

鋼床版のUリブ・デッキプレート溶接線の対するフェーズドアレイ超音波探傷法の活用検討

中日本高速道路㈱ 正会員 ○服部雅史, 正会員 若林大

中日本ハイウェイ・エンジニアリング 名古屋㈱

五味達矢

三菱日立パワーシステムズ 検査㈱

池上克則

中日本高速技術マーケティング㈱ 正会員 野島昭二, 正会員 立松秀之

1. 背景及び目的

鋼床版のデッキプレートとUリブの溶接線に対して、ルートを起点としてデッキプレートへ進展する疲労き裂(以下、デッキ進展き裂)や溶接ビードへ進展する疲労き裂(以下、ビード進展き裂)の報告が多数あり、これらのき裂は路面に影響し、走行車両の安全な通行を阻害する恐れが高いことから、優先的に対策すべき疲労き裂である。一方で、これらのき裂はルートから発生するため、貫通するまで目視で確認することができない。一般に、これらのき裂を発見した場合は、ストップホールや溶接補修などのき裂処理を行い、鋼繊維補強コンクリート敷設(以下、SFRC)による補強を行っている。仮に、き裂が十分小さい状態で発見できれば、き裂処理を省略してもSFRCのみでき裂の進展を抑えることができ、より合理的で経済的な対策が可能となると思われる。また、フェーズドアレイ超音波探傷法(以下、PAUT)を活用した探傷によりき裂深さが2mm程度でもき裂を検出でき、実橋への適用も可能であることを確認している³⁾。

そこで、PAUTを活用したデッキ進展き裂、ビード進展き裂の調査の本格運用のための課題抽出とその解決方法の提案を目的に、実橋において製作工場が異なる2つの範囲を試行調査したので、その結果を報告する。

2. 自動走行 PAUT スキャナ

実橋での試行調査は図1に示す自動走行 PAUT スキャナを用いて実施した⁴⁾。特徴としては、①デッキプレート側・Uリブ側の双方に PAUT プロブを備えているためデッキ進展き裂とビード進展き裂を同時に調査できること(図2)、②これらのき裂を深さが2mm程度から検出できること、③スキャナは磁石で鋼床版に吸着し、電気モータで自動走行することで測定できること、④調査に際し塗膜を除去する必要がないこと、⑤接触媒質である水を自動供給する装置を備えており人力で塗布する必要がないこと、⑥位置情報と測定データとの関連付けをできること、があげられる。

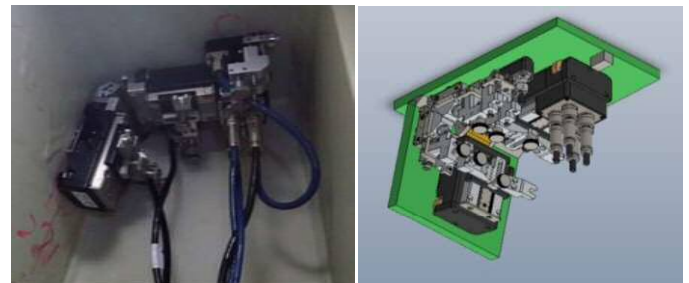


図1 自動走行 PAUT スキャナ

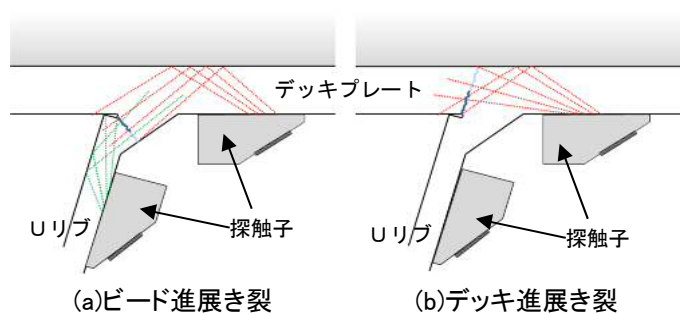


図2 探傷イメージ

3. 実橋調査の概要

実橋調査は供用開始から19.5年経過した橋梁で実施した。本橋梁は供用開始から16.5年経過した時点でビード進展き裂が貫通した状態で見つかっている。調査対象とした鋼床版はUリブ寸法:320×240×6mm, Uリブの中心間隔 660～684mm, デッキプレート厚 12mm である。本橋梁は上下線一体で6車線を有しており、そのうち上り線の3車線(路肩側から第一走行, 第二走行, 追越車線)を調査対象範囲とした。文献5)において、累計大型車交通量2.5千万台以上で損傷報告があることが示されているが、本橋梁は第一走行と第二走行車線において3千万台を超えている。過去の点検結果から、製作工場の違いにより疲労き裂の発見数に差があったため、調査はき裂が既に見つかっているA工場製作範囲と、き裂が発見されていないB工場製作範囲の2つの範囲を対象として、溶接線延長約170mに対するPAUT調査を実施した(図3)。

4. 実橋調査の結果と考察

調査結果として、検出したき裂の指示長さや指示深さ、作業能力、調査不可能な条件について述べる。

キーワード フェーズドアレイ超音波探傷法, 鋼床版, デッキ進展き裂, ビード進展き裂

連絡先 〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦 2-18-19 中日本高速道路㈱ TEL:052-222-1243

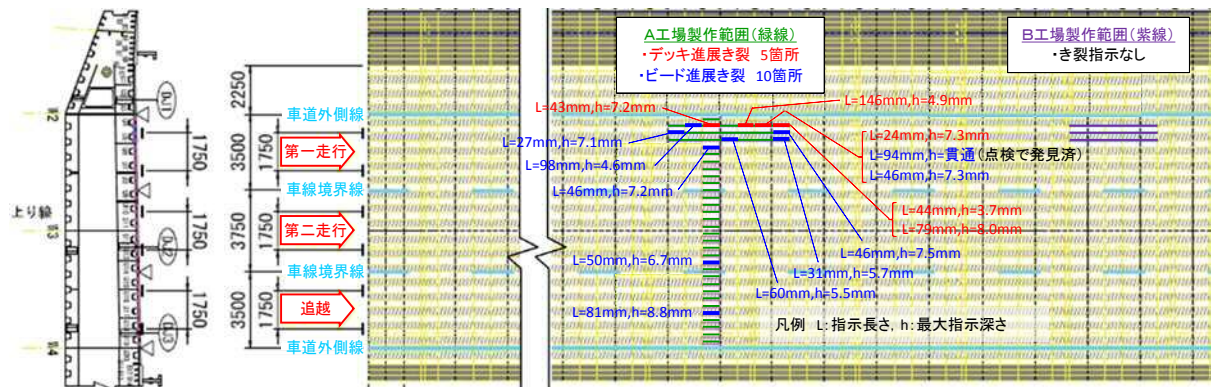


図3 試行調査の範囲と検出したき裂の指示長さと指示深さ

まず、検出したき裂の指示長さや指示深さを図3に示す。目視点検において既にA工場製作範囲に1箇所のビードの貫通き裂が見つかったが、その他計14箇所のき裂指示が検出された。デッキ進展き裂は第一走行車線の左タイヤが载荷する直下のある1溶接線に集中して検出された。ビード進展き裂はデッキ進展き裂に比べると横断方向に広範囲に発生

していた(抽出した左タイヤ直下の3溶接線全てに発生)。また、本調査で検出した指示は全てA工場製作範囲のみだった。製作工場の違いによる溶接形状の違いに着目し、PAUTのエコーを分析したが、形状の差異は明確に判断できなかった。

次に、作業能力について述べる。本調査を4日間実施した結果の調査速度は、1日目が6.5m/h、2日目が7.8m/h、3日目が12.7m/h、4日目が12.0m/hであった。作業が慣れてくるに従い、作業速度は12.0m/h程度となるため、日作業時間を5hとすると作業能力は60m/日程度となる。ただし、この能力で管理する全ての橋梁の調査は困難であるため、試行結果と既往の知見をもとに、図4に示すフローのようなPAUTの調査適用範囲の選定案を策定した。

最後に、調査不可能な条件について述べる。試行調査を通して、自動走行PAUTスキャナが物理的に到達できず測定できなかった場所として、①横リブとの交差部、②ハンドホール蓋、Uリブ継手(溶接ビード、ボルト添接部)のような部材干渉部、③主桁や横リブ垂直補剛材とUリブとの隙間が狭隘な部分、が存在した。これらについては、スキャナから探触子を取り外して手探傷することや、前後の測定結果から補完するといった対応が必要となる。また、塗膜のダレ等で凹凸が著しい、もしくは一部はく離している箇所については、超音波をうまく入射できなかった。この場合は塗膜除去が必要となる。

5. まとめと今後の予定

自動走行PAUTスキャナを用いた調査を実橋で試行し、検出したき裂の指示長さや指示深さ、作業能力、調査不可能な条件についての結果を考察し、本格運用のための課題抽出とその解決方法を提案した。

この報告は、「鋼床版疲労亀裂に対する点検・診断マニュアル検討会(座長:名古屋大学 舘石教授)」にて検討した内容の一部である。検討会での審議を踏まえ、自動走行PAUTスキャナの本格運用方法を含んだ「鋼床版疲労き裂に対する調査・診断指針」を整備した。今後は指針にもとづいた調査データが蓄積されるため、そのデータをもとに合理的で経済的な鋼床版の疲労き裂対策を検討していく予定である。

参考文献

- 1) 土木学会:鋼構造シリーズ19 鋼床版の疲労 2010年改訂版, 2010
- 2) 下里ら:疲労損傷を受けた鋼床版におけるSFRC補強後の疲労耐久性検証試験, 土木学会第62回年次学術講演会, 2007
- 3) 竹内ら:鋼床版Uリブ溶接部疲労き裂検査用フェーズドアレイUT装置の開発および実橋への適用, 日本非破壊検査学会平成27年度秋季講演大会, 2015
- 4) 牧田ら:内在亀裂の検出へのフェーズドアレイ超音波探傷法の適用性に関する検討, 土木学会第70回年次学術講演会, 2015
- 5) 鋼部材の耐久性向上策に関する共同研究—実態調査に基づく鋼床版の点検手法に関する検討—, 国総研資料第471号, 2008