

繰返し荷重下におけるRCはりの破壊性状に関する一実験

鳥取大学

正会員 西林 新蔵

鳥取大学

正会員 ○井上 正一

阪神高速道路公団

正会員 川村 勝

1. まえがき 本研究は、荷重比の大きさ、主鉄筋量、スターラップの有無等を要因に探ったRCはりの曲げおよびせん断疲労試験を行い、繰返し荷重下におけるRCはりの破壊性状とその疲労寿命の関係について検討したものである。

2. 実験概要 コンクリートの配合を表-1に、RCはりの詳細を図-1に、実験計画を表-2にそれぞれ示す。載荷は、曲げ疲労試験では3等分点載荷、せん断疲労試験では、所定のa/dに対応した2点集中載荷とした。載荷重の大きさは、各はりの静的終局耐力 (P_u) : Aはり $P_u = 13.7 t$, Bはり $P_u = 21.5 t$, Cはり $P_u = 13.4 t$ (a/d=2.0), Dはり $P_u = 14.2 t$ (a/d=2.0), $P_u = 9.9 t$ (a/d=3.0)) に設定上限荷重比(P_s)を乗じて決定し、 P_s として曲げ疲労試験では、50~90%の間で8水準、せん断疲労試験では、50~80%の間で選んだ。一方、下限荷重比は、全て10%と一定とし、繰返し載荷速度5Hzで試験した。

3. 結果と考察 1)曲げ疲労試験 図-2に、A,Bはりの荷重比(P_s)とはりの疲労寿命の関係を示す。これらのはりは、静的には曲げ引張破壊を示す。

繰返し荷重下では、Aはりの場合、荷重比85%以上ではほぼコンクリート圧潰の、荷重比80%以下では鉄筋破断の破壊を示し、一方、Bはりの場合、荷重比50%で鉄筋破断、60%以上ではコンクリートの圧潰で破壊した。図中の実線は、同一破壊様式を示したはりごとの荷重比(P_s)と

平均疲労寿命(\bar{N})の関係を次式から求めたものである。

$$P_s = A \log N + B \quad \dots \dots \dots (1)$$

なお、平均疲労寿命(\bar{N})

は、図-3に一例を示すように各荷重比ごとの疲労寿命を対数正規確率紙にプロットし、その回帰式から生存確率50%(t=0)に対応する疲労寿命を算定する。これで得られる。

図-2より、Aはり

とBはりの $P_s - \bar{N}$ 線式 図-2 $P_s - N$ 関係(曲げ)

表-1 示 方 配 合

セメント kg (kg/m ³)	W %	S %	C %	単位量 (kg/m ³)	アーリ No.1 IMP	
					W	C
I 421	45	39	150	330	705	1132
II 421	66	43	172	260	817	1114

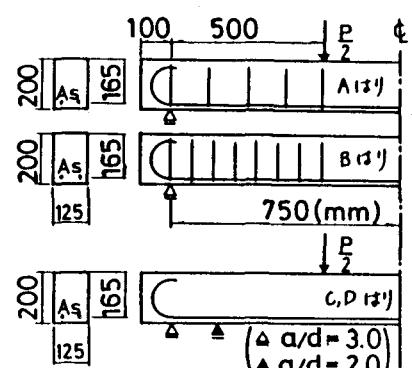


図-1 はりの詳細

表-2 実験計画

試験の種類	はりの種類	配合	目標強度 (kgf/cm ²)	主鉄筋量 As (cm ²)	鉄筋比 Pw (%)	せん断補強	a/d
曲げ	Aはり	I	400	2D19 5.73	2.8	有	3.03
	Bはり			2D25 10.13	4.9		
せん断	Cはり	II	250	2D19 5.73	2.8	無	2.0
	Dはり						

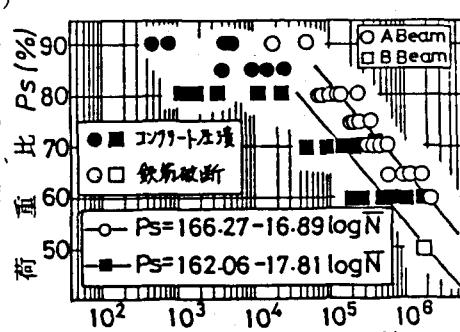
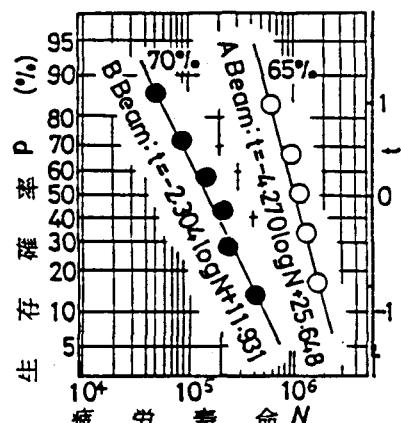
図-2 $P_s - N$ 関係(曲げ)

図-3 生存確率と疲労寿命の関係

に $\bar{N}=200$ 万回を代入して求めた疲労強度(P_s)は、それぞれ 60% と 50% となる。鉄筋破断型の破壊を示す A はりの疲労強度は、コンクリート圧潰型の破壊を示す B はりのそれよりも 10% 程度高くなる。

2)せん断疲労試験 スターラップを用いない C, D はりは、いずれも静的には斜め引張破壊をした。一方、繰返し荷重下においては斜め引張破壊、斜めひびわれと交差する位置の鉄筋破断(1本)、およびせん断圧縮破壊(1本)に分れた。また、200万回で破壊しなかったはりのその後の静的試験では全てせん断圧縮破壊した。

図-4 に C, D はりの荷重比(P_s)と疲労寿命(N)の関係を示す。図中の実線は式(1)の係数 A, B を全データに対して最小二乗法で決定したものである。図より、傾きを表す係数 A は、曲げ疲労試験における係数 A に比べてきわめて小さくなっていることがわかる。これは、せん断疲労試験における疲労寿命がきわめて大きいばらつきを有し、疲労寿命が短いか長いかの両極端に分れることに起因すると考えられる。図-5 は、スターラップを有しないはりで $a/d=2.0, 3.0$ とした他の研究者の試験結果も併せて示したものである。図より、檜貝¹⁾、Farghaly²⁾の結果も本実験と同様に、 $10^4 < N < 10^5$ においてデータがないことがわかる。これらの原因を斜めひびわれの伸展状況を含む破壊性状との関連において整理すれば表-3 のようになる。すなわち、 $a/d=2.0$ の場合、初載荷時に斜めひびわれが載荷点もしくはその近傍まで伸展しているときには、疲労寿命が短く、初載荷時に斜めひびわれがない、あるいは小さい場合にはタイドアーチを形成し疲労寿命は長くなる。一方、 $a/d=3.0$ の場合、本研究では全てのはりは初載荷時に斜めひびわれは存在しないが、繰返し載荷に伴って斜めひびわれが生じ、この斜めひびわれが載荷点方向に伸展する場合には疲労寿命が短かく、曲げスパン内側方向に伸展する場合にはタイドアーチを形成して疲労寿命は長くなる。このことより、 $a/d=2.0 \sim 3.0$ 程度の RC はりの疲労寿命は、載荷点近傍の斜めひびわれ上部の圧縮域の厚さ、荷重繰返しに伴う斜めひびわれの伝播速度や伸展方向に関係することが明らかになった。しかしながら、斜めひびわれが載荷点方向に伸展するかタイドアーチを形成するかは、荷重比の大きさや $a/d(2.0 \sim 3.0)$ に関係しなかつたことを考えれば、設計におけるせん断疲労の疲労寿命の取扱いは曲げ疲労に比べてきわめて大きなばらつきを見込んでやる必要があると考えられる。なお、本研究は、著者の一人を研究代表者とする昭和59年度文部省科学研究費(総研A)により行ったものである。

- 《参考文献》 1) 檜貝 勇 "鉄筋コンクリートはりのせん断破壊に関する基礎的研究" 土木学会論文報告集, No.279, 11, 1978
 2) Farghaly, S.A.; "Shear Design of Reinforced Concrete Beams for Static and Repeated Loads", Ph.D. Dissertation to the University of Tokyo, March, 1979

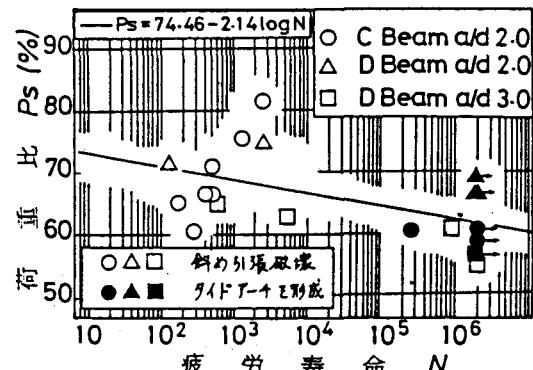
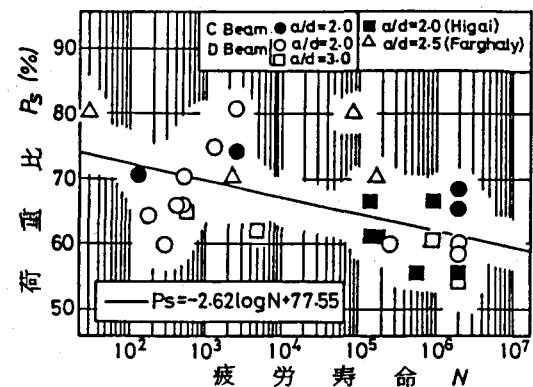
図-4 P_s-N 関係(せん断)図-5 P_s-N 関係(せん断)

表-3 斜めひびわれの状況と疲労寿命

a/d	斜めひびわれの状況	疲労寿命
2.0	初載荷時に斜めひびわれがないあるいは小さい(タイドアーチを形成)	長
	初載荷時に斜めひびわれが伸展している(載荷点またはその近傍まで)	短
3.0	初載荷時には斜めひびわれは発生していない(繰返し途中で発生する)	短
	斜めひびわれが曲げスパン内側へ迂回する	長

斜めひびわれが載荷点方向に伸展する場合には疲労寿命が短かく、曲げスパン内側方向に伸展する場合にはタイドアーチを形成して疲労寿命は長くなる。このことより、 $a/d=2.0 \sim 3.0$ 程度の RC はりの疲労寿命は、載荷点近傍の斜めひびわれ上部の圧縮域の厚さ、荷重繰返しに伴う斜めひびわれの伝播速度や伸展方向に関係することが明らかになった。しかしながら、斜めひびわれが載荷点方向に伸展するかタイドアーチを形成するかは、荷重比の大きさや $a/d(2.0 \sim 3.0)$ に関係しなかつたことを考えれば、設計におけるせん断疲労の疲労寿命の取扱いは曲げ疲労に比べてきわめて大きなばらつきを見込んでやる必要があると考えられる。なお、本研究は、著者の一人を研究代表者とする昭和59年度文部省科学研究費(総研A)により行ったものである。