

超音波探傷法による鋼床版デッキプレート進展き裂の深さ推定に関する一検討

(国研) 土木研究所 正会員 ○高橋 実, 小池 光裕
 首都大学東京 正会員 村越 潤, 御代川 裕紀
 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

近年, 交通条件の厳しい鋼床版橋の溶接各部において疲労損傷が報告されている. 中でも U リブとデッキプレート溶接部から発生し, デッキプレート内を進展するき裂 (以下, デッキ進展き裂 (図-1 参照)) については目視点検にて直接確認することができないため, 検出するには非破壊調査法を用いる必要がある. このき裂の有無を検出でき, 深さを定量的に評価できる方法としては, 一般に超音波探傷法が適用されている. 一方で, き裂の深さ (板厚方向の長さ) の推定については, もとよりき裂の方向や傾きが様々であること, き裂の発生位置と探傷面との構造的・幾何学的な関係による制約があること等から, 精度の高い推定は難しいのが現状である. 本検討では, 特に深いき裂を概略推定し, き裂の進展性状を確認する手法を確立することを目的に, 基礎的な超音波探傷試験を行った結果について報告する.



図-1 デッキ進展き裂 (模擬き裂試験片による)



2. 探傷概要

本検討では, 土木研究所等が開発した臨界屈折角探傷法¹⁾を応用して模擬き裂試験片の探傷を行う. 図-2 に示すように, 臨界屈折角探触子 (屈折角: 約 90 度) をき裂に向かって前後走査させ, き裂からのエコーとエコー高さを検出するものである. 探傷対象の試験片は U リブ溶接部を模擬した小型試験体に対して疲労試験を実施し, 実き裂に近いき裂を発生・内在させたうえでそれ加工することによって制作したものである. 探傷を行った試験片は 8 体であり, き裂深さは 5.3mm~9.5mm まで様々である.

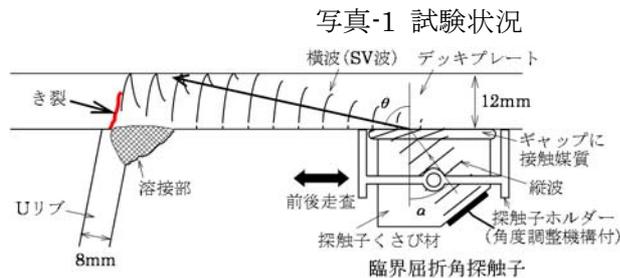


図-2 探傷試験状況(臨界屈折角探傷法の応用)

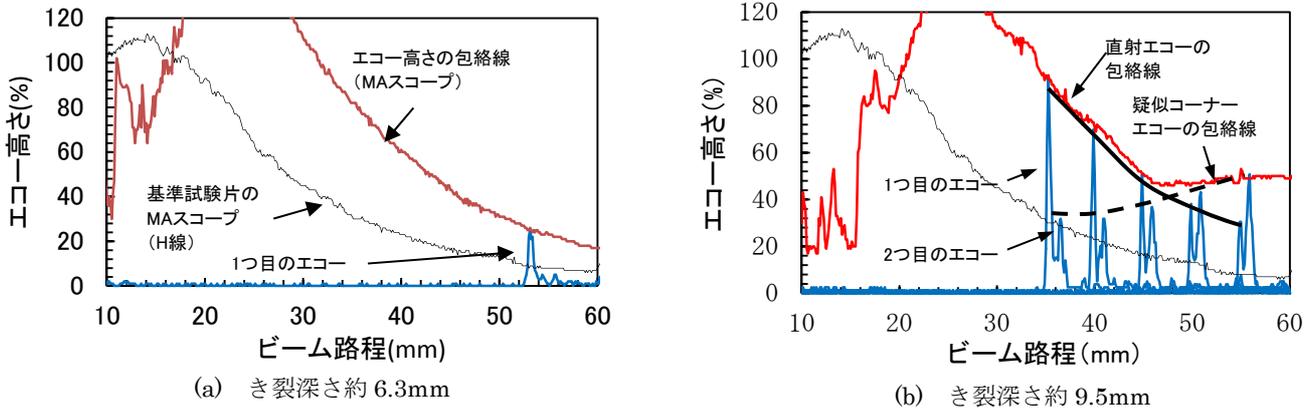
3. 探傷結果

き裂の探傷結果の例を図-3 に示す. 縦軸は, 基準試験片の横穴 (深さ 5mm, φ3mm) を探触子前面から水平距離で約 21mm の位置に配置した際のエコー高さを 80%としたエコー高さを示す. 横軸は探触子全面からき裂までの水平距離にほぼ等しい. 図中の青色の実線は, 計測したき裂からのエコー (以下, A スコープ) の 1 例を示し, 赤色の実線は, 探触子を前後走査した際に得られるエコー高さの包絡線 (以下, MA スコープ), 黒色の実線は基準試験片の横穴に対して探触子を前後走査させた際の MA スコープ (以下, H 線) を示す. 同図(a)は深さの浅い 6.3mm のき裂の場合であるが, き裂からのエコーは 1 つ得られており, MA スコープの形状は, H 線の形状に比較的近く, 水平距離が大きくなるとともにエコーは単調減少している. 一方, 比較的深いき裂である同図(b)においてエコーが近接して 2 つ得られている. また, 特に水平距離が大きくなると 2 つ目のエコーが 1 つ目のエコーよりも大きくなり, MA スコープの形状は H 線のものとは異なっている.

ここで, 前後走査によるエコー高さの変化及び疑似コーナーエコーの伝搬経路に基づくエコーの有無, すなわち, 2 つ目のエコーの有無により 8mm 程度以上の比較的深いき裂を推定する方法について検討する.

キーワード 超音波探傷法, 鋼床版, 疲労き裂, デッキ進展き裂, 臨界屈折角

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (国研)土木研究所 TEL 029-879-6773



(a) き裂深さ約 6.3mm

(b) き裂深さ約 9.5mm

図-3 探触子を前後走査した際のエコーの包絡線 (MA 図)

図-4 に示すように 1 つ目のエコーはき裂から直接反射してくる伝搬経路の直射エコーであり, 2 つ目のエコーはコーナーエコーの伝搬経路に類似した疑似コーナーエコーであると考えられる. 疑似コーナーエコーについては, デッキ上面に接触媒質を付けた指を付けたたり離したりすることによるエコー高さの変化を確認しており, 図-4(b)の伝搬経路の可能性が高いことを確認している. この疑似コーナーエコーが直射エコーと同時に確認できる場合には比較的深い亀裂である可能性が高いと考えられる.

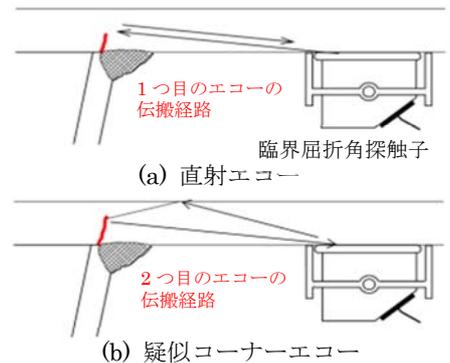


図-4 エコーの伝搬経路の概念図

図-3(b)中には MA スコープの形状に関して, ビーム路程 35mm から 55mm まで 5mm 間隔で記録した A スコープを並記している. ビーム路程が大きくなるにつれて, 直射エコーが基準試験片の MA スコープに沿って減少する一方で, 疑似コーナーエコーが出現し, 直射エコーとは異なるエコー高さの変化をしていることがわかる. 但し, 疑似コーナーエコーについてはき裂先端の指向性等の影響によりエコー高さの傾向は必ずしも同じではない.

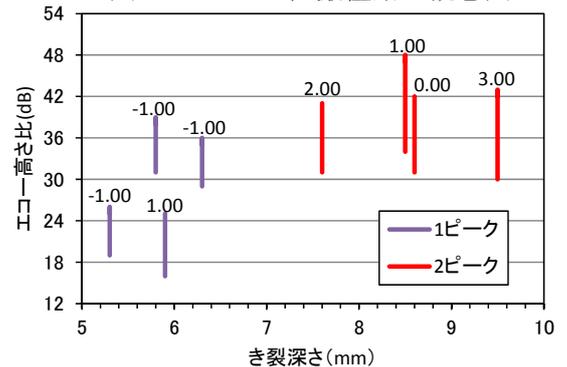


図-5 き裂深さとエコー高さ・形状の関係

図-5 に 8 体の探傷結果をまとめて, き裂深さとエコー高さ比の関係を示す. エコー高さ比(dB)については, H 線のエコー高さに対する比率 (あるビーム路程での H 線のエコー高さ A, MA スコープのエコー高さ B に対して $20\log(B/A)$) を, 各試験片のビーム路程 40mm から 57.5mm までの変動幅として示している. 図中の変動幅の色は図-3 のように計測された A スコープのピークの個数を, 数字はビーム路程 50mm のエコー高さ比に対するビーム路程 57.5mm のエコー高さ比の差を示す. 図より, 深いき裂のエコーの傾向として, 1) 8mm 程度を境に 2 つのエコーとなること, 2) エコー高さ比が 30dB 程度を超えること, 3) ビーム路程を大きくした際にエコーが増加傾向, すなわち正の値となること, が確認できる. 臨界屈折角探傷法 (AUT) で検出されたき裂に対して, 同探触子を用いた前後走査による探傷を行い, その結果得られる疑似コーナーエコーの有無やエコー高さの変化を, これらの傾向を踏まえつつ観察することにより, 少なくとも 8mm 程度以上の深いき裂であるか否かは判別できる可能性がある.

4. まとめ

デッキ進展き裂の中でも深いき裂を推定することを目的として, 臨界屈折角探傷法を用いた実験的検討を行い, 深いき裂の判別可能性を明らかにした. 本研究は平成 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」の一環として実施したものである. 今後, 他の調査技術との性能比較を行う必要があると考えている.

参考文献 1) 村越潤, 高橋実, 小池光裕, 木村友則: 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 (構造・地震工学), Vol. 68, No. 2, pp. 453-464, 2012.