

新潟大学 工学部 正員 ○丹 泰美
建設省土木研究所 “ 柳 田 力

1. 序言 腹鉄筋のないRCはりのせん断耐力についての片振り疲労限はChang⁽¹⁾らの実験によってほぼ明らかになっているが、静的荷重に対するせん断破壊機構も十分明らかになっていない現在、繰り返し荷重に関する研究はまだ不十分である。本研究は低サイクル荷重をうける場合の高応力レベルにおける疲労挙動を明らかにするために行ったもので、4種類(合計44本)のRCはりについて載荷試験を行った。ここでは、実験結果の概要を述べ、荷重の繰り返し速度が大きな影響を示すこと、耐力判定には累加載荷時間を用いるべきことなどを指摘する。

2. 供試体および実験方法

供試はり4シリーズであり、各シリーズにおける要因は表-1に示す。

(イ) 供試はりの断面はすべて長方形で、コンクリートは、川砂、川砂利(あるシリーズは碎石)、普通セメントを用いたもので、圧縮強度を表-1に示す。鉄筋は、FA5には普通丸鋼を、それ以外では主鉄筋に異形鉄筋、スチーラップには丸鋼を用いた。供試はりはいずれも28日まで湿潤養生した後、室内に置かれた。試験時材齢はすべて一年以上である。

(ロ) 載荷方法はすべて2点載荷の単純ばり方式である。各シリーズにおいて、2〜5本は通常の静的な方法で載荷試験を行った。繰り返し載荷試験は片振り繰り返しで、下限荷重は約1tonとし、上限荷重は1本のはりでは破壊まで疲えていない。

繰り返し載荷装置は、FA5では油圧型疲労試験機を用い、他のシリーズでは低サイクル載荷装置によった。繰り返し速度(f)は表-1に示す。

繰り返し載荷装置は、FA5では油圧型疲労試験機を用い、他のシリーズでは低サイクル載荷装置によった。繰り返し速度(f)は表-1に示す。

3. 実験結果および考察

各はりごとの実験データの記述は省く。

(イ) 無腹筋はり(FA5とUF)の実験 FA5シリーズは低サイクル装置が設置される前に、疲労試験機を用いて、Changの結果と比較するために行った予備的な実験である。FA5では静的載荷でも、繰り返し載荷でもせん断圧縮破壊となった。

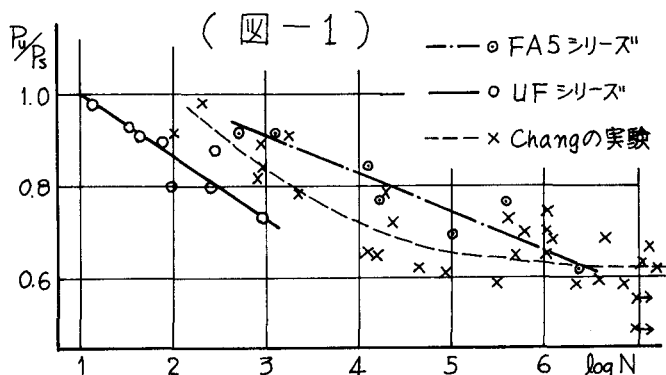
UFシリーズは、静的載荷でせん断引張

破壊となり、繰り返し載荷では十分に観測できなかったが、かなり多くせん断圧縮破壊となった。

P_u/P_s (上限荷重 P_u と静的耐力 P_s との比)と破壊までの繰り返し回数 N との関係曲線(以下、S-N曲線という)を示したのが図-1である。比較のためにChangらの実験結果も表-1、図-1以下に示してある。

(表-1)

はりの種類	FBシリーズ	FA8シリーズ	UFシリーズ	FA5シリーズ	Changの実験
はり巾 (cm)	10	10	10	15	10.16
はり高 (cm)	25	25	25	20	15.23
ρ (%)	2.6	2.6	1.36	1.56	と 1.86 2.89
ρ' (%)	0.58	0.29	—	1.56	—
腹鉄筋比 (%)	0.28	0.28	—	—	—
コンクリート圧縮強度 σ_c (MPa)	220	240	352	311	151~475
供試はり数	10	12	12	10	動的39
a/d	2.0	3.0	3.0	2.33	3.53と3.72
繰り返し速度 f (回/分)	20~30	40	50	200	440
静的耐力 P_s (ton)	16.53	9.80	5.63	6.55	—



Chang の報文⁽¹⁾では、繰り返し載荷においてはかなり多くのはりせん断圧縮破壊となつたとしている。静的載荷における記述が不明確だが、 a/d が 3.5 以上であるので静的には斜引張破壊となつたと考えられる。

FA5 と UF と Chang の実験のそれぞれの S-N 曲線は著しく異なることが判る。

(ロ) スターラップを有するはり (FA8 と FB) の実験

この 2 つのシリーズでは、はりの断面寸法などはほとんど同じであるが、載荷方法が異なる。 a/d が FA8 では 3、FB では 2 とした。繰り返し速度は同じにする予定であつたが装置が不調のため FB でははりごとに変つてしまった。破壊の形態は、静的でも繰り返しでもせん断圧縮破壊であつた。S-N 曲線を示したのが図-2 であるが、この 2 つのシリーズの結果はほとんど同じとみてよい。

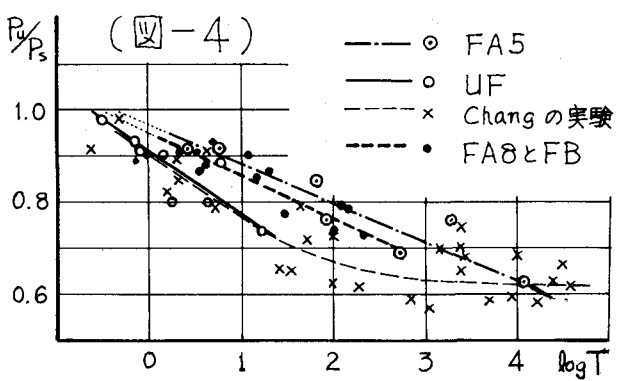
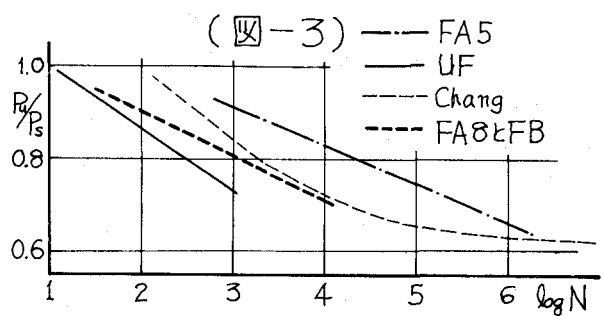
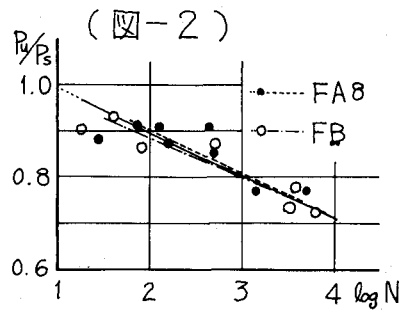
(ハ) 全体の比較

図-3 は全シリーズの S-N 曲線を示したものである。この図からは明確な結論を引き出しがたい。

つぎに、破壊までの繰り返し回数 N と繰り返し速度 f (回/分) で除した $N/f = T$ なる時間要素 (以下、 T を累加載荷時間とよぶ) を導入してみた。図-4 に各シリーズの P_u/P_s - $\log T$ 曲線 (以下、S-T 曲線とよぶ) を示す。

この図から、Chang の結果と UF シリーズの結果が完全に一致すること、薄鉄筋入りばりのシリーズと FB5 のシリーズがほぼ一致することが判る。この 2 つのグループ分けの特徴は、後者はすべてせん断破壊となつたもので、前者のグループは静的にはせん断圧縮破壊とならなかつたものである。

4. 結論 片振り繰り返し荷重をうける RC ばりのせん断耐力の低下について、実験の範囲で、① S-N 曲線の高応力レベルでは荷重の繰り返し速度が大きく影響する。せん断耐力の低下は繰り返し回数 N よりも累加載荷時間 T に依存する。②、S-T 曲線は静的載荷でせん断圧縮破壊となる場合と、その他の破壊形態となる場合で異なるとみられる。せん断圧縮破壊とならない場合の方が耐力低下が著しい。③、S-T 曲線から推定すると累加載荷時間 T が 20 秒以下では破壊形態にかかわらず耐力低下はないものとみてよい。④、結論②を妥当なものとするに繰り返し荷重に対する設計基準を決めるとき、静的耐力を基準として表-2 のような耐力低下率を考えなければならない。



(表-2)

		耐力低下率 P_u/P_s	
		せん断圧縮	せん断引張斜引張
累加載荷時間	静的載荷での破壊形態		
	1分	0.95	0.90
	10分	0.85	0.76
	100分	0.75	0.65

(引用文献) (1) T.S.Chang, C.E. Keeler, "Static and fatigue strength of beams with tensile reinforcement", ACI Journal, Jun. 1958