

(株) 大林 組 正員 ○ 前岡 隆顕
 阪神高速道路管理技術センター 正員 今井 宏典
 立命館大学 理工学部 正員 児島 孝之

1. まえがき 昨年度の報告(第37回年次講演)より、疲労荷重下における鉄筋コンクリートはりの変形性状、破壊様式等に水が大きな影響を及ぼすことが明らかになった。昨年度使用した供試はり、コンクリート強度が比較的高強度、低鉄筋比であったが、低強度、高鉄筋比では水の影響がより顕著に表われることが予想される。そこで本研究は、コンクリート強度、鉄筋比を実験要因とした3種類の供試はりを気中および水中で繰返し荷重を作用させ、変形性状、破壊形式等の疲労性状に及ぼす水の影響について検討を行なったものである。

2. 実験概要 1) 供試はり 供試はりの種類は表-1に示すように、主鉄筋(D16, D19)およびコンクリート強度(330 kg/cm^2 , 450 kg/cm^2)を実験要因とした3種類である。示方配合を表-2に示す。寸法および配筋は、図-1に示すように $15 \times 24 \times 200 \text{ cm}$ の複筋筋とした。主鉄筋にD19, D16を使用したはりの鉄筋比は、各々1.9%および1.3%である。供試はり1は打設翌日脱型し、材令3ヶ月以上で実験を開始した。測定項目

表-1 供試はりの種類

	A配合		B配合	
	気中	水中	気中	水中
D19	I-A	I-W	II-A	II-W
D16	III-A	III-W	—	—

A配合 $\sigma_{ck}: 330 \text{ kg/cm}^2$ B配合 $\sigma_{ck}: 450 \text{ kg/cm}^2$

表-2 示方配合

	W/C (%)	M.S. (mm)	Slump (cm)	S/a (%)	単位量				
					F (Kg)	C (Kg)	S (Kg)	G 5-13 (Kg)	G 13-20 (Kg)
A配合	65	20	7.5 ± 1	44	169	260	820	523	523
B配合	50	20	7.5 ± 1	42	167	334	741	534	535

は、主鉄筋・スターラップ・コンクリートひびき、スパン中央たわみ、曲げ・せん断スパン各々の回転角・ひびわれ幅およびAE発生数である。AE計測装置ブロックダイヤグラムを図-2に示す。

2) 載荷方法 載荷方法は、曲げスパン30cm, せん断ス

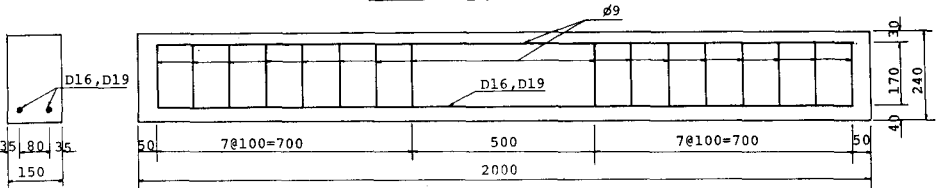
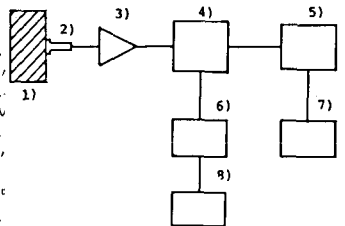


図-1 断面形状および配筋図

パン75cm, $\alpha/d: 3.75$ の対称2点載荷とした。疲労載荷は、気乾状態のはりとは試験前10日間前後水浸状態におき吸水させた湿潤状態のほりを各々気中、水中の2環境条件下で実施する気中および水中疲労試験である。両疲労試験の上限荷重は、各シリーズにおける気乾はりの鉄筋降伏荷重に対する75, 70, 65%の3段階であり、下限荷重は試験機の性能上すべて $1.0 [t]$ とした。繰返し載荷速度は 3.75 Hz とした。前記の測定項目は、 10^4 , 5×10^4 , 10^5 , 2×10^5 以降20万回毎に試験を中止し測定を行なった。なお、AE発生数は繰返し回数に伴う累積数を測定した。



1) Specimen 5) Rate/Total Counter
 2) Pick-up or Sensor 6) Transient Memory
 3) Pre-Amplifier 7) Multi-Channel Pen-Oscillograph
 4) Discriminator 8) Synchro Scope

図-2 AE計測装置ブロックダイヤグラム

3. 実験結果および考察 繰返し回数比とたわみの関係を図-3に示す。

ここで繰返し回数比とは、各はりの疲労寿命に対する測定回数の比率である。気中疲労試験においては、繰返し載荷当初においてはやや増加するが、繰返し回数比:0.2以降ではほとんど増加はみられない。一方水中疲労試験においては、すべてのシリーズで繰返し回数比にともなう増加がみられた。このことより、コンクリート強度・鉄筋比を変化させた場合でも水の存在は、はりの剛性を著しく低下させることが明らかとなった。ひびわれの進展状況に関しては、せん断スパンにおいて約45°の傾斜をもち載荷点方向へとスリット状に拡大しはから発達してゆく斜めひびわれが観察された。しかし、曲げスパンにおいては、著しいひびわれの発達はみられなかった。図-4に、繰返し回数比とひびわれ幅の関係を示す。気中疲労試験においては、曲げ・せん断スパンともに繰返し

当初に増加した後はほぼ一定となった。低鉄筋比はりでは曲げひびわれ幅が、高鉄筋比はりではせん断ひびわれ幅が増加する傾向を示した。水中疲労試験においては、気中疲労試験と異なり曲げスパンで大きな差異はみられないものの、せん断スパンで繰返し回数比にともない著しく増加する傾向がみられた。以上のことより、繰返し荷重下にあるはりには水の作用を受けた場合のはりの剛性低下は、せん断スパンにおけるひびわれの拡大、発達に起因するものと考えられる。図-5に繰返し回数比とAE累積比の関係を示す。ここでAE累積比とは、破壊時のAE累積数に対する所定の測定回数におけるAE累積数の比である。気中疲労試験では載荷当初顕著し、その後定常状態を招き、破壊近傍で再び顕著する傾向を示す。一方水中疲労試験では、繰返し回数比にともない一定の勾配で増加する傾向を示している。表-3に疲労寿命および破壊形式を示す。気中疲労試験では、主鉄筋の疲労破断により破壊したが、水中疲労試験ではIIシリーズの1本を除きすべてせん断スパンのコンクリート圧潰により破壊した。また

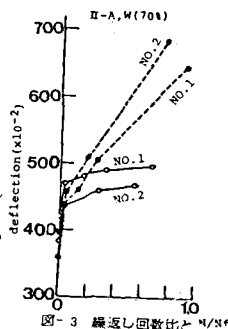


図-3 繰返し回数比と平均ひずり率の関数

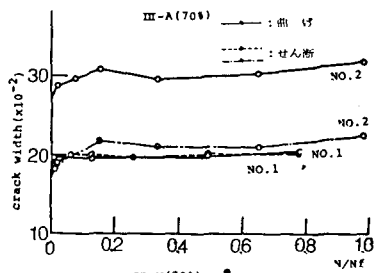


図-4 繰返し回数比とひびわれ幅の関数

昨年年度の研究結果をも考慮すると水中疲労試験では、主鉄筋の疲労破断により破壊したが、水中疲労試験ではIIシリーズの1本を除きすべてせん断スパンのコンクリート圧潰により破壊した。また

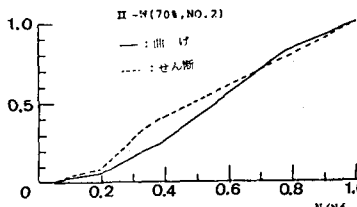


図-5 繰返し回数比とAE累積比の関係

表-3に疲労寿命および破壊形式を示す。気中疲労試験では、主鉄筋の疲労破断により破壊したが、水中疲労試験ではIIシリーズの1本を除きすべてせん断スパンのコンクリート圧潰により破壊した。また

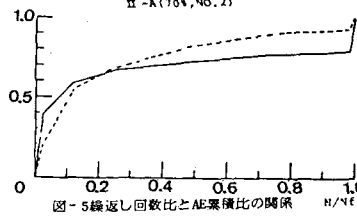


図-6 繰返し回数比とAE累積比の関係

表-3に疲労寿命および破壊形式を示す。気中疲労試験では、主鉄筋の疲労破断により破壊したが、水中疲労試験ではIIシリーズの1本を除きすべてせん断スパンのコンクリート圧潰により破壊した。また

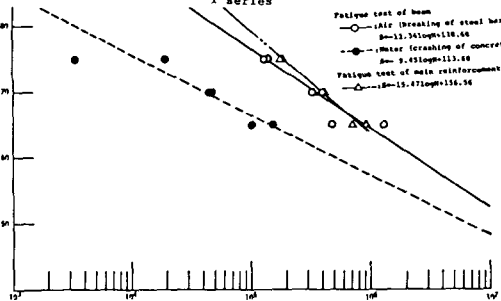


図-7 繰返し回数比とAE累積比の関係

表-3に疲労寿命および破壊形式を示す。気中疲労試験では、主鉄筋の疲労破断により破壊したが、水中疲労試験ではIIシリーズの1本を除きすべてせん断スパンのコンクリート圧潰により破壊した。また

試験条件	回帰式	200万回疲労強度
D19 W/C:65	Air S=-12.34logN+138.60	60.8%
	Water S=-9.45logN+113.60	54.1%
	Air S=-27.58logN+229.30	54.5%
	Water S=-18.16logN+164.10	49.7%
D16 W/C:65	Air S=-32.57logN+250.84	45.6%
	Water S=-18.70logN+170.91	53.1%
	Air S=-20.89logN+192.10	50.5%
	Water S=-18.16logN+164.10	49.7%

強度は低鉄筋比はりでは水中はり、高鉄筋比はりでは気中はりの方がやや大きかった。しかし、高荷重比での疲労寿命は、水中はりより気中はりより1オーダー以上短い場合も生じた。また、主鉄筋が破壊したはりの疲労寿命は、使用した主鉄筋の疲労性より推定可能である。最後に、本実験を遂行するにあたって多大の協力を得た濱田譲氏(位命館大学大学院)、松崎敏之氏(京都府)、栗田信河氏(八千代エンジニアリング)に感謝の意を表します。

表-3 疲労寿命および破壊形式

試験条件	試験条件	はりNo.	破壊回数	破壊形式
75	Air	1	142 500	S
		2	137 800	S
	Water	1	19 700	C
		2	3 400	C
70	Air	1	335 700	S
		2	406 700	S
	Water	1	47 700	C
		2	46 400	C
65	Air	1	493 200	S
		2	1,115 000	S
	Water	1	103 100	C
		2	155 700	C

試験条件	試験条件	はりNo.	破壊回数	破壊形式
75	Air	1	448 000	S
		2	302 000	S
	Water	1	75 600	C
		2	82 500	C
70	Air	1	771 700	S
		2	612 100	S
	Water	1	180 200	C
		2	135 100	C
65	Air	1	509 300	S
		2	762 100	S
	Water	1	206 500	C
		2	353 200	C

試験条件	試験条件	はりNo.	破壊回数	破壊形式
75	Air	1	225 000	S*
		2	305 300	S
	Water	1	74 800	C**
		2	183 300	C
70	Air	1	293 000	S
		2	362 200	S
	Water	1	373 100	S
		2	257 700	C
65	Air	1	446 200	S
		2	595 800	S
	Water	1	400 400	C
		2	353 700	C