

定点疲労実験における荷重分布型伸縮装置を設置したRCはりの耐疲労性

日本大学大学院 学生会員 ○佐々木茂隆 日本大学 フェロー会員 阿部忠
日本大学 正会員 水口和彦・野口博之 山王(株) 金子昌明・深水弘一

1. はじめに

本研究は、荷重分布型伸縮装置（以下、荷重分布型装置）を設置した RC はりに定点疲労実験を実施し、等価繰返し回数より耐疲労性を検証する。実験に用いる供試体には、突き合わせタイプの荷重集中型伸縮装置（以下、荷重集中型装置）を設置した RC はり、荷重分布型装置を設置した RC はりおよび荷重分布型装置の設置において 2 種類の接着剤を塗布して設置した RC はりの 3 タイプとし、荷重集中型装置を設置した RC はりの等価繰返し回数を基に耐疲労性を評価した。

2. 供試体の寸法

(1) 既設RCはり 伸縮装置の取り付け箇所は、床版厚が 100mm 程度の単鉄筋配置になることから各伸縮装置を設置する既設 RC はりは高さ 100mm、幅 270mm、長さ 2,200mm とした。また、引張側の主鉄筋に D16 を 100mm 間隔で配置する単鉄筋配置とした。

(2) 荷重集中型装置を設置した供試体 荷重集中型装置の寸法は図-1(1)に示すように、鋼製パラペットにジベル筋 (D16) を溶接し、そのジベル筋に縦筋 (D16) を溶接した。交差部には軸方向に D13 の鉄筋を配置した立体ラーメン構造であり、各交差部等は全て溶接接合とする。供試体の名称を RC-F-J とする。

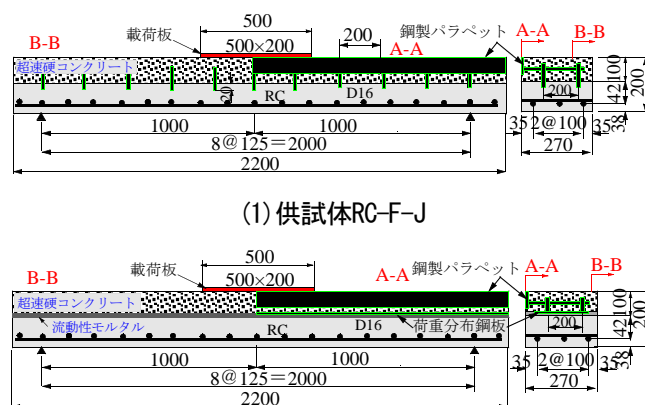
(3) 荷重分布型装置を設置した供試体 荷重分布型装置の寸法は図-1(2)に示すように、鋼製パラペットにジベル筋 (D16) を溶接し、さらに縦筋 (D16) 溶接後、底面に荷重分布鋼板上面に縦筋を溶接した構造である。この供試体の名称を RC-F-J-N とする。また、設置に 2 種類の接着剤を塗布して設置した供試体の名称を RC-F-J-A とする。

3. 使用材料

(1) 既設RCはり 供試体のコンクリートには、普通セメントと 5mm 以下の砕砂および 20mm 以下の砕石を用いた。設計基準強度は、道路示方書・同解説（以下、道示とする）²⁾に規定する 24N/mm² を目標とし、実験時の圧縮強度は 36.3N/mm² である。また、鉄筋には SD345, D16 を用いた。

(2) 伸縮装置 各伸縮装置の鋼板パラペットおよび荷重分布板には SS400、厚さ 9mm の一般鋼板を用いた。また、パラペットに SD345 D16 のジベル筋と D16 および D13 の鉄筋を用いた。

(3) 流動性モルタル 供試体 RC-F-J-N, A の荷重分布鋼板と既設 RC はりとの隙間 10mm には、市販の流動性モルタルを充填する。材齢 3 時間での圧縮強度の平均は



(2) 供試体RC-F-J-N, RC-F-J-A

図-1 供試体寸法

26.8N/mm² である。

(4) 超速硬コンクリート 伸縮装置を設置後、供試体 RC-F-J は上面から 100mm、供試体 RC-F-J-N, A は鋼板厚と隙間を除いた 81mm の範囲に、材齢 3 時間で道示に規定する設計基準強度 24N/mm² 以上を発現する超速硬コンクリートを打ち込む。材齢 3 時間での圧縮強度の平均は 25.4N/mm²、材齢 28 日では 51.9N/mm² である。

(5) 接着剤 荷重分布型装置の設置には浸透性接着剤と付着用接着剤の 2 種類を用いた。2 種類の接着剤の付着強さはそれぞれ 2.6N/mm²、3.7N/mm² 以上を有している。

4. 実験方法

(1) 定点疲労実験 実験では、各供試体の支点方向、奥行き方向の中央に 500mm×200mm の載荷版を設置し、基準荷重 50kN、振幅 ±30kN で 20 万回繰返し、20 万回ごとに基準荷重を 20kN 増加する段階荷重載荷とする。なお、段階荷重載荷とすることから基準荷重に対する等価繰返し回数を式(1)より算定する。

$$N = \sum_{i=1}^n (P_i/P) m \times n_i \quad (1)$$

ここで、N：等価繰返し回数(回)、P_i：載荷荷重(kN)、P：基準荷重(50kN)、n_i：実験繰返し回数(回)、m：S-N 曲線の傾きの逆数の絶対値 (= 3.0)

5. 定点疲労実験における結果および考察

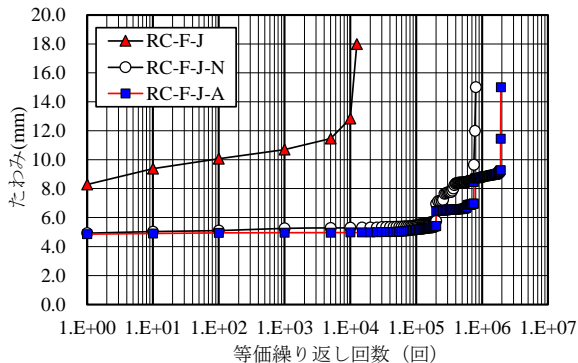
(1) 繰返し回数 定点疲労実験において等価繰返し回数を表-1に示す。供試体 RC-F-J の等価繰返し回数は 12,500 回である。これを基準に耐疲労性を検証する。次に、直接伸縮装置を設置した供試体 RC-F-J-N の等価繰返し回数

キーワード：荷重分布型伸縮装置、等価繰返し回数、耐疲労性

連絡先 〒 275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL 047-474-2468

表一 定点疲労実験による等価繰返し回数

供試体	等価繰返し回数				合計 (回)
	基準荷重 50kN±30kN (回)	基準荷重 70kN±30kN (回)	基準荷重 90kN±30kN (回)	基準荷重 110kN±30kN (回)	
RC-F-J	12,500	—	—	—	12,500
RC-F-J-N	200,000	548,800	49,957	—	798,757
RC-F-J-A	200,000	548,800	1,166,400	9,040	1,924,240



図二 たわみと等価繰返し回数の関係

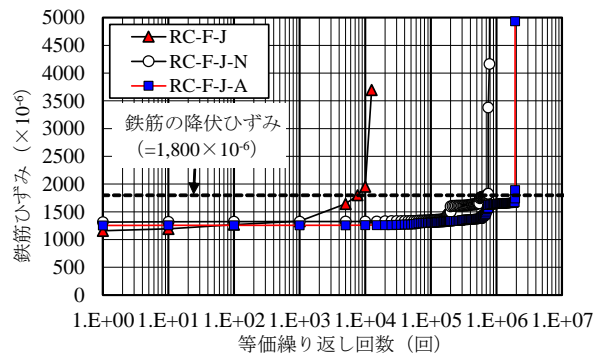
は 798,757 回であり、供試体 RC-F-J の 63.9 倍である。RC-F-J-A の等価繰返し回数は 1,924,240 回であり、供試体 RC-F-J および供試体 RC-F-J-N の等価繰返し回数のそれぞれ 153.9 倍、2.41 倍である。

(2) たわみ はり中央のたわみと等価繰返し回数の関係を図-2に示す。供試体 RC-F-J の等価繰返し回数 1 回のたわみは 8.23mm、12,500 回では 17.98mm である。次に、供試体 RC-F-J-N の等価繰返し回数 1 回のたわみは 4.93mm、200,000 回のたわみは 7.77mm である。等価繰返し回数 798,757 回でたわみが 15.00mm に達した。また、供試体 RC-F-J-A の等価繰返し回数 1 回のたわみは 4.85mm、200,000 回のたわみは 5.97mm であり、供試体 RC-F-J-N の 200,000 回時のたわみと比較して、たわみが 77%抑制されている。等価繰返し回数 1,924,240 回でたわみが 15.01mm に達した。

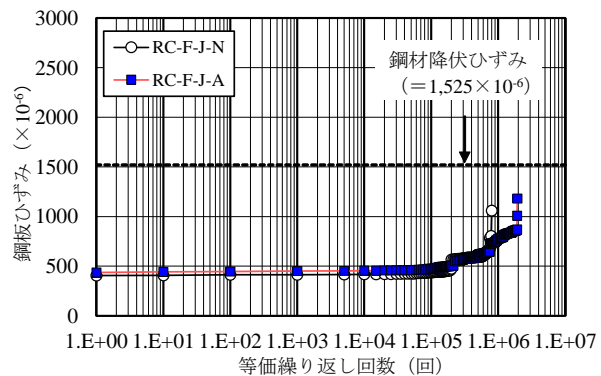
(3) 鉄筋ひずみ 支間中央の鉄筋ひずみと等価繰返し回数 1 回のひずみは 1,160×10⁻⁶ である。降伏ひずみに達した等価繰返し回数は 7,600 回である。等価繰返し回数 12,500 回でのひずみは 3,694×10⁻⁶ である。次に、供試体 RC-F-J-N の等価繰返し回数 1 回のひずみは 1,312×10⁻⁶ である。降伏ひずみに達した等価繰返し回数は 748,000 回であり、最大等価繰返し回数 798,757 回の 94% である。また、最大ひずみは 7,435×10⁻⁶ である。また、供試体 RC-F-J-A の等価繰返し回数 1 回のひずみは 1,256×10⁻⁶ であり、降伏ひずみに達したのは等価繰返し回数は 1,915,200 回で、最大等価繰返し回数 1,924,240 回の 99% である。最大ひずみは 4,933×10⁻⁶ である。

(4) 荷重分布鋼板ひずみ 荷重分布鋼板のひずみと等価繰返し回数 1 回のひずみは 1,160×10⁻⁶ である。降伏ひずみに達した等価繰返し回数は 7,600 回である。等価繰返し回数 12,500 回でのひずみは 3,694×10⁻⁶ である。次に、供試体 RC-F-J-N の等価繰返し回数 1 回のひずみは 1,312×10⁻⁶ である。降伏ひずみに達した等価繰返し回数は 748,000 回であり、最大等価繰返し回数 798,757 回の 94% である。また、最大ひずみは 7,435×10⁻⁶ である。また、供試体 RC-F-J-A の等価繰返し回数 1 回のひずみは 1,256×10⁻⁶ であり、降伏ひずみに達したのは等価繰返し回数は 1,915,200 回で、最大等価繰返し回数 1,924,240 回の 99% である。最大ひずみは 4,933×10⁻⁶ である。

(4) 荷重分布鋼板ひずみ 荷重分布鋼板のひずみと等価繰返し回数 1 回のひずみは 1,160×10⁻⁶ である。降伏ひずみに達した等価繰返し回数は 7,600 回である。等価繰返し回数 12,500 回でのひずみは 3,694×10⁻⁶ である。次に、供試体 RC-F-J-N の等価繰返し回数 1 回のひずみは 1,312×10⁻⁶ である。降伏ひずみに達した等価繰返し回数は 748,000 回であり、最大等価繰返し回数 798,757 回の 94% である。また、最大ひずみは 7,435×10⁻⁶ である。また、供試体 RC-F-J-A の等価繰返し回数 1 回のひずみは 1,256×10⁻⁶ であり、降伏ひずみに達したのは等価繰返し回数は 1,915,200 回で、最大等価繰返し回数 1,924,240 回の 99% である。最大ひずみは 4,933×10⁻⁶ である。



図三 主鉄筋ひずみと等価繰返し回数の関係



図四 荷重分布鋼板ひずみと等価繰返し回数の関係

り算出した降伏ひずみは 1,525×10⁻⁶ である。

供試体 RC-F-J-N の等価繰返し回数 1 回の鋼板ひずみは 400×10⁻⁶ であり、その後の荷重増加および繰返し载荷によって緩やかに増加し、最大等価繰返し回数 798,757 回での鋼板ひずみは 1,059×10⁻⁶ である。次に、供試体 RC-F-J-A の鋼板ひずみの増加傾向は供試体 RC-F-J-N と同様な増加傾向を示しており、主鉄筋が降伏に至った等価繰返し回数 1,915,200 回での鋼板ひずみは 868×10⁻⁶ である。最大等価繰返し回数 1,924,240 回で 1,181×10⁻⁶ で、両供試体ともに荷重分布鋼板は降伏していない。

6. まとめ

荷重分布型装置を設置した RC はりは、荷重分布鋼板を設けることで従来型の伸縮装置に比べて曲げ剛性が向上する。さらに、荷重は荷重分布鋼板を介してし RC はりに分布させることから従来型の荷重集中型伸縮装置を設置した RC はりに対して、たわみ・ひずみの増加が抑制され耐疲労性が大幅に向上した。また、接着剤を塗布することで伸縮装置とモルタルやコンクリートの付着力が得られることで、耐疲労性がさらに向上する結果が得られた。よって、実橋 RC の取替工事においては、接着剤を用いることを提案する。

参考文献:

- 1) 深水弘一：道路橋の伸縮装置および道路橋伸縮装置の施工法，特許第 6567920，2019.8
- 2) 日本道路協会：道路示方書・同解説 I，II，2012.3