

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

法政大学 正会員 内田 大介
 日本橋梁建設協会 正会員 ○小笠原 照夫, 奥村 学, 齊藤 史朗, 林 暢彦

1. はじめに

2000年頃から重交通路線で発生する報告がある、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、耐久性の向上対策としてデッキ厚を増加させることが有効であると確認されたため、2009年以降、閉断面リブを使用した鋼床版のデッキ厚は、大型自動車の輪荷重が常時載荷される位置直下においては 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、溶接部に作用する応力の大きさと回数などにより変わるため、大型車交通量などが異なる路線の鋼床版の最小デッキ厚を一律に規定することは不合理である。

本研究では、デッキ貫通き裂を抑制するために必要となるデッキ厚を、大型車交通量を用いて設定することを目的としている。本文では、第一段階として行った、大型車交通量や車種構成が変わった場合の疲労損傷度から、大型車交通量に応じた最小デッキ厚を設定する方法の検討結果について報告する。

2. 検討方法

デッキ貫通き裂の着目位置は、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²⁾。FEM 解析モデルは、森らが行ったデッキ進展き裂の起点を対象とした応力影響面の作成に用いた縦リブ 2 径間分のモデルで、着目する溶接ルート部の要素分割を改善した（図 1(a), (b)）³⁾。図 1(c)に示す溶接ルート部の 3 つの要素に着目し、応力影響面を作成した。デッキ厚は 12mm, 14mm, 16mm, 19mm, 22mm の 5 種類、アスファルト舗装は厚さ 80mm で弾性体としてモデル化し、弾性係数 500N/mm²（夏場）、ポアソン比 0.35 とした。

自動車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）。No.1~22 は大型車混入率、No.22~25 は車種構成比率の違いをそれぞれ検討した。

まず、応力影響面を作成するために FEM 解析を実施した。モデルは主桁と両端の横リブ下フランジ交差部の 4 隅のうち、片方の横リブ下をピン支持、他方の横リブ下をローラー支持とした。荷重載荷点は橋軸方向に 53

表 1 自動車交通量と大型車混入率

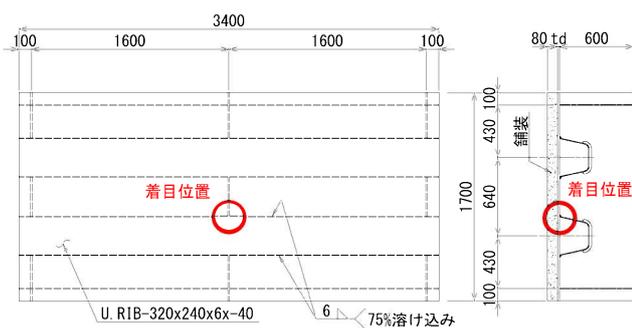
No.	調査路線名	調査地点	対象橋梁	一方向 当たり 車線数	大型車 日交通量 (台/方向)	大型車 混入率 (%)	日交通量 (台/方向/車線)
1	R408	茨城県つくば市	蓮沼橋	2	1,488	9.8	7,592
2	R304	茨城県谷和原村	福岡橋	2	2,625	25.3	5,188
3	R50	栃木県小山市	小山高架橋	2	6,589	29.3	11,244
4	R16	千葉県市原市	甲子橋	2	10,106	38.3	13,193
5	R45	青森県八戸市	河原木跨道橋	2	2,617	16.1	8,127
6	R13	山形県村山市	村山大橋	2	3,431	22.8	7,524
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	長野県山科村	地藏橋	2	4,310	39.0	5,526
19	R2	広島県東広島市	八本松高架橋	2	5,037	33.7	7,473
20	R2	広島県尾道市	西藤高架橋	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

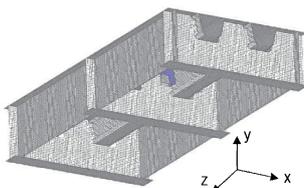
表 2 車種構成比率

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	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

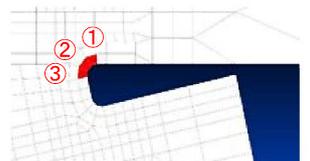
注) 1. 小型車とNo. 1~22の大型車は、文献5)の頻度補正係数の設定に用いた交通量データ
 2. No.22,23の大型車は、文献4)の常観データ



(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, 大型車交通量

連絡先 〒105-0003 東京都港区西新橋 1 丁目 6-11 西新橋光和ビル 9 階 (一社) 日本橋梁建設協会 TEL03-3507-5225

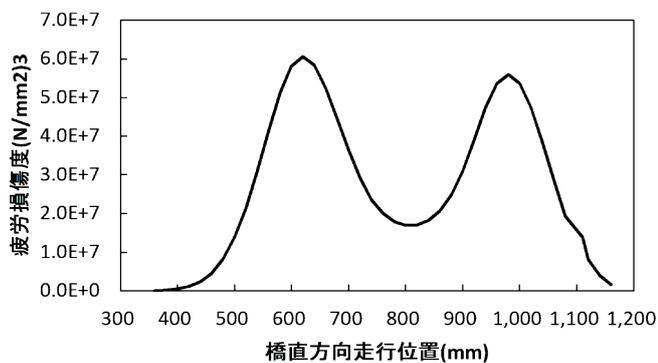


図2 大型トラック通過時の疲労損傷度の例
(デッキ厚 16mm, σ_3 整理した結果)

ライン、橋直方向に 38 ラインの交点で、対称性を考慮した計 1,026 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。このようにして得られた影響面を用い、8 種類の車両が鋼床版上を走行した際の走行位置毎の疲労損傷度を算出し、図 2 に示すような橋直方向の影響線を求めた³⁾。なお、車両は車線の中央を走行するものとし、車線を橋直方向に移動して最も疲労被害の大きい車線位置の結果を求めた。よって、車両走行位置の橋直方向へのばらつき（走行分布）は考慮していない。

3. 検討結果

図 2 は大型トラック 1 台が走行した際の、着目要素②の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。疲労損傷度に影響を及ぼす走行位置の範囲は広くないが、影響する範囲においては、走行位置が数十 mm 違うだけでも疲労損傷度が大きく異なることが分かる。

図 3 は 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り、 σ_x は橋直方向の応力である。疲労損傷度は、大型車交通量に概ね比例しており、小型車交通量の影響が小さいことが分かる。また、データ数は少ないが、車種構成比率の影響も大きくないと考えられる。さらに、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 の疲労損傷度を疲労寿命として最小デッキ厚を計算した結果、 σ_x で整理すると、25 橋中 12mm が 8 橋、14mm が 8 橋、16mm 橋が 5 橋、19mm が 4 橋、 σ_3 で整理すると、同様に 15 橋、3 橋、3 橋、3 橋、4 橋となった。

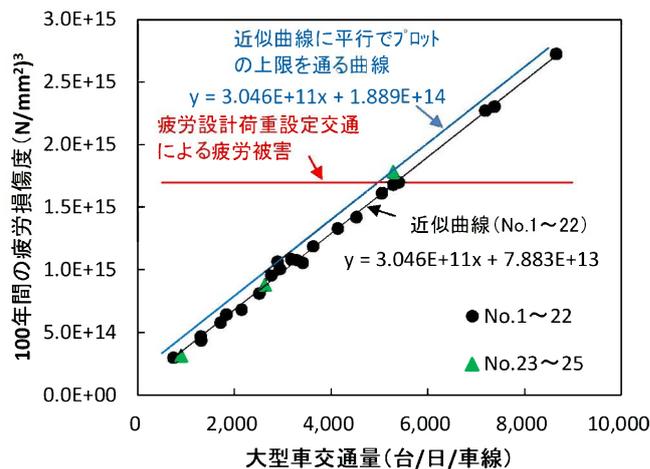
4. おわりに

本研究では、横リブ交差部のデッキ貫通き裂に着目し、5 種類のデッキ厚の鋼床版について、溶接ルート部に発生する応力の影響面から各種車両が走行した際の疲労損傷度を算出した。さらに、実交通の観測データを用いてデッキ厚毎に疲労損傷度と大型車交通量の関係式を構築し、自動車交通量と小型車、大型車や車種構成などを考慮した最小デッキ厚を設定することの可能性を示した。

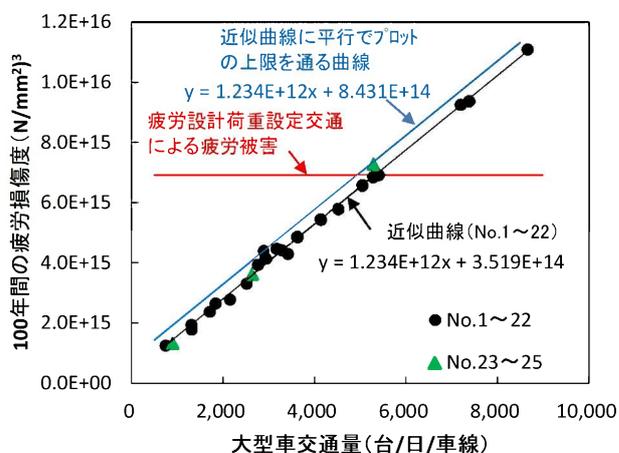
今後は、車両走行位置の橋直方向へのばらつき（走行分布）や、春秋・冬季のアスファルト弾性係数、車種構成比率の異なる実交通の観測データにより検討を行い精度を高めるとともに、デッキ貫通き裂の疲労強度を実験等により明らかにしたいと考えている。

本研究を実施するにあたり、影響面の作成では法政大学デザイン工学部の学生であった西尾拓海氏の協力を得た。ここに記して謝意を表す。

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) 国土交通省国土技術政策総合研究所ら：損傷状況を考慮した鋼床版の構造形式見直しに関する研究，国土技術政策総合研究所資料第 608 号，2010.9 3) 森猛，金子想，林暢彦，内田大介，小笠原照夫：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



(a) σ_x で整理した結果



(b) σ_3 で整理した結果

図3 100年間の疲労損傷度（デッキ厚 16mm）