

鋼床版デッキプレート進展亀裂の超音波探傷法に関する実験的検討

(独) 土木研究所 正会員 ○有馬敬育 (独) 土木研究所 正会員 村越 潤
(独) 土木研究所 正会員 藤木 修

1. はじめに

最近、Uリブを有する鋼床版橋梁において、図-1に示すようなUリブとデッキプレートの溶接ルート部から亀裂が発生し、デッキプレートに進展する疲労損傷事例が報告されている。

この亀裂は走行路面に変状をきたす恐れがあるため、早期に亀裂状態を把握する必要があるが、通常の見視点検では発見が不可能なため、何らかの点検技術確立する必要がある。

本論文では、現場で実施可能で効率的な探傷法の提案に向け、当該溶接部を模擬し、さまざまな深さの疲労亀裂を発生させた小型試験体に対して、現在一般的に使用されている超音波探触子を用いた超音波探傷を行い、そのエコー特性を確認したので、その結果について報告する。

2. 亀裂深さ既知の探傷用試験体の作成

デッキプレートとUリブを模擬した小型試験体21体に対し、図-2の条件で繰り返し荷重を載荷した。ストラットは、発生させる亀裂方向を、実橋における傾斜して進展する亀裂（図-3）に近づけるため、主応力方向を変える目的で設けた。

荷重は、試験体両端の亀裂深さが3mm程度になるまでは、2～12kN(荷重振幅10kN)とした。亀裂が進展すると試験体が塑性変形し、変形量が大きくなりやすくなるため、適宜荷重を小さくして変形を抑え、試験を続けた。試験中、随時両端面に湿式磁粉探傷試験を行い、亀裂の観測を行った。個体差があるものの概ね6万回の載荷で試験体端面に亀裂が検出された。

最初の2体は、どのように亀裂が進展しているのかを確認するため、ビーチマーク試験を行った。図-4に亀裂破面を示すが、試験体端面より中央部の進展が早く、中央部4cm程度はほぼ均等に亀裂が進展していることが確認できた。そこで本試験体を中央部4cmの幅で切り出し、その端面において湿式磁粉探傷試験による亀裂深さ計測を行うことにより、亀裂深さが既知である探傷用試験体を19体作成した。

亀裂の形状の例を図-5に示す。ストラットの効果により、亀裂が傾

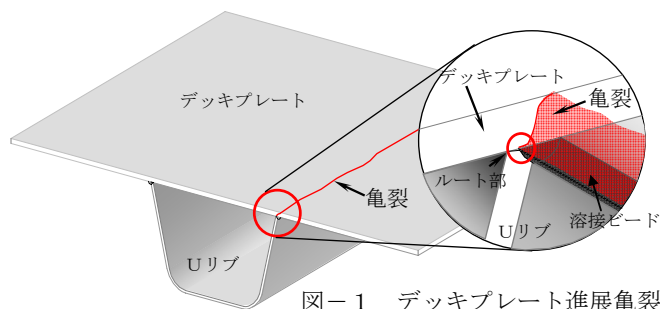


図-1 デッキプレート進展亀裂

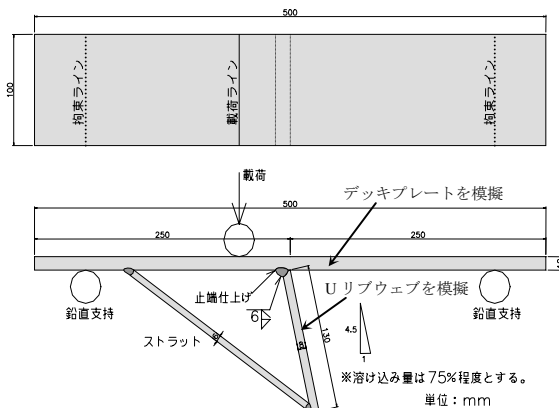


図-2 小型試験体および載荷・拘束条件

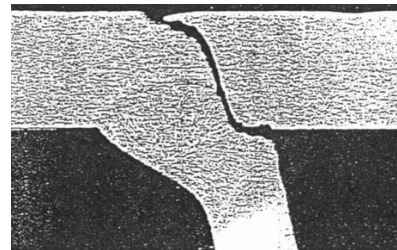


図-3 実橋における亀裂形状

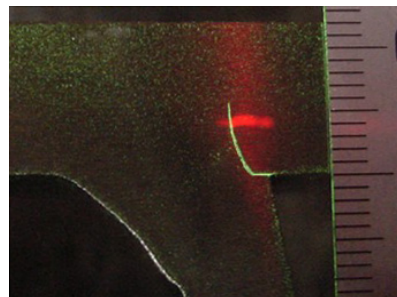


図-5 探傷用試験体の亀裂形状(深さ6mm)

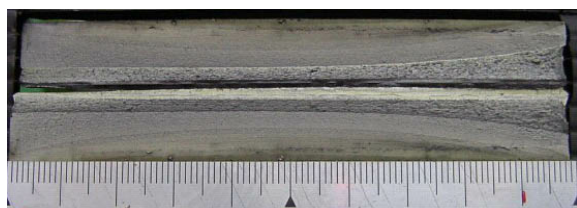


図-4 小型試験体の亀裂破面

キーワード：鋼床版，デッキ進展亀裂，超音波探傷

連絡先：構造物研究グループ(橋梁構造)〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6 Tel:029-879-6793 Fax:029-879-6739

斜して進展していることが確認できる。亀裂がデッキプレート厚の半分 6mm まで達するとそれ以降は鉛直方向へ進展している。19 体の探傷用試験体の亀裂深さは、両端面の磁粉探傷試験による測定値の平均とした。

3. 超音波探傷

本検討では、探傷面付近を伝搬する性質を持つ、クリーピング波(縦波)を用いた方法(以下、クリーピング波法)と表面 SH 波を用いた方法(以下、表面 SH 波法)を行った。使用機器はデジタル超音波探傷器 UI-25(湘菱電子製)、探触子は縦波 90° 斜角探触子 5C10×5LAD90、表面 SH 波探触子 5C5×5HA90 の 2 種類を用いた。

探傷感度については、クリーピング波法では探触子前面から STB-A1 標準試験片の 2mm スリットまでの距離を 18mm としたときのエコー高さが 50% となるように調整した。表面 SH 波法では、STB-A2 標準試験片の $\phi 4 \times 4$ と探触子前面の距離を 40mm としたときのエコー高さが 100% となるように調整した。

探触子位置については、クリーピング波法では図-6 に示すようにデッキ裏面と U リブ外面との交点から 10mm の位置に探触子前面を合わせた。これはクリーピング波の距離減衰が大きいこと、溶接ビード形状が一定でないこと、溶接止端付近は鋼材表面が荒れている場合があることを考慮し、できるだけビードに近く、探傷に影響の少ない位置として決定した。表面 SH 波法では図-7 に示すように溶接ルート付近のデッキ厚にわたり超音波が伝搬するよう、デッキ裏面と U リブ外面との交点から 20mm の位置に探触子前面を合わせた。

4. 探傷結果

探傷波形の例を図-8 に示す。また、クリーピング波法では超音波入射点から 17.5~26.5mm、表面 SH 波法では超音波入射点から 25~34mm のビーム路程範囲にある最大エコー高さと亀裂深さの関係を図-9 (a)、(b) に示す。2 方法ともに亀裂深さに対するエコー高さのばらつきは大きい、線形関係が確認できる。エコー高さから亀裂深さを正確に推定するほどの精度は期待できないが、適切なエコー高さの閾値を設定することにより、ある程度の深さ(デッキ板厚の半分程度)に達した亀裂の検出は可能と考えられる。

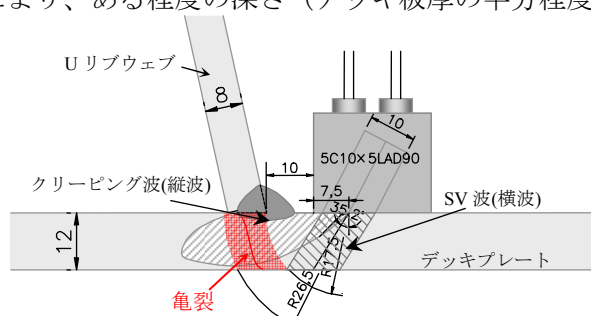
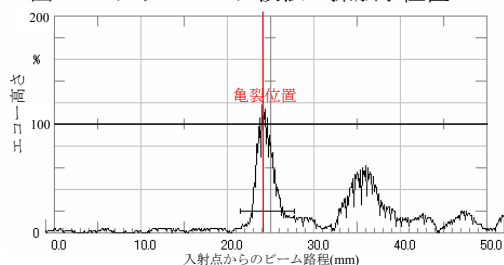


図-6 クリーピング波法の探触子位置



(a) クリーピング波法

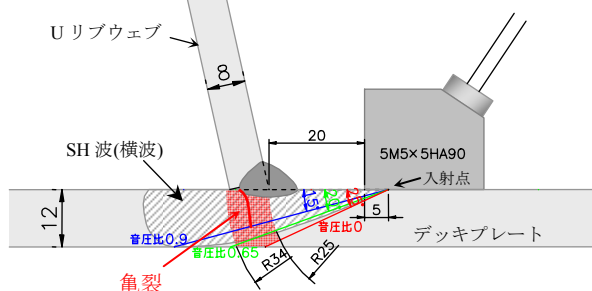
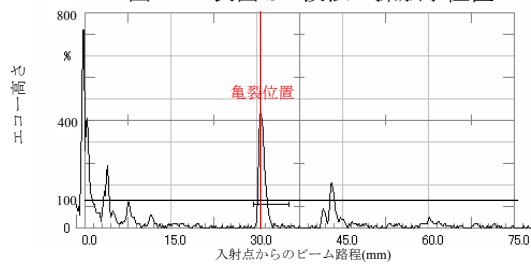
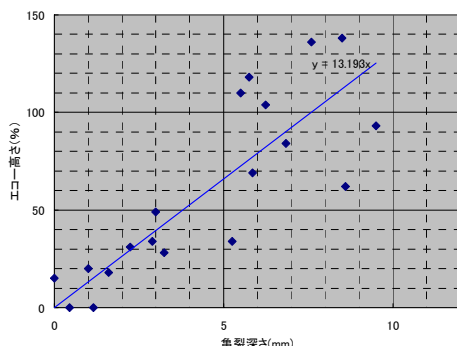


図-7 表面SH波法の探触子位置

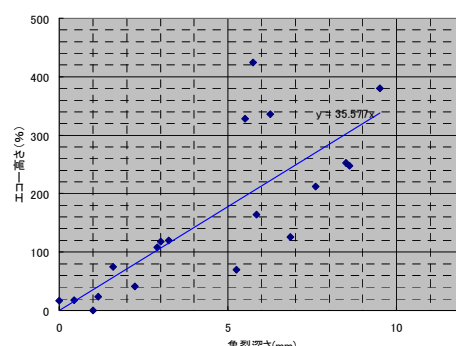


(b) 表面SH波法

図-8 探傷波形の例 (平均亀裂深さ 5.75mm 試験体に対して)



(a) クリーピング波法



(b) 表面SH波法

図-9 亀裂深さとエコー高さの関係