

疲労損傷を受けた鋼床版の夏期および冬期の応力計測結果

首都高速道路公団 正会員 佐々木一哉 首都高速道路技術センター 正会員 町田文孝
首都高速道路公団 正会員 下西 勝 東京工業大学 フェロー 三木千壽
首都高速道路公団 正会員 中西禎之 川田工業(株) 正会員 ○竹渕敏郎

1. はじめに

鋼床版は溶接による薄板集成構造部材であり、また輪荷重が直接作用する部材であるため、車両の走行位置と走行回数および重量、部材の組立精度、および溶接品質などが疲労寿命に大きな影響を及ぼす。首都高速道路の場合、平均日交通量 43,000 台(上下別)、平均大型車混入率 8.8%であるが、路線によっては日交通量約 65,000 台(上下別)、大型車混入率約 13%と重交通の路線もある。このため、鋼床版が疲労損傷を被ると予想される部位の応力性状の確認と疲労き裂の有無に関する詳細な点検を、首都高速道路の重交通路線に用いられている鋼床版箱桁橋において実施した。その結果、疲労き裂の発生に関する詳細点検では、従来、報告例が無いような位置での疲労き裂の発生が確認されるなどした¹⁾。また、舗装のスチフネスの影響を評価するため、夏期および冬期の2回にわたり荷重車による載荷試験と応力頻度計測を行い、鋼床版の応力性状を確認した。ここでは、この計測の結果について報告する。

2. 橋梁の概要

詳細調査を実施した橋梁は、日交通量 80,000 台(上下別)、大型車混入率 15%の路線に架橋された3径間連続鋼床版箱桁橋2連である。図-1に一般図を、表-1にその諸元を示す。

3. 応力計測概要

計測は、総重量約 25tf の荷重車を用いた静的載荷試験・走行試験と一般車両走行時の応力計測および 72 時間の応力頻度計測を実施した。なお、静的載荷試験は、荷重車を低速で走行させ、動ひずみ測定により実施した。また、応力計測位置は、き裂発生原因を探るため、表-2に示すように、き裂発生部位を対象とした。

また、計測は、舗装のスチフネスが鋼床版の局部応力に及ぼす影響を確認するため、舗装温度が低くスチフネスが高くなる冬期(平成 13 年 12 月)およびスチフネスが低くなる夏期(平成 14 年 9 月)に実施した。

4. 静的応力計測結果

夏期および冬期の応力測定時の各部位の温度計測結果を表-3に示す。また、各部位の静的載荷試験の応力測定結果を図-2に示す。なお、図-2中に示した応力値は、通常車両走行位置を荷重車が低速で走行した場合

表-1 調査橋梁の諸元

形 式	3径間連続鋼床版箱桁橋2連
橋 長	462m
支間割	3@77m+3@77m
総幅員	14.25m、上下線分離
車線数	3車線+全路肩
デッキ厚	12mm
Uリブ	U-310×230×8
舗装厚	80mm

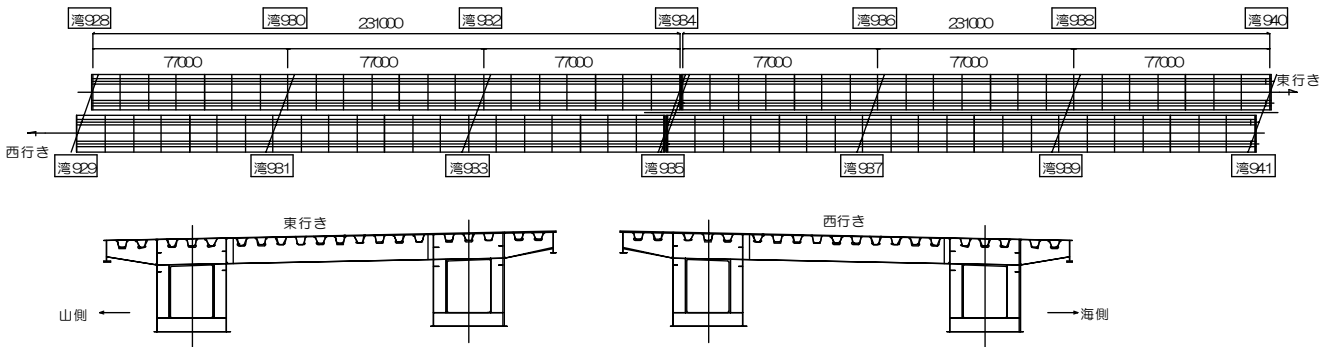


図-1 調査橋梁一般図

キーワード；鋼床版，Uリブ，疲労き裂
連絡先；川田工業(株)橋梁事業部 （東京都北区滝野川 1-3-11, TEL 03-3915-3411 FAX 03-3915-3421）

の結果を整理したものである。

(1)垂直補剛材とデッキとの溶接部

疲労き裂は、まわし溶接のデッキ側溶接止端部もしくは垂直補剛材側溶接止端部に発生していた。き裂発生部位における応力は、夏期の測定結果が冬期に比べ大きく、デッキ側では冬期の約3倍の応力を記録していた。また、発生応力としては、垂直補剛材側溶接止端部が大きく、約50MPaとなっていた。

(2)Uリブとデッキの縦方向溶接部

Uリブとデッキの縦方向溶接の疲労き裂は、ルート部を起点として発生していたが、ルート部の応力を測定することは困難なことから、縦方向溶接のデッキ側およびUリブ側溶接止端部の応力を計測した。Uリブ側溶接止端部の応力値は、冬期に比べ夏期の方が約1.5倍弱大きく、約28MPaとなっていた。デッキ側に関しては冬期の応力測定は行っていないが、夏期の測定結果はUリブ側止端部と同様の応力レベルを示していた。

(3)Uリブと横リブとの交差部

Uリブと横リブとの交差部では、横リブ側の溶接止端部からの疲労き裂が見られた。き裂発生位置の応力値について着目すると、夏期の発生応力は、冬期に比べ約1.5倍大きく、約50MPaの応力値を示していた。

5. 応力頻度計測結果

夏期における、応力頻度計測(レインフロー解析)の最大応力範囲と、静的载荷試験時の最大応力を表-4に示す。一般車両走行時の最大応力範囲は荷重車による载荷試験結果に比べて、2~5倍の値となっていた。衝撃や走行位置のずれなどの影響も考えられるが、実態として荷重車の2倍程度の重量の車両が走行しているものと想定される。また、疲労き裂が発生している部位には、100MPaを超える応力が作用していることも確認できた。

表-2 応力計測の対象部位と計測項目

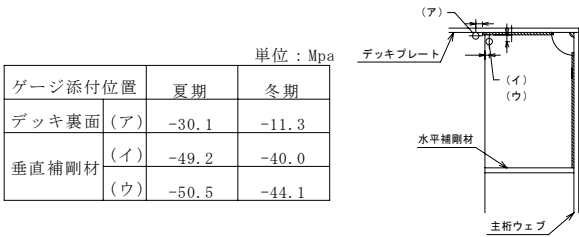
対象部位	計測項目
主桁腹板垂直補剛材とデッキの溶接部	・垂直補剛材側溶接止端の応力 ・デッキ側溶接止端の応力
Uリブとデッキの縦方向溶接部	・デッキ側溶接止端の応力 ・Uリブ側溶接止端の応力
Uリブと横リブとの交差部	・横リブ側溶接止端の応力 ・横リブデッキ側スカラップ周り応力
箱桁下フランジ	・支間中央部およびL/4点の下フランジ応力

表-3 計測時の温度 (°C)

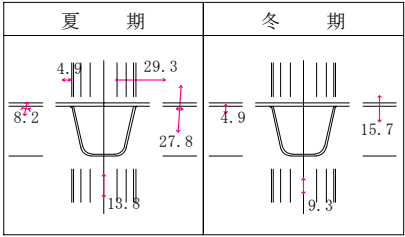
計測部位	夏 期	冬 期
外気温	23	10
路 面	19	3
デッキ	21	7
横リブ	21	8

表-4 応力計測結果 (単位 ; MPa)

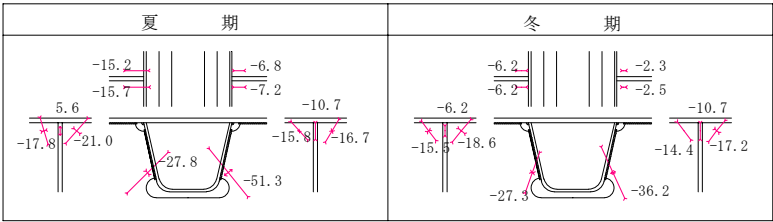
計測位置	静的载荷試験 (最大応力)	応力頻度計測 (最大応力範囲)
垂直補剛材取付部デッキ側止端部	-30.1	160
Uリブとデッキの縦方向溶接部 デッキ側	29.3	61.8
Uリブとデッキの縦方向溶接部 Uリブ側	27.8	111.0
Uリブと横リブとの交差部 横リブ側止端部	-51.3	127.7



(a)垂直補剛材とデッキプレートとの溶接部



(b) Uリブとデッキプレートとの溶接部



(c) Uリブと横リブとの交差部

図-2 応力計測結果 (静的载荷試験)

[参考文献] 1) 吉川ら：Uリブを用いた鋼床版の疲労損傷事例,土木学会第57回年次学術講演会, I-277,2002.9.