

# 腐食損傷がバルブリブ鋼床版のデッキプレートの疲労耐久性に及ぼす影響評価

九州大学 学生会員 ○指宿 幸平  
九州大学 正会員 鄭 映樹

九州大学 フェロー会員 貝沼 重信  
阪神高速技術(株) 正会員 塚本 成昭

**1. はじめに** 鋼床版のデッキプレート上面に路面からの凍結防止剤を含む雨水が漏水・滞水することで、著しい腐食損傷が発生した事例が報告されている。著者らは、実橋におけるデッキプレートの腐食損傷を導入したUリブ鋼床版モデルのFEM解析結果に基づき、都市内高速道路橋を対象として、Uリブ鋼床版のデッキプレート上面における腐食損傷部の疲労耐久性を評価した<sup>1)</sup>。本研究ではバルブリブを有する鋼床版において、腐食によるデッキプレートの減厚が縦リブと横リブの交差部におけるデッキプレートと横リブ溶接部の疲労耐久性に与える影響を定量的に明らかにすることを目的とした。そのために、デッキプレートの平均板厚、アスファルトの舗装剛性、および走行位置のばらつきをパラメータとした鋼床版モデルのFEM解析を行った。

**2. 解析方法** 解析対象は橋軸方向に2パネルを有するバルブリブ鋼床版モデルとし、鋼床版の緒元には既設橋梁の標準寸法（デッキプレート厚：12mm，縦リブ厚：10mm，横リブ厚9mm）を用い、縦リブ本数は7本とした。解析モデルは要素数を削減する目的で着目する交差部以外の横リブをシェル要素，それ以外の部位は8節点ソリッド要素を用いて構築し、アスファルト舗装（舗装厚：80mm）および交差部における縦リブと横リブ，デッキプレートと横リブを接合する溶接ビード（脚長：8.5mm）をモデル化した。なお，アスファルト舗装とデッキプレートとの境界の節点は共有した。解析モデルの要素数は37万要素であり，最小要素寸法は着目部の溶接止端近傍において1×1×1mmとした。バルブリブ鋼床版の解析モデルと解析における荷重条件を図-1に示す。境界条件については，鋼床版の橋軸直角方向側の両端部を全自由度拘束し，鋼床版の橋軸方向の連続性を考慮するため，デッキプレート，縦リブおよびアスファルトの端部の橋軸方向変位を拘束した。本解析では夏季，春秋季および冬季のアスファルト舗装の剛性をそれぞれ500，1500，5000 N/mm<sup>2</sup>とし，ポアソン比は0.35とした<sup>2)</sup>。荷重の荷重条件は，ダブルタイヤの後輪1輪とし，タイヤの接地面積は200×200mmとした。荷重には図-2に示す阪神高速道路における交通車両の輪重の頻度分布（輪数：16,774 車線/日）<sup>3)</sup>から算出した等価輪重37.1kNを用いた。荷重の荷重位置は図-3に示

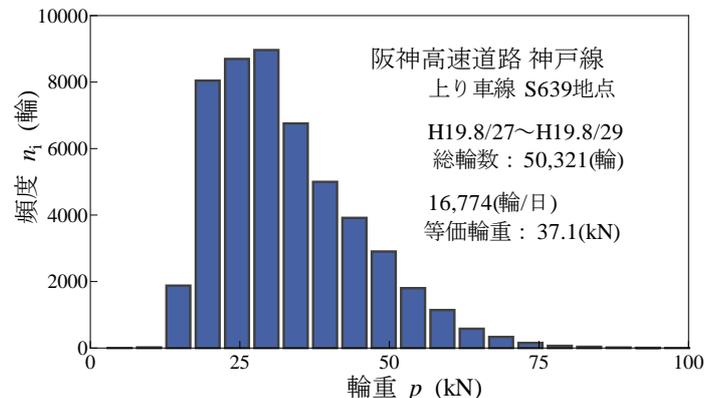
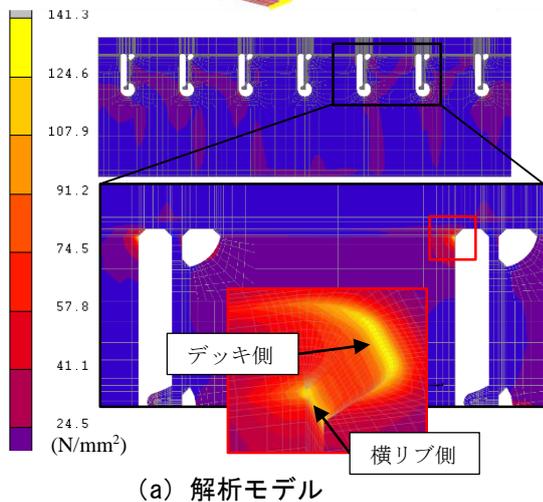
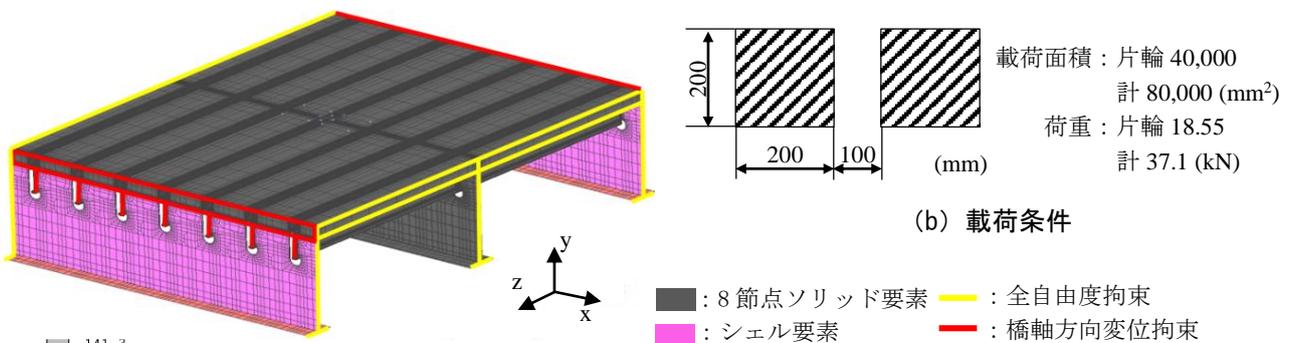


図-1 解析モデルと荷重条件

図-2 交通車両の輪重の頻度分布（阪神高速道路神戸線）

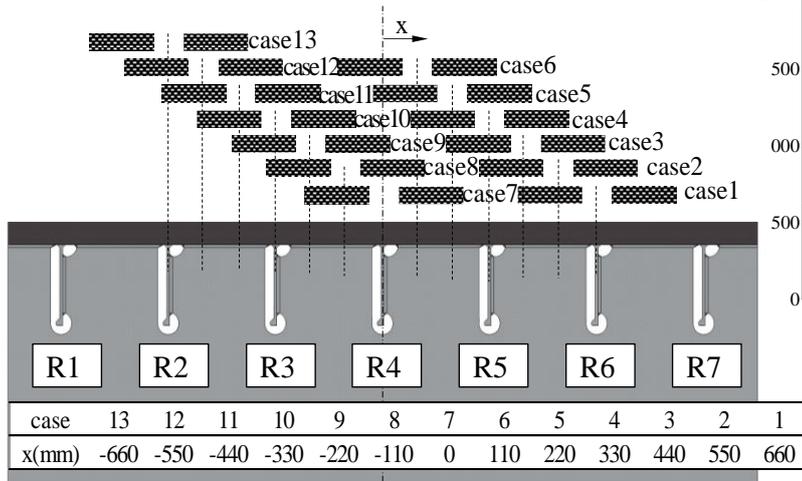


図-3 荷重位置パラメータ

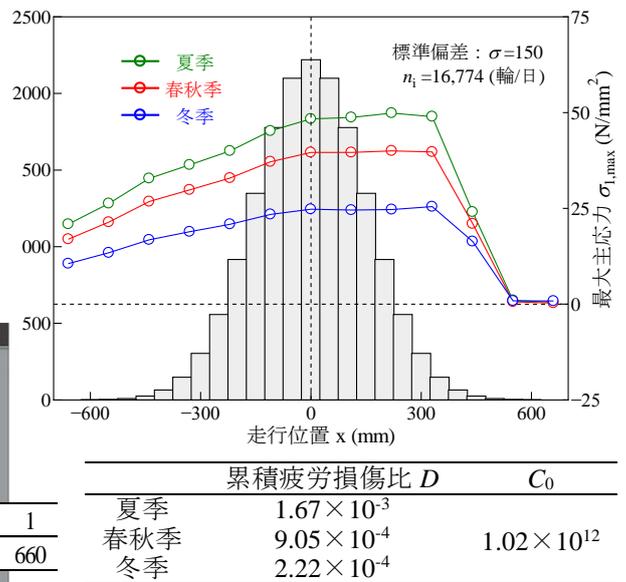


図-4 季節毎の累積疲労損傷比  $D$  の算出例

表-1 疲労寿命算出結果 ( $N > 100$  は  $\infty$ )

(a) 横リブ側の溶接止端部				(b) デッキ側の溶接止端部			
平均板厚 $t_{mean}$ (mm)	縦リブ位置	疲労寿命 $N$ (year)		平均板厚 $t_{mean}$ (mm)	縦リブ位置	疲労寿命 $N$ (year)	
12	R5	27.8		12	R5	$\infty$ (3512)	
12	R6	9.16		12	R6	$\infty$ (504)	
10	R5	23.7		10	R5	$\infty$ (125)	
10	R6	9.84		10	R6	$\infty$ (707)	
6	R5	44.8		6	R5	54.3	
6	R6	14.5		6	R6	11.4	
4	R5	91.6		4	R5	14.9	
4	R6	29.6		4	R6	2.96	

すように、着目する交差部直上において中央の縦リブを基準に走行位置のばらつきを考慮して、橋軸直角方向に  $\pm 660\text{mm}$  の範囲内で 13ヶ所とした。縦リブ応力解析は Marc2012 を用いて線形弾性解析を行った。

**3. 解析結果** デッキプレート側の溶接止端部に着目した影響線解析結果と走行輪数のヒストグラムを図-4 に示す。ここでは、デッキプレートの平均板厚  $t_{mean}$  が  $4\text{mm}$  の R6 位置について示す。横リブ側の溶接止端部に対しては 2 点外挿法である  $0.4t$ - $1.0t$  法、デッキプレート側に対してはスリット間隔が狭隘であることから、1 点代表法である  $0.3t$  法に基づきホットスポット応力を算出した<sup>4)</sup>。図中のヒストグラムは、実交通の走行輪が車両の走行位置により橋軸直角方向にばらつくことを考慮し、阪神高速道路において測定された輪数が走行中心から標準偏差  $150\text{mm}$  で正規分布すると仮定することで算出した。溶接部の疲労寿命は、影響線と考慮した輪数の頻度分布が重なった領域を疲労損傷に寄与する応力頻度分布と仮定し、疲労強度等級を E 等級<sup>4)</sup> として算出した。疲労寿命を算出する際に用いた累積疲労損傷比  $D$  は修正マイナー則に基づき算出した。また、累積疲労損傷比  $D$  は夏季、春秋季および冬季と季節毎に算出することでアスファルト舗装剛性が受ける季節変動による温度変化の影響を考慮した。疲労寿命  $N$  の算出結果を表-1 に示す。例えば、図-3 に示す荷重位置の中央から  $660\text{mm}$  離れた R6 位置については、デッキプレート厚が腐食により  $12\text{mm}$  から  $6\text{mm}$  に減少すると、横リブ側の溶接止端部が有する疲労寿命は約 1.6 倍に増加している。しかし、デッキプレート側の溶接止端部では、疲労寿命が  $\infty$  (504 year) から約  $1/40$  に著しく減少している。

**4. まとめ** 鋼床版のデッキプレート厚が腐食より  $12\text{mm}$  から  $6\text{mm}$  に減少することで、横リブ側の溶接止端部の疲労寿命は若干増加するが、デッキプレート側の溶接止端部については、著しく減少する。

**参考文献** 1) Y. S. Jeong, S. Kainuma, J. H. Ahn : Structural response of orthotropic bridge deck depending on the corroded deck surface, Construction and Building Materials, Vol.43, pp.87-97, 2013. 2) (社)土木学会：鋼床版の疲労, 丸善, 2010. 3) 高田佳彦, 木代穰, 中島隆, 薄井王尚：BWIM を応用した実働荷重と走行位置が鋼床版の疲労損傷に与える影響検討, 土木学会構造工学論文集, Vol. 55A, pp.1456-1467, 2009. 4) (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, 2012.