

三溶接線交差部に存在する溶接未溶着部の超音波非破壊評価

東京都市大学	学生会員	水口陽介
東京都市大学	正会員	白旗弘実
東京都市大学	非会員	船山裕太
東京工業大学	フェロー	三木千壽

1. はじめに

近年、複雑な板組を溶接で製作する構造詳細が見られるようになってきている¹⁾。これらの溶接部の品質管理は施工実績により、保証しているのみである。本研究の目的は、三溶接線が交差する箇所に残る溶接未溶着部を超音波探傷試験により検出することである。

著者らはすでに三溶接線交差部の超音波探傷実験を行ってきたが、ここで対象とした構造詳細は、鋼製橋脚隅角部などに見られる柱貫通型 FF タイプと呼ばれる板組である。FF タイプを対象とした検討例は既往の研究ではそれほど見られない。

2. 試験体および超音波探傷実験システム

試験体を図-1 に示す。この試験体は鋼製橋脚隅角部を模擬している。板厚などは実際の橋脚で適用されているものと同じである。柱のフランジ板が貫通しているものである。柱および梁において、フランジのこぼ面が見える板組である²⁾。このタイプの板組を柱貫通 FF タイプと呼ぶ。試験体の柱、梁部に沿って x 、 y および z 軸を定める。試験体の溶接部の詳細を図-1(b)~(d) に示す。試験体は人為的にルート面を残した状態で溶接されている。このような状態で溶接を行うと、三つの溶接線が交差する箇所において、図-2 に示すような三角柱状の未溶着部 (デルタゾーン) が残されることになる²⁾。未溶着部は5つの面より構成されることになる。各面を図-2 に示すように面 A から面 E と呼ぶことにする。

超音波探傷実験では、アレイ探触子を用いる方法³⁾と通常の一探触子法を行った。アレイ超音波探傷システムを図-3 に示す。アレイ探触子の振動子は線状にならんだりニアアレイで、16チャンネルである。素子一つのサイズは $0.3\text{mm} \times 7\text{mm}$ であり、 0.4mm の間隔で並んでいる。

3. 未溶着部の探傷

三角柱状未溶着部の各面の位置を推定する。面 D は柱ウェブのこぼ面に、面 E は梁ウェブのこぼ面に相当

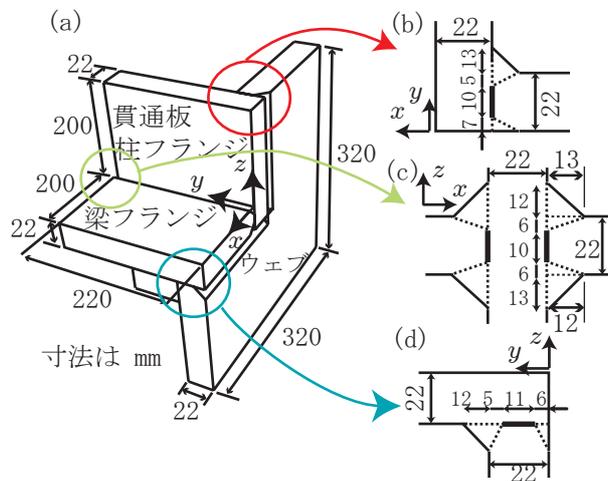


図-1 FF タイプ試験体

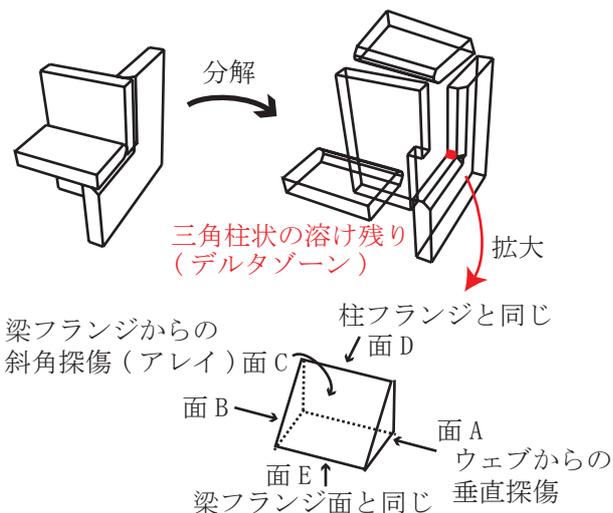
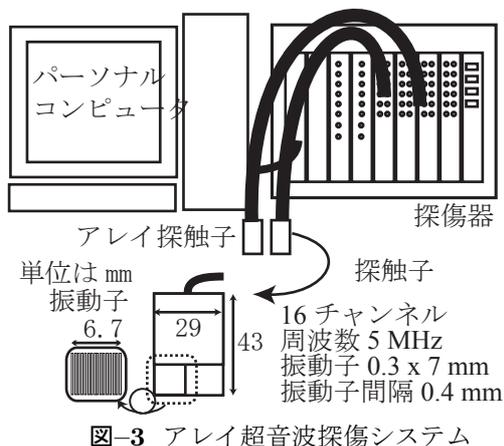


図-2 交差部に発生する未溶着部 (デルタゾーン) および未溶着部を構成する各面

する位置となる。これらの位置はフランジの板厚や溶接ビードより、推定することができる。面 A は垂直探触子を用い、ウェブ側からの探傷を行うこと、面 C はアレイ探触子を用い、梁フランジ側からの探傷を行うことで推定することとした。面 B については、入射および散乱超音波を受信することが難しいと予想されたため、面 C の幅より推定することとする。

面 A の探傷においては、直径 5mm の垂直探触子を使用した。探触子をウェブ面に置いて実験を行った。 x 座標について -4mm から 20mm まで、 z 座標については -25mm から -15mm までを 2mm 間隔で探傷した。



面BおよびCの探傷においては、アレイ探触子を使用した。探触子を梁フランジ面に置いて実験を行った。アレイ探傷の集束位置は未溶着部のA面とC面の交線、C面とE面の交線があると思われる位置とした。

アレイ探傷時の欠陥エコーと思われる波形を図-4に示す。図-4(a)は探傷面より17mm下で梁フランジこば面の位置に集束させたときのエコーである。波動伝播路程27mmあたりにエコーが見られるが、未溶着部上端部エコーと思われる。図-4(b)は梁フランジ底面でこば面より13mmの位置に集束させた波形を示している。波動伝播路程25mmあたりにエコーが見られる。

アレイ探触子はy座標0mmから40mmまで走査させたが、図-4(b)に示すエコーはy=25mm以降からは得られなかった。よってこのエコーは未溶着部からのものであると考えられる。

4. 未溶着部の画像化

探傷試験より得られた波形をもとに、未溶着部の画像化を行った。図-5(a)および(b)はウェブからの垂直探傷時のエコーを用いたものである。図-5(c)および(d)は梁フランジからの斜角探傷時のエコーを用いたものである。図-5(a)および(c)はウェブ側から見た図、図-5(b)および(d)は梁フランジに沿って見た図である。図-1(c), (d)より未溶着部の寸法を推定できるが、ほぼ一致しているものと考えられる。

5. おわりに

アレイ探触子および垂直探触子を用いて、FFタイプの板組の隅角部三溶接線交差部の探傷試験を行った。板組の考慮と探傷試験の結果より、三角柱状未溶着部の寸法を推定することができた。

謝辞

本研究は科学研究費補助金(基盤S代表 三木千壽)の補助を受けました。ここに記して関係各位に謝意を表します。

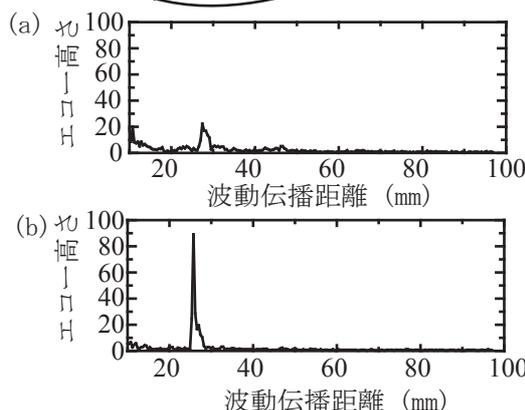
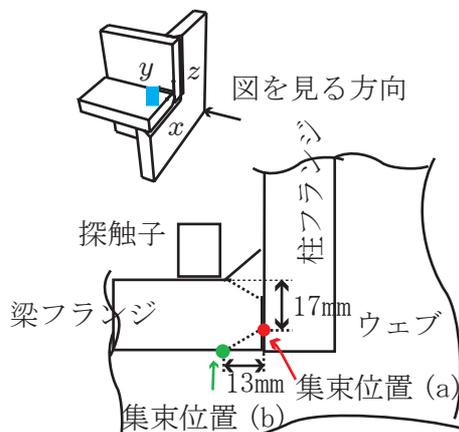


図-4 アレイ探触子による未溶着部探傷試験と波形

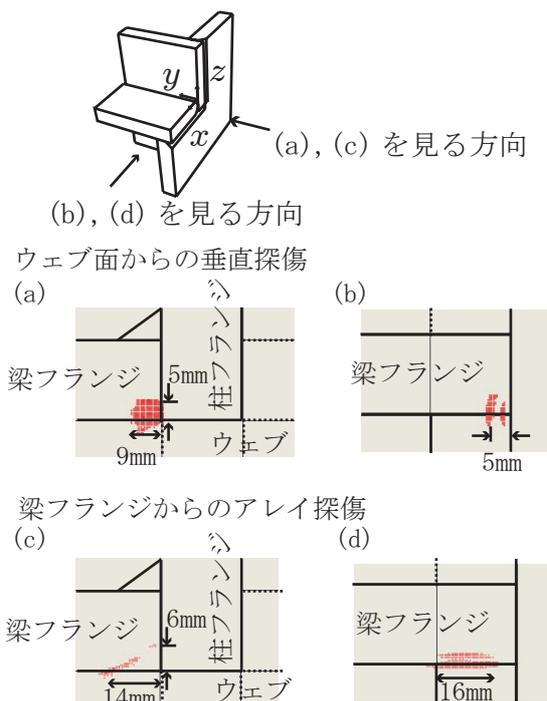


図-5 デルタゾーンの再構成像

参考文献

- 1) 森永真朗, 磯上知良, 千葉照男, 横山伸幸, 三木千壽: 東京港臨海大橋(仮称)における技術開発とコスト縮減-上部工の構造検討(1)-, 橋梁と基礎, Vol.42, No.9, pp.45-50, 2008.
- 2) 三木千壽, 平林泰明, 時田英夫, 小西拓洋, 柳沼安俊: 鋼製橋脚隅角部の板組構成と疲労き裂モード, 土木学会論文集 No.745/I-65, pp.105-119, 2003.
- 3) 平林雅也, 三木千壽, 田辺篤史, 白旗弘実: マルチフェイズドアレイ探触子を用いた高精度超音波探傷試験, 土木学会論文集 A, Vol.64 No.1, pp.71-81, 2008.