

舗装剛性と車両走行位置のばらつきを考慮した鋼床版の最小デッキプレート厚に関する検討

日本橋梁建設協会 正会員 ○石川 誠，前田 諭志，齊藤 史朗，林 暢彦
法政大学 正会員 内田 大介，学生会員 吉田 黎

1. はじめに

閉断面リブとデッキプレート（以下、デッキ）の溶接部から発生してデッキを貫通した疲労き裂（以下、デッキ貫通き裂）による損傷事例は、その大半がデッキ厚 12mm で発生している．この疲労き裂に対して種々の検討が行われた結果，2009 年以降，閉断面リブを使用した鋼床版のデッキ厚は，輪荷重が常時載荷される位置では 16mm 以上とすることが標準となっている¹⁾．しかし，疲労き裂の発生と進展は，作用する応力の大きさと回数などに依存するため，著者らは大型交通量によって異なる最小デッキ厚を設定すべきと考えた．そこで，検討の第一段階として，デッキ貫通き裂に対する疲労損傷度は大型車交通量に概ね比例することを明らかにした²⁾．本稿では，精度を高めるべく検討を進め，アスファルト舗装剛性の温度依存性および車両走行位置のばらつきが当該き裂に及ぼす影響について報告する．

2. 検討方法

まず，FEM 解析を実施し応力影響面を作成した．解析モデルは，森らが行ったデッキ進展き裂を対象とした応力影響面の作成に用いた部分モデルを用いた（図 1）³⁾．着目部位は文献 2)と同じく，一般部に比べ疲労耐久性が低いと考えられる横リブ交差部とする．デッキ厚は 12mm～22mm，アスファルト舗装は厚さ 80mm とし，弾性係数 500N/mm²（夏季），1,500N/mm²（春秋），5,000N/mm²（冬季），ポアソン比 0.35 とした．荷重載荷点は橋軸方向に 53 ライン，橋直方向に 38 ラインの交点とし，その間隔は最も密なところで 20mm，荷重の大きさは 1kN とした．解析により得られた応力影響面から車両 1 台が通過する際の応力振幅を算出し，疲労損傷度（応力振幅 $\Delta \sigma^3 \times$ 通過回数 N ）を整理する．このとき，交通量と大型車混入率は，表 1 に示す実交通の観測データを用いた．また，車種構成比率は文献 4),5)を参考に，車両モデルは文献 5)に記載されている 8 種類とした（表 2）．

表 1 交通量と大型車混入率

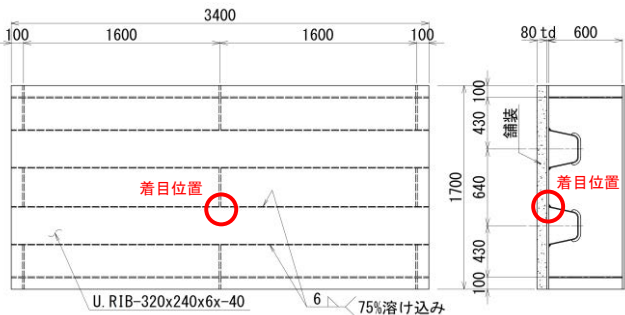
No.	調査路線名	調査地点	対象橋梁	一方 当たり 車線数	大型車 日交通量 (台/方向)	大型車 混入率 (%)	日交通量 (台/方向/車線)
1	R408	茨城県つくば市	蓮沼橋	2	1,488	9.8	7,592
2	R304	茨城県谷和原村	福岡橋	2	2,625	25.3	5,188
3	R50	栃木県小山市	小山高架橋	2	6,589	29.3	11,244
4	R16	千葉県市原市	甲子橋	2	10,106	38.3	13,193
5	R45	青森県八戸市	河原木跨道橋	2	2,617	16.1	8,127
6	R13	山形県村山市	村山大橋	2	3,431	22.8	7,524
7	R357	東京都江東区新木場	曙橋	2	9,058	45.8	9,889
8	R357	千葉県市川市	美浜大橋	2	17,340	45.2	19,181
9	R4	埼玉県草加市	草加高架橋	2	5,893	21.5	13,705
10	R18	長野県軽井沢町	さかい橋	1	3,422	54.9	6,233
11	R4	茨城県境町	境跨道橋	1	7,389	49.6	14,897
12	R16	千葉県野田市	中里跨道橋	2	8,284	35.1	11,801
13	R6	千葉県松戸市	小山跨道橋	2	5,535	20.2	13,700
14	R4	埼玉県深谷市	備前渠橋	1	5,288	39.6	13,354
15	R1	静岡県島田市	島田第一高架橋	2	7,261	29.8	12,183
16	R22	愛知県一宮市	北方高架橋	3	5,527	18.5	9,959
17	R23	愛知県名古屋南区	港南第二跨道橋	2	14,401	43.0	16,745
18	R19	長野県山口村	地藏橋	2	4,310	39.0	5,526
19	R2	広島県広島市	八本松高架橋	2	5,037	33.7	7,473
20	R2	広島県尾道市	西瀬高架橋	2	6,370	22.0	14,477
21	R2	山口県下松市	末武橋	2	5,793	14.7	19,704
22	R357	東京都江東区有明	—	2	10,808	44.6	12,117
23	R17	埼玉県熊谷市	—	1	5,292	25.2	21,000
24	R4	埼玉県草加市	—	2	5,274	20.0	13,185
25	R45	青森県八戸市	—	1	900	11.0	8,182

注) 1. No.1～21は、H11交通センサス 2. No.22,23は、文献4)の常観データ
3. No.24,25は、S60交通センサス

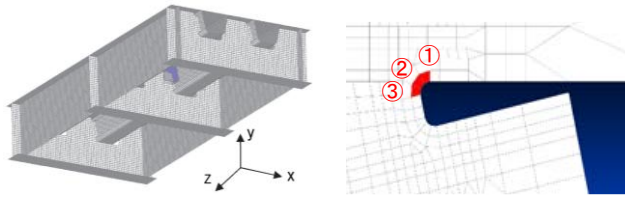
表 2 車種構成比率

No.	小型車と大型車それぞれにおける車種ごとの構成比率 (%)							
	小型車		大型車					
	乗用車	小型トラック	中型トラック	大型トラック	ダンプ	タンクローリー	セミトレーラー	バス
1～22	82.5	17.5	41.2	30.4	11.6	5.0	9.4	2.4
23			43.8	33.6	5.4	7.5	8.6	1.2
24			45.3	27.5	16.3	4.8	5.1	1.0
25			49.5	23.2	13.5	3.0	3.8	7.0

注) 1. 小型車とNo. 1～22の大型車は、文献5)の頻度補正係数の設定に用いた交通量データ
2. No.22,23の大型車は、文献4)の常観データ



(a) 鋼床版構造



(b) 要素分割図 (c) 溶接ルート部の着目要素
図 1 解析モデル

キーワード 鋼床版，最小デッキプレート厚，舗装剛性，車両走行位置
連絡先 〒105-0003 東京都港区西新橋 1-6-11 西新橋光和ビル 9F （一社）日本橋梁建設協会 TEL03-3507-5225

3. 検討結果

図2は、大型トラック1台が走行した際のデッキ厚16mmの着目要素②における最小の最小主応力方向の応力 (σ_3) に対する疲労損傷度と走行位置の関係である。図中には、舗装剛性を夏季、春秋、冬季とした3ケースを示す。走行位置620mmにて疲労損傷度が最大となるが、これは着目位置の直上を輪荷重が通過するケースである。本図より、疲労損傷度は舗装剛性および車両走行位置に大きな影響を受けることが分かる。

図3は、表1,2で示した25橋を対象に100年間の疲労損傷度を大型車交通量で整理した結果である。(a)は舗装剛性が年間通して夏季相当であるとしたもの、(b)、(c)は舗装剛性を夏季、春秋、冬季として、年間の気候変動を考慮したものである。また、(a)、(b)は、車両は常に疲労損傷度が最大となる位置を通過するとしたもの、(c)は車両の走行位置のばらつきを考慮したものである。走行位置のばらつきは、既往の実橋計測結果⁹⁾を参考とし、疲労損傷度が最大となる位置を基準とした正規分布(標準偏差: $\sigma=165\text{mm}$)に従うと仮定した。

疲労損傷度は大型車交通量に概ね比例しており、小型車交通量、車種構成比率の影響は小さい。また、(a)~(c)を比較すると、年間の気候変動を考慮して舗装剛性を評価し、かつ、車両の走行位置のばらつきを考慮することで、疲労損傷度は大きく低下することが分かる。仮に、文献5)の疲労設計荷重設定の際に用いられた交通が100年間通過した場合のデッキ厚16mmの疲労損傷度を当該き裂の疲労寿命であると想定する((c)の赤線)と、最小デッキ厚は、大型車交通量(台/日/車線)が2,780以下であれば12mm, 3,780以下であれば14mm, 5,300以下であれば16mm, 8,890以下であれば22mmと設定できる。

4. おわりに

本研究では、横リブ交差部のデッキ貫通き裂に着目し、舗装剛性および車両走行位置のばらつきが疲労損傷度に与える影響を明らかにした。また、大型車交通量と疲労損傷度の関係から当該き裂に対する最小デッキ厚の設定方法の可能性を示した。今後は、デッキ貫通き裂の疲労寿命を実験等により明らかにしたいと考えている。

参考文献 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋・鋼部材編，2017.11 2) 内田ら：大型車交通量を用いた鋼床版の最小デッキプレート厚設定に関する検討，土木学会第75回年次学術講演会，2020.8 3) 森ら：鋼床版デッキ進展き裂の起点を対象とした応力影響面とその利用，土木学会論文集A1(構造・地震工学)，Vol.73, No.1, pp.21-31, 2017. 4) 建設省土木研究所構造橋梁部橋梁研究室：限界状態設計法における設計活荷重に関する検討，土木研究所資料第2539号，1988. 5) 日本道路協会：鋼道路橋の疲労設計指針，2002.3 6) 高田ら：実橋計測に基づく幅員による走行位置のばらつきの違いとUリブ配置が鋼床版の応力性状に及ぼす影響検討，構造工学論文集 Vol.66A, pp.549-561, 2020.3

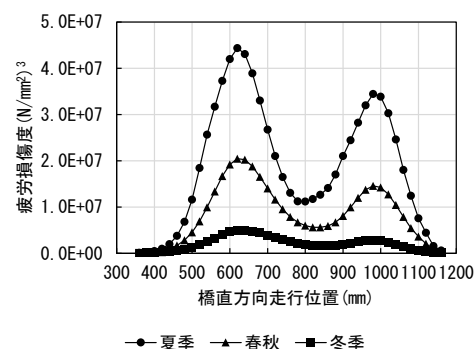
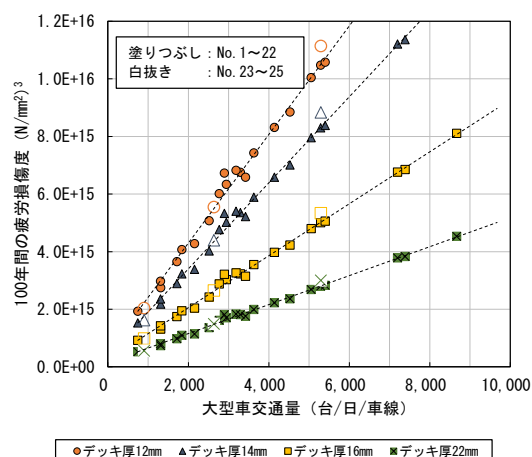
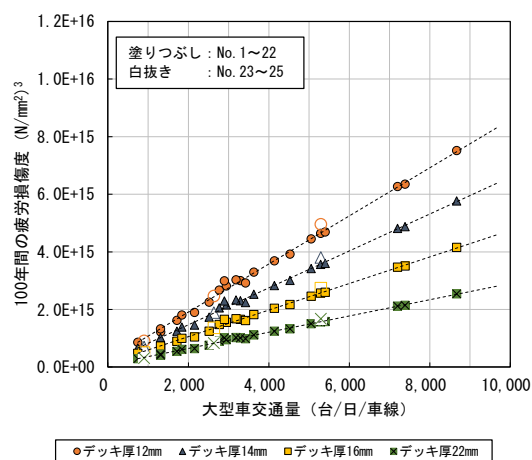


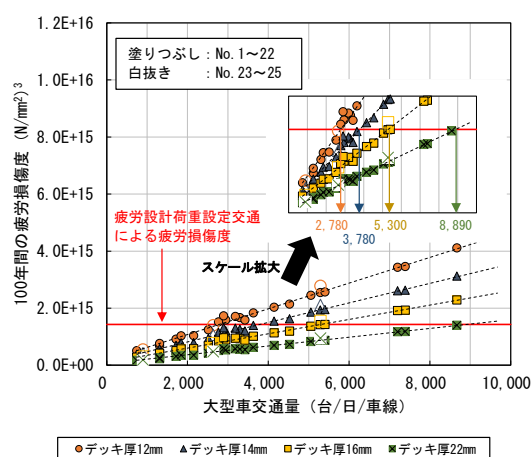
図2 大型トラック通過時の疲労損傷度の例



(a) 舗装剛性を夏季で一定とした場合



(b) 季節変動を考慮した舗装剛性とした場合



(c) 舗装剛性と走行位置のばらつきを考慮した場合
図3 100年間の疲労損傷度