

鋼床版の疲労に着目した発生応力の推定

本州四国連絡橋公団 長大橋技術センター 正会員 ○薄井 稔弘
本州四国連絡橋公団 長大橋技術センター 正会員 藤原 亨
本州四国連絡橋公団 長大橋技術センター 正会員 森山 彰

1. はじめに

近年、道路橋鋼床版について疲労損傷の事例が報告されてきている。本州四国連絡橋の海峡部橋梁では死荷重を軽減するため鋼床版を全面的に採用しており（約 47 万 m^2 ）、万一疲労損傷が発見された場合には、その影響は大きい。このため、損傷の早期発見と適切な補修の検討が要求されている。一方、点検に従事する人員は限られており、管理コストの低減の観点からも点検作業は効率的なものとしなければならない。以上の理由により現在、疲労損傷が発生する恐れの高い鋼床版ディテイルおよび点検箇所を特定する検討を実施している。

2. 応力計測

本四公団では瀬戸大橋供用以降、疲労試験等を実施して道路橋鋼床版の疲労に対するディテイルの改善に取り組み、明石海峡大橋以降の橋梁では具体的な対応を種々行ってきた。¹⁾ このため改善前のディテイルを有していること、また本四道路の中では特大車交通量が多いこと等の理由から大鳴門橋を対象として実交通流下での応力計測を実施した。計測箇所は鳴門側 5A アンカレイジ近傍の下り線、走行車線直下とした。ゲージの添付箇所を図-1 に示す。ゲージの添付は基本的に、ゲージの中心が溶接止端から 5mm の位置となるようにした。計測は平成 15 年 2 月 27 日（木）14:00～28 日（金）14:00 の 24 時間行ない、28 日の 10:00～13:00 の間に車重約 200kN の散水車を 5 回走行させた。計測期間中の路面温度は 0.6～27.9 度の範囲であった。

計測結果として、24 時間に得られた応力振幅の 3 乗平均値を表-1 に示す。ただし、この表は疲労環境の厳しいディテイルを統一した観点で抽出するためのものであり、これにより疲労寿命を直ちに算出できるものではない。その前提の上で同表によると、ボルト継手部スカラップ R 部こぼ面（ゲージ a,d）と、U リブ横リブ交差部スリット R 部こぼ面（ゲージ p,q）が厳しい疲労環境下にあると考えられる。²⁾

また、輪荷重直下に対し、少し外れた箇所では応力レベルが大きく低下する傾向が見られた。

3. FEM 解析

応力計測時の添付ゲージ数は限られており、計測結果を添付箇所以外にも補正して使えるよう FEM 解析を実施した。解析に当たっては、舗装剛性の取り扱い方で結果が大きく変わってくるため、文献 3) を参考に図-2 に示す弾性係数を採用し、デッキプレートと完全合成としたときの等価な断面積および等価な曲げ剛性の双方をモデルに与えた。なお、舗装による輪荷重の分散効果は考慮していない。

図-3 に舗装剛性（1000N/mm²）を考慮した場合および考慮しない場合の解析結果と散水車走行時の実測値との比較を示す。これにより、ゲージ a のようにデッキプレートに近いディテイルでは、計測時の路面温度に対応した舗装剛性を考慮することにより、FEM 解析値が比較的良く実測値と一致することが確認された。

また、この解析モデルを用いて、温度により舗装剛性を変えて発生応力および疲労損傷度を算出した結果を図-4 に示す。これらから、季節による発生応力の変化とその影響も確認された。

4. おわりに

これまでの検討により、実橋における応力頻度分布およびディテイル毎の応力レベルや温度変化に伴う舗装剛性変化の影響等に関する知見が得られた。今後はこれらの結果を踏まえ、ディテイル毎および橋梁毎に疲労損傷度の相対的な比較を行い、鋼床版の重点点検箇所を特定し、点検作業の効率化に反映していきたい。

キーワード 鋼床版、疲労、ディテイル、応力、舗装剛性、点検

連絡先 〒651-0088 兵庫県神戸市中央区小野柄通 4-1-22 本四公団 長大橋技術センター Tel:078-291-1073

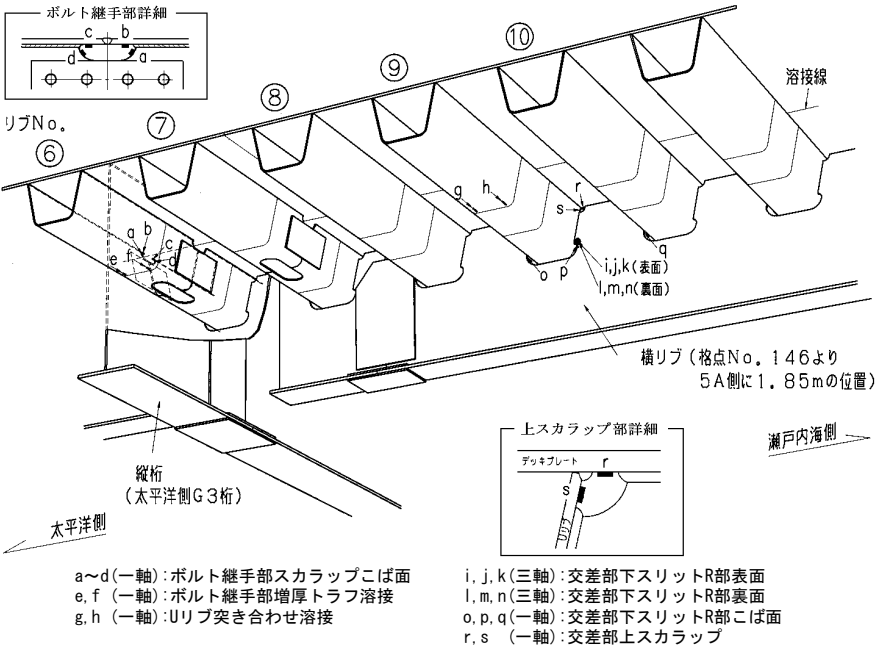
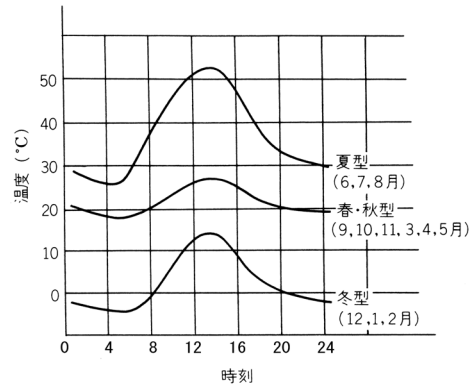


表-1 24 時間計測結果 (単位: N/mm²)

部 位	ゲージ	3乗平均応力	
		全応力 振幅	2N/mm ² 以上のみ
Uリブボルト継手 スカラップ	a	1.79	16.45
	b	1.04	4.75
	c	1.02	4.21
	d	1.78	15.14
増厚Uリブ突合わせ溶接	e	1.21	8.10
	f	1.23	8.22
Uリブ突合わせ溶接	g	1.64	9.79
	h	1.50	8.71
Uリブ横リブ交差部 下スリット北面	i	1.20	6.75
	j	1.34	5.68
	k	1.24	4.43
Uリブ横リブ交差部 下スリット南面	l	1.27	7.34
	m	1.46	6.35
	n	1.30	5.41
Uリブ横リブ交差部 下スリットR部こば面	o	1.35	8.32
	p	2.26	13.47
	q	1.97	12.45
Uリブ横リブ交差部 上スカラップ	r	1.03	4.83
	s	1.26	8.28

計測：平成15年2月27日 14:00～28日 14:00



付図 5.4 舗装体の温度（センサー位置表面から 2.5 m）

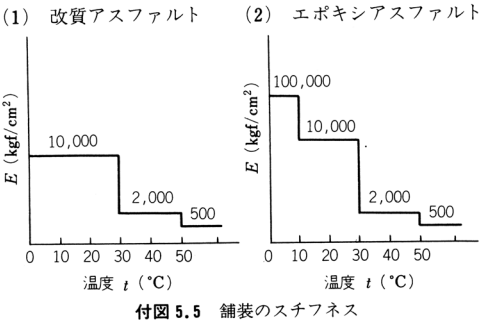
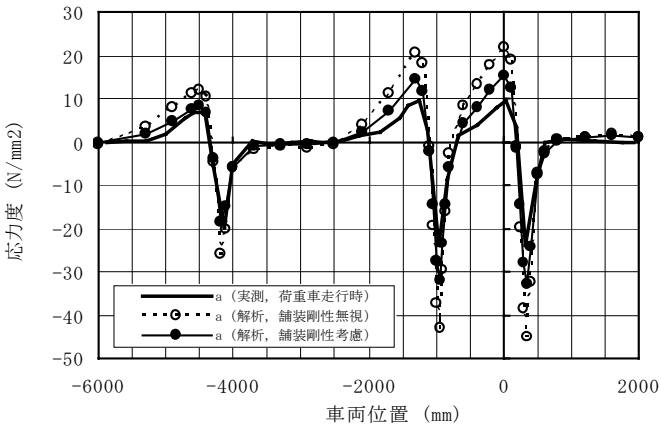


図-2 舗装の温度と剛性の関係

（多田宏行編著「鋼床版舗装の設計と施工」より）



Uリブボルト継手スカラップ（ゲージ a）

図-3 FEM 解析と実測値との比較

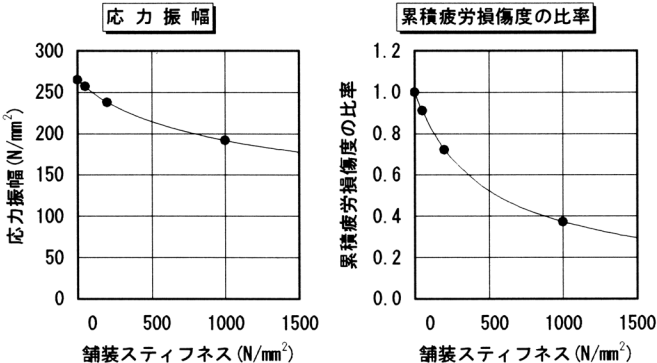


図-4 舗装の剛性と応力度・疲労損傷度との比較（ゲージ a）

参考文献

1)大橋治一、藤井裕司、村瀬佐太美：「鋼床版の疲労を考慮したディテールの改良」、橋梁と基礎、1997.4
2)梁取直樹、竹口昌弘、有馬敬育：「非合成鋼床版の疲労に着目した応力計測結果」、第 25 回日本道路会議 一般論文集、2003.11
3)多田宏行編著：「鋼床版舗装の設計と施工」、鹿島出版会、1990