

## 2次元フェーズドアレイを用いた鋼溶接部の非破壊試験

東京都市大学 正会員 白旗弘実

### 1. はじめに

鋼床版の疲労き裂が問題となっている<sup>1)</sup>。疲労き裂の検出のための非破壊検査の研究が行われており<sup>2)</sup>、著者もフェーズドアレイ超音波探傷試験適用の検討を行ってきた<sup>3)</sup>。

フェーズドアレイ超音波探触子は微細な圧電素子を密に並べたものであるが、素子が1次元的に並んでいるリニア型と2次元的に並んでいるマトリクス型がある。

ここでは、マトリクス型フェーズドアレイ探触子を用いて探傷実験を行ったので、その結果を報告する。想定した疲労き裂は鋼床版のデッキプレートをウリブに発生するき裂でデッキに進展していくタイプのものである。

### 2. フェーズドアレイ探傷装置

本研究で用いたフェーズドアレイ超音波探傷システムを図-1に示す。フェーズドアレイ探傷器は同時に128チャンネルで波形の送受信ができるものである。使用したフェーズドアレイ探触子を図-1(b)に示す。圧電素子の寸法は1mm四方であり、8×16に並んでいる。圧電素子の公称周波数は5MHzである。

疲労き裂は探傷面近傍に位置するので、入射屈折角度を大きくする必要がある。そのために、ポリスチレン製のくさびを使用している。くさびを図-1(c)に示す。

### 3. 試験体および実験概略

実験で使用した試験体を図-2に示す。デッキプレートを模擬した厚さ12mmの板に放電加工し、スリットが作られたものである。スリットは4つあり、すべて溶接線方向の長さは20mm、深さは6,4,2,1mmである。スリット加工したのち、リブを模擬した厚さ6mmの板を溶接してできている。溶接部の形状は実際の構造物と同じようにしている。

実験概略を図-3に示す。フェーズドアレイ探触子をデッキプレート上に配置し、スリットが存在する位置を中心にして、溶接線方向に40mm移動させた。波形は1mmおきに取得した。

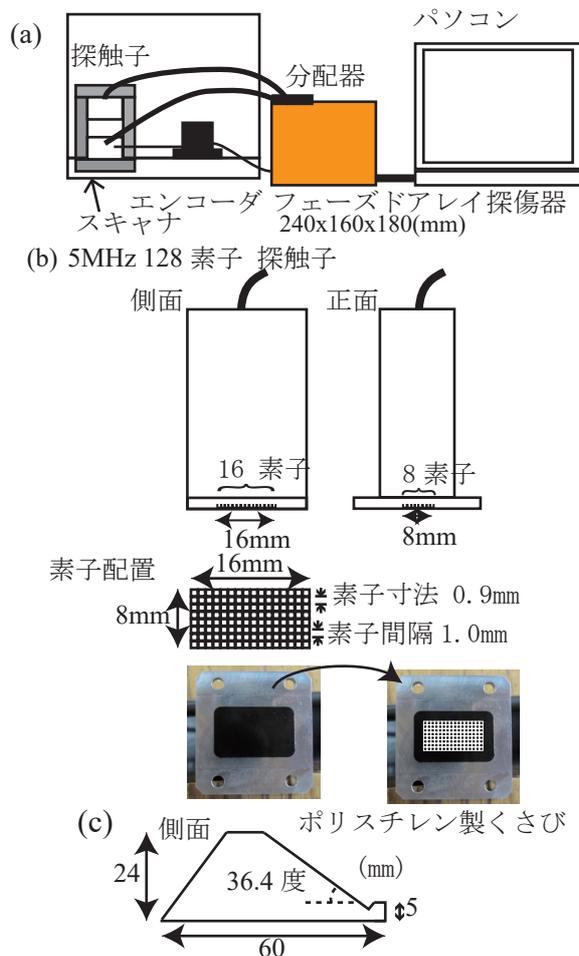


図-1 フェーズドアレイ超音波探傷システム

入射波は屈折角が50度から80度になるように、1度おきに变化させた。収束位置は表面から6mmの位置とした。入射角度が70度よりも小さい場合は底面での1回反射経路を考慮した波動伝播距離で収束させることとした。

マトリクスフェーズドアレイ探触子では、図-3に示す面内だけでなく、溶接線方向にも角度を变化させることが可能である。図-3(c)に示すように、溶接線方向の角度は-6から6度の範囲とした。

### 4. 開口合成による画像化

得られた波形データをもとにして、開口合成によるスリットの再構成を行った。開口合成法は、探触子の位置と入射屈折角の広がりといった条件より、エコーを重ね合わせることによって、反射源の像を再構成する方法である。また、再構成時の反射源位置の計算で、底面反射などの形状情報も考慮できる点がBス

Key Words: 鋼床版, 疲労き裂, フェーズドアレイ超音波探傷, 2次元アレイ

〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1

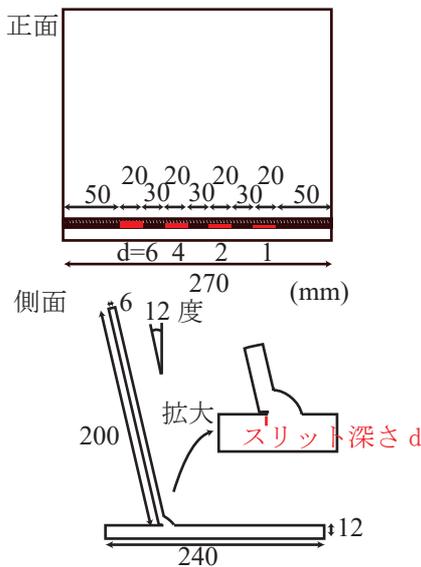


図-2 実験で使した試験体

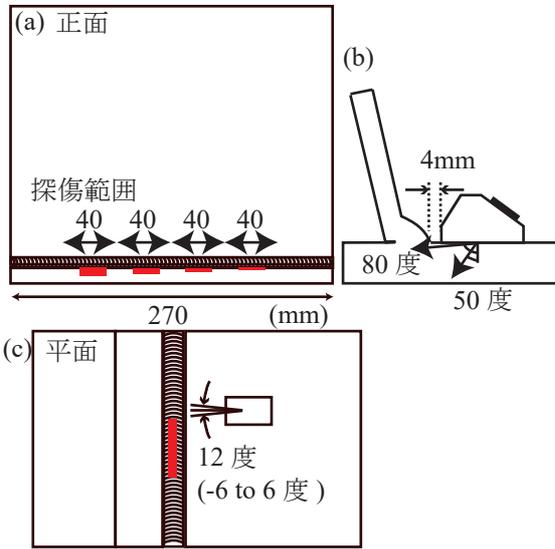


図-3 実験概略

コープ表示とは大きく異なる点である。

開口合成では再構成領域を設定し、内部を格子分割する。領域は溶接部およびデッキを含む領域とした。格子分割は0.2mmを基本としたが、溶接線方向は0.5mmとした。格子点 $k$ を対象とする場合を考える。格子点に入射範囲に含まれるような入射条件(フォーカルロー条件) $l$ において、探触子と格子点の距離 $r_{k,l}$ を計算する。このとき得られた波形データ $w_l(r_{k,l})$ を新たに重ね合わせ、これを入射条件 $l$ 、各格子点 $k$ で繰り返していくことにより、領域全体の反射源の像が再構成される。

5. 画像化結果

画像化したスリットを図-4に示す。図-4(a),(b),(c)および(d)はそれぞれ6,4,2,1mmの深さのスリットである。

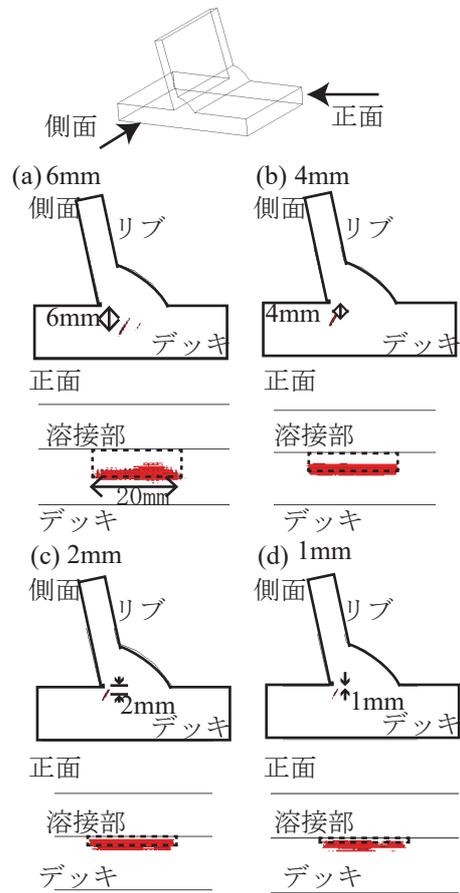


図-4 再構成されたスリット像

各スリットに対して、スリット先端部に相当する位置で像が得られていることがわかる。いずれのスリットも溶接線方向の長さは20mmであるが、ほぼ20mmに一致する結果となった。図-3(c)に示すような、溶接線方向の入射角ど変化により、スリット縁からの無指向性の反射波を受信することができたからであると考えられる。

6. まとめ

マトリクスフェーズドアレイ探傷で、デッキ進展き裂を模擬したスリットに対して、深さ1mmであっても検出が可能であることが示された。また、溶接線方向のスリットの寸法推定精度が向上された。

謝辞

本研究は国土交通省 建設技術研究開発補助金の助成を受けました。ここに記して謝意を示します。

参考文献

- 1) 日本道路協会編：鋼橋の疲労，丸善，1997。
- 2) 村越潤，高橋実，小池光裕，木村友則：臨界屈折角近傍に調整した超音波斜角探触子による鋼床版デッキ進展き裂の探傷法の検討，土木学会論文集 A1, Vol.68, No.2, pp.453-464, 2012。
- 3) 白旗弘実，上栗拓真：フェーズドアレイ超音波探傷法による鋼床版デッキプレート進展き裂の非破壊評価，土木学会論文集 A1, Vol.72, No.1, pp.206-219, 2016。