

日本大学 正会員 堺 毅

日本大学 学生員 〇矢 利 公 浩

1. まえがき

鉄筋コンクリート構造物は、繰返し応力を受けると静的載荷時の強度以下であっても破壊に至ることがある。このような現象を疲労破壊と呼んでいるが、種々の鉄筋コンクリート構造物、例えば波浪による繰返し荷重を受ける海上作業台、列車や自動車などの運行荷重を受ける鉄道のスラブやコンクリート枕木および橋梁などはその対象構造物である。ここでは、水中における鉄筋コンクリート梁の疲労試験をとりあげ、その試験結果を詳細に検討したものを報告する。なお、研究を行なうに際し、始終適切な御指導をいただいた日本大学河合組滋専任講師に深く感謝の意を表します。

2. 鉄筋の引張疲労試験

鉄筋の引張疲労試験は、SD30、D16の横ふし筋を用いて行った。鉄筋の機械的性質は、表-1に示す通りである。試験機は動的載荷容量20tfの電気油圧式サーボパルサーを使用した。載荷は下限応力を 349 kgf/cm^2 の一定値とし、上限応力を試験に応じて変化させ、鉄筋に常時引張応力のみが作用するように設定して疲労試験を行なった。載荷速度は4Hzとした。

試験結果は、図-1に示す通りであり、本試験結果から得られたS-N曲線から鉄筋の200万回疲労強度を求めると、鉄筋応力の全振幅で 2293 kgf/cm^2 となり、これは、静的降伏点 σ_{sy} に対して約60%、静的引張強度 σ_{su} に対して約40%に相当する。

表-1 鉄筋の機械的性質

品 質	呼び名	降伏点 σ_{sy} (kgf/mm^2)	引張強度 σ_{su} (kgf/mm^2)	伸び δ (%)	弾性係数 E_s (kgf/cm^2)
SD30	D16	38	57	18	2.1×10^6

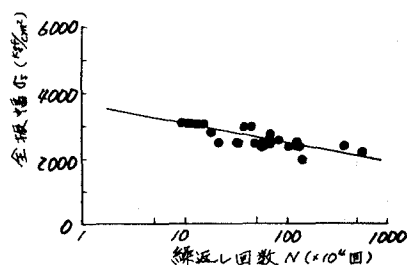


図-1 鉄筋の引張疲労試験結果

3. 鉄筋コンクリート梁の水中疲労試験

3-1. 鉄筋およびコンクリート

鉄筋は、SD30、D16の横ふし筋を用いた。その機械的性質は、表-1に示す通りである。

表-2 コンクリートの配合

粗骨材の 最大寸法 (mm)	セメント 比 %	砂骨材率 γ_a (%)	スランパ (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m^3)				
					W	C	S	G	混和剤
25	47.5	40.3	10	4.0	149	314	740	1105	0.785

コンクリートは、粗骨材の最大寸法25mm、

スランパ10cm、28日設計基準強度 300 kgf/cm^2 とした生コンクリートを用いた。その配合を表-2に示す。セメントは、N社製普通ポルトランドセメント、混和剤は、ポゾリスNo.5Lを使用した。

3-2. 供試体および養生

供試体は、 $15 \times 30 \times 200 \text{ cm}$ の単鉄筋梁とした。スターアップは、せん断破壊を生じないようSD30、D16を十分に配置してある。供試体の寸法および配筋状態を図-2に示す。

供試体は、コンクリート打設後直ちに湿布養生を行ない、7日目で脱型し、その後標準水

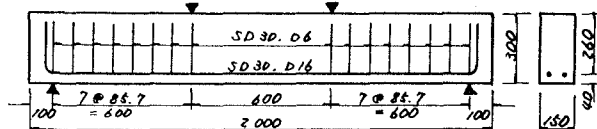


図-2 供試体の寸法および配筋状態

中養生を行なった。試験に供するまでの材令は、28日～500日であり、試験材令時のコンクリート圧縮強度は 300 kg/cm^2 を基準とした。

3-3. 試験方法

試験機は、載荷容量300tfの自動負荷制御装置付万能試験機を用いた。試験は、スパン1.8mの3等分2点載荷とし、水槽中で供試体上面まで水を満たし、常に供試体全体が水中に浸漬した状態で一方向載荷とした。

繰返し荷重は、静的載荷時における荷重と鉄筋およびコンクリート応力度との関係、静的破壊荷重を十分に考慮して上限荷重を試験に応じて変化させ、下限荷重は供試体の自重および試験機の性能を考慮して1.5tfとした。載荷速度は、波浪による繰返し荷重を考慮して0.05Hzとした。スパン中央部における変位量は、差動トランスにより1000回毎に測定し、同時に予め鉄筋に添付したワイヤーストレインゲージにより鉄筋のひずみの変動も測定した。

3-4. 試験結果

静的載荷試験結果を図-3に示す。図-3には、実測値と実状に則したヤング係数 $n=8$ および $n=15$ として計算した値を示してある。このことから明らかなように、実状に則した n 値を用いた場合の鉄筋およびコンクリートの応力度は比較的一致している。従って、疲労試験においては、これらの応力度を基にして試験を行なった。

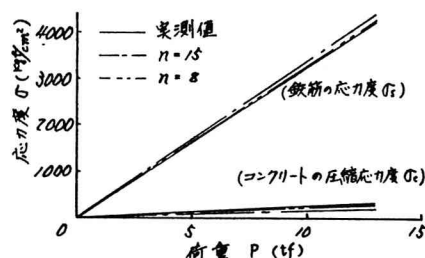


図-3 荷重と応力度との関係

水中疲労試験結果を図-4に示す。破壊に至るまでの繰返し回数は、静的破壊荷重の85%で30万5千回、90%で4万5千回、95%で2万3千回であり、著しい強度の低下がみられた。これは、コンクリートにひびわれが発生すると、その部分は無筋コンクリート状態となり、コンクリート応力を鉄筋で負担することによって鉄筋の引張疲労試験となっている。すなわち、鉄筋の引張疲労試験のS-N曲線と比較してみると、鉄筋コンクリート梁の水中疲労試験結果はよく一致している。

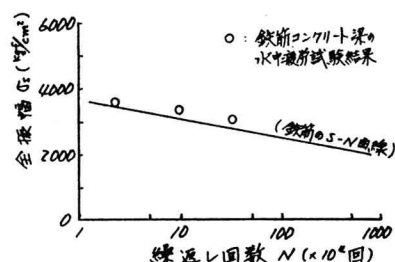


図-4 疲労試験結果

また、破壊状況からも認められるように、モルタルと骨材の境界面の付着破壊によって、鉄筋コンクリート梁のひびわれ部分は、コンクリートが剝離脱落して鉄筋がむき出しの状態となり、鉄筋だけで応力を負担していることがうかがえる。

破壊状況は、コンクリート表面部に微細なひびわれが発生し、そのひびわれ部分から水のポンピング作用によってコンクリート微粒子が押出され、鉄筋とコンクリートの付着破壊が生じた。

鉄筋コンクリート梁中央部の変位量は、図-5に示すように繰返し載荷直後から徐々に増大し、破壊直前に急激に増大して破壊に至っている。これは、鉄筋コンクリート梁の水中疲労の特徴と考えられる。

なお、水中疲労試験による鉄筋コンクリート梁のせん断区間のコンクリートは、曲げ区間のコンクリートと比較すると、特にひびわれの影響が大きいことが認められた。破壊状況を写真-1に示す。

(参考文献) 1) 河合 研: 果形鉄筋の引張疲労試験におけるフック部補強方法に関する研究, 土木学会第39回年次講演概要集, 第5部, 昭和59年10月。

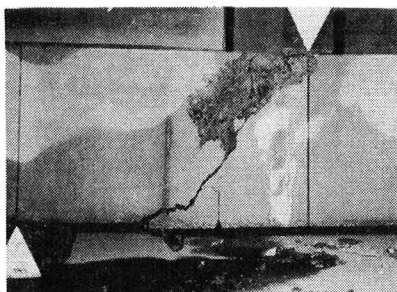


写真-1 破壊状況