

## 表面 SH 波の鋼材内波動伝播特性

福井大学 学生会員 ○NGUYEN PHUONG HA

福井大学 正会員

鈴木 啓悟

### 1. はじめに

超音波探傷において、表面 SH 波は振動方向が探傷面に対して平行であるため、探傷面上に他材料が接していてもその影響を受けづらく、また波のモード変換が生じにくいといった性質があることから、表面欠陥の検出において有効であると考えられる。実際に表面 SH 波を用いて、疲労亀裂を評価した事例<sup>1)</sup>があり、今後腐食減肉などの評価にもその適用が期待できる。

本研究は、表面 SH 波の特性を把握するため、表面 SH 波の深さ方向の音圧レベルの把握および、波動伝播時間を実験的に明らかにする。

### 2. 波動伝播実験

#### 2.1 試験体

図-1 に音圧分布計測用試験体を示す。試験体にはスリットが施され、受信探触子設置面は表面より深さ  $d(\text{mm})$  低い位置にある。このスリットより浅い領域の表面 SH 波は受信位置へ到達しにくい構造となっている。この深さをパラメータとして、表-1 に示す合計 9 体の試験体を用意した。

#### 2.2 探傷法

中心周波数 1MHz, 2MHz, 5MHz の表面 SH 波探触子を用いて、周波数による波動伝播特性の違いを検討した。スリット最奥部直上に送信探触子を設置し、二探触子によるピッチキャッチによる送受信を行った。探触子の設置にあたり、せん断力のある程度伝達できる粘性の高い液体を塗布したうえで、探触子を設置し、探触子に 1.5kg の錘を載せて 3 分間放置した後測定を行った。

後述する音圧分布の計測については、深さ  $d=0\text{mm}$  の試験体で得られる最大の音の強さが 80% となるようにゲイン値を固定し、そのゲイン値に基づいて、各深さ  $d$  における最大の音の強さを記録した。

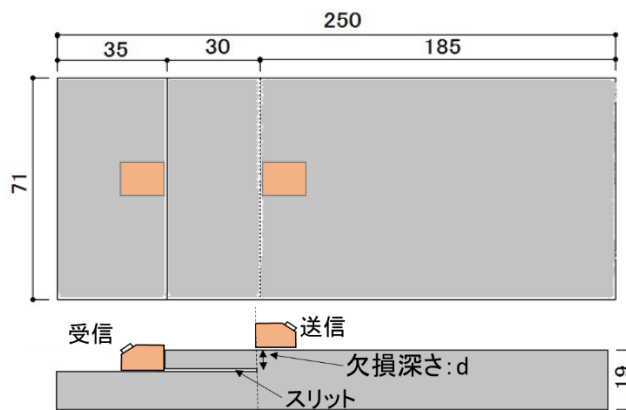


図-2 音圧分布計測試験体図面 (単位: mm)

表-1 音圧分布計測試験体

| NO. | 深さ[mm] |
|-----|--------|
| 1   | 0      |
| 2   | 2      |
| 3   | 4      |
| 4   | 6      |
| 5   | 8      |
| 6   | 10     |
| 7   | 12     |
| 8   | 14     |
| 9   | 16     |



図-1 音圧分布計測試験体

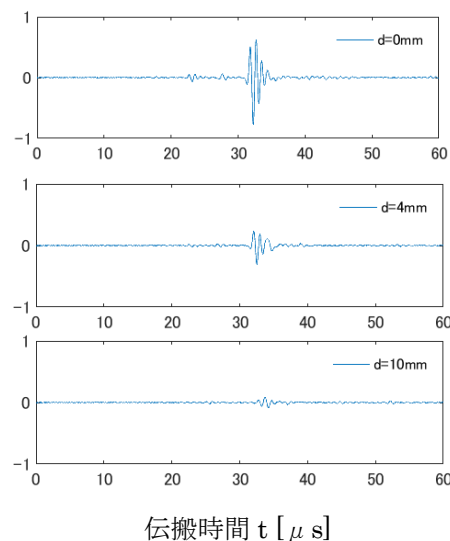


図-3 波形の例 (周波数 1MHz)

キーワード 非破壊検査、超音波探傷法、表面 SH 波

住所 〒910-0017 福井県福井市文京 3-9-1 国立法人大学 福井大学 TEL 0776-27-8596

## 2.3 実験結果

図-3 に中心周波数 1MHz の探触子で得られた深さ  $d=0, 4, 10\text{mm}$  の試験体に対する受信波形を示す. 深さが増大するとともに, 波の強さが減じていることがわかる.  $d=10\text{mm}$  においても, 音は弱いとはいえ, 伝播していることが見て取れる.

図-4 に音圧分布をまとめた結果を示す. 深さ 2mm のときには, すべての周波数において音の強度が 40%を越えていた. 深さ 4mm に達すると, 中心周波数 2MHz と 5MHz の表面 SH 波については, 20%を下回った一方で, 1MHz については, 30%を上回る結果となった. この傾向は深さが 6mm, 8mm のケースでも同様だった. 中心周波数 1MHz の表面 SH 波は深さ 8mm で音の強度が 20%を割り込む結果となった. 中心周波数が低い表面 SH 波は, 1 波長分を越えるような深さ領域においても比較的強い波が伝わっている傾向があると考えられる.

図-5 に深さをパラメータとした深さ  $d=0\text{mm}$  試験体と比較した波動伝播時間差を示す. 中心周波数の違いによる深さ方向への波動伝播時間の差は見られない. 音圧が比較的明瞭に観察できた深さ  $d=10\text{mm}$  までの結果を用いて波動伝播速度を計算したところ, 8114m/s となった.

図-6 に入射位置  $x$  と深さ  $d$  をパラメータとした波動伝播時間差を示す. 入射位置に最も近い  $x=0\text{mm}$  においては時間差が顕著に生じる. それに対して入射位置が受信位置から離れると, 時間差は小さくなることが明らかとなった. すなわち, 入射時の波の拡がりには時間差が生じるが, その後の波動伝播においては深さによらず一定の速度であることが推察される.

## 3. 結論

本研究で得られた表面 SH 波の波動伝播特性に関する知見を以下にまとめる.

- (1) 入射位置における表面 SH 波の強度は深さ 2mm で表面の約半分程度となる.
- (2) 入射位置において, 音が深さ方向に拡がるときの速度は 8114m/s であると推測される.
- (3) 表面 SH 波の波動伝播速度は深さによらず一定である.

## 4. 今後の展望

本研究で得られた波動伝播特性に基づいて数値シミュレーションをより効果的に実施できると予想される. 今後は音圧分布と波の入射時間差等を考慮

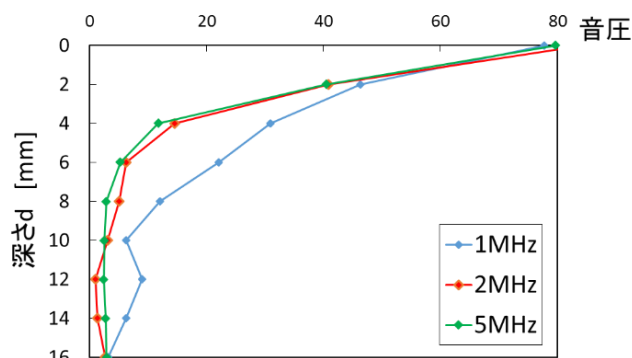


図-4 深さと音圧レベルとの関係

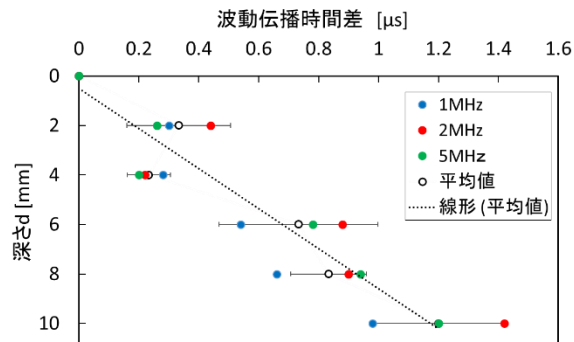


図-5 深さと波動伝播時間差との関係

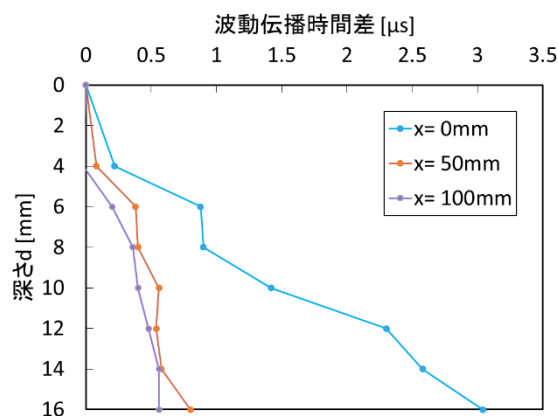


図-6 深さと波動伝播時間差との関係 (2MHz)

したシミュレーションにより, 波動伝播状況を実現象に使い形で可視化できる可能性があり, 表面 SH 波を用いた断面欠損量の評価の道筋が得られると期待できる.

## 参考文献

- (1) 燈明泰成, 越智保雄, 松村隆: 表面 SH 波による疲労き裂の検出とその定量評価, 日本機械学会論文集(A 編)67 巻 661 号(2001-9), pp.100-106
- (2) 乙部裕一, 鈴木啓悟, 佐々木栄一: 表面 SH 波の適用に基づく鋼コンクリート埋込部の非破壊評価に関する基礎的検討, 土木学会第 70 回年次学術講演会概要集, I-454, 2015