

鋼床版デッキ貫通型き裂検知手法の適用性に関する検討

首都高速道路技術センター 正会員 ○村野 益巳 平山 繁幸
 国土交通省関東地方整備局関東技術事務所 非会員 谷村 豊 塚本 裕子
 土木研究所構造物メンテナンス研究センター 正会員 村越 潤 高橋 実 小池 光裕

1. はじめに

大型車交通の多い路線を中心に、Uリブを使用した鋼床版の疲労損傷事例が多数報告されている。閉断面Uリブ内部から発生しデッキプレート方向に進展するデッキ貫通型き裂(図-1)は、デッキプレートを貫通し上面舗装に段差等が生じる末期まで目視点検での検出は困難である。このデッキ貫通型き裂をデッキプレート内在段階で検出するため、超音波探傷技術を用いた各種手法¹⁾²⁾³⁾⁴⁾が検討されており、実用化段階にある2つの検知手法について、実橋梁によるき裂検出結果の相対比較を行った。

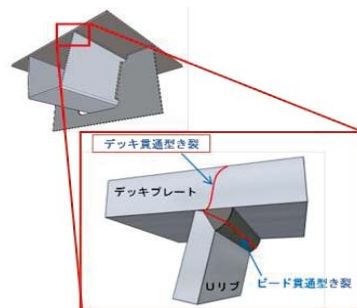


図-1 鋼床版デッキ貫通型き裂

2. デッキ貫通型き裂検知手法

実橋調査に用いたデッキ貫通型き裂の検知手法は、(国研)土木研究所他が開発した「鋼床版き裂の超音波探傷方法(以下、鋼床版AUT)」と(一財)首都高速道路技術センター他が開発した「半自動超音波探傷装置および探傷方法(以下、鋼床版SAUT)」である。鋼床版AUT(図-2)は、探傷屈折角を横波臨界屈折角近傍に調整し、デッキプレート内に進展する深さ3mm程度以上の比較的浅いき裂を検出する技術である。対象溶接部近傍にレール式のスキヤナを設置し、探触子の走査及び探傷波形の記録を全て自動化することにより、検査技術者の技量によらず再現性の高い探傷を可能としている。鋼床版SAUT(図-3)は、探傷屈折角70度の収束型斜角探触子を対象溶接部接近限界付近でスライド走査し、デッキプレート内に深さ6mm程度以上進展したき裂を検出する技術である。専用の探傷治具をUリブに沿って手動走査し、探傷波形の記録を自動で行うため、作業時間が早く効率的な調査が可能である。いずれの手法も、き裂深さの推定は十分な検討が行われていないため、本検討では参考値として扱うものとする。

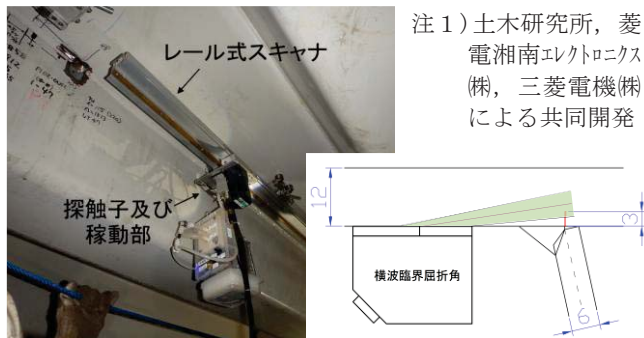


図-2 鋼床版AUT 注1)

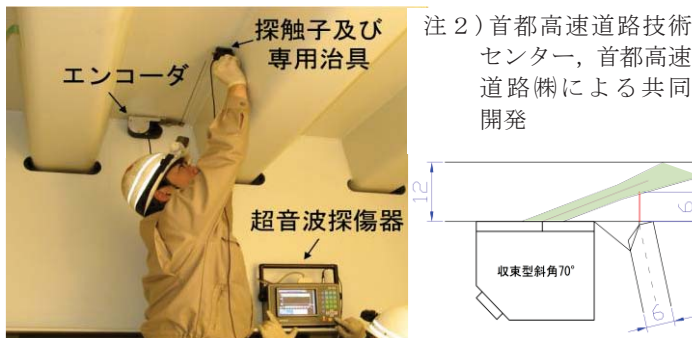


図-3 鋼床版SAUT 注2)

3. 実橋梁によるき裂検出結果

実橋調査は大型車交通量の多い路線で、過年度点検において鋼床版AUTでデッキ貫通型き裂が検出されたA橋梁で実施した。2つの検知手法で同一範囲を調査した結果、総数59箇所 of デッキ貫通型き裂を検出し、鋼床版AUTでは58箇所、鋼床版SAUTでは45箇所のき裂を検出した(表-1)。ここで、鋼床版SAUTで未検出となったき裂14箇所の内、12箇所については鋼床版AUTでき裂深さ6mm未満として検出したき裂である。

表-1 A橋梁でのデッキ貫通型き裂検出数

A橋梁	き裂検出総数	()内は未検出数	
		鋼床版AUT き裂検出数	鋼床版SAUT き裂検出数
第一走行車線	33箇所	33箇所	22箇所(11箇所)
第二走行車線	26箇所	25箇所(1箇所)	23箇所(3箇所)
合計	59箇所	58箇所(1箇所)	45箇所(14箇所)

キーワード 鋼床版, Uリブ, 疲労き裂, 非破壊検査, 超音波探傷試験,

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-10-11 (一財)首都高速道路技術センター TEL 03-3578-5765

4. き裂検出結果の相対比較

(1) 鋼床版 AUT

検出した 58 箇所の子裂長さとき裂深さ(参考値)の関係を図-4 に示す。鋼床版 AUT はき裂深さ 3mm 程度の浅いき裂から検出できる特徴を有するが、鋼床版 SAUT の検出結果(図-5)と比較すると、深いき裂での深さ推定が 8mm 程度で頭打ちとなっている特徴がある(図-4: 赤部)。ただし、自動探傷により、き裂深さの連続的変化を捉えることができるため、き裂の先端や深い部分の特定は可能であると考えられる。よって、深さ 8mm 程度として検出したき裂は手探傷を併用し、き裂深さの推定を行うことも有効な方法と考えられる。

(2) 鋼床版 SAUT

検出した 45 箇所の子裂長さとき裂深さ(参考値)の関係を図-5 に示す。ここで求めるき裂深さは、鋼床版 SAUT で深さ 6mm 程度以上のき裂を検出した箇所の手探傷による調査結果である。よって、その手法のとおり、検出き裂深さの推定値は全て 6mm 以上となった。しかし、比較的短いき裂(図-5: 黄部)の中には鋼床版 AUT で深さ 4~5mm 程度と推定したき裂(図-5: 青データ)も検出しており、き裂形状によっては深さ 6mm 未満のき裂も検出している可能性がある。また、実橋調査時に測定した A 橋梁での探傷作業時間は、鋼床版 AUT が鋼床版 SAUT の 1.4 倍程度であった。

(3) 鋼床版 AUT によるき裂進展調査

調査した A 橋梁は平成 23 年度にも鋼床版 AUT 調査を行っていたため、調査間隔 2.8 年間で同一き裂がどの程度進展するか検証を行った。この間、第一走行車線は車線規制されており、疲労損傷の原因となる車両の走行はなかった。図-6 より近似線の傾きがほぼ 1.0 であり、き裂の進展がないことが確認できる。この結果から、鋼床版 AUT は、同一き裂の検出再現性に優れているといえる。一方、第二走行車線の調査 U リブは大型車両の輪直下近傍に位置し、この間、車両の繰返し荷重を受けていた。図-7 より近似線の傾きが約 1.4 であり、2.8 年間でき裂長さが 1.4 倍程度に進展していると考えられる。

5. まとめ

鋼床版デッキ貫通型き裂の検知手法について、実橋梁でのき裂検出結果の相対比較を行った。得られた知見から調査への適用性について示す。

(1) 鋼床版 AUT の適用性

浅いき裂の検出に優れているため、デッキ貫通型き裂を発生初期段階で検出することを目的とする調査方法として有効である。また、本検出技術は検出結果の再現性が高いことから、き裂進展状態を追跡する調査としても有効と考えられる。

(2) 鋼床版 SAUT の適用性

き裂検出深さ 6mm 以上であるため、貫通き裂の恐れのある深いき裂をスクリーニング的に調査する方法として有効である。また、作業時間も比較的早いことから、浅いき裂の進展の可能性を考慮し、定期的な調査に適用することも考えられる。

本報告は、国土交通省関東技術事務所発注「H26 管内橋梁補修補強技術検討」で得た業務成果の一部である。

参考文献

- 1) 村越ら, 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, 453-464, 2012
- 2) 村野ら, 鋼床版デッキプレート方向き裂の半自動超音波探傷方法, 土木学会第 63 回年次学術講演会, 6-071, 2008. 9
- 3) 白旗ら, マルチフェーズドアレイ探触子を用いた鋼床版疲労き裂検出システムの構築, 土木学会第 69 回年次学術講演会, I-163, 2014. 9
- 4) 岡ら, フェーズドアレイ超音波法によるビード貫通型き裂の探傷, 土木学会第 69 回年次学術講演会, I-164, 2014. 9

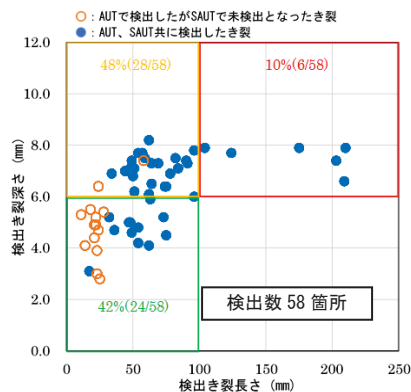


図-4 AUT 検出のき裂長さ、深さ(参考値)の関係

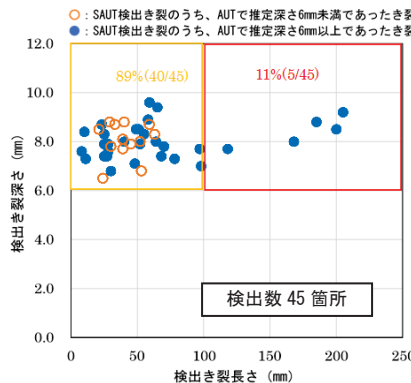


図-5 SAUT 検出のき裂長さ、深さ(参考値)の関係

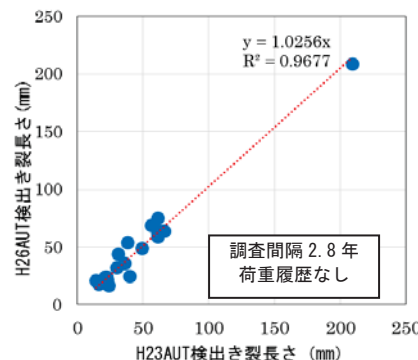


図-6 H23, H26 き裂長さの関係 (第一走行)

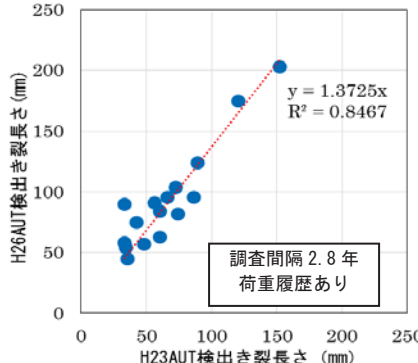


図-7 H23, H26 き裂長さの関係 (第二走行)