

鋼床版橋梁の調査手法の立案に向けた実橋調査と応力測定

(社) 日本橋梁建設協会 正会員 ○川畑篤敬 正会員 井口 進
 正会員 内田大介 正会員 松下裕明
 国土交通省 国土技術政策総合研究所 正会員 玉越隆史 正会員 石尾真理

1. はじめに

(社) 日本橋梁建設協会および国土交通省・国土技術政策総合研究所では、鋼床版橋梁の疲労損傷の発生原因のメカニズム解明と点検・調査要領の確立を目的とした共同研究を行ってきた。その一環として、実際の鋼床版橋梁の置かれている現状や疲労損傷の有無、橋梁本体の健全性を確認するために、平成16年度より全国40橋以上の鋼床版橋梁の現地調査を行ってきた¹⁾。調査は、その内容から表-1に示す4ステップで構成されている。具体的には、調査橋梁の選定を目的とした机上調査、現地での交通実態や舗装の損傷などの調査を目的とした簡易調査、鋼床版の疲労損傷の有無や橋梁本体の健全性の確認を目的とした桁内調査、そして損傷要因の究明を目的とした詳細調査である。

このうち、平成17年度は、主に桁内調査において疲労損傷が確認された橋梁を中心に、その発生要因を知ることを目的に、詳細調査に位置づけた鋼床版の応力測定を数橋で実施した。本報は、このうち、応力頻度測定結果を考察することで、鋼床版の疲労損傷の発生した鋼床版橋梁の実発生応力を考察したものである。

表-1 共同研究における鋼床版調査ステップ

ステップ	目的と内容		方法	
机上調査	調査橋梁の選定	橋梁図面の収集と分析 交通センサ等のデータ分析	----	----
簡易調査	現地情報の収集 損傷度合の予測	現地調査 (交通実態、舗装の劣化など)	目視、体感、計数	主に橋面からの目視調査
桁内調査	損傷調査	桁内部調査を含む本格調査	目視、 非破壊検査	鋼床版裏面、箱桁内部からの調査、足場からの調査
詳細調査	損傷調査 損傷要因調査	桁内部調査を含む本格調査	非破壊検査、 応力頻度測定	鋼床版裏面、箱桁内部からの調査、足場からの調査

2. 調査対象橋梁の概要

応力測定を含む詳細調査を行ったのは、主に国土交通省管轄の表-2に示すA～E橋の5橋である。いずれも、湾岸工業地域の産業道路や都市間の連絡道路となっており、大型車交通量や混入率が大きく、既報¹⁾においても、重点的な調査対象として取り上げた鋼床版橋梁である。このうち、A橋およびB橋は、閉断面縦リブとデッキプレート溶接ルート部においてデッキプレート貫通型クラックが、E橋では溶接ビード側に進展するクラックが確認されている。D橋は、輪荷重位置と主桁ウェブ位置が一致しており、垂直補剛材上端部や縦リブの現場突き合わせ溶接部で疲労損傷が確認されている。いずれも、デッキプレートの板厚が12mm、縦リブの板厚が8mmであり、供用後20年以上が経過している。C橋については、縦リブの板厚が6mmの鋼床版として調査対象としたが、今のところ疲労損傷は確認されていない。

表-2 詳細調査を実施した橋梁の概要

橋梁名	完成年	デッキプレート厚 (mm)	縦リブ厚 (mm)	路線の特徴	舗装の劣化	確認されている疲労損傷
A橋	1978	12	8	湾岸工業地域の産業道路	劣化大、亀甲状のひび割れあり	縦リブとデッキプレート溶接部
B橋	1980	12	8	湾岸工業地域の産業道路	ひび割れ多数あり	縦リブとデッキプレート溶接部
C橋	1993	12	6	都市間の連絡道路	主桁ウェブ上のき裂あり	未確認
D橋	1983	12	8	都市間の連絡道路	ひび割れあり	垂直補剛材上端部、縦リブ突き合わせ溶接部
E橋	1984	12	8	湾岸工業地域の産業道路	主に主桁ウェブ上のき裂あり	縦リブとデッキプレート溶接部

3. 応力計測の概要

詳細調査における応力測定は、実橋における鋼床版の発生応力を把握することに加えて、C橋を除く4橋については、確認されている疲労損傷部位の発生応力を把握し、損傷発生を要因を検討する際の資料を得ることを目的として実施し

Keyword: 鋼床版, 疲労損傷, 現地調査, 応力測定

連絡先: (社) 日本橋梁建設協会 鋼床版検討特別委員会 〒104-0061 東京都中央区銀座2丁目2番18号 Tel: 03-3561-5225 Fax: 03-3561-5235

た。したがって、応力測定に着目部は、縦リブとデッキプレートの溶接部、垂直補剛材上端部、縦リブ下フランジなどとした。本報告では、主に縦リブとデッキプレートの溶接部に着目して報告する。

応力測定は、軸重が既知な荷重車による動的載荷試験と平日 72 時間（または 24 時間）の応力頻度測定から構成される。荷重車載荷試験は、走行位置や走行速度をパラメータに複数のケースで載荷を行い、各パラメータの影響を確認した。また、舗装の温度が考慮できるよう、あわせて温度計測も行った。各橋梁とも異なる構造諸元となっているが、縦リブとデッキプレート溶接部近傍の応力に大きく関係するものとして、縦リブの板厚のみ考慮した。

応力測定の位置は、原則として図-1 に示す縦リブ支間中央断面の縦リブとデッキプレート溶接部近傍位置とした。これは、一連の研究において応力計測の基本位置として定めているものである。この計測位置は、別途実施している鋼床版模型による移動輪荷重試験²⁾においても採用しており、両者を関連付けられるよう配慮している。また、縦リブ溶接部に疲労損傷が確認されている橋梁については、計測位置が同一溶接延長上となるようにした。

縦リブとデッキプレート溶接部の近傍の応力は、原則として止端から 5mm 位置の応力で評価し、縦リブ下フランジの応力は、縦リブの荷重分配効果や、舗装剛性の評価などに用いる。舗装温度は、熱電対で計測するデッキプレート下面の温度で評価する。なお、頻度計測データの取得は、レインフロー法によるものとする。

4. 応力頻度測定結果

紙面の都合上、表-1 の E 橋を除く 4 橋の応力頻度測定結果について考察する。表-3 は、縦リブとデッキプレート溶接部のデッキプレート側（止端から 5mm 位置）の応力頻度測定結果を整理したものである。

同一時期に計測した A 橋と D 橋を比較すると、着目部において損傷の確認された A 橋の応力状態が非常に厳しいことが判る。高温時に計測した B 橋では、着目部の最大発生応力度が 170 N/mm² を超えており、交通荷重実態がさらに厳しいことが伺える。等価応力度（打ち切り限界考慮せず）でみると、舗装の合成効果が期待できる低温時にも関わらず A 橋は B 橋と同じ高い水準であったが、A 橋の橋面舗装が激しく劣化していることが確認されており、これが関係していると考えられた。このように、縦リブとデッキプレート溶接部に疲労損傷が確認されている鋼床版では、溶接部近傍の発生応力度が非常に高い状態にあり、デッキプレート下面の等価応力度で 30 N/mm² 以上となっていることが判る。

次に、表-2 に示した各橋梁とこれまで本研究で調査対象とした橋梁について、大型車交通量（平成 11 年度交通センサスデータより）と供用年数との関係を整理したものを図-2 に示す。A 橋、B 橋、D 橋、E 橋を含め、疲労損傷が確認された橋梁のほとんどが、図中に示した大型車の累積交通台数の一定曲線②（累積台数 2.5 × 10⁷ 台）以上の領域に位置していることが判る。累積交通台数の大きさがそのまま疲労損傷の発生とは結びつかないが、この曲線が桁内調査の優先度を判断する重要な指標の一つになると言える。今後は、得られた結果をさらに分析し、鋼床版の調査手法の立案に向けた基礎資料を得たいと考えている。

表-3 応力頻度測定結果					
橋梁名	デッキプレート下面 (N/mm ²)			総カウント数 (回)	応力計測時期
	等価 応力度	上位5% 応力度	最大 応力度		
A橋	33.3	57.6	115.0	19,573	3月（外気温2.9℃～15.8℃）
B橋	34.6	55.5	170.4	79,513	8月（外気温26.0℃～34.0℃） （デッキ下面 最高47.5℃）
C橋	7.4	3.9	35.5	19,993	10月 （デッキ下面 4.0℃～26.3℃）
D橋	10.6	16.1	32.0	10,929	3月 （デッキ下面 4.4℃～25.4℃）

※A橋のみ24時間頻度計測。総カウント数は24時間分

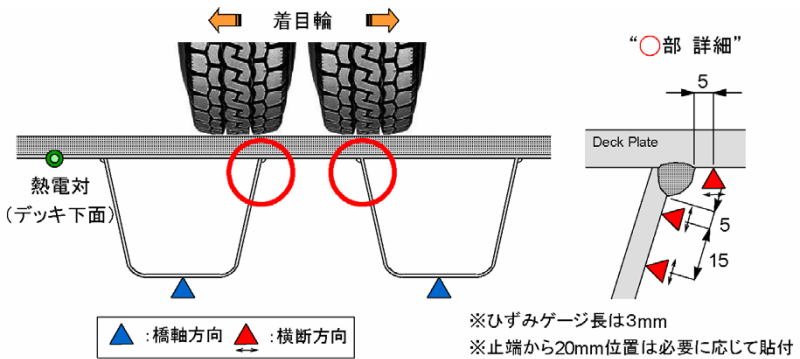


図-1 応力測定の基本位置

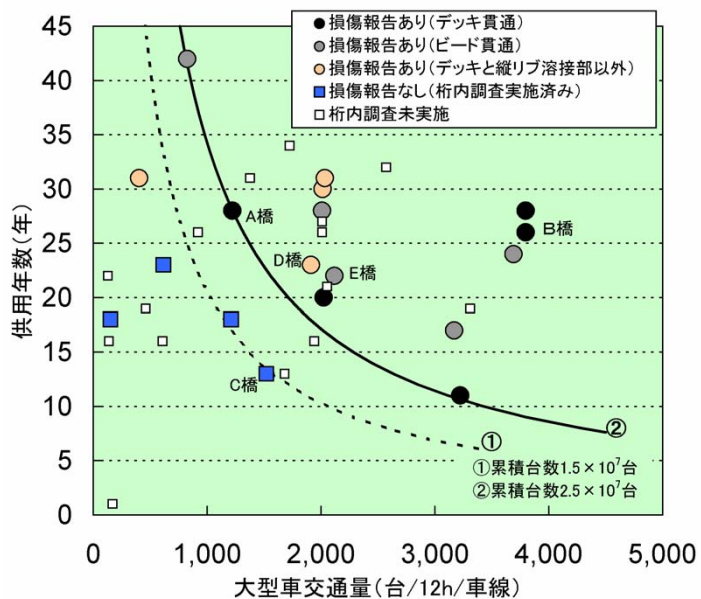


図-2 調査対象の鋼床版橋梁の大型車交通量と供用年数との関係

【参考文献】 1) 川俣ら:鋼床版の点検手法確立のための現地調査, 土木学会第 60 回年次学術講演会概要集, 2005-9.
2) 井口ら:鋼床版縦リブ溶接部を対象とした移動輪荷重載荷による疲労試験, 土木学会第 60 回 年次学術講演会概要集, 2005-9.