

V-471

アラミド繊維棒材を緊張材としたプレテンションP Cはりの水中疲労

立命館大学大学院 学生員 水田崇志 (株)ピー・エス 正員 崎山義之
 近畿コンクリート工業(株) 正員 岩本 勲 立命館大学理工学部 正員 高木宜章
 立命館大学理工学部 正員 児島孝之

1. はじめに

繊維棒材をP C緊張材として使用する研究が多く行われているが、疲労に関する研究例が少ないのが現状である。本研究は、アラミド繊維棒材を緊張材としたP Cはりの水中疲労試験を行い、疲労性状に及ぼす水の影響について検討した。

2. 実験概要

実験計画を表-1に示す。緊張材として、組紐状アラミド繊維棒材の径6mm、8mmとP C鋼線の径7mmを使用し、機械的性質を表-2に示す。下側棒材の初期緊張力は、アラミド繊維棒材では棒材の引張耐力の60%と40%、P C鋼線では引張耐力の40%とし、上側棒材の緊張力は下側棒材の60%としたプレテンション方式のP Cはりである。せん断補強筋はすべて径3mmのアラミド繊維棒材で、ピッチ35mmのフープ状とした。超早強ポルトランドセメントを使用し、水セメント比を40%とした。試験時のコンクリートの圧縮強度は約800kgf/cm²であった。供試体の形状寸法は15×15×210cmとし、かぶり（緊張材中心までの距離）2.5cmの位置に緊張材を上下2本ずつ配置した。支持スパン150cm、曲げスパン50cmの3等分点荷重で、a/dは4.0である。疲労試験前に静的荷重試験を実施し、ひびわれ発生荷重、静的破壊荷重を確認した。疲労試験における下限荷重はいずれも0.5tfとし、荷重速度は2~4Hzである。200万回繰返し荷重しても破壊しなかったのは、その後静的荷重により破壊させた。なお、同条件で行った気中疲労の試験結果[1]とともに、比較検討を行った。

3. 実験結果と考察

3. 1 破壊状況および変形性状： 疲労試験結果を表-3に、ひびわれ状況図を図-1に、上限荷重時におけるスパン中央のたわみと繰返し回数の関係を図-2に示す。気中では、すべてのひびわれが棒材破断で破壊したのに対して、水中では、棒材破断とコンクリートの剥離による破壊に分かれたのが特徴である。

水中疲労試験におけるひびわれは、すべて曲げスパン内で発生した。処女荷重時に曲げひびわれは圧縮棒材付近まで達し、その後、水平に向きを変え、圧縮棒材に沿ってはり軸方向に発達した。この軸方向に沿うひびわれの発達は気中においても見られたが、水中の方が著しく進展した。軸方向に沿うひびわれの進展は、ひびわれの先端付近で、乳白色の微粒子の噴出を伴うことから、ひびわれの先端部で何らかの‘ずれ応力’が作用し、このひびわれの面と面が互

表-1 実験計画

供試体名	緊張材種類	下側棒材の初期緊張力	下縁プレス トレス量	上限 荷重比
KB6-6-70W	アラミド6mm	0.60Pu	45kgf/cm ²	70 %
-92W				92 %
KB8-4-40W				40 %
-52W	アラミド8mm	0.40Pu	59kgf/cm ²	52 %
-60W				60 %
-70W				70 %
PC7-4-50W	P C鋼線7mm	0.43Pu	57kgf/cm ²	50 %
-60W				60 %

上限荷重比: 静的耐力に対する比
 Pu : 緊張材の引張耐力

表-2 緊張材の機械的性質

種類	アラミド		P C鋼線
呼び径 (mm)	6	8	7
弾性係数(kgf/cm ²)	7.4×10 ⁵	7.4×10 ⁵	20.0×10 ⁵
引張耐力(tf)	3.62	7.06	6.10
伸び率 (%)	2.24	2.33	8.00

表-3 疲労試験結果

供試体名	上限荷重	Pcr	破壊回数	Pu(比)	破壊形式
KB6-6-70W	2.52tf	3.42tf	569,230		F(B)
KB6-6-92W	3.40tf	3.40tf	1,080		F(B)
KB8-4-40W	2.92tf	3.60tf	2,000,000	6.7tf(0.92)	S(B)
KB8-4-52W	3.80tf	3.78tf	261,770		F(C)
KB8-4-60W	4.37tf	3.65tf	12,800		F(C)
KB8-4-70W	5.10tf	3.65tf	1,670		F(B)
PC7-4-50W	2.91tf	3.78tf	2,000,000	3.8tf(0.64)	F(B)
PC7-4-60W	3.50tf	3.88tf	337,400		F(B)

Pcr: ひびわれ発生荷重
 Pu: 残存静的強度
 (): 静的耐力に対する比

F: 疲労破壊
 S: 200万回後の静的破壊
 B: 棒材破断
 C: コンクリートの剥離による破壊

いにこすれあう際に水が影響を及ぼし、ひびわれの進展が加速されたものと推察される。コンクリートの剥離により破壊するはりは、この軸方向に沿うひびわれの著しい進展により、コンクリートの圧縮部が剥離して浮き上がり、抵抗力を失って破壊したものである。

たわみの小さいKB6-6、PC7-4シリーズのはりは、気中、水中とも棒材破断で破壊したが、たわみの大きいKB8-4シリーズのはりは、気中ではすべて棒材破断で破壊したのに対し、水中では棒材破断あるいはコンクリートの剥離により破壊した。KB8-4シリーズとPC7-4シリーズは、プレストレス導入量が同程度であることから、はりの変形の大きさがひびわれの進展速度や破壊形式に大きな影響を及ぼしているものと考えられる。そのため、コンクリートの剥離による破壊を防ぐためには、初期緊張力を高めに設定し、変形を小さくすることが有効であると考えられる。なお、圧縮棒材に沿うひびわれの進展が水により加速されたが、このひびわれの進展がはりの変形状に及ぼす影響は見られず、コンクリートの剥離により破壊したKB8-4-52,60のはりは、変形状から何の前兆も示さずに破壊に至った。

3.2 疲労寿命： 上限荷重比と破壊までの繰り返し回数の関係を図-3に示す。アラミド繊維棒材を緊張材としたPCはりのはりの気中疲労性状は、PC鋼線を用いたはりとは大差なく、同等以上の疲労性状を有することを確認している[1]。KB8-4シリーズの気中および水中での200万回疲労強度は、上限荷重比で示すと、各々約65%および約40%であった。これは、気中では棒材の疲労破断で破壊し、水中ではコンクリートの剥離で破壊したためである。したがって、コンクリートの剥離により破壊するはりは、疲労寿命は著しく低下する結果となった。

KB6-6シリーズの水中疲労試験用はりには、ひびわれを発生させた後に、上限荷重を下げ、疲労試験を行ったが、上限荷重比70%での気中、水中疲労寿命は、各々約155万回、56万回であり、水中疲労寿命が気中よりやや低下した。しかし、はりには気中、水中とも棒材の疲労破断で破壊した。S-N曲線から判断して、KB6-6、PC7-4シリーズのように、気中、水中の破壊形式が同じ棒材破断であれば、疲労寿命に及ぼす試験環境の影響は少なく、同等の疲労性状を有するものと考えられる。

4. 結論

① アラミド繊維棒材を緊張材としたPCはりには、気中ではすべて棒材破断で破壊したが、水中では、棒材破断とコンクリートの剥離による破壊に分かれた。② コンクリートの剥離で破壊するはりは、疲労寿命が気中よりも著しく低下した。③ 水中では、はりのたわみが破壊形式に影響を及ぼす。④ 水中疲労で棒材破断で破壊するはりは、気中とほぼ同等の疲労性状を有し、200万回水中疲労強度は、気中と同様に、アラミド繊維棒材を使用したはりの方がPC鋼線を用いたはりより大きくなる。

【参考文献】[1] 岩本・児島・高木・崎山：アラミド繊維緊張材を用いたPCはりのはりの疲労特性，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.15，No2，pp.817-822，1993

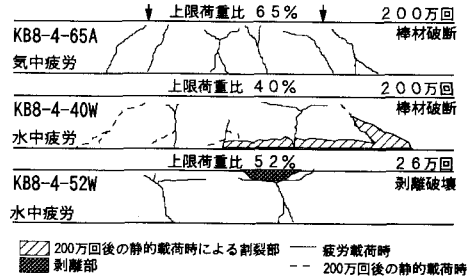


図-1 ひびわれ状況図

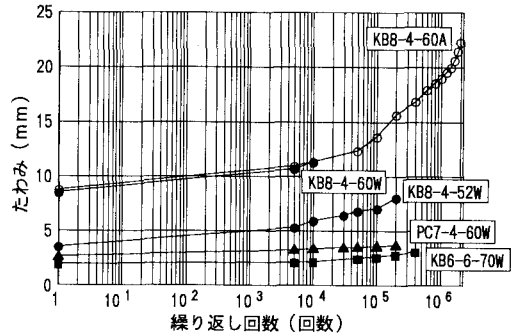


図-2 たわみと繰り返し回数

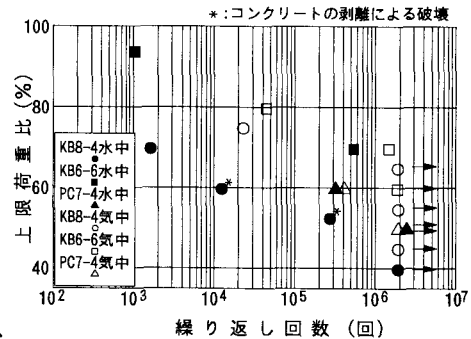


図-3 S-N図