

コンクリート系舗装による鋼床版の応力低減効果に関する基礎的検討

日本建設機械施工協会 正会員 ○小野 秀一
土木研究所 正会員 村越 潤, 高橋 実, 佐藤 歩, 青木 康素
法政大学 フェロー会員 森 猛

1. 目的と概要

鋼床版デッキプレートと閉断面縦リブ (Uリブ) の溶接部に発生する疲労損傷対策として、デッキプレート上面に鋼繊維補強コンクリート (SFRC) のような補強材を敷設し、接着剤等でデッキプレートと一体化する工法が一般的になりつつある一方で、使用材料や構造細目に関する各種の方法が提案されている。本稿では、コンクリート系舗装による補強を対象として、その材料物性・構造仕様、荷重作用位置などをパラメータとしたFEM解析を行い、これらが鋼床版の応力性状に及ぼす影響について検討した結果を述べる。

2. 解析方法

解析モデルは、図1に示すように、Uリブ10本 (横リブ支間長支間側6本, 短支間側4本), 横リブ4本, 縦桁3本を配置した実物大鋼床版試験体モデルである。デッキプレート厚は12mm, 横リブ間隔は2,150mm, Uリブサイズは幅300mm×高さ220mm×厚さ6mmとした。使用要素については、図2に示すようにデッキプレートとコンクリート系舗装による補強層 (以下, 「補強層」) はソリッド要素, これら以外の部材はシェル要素とした。デッキプレートと補強層は一体としてモデル化している。デッキプレートおよび補強層の幅員方向の要素サイズは概ね14mmとした。

荷重はダブルタイヤを想定して、図3に示すように、タイヤの接地面に相当する範囲に合計100kNを等分布として載荷した。またUリブとの位置関係については、Uリブウェブをダブルタイヤが跨ぐ「Uリブ跨ぎ」、Uリブ直上となる「Uリブ直上」として、幅員方向の載荷位置は、縦桁間隔のほぼ中央となる位置とした。デッキプレート上の載荷位置は、図1に示すように、縦リブ支間中央, 縦リブ支間1/4, 横リブ上とした。解析パラメータとしては、表1, 表2に

表1 解析パラメータ (厚さ)

ケース名	厚さ(mm)
T1	10
T2	30
T3	50
T4	75
T5	100

表2 解析パラメータ (弾性係数)

ケース名	弾性係数(N/mm ²)
E1	1,000
E2	10,000
E3	25,000
E4	34,800
E5	40,000
E6	50,000

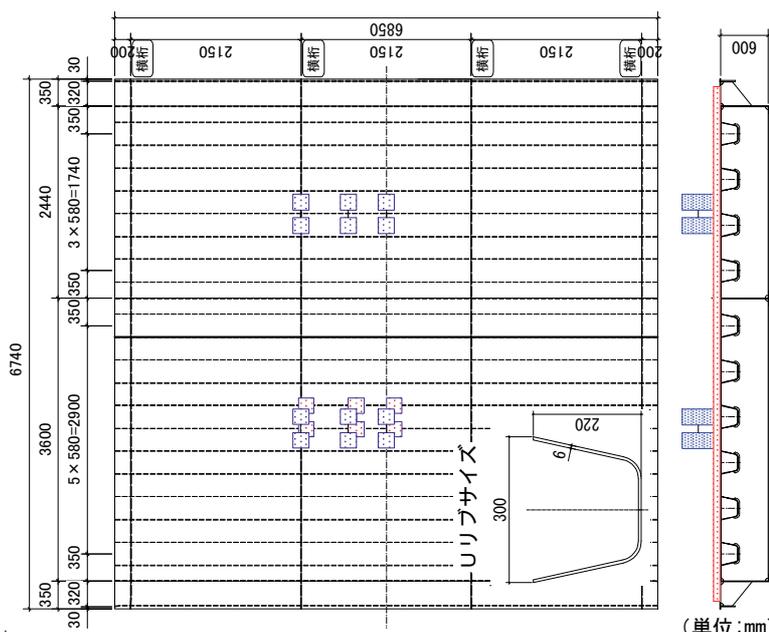


図1 解析対象とした鋼床版試験体の形状寸法および載荷位置

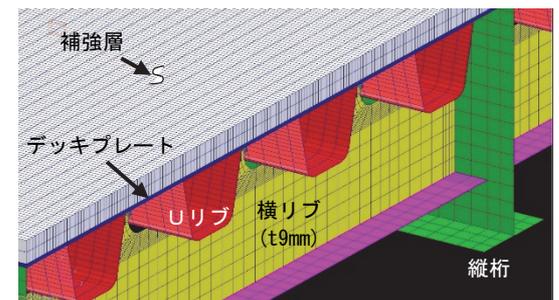


図2 解析モデルの要素分割

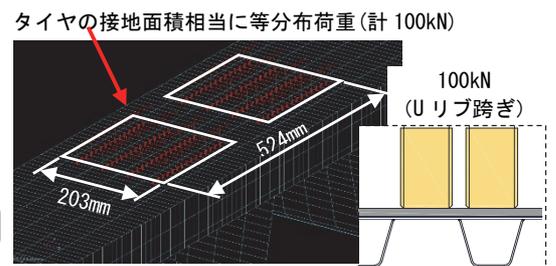


図3 輪荷重載荷方法

キーワード 鋼床版, 疲労, 補強, 繊維補強コンクリート, FEM 解析
連絡先 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154 (一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 TEL0545-35-0212

示すように補強層の厚さおよび弾性係数とした。なお、鋼材の弾性係数は $200,000\text{N/mm}^2$ 、ポアソン比は 0.3 とした。

3. 解析結果

図4に、Uリブ跨ぎ・縦リブ支間中央載荷、夏季のアスファルト舗装を想定した弾性係数 $1,000\text{N/mm}^2$ 、ポアソン比 0.2 、層厚 50mm の補強層としたときの、デッキプレートおよび補強層の幅員方向応力分布を示す。デッキプレート上下面の応力はUリブウェブの上端位置ごとに正負交番しており、デッキプレートには面外曲げが生じていることが分かる。図5には、SFRC補強を想定した弾性係数 $40,000\text{N/mm}^2$ の補強層としたときの応力分布を示す。図4、5から、補強層の弾性係数を大きくした方が、デッキプレートの曲げを抑制し、応力が低減されていることに加え、輪直下のデッキプレート上面の応力が全体的に引張側に転じていることが分かる。これは補強層の剛性が高くなることによって曲げの中立軸位置が補強層内に入ったためと考えられる。

図6は補強層厚ごとに弾性係数をパラメータとしたときの解析結果である。ここで補強層のポアソン比は 0.2 で、補強層厚 0mm とは補強層無しの結果を示している。応力の参照位置はデッキプレートとUリブ溶接部からUリブ内側に約 14mm の位置(Uリブ交差節点の一節点内側)で、デッキプレート下面の幅員方向応力を示している。横リブ交差部の応力は、横リブの支持の影響を受けて、一般部より高い応力を示している。補強層の厚さが 50mm 程度、弾性係数が $25,000\text{N/mm}^2$ 程度以上あれば、Uリブ溶接部近傍の応力は約 10% 程度に低減され、それほど大きな差は見られず、一定の応力低減効果が期待できることが分かる。また、補強層が厚く、弾性係数が高くなると、デッキプレート下面の応力が圧縮から引張となる傾向がみられる。これは、デッキプレートとUリブ溶接部にデッキプレートを進展する疲労き裂が発生している場合には、当該部位に生じる引張応力によって、き裂が進展しやすくなることが懸念されることを示し、今後、詳細な検討が必要であると考えられる。

4. まとめ

疲労損傷が懸念される、鋼床版のデッキプレートとUリブ溶接部に着目し、ここではデッキプレートの応力低減効果に及ぼす補強層の諸元(厚さ、弾性係数)について検討した。今後は、鋼床版の諸元や支持条件、載荷位置との関係などについて、さらに解析条件を増やし、その効果について検討していきたいと考えている。

本検討は平成27年度建設技術研究開発費補助金「鋼床版の疲労損傷に対するコンクリート系舗装による補強技術の性能評価に関する研究」の一環として実施したものである。

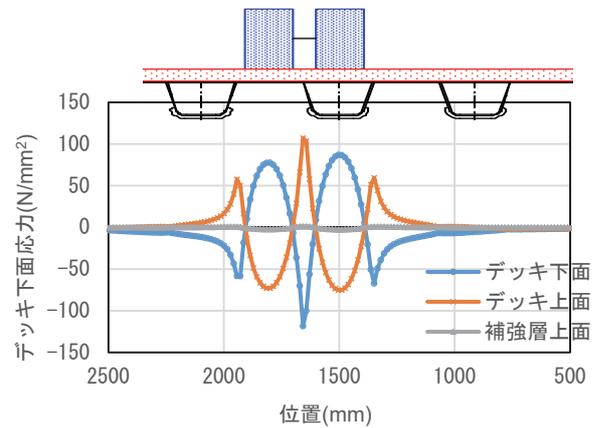


図4 幅員方向応力分布($E=1,000\text{N/mm}^2$, $t=50\text{mm}$)

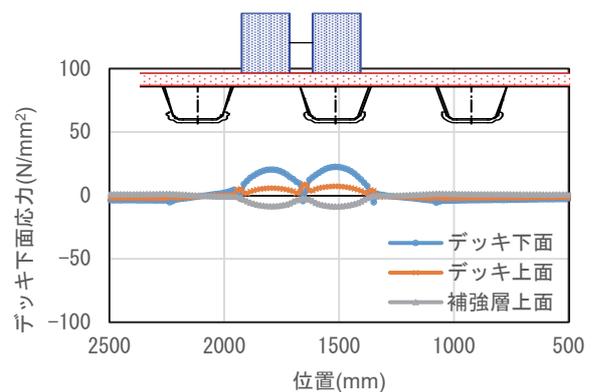
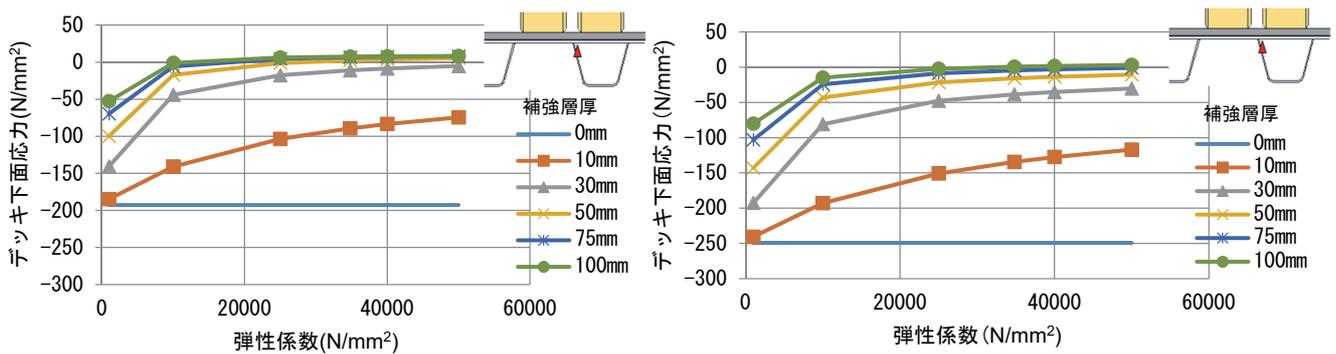


図5 幅員方向応力分布($E=40,000\text{N/mm}^2$, $t=50\text{mm}$)



(1)縦リブ支間中央(長支間側, Uリブ跨ぎ) (2)横リブ交差部(長支間側, Uリブ跨ぎ)

図6 補強層の厚さと弾性係数の影響(ポアソン比 0.2)