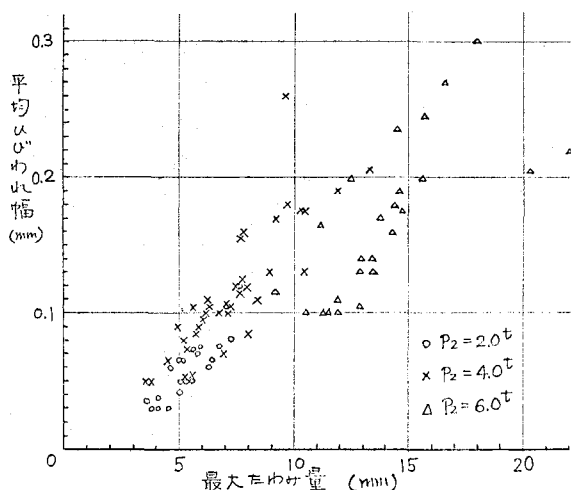


図-14 たわみ量と平均ひびわれ幅の関係