

## 連続合成桁中間支点上の合成床版疲労実験

(株) 横河ブリッジ 正会員 春日井俊博 正会員 ○水越 秀和  
正会員 村上 修司 正会員 井上 武

## 1. はじめに

孔あき鋼板リブを用いた合成床版では、これまでに床版作用に対する床版の耐荷力および疲労耐久性について、それぞれ静的載荷実験、移動輪荷重載荷実験によって確認している<sup>1)</sup>。また、主桁作用による負曲げモーメントで床版が引張力を受ける連続合成桁の中間支点上への適用性についても静的載荷実験で検討し、ひび割れ性状に問題のないことを確認している<sup>2)</sup>。しかし、主桁作用と床版作用の重ね合わせ応力状態での検討はなされていない。本実験の目的は、連続合成桁の中間支点上付近における合成床版の主桁作用と床版作用との重ね合わせ応力状態を模型実験で再現し、連続合成桁における合成床版の疲労耐久性を明らかにすることである。

## 2. 実験概要

図-1に供試体の概要を示す。供試体は合成床版と鋼2主I桁の合成桁で、同一構造の2体である。床版厚164.5mmは移動輪荷重載荷試験機的能力および床版の製作性を考慮して決定した。床版がひび割れた状態の合成桁の中立軸位置は、上段配力鉄筋から下フランジ下面までの距離の1/2程度となるようにした。床版コンクリートの配合を表-1に示す。コンクリートの設計基準強度は30N/mm<sup>2</sup>である。図-2に載荷方法を示す。主桁作用の負曲げモーメントは、供試体の橋軸方向両端の支点を固定し、支間中央を2台の油圧ジャッキで押し上げることで導入した。油圧ジャッキ2台の荷重の合計を負曲げ荷重Pとする。床版作用の輪荷重Wは、床版支間中央に1輪荷重を移動載荷する。

表-2に静的載荷荷重を示す。表中の初期載荷におけるひび割れ発生荷重は、負曲げ荷重により発生したひび割れが目視により確認できた荷重である。その他の負曲げ荷重は、載荷位置直上の主桁上にある橋軸方向上段配力鉄筋の発生応力度（ひずみを計測）の大きさを3種類に区分した。L荷重相当は、実橋の計算例を参考にして後死荷重と活荷重による応力度が78N/mm<sup>2</sup>（抵抗断面は鋼桁+鉄筋）となる荷重である。許容応力度相当とは、上段配力鉄筋の最大応力度が140N/mm<sup>2</sup>となる荷重であり、鉄筋応力度の平均値は120N/mm<sup>2</sup>である。最大荷重は、GS-bのみで採用した荷重で、複数の鉄筋応力度が140N/mm<sup>2</sup>以上となる荷重である。初期載荷で計測された最大応力度は146N/mm<sup>2</sup>であった。輪荷重の大きさは設計荷重157kN [=100×1.3(衝撃係数)×1.2(割増し係数)]と設計荷重の25%増の荷重196kN [=1.25×157]とした。

図-3に輪荷重の載荷ステップを示す。負曲げ荷重は、L荷重相当（800kN）の6割<sup>3)</sup>の荷重P=500kNを保持した状態で移動輪荷重載荷を行った。図中のプロット位置の走行回数（N万回）で静的載荷を実施した。移動輪荷重載荷は後述する水張り試験以外は乾燥状態でを行った。

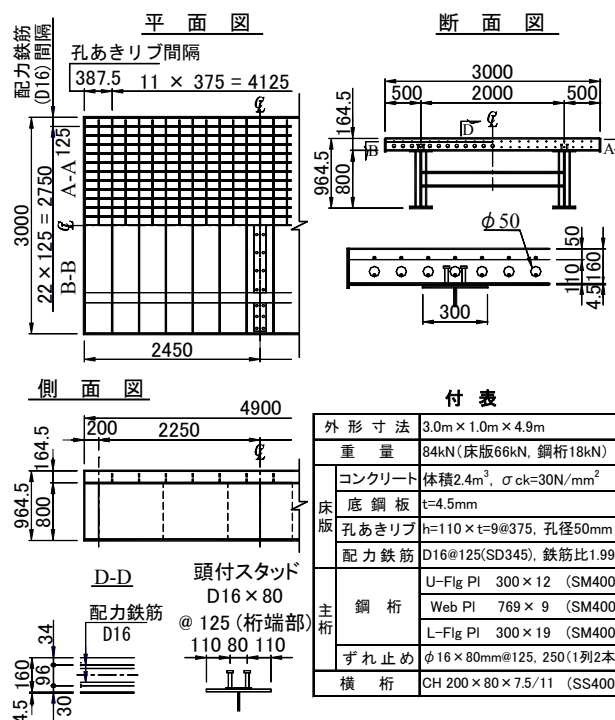


図-1 供試体概要

表-1 配合

| 供試体名称 | 水セメント比 [%] | 細骨材率 [%] | 空気量 [%] | スランプ [cm] | 単位量 [kgf/m <sup>3</sup> ] |        |     |      |       |
|-------|------------|----------|---------|-----------|---------------------------|--------|-----|------|-------|
|       |            |          |         |           | 水                         | セメント※1 | 細骨材 | 粗骨材  | 混和剤※2 |
| GS-b  | 47.6       | 42.4     | 4.5     | 8.0       | 163                       | 342    | 751 | 1061 | 0.855 |
| GS-b2 | 47.6       | 42.4     | 4.5     | 8.0       | 164                       | 345    | 749 | 1058 | 0.863 |

※1セメント重量には膨張材30kgを含む

※2混和剤はAE減水剤(標準型)を使用

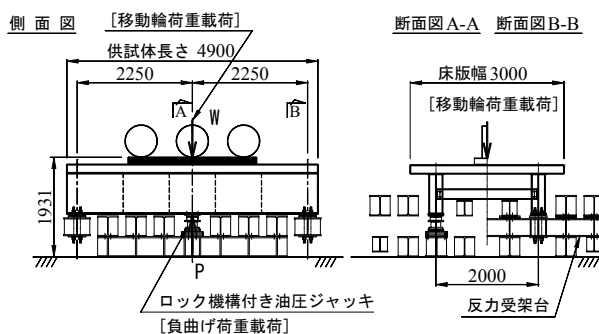


図-2 載荷方法

keywords: 合成床版, 連続合成桁, 鉄筋ひずみ, 疲労実験, 防水層

連絡先: 〒273-0026 千葉県船橋市山野町27番地 TEL 047-435-6161 FAX 047-435-6160

### 3. 実験結果

図－4に静的載荷に対する床版変位を示す。荷重の組合せは、 $P=0\text{kN}$ 、 $W=157\text{kN}$ （ $N=0$ では $W=98\text{kN}$ ）である。初期載荷  $N=0$  および  $N=10$  の時点で2体の供試体に変位差が確認された。これは  $N=0$  の負曲げ荷重載荷による床版損傷度の差が床版剛性の差として表れたものと考えられる。GS-bは、 $N=100\sim 150$ で変位の増加があり、輪荷重により床版の損傷が進展したことがわかる。これに対し、GS-b2は $W=157\text{kN}$  載荷中の  $N=10\sim 200$  と  $W=196\text{kN}$  載荷中の  $N=210\sim 360$  で変位はほとんど変化しておらず、輪荷重による損傷の進展がないことがわかる。

図－5に静的載荷に対する底鋼板と孔あきリブの橋軸直角方向ひずみを示す。荷重の組合せは、 $P=0\text{kN}$ 、 $W=157\text{kN}$ （ $N=0$ では $W=98\text{kN}$ ）である。GS-bは走行回数の増加に伴い中立軸位置が下降し輪荷重により損傷が進展していることがわかる。GS-b2は走行回数増加に伴うひずみの顕著な変化はなく、前述したように剛性の低下もないことから、移動輪荷重の360万回走行後も走行前とほとんど変わらない耐力を有していることが確認された。GS-b2は、 $N=210$ 以降で輪荷重を  $N=200$  以前の  $157\text{kN}$  から GS-b の荷重と同じ  $196\text{kN}$  に増大させたが、輪荷重を変化させた前後で比較しても床版たわみ、ひずみ分布とも大きな変化はなかった。

### 4. 防水層の効果

水張り試験は、床版上面が常時滞水状態となるようにして移動輪荷重を載荷した。防水層の有無と荷重は、GS-bが防水層なしで  $P=500\text{kN}$ 、 $W=196\text{kN}$ 、GS-b2はウレタン系防水層を施工し、 $P=500\text{kN}$ 、 $W=99\text{kN}$  である。GS-bの試験結果は床版に発生しているひび割れより水が浸入し輪荷重の走行直下においては床版コンクリートの砂利化が進行し、最終的に  $N=155$  で押しぬきせん断破壊した。GS-b2の試験結果は前述の通り床版変位およびひずみに顕著な変動は確認されなかった（ $N=200$  から  $N=210$  の変化）。また、水張り試験後の輪荷重載荷位置における防水層の状態は、有害と判断されるブリスタリングはなく健全で、防水層の耐久性が確保されていることがわかった。今回使用した防水層は水の浸入による床版の劣化抑制に有効であると考えられる。

### 5. まとめ

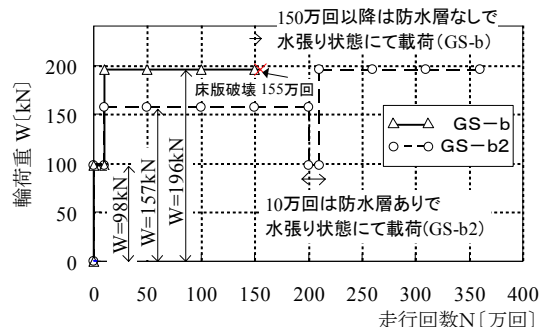
今回の実験により得られた結果は以下の通りである。

(1)負曲げ荷重は、その大きさによって床版の損傷度を変化させ、床版剛性と疲労耐久性に影響を与える。(2)主桁作用による引張力がL荷重相当の6割で、移動輪荷重の大きさが設計荷重の25%増(196kN)の応力状態では、孔あき鋼板リブを用いた合成床版は150万回の疲労耐久性がある。(3)雨水等、水の浸入による床版の劣化は、適切な防水層を施工することにより防止することができる。

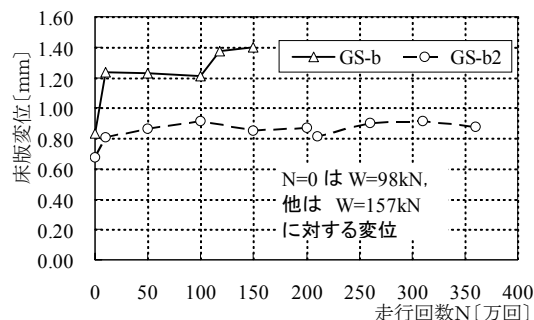
**参考文献：**1)高田ら：帯鋼ジベルを用いた鋼・コンクリート合成床版の研究開発と適用について，第4回復合構造の活用に関するシンポジウム講演論文集，1999.11，2)木水ら：連続合成桁における合成床版のひび割れ性状に関する実験，構造工学論文集 Vol.48A，2002.3，3)紫桃ら：実物大モデルを用いた鋼連続合成桁橋中間支点部のPC床版疲労実験，構造工学論文集 Vol.46A，2000.3

表－2 静的載荷荷重

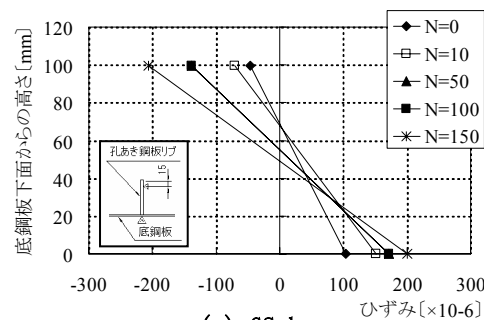
| 走行回数N<br>〔万回〕 | 載荷名称      | 供試体名    |         |
|---------------|-----------|---------|---------|
|               |           | GS-b    | GS-b2   |
| 0<br>(初期載荷)   | ひび割れ発生    | P       | 440 kN  |
|               | L荷重相当     | P       | 790 kN  |
|               | 許容応力度相当   | P       | 1170 kN |
|               | 最大荷重      | P       | 1400 kN |
| 10,50         | P (W=0kN) | 1400 kN | 800 kN  |
| 100,150       | W (P=0kN) | 196 kN  | 157 kN  |
| 200           | P (W=0kN) | — kN    | 800 kN  |
|               | W (P=0kN) | — kN    | 157 kN  |
| 210,260       | P (W=0kN) | — kN    | 800 kN  |
| 310           | W (P=0kN) | — kN    | 196 kN  |



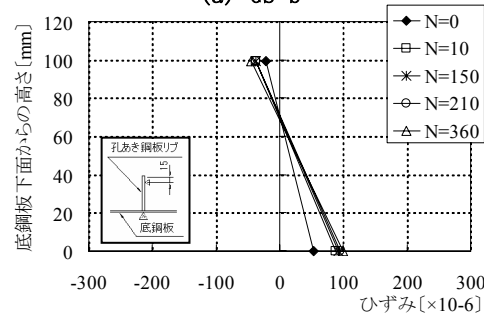
図－3 載荷ステップ



図－4 床版変位(残留変位は含まず)



(a) GS-b



(b) GS-b2

図－5 ひずみ分布