

既設鋼床版の合成鋼床版化による疲労耐久性向上に関する研究

大阪大学大学院 学生員 ○服部 雅史 大阪大学大学院 学生員 的場 栄孝
 大阪工業大学 フェロー 松井 繁之 京都国道事務所 正会員 伊藤 正一
 海洋架橋・橋梁調査会 正会員 古市 亨

1. 研究の背景と目的

現在、鋼床版の疲労損傷が多数報告されている。近年における車両の大型化や自動車交通量の増大によるものであり、今後とも鋼床版の疲労損傷は増加していくことが予想される。そこで、有効かつ合理的な既設鋼床版の補修・補強方法が必要となる。鋼床版の疲労対策として、鋼床版の合成鋼床版化による補強が有効な手法であると考えられる。合成鋼床版化とは、デッキプレート上面にスタッドジベルを溶接し、その後、鋼繊維補強コンクリート（以下、SFRC という）を打設し、合成構造化する手法である。

ところで、鋼床版の疲労の原因は、各部材要素間の溶接部近傍に生ずる高い応力集中と考えられる。合成構造化することで、デッキプレートの剛性が向上し、荷重分散性が向上するため、その応力集中を低減し得る。

しかしながら、本手法の設計手法は確立しておらず、合成鋼床版の疲労耐久性や合成効果の程度は不明確である。よって、本研究では基礎研究として鋼床版の破壊状況を明確とすること、合成床版化による疲労耐久性向上度の確認を目的としている。そこで、輪荷重走行試験機を用いて既設鋼床版および合成鋼床版の疲労試験を実施した。

2. 試験概要

輪荷重走行試験機を用いて疲労試験を行った。実橋より同一走行車線の既設鋼床版を4体切り出し、うち2体を合成鋼床版化した。試験体は縦リブにバルブプレートを用いている。縦リブは横リブを貫通しておらず、すみ肉溶接されている。鋼床版は車輪形状の影響を受けるため、ダブルタイヤ形状の軌道装置を用いた。また、走行位置の影響も受けるため、**図2**に示すように2種類の走行位置を選定した。試験体は既設鋼床版のコースA 荷重を O-A、コース B 荷重を O-B、合成鋼床版のコース A 荷重を G-A、コース B 荷重を G-B とする。また、G-B においては 50 万往復以降水張り試験を実施した。

溶接部近傍に発生する疲労亀裂のモニタリングは 2 点間の電位差を測って判定するFSM(Field Signature Method)を適用した¹⁾。輪荷重走行試験は適宜載荷荷重を上昇したため、以下の説明では、試験結果を輪荷重 98kN に換算した。

3. 試験結果

3.1 既設鋼床版の破壊状況および亀裂進展経緯

O-A、O-B 共に疲労亀裂が発生し、進展した。既設鋼床版の亀裂発生箇所を**図2**に示す。

1) O-A の破壊状況および亀裂進展経緯

輪荷重直下の縦リブ・横リブ交差部の縦リブ下端溶接止端部(**図4**)より 39 万往復で亀裂が発生し、亀裂は縦リブをはがすように進展した。試験後、断面を切断し観察すると、亀裂はルート部よりのど厚方向に発生していた。

2) O-B の破壊状況および亀裂進展経緯

輪荷重が跨いで荷重した縦リブ・デッキプレート交差部の溶接止端部(**図4**)よりFSMによって36万往復で亀裂を検出した。その後、384万回で目視により亀裂を確認した。試験後、亀裂は橋軸方向に進展した。断面を切断し観察すると、亀裂はデッキプレートを貫通しているものもあった。

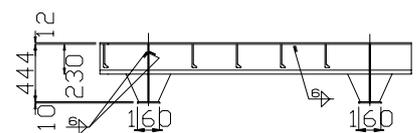


図1 試験体断面図

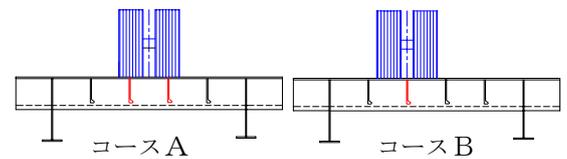


図2 走行位置

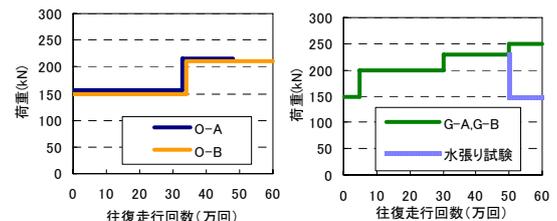


図3 載荷プログラム

キーワード：既設鋼床版，合成鋼床版，SFRC，補強，疲労耐久性

連絡先（〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科，TEL06-6879-7618，FAX06-6879-7621）

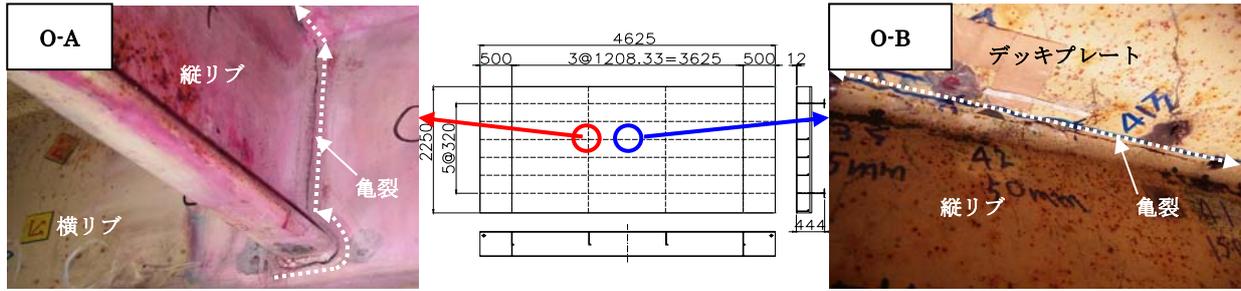


図4 既設鋼床版の破壊発生箇所

3.2 合成効果

合成鋼床版において、鋼床版の亀裂、SFRCの顕著なひび割れ、スタッドジベルの損傷は確認されず、SFRCとデッキプレートの剥離により剛性変化がみられた以外は目立った損傷は確認されなかった。また、水張り試験実施後もSFRCの砂利化や遊離石灰の発生はなく、健全であった。なお、図中の解析値は解析ソフト-COMPO-により求めた。

1)たわみの経時変化

たわみの経時変化を図5に示す。たわみ測定位置はデッキプレートの中央である。O-Aは走行回数の増加につれてたわみが徐々に増加している。一方、G-Aのたわみは安定している。なお、G-Aにおいて6万往復付近でたわみが増加したのはSFRCとデッキプレートの剥離が原因と考えられる。ただし、この剥離は後の载荷には全く影響していない。

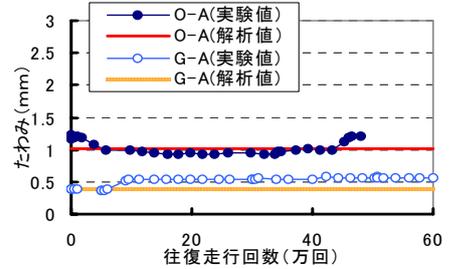


図5 床版中央のたわみ経時変化

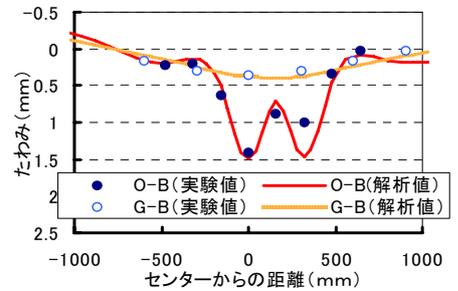


図6 たわみ分布

2)局所変形の低減

たわみ分布を図6に示す。図は橋軸方向センターに载荷したときの橋軸直角方向のたわみ分布である。O-BにおいてはW型の局所的な板曲げ変形が発生している。一方、G-Bには局所変形はみられない。合成床版化により床版の剛性が増加したためと考えられる。

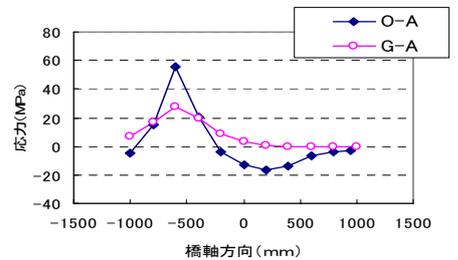


図7 縦リブ下端影響線

3)亀裂発生部周辺の発生応力範囲

O-A, O-B共に亀裂発生部周辺に高い応力が発生していた。

既設鋼床版と合成鋼床版の発生応力範囲を比較する。合成鋼床版はコースAでは図7に示すように縦リブ・横リブ交差部において2/5, コースBでは図8に示すようにデッキプレートにおいて1/20の発生応力となっている。よって、合成床版化により発生応力範囲は大幅に低減し、構造改良によって疲労破壊の危険性は大きく減少したと言える。応力の減少度から合成鋼床版化による疲労耐久性向上度を算定すると、S-N曲線の傾きを-1/3として、リブ間溶接部で約16倍、デッキプレートで約8000倍となる。

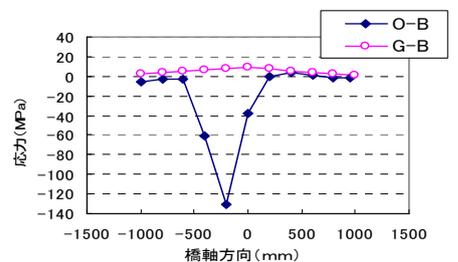


図8 デッキ下面影響線

4. 結論

- 本研究の既設鋼床版の破壊状況や、疲労に対する弱点部が明確になった。鋼床版ではダブルタイヤ方式の载荷法が有効であった。
- 既設鋼床版を合成床版化することで、大幅に疲労耐久性は向上した。応力の減少度から算定すると疲労寿命は最低で約16倍になる。

謝辞: 本研究は(社)日本鉄鋼連盟の支援により行われたものであり、関係の方々に深く感謝致します。

参考文献 1)奥健太郎, 金裕哲, 有田圭介, 堀川浩甫:FSM による疲労亀裂進展のモニタリング, 土木学会平成16年度全国大会.