

鋼床版橋におけるデッキ進展き裂の超音波探傷法による調査

首都大学東京 正会員 ○村越 潤, 御代川 裕紀, 幅 三四郎

(国研) 土木研究所 高橋 実

法政大学 フェロー会員 森 猛

(一社) 施工技術総合研究所 正会員 小野 秀一

1. はじめに

Uリブとデッキプレート（デッキ）との溶接ルート部からデッキ内に進展するき裂（デッキ進展き裂）が報告されている鋼床版橋において、き裂の発生傾向の実態を把握するため、舗装を除去しデッキプレート上面からの超音波自動探傷法（AUT）によるき裂の調査を行った。対象橋梁では既に当て板及びSFRC舗装による補強が進められているが、本文では、同き裂の点検方法の参考に資することを目的として、AUTによる調査結果によりき裂の発生部位、長さ等の傾向について分析を行った。

2. 橋梁概要

対象橋梁は、1995年に建設され、交通量約52809台/日（大型車混入率48.8%、大型車交通量6443台/車線）の重交通路線に位置する。本橋は上下線に分かれており、調査対象は下り線（橋長840m）で、3径間連続鋼床版箱桁1連（橋長400m、第二橋梁）と、その両側の2径間連続鋼床版箱桁2連（それぞれ橋長220m、第一、三橋梁）からなる。デッキ厚は12mm、Uリブ厚は6mm、縦リブ支間は2mである。また、主桁ウェブと隣接Uリブとの間には、舗装ひび割れへの配慮から、デッキの変形抑制のため角折れ防止板が横リブ間に2箇所設置されている。

3. 調査概要

AUTによるき裂調査（2013年実施）は、軸重10t超過車両の多い第一走行車線の、左輪直下のUリブ左側・右側ウェブの溶接部を対象とした。なお、本橋下り線では2005年に最初の貫通き裂が発見されている。第一橋梁の一部と第二、三橋梁では、概ね図-1に示す荷重条件である。一箱桁の主桁ウェブに隣接するUリブ上に、ダブルタイヤがUリブの右側ウェブを概ねはさみこむように輪荷重が載荷する位置である。本橋では桁高が高く、デッキ下面側からの溶接線全長の探傷は難しく、管理者により舗装除去時にMUT及びMTによるき裂調査が行われた。その際に臨界屈折角探傷法¹⁾によるAUTをデッキ上面から適用した。同手法はこれまでデッキ下面側の探傷に適用されているが、模擬き裂試験片を用いた探傷試験によりデッキ上面からでも概ね3mm程度以上の浅いき裂を検出できることを確認しており、き裂長さを概ね適切に計測出来ているものと考えられる。まず、舗装を剥がし、探傷面をディスクサンダーで研磨した後、垂直探傷法によりUリブ溶接線を特定した。そして、走査用レールを溶接部に平行に設置し、探触子を取り付けたうえでモータによって自動走査させ、計測エコーを超音波探傷器により記録した。探傷は文献1)に準拠し感度補正を行い実施した。

4. 探傷結果

3橋梁の探傷結果によれば、AUTを行った2溶接線に対して、第一～第三橋梁でそれぞれ517、680、76箇所、計1273箇所（探傷延長1683m）のき裂が発見された。き裂の発生位置について、横リブ部、角折れ防止

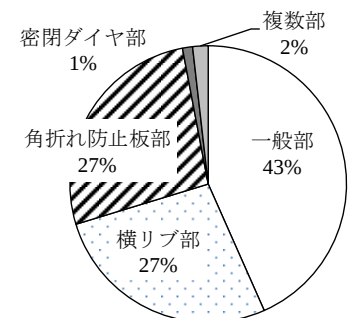
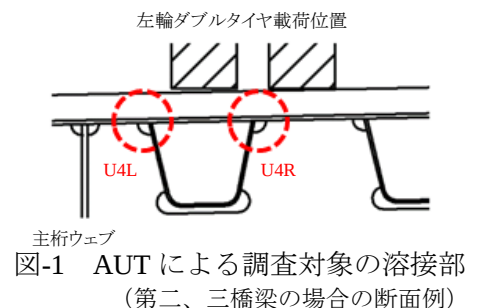


図-2 き裂の発生部位別内訳

キーワード 鋼床版、デッキプレート、溶接部、疲労き裂、超音波探傷法

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL 042-677-2782

板部、密閉ダイヤフラム部（それぞれ横リブ、角折れ防止板、密閉ダイヤフラムとの交差部に跨るき裂として分類）とこれら以外の部位（一般部）、さらに相互の部位に跨る場合（複数部）の5分類した。図-1にき裂発生位置別の箇所数の割合を示す。箇所数としては一般部が多く、横リブ部と角折れ防止板部が同程度の割合となっている。ここで各部位の溶接長に対する発生率としては、一般部が溶接部の大半を占めることを踏まえると、横リブ交差部の発生率が高く、次いで角折れ防止板部（横リブ間に2箇所）が高い結果となる。FEM解析によれば、これらの部位ではデッキの板曲げ変形が一般部と比較して厳しく片側溶接のルート部の局部応力が大きくなっており、その結果と対応するものと考えられる。図-3に1273箇所のき裂の長さの頻度分布を示す。長さ100mm以内の短いき裂が多く約55%を占める。図中には調査対象の溶接線に関して、デッキ上面の外観調査で貫通き裂が確認された14箇所の累積頻度も示す。き裂長さが300mm程度を超えると貫通き裂が見られた。既往の都市内高速道路の調査事例²⁾では200mm程度で貫通き裂が報告されており比較的短いき裂でも貫通に至る可能性があることがわかる。一方で、500mmを超える長いき裂でも貫通に至っていない場合も多数存在する。また、橋軸方向の輪荷重位置が同一とみなせる第二・第三橋梁のき裂（き裂数：756箇所）を対象として、Uリブ左・右側ウェブの発生割合を調査したところ、250mm程度までは左右ウェブの発生割合に差はみられないものの、それ以上の長いき裂では、右側ウェブ（U4R）がほとんどであった。また、14箇所の貫通き裂は全て右側ウェブであった。図-4に貫通き裂長さ（デッキ表面長さ）とき裂長さの関係を示す。貫通き裂は第一橋梁で3箇所、第二橋梁で11箇所確認され、第三橋梁では確認されなかった。貫通き裂の発生位置は、一般部以外の交差部が11箇所を占める。また、貫通き裂長さの短い箇所は、全て横リブ交差部をまたいで進展し、横リブ交差部直上で貫通するき裂であった。図-5に溶接線調査延長に対して、き裂発生部の長さの総和と、調査延長に対するき裂長さの総和の比率を示す。特に第二・第三橋梁では供用後の荷重条件は同程度と考えられるが、き裂の発生傾向は異なっている。なお、第二、三橋梁ともにビード進展き裂が見つかったが、相対的には第三橋梁の方が多いことが報告されている。文献²⁾や既往研究でも報告されているように、製作方法の違いによる、のど厚、脚長、溶け込み等の溶接状況の相違がき裂の発生形態に影響を与えているものと考えられる。

5. まとめ

デッキ進展き裂の発生部位や貫通き裂の発生形態について、既往調査の知見や実験・解析によるき裂起点の応力性状の傾向と概ね整合する点が見られた。本検討の一部は平成28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」として行ったものである。

参考文献：1) 村越他：臨界屈折角近傍に調整した超音波斜角探触子による鋼床版デッキ進展き裂の探傷法の検討，土木学会論文集A1, Vol.68, No.2, 2012., 2) 上坂他：鋼床版デッキプレートとトラフリブ溶接部の疲労き裂発生分析，土木学会第66回年次学術講演会概要集，I-171, 2011.9.

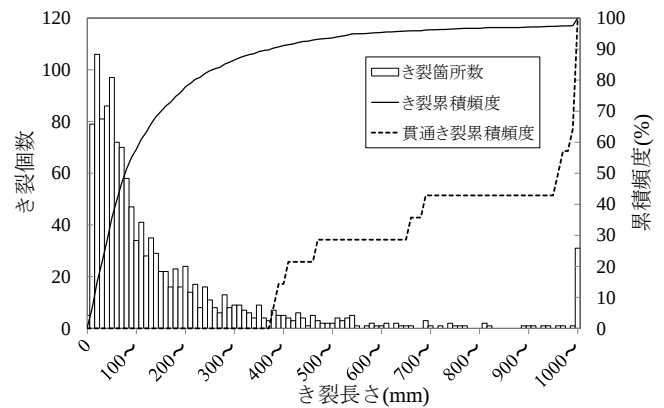


図-3 き裂長さの頻度分布

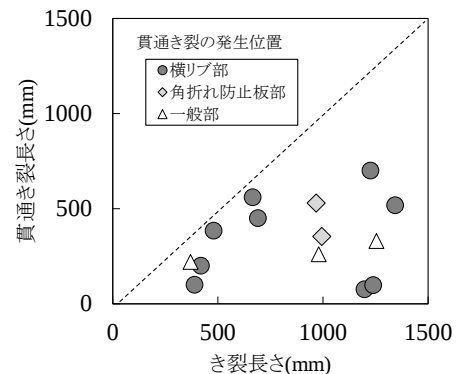


図-4 き裂長さと貫通き裂長さの関係

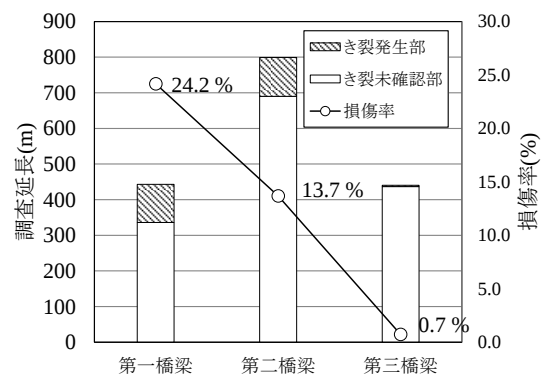


図-5 橋梁ごとの損傷状況