

新しい耐疲労鋼床版の開発

新日本製鐵(株)	正会員	○富永知徳
新日本製鐵(株)	正会員	本間宏二
新日鉄エンジニアリング株式会社	正会員	高田賢一
日鉄トピーブリッジ株式会社	正会員	窪田公二

1. はじめに

現在、日本国内ではUリブとIリブ（バルブリブ）の鋼床版構造が使われているが、いずれも疲労損傷の問題を抱えている。Uリブについては疲労損傷を防止する方策がいくつか提案されているが¹⁻²⁾、その多くがデッキプレート貫通き裂を防止することを目的としており、新設構造で縦リブと横リブの交差部に発生する疲労損傷を防止することを目的とした具体的な提案をしているのは東京ゲートブリッジの鋼床版²⁾程度である。しかし、その構造も一部にリブのフルペネトレーションを構成として必要としており、製作コストの点で適用拡大が進む見込みは小さい。そのため、より安価で、デッキプレートと縦横リブ交差部の両方の疲労性能を向上させる鋼床版構造の開発が求められている。そこで、これまでとは異なるコンセプトで新型鋼床版を検討し、その疲労性能の一部を解析および疲労試験により確認したので、その結果を報告する。

2. 新しい鋼床版構造

鋼道路橋の疲労設計指針(H14.3)では、横リブの間隔を2.5m以上とする場合は特別な検討が必要であると規定している。これは、発生モーメントの低減により疲労損傷を防止しようと考えであり、従来のUリブやバルブリブのように部材の高さが決まっている場合は合理的である。そこで、縦リブの高さを大幅に大きくすることを考えた。図1の模式図で示すように横リブ間隔の間に入る軸の数が同じであれば、発生モーメントの大きさは横リブ間隔に比例するのに対し、抵抗断面は分布荷重で設計すると横リブ間隔の2乗に比例する。よって横リブ間隔を適切に広げると発生応力は減少する。つまり、発生モーメントを増加させる代わりに、抵抗断面の大きさを増加させるというコンセプトである。

また、縦リブは開断面リブとした。これまでに実施されてきた疲労損傷の調査の結果³⁾より、バルブリブにはデッキプレートと縦リブの溶接からの疲労損傷は実績として発生していないためである。そもそもUリブの利点は溶接線数および塗装面積の低減による低コストであると考えられるが、Uリブの溶接部に開先を作成して、75%以上の溶け込みを要求されている現在のUリブ構造の溶接コストは増加しており、多電極をうまく使える開断面縦リブ構造であれば同等程度のコストで製作ができると推定される。

その結果、図2のような構造の提案に至った。横リブ間隔は4mであり、縦リブの高さは500mmである。デッキプレートの板厚は18mmとして縦リブ間隔は450mmである。縦リブは座屈耐力の確保のため、LまたはTの断面としている。この縦リブは溶接で構成するか、造船用のインバートを用いる。ここで、全長にわたってTまたはL断面とすると、縦横リブの交差部でスリットが大きくなるので、交差部では縦リブのフランジを切り欠き、従来のバルブリブ用のスリット幅で製作ができるようにした。その結果、コスト評価では表1に示すように従来Uリブ（デッキプレート16mm）に対し115%の価格で収まっている。また、工数の非常に多くなる従来のバルブリブ構造よりは安価になる。

3. FEM解析

新型構造の縦横リブ交差部での発生応力をFEMにより検討した。解析は提案構造と従来Uリブ構造（横リブ間隔2.5m）、バルブリブ構造（縦リブ高200mm、横リブ間隔1250mm）の比較で実施した。ABAQUS v6.9.3によるシェル解析である。図3に解析結果の比較を示す。応力の分布は溶接線から30mm手前のラインで取っているため、溶接ビード形状による応力集中は含んでいない公称応力に相当する。提案構造では、狙い通り抵抗断面の増大によって発生応力が大幅に低減していることが確認できる。

4. 疲労試験

図4に示すような定点载荷による疲労性能の確認を行った。鋼床版の三辺を拘束することによって、版に近

い挙動を得ることが出来ている。試験は従来のUリブ構造との比較で実施した。図5に疲労試験における発生応力の比較を示すが、提案構造の発生応力が低いことがわかる。Uリブが7600回でデッキプレートと縦リブの溶接部に疲労き裂を発生させたのに対し、提案構造では200万回終了後でも疲労き裂は発生していなかった。

5. まとめ

試設計、FEM解析、疲労試験の結果、提案構造は従来Uリブと比較して、同程度のコストで大幅な疲労性能の向上が見込まれる。

参考文献

[1] 三木, 鈴木, 加納, 佐々木, 石田, 高森: 鋼床版の疲労への SFRC 舗装による予防補強とその健全性モニタリング, 土木学会論文集 A, Vol.62 No.4, pp950-963, 2006.12

[2] Suganuma, Miki: Investigation of the high fatigue resisted slit form on the cross of trough rib and transverse rib on the orthotropic steel deck, IIW Doc, XIII-2121-06, 2006

[3] 高田佳彦, 平野敏彦, 坂野昌弘: 阪神高速道路における鋼床版の疲労損傷状況報告, 土木学会第61回年次学術講演会, 1-535, 2006.

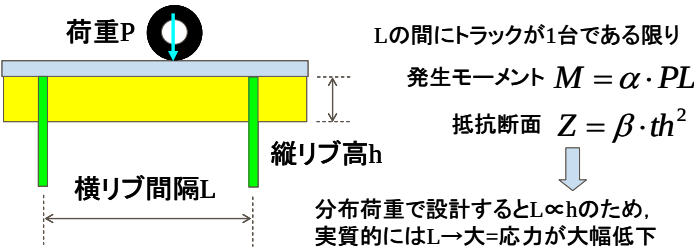


図1 発生モーメントと抵抗断面の関係

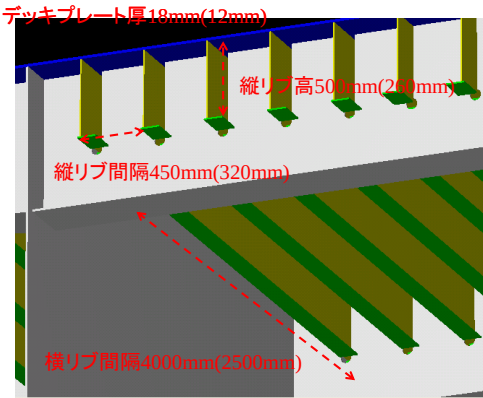


図2 提案構造の基本構成

表1 コスト比較結果

	バルブリブ	Uリブ	Tリブ
鋼重(kg/m ²)	251 (1.10)	228 (1.00)	269 (1.18)
溶接量(m/m ²)	12.6	9.3	11.0
費用(千円/m ²)	121855 (1.30)	93961 (1.00)	108079 (1.15)

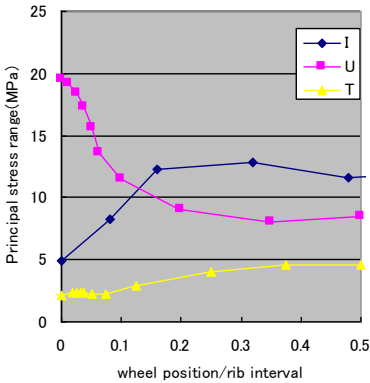


図3 FEM解析結果(縦横リブ交差部)



図4 疲労試験状況

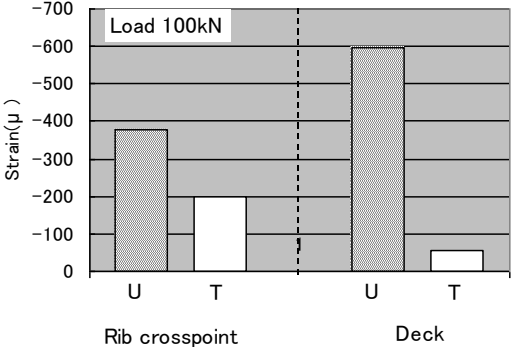


図5 発生応力の比較