

## 第 部門

## 既設鋼床版の合成床版化による疲労耐久性向上に関する研究

大阪大学大学院工学研究科 学生員 服部雅史, 的場栄孝 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. これは, 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る. 今後, 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. 試験体は縦リブにパルプ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<sup>1)</sup>. また, 輪荷重走行試験は適宜荷重を上昇したため, 以下, 試験結果については輪荷重を98kNに換算して示す.

## 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345万回で亀裂が発生し, 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

輪荷重が跨いで載荷した縦リブ・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286万回で亀裂を検出した. 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.

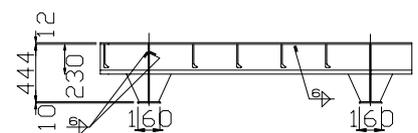


図1 試験体断面図

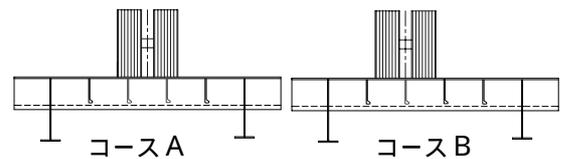


図2 走行位置

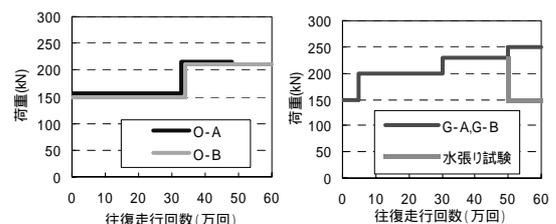


図3 荷重プログラム

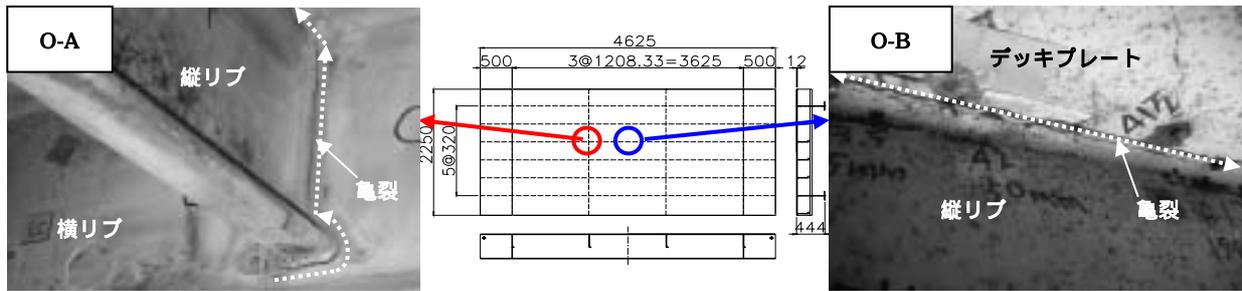


図4 既設鋼床版の破壊発生箇所

### 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。

#### 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。

#### 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。

#### 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、リブで約16倍、デッキプレートで約8000倍となる。

### 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。

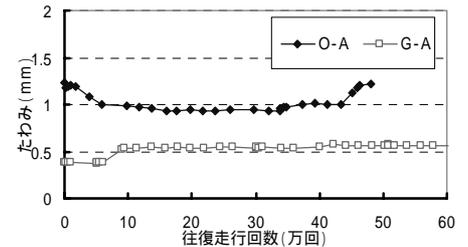


図5 床版中央のたわみ経時変化

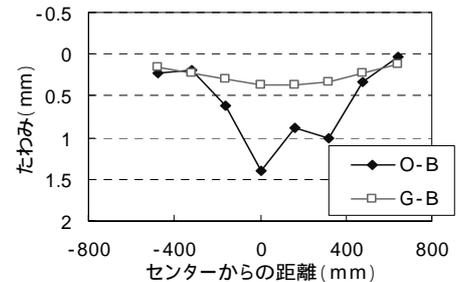


図6 たわみ分布

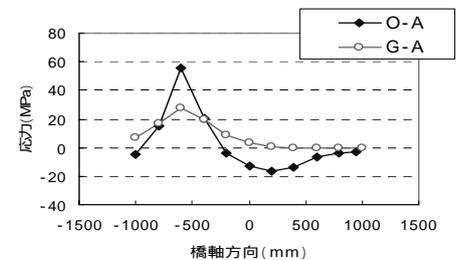


図7 縦リブ下端影響線

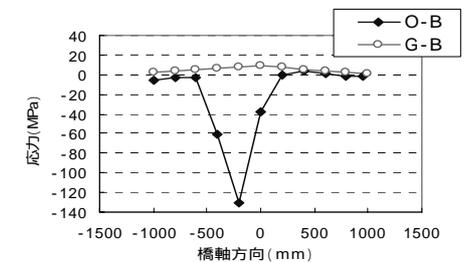


図8 デッキ下面影響線

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.