

『Planar Phased Array 超音波探傷による3次元欠陥検出の高精度化』

東京工業大学 学生員 玉井 誠司
 東京工業大学 フェロー 三木 千壽

東京工業大学 正会員 小西 拓洋
 東京工業大学 正会員 田辺 篤史

1. はじめに

近年、鋼構造物の溶接欠陥や疲労亀裂を非破壊的に高精度に探傷する方法として、非常に微小な振動子を複数個配列した Phased Array を用いた超音波探傷の適用が研究されている。実構造物の未溶着部を含む欠陥は複雑な形状を有し、溶接部の品質管理・補修には3次元的に高精度な探傷が求められる。

本研究では振動子を平面状に配列した Planar Phased Array 超音波探傷による3次元検出法について検討した。

2. Phased Array システムの特性と概要

本研究で使用する Phased Array システムを図1に示す。制御コンピュータで各振動子に与える時間差を設定し、パルスジェネレータから電気信号が Phased Array に送信され、任意の方向・位置に超音波を放射できる。送受信に与える時間差は 5nsec 刻みで設定でき、受信は 80nsec 毎に行われている。

本研究では2種類の探触子を使用した。使用した探触子を図2に示す。Linear Phased Array 探触子は128個の振動子が直線状に配列されており、周波数は10MHzである。Planer Phased Array 探触子は64個の振動子を8×8に配列してあり、周波数は5MHzである。

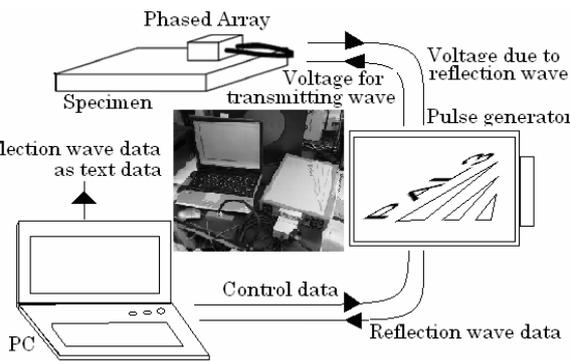


図1: Phased Array システム

3. 2次元欠陥検出の高精度化

まず、2次元の欠陥検出の高精度化について、Linear Phased Array 探触子を用いて検討した。本研究では疲労亀裂のような面状で Phased Array の配列方向に対して垂直な欠陥の探傷について検討を行った。

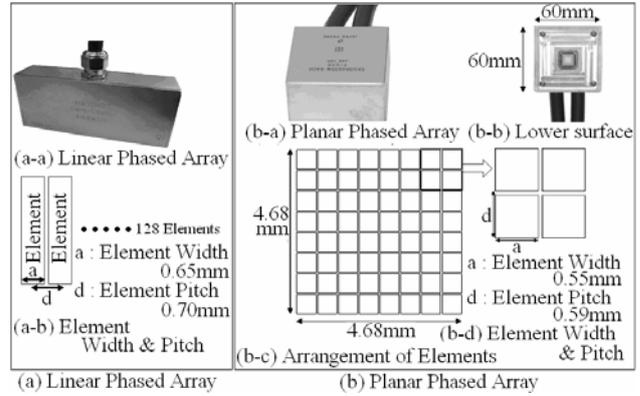


図2: 本研究で使用した Phased Array 探触子

まず、図3に示すように探傷領域を任意の大きさのメッシュに分割し、各メッシュの中心に順番に Focusing の手法で超音波を集束させて、反射波を得た。各メッシュに対して得られたエコーのレベルにより色分けして画像を構築した。さらに超音波の伝達経路を図4に示すように従来のものに¹⁾新しい経路を加え、数通り考慮し、それぞれの経路毎に画像を作成し、最後にそれらを合成することで、探傷結果の画像を構築した。

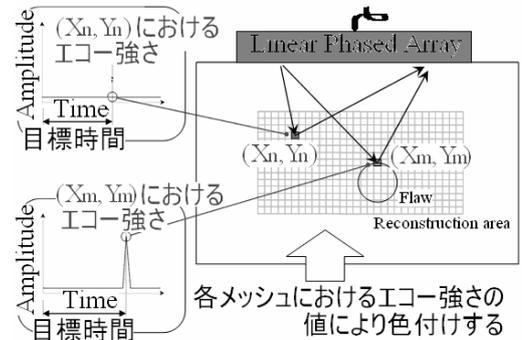


図3: 探傷方法および画像構築法

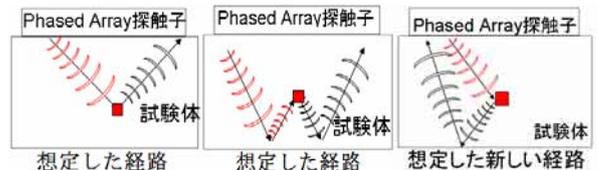


図4 本研究で作製した経路

ブローホールから発生する疲労亀裂を模擬した人工欠陥試験体に対して探傷を行った。図5-aに試験体と探傷の概要を示す。図5-bは新たな経路なしで探傷したも

キーワード Phased Array 超音波探傷 ディレイ Focusing 3次元欠陥検出

連絡先 東京工業大学理工学研究科土木工学専攻 三木研究室 (〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1 M5-3)

の、図 5-c は新たな経路だけを用いて探傷したもの、図 5-d は c,d の探傷結果を合成したものである。この探傷結果を見ると、新しい経路が垂直面状欠陥の探傷に対して有効であり、探傷精度を向上できることがわかる。

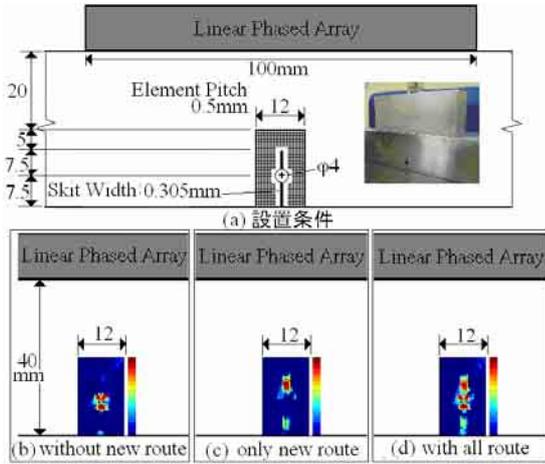


図 5 人工欠陥の概要とシステムの検証結果

4. 3次元欠陥検出の高精度化

3次元欠陥検出の高精度化を、Planer Phased Array 探触子を用いて行った。

探傷方法は探傷領域のメッシュが 3次元となったことを除けば、基本的に 2次元の欠陥検出の方法と同様としている。ただし、三次元欠陥の検出では欠陥の形状により想定していない方向に反射エコーが進むことや、探傷したいメッシュの前に別の欠陥があることから、反射エコーが得られない可能性が考えられる。そこで Phased Array を移動させ、いくつかの場所から同じ領域を探傷し、それぞれの画像を合成することとした。横穴状の人工欠陥と T の形状の垂直面状欠陥に対し、探傷を行った。試験体、欠陥および探傷位置を図 6-a,b に、探傷結果を図 7,8 に示す。図 7-b,8-b が鳥瞰図、図 7-c,8-c が XY 平面図、図 7-d,8-d が YZ 平面図、図 7-e,8-e が ZX 平面図である。横穴欠陥の探傷結果を見ると、形状・位置を精度良く探傷できている。T の形状の探傷結果を見ると、位置・交差する部分の形状は精度良く探傷できている。しかし、欠陥の深さ方向の精度はあまり高くなく、さらなる検討が必要と考えられる。

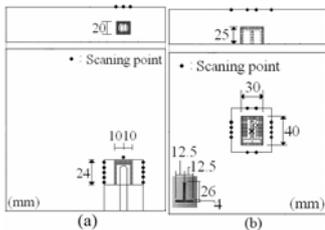


図 6 人工欠陥試験体の概要

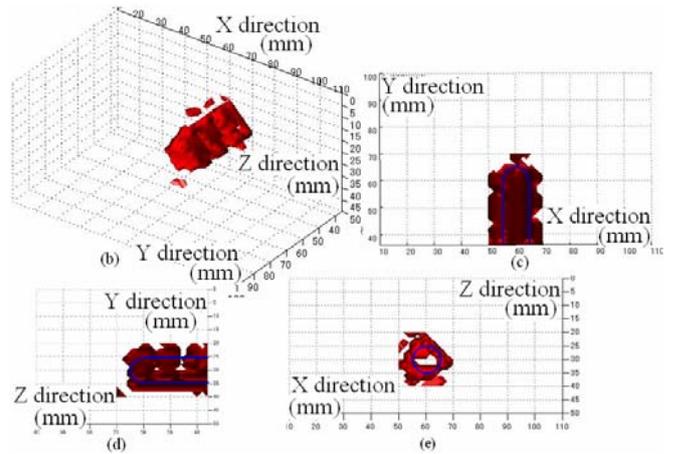


図 7 横穴状の人工欠陥の探傷結果

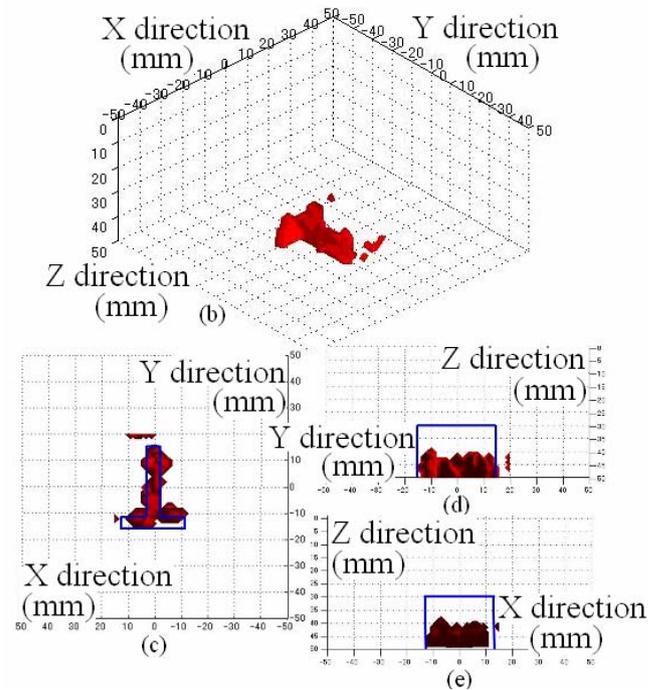


図 8 : T の形状の人工欠陥の探傷結果

5. 結論

- (1) 新たな経路を考慮することにより、平面状欠陥の探傷精度を向上させることができた。
- (2) 3次元欠陥の検出において、複数の場所から同一領域を探傷し、その結果を合成することで、欠陥の水平位置や形状を精度よくとらえることができた。

《参考文献》

1) Narongsak RATTANASUWANNACHART, 高橋和也, 三木 千壽, 廣瀬 壮一 : 土木学会論文集 Vol. 2005 (2005) ,No. 787 I-71 pp.787_33-787_45