

(378) 電子走査式超音波探傷の基礎実験および鋼管探傷への適用

新日鐵・電子制御研究開発センター ○室田昭治, 藤懸洋一
藤井 智, 川島捷宏

1. 緒言：電子走査式超音波探傷は、超音波ビームの制御が可能なこと、欠陥断層像が得られる等の利点があり、鉄鋼を含む各分野で適用が進められているが、既報⁽¹⁾の様に、アレイ形探触子の基本的音場特性の把握や被検材ごとの適用法を基礎的に検討しておく必要がある。今回は、アレイ形探触子の集束を伴う偏向音場特性及び、鋼管探傷への適用について検討したので、その結果を報告する。

2. 実験方法：アレイ形探触子の音場特性の観察には、光弾性超音波可視化法⁽²⁾を用いた。テストサンプルには、鋼と音響的性質が類似のガラス製ブロック $200\phi \times T30\text{ mm}$ 及び、パイプ $D150\phi \times T10 \times L30\text{ mm}$ を用いた。表1のアレイ形探触子を用いて、超音波偏向角 $0 \sim 60^\circ$ の範囲でエレメントピッチ、開口をパラメータとして、種々、音場挙動を調べた。また、鋼管探傷において、図1のように鋼管外面での超音波ビームを等入射角で投入する場合と、通常の入射法でリニア走査探傷を行い、その欠陥検出能について比較、検討した。サンプルは人工欠陥を加工した電線鋼管 $D180\phi \times T10\text{ mm}$ を用い、探触子は PLB-508 形を用いた。

3. 実験結果：写真1に集束を伴う偏向時の音場観察例を示す。波面の進行状態を把握しやすいように伝播時間の異なる三つの可視化画像を合成して示している。使用探触子は直接接式式の 5C0732PA 形である。

写真1(a), (b)の横波偏向角 $15^\circ, 30^\circ$ の場合、縦波(L), 横波(S)の両波のモード混在が認められる。両波は集束はされるが、見掛け上発生源が異なり、横波偏向角は設定値より大きくなる。写真1(c)の横波偏向角 60° の場合、縦波の発生はなく設定通りの偏向・集束がなされる。この同一条件下で、エレメントピッチのみ大きくすると、各偏向角でグレーティングロブが生じる。また、開口を集束距離に対して大きくし過ぎると、偏向角が大きくてもモード混在を生じ、かつ、グレーティングロブが顕在化する。

このモード混在は探触子を構成する微小振動子の音場挙動から説明でき、その発生方向は、 $\sin \theta_s / V_s = \sin \theta_L / V_L$ によって決まる。写真2は鋼管の水浸探傷への適用例を示す。写真2(a)では等入射角で投入される超音波は、管断面内でビーム密度が均一で内外面での反射後もその状態が保たれる。写真2(b)では探触子中央からのビーム成分以外の屈折角は異なり、管内で反射ごとに散乱が増し減衰も大きくなる。その結果得られる欠陥断層像は、前者では実体に近いが、後者では実体より粗大に表示される。

4. 結言：電子走査式超音波探傷では、アレイ形探触子での音場挙動の把握が極めて重要であり、その結果は探触子の設計指針として活用できる。また、鋼管探傷への適用において、等入射角リニア走査探傷法は実体に即した欠陥像を得、かつ、超音波の散乱・減衰を抑制した高精度探傷を行うのに有効である。

参考文献

- (1) 藤井, 藤懸ら, 非破壊検査第33巻, 第9号, p 722
- (2) 藤懸, 川島ら, 非破壊検査第32巻, 第9号, p 744

Table 1. Specification of array probe

Type	frequency (MHz)	Element pitch (mm)	Element width, length (mm)	Number of element
5C0732	5.0	0.7	0.7, 12	32
PLB508	5.0	1.5	1.5, 12	32
PLB308	3.5	1.5	1.5, 12	32

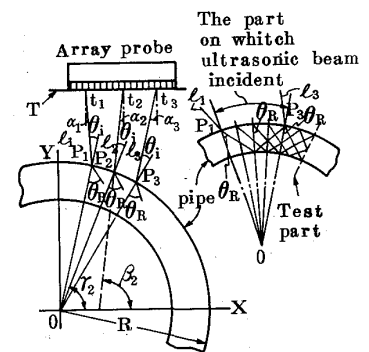


Fig.1. Principle of equal incidence angle method for pipe

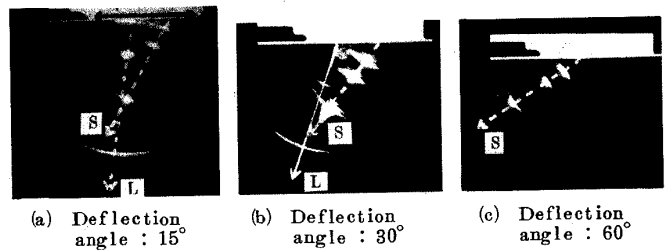


Photo.1. Wave fronts made by the focused beam with different deflection angle

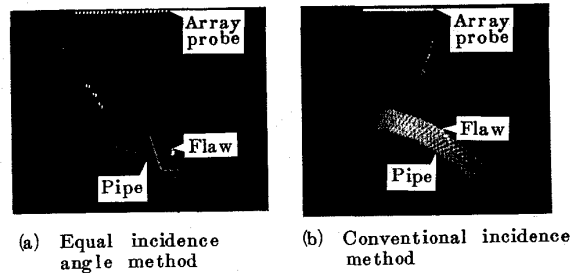


Photo.2. Flaw image made by the equal incidence angle method and the conventional incidence method