

腐食損傷が鋼床版デッキプレートの疲労耐久性に及ぼす影響評価

九州大学 学生会員 ○指宿幸平

九州大学大学院 正会員 貝沼重信

1. はじめに 実橋において長期間の供用に伴い構造部材が腐食による凹凸を有しており、この腐食損傷を起点とした疲労損傷の発生が懸念される。この疲労損傷がデッキプレートを貫通することによりアスファルトが陥没し車両走行安全性が低下する恐れがある。本研究では箱桁橋の構造部材に発生した腐食表面性状をレーザー測定した。また、有限要素応力解析を実施することにより、構造部材に発生した腐食表面性状が応力集中に及ぼす影響について検討することを目的とした。

2. 腐食表面性状 実橋鋼床版デッキプレートから切出した3体の腐食部材の表面を対象として、レーザーフォーカス深度計（スポット径 30 μm 、分解能 0.05 μm ）で測定することで、腐食表面性状のデータを収集した。測定ピッチは 0.2mm とした。腐食生成物除去後の腐食部材の表面性状の例を図-1 に示す。いずれの試験体も所々に局部腐食が生じているが、ほぼ全面腐食が支配的となっている。また、試験体3体について平均腐食深さと最大腐食深さの関係を図-2 に示す。腐食表面における最大腐食深さ d_{max} は、腐食表面の平均腐食深さ d_{mean} が大きい値をとるにつれ大きい値をとっている。また、最大腐食深さ d_{max} は、腐食表面から最大のもを5つプロットしたが平均腐食深さ d_{mean} が大きな値をとるにつれ値がばらつく結果となった。これらは平均腐食深さ d_{mean} が大きくなるにつれ、腐食表面がより複雑で凹凸の激しい形状になることを示していると考えられる。

3. 有限要素応力解析 解析モデルは鋼床版1パネルとした。鋼床版の緒元には標準的な寸法を用い、Uリブ本数は5本とした。また、80mmのアスファルト舗装をモデル化し、その物性値については、夏季値（ヤング率：850N/mm²、ポアソン比 0.35）を採用した¹⁾。またデッキ厚は12mmとした。本研究では車両走行時にデッキとUリブの溶接部近傍において発生するデッキの局部曲げによる応力集中について検討することとした。そこで、図-4(b)に示すよう着目する溶接線のスパン中央部におけるデッキ上面に腐食部材の表面性状を導入した。解析モデルには8節点ソリッド要素を用い、節点数および要素数は、それぞれ99万および86万とした。着目する腐食部分の最小要素寸法は0.4 \times 0.4 \times 0.4mmとした。荷重条件は図-3に示すように道路橋示方書T荷重におけるダブルタイヤ後輪軸重を参考にして100kNとし、その載荷面積は既往の研究²⁾からタイヤの接地面積とした。載荷位置は着目部に最もデッキに局部曲げが発生する位置とするため、着目する溶接線を跨ぐ位置とした。境界条件として、図-4(a)に示すように解析モデルの橋直方向端部を完全拘束とし、橋軸方向端部のデッキ、Uリブおよびアスファルトの断面を橋軸方向変位拘束とした。図-5に解析結果の着目部の最大主応力のコンターを示す。また、平均腐食深さ d_{mean} と最大主応力との関係を図-6に示す。腐食表面を導入したデッキ上面において高い応力集中が確認できた。最大主応力の値は、デッキ上面に導入した腐食表面の平均腐食深さ d_{mean} が大きい値をとるにつれ大きい値をとっている。これは、前述したように平均腐食深さ d_{mean} が大きい値をとるにつれ腐食表面がより複雑で凹凸の激しい形状となるため、より高い応力集中が生じたためと考えられる。着目部の最大主応力のコンターを見ると、図-5(a)は比較的均等に応力が分布しているが、平均腐食深さ d_{mean} の値が図-5(b)、図-5(c)と大きくなるにつれ応力の分布が狭くなっている。平均腐食深さ d_{mean} が大きくなるにつれ高い応力集中が発生することが視覚的にも確認できた。

4. まとめ 平均腐食深さ d_{mean} が大きい値をとるにつれ最大腐食深さ d_{max} の値は大きくなり、最大腐食深さ d_{max} の値がばらついてくる。そして、平均腐食深さ d_{mean} の値が大きい値をとるにつれ腐食表面において高い応力集中が発生する。今後は平均腐食深さ d_{mean} と応力集中との相関関係を明らかにし、腐食した鋼床版デッキプレートの寿命を評価していく予定である。

1) 笠原篤, 岡川秀幸, 菅原照雄: アスファルト舗装混合物の動的性状とその舗装構造の力学的解析への利用, 土木学会論文報告集, 第254号, 1976. 2) 貝沼重信, 山田健太郎, 上仙靖, 岩崎雅紀, 西山武宏: 縦リブの疲労き裂が鋼床版に及ぼす影響の実測と解析, 構造工学論文集, Vol.42A, pp.927-936, 1996.

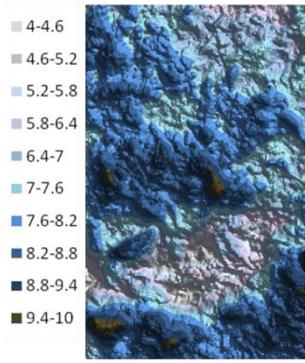


図-1 腐食表面コンター

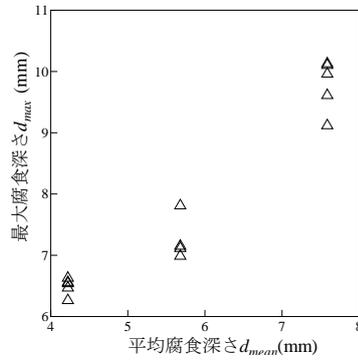


図-2 平均腐食深さと最大腐食深さ

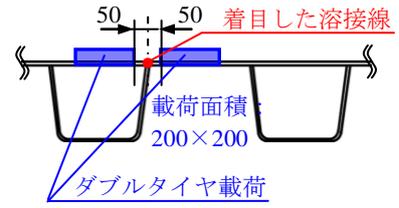
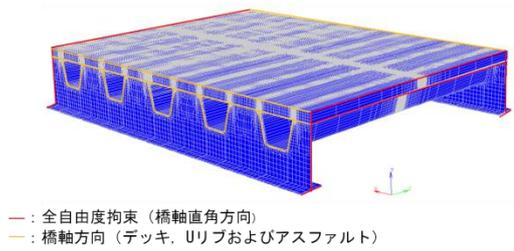
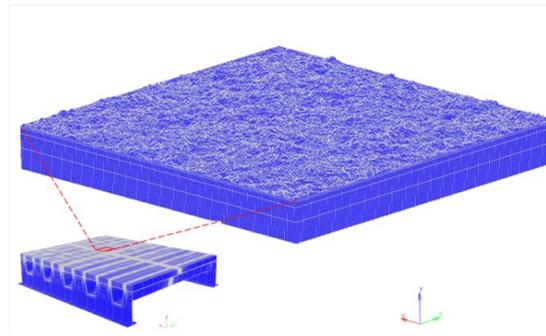


図-3 荷重条件



(a)境界条件



(b)着目部

図-4 FE 応力解析モデル

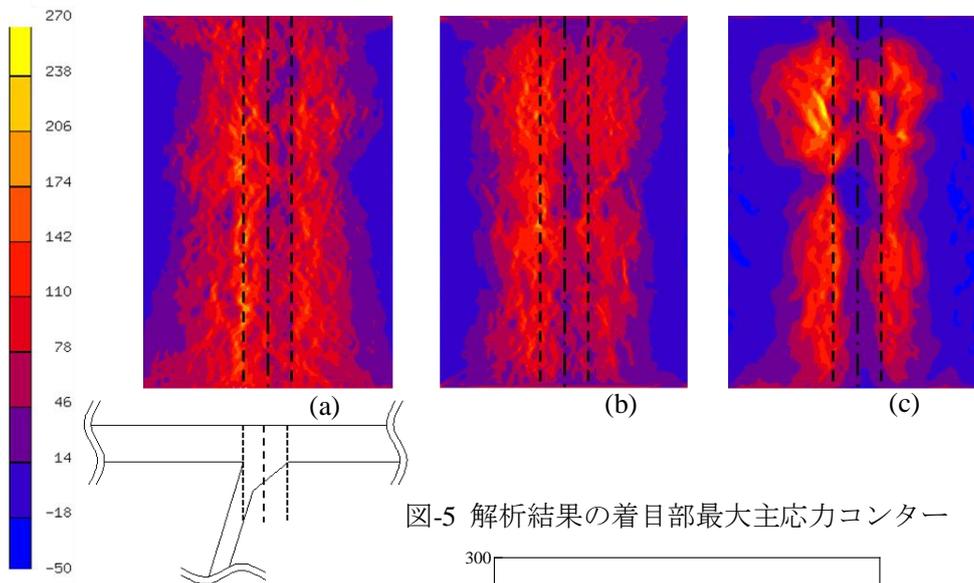


図-5 解析結果の着目部最大主応力コンター

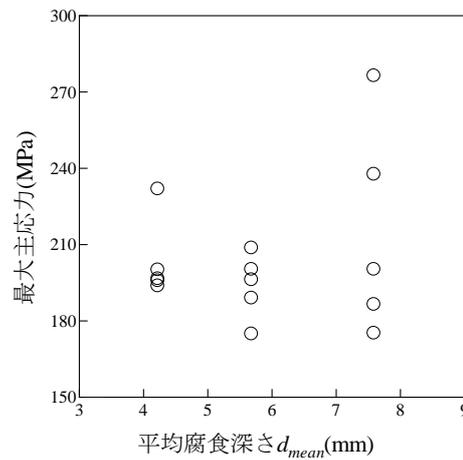


図-6 平均腐食深さと最大腐食深さの関係