

連続合成桁の中間支点部におけるひび割れ挙動に関する実験的検討

(その3-初期ひび割れ荷重による疲労試験体)

東京鐵骨橋梁 正會員 ○碓山 晴久 鐵道総合技術研究所 正會員 谷口 望

東京鐵骨橋梁 正會員 入部 孝夫 東京鐵骨橋梁 正會員 永崎 央輔

早稲田大学 学生員 小野沢 直 早稲田大学 フェロー 依田 照彦

1. はじめに

近年建設されている鋼鉄道橋において、経済性及び騒音低減効果の観点から、プレストレスをしない連続合成桁が多く用いられるようになってきた。現在、各種研究機関でコンクリート床版のテンションスティフニング効果を考慮した設計方法に関する実験研究がおこなわれている。本研究では、コンクリート床版を有する鋼連続合成桁橋の中間支点部をモデル化し、床版コンクリートの種類や床版と鋼桁のコネクターとなるジベル形式および繰返し荷重を受けた試験体について終局載荷試験を行い、テンションスティフニング効果の比較をおこなっている。

ここでは、繰返し荷重を受けた試験体の実験結果と検討内容を報告する。

2. 實驗概要

供試体は、鋼桁と床版のずれ止め高さ 130mm の頭付きスタッドを 150mm ピッチで 2 列配置した合成桁であり (図 2.1, 図 2.2), 主鉄筋間隔は 150mm, 鉄筋比 ρ は 2% で, コンクリート呼び強度は 27N/mm^2 とした. 供試体は同じ物を 2 体製作して, 終局載荷のみをおこなう基本ケース(CASE1)と 200 万回疲労試験後に終局載荷をおこなう疲労ケース(CASE2)とした. 疲労試験の載荷荷重は初期ひび割れ発生荷重として, 本研究の疲労試験に関する基礎データにすることを目的とした. 荷重は試験体を反転させて上方から載荷し(図 2.3), コンクリート床版に負曲げを発生させることにした. 各試験の載荷プログラムを表 2.1, 表 2.2 に示す.

3. 疲劳試験

疲労試験での荷重載荷速度は、1.5Hz～2.5Hz 程度として静的載荷計測を午前中に行えるように設定した。疲労載荷荷重は初期ひび割れ発生荷重の 200kN と小さいため、試験体には異常なく 200 万回載荷を終了し、支点位置や試験体位置のずれも発生しなかった。ひび割れは、初期載荷時に 1 本発生し、疲労載荷中に 2 本が追加発生して合計 3 本となった。ひび割れの方法は、主鉄筋方向に伸びており、1 本目のひび割れからは配力筋方向に毛細管のような長さ 1cm 程度の短いひび割れが数本発生していた。これは、終局載荷時には見られなかった現象であり、疲労載荷の特徴であると考えられる。疲労試験中の 200kN 静的載荷による試験体中央部の変位とひび割れ幅の推移を図 3.1、図 3.2 に示す。初期ひび割れ荷重による疲労載荷では、変位はほぼ同じであり、ひび割れ幅は減少傾向にある。試験体には、疲労載荷中に発生した 2 本のひび割れと初期ひび割れから伸びている毛細管のようなひび割れ以外の変状は発生していないと考えられる。

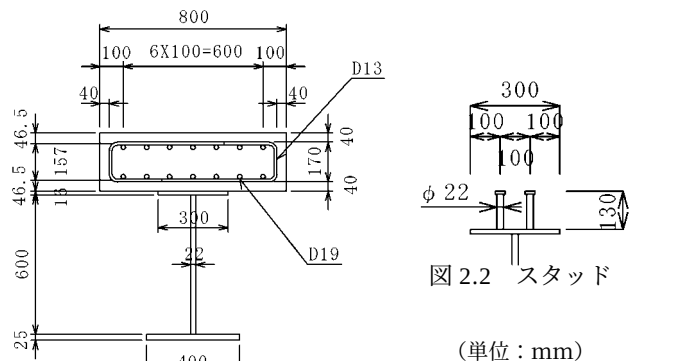


図 2.1 供試体断面

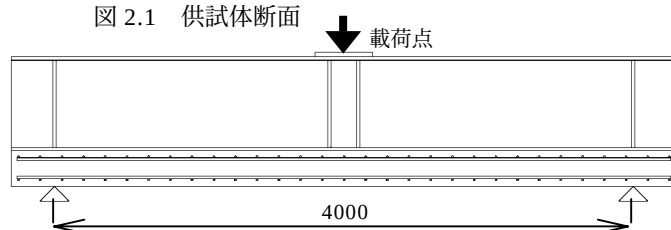


図 2.3 載荷図

表 2.1

疲労軽減プログラム	
No.	静的負荷時期
ステップ1	0万回後
ステップ2	1万回後
ステップ3	5万回後
ステップ4	10万回後
ステップ5	20万回後
ステップ6	40万回後
ステップ7	60万回後
ステップ8	80万回後
ステップ9	100万回後
ステップ10	150万回後
ステップ11	200万回後

表 2.2

終局載荷プログラム	
No.	除荷時期
ステップ1	180kN載荷後
ステップ2	380kN載荷後
ステップ3	680kN載荷後
ステップ4	終局まで

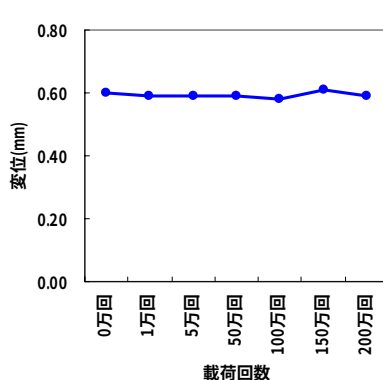


図 3.1 変位の推移

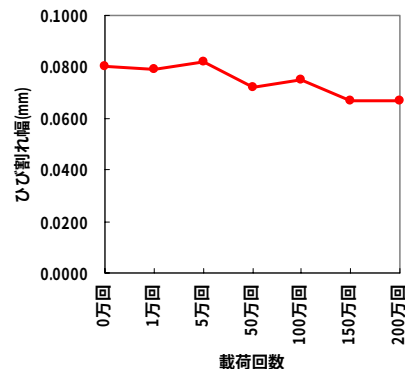


図 3.2 ひび割れ幅の推移

キーワード 連続合成桁，負曲げ，ひび割れ制御，テンションスティフニング，疲労

連絡先 〒108-0023 東京都港区芝浦 4-18-32 (株)東京鐵骨橋梁 技術開発部 技術開発課 T E L 03-3451-1144

4. 荷重-変位曲線

基本ケース(CASE1)と疲労ケース(CASE2)について、680kN 除荷までの繰り返し载荷の荷重変位曲線を図 4.1 に、終局载荷時の荷重変位曲線を図 4.2 に示す。680kN 除荷までの荷重変位を比較すると、CASE2 については疲労载荷時に発生したひび割れの影響でわずかに残留変位が大きくなっているが、終局载荷に向うにつれてCASE1とCASE2の変位は、ほぼ一致している。

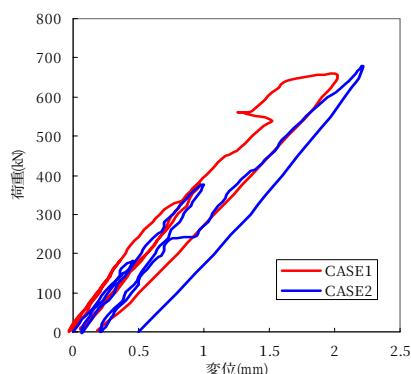


図 4.1 荷重変位曲線(繰り返し载荷時)

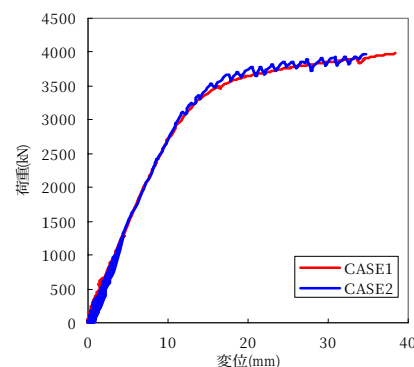


図 4.2 荷重変位曲線(終局载荷時)

5. 荷重-ひずみ曲線

図 5.1, 図 5.2 に鉄筋の荷重ひずみ曲線の理論値と実験値の比較を示す。 ϵ_{s2} は最大ひずみ, ϵ_{sm} は平均ひずみを表し、鋼桁+鉄筋は ϵ_{sm} からコンクリートの応力負担分を差し引いた場合の値である。また、各グラフの①～④は、試験体の中央部・同一断面内での測定値である。

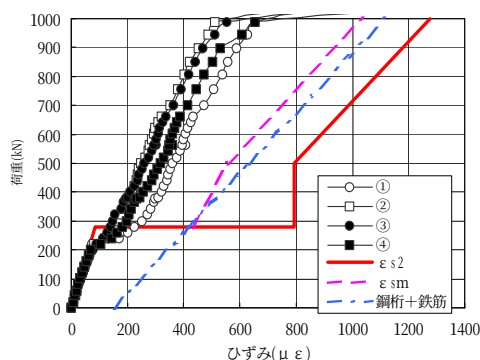


図 5.1 鉄筋の荷重ひずみ曲線(CASE1)

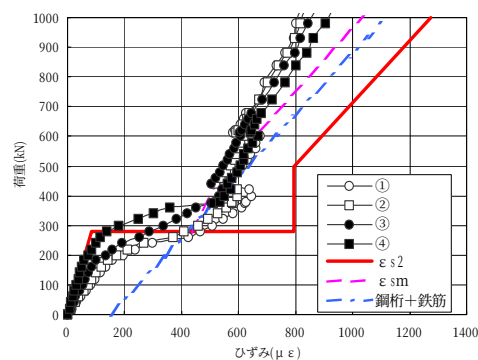


図 5.2 鉄筋の荷重ひずみ曲線(CASE2)

理論値の計算条件は、分担断面

法により鋼桁と RC 床版を分割し、RC 床版部にテンションステフニング効果を考慮した手法を適用する¹⁾。定常ひび割れ開始時の鋼桁のひずみ理論値算出には、軸力をテンションステフニング分とそれ以外に分割し、別々に曲率を求めて重ね合わせた曲率から求めた。鉄筋の荷重ひずみについては、CASE1 では、約 1000kN までひび割れは発生しなかったため弾性的な勾配を示したと考えられる。また、CASE2 では、定常ひび割れ荷重の区間では平均ひずみとはほぼ一致し、その後のひずみ量は計算値よりも小さくなった。

6. 荷重-ひび割れ幅曲線

図 6.1 と図 6.2 に荷重ひび割れ幅曲線の理論値と実験値の比較を示す。理論値は、鉄筋のひずみと平面保持の仮定とを用いて床版上面でのひずみを算出し、これに最大ひび割れ間隔²⁾を乗じたものをひび割れ幅理論値とした。両供試体を比較すると、着目位置でのひび割れ発生荷重はCASE2の方が大きくなっており、ひび割れ後の荷重では、ひび割れ幅はCASE2の方が小さくなる傾向を示している。

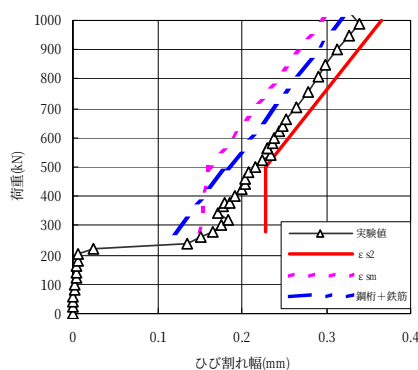


図6.1 荷重ひび割れ幅曲線(CASE1)

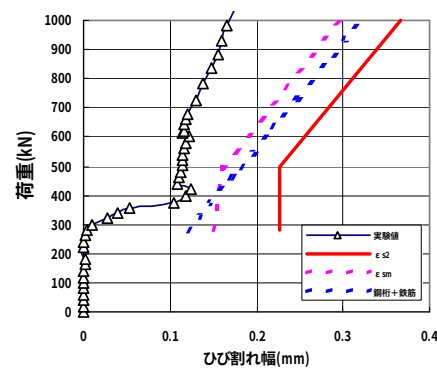


図6.2 荷重ひび割れ幅曲線(CASE2)

7. まとめ

- ・テンションステフニング効果を導入したひずみの理論値は、今回得られた実験値よりも小さい値となったが、疲労载荷による基礎データを得ることができた。
- ・初期ひび割れ発生荷重による疲労载荷では、終局耐力に及ぼす影響はほとんどないと考えられる。

謝辞

本研究は国土交通省からの委託を受けて実施した「鉄道技術基準整備のための調査研究」の一環として行われたものである。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 長井正嗣, 奥井義昭, 岩崎英治: 連続合成桁の各種ひび割れ幅算定法とその相違に関する一考察, 土木学会論文 No.710/I-60, pp.427-437, 2002.7
- 2) 土木学会: コンクリート標準示方書, 2002.