

H形鋼ジベルを用いた鋼板・コンクリート合成床版の輪荷重走行試験

新日本製鉄 正会員 ○森 忠彦
大阪大学大学院 フェロー 松井繁之

新日本製鉄 正会員 藤井康盛
大阪大学大学院 正会員 大西弘志

1. 緒言 近年、鋼少数主桁橋の普及に伴い、耐久性に優れた長支間対応型の床版が不可欠となってきた。様々な現場条件での施工性や建設コストの縮減と耐久性向上の要請に応える新形式床版として、型枠支保工兼用の底鋼板を構造本体利用化した合成床版の開発が活発に進められており、その疲労耐久性についても実験的検証を中心に多くの研究がなされている¹⁾。著者らは、疲労耐久性、経済性により優れる床版として、ウェブに開口を有する形鋼(H形鋼、I形鋼)と底鋼板を一体化した鋼製パネルに現場で上配筋を設置し、コンクリートを充填することにより合成構造として機能する合成床版に着目した(図1)。鋼とコンクリートとを合成させる目的で用いる孔明き鋼板ジベルは、通常、コンクリート割裂および割裂後の耐荷力保持のため孔の直交方向に配筋する。本合成床版では、下側の孔については底鋼板が、上側の孔については形鋼上フランジと上配筋がこの役割を果たすと考え下配筋を省略する構造を採用した。

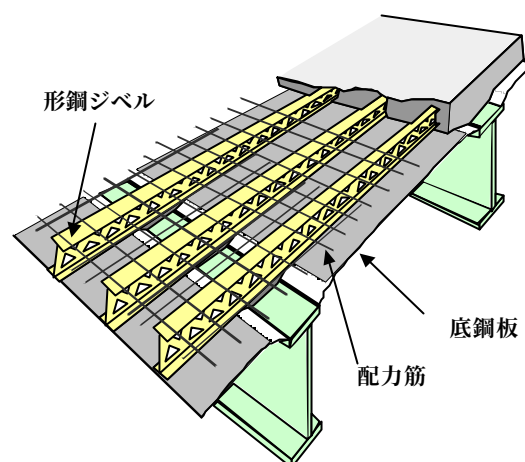


図1 合成床版概要

本合成床版に対して、疲労耐久性確認を目的として輪荷重走行試験を実施したので以下に報告する。

2. 試験概要 輪荷重走行試験は大阪大学所有の輪荷重走行試験機(図2)を用いて実施した。本試験は疲労損傷が予想される形鋼ジベルと底鋼板との隅肉溶接部、形鋼ジベルとコンクリートとのずれ止め性能を着眼点として実施した。試験体の形状寸法は図3に示すように、幅2.5m、長さ3.0m、床版支間2.2m、コンクリート版厚200mm(設計基準強度 $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$)、底鋼板厚6.0mm、H形鋼高さ150mmである。H形鋼と底鋼板とは隅肉溶接で接合する。H形鋼ウェブにはコンクリートとの合成効果向上を目的として、上下2段に $\phi 45$ の開口を125mmピッチで千鳥に設けた。また、片側4本のH形鋼上フランジに珪砂を塗布することにより、コンクリートとの付着特性向上の効果を検証した。なお、コンクリートは早強コンクリートを使用した。材料試験の結果は3週強度で 31N/mm^2 程度の値であった。試験体の支持条件は、橋軸方向2辺単純支持、橋軸直角方向2辺弾性支持である。載荷方法は、図3に示す通り $147\text{kN} \times 35$ 万回往復→ $176\text{kN} \times 15$ 万回往復→ $206\text{kN} \times 20$ 万回往復の合計70万回往復とした。

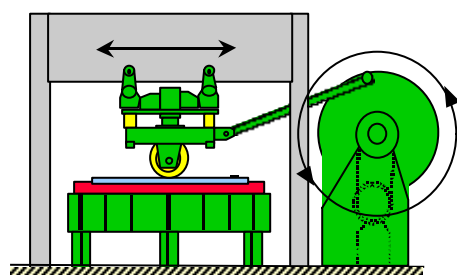


図2 輪荷重走行試験機

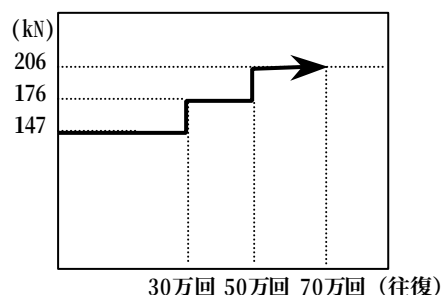


図4 載荷方法

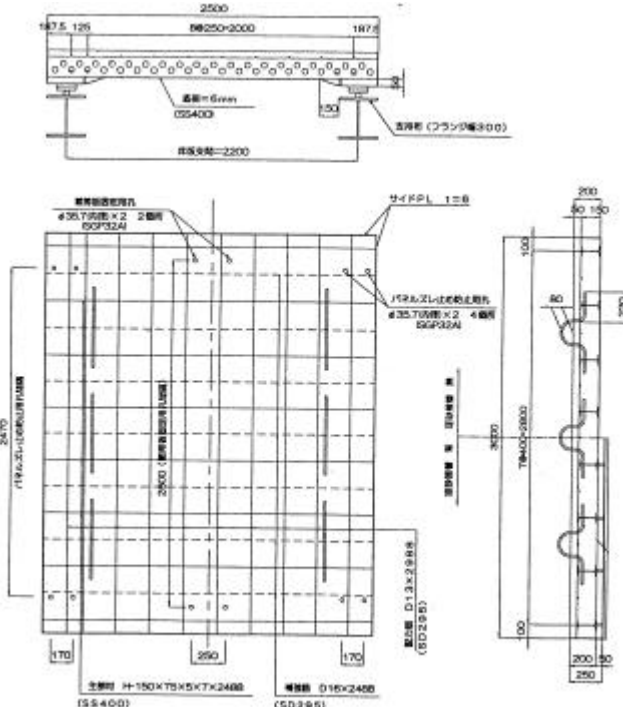


図3 試験体 (単位:mm)

キーワード：合成床版、形鋼、輪荷重走行試験、疲労耐久性

連絡先：〒100-8071 東京都千代田区大手町2-6-3 TEL:03-3275-7962 FAX:03-3275-5636

3. 試験結果 図5に床版中央の総たわみ、残留たわみ、活荷重たわみの推移を示す。載荷荷重の増大に伴い活荷重たわみはほぼ比例した値で階段状に推移しており、載荷が進んでも大きな変動はなく安定していることが分かる。残留たわみは漸増傾向にあるものの70万回往復載荷終了時点においても床版支間の1/2000以下の小さい値である。

図6に橋軸方向の鉛直たわみ(総たわみ)の分布を解析値と合わせて示した。実験値のたわみ分布では載荷が進んでも局所的な増大は認められず、健全な状態が維持されていると推定できる。本試験体では、ずれ性能向上を図るため片側4本(図6右側)のH形鋼上フランジのみに珪砂を塗布したが、珪砂の有無によるたわみ分布の差異は特に認められない。実験値と解析値とを比較すると、鉛直たわみは載荷初期には全断面有効と仮定した場合の分布に近いが、載荷回数が増加するにつれ引張側コンクリートを無視した場合の挙動に近づくことが分かる。ただし、図中の解析値は材質、寸法の公称値を用いており、実験値の最大たわみを正確には捉えていない。また、橋軸直角方向2辺は弾性支持されているがその状態も捉え切れていない。今後、解析パラメータと実状の値との整合を図り、解析精度向上を進める計画である。

図7、図8に床版中央(形鋼間隔)および隅肉溶接部裏側の底鋼板の活荷重ひずみの推移を示した。図7より床版中央には、147kN 載荷時で橋軸直角方向には75 μ のひずみが発生しているのに対して、橋軸方向には約70%の53 μ のひずみが発生している。底鋼板が荷重分散に有効に機能しているため、橋軸方向にも力が伝達されていると考えられる。いずれの方向の値も70万回往復終了時点でも応力換算で20MPa程度の小さな値であり、鋼製パネルとコンクリートとはずれ止めにより十分に一体化が図られていると推定される。図8に示す溶接部裏側では、橋軸方向に対する橋軸直角方向の発生ひずみの割合が大きく、床版中央と比較して異方性が発現している。これはH形鋼が近傍にあるため橋軸直角方向の剛性が部分的に大きくなっていることによると考えられる。両方向とも載荷が進行しても発生ひずみの変動は小さく、70万回往復後の発生ひずみは橋軸直角方向で160 μ (応力値32MPa)、橋軸方向で95 μ (応力値19Ma)程度で疲労損傷には至らないレベルである。

なお、本試験では床版上面橋軸直角方向にひび割れが発生したが、それは珪砂塗布側の中央部のH形鋼に沿った位置であった。珪砂を塗布していない側は全く健全な状態を維持していた。本試験からはH形鋼上フランジの珪砂塗布の床版の疲労耐久性向上に対する明確な寄与は認められなかった。

4. 結言 形鋼ジベル、底鋼板、コンクリートとで構成される合成床版に着目して、最大206kNの載荷を含む合計70万回往復の輪荷重走行試験を実施した。その結果、載荷終了後も床版のたわみ、底鋼板のひずみには急激な変化が認められず、孔にずれ止め補強用の下配力筋を通さなくとも合成化が図られ、疲労耐久性の低下にはつながらないことが分かった。今後、試験体の解体調査を実施するとともに、数値解析との整合性についても更に検討を進めたい。

【参考文献】1)阿部,久保,高木,竹内:各種合成床版の構造と適用例,第一回鋼橋床版シンポジウム講演論文集,1998.11.

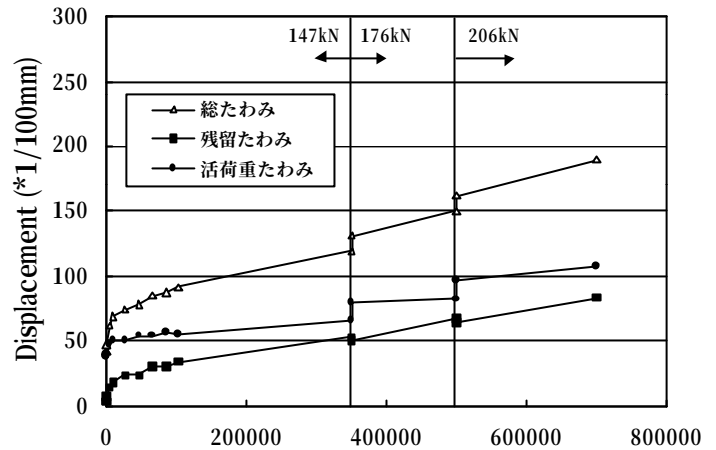


図5 鉛直たわみの推移 (床版中央) 往復

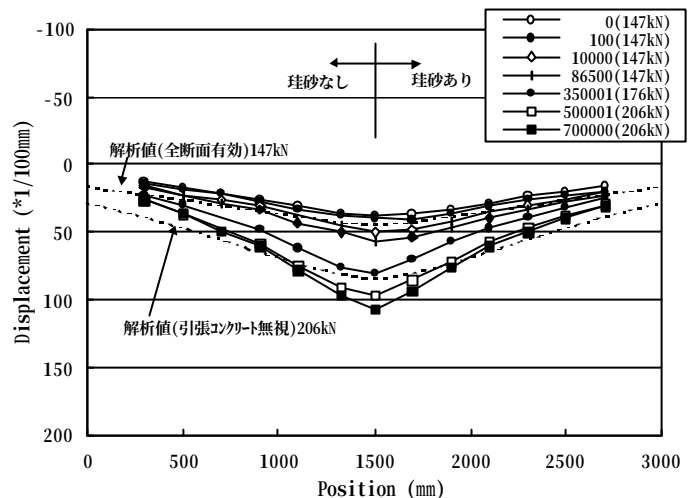


図6 鉛直たわみ分布 (橋軸方向)

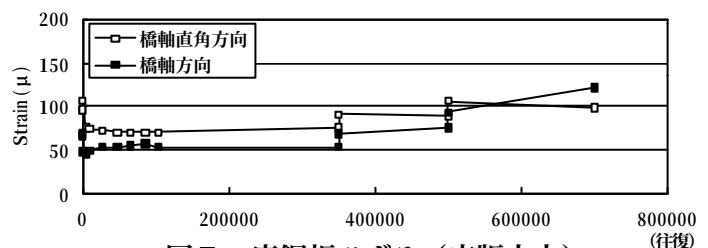


図7 底鋼板ひずみ (床版中央)

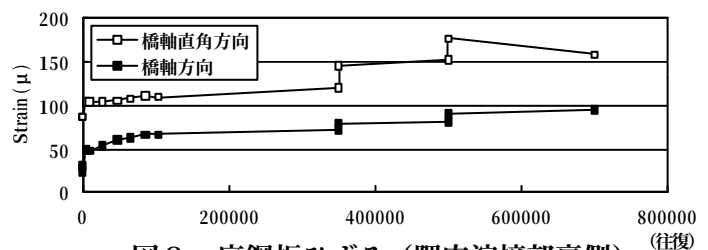


図8 底鋼板ひずみ (隅肉溶接部裏側)