

トラフリブ溶接部の溶け込み量測定を目的とした超音波探傷技術の開発

川田工業(株)

正会員

○竹内健二

湯田 誠

藤本 亘

(有)プレテックエンジニアリング 田中賢治

1. はじめに

橋梁製作部材のうち鋼床版を構成するトラフリブとデッキプレートとの縦方向溶接では、ルート部における疲労亀裂発生に対して、溶け込み量確保による応力集中の緩和が有効であることから、トラフリブ板厚の75%（板厚8mmでは溶け込み残し量2mm）以上の溶込み深さの要求が道路橋示方書（H14年版）の改訂で追加された。この溶接部の溶け込み深さを確認する方法は超音波探傷試験による方法が考えられるが、従来技術において必要な溶け込み量を確認するだけの探傷精度を確保することは難しいとされている。このことから、実際と同様の溶接条件で事前に施工試験を行い、溶け込み量を溶接断面で確認するマクロ試験が行われてきた。しかし、この方法では製品溶接部の溶け込み量の直接的評価、いわゆる施工条件における溶接品質の再現性の確認ができないとした課題が残されている。

本検討では、上記の課題を解決するために新たな超音波探傷技術の開発を目標とした。検討の結果、製作工程上簡便なトラフリブ外面からの探傷方法（斜角一探触子法）を用い目標とした探傷精度を得ることが可能な技術を開発したので報告する。

2. 検討方法

検討ではトラフ側ルート部に見られる残り部分の形状と寸法を想定した2種類の人工スリットきずを有した試験体9体を製作し、得られたエコー高さによりきずの分類が可能な最適条件（探触子や探傷位置）を把握するものとした。図2の長方形スリット試験体は連続的な溶込み形状を、図3の円弧形スリット試験体は不連続な溶込み形状を模擬しており、きずは溶け込み状態の特徴を考慮した数種類のサイズを用いている。探傷器はUSD-15（クラウトクレマー社）を使用した。また探傷子は3種類（5C10*10A70、5Z5*10A70、5Z10*10A70com）を用い最適な組み合わせを選定した。なお、基本的な探傷条件として、接触媒質はグリセリンペースト（ソニコート BSL）を、接触方法はエコー高さの安定性からギャップ法（ギャップ寸法0.2mm）を採用している。エコー高さの測定は、スリットきずコーナー部を基準とし当該探触子の屈折角に応じた0.5s点を中心に2mmピッチで-8mm～+10mmまでの測定を行った。

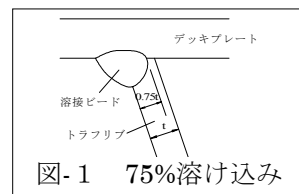


図-1 75%溶け込み

3. 検討結果

検討において最もきず分解能が良好な探触子は5Z10*10A70comであった。以下はその探触子での検討結果を述べる。

3-1. 長方形スリット試験体の結果

図4に探傷位置とエコー高さの測定結果を示す。スリットきずに対する分類はマイナス側の探傷位置になるほど良好であることが確認された。ただし、ビード幅と探触子の接近限界距離との関係から、ここでは-4mmを最適位置とした。図5に-4mm位置での長方形スリットきずの高さとエコー高さの関係を整理して示す。きず高さ2mmと2.5mmの差は2.3dBでありエコー高さのばらつきを考えると識別は難しいが、目標とする2.0mm以下では、スリット高さ0.5mmごとに5dB以上の差が得られたことから有意な識別が可能であることがわかった。

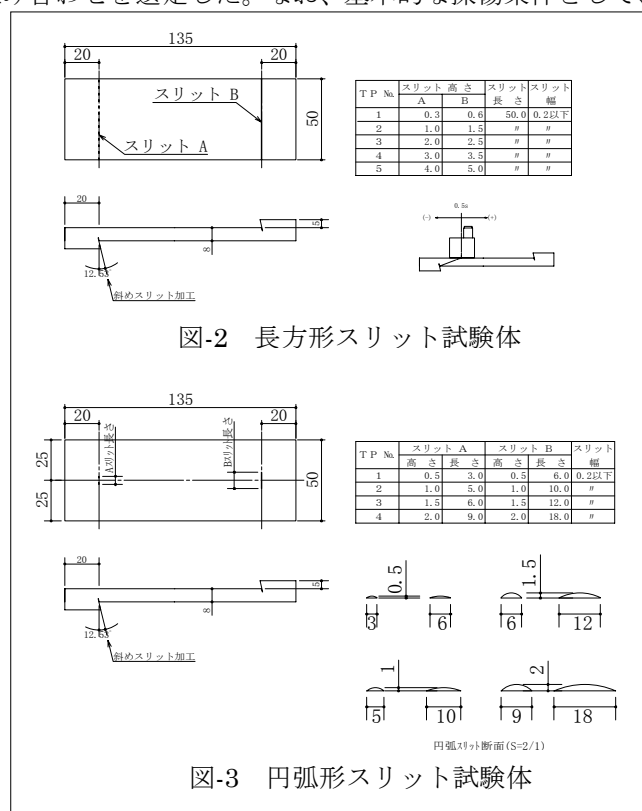


図-3 円弧形スリット試験体

3-2. 円弧形スリット試験体の結果

キーワード：超音波探傷、トラフリブ、75%溶け込み

連絡先：〒764-8520 香川県仲多度郡多度津町西港町 17 TEL:0877-32-5115（代） FAX:0877-32-5847

図 6 に探触子位置とエコー高さの測定結果を示す。円弧形スリットきずに対する分類は、いずれの探傷位置においてもほぼ良好な傾向を示すことが確認された。図 7 に探傷位置 -4mm における円弧形スリットきずとエコー高さの関係を示す。長方形スリットきずと同様、きずに対するエコー高さはほぼリニアな関係を示すことから、円弧形きずにおいても良好な識別が可能であることがわかった。

3-3. スリットきずとエコー高さの関係（マスターカーブの作成）

各人工スリットきずの検討結果により、求める溶け込み形状の評価が可能であることが考えられる。一般に平面きずのエコー高さはビームの拡がりに内包されるきずの大きさ（反射面積）に比例することが言われている。このことから図 5, 7 の結果をもとに、スリットきずの大きさをビーム幅に対応した反射面積で整理したときのエコー高さとの関係を図 8 に示す。ここで面積を求めるためのビーム幅は使用した斜角探触子のビーム路程 22.5 mm 位置での左右方向の拡がり（-6dB 範囲）6.6 mm を用いた。本実験でのスリットきずはきずと板裏面で構成されるコーナー部があり、ここでのコーナ反射成分もあるため一律に反射面積だけで整理することができるものではないと考えられるが、長方形スリットと円弧形スリットのエコー高さは近似した関係にあることが確認された。よってこの曲線をマスターカーブとした。

以上のことからマスターカーブを用いることにより溶け込み量の大きさを推定することが可能であると考えられる。

3-4. 溶接試験体における超音波探傷結果（検証結果）

これまで得られた知見をもとに、実溶接試験体を用い溶け込み量を評価した結果を図 9 に示す。各測定点における実溶け込み寸法との誤差は±15%以内に収まることが確認され、十分な測定精度を認識した。

4. まとめ

トラフリップとデッキプレート縦方向溶接部において溶け込み量の評価のために超音波探傷による新たな技術について模索検討を行った。想定されたきずの評価を行うための最適な使用探触子と探傷器調度、ならびに探傷位置を求めた結果から、エコー高さ法による溶け込みの残量を定量化することができた。以上のことから溶接部の溶け込み評価が可能となり、工程的・コスト的に迅速に対応できるようになると考えられる。

本検討では溶け込み形状を一元化して溶け込み不足に的を絞って評価したが、特有の溶接欠陥評価を含めた検討も現在進めている。

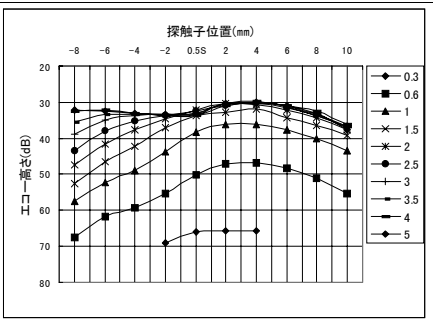


図-4 長方形スリットきずの高さ別の探触子位置とエコー高さの関係

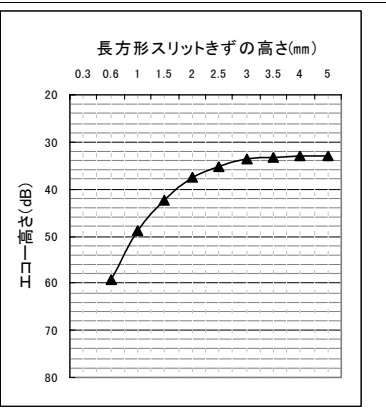


図-5 長方形スリットの0.5S-4mm位置におけるきずの高さとエコー高さの関係

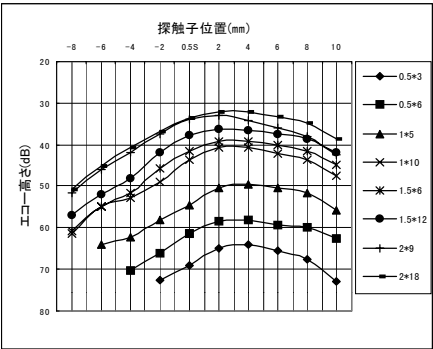


図-6 円弧形スリットきずの大きさ別の探触子位置とエコー高さの関係

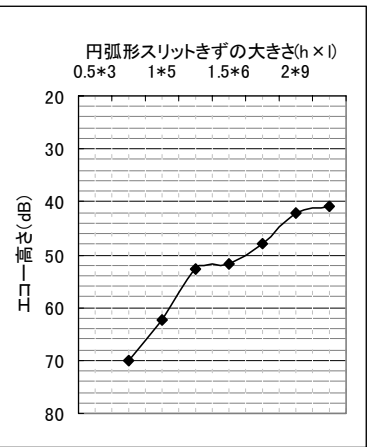


図-7 円弧形スリットの0.5S-4mm位置におけるきず大きさとエコー高さの関係

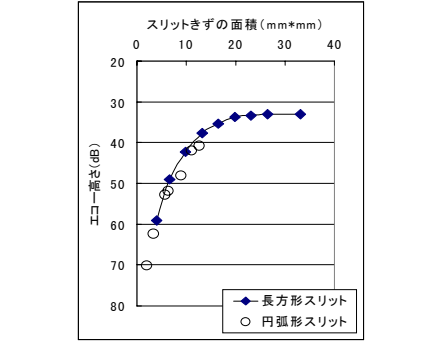


図-8 スリットきず反射面積とエコー高さの関係

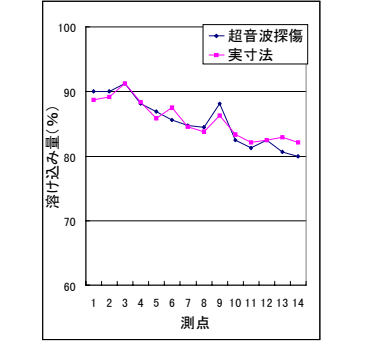


図-9 溶接試験体超音波探傷結果