

東京都立大学 村 田 二 郎
日 本 大 学 ○河 合 紘 茲

1. まえがき

鉄筋コンクリート構造物が繰返し応力を受けると、静的載荷時の強度以下であつても破壊に至ることがある。土木構造物は、大部分繰返し荷重を受けるから、疲労強度を考慮した合理的な設計を行なう事が必要である。しかし、現行の土木学会 コンクリート標準示方書 では、繰返し荷重を受ける鉄筋コンクリート部材に於ける重ね継手長さや、定着長の算定をする為の許容付着応力度を、いまだ定められていないのが現状である。本研究は、鉄筋コンクリート はり のせん断スパン部分をモデル化した供試体を用い、繰返し荷重を受ける鉄筋コンクリート部材の付着に関する構造計算上の基礎資料提供を目的としている。

2. 資料鉄筋及びコンクリート

実験に供した鉄筋は、

S D 35 の D 32 の横ふし筋、及び斜ふし筋の2種であつて、その機械的性質、及び表面形状を表-1に示す。

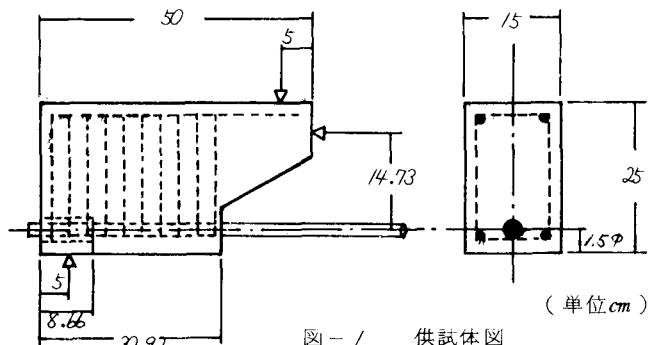
表-1 鉄筋の機械的性質及び表面形状

鉄 筋	呼び名	機 械 的 性 質			表 面 形 状			
		σ_f (kg/mm ²)	σ_u (kg/mm ²)	δ (%)	ふし間隔 (mm)	ふし高 (mm)	ふし角度 (°)	ふしの寸法 (mm)
横ふし筋	D 3 2	41	57	32	14.6	2.2	90	4.9
斜ふし筋	D 3 2	39	61	28	22.3	2.6	45	5.8

コンクリートは、粗骨材の最大寸法を25mm、スランプ 8 ± 2 cm、材令28日の圧縮強度を 200 ± 20 kgf/cm²及び 300 ± 30 kgf/cm²の2種類とした。尚、コンクリートの製造に用いた材料は、普通ポルトランドセメントと、通常の川砂、川砂利である。

3. 供試体

供試体は、はり のせん断スパン部分をモデル化したもので、図-1に示す



様に下縁に引張鉄筋を配置し、横方向鉄筋(スターラップ)で十分補強したものである。引張鉄筋の付着長は、7φとし、かぶり高、1φとした。これは供試体にせん断ひびわれが発生する以前に鉄筋に沿う縦ひびわれが発生し、付着降伏がおこる様に配慮したものである。横方向鉄筋量は、 $a_s/A_s \cdot S$ がほぼ一定となる様にし、 $f = 0.017$ cm²である。ここに A_s :試験鉄筋の断面積(cm²) a_s :スターラップの断面積(cm²) S :スターラップの間隔 供試体の養生方法は、材令28日迄は室温 20 ± 2 ℃ 湿度90%の霧室にて養生を行い、材令28日以後はセメントの水和進行を断つ為に室温 -15°C の低温室に置き、試験日2日前に取り出し、恒温恒湿室へ移し、通常の状態にもどしてから試験を行った。

4. 試験方法

実験に使用した疲労試験機は、ローゼンハウゼ型の容量20tonのものであつて、繰返し回数は、250rpmである。下限応力は、疲労試験機に供試体が移動しない範囲でなるべく小さく取るという概念から、下限応力を 3 kgf/cm²と一定とした。上限応力は、実験状況に応じて随時付着応力を変化させS-N曲線を描き、200万回における付着疲労強度を求めた。荷重端における相対すべり量の測定は、ピストン型差動トランス変位計を用いて疲労回数5万回毎に記録し、変位量による破壊状況などを調べた。

5. 試験結果

1) コンクリート強度の影響

試験結果を表-2及び図-3に示す。又、静的試験結果を表-3に示す。表-2及び図-3において、例えば横ふし筋について考察すれば、コンクリート強度の差異による付着疲労強度差は極く小さい。その程度は200万回付着疲労強度の場合、コンクリート強度200kgf/cm²の時、31kgf/cm²、300kgf/cm²の時、34kgf/cm²である。200万回付着疲労強度は、静的付着強度試験の48%（コンクリート強度300kgf/cm²）であつて、圧縮疲労強度に対する疲労強度に比べて相当に小さい。斜ふし筋の場合もコンクリート強度が付着疲労に及ぼす影響は、横ふし筋の場合と同様であつて200万回疲労強度は、コンクリート強度200kgf/cm²の場合33kgf/cm²、300kgf/cm²の場合37kgf/cm²で大差はない。

2) 鉄筋表面形状の影響

図-2において、斜ふし筋の方が横ふし筋に比べて付着疲労強度は3〜4 kgf/cm²程度大である。これは、疲労による付着破壊の様相に起因すると考えられる。破壊状況は、鉄筋に沿う縦ひびわれが発生し、載荷応力の繰返しに伴ない縦ひびわれが次第に成長し、鉄筋のすべりが急激に増すが、横方向鉄筋（スタープ）の補強により一時的に破壊を防げず、最終的にはふし間コンクリートのせん断によつて付着破壊を起す。この様に疲労破壊の状況は、静的な終局付着破壊の状況とほぼ同様で、いずれの場合もふし間隔が広い斜ふし筋の方が大となつたものと考えられる。従つて静的付着強度に対する200万回付着疲労強度は、斜ふし筋及び横ふし筋とも40〜48%であつて、両者はほぼ同程度である。

3) 荷重端すべり量

荷重端すべり量の試験結果の例を図-3に示す。図-3に示す様に、破壊直前までほとんどすべりは起らない。これは加わっている付着応力がごく小さいから当然であり、破壊の7〜8万回程度手前から変位の様相が現われて、急激に変位が増大して破壊に達する。

表-2 疲労試験結果

コンクリート強度 (kgf/cm ²)	鉄筋表面形状	上限応力 (kgf/cm ²)				
		30	40	45	50	60
200	横ふし筋	200	185	178	112	—
	斜ふし筋	200	190	—	170	—
300	横ふし筋	200	170	155	142	—
	斜ふし筋	200	200	165	—	155

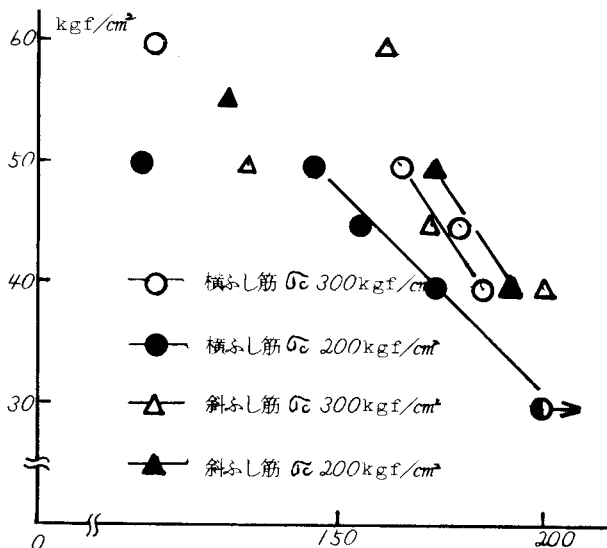


図-2 S-N曲線図 (x10⁴)

表-3 最大付着応力度及び初期付着応力度

鉄筋銘柄	呼び名	最大付着応力度及び初期付着応力度			最大すべり量 δ × 1/1000 (mm)
		初期付着応力度 Zoi (kgf/cm ²)	最大付着応力度 Zou (kgf/cm ²)		
横ふし筋	D 32	42	71		2000
斜ふし筋	D 32	60	93		2900

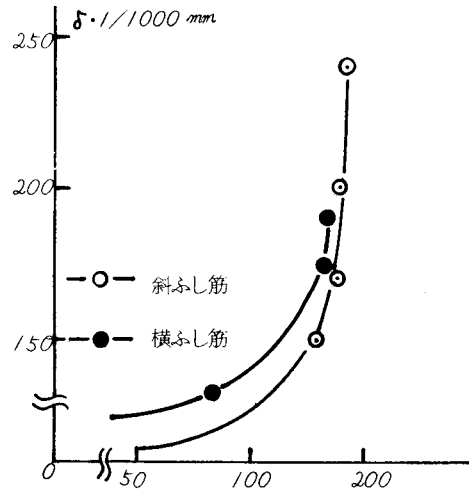


図-3 疲労回数とすべり量の関係 (x10⁴)