

ゴムラテックスモルタルを用いた合成鋼床版の疲労耐久性の検討

阪神高速道路(株) 正会員 ○青木康素 正会員 高田佳彦
 大阪大学大学院 学生員 服部雅史 正会員 大西弘志 大阪工業大学 フェロー 松井繁之
 川崎重工業(株) 正会員 大垣賀津雄 (株)竹中道路 正会員 国島武史

1. はじめに

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。鋼床版の疲労損傷の主要因としては、溶接部の予期しない欠陥、デッキプレート厚が薄いために発生する局部変形に起因する応力集中と、設計荷重より大きな輪荷重の走行が考えられる。そこで、デッキプレートの曲げ剛性を上げ、荷重分散性能を向上させ、局部変形を低減することが有効な疲労損傷の予防保全方法の一つである。今回、閉断面 U リブを有する鋼床版デッキプレート上面にゴムラテックスモルタルを打設し、鋼床版を合成床版化する方法(以下、ゴムラテックス鋼床版と称する)を検討した。ゴムラテックス鋼床版の補強効果を確認するために、静的載荷試験及び輪荷重走行試験を実施した。本稿では、検討結果の概要を報告する。

2. 供試体

供試体は、図-1 に示すような縦リブに U リブを用いた閉断面鋼床版である。実橋を模して、供試体には、添接部と密閉ダイヤフラムを設けてある。床版の平面寸法は橋軸方向 3880mm、橋軸直角方向 2810mm、U リブは 4 本、横リブは 3 本で構成し、添接版を挟んだ横リブ間隔は実橋とほぼ等しい 2400mm である。添接部以外では、デッキプレート厚は 12mm、U リブ厚は 6mm である。供試体鋼材は SM490 材とし、デッキプレートと U リブとの溶接は、実橋に準じて、脚長 6mm を確保し、溶接ビードの溶け込み量は U リブ板厚の 20~30% とした。ゴムラテックスモルタルは、デッキ面をブラスト処理後、45mm 厚でデッキ面上に打設した。ジベルは設けず、モルタル材の接着力で水平せん断を負担する合成構造とした。使用したゴムラテックスモルタルの配合及び材料試験結果を表-1、表-2 に示す。

3. 静的載荷試験、輪荷重走行試験

試験機は、大阪大学所有の輪荷重走行試験機を使用した。載荷荷重は 118kN とし、ダブルタイヤを模擬した載荷ブロック(橋軸 200mm×橋直 190mm)を使用した。支持条件は、支点は主桁と端横リブが交差する 4 隅点とし、各点において鉛直方向の沈下と、橋軸まわりの回転を拘束した単純支持とした。着目部の応力の影響線が得られるよう、供試体上を橋軸・橋軸直角方向に影響線載荷した。また、図-1 に示す走行位置で輪荷重走行試験を実施した(200 万回走行)。溶接部近傍の応力測定に用いたひずみゲージは、溶接線に対して直角方向に、また、溶接止端部から 5mm の位置を基本とし貼付した。応力測定位置を図-2 に示す。

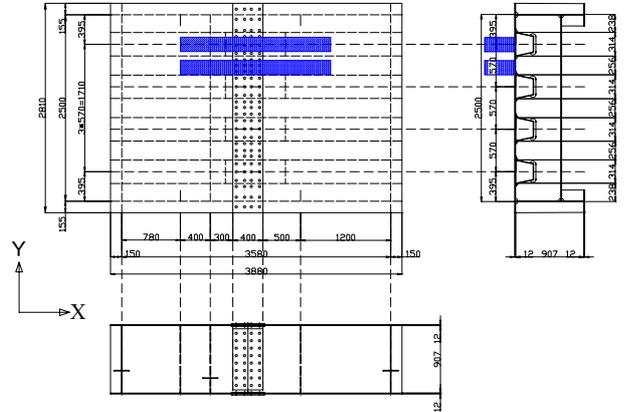


図-1 試験体及び走行位置

表-1 ゴムラテックスモルタルの配合

| W/C (%) | P/C (%) | C/S | 単位量(kg/m ³) | | | |
|---------|---------|-----|-------------------------|----|------|---------|
| | | | セメント | 水 | 珪砂 | ゴムラテックス |
| 32 | 18 | 1/3 | 463 | 45 | 1389 | 187 |

表-2 材料試験結果

| | 材齢 | | | |
|------------|------|-------|-------|-------|
| | 3時間 | 1日 | 7日 | 28日 |
| 圧縮強度 (MPa) | 7.01 | 12.56 | 16.92 | 19.88 |
| 引張強度 (MPa) | | | | 1.84 |
| 弾性係数 (GPa) | | | 13.8 | 15.7 |

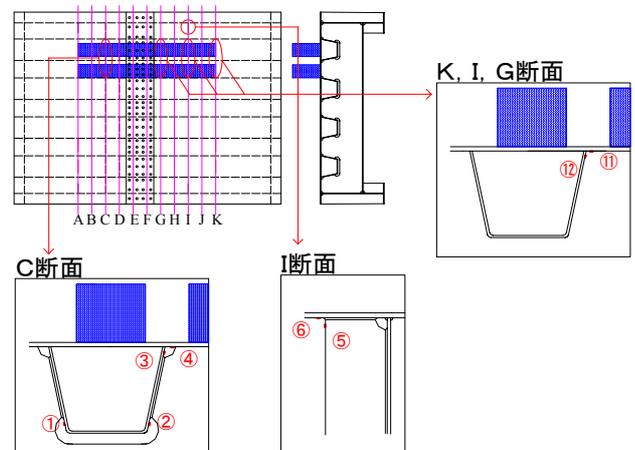


図-2 測定位置と断面の名称

キーワード 鋼床版, 疲労損傷, ゴムラテックスモルタル, 合成床版化

連絡先 〒541-0056 大阪市中央区久太郎町 4-1-3 阪神高速道路(株)技術管理室 TEL: 06-4963-5607

4. 試験結果と考察

以下に、図-2の応力測定位置での応力範囲 $\Delta\sigma$ 、応力範囲の比率(ゴムラテ $\Delta\sigma$ /無補強 $\Delta\sigma$)について、橋軸方向影響線より考察する。

a) Uリブ支間部におけるUリブ縦溶接線

⑪、⑫は、Uリブ支間部のUリブ縦溶接線近傍である。図-3に示すように、Uリブ支間中央のI断面では、⑪は無補強 198.1MPa、ゴムラテ 21.6MPa (0.11)、⑫は無補強 92.4MPa、ゴムラテ 33.8MPa (0.37)であった。デッキプレート側止端部は10%程度、Uリブ側止端部は40%程度まで発生応力が低減している。Uリブ支間部では、合成床版化による応力低減効果が顕著に現れていた。

b) Uリブ横リブ交差部におけるUリブ縦溶接線

③、④は、横リブ交差部のデッキ側のスカラップにおける、Uリブ縦溶接線近傍である。図-4に示すようにUリブ側③では無補強 52.3MPa、ゴムラテ 38.2MPa (0.73)と、応力低減効果がやや低い。デッキプレート下面の④では無補強 12.7MPa、ゴムラテ 19.6MPa (1.54)と、応力が増加している。ただ応力値が低く、疲労損傷に与える影響は小さいと考えられる。

c) デッキプレートと垂直補剛材との溶接部

デッキプレートと垂直補剛材との溶接部について、⑤は垂直補剛材コバ面、⑥はデッキプレート下面である。図-5のように⑤は無補強 152.6MPa、ゴムラテ 166.0MPa (1.08)。⑥は無補強 143.5MPa、ゴムラテ 84.6MPa (0.59)であった。⑥のデッキプレート下面は、ゴムラテックス鋼床版の合成効果により応力が60%程度まで低減している。一方、垂直材コバ面では、応力が増加している。コバ面での応力の増加は、鋼床版は薄肉構造であるため荷重抵抗範囲が局所的であったのに対して、版全体の剛性向上によって、ゴムラテックス鋼床版では荷重抵抗範囲が拡大し、垂直補剛材に対する鉛直荷重が増加したことが要因と推定される。デッキプレートと垂直補剛材との溶接部では、半円切り欠き等の応力低減対策と併用する必要があると考えられる。

d) Uリブ横リブ交差部下側スカラップの廻し溶接部

図-6に示すように、①では無補強 77.7MPa、ゴムラテ 43.4MPa (0.56)。②では無補強 87.9MPa、ゴムラテ 46.6MPa (0.53)と、50%程度まで発生応力が低減している。

輪荷重走行試験は、乾燥状態で200万回載荷した。載荷軌道直下のゴムラテックスモルタル上面に微細なひび割れが確認された他は、損傷は確認されなかった。走行回数について、既往の研究¹⁾によるUリブとデッキプレート溶接部ののど厚応力に着目した疲労強度曲線を用い、また、交通量と疲労損傷度の関係を検討結果²⁾を参考すると、輪荷重走行試験での200万回走行は、重交通の高速道路橋で17年交通に相当する。

5. まとめ

ゴムラテックスモルタルを用いた鋼床版の合成床版化により、疲労耐久性の向上が確認された。溶接部によっては、応力低減効果が小さい箇所もあり、別途、細部構造及び補強対策を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 川上ら：鋼床版デッキプレートとUリブ溶接部の疲労試験 Uリブ溶接部の疲労試験，土木学会第60回年次学術講演会，平成17年9月。
- 2) 田畑ら：交通量データ等に基づく鋼床版の疲労損傷度および阪神高速の疲労環境評価，阪神高速道路株式会社第39回技術研究発表会論文集，平成19年2月。

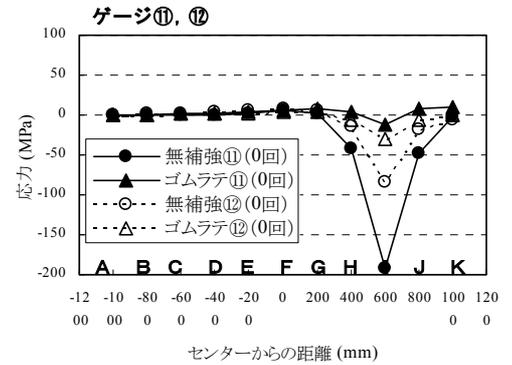


図-3 Uリブ支間部の縦溶接線近傍の応力

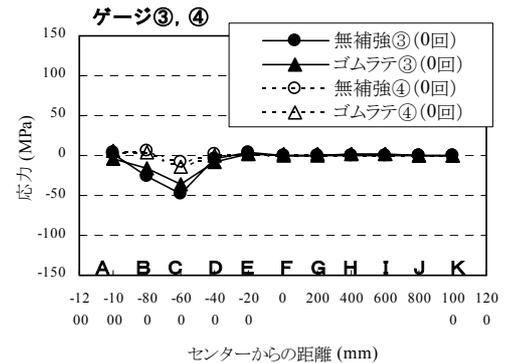


図-4 Uリブ横リブ交差部のUリブ縦溶接線近傍の応力

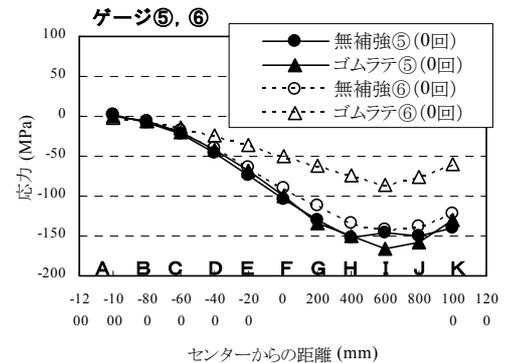


図-5 デッキプレートと垂直補剛材の溶接部近傍の応力

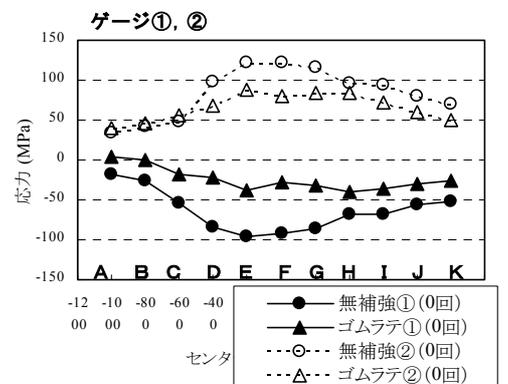


図-6 Uリブ横リブ交差部下側スカラップ廻し溶接部近傍の応力