

内在亀裂の検出へのフェイズドアレイ超音波探傷法の適用性に関する検討

中日本高速道路(株)	正会員	○牧田 通
エム・エムブリッジ(株)	正会員	鈴木 俊光
三菱日立パワーシステムズ検査(株)		八木 尚人
中日本高速道路(株)	正会員	酒井 秀昭

1. はじめに

鋼床版のデッキプレートとUリブの溶接ルート部を起点としてデッキプレートへ進展する疲労亀裂(以下、デッキ進展亀裂と呼ぶ)は、貫通した場合に舗装の損傷を発生させ、ひいては通行の安全性を阻害することとなる。そのため、進展の初期の段階で内在亀裂として検出し対策を講じる必要があると考えられ、これまでも超音波探傷法を中心とした様々な非破壊検査手法により進展が可能な限り小さい状態での検出が試みられ、実際の橋梁で使用されてきた。一方、デッキプレートとUリブの溶接ルート部を起点として溶接ビードに進展する疲労亀裂(以下、ビード進展亀裂と呼ぶ)もあるが、これについては貫通後に近接目視点検で見つけ出し、対策を講じるという方法が広く行われ、デッキ進展亀裂より重要度が低く扱われていると考えられる。ビード進展亀裂は、ビード方向に一定の範囲に渡って進展・貫通するとUリブのデッキプレート補強機能が失われ、局所的に過大なたわみの発生へと繋がり、舗装損傷かつ通行の安全性の阻害を生じることから、デッキ進展亀裂と同様に進展が小さい状態で検出し、対策を講じるのがよいと考えられる。

本論文では、デッキプレートと溶接ビードを同時に検査することを目的として開発された全自動フェイズドアレイ(PA)超音波探傷(以下、PAUTと略す)スキャナについて述べ、実際の橋梁における内在亀裂の探傷性能を検証するために実施した試験について報告する。

2. 自動走行 PAUT スキャナ

鋼床版の下側から、デッキプレートとUリブの溶接継手に対して、デッキプレートとUリブ側から同時に超音波探傷を実施することを可能にする、2つのPA超音波プローブを搭載した自動走行スキャナが開発された(特許第5092043号)(図1)。2つのプローブのうち、一方はデッキプレートに、もう一方はUリブに設置され、詳細な配置は、発生させた超音波ビームがプローブ設置とは反対側のデッキプレートとUリブの表面で反射して、想定される疲労亀裂進展範囲を電子走査できるように定められた(図2)。PAUTプローブの仕様及び性能は2つとも同じものとし、供試体を用いた実験及び市販のソフトウェアを用いたコンピュータ上のシミュレーションにより、デッキ進展亀裂とビード進展亀裂の探傷に最適となるように定められた。スキャナは強力な磁石により鋼床版に吸着され、電気モーターにより駆動するように製作された。スキャナの操作は有線の遠隔機により行われ、プローブの位置はスキャナに搭載されたエンコーダにより自動的に追跡されることから、得られた超音波データは即時に走査位置と関連付けられることとなる。

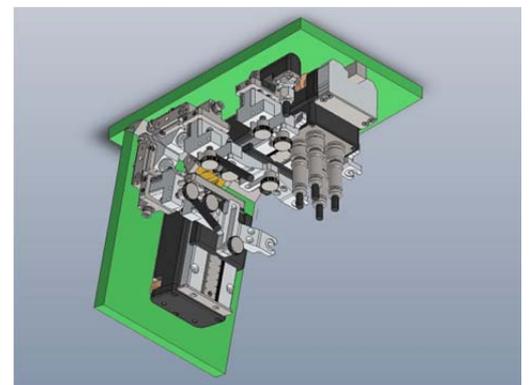


図1 自動走行 PAUT スキャナ

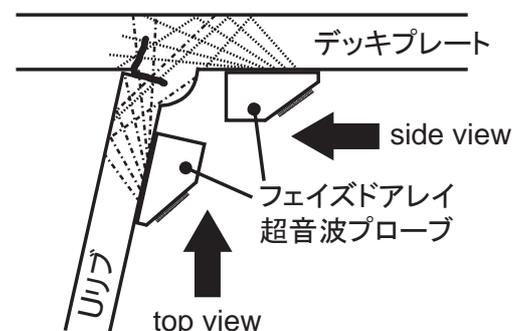


図2 プローブの配置

キーワード 鋼床版、疲労亀裂、非破壊検査、フェイズドアレイ超音波探傷法

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(株) TEL : 052-222-3623

3. 適用性に関する実際の橋梁における検証試験

供用中の高速道路橋において、開発された自動走行 PAUT スキャナの内在亀裂の探傷性能を検証するための試験を行った。対象としたのは、供用開始から 17 年で鋼床版に疲労亀裂が発生した橋梁である。短期間での疲労亀裂の発生要因としては、上下線 6 車線で約 9 万台/日の交通量かつ大型車混入率が約 40% という厳しい交通荷重条件であること、及びデッキプレートの厚さが 12mm と薄く剛性が小さいことが考えられた。

自動走行 PAUT スキャナによる検査は、溶接ビードに貫通亀裂を有する合計 97.5m のデッキプレートと U リブの溶接継手を対象に実施された (図 3)。溶接ビードの貫通亀裂に隣接して、溶接ビード内には内在亀裂が存在するのではないかと考えられ、そのような内在亀裂を自動走行 PAUT スキャナにより検出することができるかを調査することで、スキャナの探傷能力を検証することとした。

検査は 3 日間で実施し、平均して 12.7m/hr の速さで進んだ。スキャナの能力としては 25mm/sec で探傷が可能であるが、実際の検査では段取りや盛り替えが必要で、場合によっては再探傷が必要な状況が発生することにより、時間あたりの探傷距離の低下を生じる。今後、スキャナの操作性や走行性を改善することが望まれる。

図 4 に検査結果の一例を示す。デッキプレートに置かれた PAUT プロブにより溶接ビードをスキャンして得られたエコーを示しており、top view と side view は各々デッキプレートに平行な平面及び垂直な平面に得られたエコーを投影したものである。貫通亀裂のある範囲と UT 指示が確認された範囲を比較すると、UT 指示が貫通亀裂の右側においても確認されており、これは溶接ビード内に存在する内在亀裂によるものであると考えられた。開発された自動走行 PAUT スキャナは、溶接ビード内の内在亀裂を検出する適切な能力を有する可能性が示された。なお、貫通亀裂の左側の一部には UT 指示が確認されなかったが、この部分は亀裂が溶接ビードを超えて U リブのウェブにまで進展しており、超音波ビームの入射範囲から外れているためであると考えられる。

今回の検査においては、デッキ進展亀裂の存在を示す UT 指示は確認されなかったため、デッキプレート内の内在亀裂を検出する能力の検証はできなかった。ビード進展亀裂についても言えることであるが、供試体を用いて自動走行 PAUT スキャナにより内在亀裂を探傷し、その後供試体を切断して亀裂形状と確認された UT 指示とを照合させることで、より詳細な探傷性能の検証ができると考えられる。今後の課題として取組む予定である。



図 3 実際の橋梁における検査

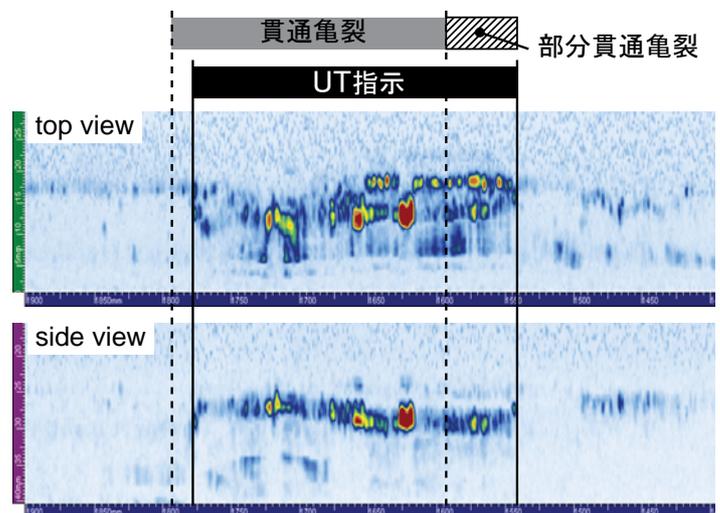


図 4 検査結果

4. まとめ

疲労亀裂を有する橋梁での試験により、新しく開発された自動走行 PAUT スキャナは鋼床版のデッキプレートと U リブの溶接継手における内在亀裂を検出する能力を有することが示された。

参考文献

岡、八木、池上、村野：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 回年次学術講演概要集、I-164、2014.9