

開断面リブ鋼床版の舗装ひび割れ抑制効果に関する解析的研究

(一社) 日本橋梁建設協会 正会員 ○奥村 学, 小笠原照夫, 齊藤史朗, 井口 進, 片野俊一
法政大学 正会員 内田大介

1. はじめに

鋼床版の舗装は、基本的にアスファルト舗装が適用されているが、コンクリート系床版に比べて、舗装の損傷が発生し易いことが指摘されている。特に、主桁や縦桁の腹板直上の橋軸方向ひび割れが数多く報告されている¹⁾。道路橋示方書（以下、道示）では、活荷重によって腹板上に生じるデッキプレートの曲率半径は20m以上とすることが望ましいとし、配慮する方法の一例として文献 1)にある、縦リブの寸法、間隔を考慮したデッキプレートと主桁近傍の縦リブの剛性と縦リブ支間長（横リブ間隔）の関係が示されている。しかし、文献 1)に示された方法は、安全側の評価として、舗装を考慮していない一方で、荷重はダブルタイヤ 500mm×200mm の1輪として載荷する方法である。道示では輪荷重の常時走行位置が腹板直上と一致しないような設計時の配慮が求められているが、設計上困難な場合も考えられ、主桁腹板を跨ぐようなダブルタイヤ載荷についても考慮すべきである。また、舗装については道示に示される舗装剛性（ヤング係数 2,000N/mm²）を考慮し、その合成効果と荷重分配効果も考慮することが現実的である。

本報では、開断面リブの鋼床版橋梁を対象として、舗装も考慮した FEM 解析を実施し、デッキ厚、主桁の腹板近傍の縦リブ剛性、縦リブ支間が舗装のひび割れに及ぼす影響について解析的に検証した事例を示す。

2. 解析方法

対象橋梁は、図-1 に示すような開断面リブ鋼床版とし、デッキ厚、主桁の腹板近傍の縦リブ剛性、縦リブ支間長をパラメータとした。鋼床版の構造タイプを表-1 に示す。タイプ 1（従来構造）はデッキ厚 12mm、縦リブ Bulb PL200×10（通常バルブ）とし、タイプ 2～5（提案構造）はデッキ厚 12～16mm、一般部の縦リブを通常バルブで腹板近傍のみ Bulb PL250×12（大型バルブ）とした。縦リブ支間長は $l_g=1.563\text{m}$ （タイプ 1, 2）と 2.3m（タイプ 3～5）とし、アスファルト舗装厚は 75mm とした。各構造タイプで鋼重比較した結果、従来構造（1.00）に対して、提案構造が 0.96～1.02 であり、デッキを増厚しても経済性が低下していない。

図-2 に解析モデルを示す。解析モデルは、舗装と着目部近傍のデッキ、主桁腹板、着目縦リブをソリッド要素、それ以外の鋼部材をシェル要素でモデル化した。荷重は T 荷重の 1 輪をダブルタイヤとし、衝撃 ($i=0.4$) を考慮した値とした。載荷位置は、右側の輪重が主桁腹板および縦リブを挟み込むように設定した。舗装とデッキは完全合成とし、舗装剛性を道示に示されるヤング係数 2,000N/mm² とした。拘束条件は橋軸方向に連続条件、橋軸直角方向に対象条件を考慮し、主桁高 2,800mm までを

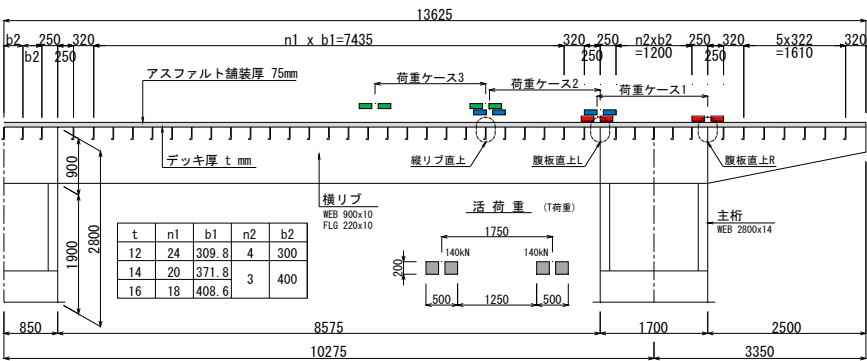


図-1 開断面リブ鋼床版と荷重ケース

表-1 鋼床版の構造タイプ

構造タイプ	デッキ厚 t (mm)	縦リブ 支間長 l_g (m)	縦リブ断面		縦リブ間隔		鋼重比較 (kg/m ²)	備考
			一般部	腹板隣接部	一般部 b (mm)	腹板隣接部 b (mm)		
タイプ1	12	1.563	Bulb PL 200 x 10		309	250	435 [1.00]	従来構造
タイプ2							437 [1.01]	提案構造
タイプ3							417 [0.96]	〃
タイプ4	14	2.300	Bulb PL 200 x 10	Bulb PL 250 x 12	371		427 [0.98]	〃
タイプ5	16				408		442 [1.02]	〃

キーワード 開リブ鋼床版, 舗装ひび割れ, FEM 解析, 曲率半径, 縦リブ剛性

連絡先 〒105-0003 東京都港区新橋1丁目6-11 (一社) 日本橋梁建設協会 TEL 03-3507-5225

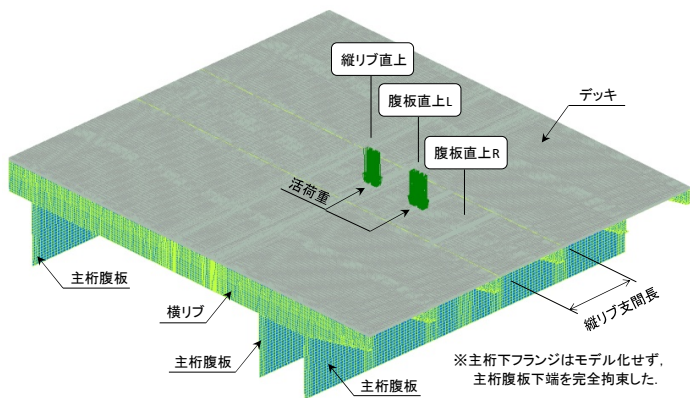


図-2 解析モデル

モデル化し、主桁腹板下端を完全拘束とした。解析には、Simcenter Nastran2019-1 を用いた。なお、デッキの局部曲げに対する主桁系の変形の影響が小さいことは別途確認している²⁾。各種対策による舗装ひび割れの抑制効果は、活荷重によって生じるデッキ上面の節点の鉛直方向と橋軸直角方向の変位（要素幅 0.5mm，着目点から±100mm を抽出）から最小二乗法で近似円の半径を求め、曲率半径として評価した²⁾。

3. 解析結果

図-3 に構造タイプ 3 の変形図を示す。輪重が主桁腹板を挟み込む載荷時では、デッキの局部的な板曲げのみが発生している。一方、輪重が縦リブを挟み込む載荷時では、デッキの局部的な板曲げに加えて、床版作用による鉛直たわみも発生するため、デッキ上面の引張りひずみが低減し、舗装のひび割れが腹板直上載荷に比べて緩和される。

表-2 に着目部のデッキの曲率半径を示す。従来構造（タイプ 1）と提案構造（タイプ 3）は、縦リブ直上載荷で曲率半径 20m を確保できているが、腹板直上載荷では曲率半径 20m を若干下回った。タイプ 3 は、縦リブ支間長がタイプ 1 に比べて 1.5 倍大きくなっているが、曲率半径はタイプ 1 とほぼ同じとなった。よって、腹板近傍のみ縦リブ剛性を増加すれば、舗装ひび割れの抑制効果が得られることが分かった。また、箱桁間の縦リブ直上載荷では、縦リブ断面が同じであれば縦リブ支間長が大きくなるほど、床版作用による変形も大きくなり曲率半径が増加する傾向が見られた。提案構造（タイプ 2, 4, 5）では、腹板直上載荷でも曲率半径 20m を確保できた。また、デッキ増厚による効果として、デッキ厚 14mm でデッキの曲率半径が 1.2 倍、デッキ厚 16mm で 1.5 倍となった。また、文献 1) の方法で算出される縦リブ支間の制限値は、提案構造のデッキ厚 12mm が 2.21m（タイプ 2, 3）、デッキ厚 14mm が 2.27m（タイプ 4）であり、本解析による評価と概ね整合している。

4. おわりに

開断面リブ鋼床版の FEM モデルを用いて輪重に対するデッキの曲率半径を算出し、提案構造に対して舗装ひび割れの抑制効果を評価した。デッキ厚 14mm の提案構造では、従来構造に比べて曲率半径が 1.2 倍となり、舗装のひび割れ抑制効果が期待できる。

参考文献

1) 多田宏行：橋面舗装の設計と施工，鹿島出版会，pp. 25-37，1996. 3
2) 内田大介：鋼床版の主桁腹板上におけるアスファルト舗装のひび割れに関する解析的検討，第 75 回年次学術講演会講演概要集，2020. 9（投稿中）

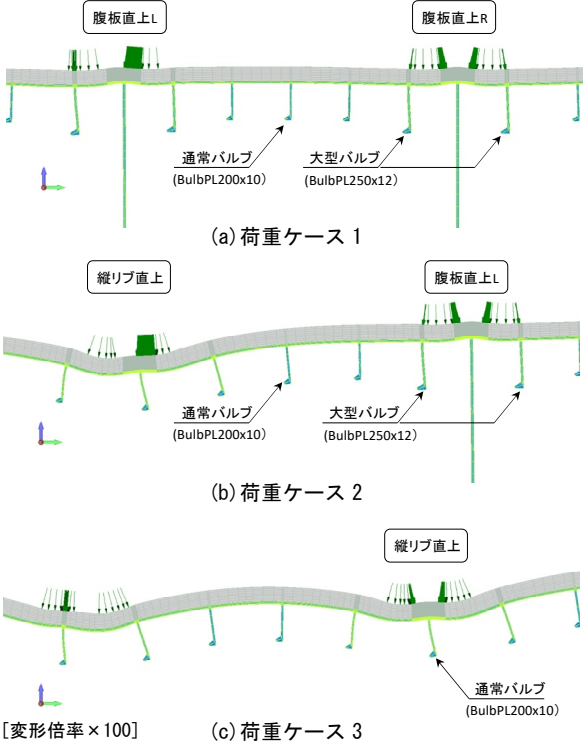


図-3 構造タイプ 3 の変形図

表-2 デッキの曲率半径

構造タイプ	デッキ厚 <i>t</i> (mm)	縦リブ 支間長 <i>l_g</i> (m)	デッキの曲率半径(m)			備考
			荷重ケース1 (腹板直上R)	荷重ケース2 (腹板直上L)	荷重ケース3 (縦リブ直上)	
タイプ1	12	1.563	19.0 (1.00)	18.6 (1.00)	23.0 (1.00)	①従来構造 (基準)
タイプ2			20.4 (1.07)	20.0 (1.08)	23.0 (1.00)	②提案構造 (②/①)
タイプ3	14	2.300	19.4 (1.02)	19.1 (1.03)	25.4 (1.10)	③提案構造 (③/①)
タイプ4			23.8 (1.25)	23.4 (1.26)	29.0 (1.26)	④提案構造 (④/①)
タイプ5			29.2 (1.54)	28.5 (1.53)	34.6 (1.50)	⑤提案構造 (⑤/①)