

鋼床版の合理的な維持管理を目的とした実橋応力測定

阪神高速道路公団 正会員 ○時 譲太 阪神高速道路公団 正会員 南荘 淳
 阪神高速道路公団 正会員 吉原 聡 横河ブリッジ 正会員 石井 博典

1. はじめに 阪神高速道路（以下、阪高という）における鋼床版の疲労損傷は、鋼床版の疲労照査が規定される以前に建設された橋梁のトラフリップにおいて確認している¹⁾。損傷の発生した構造ディテールは現在供用中の他の鋼床版とほぼ同様であるため、今後同様の損傷発生が懸念される。基本的に鋼床版の疲労損傷は、直ちに落橋につながるようなものではないと考えられるが、損傷を放置すれば舗装が劣化し、道路の機能低下や橋梁の長期耐久性低下に関わる問題となる。したがって、既設の鋼床版に対しては、予防保全を目的とした合理的な維持管理を行うことが必要である。そこで本研究では、まず阪高の鋼床版について、路線毎の分布や鋼床版構造ディテールを調査、整理した。次に、疲労損傷が懸念される鋼床版各部位の疲労寿命評価を行うことを目的に、代表的な構造ディテールを有する実橋において、載荷車を用いた動的載荷試験および一般車両走行下における24時間の応力頻度測定を実施した。そして、これらの結果から、阪高における鋼床版の合理的な維持管理手法について検討した。

2. 阪高の鋼床版調査結果 阪高の鋼床版について調査した結果、①鋼床版は約1300径間あり、その内本線部は75%の約1000径間である、②本線部における路線別の割合は、交通量の多い湾岸線が46%、神戸線が26%である、③縦リブ形式で分類すると、バルブリブとトラフリップがほぼ同数である、ことがわかった。

3. 実橋応力測定 測定対象は、トラフリップ形式の鋼床版2橋とバルブリブ形式の鋼床版1橋としたが、ここでは発生応力の比較的大きなトラフリップ形式の結果について報告する。AB橋は支間93.75m、幅員27.25mの6径間連続鋼床版3主桁桁橋であり、

横リブ間隔は3000mm、主桁の垂直補剛材はデッキプレート（以下、デッキPLという）に溶接していない（溶接無しタイプ）。

CD橋は支間69.4m、幅員27.25mの3径間連続鋼床版3主桁桁橋であり、横リブ間隔が2675mm、垂直補剛材はデッキPLに溶接している（溶接有りタイプ）。測定内容を図-1に示す。Sec. A, BがAB橋、Sec. C, D

がCD橋である。なお、2橋は大型車交通量が多い路線に隣接している。縦リブ下面および横リブ下フランジ上面を除き、ひずみゲージの貼付位置は全て溶接止端から10mm、材縁から10mmとした。これらの測定位置は事前に行ったFEM解析結果および既往損傷事例を参考に決定した。

3-1. 動的載荷試験 交通量の少ない夜間において、載荷車（車重196kN）を鋼床版の横断方向に位置を変化させて走行させ、各部位のひずみを測定した。試験時のデッキPL温度は約20℃であった。超音波距離計を用いて高欄から載荷車までの距離を測定し、横断方向の載荷位置を特定した。測定の結果、デッキPLと垂直補剛材の取付部に最も大きな応力が発生することを確認した。デッキPLと垂直補剛材取付部の発生応力が大きくなる箇所へ載荷車を走行させた場合の応力波形例を図-2に示す。図より、デッキPLと垂直補剛材取付部の構造ディテ-

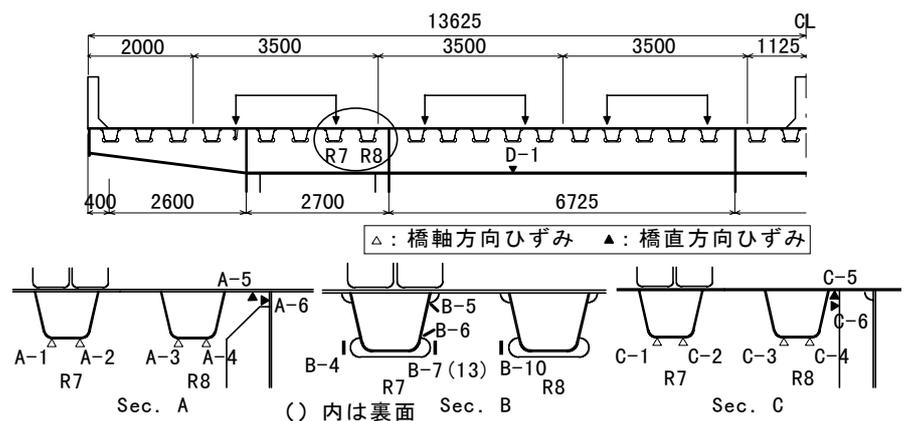


図-1 測定内容

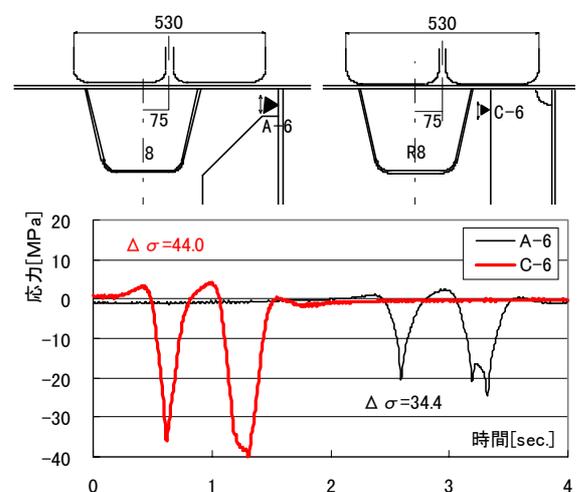


図-2 垂直補剛材取付部応力波形例

キーワード： 鋼床版、疲労、実橋応力測定、維持管理

連絡先： 〒541-0056 大阪市中央区久太郎町4-1-3 Tel 06-6252-8121 Fax 06-6252-8433

ルに関わらず載荷車の前後輪の波形が明確に現れており、かつ発生応力は同程度であることがわかる。また、溶接有りタイプの方が輪荷重による発生応力が大きいことがわかる。

3-2. 応力頻度測定

交通量の多い平日に24時間の応力頻度測定を実施し、鋼床版各部位の疲労寿命を推定した。応力範囲はレインフロー法により計数し、損傷度

はマイナー則およびJSSCの疲労強度等級（E, F, G等級）²⁾を用いて算出した。JSSCの疲労強度等級は本来設計に用いるべき指標であるが、ここではあくまで相対的な評価を行うことを目的に疲労寿命を算出した。したがって、試算した疲労寿命は構造物の破壊に対してはある程度の安全性を有しており、直ちに構造物の破壊に結びつくものではないことに注意が必要である。

結果を表-1にまとめる。トラフリブの現場継手部には裏当て金付突合せ溶接があるため、疲労強度等級はF等級である。測定したトラフリブのR7については疲労寿命が約30年、R8でも約50年程度と短い結果となった。デッキPLと垂直補剛材取付部において、デッキPL側（A-5, C-5）は疲労耐久性に問題ないと考えられるが、垂直補剛材側では溶接無しタイプ（A-6）で57年、溶接有りタイプ（C-6）で72年となった。横リブ下フランジの応力平行方向には吊り金具がついていたため、疲労強度等級はG等級である。D-1で疲労寿命は58年となった。その他の部位については比較的疲労耐久性はあるものと考えられる。横リブ下フランジを除いては、これらの結果は文献1)における損傷傾向（縦リブ突き合わせ溶接部、垂直補剛材取付部で損傷が多い）と一致していた。

4. 合理的維持管理手法の検討 阪高の鋼床版橋梁について、

今回の測定結果および既往の損傷事例を考慮すると、次のような点検を行うことが合理的な維持管理につながると考える（図-3参照）。①累積大型車交通量が多い橋梁、疲労照査規定（昭和55年）以前に設計された橋梁を重点的に点検する。②重点的に点検する際の着目部位は、トラフリブ突合せ溶接部、デッキPLと垂直補剛材取付部とする。特に、走行車線の輪荷重直下における上記2つの部位が最も疲労損傷の可能性が高い。③それらの箇所に損傷が見られた橋梁は、その他の部位についても詳細な点検を実施する。

また、累積大型車交通量が多く、発生応力の大きな構造ディテールを有する鋼床版橋梁について、定期的な応力測定（モニタリング）をすることが、早期の損傷発見、より合理的な維持管理につながると考える。

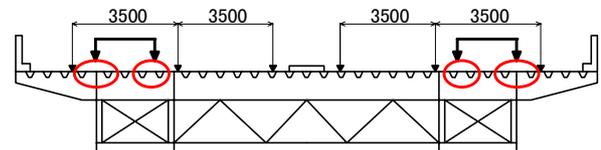
参考文献 1) 柳瀬 保：鋼床版Uリブの疲労亀裂の補修（神戸西宮線），橋梁と基礎，pp. 52～54，1990. 9.

2) (社) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，技報堂出版，pp. 5～6，1993. 4.

表-1 疲労照査結果

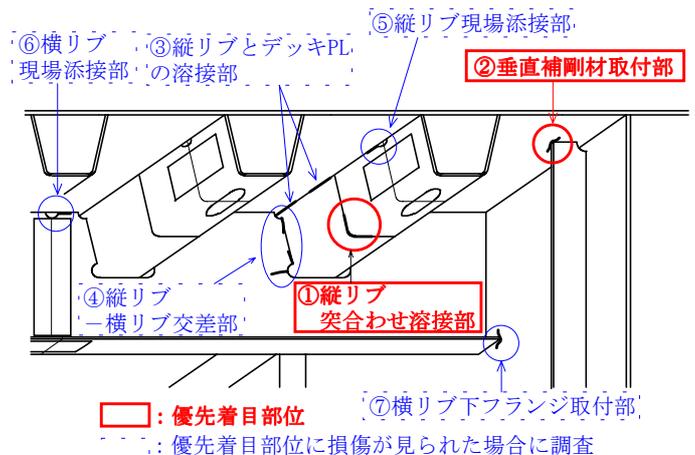
		損傷度 Di [/日]	等価応力 [MPa]	疲労寿命 [年]	最大応力 [MPa]	照査疲労 強度等級	適用
縦リブ	A-1	9.5E-05	28	29	64.3	JSSC-F	裏当て金付き片面溶接
	A-2	5.3E-05	27	52	56.7	JSSC-F	裏当て金付き片面溶接
	C-1	9.6E-05	28	29	68.0	JSSC-F	裏当て金付き片面溶接
	C-2	6.0E-05	27	46	60.5	JSSC-F	裏当て金付き片面溶接
横リブ	B-4	2.7E-05	37	102	83.2	JSSC-E※	母材，JSSC-C等級以上
	B-5	3.8E-08	24	3886	34.0	JSSC-F	荷重伝達型すみ肉溶接
	B-6	1.1E-06	26	443	41.6	JSSC-F	荷重伝達型すみ肉溶接
	B-7	3.9E-06	34	704	49.1	JSSC-E※	母材，JSSC-C等級以上
	B-10	5.6E-06	35	486	56.7	JSSC-E※	母材，JSSC-C等級以上
	B-13	4.3E-06	33	643	49.1	JSSC-E※	母材，JSSC-C等級以上
	D-1	4.7E-05	20	58	52.9	JSSC-G	面外ガセット（吊り金具）
垂直 補剛材 取付部	A-5	1.1E-07	30	25363	30.2	JSSC-E	荷重非伝達型すみ肉溶接
	A-6	1.2E-05	28	57	60.5	JSSC-F	面外ガセット継手
	C-5	0.0E+00	-	-	26.5	JSSC-E	荷重非伝達型すみ肉溶接
	C-6	3.6E-05	30	76	71.8	JSSC-F	荷重伝達型すみ肉溶接

※参考としてJSSC-E等級で照査



※走行車線の輪荷重直下の縦リブ回りを着目点とする。

(1) 横断方向の着目点



(2) 着目ディテール

図-3 点検着目部位