

鋼床版デッキプレート進展き裂の深さ検出に関する超音波探傷法の適用性に関する検討

(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

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においてデッキプレート(デッキ)とU型の縦リブの溶接ルート部を起点とするデッキ内に進展するき裂(以下, デッキ進展き裂)が報告されている¹⁾(図-1 参照)。このき裂の検出法として, ある程度の深さに到達した場合に対して, 既に複数の超音波探傷法が提案・実用化されている¹⁾⁻²⁾。一方, デッキ進展き裂の深さ(デッキの上下方向の長さ)の推定については, デッキ下面から一探触子パルス反射法を適用する場合, もとよりき裂の方向や傾きは様々であること, き裂の発生位置と探傷面(主としてデッキ下面)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と考えられる。本検討では, き裂の概略の深さを把握する手法を提案することを目的に, 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。

2. 探傷方法の概要

対象とした探傷方法は, 著者の一部が開発した臨界屈折角探傷法¹⁾を応用して, 図-2 に示すように, 臨界屈折角探触子(屈折角: 約 90 度)を前後走査し, き裂からのエコーとエコー高さを検出するものである。試験片は, U リブの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, それを加工することにより製作した。具体的には, ビーチマーク試験の結果を踏まえ, 元の小型試験体の中央部分(幅 100mm のうち中心線から±20mm(幅 40mm))を切り出して探傷用の試験片とした(写真-1 参照)。き裂の深さは, 試験片の側面より磁粉探傷試験により予め確認し, き裂深さは, 0mm から 9.5mm まで様々である。

3. 探傷結果

深さ約 6.3mm, 約 9.5mm の試験片に関する探傷結果(A スコープ)を図-3 に示す。縦軸は, 深さ 5mm のφ3mm 横穴を探触子前面から水平距離約 21mm の位置に配置したときに得られるエコー高さを 80%にしたときのエコー高さを示す。横軸は探触子前面からき裂までの水平距離と考えて差し支えない。図中の黒色の実線は, 探触子前面からき裂までの水平距離がおよそ 55mm 付近で得られるき裂からのエコーを示し, 赤色の実線は, 探触子を前後走査することによって得られるエコー高さの包絡線(MA スコープ)を示し, 青色の実線は, φ3mm 横穴の MA スコープを示す。図-3(a) はき裂深さ約 6.3mm, (b) はき裂深さ約 9.5mm を有する試験片に対する探傷結果である。同(a)では, エコーは 1 つ得られており, MA スコープの形状は, φ3mm 横穴の MA スコープと比較的類似しており, 水平距離が大きくなるとエコー高さが単調減する下に凸の曲線形状となっている。同(b)では, エコーは 2 つ得られており, MA スコープの形状は, 水平距離が大きくなると, 2 つ目の(伝搬距離が少し大きい方の)エコーのエコー



図-1 鋼床版デッキプレート進展き裂の概要

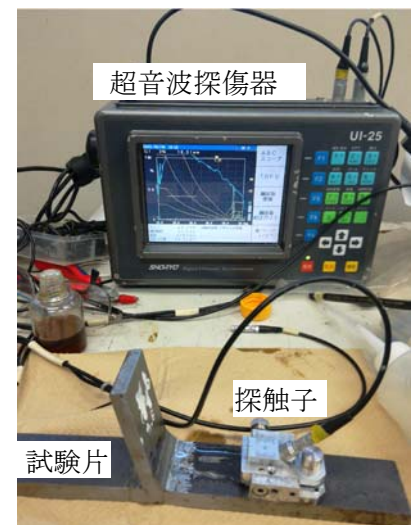


写真-1 探傷試験状況(臨界屈折角探傷法の応用)

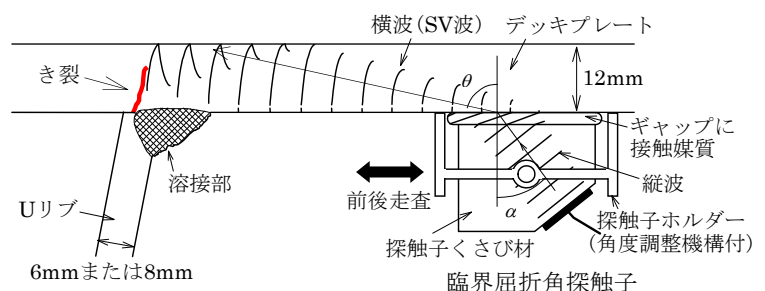


図-2 探傷試験状況(臨界屈折角探傷法の応用)

キーワード 超音波探傷試験, 鋼床版, 疲労き裂, 臨界屈折角

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 TEL 029-879-6773

高さの方が1つ目のエコーより大きくなり、 $\phi 3\text{mm}$ 横穴のMAスコープとは異なる形状となっている。1つ目のエコーのMAスコープの形状は、(a)と同様に、水平距離が大きくなるとエコー高さが単調減する下に凸の曲線形状となっている。

ここで、前後走査によるエコー高さの変化およ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により、比較的深いき裂であるか否かを概略区分する方法を考える。具体的には図-4に概念図を示すが、疑似コーナーエコーの伝搬経路(コーナーエコーの伝搬経路に類似した1回反射の伝搬経路)と、直射の伝搬経路に基づく2つのエコーが観測される場合には、比較的深いき裂である可能性が高い。一方、深いき裂ではなく、浅いき裂の場合には直射成分のみが観測されると考えられる(同図参照)。図-3(a)のエコーは直射エコーのみ得られている。き裂が深いか否かの判別には、この2経路の異なるエコーの検出による方法が考えられる。つまり、エコーが1つしか得られない状態では疑似コーナーエコーの伝搬経路が存在しないと考えられるため、き裂は深くないと推定する。一方、エコーが2つ確認される状態では、直射の経路のエコーと、疑似コーナーエコーの経路のエコーが確認されると考えられるため、き裂は深いと推定する。

4. まとめ

デッキ進展き裂深さの概略の把握を目的として、臨界屈折角探傷法を応用し、臨界屈折角探触子を前後走査させた際のエコー高さの変化により、き裂深さを検出する方法の適用性を検討した。その結果、疑似コーナーエコーの有無および前後走査によるエコーの変化に基づき、き裂深さ7~8mm以上のき裂か否かを識別できる可能性のあることを確認した(図-5の(a))。なお、斜角70度の集束形斜角探触子による一般的な斜角探傷では深さ6mm程度が検出限界であること²⁾から、この方法によりエコーが確認できる場合には、およそ6mm以上である(図-5の(b))。臨界屈折角探傷法¹⁾に基づく、深さ3~6mm程度のき裂の有無を把握できる(図-5の(c))。今後、図-5に示す(a)~(c)のき裂のおおよその深さ値(参考)の区分に対する各方法について、試験片を増やして性能確認を行うとともに、数値シミュレーション等によりき裂の傾きがエコー高さに及ぼす影響等を確認する予定である。

なお、本検討は、平成27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」の一環として行ったものである。

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.
- 2) 村野益巳, 齋藤豪, 木ノ本剛: 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, 2008. 9.

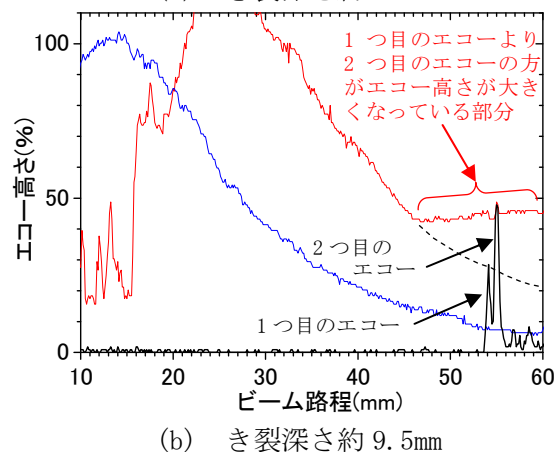
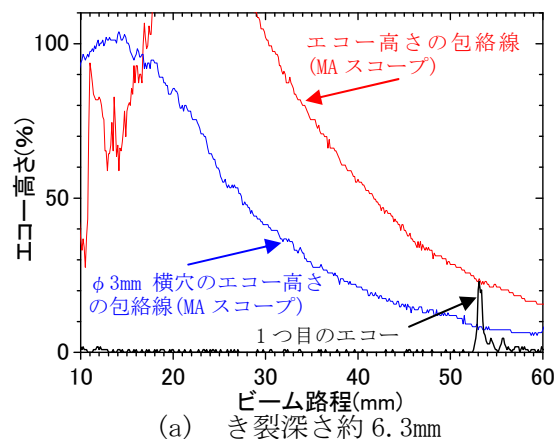


図-3 前後走査時のエコー高さの包絡線(MAスコープ)

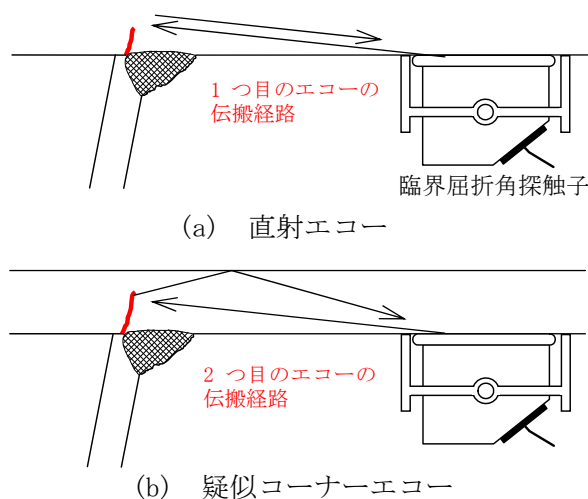


図-4 エコーの伝搬経路の概念

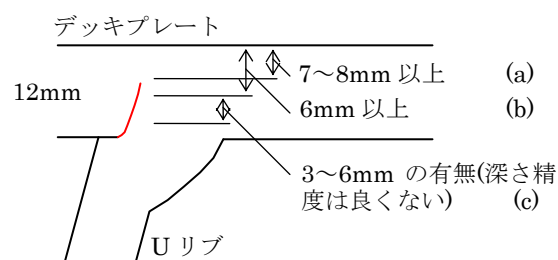


図-5 デッキプレート進展き裂のおおよその深さ値(参考)の把握の概念図