

鋼製橋脚隅角部を対象とした超音波探傷の数値解析的検討

日本橋梁建設協会 正会員 ○ 藤 木 修
 土 木 研 究 所 正会員 高 橋 実
 同 上 正会員 村 越 潤

1. はじめに

近年、鋼製橋脚隅角部において、溶接部近傍に疲労き裂が発見され報告されている。¹⁾

この疲労き裂の発生原因には、近年における交通量の増加、車両の大型化による重量増、複雑な構造形式による応力の集中、製作時の溶接品質の問題などがあげられている。²⁾

ここでは、鋼製橋脚隅角部の製作時において、溶接品質を確認するための非破壊検査法を対象として、既に用いられている超音波探傷法のきず検出への適用性について、超音波の伝播特性の観点より、超音波の送信音場からきずによる散乱を数値解析的に検討したので報告する。

2. 鋼製橋脚隅角部の概要

鋼製橋脚隅角部は、梁および柱のフランジ、ウェブの鋼板が交差しているため、鋼板の組み合わせ方によっては溶接がしづらく、きずが生じやすい構造となることがある。²⁾ また、溶接交差部に発生するきずは、形状、寸法、種類、位置などが、さまざまであるため、超音波探傷によるきずの検出には、熟練した検査従事者が必要とされているのが現状である。

鋼製橋脚隅角部の形状はL型、T型などの形状の違いや、板組構造もさまざまであるが、今回数値解析の対象とした構造は、一般的な形状（門型橋脚隅角柱タイプのL型隅角部）とした。

図-1 に検討対象とした鋼製橋脚隅角部の詳細構造を示す。

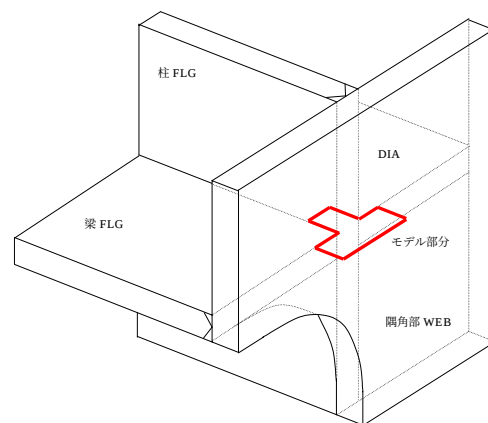


図-1 鋼製橋脚隅角部の詳細図

3. 解析モデルと解析方法

解析モデルは、超音波探傷を隅角部ウェブ(WEB)外面から行うことを想定し、梁フランジ(FLG)およびダイヤフラム(DIA)に平行であり、隅角部ウェブ(WEB)を直交させた断面の2次元モデルとした。また、きずの形状、寸法、種類、位置などの影響による超音波の伝播特性の違いを確認するため、裏表の溶接部中心に発生した未溶着部と溶接パス間に発生した融合不良の2ケースを解析モデルとした。図-2 に解析モデルを示す。

解析方法は、差分法を用いて超音波の伝播および散乱の音場を計算することとし、入射波としては、ホイヘンスの原理を適用して節点に探触子の特性に従った応力を与えた。また解析時の条件としては、送信波形を縦波の5MHzと2MHzの2種類とし、分割メッシュ寸法を波長の1/30とした。

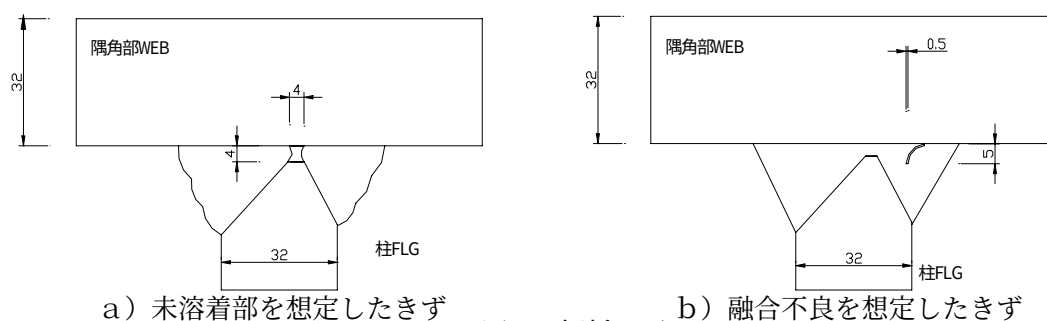


図-2 解析モデル

キーワード：鋼製橋脚、非破壊検査、超音波探傷、数値解析、溶接欠陥

構造物研究グループ（橋梁構造チーム） 茨城県つくば市南原1番地6 TEL029-879-6793 FAX029-879-6739

解析の手順としては、まず、図-3 に示すように、作成した解析モデルに対して、探触子を配置する。次に、 0° の位置の探触子から送信パルスを入射し、全探触子で受信することにより、反射特性の確認を行うこととした。

4. 解析結果

図-4 に解析結果として、5MHz の縦波を入射した場合の送信、反射エコーの状態を示し、図-5 に 5MHz と 2MHz の縦波を 0° で入射した場合のエコー高さの指向性グラフを示す。図-5 の指向性のグラフは、送信位置 (0° の探触子) で受信されたエコー高さを基準とした。

図-4 より、きずの形状、種類によって、送信探触子位置における受信エコーが、必ずしも最も高くなるとは限らないことが確認された。また、図-5 より、反射エコーの指向性が異なることから、送信パルスの周波数の違いにより、受信エコー高さが高くなる位置が変化することが確認された。

最後に、本解析を行うのに際し、三菱電機(株) 和高修三氏、湘菱電子(株) 小池光裕氏にご協力を頂いたので、ここに謝意を表する。

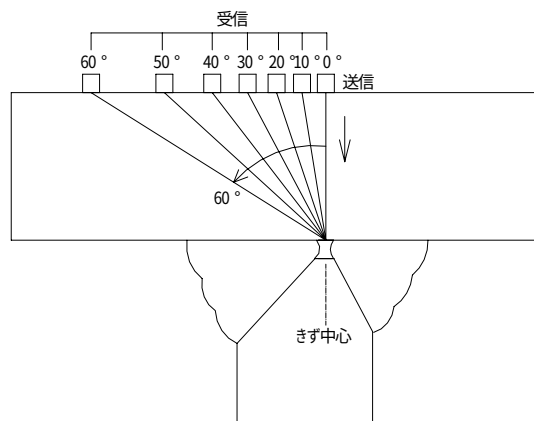
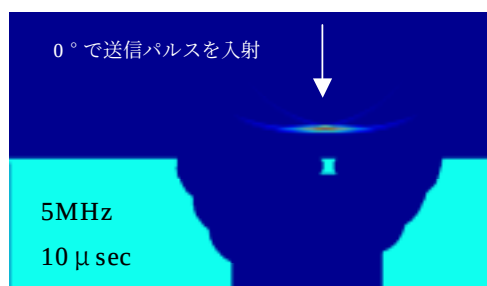
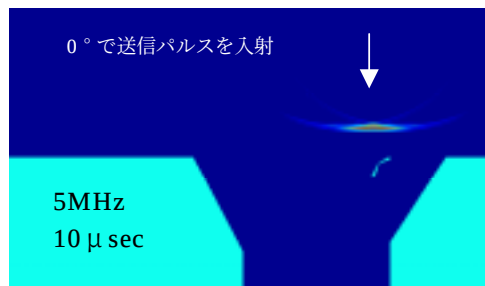


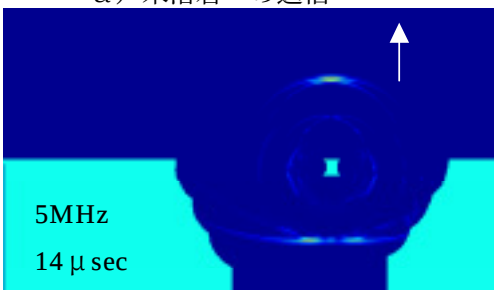
図-3 探触子ときずの相対的な位置関係



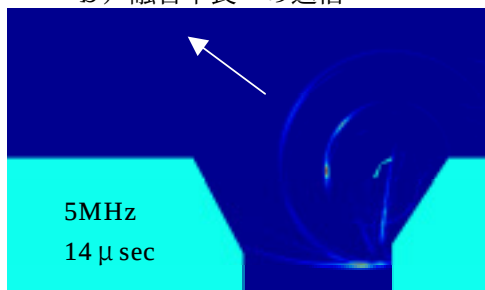
a) 未溶着への送信エコー



b) 融合不良への送信エコー

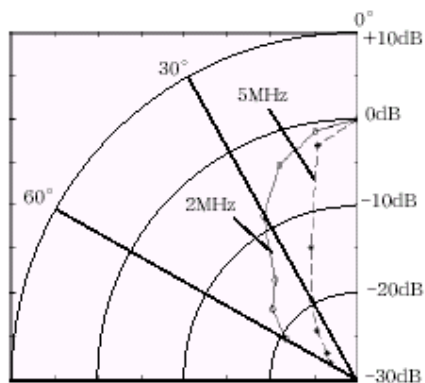


c) 未溶着での反射エコー

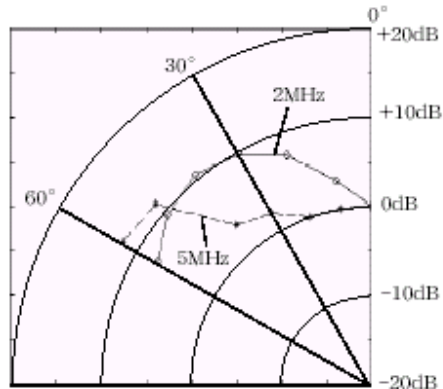


d) 融合不良での反射エコー

図-4 5MHz の縦波を 0° で入射した場合の送信、反射エコー



a) 未溶着



b) 融合不良

図-5 周波数の異なる縦波を 0° で入射した場合のエコー高さの指向性

- 参考文献 1) 三木千壽, 市川篤司, 坂本拓也, 田辺篤史, 時田英夫, 下里哲弘「鋼製箱形断面ラーメン橋脚隅角部の疲労特性」土木学会論文集 I 710 巻 I-60 号 361-371 頁 2002 年 7 月
2) 「鋼製橋脚補修検討委員会 中間報告（平成 14 年 10 月）」首都高速道路公団ホームページ