

## Multi Planer Phased Array 探触子による三次元超音波探傷

東京工業大学大学院 正会員 ○田辺 篤史 学生員 東 壮哉 フェロー 三木千壽

### 1. はじめに

鋼構造物の溶接部には、溶接欠陥や疲労き裂が存在する可能性があり<sup>1)</sup>、その把握は鋼構造物の維持管理上、重要である。しかし、実構造物の欠陥は三次元的複雑な形状を有しており<sup>2)</sup>、その探傷は容易ではない。また、溶接部の品質管理・補修には、欠陥の検出に加え特性の把握も必要となるなど、三次元的に高精度な探傷が求められている。

平林ら<sup>3)</sup>は、複数の Phased Array 探触子を用いて複雑な欠陥を高精度に画像化している。また、玉井ら<sup>4)</sup>は振動子を平面状に配列した Planar Phased Array 探触子(PPA 探触子)を用いた、三次元欠陥の探傷法を提案している。これらにより、三次元欠陥を高精度に探傷可能となるものと考えられる。しかし、扱うべきデータと計算の量が極めて膨大となる可能性が高く、より効率的な処理も必要となる。

本研究では、2つの PPA 探触子を用いた三次元欠陥の高精度探傷システムを提案し、その検証を行った。

### 2. システムの構成

本研究では、2つの PPA 探触子を使用するシステムを構築した。本研究で使用した PPA 探触子を図-1に示す。64個の要素を8×8の格子状に配置してあり、要素サイズは0.55mm四方、ピッチは0.59mm、周波数は5MHzである。

探傷システムを図-2に示す。ノートPCにより制御とデータの収録を行うシステムとなっている。本システムでは送信・受信でそれぞれ32chを選択的に使用可能であり、ディレイの解像度は5nsecである。

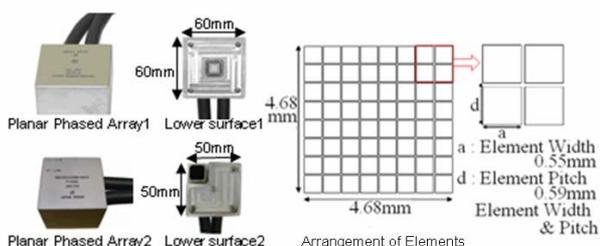


図-1 Planar Phased Array

### 3. 探傷および画像化の方法

まず、探傷の対象とする領域をあらかじめ決定し任意の大きさの格子に分割する。次に格子の格点それぞれに対して順番に Focusing により探傷を実施する。このとき波の伝達経路を複数考慮し、その全経路に対して探傷を実施する。そして、各格点に対して対応するエコー高さを取得する(図-3)。得られたエコーのレベルを見て、経路毎に格点を色分けし、最後に経路毎の結果を合成し、探傷結果の画像を構築する。



図-2 探傷システム

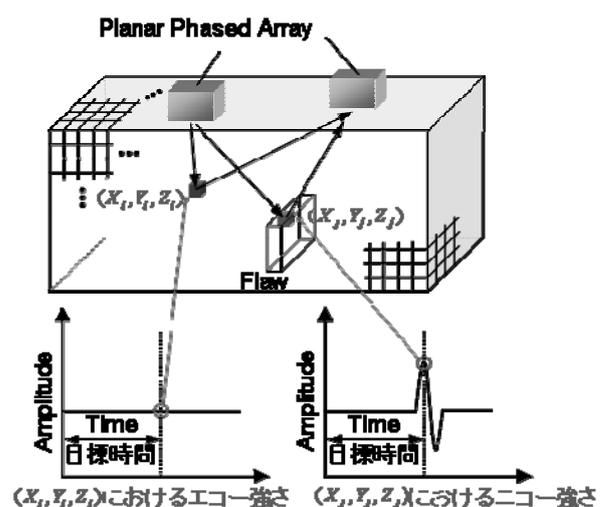


図-3 探傷方法及び画像構築方法

キーワード：超音波探傷，三次元，溶接欠陥，Multi Phased Array 探触子，高精度化，画像化

連絡先：〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 Tel: 03-5734-2596 Fax:03-5734-3578

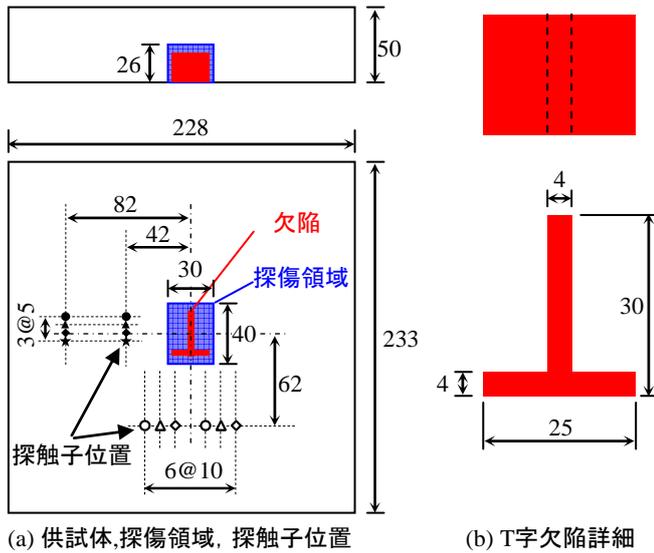


図-4 T字人工欠陥を有する供試体と探傷条件

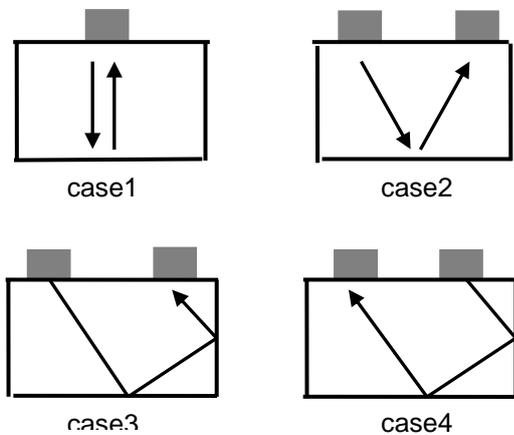


図-5 考慮した探傷経路

#### 4. 実験による検証

T 字形の垂直面状人工欠陥を有する供試体に本システムを適用し検証を行った。供試体の詳細を図-4 に示す。供試体は  $233 \times 228 \times 50$  mm の鋼塊で、底面に  $25 \times 4 \times 30$  mm の T 字型の溝が深さ 20mm まで彫られている。探傷領域は、欠陥を内包する  $40 \times 30 \times 26$  mm の立方体とし、2mm メッシュ(格点数:  $20 \times 15 \times 13 = 3900$ ) に分割した。探傷は T 字型の欠陥に対して片側からのみ行った。探触子の位置とその組合せを図-4 に合わせて示す。図中の同じマークをペアとして探傷を行った。伝播経路としては底面反射のみを考慮し、図-5 に示す 4 ケースを検討した。よって  $7 \times 4 = 28$  パターンの探傷を 3900 の格点全てに対して実施し、約 10 万の探傷データを取得し画像化を実施した。画像化は探傷パターン毎に行い、その結果を合成した。なお、画像化には約 25 分(使用 WS: Xeon3.0GHz, 16GB)必要であった。

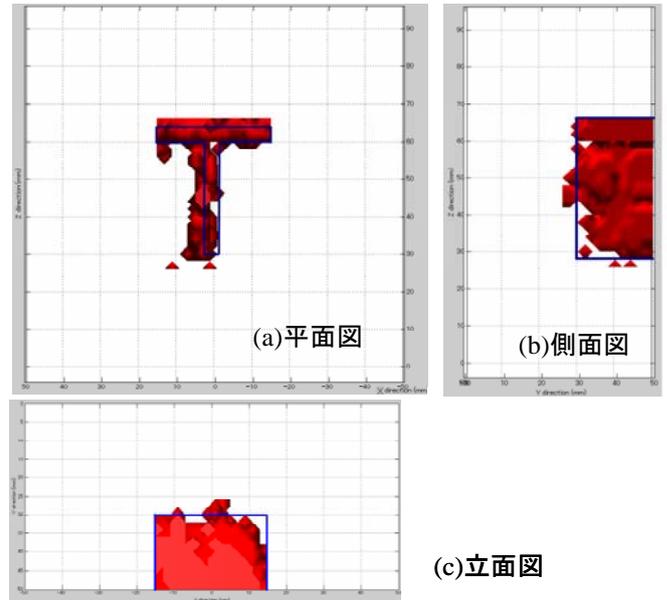


図-6 : 探傷結果

探傷結果を図-6 に示す。T 字型という複雑な形状であるのにも関わらず、位置・形状・大きさともに高精度な探傷ができています。

#### 5. まとめ

本研究では、2つの Planer Phased Array 探触子を用いた探傷システムを提案し、その検証を行った。その結果、T 字型の人工欠陥を高精度に画像化することが可能であることを示した。三次元欠陥の高精度探傷法の可能性を示すことができた。

本システムでは約 10 万パターンにも及ぶ探傷データが収集される。これらのデータを効率的に処理し、画像化を実施する必要がある。本システムで用いる画像化では、探傷パターン毎に三次元画像を作成し、それを合成するという手法を用いており、処理の並列化は極めて容易と考えられる。そこで、画像化処理を分散することで、画像化に必要な処理を大幅に低減する手法を開発中である。詳細は、講演時に報告予定である。

#### 参考文献

- 1) 三木, 平林: 施工の不具合を原因とする疲労損傷, 土木学会論文集 A, 63(3) 518-532(2007)
- 2) 三木ほか: 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, 745/I-65, 105-119(2003)
- 3) 平林ほか: 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, 64(1) 71-81(2008)
- 4) 玉井ほか: Planar Phased Array 超音波探傷による 3 次元欠陥検出の高精度化, 年次学術講演会概要集, 1-310(2007)