

# V-91 鉄骨鉄筋コンクリート (SRC) 部材の曲げ疲労に関する研究

東京都立大学 正員 村田二郎  
 東京大学 正員 西岡 隆  
 首都高速道路公団 正員 津野和男  
 " 正員 泉 満明  
 (株) 駒井鉄工所 正員 〇 梶山昭克

## 1 まえがき

SRC部材は建築分野で広く用いられているが、土木において利用された例は比較的小さい。しかし、最近では市街地の高架橋の橋脚を始め、土木構造物としてよく使用されており、疲労に対しても設計上重要なものと考えられるので、SRC部材の曲げ疲労について、RC部材と比較し、検討した。

## 2. 実験概要および使用材料

供試体は両部材とも1種類各4本、合計8本である。他に同じ供試体について、静的載荷試験のみ1本ずつ行なった。供試体の断面は図-1に示すように、40×40cmの正方形で、鉄筋は両部材に共通とし、主筋はD16 (SD30)、スケーラーポットはD13 (SD30)を用いた。鉄骨は溶接I型断面で、上下フランジは等断面であり、SM50A材を使用した。

供試体の鋼材比はRC部材で137%、SRC部材で470%である。表-1は本実験に用いた各材料の試験結果である。

また、SRC部材では桁端部に鋼板を溶接し、桁端における鉄骨の定着を充分ならしめるように配慮した。

## 3 実験方法

供試体はスパンを5.0mにとり、荷重を中央ふりわけ1333mmの2点載荷とし、ローゼンハウゼン型疲労試験機(50t用)

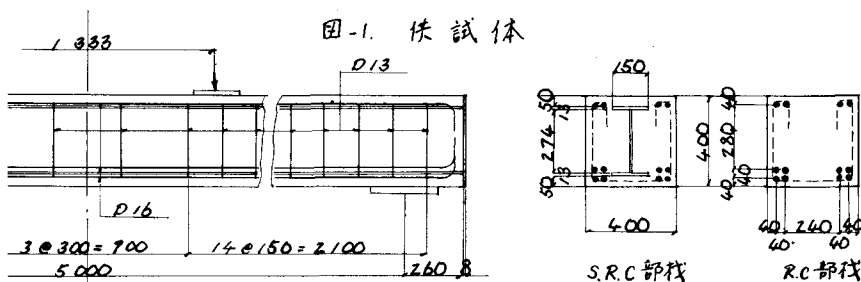


表-1 材料試験結果

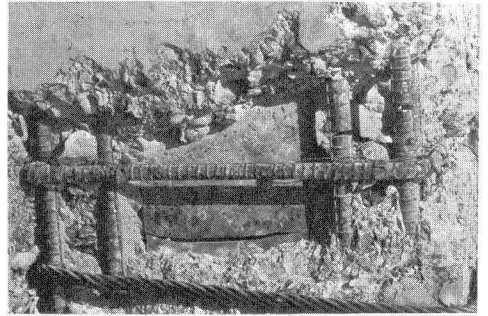
| 番号    | 種別  | コンクリート   |          |       | 鉄 筋 (単位 kg/cm <sup>2</sup> ) |          |          |          |
|-------|-----|----------|----------|-------|------------------------------|----------|----------|----------|
|       |     | $f_{cu}$ | $f_{tu}$ | $E_c$ | $f_{ty}$                     | $f_{su}$ | $f_{ty}$ | $f_{su}$ |
| No. 1 | SRC | 370      | 32.3     | 4.23  | 2600                         | 5400     | 2600     | 5500     |
| 2     | "   | 414      | 32.7     | 2.89  | "                            | "        | "        | "        |
| 3     | "   | 354      | 31.5     | 3.68  | "                            | "        | "        | "        |
| 4     | "   | 347      | 31.2     | 2.43  | "                            | "        | "        | "        |
| 5     | RC  | 477      | 36.4     | 2.83  | "                            | "        | "        | "        |
| 6     | "   | 457      | 33.3     | 2.64  | "                            | "        | "        | "        |
| 9     | "   | 361      | 31.2     | 2.30  | "                            | "        | "        | "        |
| 10    | "   | 379      | 32.0     | 2.26  | "                            | "        | "        | "        |

にて、毎分200回の繰返し速度で試験を行なった。上限荷重は弾性計算にて引張鋼材応力が2000~2400kg/cm<sup>2</sup>程度になるように決め、下限は一律300kg/cm<sup>2</sup>(いずれも自重の影響は無視する)とした。初期の上限荷重で200万回繰返し

して破壊しない場合は、更に200%に上げた荷重で繰返し載荷を行なった。

疲労試験前と繰返し回数が50万回毎に、その時の上限荷重まで2.0ton中で静的載荷試験を行ない、スパン中央より20.0cm離れた断面内に予め貼付した抵抗線ひずみ計でコンクリートおよび鋼材のひずみを、スパン中央および両支点に設置したダイヤルゲージでたわみを求め、引張縁より5.0cm上（圧縮側）に60mm間隔で設けたコンタクトゲージポイントによってひずみ率等を測定した。

写真-1



#### 4. 実験結果および考察

##### (1) 疲労強度

供試体はいずれも曲げスパン内で破壊しており、RC部材は鉄筋の疲労破断によるものであるが、SRC部材の場合は、鉄筋が先に破断したと考えられる供試体が1本で、残りの3本は鉄骨が最初に破断しその後、鉄筋が破断したと考えられる。このことは鉄筋の破断面が、前者の場合、脆性破面を呈していたのに対し、後者3本ではいずれも延性破面であると考えることから推察される。一方鉄骨フランジの破面は、いずれの場合も中央部（腹板とのスミ肉溶接部）で脆性を、縁端部では延性を示していた。写真-1は鉄骨と鉄筋の破断状況である。図-2は鉄骨および鉄筋（RC部材）についてのSN線図である。応力は、前記計算応力に自重の影響を加え、更に圆心からずみを考慮して求めた応力中である。図-2ではRC部材の鉄筋の方が若干高い値を示している。また200万回に対する疲労強度を求めると、鉄骨の場合 $\sigma_f = 1850 \text{ kg/cm}^2$ 、鉄筋の場合 $\sigma_f = 1980 \text{ kg/cm}^2$ であり、降伏点強度に対してそれぞれ、51%、および、55%であった。

なお、表-2に両部材の静的、および疲労破壊荷重を示した。

表-2 破壊荷重

| 供試体   | 静的破壊     | 疲労破壊     |
|-------|----------|----------|
| SRC部材 | 49.8 ton | 23.3 ton |
| RC部材  | 20.3     | 12.2     |

図-3 SN線図

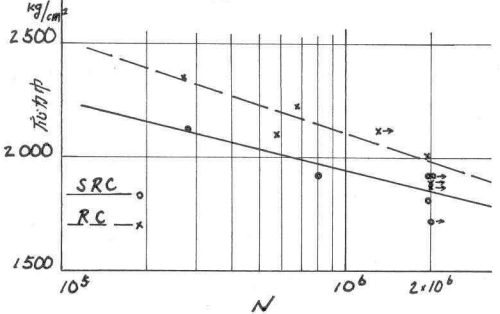
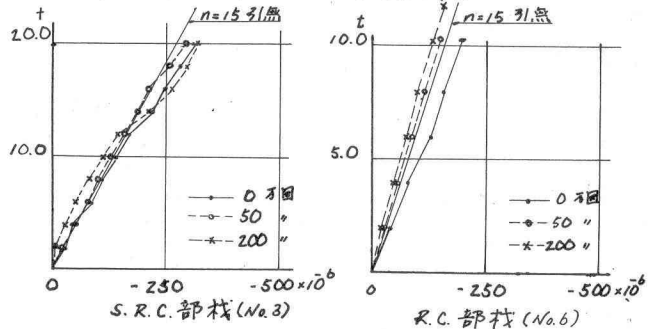
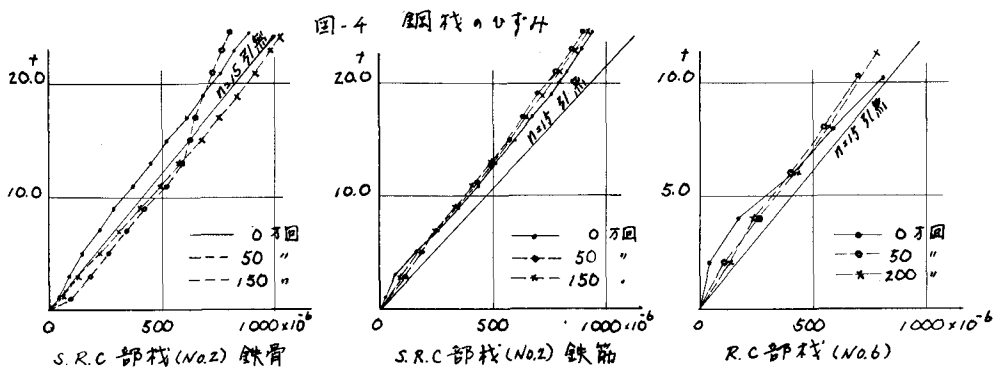


図-3. コンクリートのひずみ

(2) コンクリートおよび鋼材のひずみ  
図-3はコンクリートのひずみと荷重の関係について、疲労試験前と50万回および200万回繰返し後に対して図示したものである。コンクリートは両部材とも疲労の影響をほとんど受けていないものと考えられ、弾性計算値と



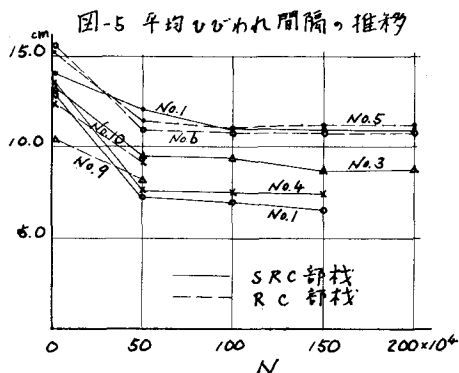


比較的よく一致している。

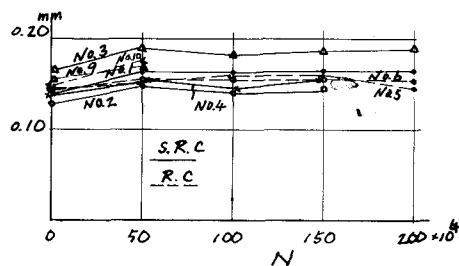
図-4は鋼筋のひずみと荷重の関係について、同じように比較したものであるが、両部材ともばらつきが少なく、弾性的性状を示している。また、S.R.C.部材において鉄骨と鉄筋のひずみ性状に差違は認められなかった。

### (3) ひびわれ

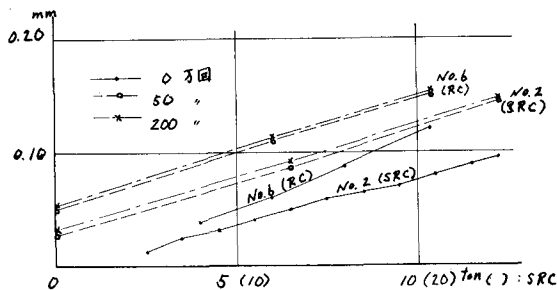
ひびわれ数は両部材とも疲労試験前の静的载荷試験で大部発生し、初めの50万回繰返し载荷で若干増えるが、それ以後は安定する。図-5は曲げスパン内の平均ひびわれ間隔の推移を示したものであるが、50万回以後はひびわれ間隔にほとんど変化がない。図-6は最大ひびわれ中曲げスパン内に発生した最大ひびわれ中3〜4個の平均値)と繰返し回数との関係である。最大ひびわれ中は疲労試験前に比較して、初期の50万回繰返し後は6〜18%程度増加するが、その後は繰返し载荷の影響をうけていないものと思われる。



### 図-6 最大ひびわれ中の変化



### 図-7 ひびわれ中-荷重曲線



### (4) たわみ

スパン中央のたわみは図-8に示す通りである。両部材とも疲労試験前と繰返し後とでほとんど変化がなかった。

残留たわみは、疲労試験前の静試験で生じますが、繰返し後はその7〜8%程度であった。

## 5. あとがき

本実験は曲げ疲労について行なったものであるが、以上の結果を要約すると次のようになる。

(1) RC部材の破壊は鉄筋の破断によるが、SRC部材の場合は鉄骨の破断と考えられる。また、鉄骨(SM50A)の疲労強度が鉄筋(SD30)より下まわった。

(2) コンクリートおよび鋼材のひずみは繰返し前後で、両部材とも差違は認められなかった。

(3) ひびわれ数はSRC部材と若干多かった。ひびわれ中、残留ひびわれ中尋らうては、両部材とも繰返し載荷によってほとんど変化がなかった。

(4) たわみ性状は両部材について、繰返しの影響が少なかった。

(5) 両部材とも疲労破壊の直前まで弾性的挙動を示していた。

(6) 完全両振りの上限荷重は、図-9より鉄筋は $\sigma = 1100 \text{ N/mm}^2$ 、鉄骨は $\sigma = 1020 \text{ N/mm}^2$ 程度と推定される。

最後に、本実験に対して御援助を戴いた東京大学工学部コンクリート研究室の岡田教授を始め、研究室員諸兄、および東京都立大学工学部材料実験室の方々に謝意を表わします。

## 〔参考文献〕

岡田正胤他 「各種の高張力異形鉄筋を用いた鉄筋コンクリート大型はりの疲労に関する研究」

コンクリートライブラリー 第14号

横道英雄他 「異形鉄筋を用いたRC桁の曲げ疲労試験」 コンクリートライブラリー 第14号

若林 実 「鉄骨鉄筋コンクリートに関する実験的研究」 東大生研報告書 第6巻 第2号

追記. 本研究は、昭和42年才22回および昭和43年才25回土木学会講演会にて発表したSRCに関する研究(鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)はりの曲げ特性、鉄骨鉄筋コンクリート部材の接りについて、鉄骨鉄筋コンクリート部材の隅角部の設計など、鉄骨鉄筋コンクリートの土木構造物への適用に関する研究)、および本講演会において発表する「鉄骨鉄筋コンクリート部材に関する研究」と関連をもつものである。

図-8 たわみ-荷重曲線

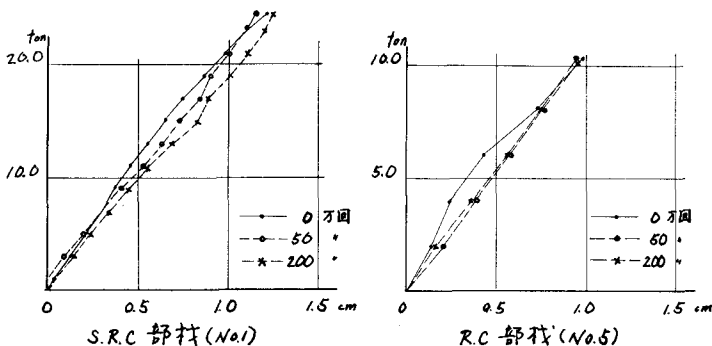


図-9 所定強度線図

