

方向には箱桁とブラケットの一部を、桁高方向には箱桁の側面ウェブ上部を一部モデル化した。表-1 に材料特性を示す⁴⁾。溶接の脚長は 6mm とし、溶込み量は U リブ厚 6mm に対して 4.5mm (75%溶込み) とした。荷重は交差部断面のみに载荷しており、解析モデルは対称性を考慮し、1/2 モデルとしている。着目部周辺と U リブ 2 本、舗装、デッキプレートをソリッド要素で、その他の部位をシェル要素でモデル化した。着目するルート部の応力は、有効切欠き応力²⁾とし、図-3 に示すように、着目部に半径 0.5mm の仮想円を仮定しモデル化を行い³⁾、円周上の主応力(最小主応力の最小値)を整理した。

解析ケースとして、As 舗装(季節別)および SFRC 舗装別に、中央の横リブ直上を橋軸直角方向に輪荷重を移動载荷し、着目部の最小主応力(最小値)と主応力方向を確認した。輪荷重は、200mm×200mm のシングルタイヤ 50kN とし、载荷位置は図-2 に示す間隔で合計 60 ケースとした。なお、SFRC 舗装をデッキに接合するための接着層は、応力性状への影響が小さいことを確認しており考慮していない。また、SFRC 舗装上の As 舗装の剛性も考慮していない。

4. 解析結果と考察

図-4 に、As(夏季)における、载荷位置(U リブ中心からの距離)と主応力及び主応力と直角方向の角度(図-5 参照)の関係を示す。

図中には参考として、ピーク値の 1/2 程度を超える範囲(-99mm ~159mm)と、0 及びピーク位置での As 舗装(季節別)の応力値、SFRC 舗装の载荷位置と最小主応力の関係を示す。ピーク値は -574N/mm² であり、载荷端が U リブ右ウェブの左側直近に載る位置で発生している。応力は主に -280mm ~260mm の範囲で生じている。载荷幅の全幅が U リブ内から外れると、荷重が横リブウェブに直接伝達され、デッキ曲げ変形が発生しないため応力はほぼ発生しなくなっている。なお、As 舗装(夏季)において、図-2 のモデルに対し横リブウェブ下端を支持した条件での解析も実施したが、図-4 のピーク位置での最小主応力の差異はほとんどみられず、この横リブウェブ高では、U リブ内に载荷した時の横リブ変形の影響は小さいと推測される。図-4 中の角度は U リブ内载荷ではほぼ同じ値を示している。図-5 に、夏季における、ピーク値の 1/2 を超える範囲に対する角度を示すが、126°~153°(応力ピーク位置: 144°)であり、载荷位置に対して斜め上方にき裂が進展する方向の主応力が大きいことがわかる。

図-6 に As 舗装(季節別)と SFRC 舗装におけるピーク応力及び未舗装に対する応力の低減率を比較して示す。未舗装の状態に対して、As 舗装(46~78%)と SFRC 舗装(89%)の剛性による応力低減効果があること、また、SFRC 舗装の場合、As 舗装に対して、80%~52%と極めて高い応力低減を確認できた。

本検討にあたって、データ提供頂いた国土交通省関東地方整備局の関係者の皆様に感謝の意を表します。

参考文献 1) 村越他: 鋼床版デッキ進展き裂の超音波探傷法による調査, 土木学会第 72 回年次学術講演会概要集, I-049, 2017., 2) Fricke W: IIW recommendations for the fatigue assessment of welded structures by notch stress analysis, IIW-2006-09. Woodhead Publishing, 2012., 3) Uaje, M. J. B. and Murakoshi, J.: Numerical study on stress reduction effect of steel fiber reinforced concrete (SFRC) overlay in orthotropic steel deck (OSD), Proceedings of Constructional Steel, Vol.30, pp.314-223, 2022.11., 4) 村越他: デッキ進展き裂を有する鋼床版に対する SFRC 舗装のき裂進展抑制効果, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.75, No.2, pp.194-205, 2019.

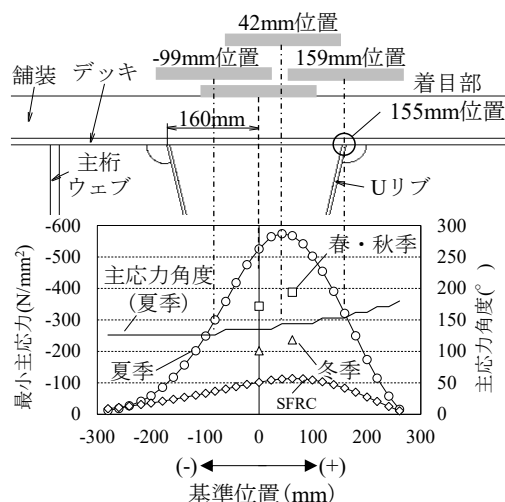


図-4 舗装別の载荷位置と着目部の応力の関係

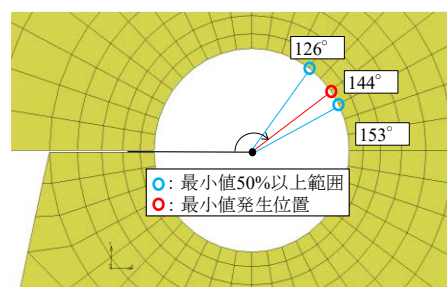


図-5 最小主応力(最小値)発生位置と角度

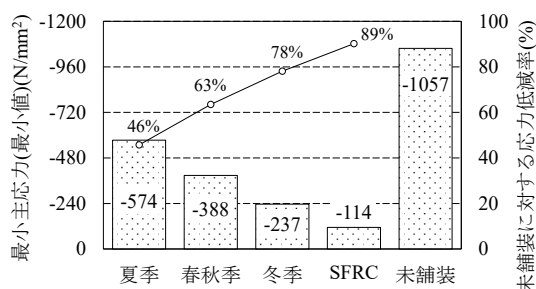


図-6 図-4 のピーク位置での最小主応力の比較