

鋼床版デッキプレート方向き裂の進展性状とその超音波探傷方法

(財) 首都高速道路技術センター 正会員 ○村野 益巳 琉球大学 工学部 正会員 下里 哲弘
 (財) 首都高速道路技術センター 正会員 弓削 太郎 首都高速道路(株) 正会員 牛越 裕幸

1. はじめに

鋼床版トラフリブはデッキプレート下面に対して片面すみ肉溶接継手にて接合されている。この、トラフリブの溶接ルート部からデッキプレート方向に進展した疲労き裂は、上面を通行する大型車の繰返し荷重を主な要因として発生している。したがって、大型車両の輪直下に位置するトラフリブ溶接線においては、デッキプレート方向き裂の発生が報告され、き裂の貫通、走行方向への進展により路面の陥没を招く危険性が生じている。(図-1)

当該き裂はトラフリブ内面側に位置するため、通常点検にて実施されるデッキプレート下面からの目視または磁粉探傷試験では検出不可能となる。そこで、過年度の報告¹⁾ではデッキプレート方向のき裂検出方法として、集束型の斜角探触子を用いたデッキプレート下面からの超音波探傷方法を提案し、疲労試験にて発生した深さ 6mm 以上の実き裂に対しての高い検出能力を検証した。

本報告では、多くの鋼床版トラフリブを有する首都高速道路にて、デッキプレート方向き裂を効率的に検出するため、提案したき裂検出方法を応用した半自動超音波探傷装置の開発について記述する。

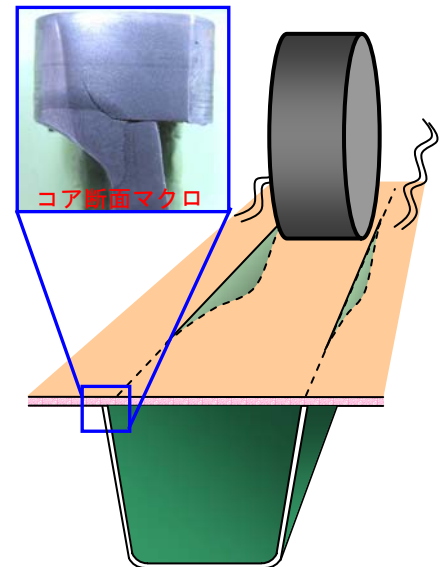


図-1 鋼床版デッキ PL の損傷

2. き裂進展性状

デッキプレート方向き裂の切断面磁粉探傷試験写真を図-2 に示す。①き裂は溶接ルート部を起点にデッキプレート側の溶接ボンドに沿って発生していることが解る。その後、②き裂はデッキプレート板曲げの繰返し荷重を受けて概ねデッキプレート垂直方向に進展する。③デッキプレート表面近傍では残存板厚が薄くなることから主応力方向が変わり、デッキプレート水平方向に向きを換える傾向にある。④最終的には残断面がせん断により破断に至ると考えられる。

本報告では前記した①～④のき裂状態をそれぞれ①発生期、②進展期、③変曲期、④破断期と称する。(図-3)

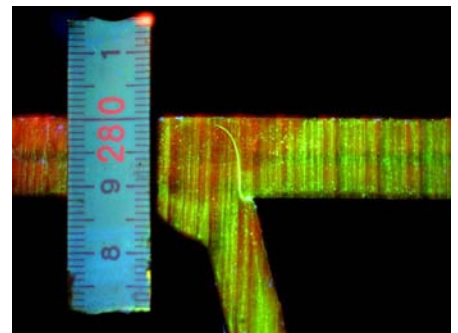


図-2 デッキ PL 方向き裂損傷 MT

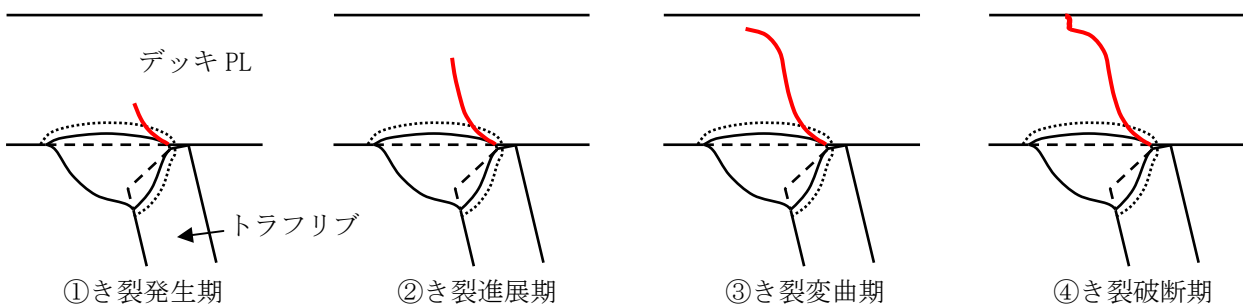


図-3 デッキ PL 方向き裂の進展過程

Keyword : 鋼床版, トラフリブ, 疲労き裂, 超音波探傷試験

連絡先 : 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-10-11 (財) 首都高速道路技術センター構造管理部 TEL 03-3578-5757

3. き裂検出方法

き裂検出の目的は、路面の陥没を招くデッキプレート貫通き裂を早期に検出し、補修・補強対策を施すことにある。また、これまでの実験結果²⁾から、発生したき裂はき裂変曲期の段階で進展方向を換えており、き裂進展期から加速的に破断を迎えることはない。よって、デッキプレート板厚 12mm に対し、ある程度進展した危険なき裂を確実に検出する方法が求められた。そこで、屈折角 70° の斜角探触子をデッキプレート下面トラフ溶接ビード直近にあて、直射法にてき裂を検出する方法を適用した。(図-4) さらに、より効率的な検査方法として半自動による超音波探傷装置 (SAUT: Semi-Automatic Ultrasonic Testing) を開発した。

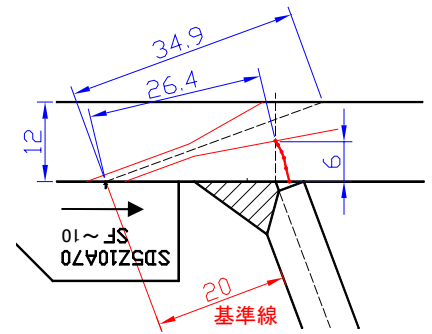


図-4 直射法によるき裂探傷

4. SAUT装置

図-5 に装置の使用状況を示す。本探傷装置は横リブ間隔を 1 計測単位として連続探傷するものであり、探触子のスライド操作を手動にて行い、エンコーダからの探傷位置情報および探触子からの探傷エコー情報の自動記録を可能としている。同時に、計測記録は縦軸をビーム路程、横軸を探傷位置、エコー高さを色分表示とした B モード表示 (図-7) が可能であり、デッキプレート内在き裂と考えられるビーム路程 20~40mm 範囲からの反射エコーの有無を視覚的に判定することができる。



図-5 SAUT探傷状況

探触子手動操作の際には、探触子とトラフリブとの距離 (Y 距離) 及び角度を一定に保ちながらのスライド操作が要求される。この操作を簡単に行なうため、専用の探触子ホルダを開発した。(図-6) 探触子ホルダには Y 距離調整機構を持たせ、溶接ビード形状の違いに対応できるものとしている。また、デッキプレート及びトラフリブとの接触はローラベアリングにより円滑なスライド操作を可能としている。



図-6 探触子ホルダ

5. 検出能力の検証

SAUT の検証には、鋼床版移動載荷疲労試験にて発生した疲労き裂を適用した。疲労試験終了後の破面観察により、き裂は長さ 62mm、最大深さ 7mm に達していた。また、デッキ $t/2$ となる深さ 6mm 以上き裂進展の範囲は 39mm であった。本き裂に対する SAUT の探傷結果ではデッキプレート内在き裂長さを 48mm と捕えており、深さ 6mm 以上の危険なき裂範囲を確実に捕えていることが確認できた。

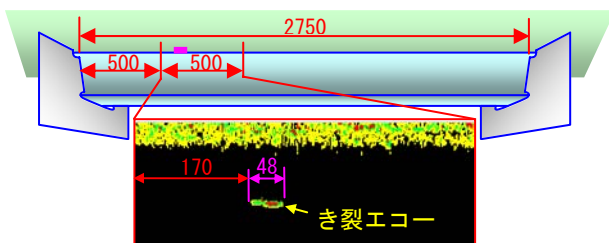


図-7 試験体探傷結果 (B モード表示)

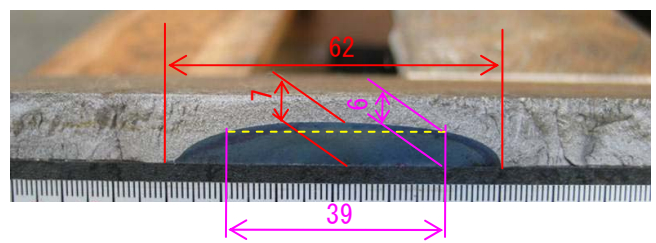


図-8 き裂破面観察結果

6. まとめ

鋼床版トラフリブに発生したデッキプレート方向き裂を検出するための半自動超音波探傷装置を開発した。本装置により、デッキプレート方向に進展の危険なき裂を効率的かつ確実に検出することが可能となった。

- 1) 村野ら：鋼床版トラフリブに発生したき裂の超音波探傷手法，土木学会第 61 回年次学術講演会概要集，I-586，2006.9
- 2) 下里，神木ら：鋼床版の移動輪荷重疲労試験，土木学会第 60 回年次学術講演会概要集，I-399，2005.9