

第 I 部門 ゴムラテックスモルタルにより合成構造化したUリブ鋼床版の輪荷重走行試験

大阪大学大学院 学生員 ○服部雅史
 阪神高速道路(株) 正会員 高田佳彦

大阪大学大学院 正会員 大西弘志
 阪神高速道路(株) 正会員 青木康素
 大阪工業大学 フェロー 松井繁之

1. はじめに

近年、車両の大型化や供用年数の経過に伴い、鋼床版の疲労損傷が多数報告されている。そこで、疲労損傷に対する有効かつ合理的な予防対策の確立が望まれる。これまでに確認されているUリブ鋼床版の疲労損傷の発生部位は大きく分けて、Uリブ・横リブ交差部、Uリブ・デッキ交差部の2つである。この内、Uリブ・デッキ交差部の損傷事例は現段階では多くないが、今後発生数増加が予想されること、亀裂がデッキを貫通し舗装の損傷や路面陥没に繋がること、亀裂発生部の構造ディテールはUリブ鋼床版にほぼ共通であることなどから、対策は急務である。

Uリブ・デッキ交差部における疲労損傷の原因は、ダブルタイヤがUリブ溶接線を跨いで載荷した際、デッキの剛性が低いことに起因した局部変形によって、Uリブ・デッキ交差部に高い応力が発生することと考えられている¹⁾。そこで、デッキ上面にゴムラテックスを混入したモルタル(以下、ゴムラテックスモルタル)を打設した合成構造(以下、ゴムラテックス合成鋼床版)とすることで、版の曲げ剛性を上げ、疲労耐久性を向上させる補強方法が提案されている²⁾。

しかしながら、ゴムラテックス合成鋼床版の疲労耐久性は確認されていない。そこで、無補強鋼床版、ゴムラテックス合成鋼床版の輪荷重走行試験を実施した。

2. 試験概要

本試験で用いた試験体及び走行位置を図1に示す。試験体は、実橋においてUリブ現場継手部近傍に疲労損傷が多いことから添接部と密閉ダイヤフラムを設けた。また、走行位置直下に横リブを配置し、Uリブスパンは実橋とほぼ同じ2400mmとした。輪荷重は、実橋における走行位置を参考に図1のようにした。載荷版は、ダブルタイヤ形状を再現するためT荷重を2分割し、200×190mmの載荷面を120mmの間隔で並べ載荷した。疲労試験は、はじめに無補強鋼床版を図1下側のコースで95万回走行した。その後、ゴムラテックスモルタルを打設し、上側のコースにおいて200万回走行させた。ゴムラテックスモルタルは45mm厚で打設した。デッキの表面には接着剤やジベル等を設けず、ブラスト処理のみ施した。ゴムラテックスモルタルは材齢1日で圧縮強度12.6MPa、材齢28日で圧縮強度19.9MPa、引張強度1.8MPa、ヤング係数15.7GPaであった。載荷荷重を118kNとして疲労試験を行った。

3. 無補強鋼床版の損傷状況

無補強鋼床版の疲労亀裂発生位置を図2に示す。走行回数57万回の際にUリブ・デッキ交差部に亀裂②(発生位置:止端部・試験終了後の亀裂長:250mm)を目視で確認した。その後、走行回数69万回の際にUリブ・横リブ交差部に亀裂③(止端部・12mm)、④(止端部・20mm)をMTで確認した。走行終了後にデッキ上面よりUリブ・デッキ交差部に亀裂①(ルート部・140mm)をUTで確認した。亀裂①は実橋のUリブ・デッキ交差部で確認されている、ルート部より発生しデッキプレート内を板厚方向に進展する亀裂である。

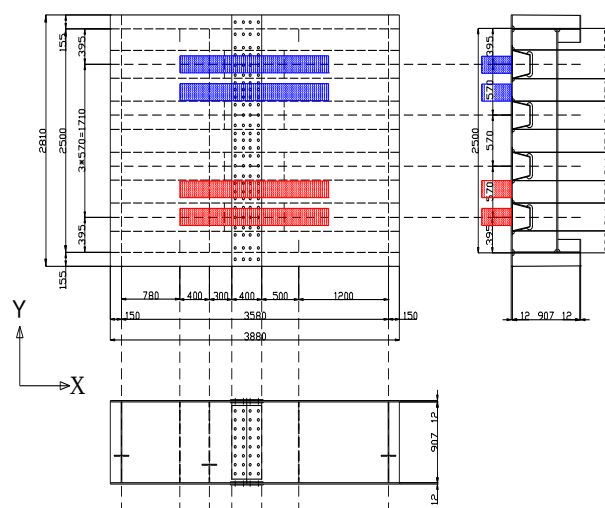


図1 試験体及び走行位置

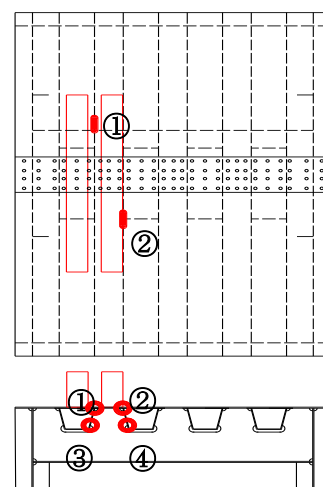


図2 亀裂発生位置

4. ゴムラテックス合成鋼床版の補強効果および疲労耐久性

ゴムラテックス合成鋼床版では、200 万回走行を行ったが、鋼床版部分およびゴムラテックスモルタルに目立った損傷が生じなかった。

本試験においての、測定位置、載荷位置は、無補強鋼床版と橋軸直角方向の中央線に対して対称とした。以下、試験結果を一面に投影して無補強鋼床版、ゴムラテックス合成鋼床版を比較して示す。

たわみと走行回数の関係を図 3 に示す。たわみは U リブスパン中央に載荷した際の、荷重直下のデッキのたわみを示している。ゴムラテックス合成鋼床版は走行開始 7 万回までに 1.3 倍に急増している。その後はほぼ一定値を示している。たわみ急増の原因としては、輪荷重走行位置周辺のデッキ・ゴムラテ界面が、輪荷重走行に伴う繰返しせん断力を受け、付着切れを生じたためと考えられる。

U リブスパン中央に荷重を載荷した場合の、載荷中心での橋軸直角方向のたわみ分布を図 4 に示す。図 4 はデッキおよび U リブ下フランジの鉛直変位を示している。無補強鋼床版に見られるデッキの局所的な面外変形は、ゴムラテックス合成鋼床版においては改善されている。合成版としたことで剛性が上がったことにより、全体的なたわみ挙動をしている。試験終了後のゴムラテックス合成鋼床版においても、無補強鋼床版に比べ、たわみは 40% 程度に低減されている。

輪荷重が跨いで載荷した U リブ・デッキ溶接線のデッキ側溶接止端部より 5mm の位置の溶接線に直角方向の応力の影響線を図 5、6 に示す。影響線は輪荷重を載荷したまま橋軸方向に 200mm ずつ移動させ求めた。図 5 は横リブ位置、図 6 は U リブスパン中央位置での応力の影響線である。合成構造化による応力低減効果は、横リブ位置より U リブスパン中央位置で顕著に表れている。橋軸直角方向の荷重分配について、横リブ位置では横リブが多く輪荷重を分担するが、U リブスパン中央位置ではデッキで輪荷重に抵抗する。そのため、版全体の曲げ剛性が上がった効果が顕著に表れたものと考えられる。U リブスパン中央位置での発生応力範囲は、無補強 0 回 198.1MPa、ゴムラテ 0 回 21.6MPa (無補強との比 0.11) である。また、たわみ急増後についても発生応力範囲は 51.0 MPa (0.26) である。鋼床版の S-N 曲線の傾きを $-1/3$ と仮定すると、この位置では合成構造化により 750 倍、付着切れが生じた後においても 55 倍疲労耐久性が向上したことになる。

5. まとめ

- ・ デッキの局所的な面外変形に起因した U リブ・デッキ交差部の疲労損傷に対して、ゴムラテックスモルタルによる合成構造化が補強方法として有効であることが分かった。
- ・ ゴムラテックス合成鋼床版は 200 万回走行終了後でもゴムラテックスモルタル部分、鋼床版部分に目立った損傷は発生せず、デッキ・ゴムラテ界面に付着切れが生じるものの十分な疲労耐久性を有していた。

参考文献 1) 村越, 有馬: 鋼床版における最近の疲労損傷事例と対策に関する検討ーデッキプレート内進展亀裂を対象としてー, 第5回道路橋床版シンポジウム講演論文集, pp13-24, 2006.7.

2) 国島, 大垣, 杉浦, 下里, 牛腰, 神木, 小野: ゴムラテックスモルタルを合成した鋼床版の静的載荷試験, 土木学会第 61 回年次学術講演会講演概要集, pp1113-1114, 2006.9

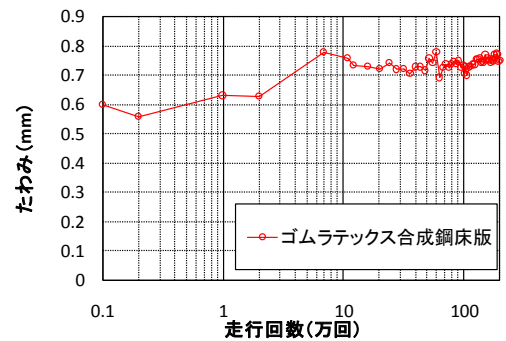


図 3 たわみー走行回数関係

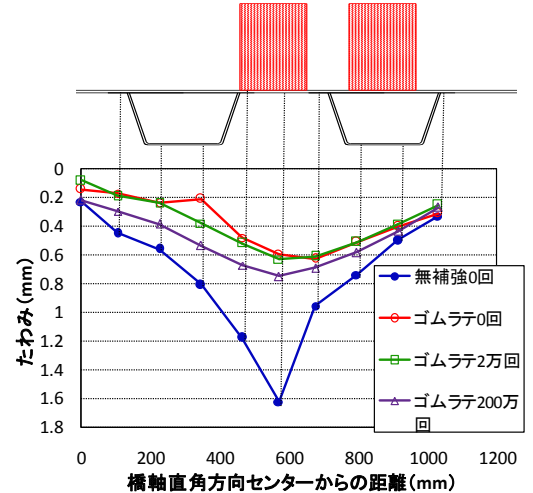


図 4 たわみ分布

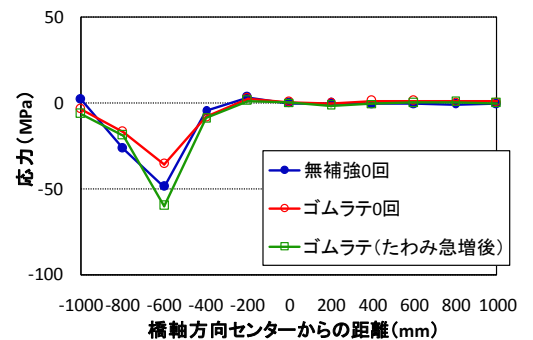


図 5 横リブ位置での応力の影響線

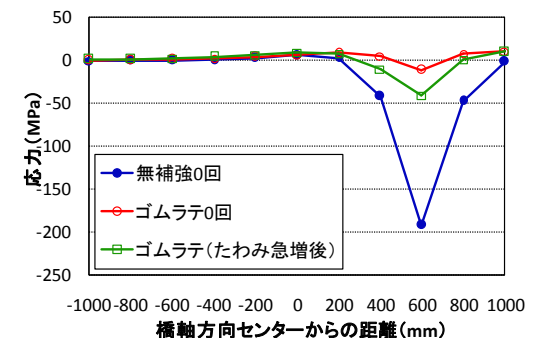


図 6 U リブ間中央位置での応力の影響線