

V-189

連続繊維棒材を緊張材としたT形PCはりの疲労性状に及ぼす水の影響

立命館大学大学院 学生員 松尾真紀
立命館大学理工学部 正会員 児島孝之
立命館大学理工学部 正会員 高木宣章
(株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 水田崇志

1. はじめに

連続繊維棒材を緊張材としたT形PCはりの疲労性状に及ぼす水の影響について検討を行った。

2. 実験概要

実験計画を表-1、補強材の機械的性質を表-2に示す。緊張材として呼び径8mmの組紐状アラミド繊維棒材(AFRP)と、呼び径7.5mmのより線状炭素繊維棒材(CFRP)を使用した。下側棒材の初期緊張力は、棒材引張耐力(Pu)の50%と

し、上側棒材の緊張力は、下側棒材の初期緊張力の60%としたプレテンション方式のPCはりである。せん断補強筋には呼び径5mmのCFRPをピッチ35mmのフープ状に配置した。供試体寸法および荷重条件を図-1に示す。緊張材はかぶり(緊張材中心までの距離)3cmの位置に上下2本ずつ配置した。支持スパン180cm、曲げスパン30cm、せん断スパン有効高さ比(a/d)は

3.6とした。コンクリートには早強ポルトランドセメントを使用し、試験時の圧縮強度は約500~600kgf/cm²であった。静的荷重試験により、ひびわれ発生荷重、静的破壊耐力を確認した後、疲労試験を行った。疲労試験は下限荷重をいずれも0.5tfとした部分片振り荷重で、荷重速度は2~6Hzとした。200万回の繰返し荷重に耐えた供試体は、静的荷重により破壊させた。

3. 実験結果および考察

疲労試験結果を表-3、上限荷重比と破壊までの繰返し回数の関係を図-2に示す。図-2には、矩形断面はりの結果[1]も合わせて表示している。気中では、すべて曲げスパン内の引張側棒材の疲労破断によって破壊した。疲労寿命を上限荷重比で表す場合、はりの断面形状、初期緊張力、緊張材径の相違が疲労寿命に与える影響は見い出せないが、緊張材の種類による影響が観察された。AFRP・CFRPを緊張材として用いたはり、PC鋼線を用いたはりよりも200万回疲労強度が大きくなり、PC鋼線と同等以上の疲労性状を有するものと考えられる。

矩形断面はりのA6-6シリーズのように、水中においても

棒材の疲労破断により破壊するはりでは、疲労寿命に及ぼす試験環境の影響

は観察されなかった[1]。しかし、矩形断面はりのA8-4シリーズおよびT形断

面はりでは、試験環境が疲労寿命に大きな影響を及ぼした。これらのはり、

気中では曲げスパン内の棒材破断により破壊したが、水中ではコンクリートの剥離によって破壊した。気中

表-1 実験計画

断面形状	緊張材	径	下側棒材の初期緊張力	テスト環境	試験環境
T形	AFRP	8mm	0.5Pu	53.0	気中
					水中
	CFRP	8mm	0.5Pu	51.1	気中

Pu: 棒材引張耐力
上限荷重比: 静的耐力に対する比
テスト量: 初期緊張力により算定し、コンクリート下縁の値

表-2 補強材の機械的性質

種類	AFRP	CFRP
呼び径(mm)	8	5
破断荷重(kgf)	7060	2020
引張強度(kgf/cm ²)	17300	20000
弾性係数(kgf/cm ²)	740000	1380000
伸び(%)	2.3	1.6

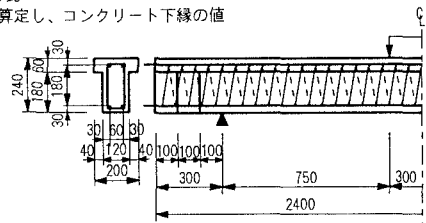
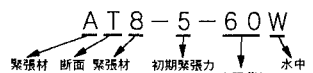


図-1 供試体寸法および荷重方法(単位:mm)

表-3 疲労試験結果

断面形状	供試体名	上限荷重(比)	Pcr (tf)	破壊回数	破壊形式	Pu(比) (tf)
T形断面	A18-5-70	5.32tf(70%)	4.50	2,000,000	S(B)	7.1(0.95)
	-75	5.70tf(75%)	3.75	443,300	F(B)	—
	CT8-5-80	5.95tf(80%)	4.25	2,000,000	S(B)	7.5(1.00)
	-85	6.32tf(85%)	4.50	2,000,000	S(B)	8.0(1.07)
	-90	6.70tf(90%)	4.25	1,400,000	F(B)	—
	A18-5-50W	3.80tf(50%)	4.50	2,000,000	S(B)	8.7(1.15)
水中	-55W	4.18tf(55%)	4.50	1,249,700	F(C)	—
	-60W	4.56tf(60%)	4.56	461,200	F(C)	—
	CT8-5-60W	4.46tf(60%)	4.50	1,920,000	F(C)	—
	-65W	4.84tf(65%)	4.75	2,000,000	S(B)	9.0(1.20)
	-70W	5.20tf(70%)	4.25	399,180	F(C)	—
	-80W	5.95tf(80%)	4.50	45,420	F(C)	—
	-85W	6.32tf(85%)	4.50	40,000	F(C)	—

Pcr: ひびわれ発生荷重
F: 疲労破壊
S: 200万回後の静的破壊
Pu: 残存静的強度
B: 棒材破断
C: 剥離破壊



と水中で破壊形式が異なるはりでは、水中での200万回疲労強度が気中より著しく低下した。水中では、T形断面はりではすべてコンクリートの剥離によって破壊したのに対し、矩形断面はりでは棒材の疲労破断とコンクリートの剥離による破壊に分かれた。これは、コンクリ

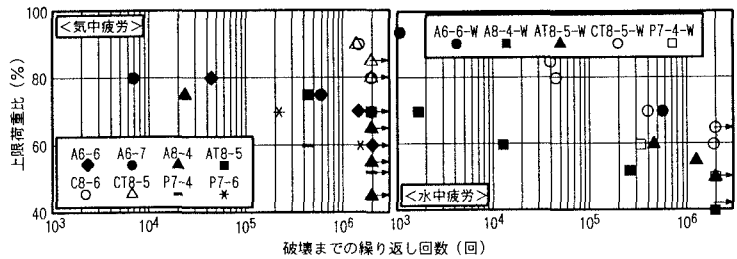


図-2 上限荷重比と破壊までの繰返し回数の関係

ートの圧縮強度が矩形断面はりでは約700~800kgf/cm²、T形断面はりでは約500~600kgf/cm²であり、矩形断面はりの方が大きいことが影響しているものと考えられる。また、疲労寿命を上限荷重比で表す場合、気中同様にAFRPよりCFRPを緊張材として用いたはりの方が200万回疲労強度が大きくなった。

代表的な水中疲労試験時のたわみ（スパン中央）と繰返し回数の関係を図-3、ひびわれ状況図を図-4に示す。水中疲労で破壊するT形断面はりでは、曲げひびわれがフランジ付近で水の作用により多数に分岐し、このひびわれがはり上縁に達しても数万回の繰返し載荷に耐えるものの、最終的には圧縮部コンクリートが粉々になり破壊に至った。AT8-5-50WとCT8-5-60Wはりでは、気中における200万回疲労強度付近の上限荷重まで処女載荷した後、水中で所定の上限荷重で繰返し載荷を行った。これらのはりでは、処女載荷時にかなりの損傷を受けているにもかかわらず、水中における200万回疲労強度とほぼ等しい疲労寿命を有し、変形状の著しい変化も観察されなかった。気中では軸方向鉄筋の疲労破断により破壊する鉄筋コンクリートはりでも、水中では、斜めひびわれが水の作用により著しく進展し、コンクリートのせん断圧縮破壊によりはりが破壊することがある[2]。しかし、PCはりでは、たとえ曲げせん断ひびわれが生じて、水中での繰返し載荷によるひびわれの進展は見られず、プレストレスがせん断ひびわれの進展防止に有効に作用したものと考えられる。

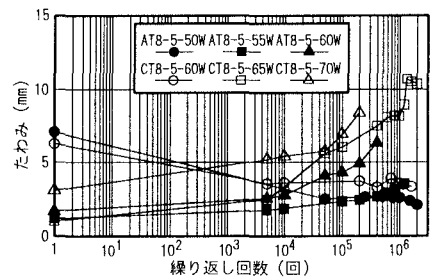


図-3 たわみと繰返し回数の関係（水中）

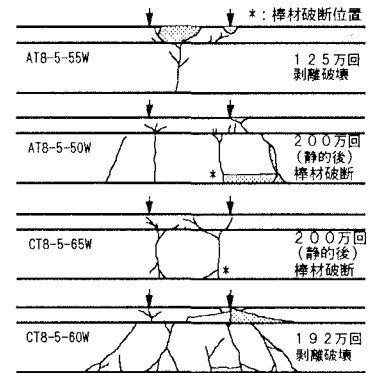


図-4 ひびわれ状況図

4. 結論

- (1) 連続繊維棒材を緊張材に用いたはりでは、PC鋼線を用いたはりと同様以上の疲労性状を有すると考えられる
- (2) 気中では棒材破断によって破壊するが、水中ではコンクリートの剥離によって破壊するはりでは、水中疲労寿命が気中に比べて著しく低下する。
- (3) PCはりでは、一時的に大きな損傷を受けても、プレストレスがせん断ひびわれの進展防止に有効に作用するものと考えられる。

謝辞：本実験の供試体作製にあたって、ピーシー橋梁（株）竹内正喜氏に多大な協力を頂きましたことを付記し、御礼申し上げます。

<参考文献>

- [1] 崎山・児島・高木・水田：アラミド繊維棒材を緊張材としたPCはりの疲労性状に及ぼす水の影響，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.16，No.2，pp.1039~1044，1994
- [2] 前岡・今井・児島：鉄筋コンクリートはりの疲労寿命に及ぼす水の影響に関する研究，土木学会第38回年次学術講演会講演概要集，1983