

東京都大学 正会員 村田 二郎
セメント協会 正会員 国府 勝郎
日本大学 正会員 河合 紀彦

1. まえがき

鉄筋コンクリートの疲労に関する一環として、正真正交荷重による鉄筋コンクリート梁の耐疲労性状、及び鉄筋とコンクリートとの付着疲労について検討した。従来、梁の疲労について一方向荷重による試験結果は多数あるが、正真正交荷重を受ける試験結果は数少ない。例えば、船舶、海上作業台等の支柱は、正真正交繰返し荷重を受ける。又、モノレール橋脚は、電車の偏載による正真正交繰返し荷重を受ける。従って、正真正交荷重による疲労強度を検討することは重要である。次に、鉄筋とコンクリートとの付着疲労は、鉄筋コンクリート部材の設計上重要な性質であって、例えば、繰返し荷重を受ける場合の重ね継ぎ長さや、定着長を算定する場合の許容付着応力度についてもなお不明の点となっている。

尚、本実験は、セメント協会、高強度コンクリート研究専門委員会のモノレール橋脚を対象として行ったものである。

2. 正真正交荷重による鉄筋コンクリート梁の疲労試験

1). 実験方法

供試体は、コンクリート強度 300kgf/cm^2 、SD30($\sigma_t=35.3\text{kgf/cm}^2$)を使用したAタイプと、コンクリート強度 400kgf/cm^2 、SD50($\sigma_t=52\text{kgf/cm}^2$)のBタイプとの2シリーズとした。供試体の形状、及び寸法を図-1に示す。交番疲労荷重には、アムスラー型疲労試験機を用い、中央一点荷重とした。荷重速度は2Hzとして行った。荷重荷重は実験状況に応じて、鉄筋応力で随時変化させ、S-N曲線を描き、200万回時に於ける疲労強度を求めた。

荷重長に於ける撓み量は、差動トランス変位計を用い、疲労回数5~10万回毎のラウンドで破壊近傍まで測定を行った。

2). 実験結果

正真正交疲労荷重による試験結果を表-1、及び図-2に示す。表-1に示す様に圧縮鉄筋の圧縮応力度は、同時に作用する引張鉄筋の応力度の約30%である。図-2に於て、200万回時に於ける正真正交応力による疲労強度を求めれば、引張鉄筋の計算応力と約1800 kgf/cm^2 (ふり中で約2600 kgf/cm^2)である。この結果は、静的破壊強度の約50%である。この様に正真正交荷重により、鉄筋コンクリート梁の疲労強度は、片方試験に関する従来の資料に比べて相対的に小さくなるが、鉄筋応力のふり中

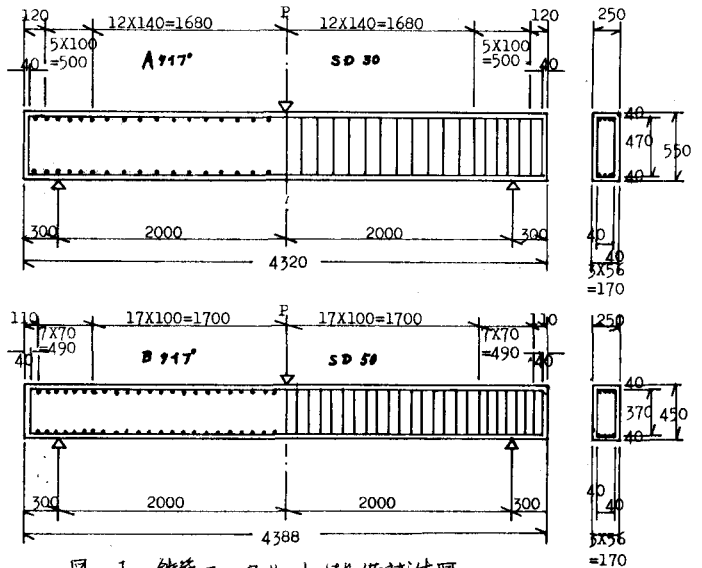


図-1 鉄筋コンクリートはり供試体図

表-1 疲労試験結果

荷重荷重 P (ton)	鉄筋応力 (kgf/cm ²)			破壊回数 N (x 10 ⁴)	撓み量 (mm)
	σ_s	σ_s'	$\sigma_s - \sigma_s'$		
11.35	1600	-707	2307	210	35
12.77	1800	-796	2596	192	-
14.19	2000	-884	2884	126	33
15.61	2200	-972	3172	-	-

で比較すれば大差ないものと考えられる。破壊状況は、載荷長位置を中心として15~20cm間隔程度にひびわれがほぼ対象に入り、疲労回数が増えるにつれて、載荷長が一番近いひびわれが進展して破壊に達している。載荷長位置の撓み量は、載荷開始時より50万回程度まで徐々に増え続け、破壊時近傍にて急激に伸びて破壊に達している。

3. 鉄筋とコンクリートの付着疲労試験

1). 実験方法

引抜き試験、及び偏心に引抜き試験の供試体形状、寸法を図-3、4に示す。引抜き試験は、一辺を△中の正方形無補強コンクリートとし、付着長は4φ、非付着長は2φとした。偏心に引抜き試験は、梁のせん断スパン部分をモデル化したもので、横方向補強筋で十分に補強してある。付着長は7φ、非付着長は3φとした。疲労試験機は、アムスラー型の20t及び50tであって、載荷速度は5Hzとして行った。下限応力は、供試体が載荷中に移動しない範囲でなるべく小さく取るという概念で、 σ_{lim} 、及び3 σ_{lim} (付着強度) と一定とし、上限応力は、実験状況に応じて随時応力を変化させ、 σ - N 曲線を描き200万回時に於ける付着疲労強度を求めた。

2). 実験結果

引抜き試験、及び偏心に引抜き試験の結果を図-5に示す。図-5に於て、引抜き試験による200万回時の付着疲労強度は、横おし筋の場合約62 σ_{lim} 、斜おし筋の場合約68 σ_{lim} であった。これらの値は、静的載荷試験結果の約50~55%である。偏心に引抜き試験による付着疲労強度は、横おし筋の場合約34 σ_{lim} 、斜おし筋の場合約31 σ_{lim} であった。この結果は静的載荷試験結果の約40~48%である。引抜き試験による付着疲労強度が大となった理由は、静的載荷試験の場合の破壊状況と、疲労試験の場合の破壊状況の相違によるものと考えられる。すなわち、付着区間に疲労による縦ひびわれが発生した後も非付着区間は健全であって、最終的に鉄筋は、おし前面のコンクリートの破壊と、おし間のせん断とで引抜ける。(写-1参照) 付着疲労試験を行う場合には、偏心に引抜き試験によるか、非付着区間の無い引抜き試験供試体によるか、又はセグメントパイプで補強した引抜き試験を行うのが適当と考えられる。

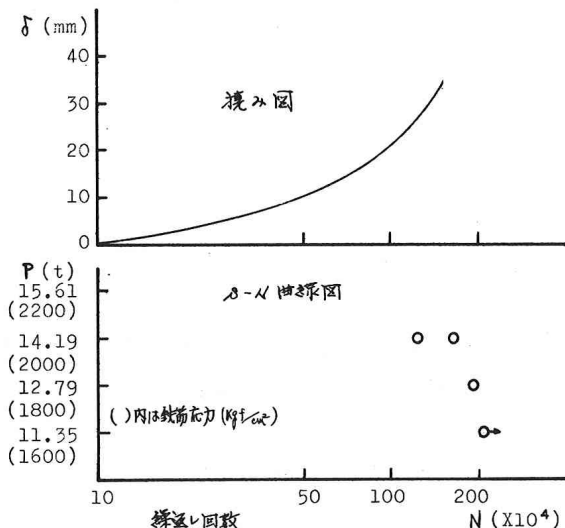


図-2 鉄筋コンクリートにおける疲労試験結果

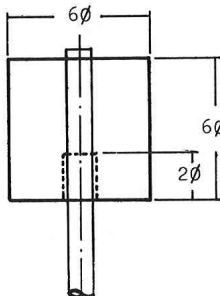


図-3 引抜き供試体図

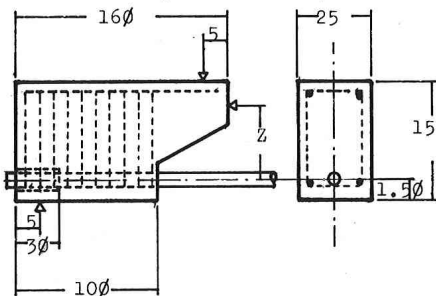


図-4 偏心に引抜き供試体図

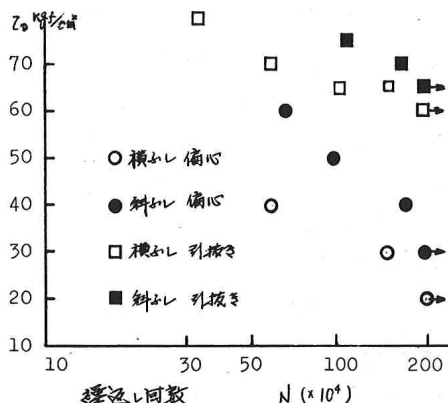
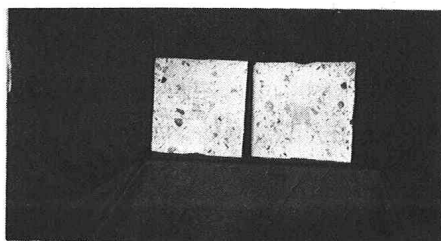


図-5 引抜き試験、偏心に引抜き試験による疲労試験結果



写-1 引抜き疲労試験による破壊状況