

コンクリート合成鋼床版の疲労耐久性評価

三井造船(株) 正会員 ○内田大介 三井造船(株) 正会員 浅野浩一
三井造船(株) 正会員 小林 潔 大阪工業大学 フェロー 松井繁之

1. はじめに

昨今、都市部の重交通路線では鋼橋の疲労問題が顕在化しており、数多くの橋梁で補修・補強が行なわれている。今後新設される橋梁については、疲労耐久性の高い形式が望ましいと考えられる中、著者らはデッキプレート上面に PBL を兼ねた縦リブを配置し、鉄筋コンクリートと合成させたコンクリート合成鋼床版桁橋を開発した¹⁾。ここでは、コンクリート合成鋼床版のモデル試験体を対象とした輪荷重走行試験と定点疲労試験による疲労耐久性評価の結果を報告する。

2. 試験体

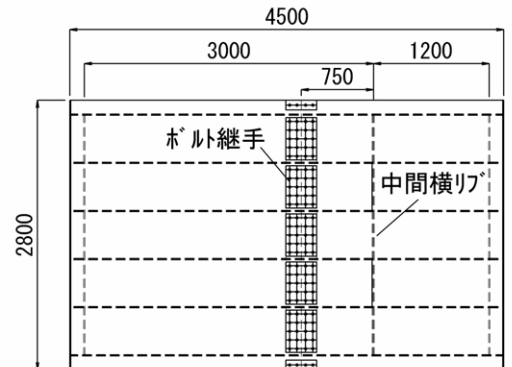
図-1. に疲労試験体を示す。2,800×4,500×972mm のモデル試験体で、縦リブ支間 3,000mm とする位置に中間横リブを有している。縦リブ間隔は 500mm とし、試験体①は縦リブ間隔中心を輪が通過する場合、試験体②は縦リブ直上を輪が通過する場合を模擬できるように縦リブを配置している。

3. 疲労試験

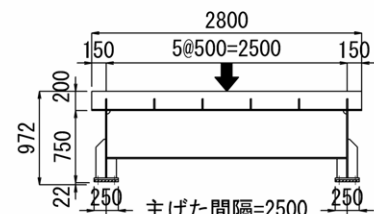
輪荷重走行試験は床版コンクリート部の疲労耐久性を確認することを目的とし、試験体①と②を試験体長手方向に並べ、自走式輪荷重走行装置を用いて大型トラックのダブルタイヤあるいは航空機などに使用されるジャンボタイヤを走行させた。続いて実施した定点疲労試験は床版コンクリート部に実橋の輪重から想定される以上の疲労被害を与えることと、鋼部材の疲労耐久性を確認することを目的として、縦リブ支間(3,000mm)中央断面の中央で 200×500×20mm の載荷鋼板を介して載荷を行なった。表-1. に疲労試験条件を示す。表中には疲労試験荷重と実橋の対応として、疲労設計曲線の傾きを表す係数 m を 3 (鋼部材)、10 (コンクリート部) とし、文献 2) にある一般的な国道で大型車両の台数が比較的多い路線の代表荷重(日大型車交通量 9000 台/日/車線、日交通量 30,000 台/日/車線、大型車混入率 30%相当)に対応する年数も示している。載荷面積を無視して、輪重のみを考慮するという仮定はあるが、疲労耐久性を評価するには十分な試験条件であったと考えられる。

4. 疲労試験結果

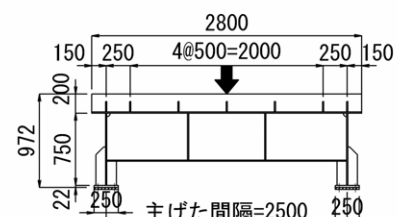
図-2. に疲労試験中に実施した静的載荷試験による縦リブ支間(3,000mm)中央断面の中央における床版のたわみの推移を示す。異なる荷重条件での値を比較するため、図の縦軸は 100kN



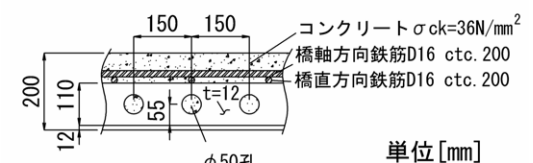
平面図(試験体①)



試験体①断面図



試験体②断面図



PBL詳細図

図-1. 試験体

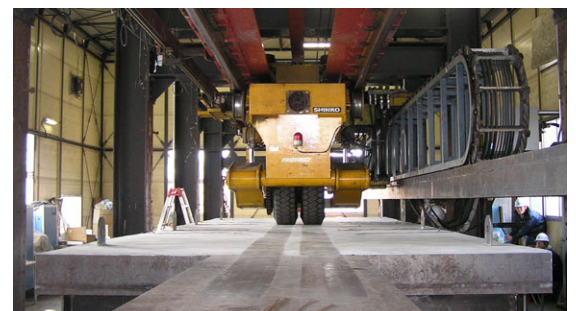


写真-1. 輪荷重走行試験状況(ダブルタイヤ)

キーワード 新形式橋梁, コンクリート合成構造, 輪荷重走行試験, 疲労耐久性

連絡先 〒103-0027 東京都中央区日本橋1丁目3番16号 三井造船(株)鉄構・物流事業本部 企画管理部 TEL 03-5202-3901

換算した値としている. 本来は載荷面積の違いやコンクリート強度の経時的な増加も考える必要があるが, この図からも繰り返し荷重を受けることによる, たわみの増加が確認できると考えられる.

図-3. は疲労被害の状態を推測するために実施した幾何的非線形性とコンクリートの材料非線形性²⁾を考慮した3次元FEM解析より得られた, 各試験体の縦リブ支間(3,000mm)中央断面の鉛直変位分布と前述の静的載荷試験結果の比較である. 解析にはABAQUS ver. 6.7.5を用い, 輪荷重走行試験開始前(初期)の100kNのダブルタイヤ載荷と定点疲労試験終了後(最終)の400kNの定点載荷を対象とした. 前者は鋼とコンクリートが剛結している状態, 後者は鋼とコンクリートが剛結している状態に加え, 試験体幅方向中央の±1000mm区間で鋼とコンクリートの間に接触要素(初期隙間0.0, 摩擦係数0.6)を挿入し, 鋼とコンクリートの付着切れを考慮した状態の解析を行なった. コンクリートの物性値は初期状態では円柱供試体の圧縮試験結果($\sigma_c=46.4\text{N/mm}^2$, $\nu=0.21$), 最終状態ではコア抜き試験体の圧縮試験結果(試験体①: $\sigma_c=59.1\text{N/mm}^2$, 試験体②: $\sigma_c=62.9\text{N/mm}^2$)を反映している. **図-3.** をみると, 最終状態の実測値は剛結モデルよりも付着切れモデルの解析結果に近い. よって, 疲労被害を受けることによるたわみの増加は, 鋼とコンクリートの付着切れの有無の差程度で生じたものと推測出来, 設計時に想定している床版の性能を低下させるような劣化ではないと考えられる.

さらに, 定点疲労試験終了後に試験体を切断し, 床版内部の状況を確認した. 確認可能な限りでは, 鋼部材の疲労損傷はなく, PBL部やコンクリート部にも有害な損傷は確認されなかった. 載荷荷重の大きさを考えると, 床版コンクリート断面の引張領域ではひび割れが発生していたと推測される. しかし, 床版の構造がせん断力やねじりモーメントによる応力の交番が生じにくいものであったため, すり磨きによるひび割れ幅の増大が起らず, 目視できるような幅にならなかったと考えられる.

以上の結果より, コンクリート合成鋼床版は床版として, 十分な疲労耐久性を有していると評価できる.

参考文献

1) 曾我明ら, コンクリート合成鋼床版桁橋の開発, 土木学会第64回年次学術講演会, 2009. 9.
2) 国土技術政策総合研究所資料 共同研究報告書, No. 472, 道路橋床版の疲労耐久性に関する研究, 2008. 8.

表-1. 疲労試験条件

載荷荷重			実橋対応年数	
形式	大きさ	回数($\times 10^4$)	m=3	m=10
ダブル	100kN	1	3.7	537
ジャンボ	120kN	1		
ジャンボ	195kN	10		
ジャンボ	230kN	20		
ダブル	100kN	1	88	388644
定点	300kN	100		
定点	400kN	100		

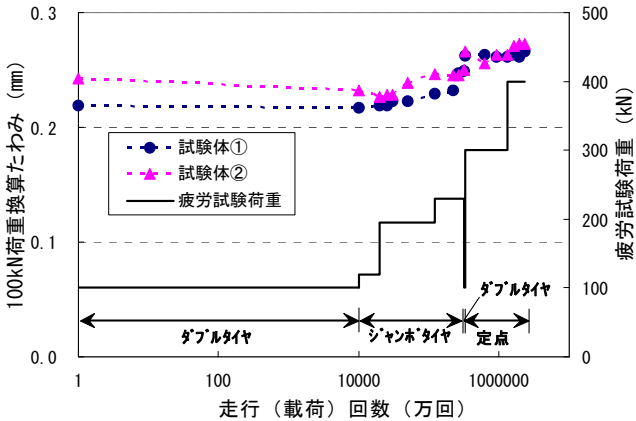
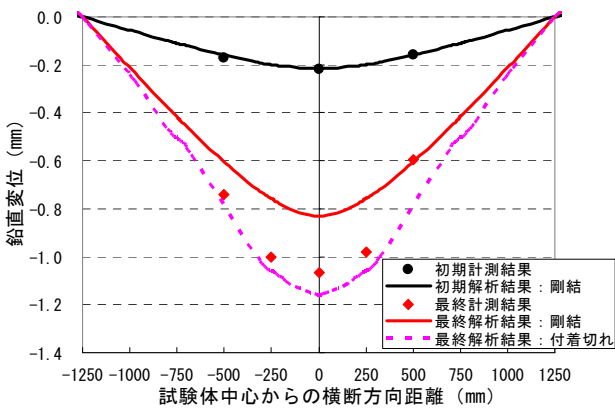
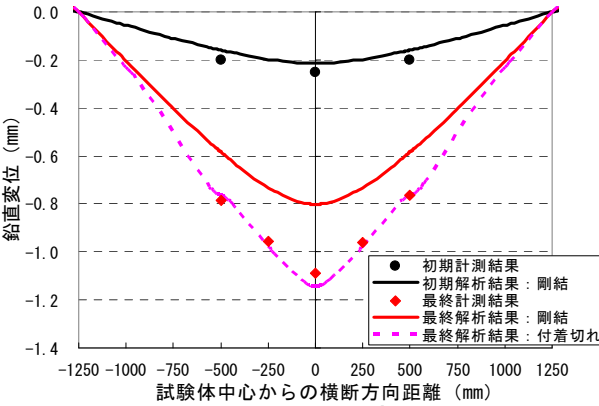


図-2. 縦リブ支間中央たわみの推移



(a) 試験体①



(b) 試験体②

図-3. 実測鉛直変位と解析結果の比較