

# 超音波(表面 SH 波)を用いた非破壊検査手法の鋼矢板式岸壁への適用性について

北海道開発局 事業振興部 防災・技術センター 佐々木 憲弘・鈴木 慶律・高橋 秀則  
 パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 伊庭 智生 ○辻 貴仁  
 五十嵐 貴演・鈴木 剛・五十嵐 竜行

## 1. 目的

水中部の鋼構造物(主に鋼矢板)の腐食等について、潜水土を必要とせず、陸上から非破壊で簡易に検査を可能とするシステムの開発に資するため、超音波(表面 SH 波)を利用して水中に設置した鋼矢板の腐食検知の可能性を検討し、実用化を目指すものである。本研究は、北海道開発局 事業振興部 防災・技術センターより、平成18年度に委託された「鋼矢板式岸壁点検技術検討業務」の一環として実施したものである。

## 2. 実験方法

### (1) 実験装置

水槽実験は、防災・技術センター内に設置された水槽に(写真1)、模擬腐食

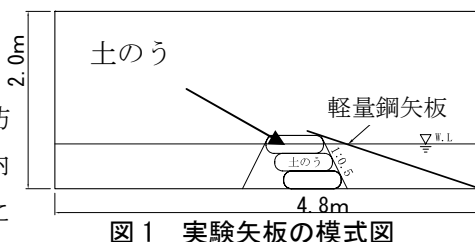


図1 実験矢板の模式図

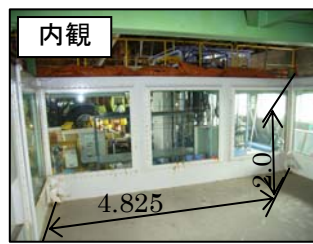


写真1 実験水槽

を人為的に作成した軽量鋼矢板を設置し(図1、表1)、超音波計測器(表2、写真2)を用いて行った(写真3)。なお、事前に衝撃弾性波法および電磁誘導法により、同様な実験を実施したが、有意な結果が得られなかったため、超音波(表面 SH 波)を用いることとした。

表1 模擬腐食の状況と断面模式図

| 腐食写真                            | 腐食断面                   | 腐食写真                              | 腐食断面          |
|---------------------------------|------------------------|-----------------------------------|---------------|
| ② 矢板<br>凸部:50%腐食<br>50mm<br>3mm | 50mm<br>3.0mm<br>6.0mm | ③ 矢板<br>凸部:100%腐食<br>130mm<br>3mm | 50mm<br>6.0mm |

※矢板番号については、実験ケース参照



写真3 実験状況



写真2 SH波探触子

表2 超音波(表面 SH 波)計測器の概要

| 項目   | 超音波法(表面 SH 波)                                                                                                                                                                         |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 装置外観 |                                                                                                                                                                                       |
| 装置構成 | 超音波探傷器<br>パソコン<br>探触子                                                                                                                                                                 |
| 仕様   | 電圧: -10~600V 10V ステップ<br>周波数: 40KHz~10MHz<br>測定方法: 反射/透過 切替方式<br>AD分解能: 10bits<br>サンプリング周波数: 0.5MHz~100MHz<br>寸法: 320mm(w)×280mm(D)×66mm(H)<br>重量: 3.8kg<br>電源: AC100V~200V または DC12V |

### (2) 超音波計測の方法

超音波計測は、以下の手順により実施した。

- 1) 探触子に接触媒質を塗布し、鋼矢板端部に設置する。
- 2) 超音波パルスが鋼矢板表面近傍に入射させる。
- 3) 鋼矢板端部、腐食部等からの反射エコーの強さ及び時間についてパソコンでデ

表3 表面 SH 波の特徴

|          | 表面 SH 波<br>Shear wave Horizontal direction |
|----------|--------------------------------------------|
| 振動面と振動方向 |                                            |
| 励振法      | 横波用探触子                                     |
| 接触媒質     | 粘弾性媒質(エコー高さが接触媒質の温度で変化)                    |
| 表面状態     | 材料表面の仕上げ必要                                 |
| 探傷波形     | モード変換せず単純                                  |
| 表面近傍の探傷  | 表面 SH 波を使えば傷の上面に物体が載っていても探傷可能              |
| 伝播距離     | 減衰が少ない(長い)                                 |

キーワード: 鋼矢板式岸壁, 非破壊検査, 簡易な点検システム, 超音波(表面 SH 波), 水槽実験

連絡先: パシフィックコンサルタンツ(株) 北海道支社(札幌市北区北7条西1丁目・電話: 011-700-5226・fax: 011-708-6582)

ータサンプリングを行う。

- 4) 波速と時間より、反射部までの距離を算出し、パソコン画面上に波形として表示する。

### 3. 実験ケース

実験ケースとしては、図2に示す模擬腐食等を施した6種の鋼矢板を対象とし、探触子を鋼矢板上部(L=1.15m)に設置した場合と、鋼矢板中間部(L=0.65m)に設置した場合の2ケースの合計12ケースとした。

### 4. 実験結果

超音波計測にあたり、探触子の周波数を0.1MHz、1MHz、5MHzの3種類に対して気中を代表して鋼矢板の腐食部検出を行ったところ、以下の結果が得られた。

- ・ 0.1 MHz に関しては、伝播距離には問題がないが、腐食部及び下端部の反射エコーの識別で、明瞭性がやや低いものであった。
- ・ 5MHz に関しては、波長が短い為に伝播途中に減衰してしまい、下端部まで伝播されなかった。
- ・ 1MHz に関しては、入射周波数帯域を0.21~0.48MHz 範囲に調整することで、受信波形がより明瞭になり、高い有効性が確認できた。

これらの結果を受け、水中での計測は1MHz 探触子で測定することとした。水中計測において得られた、鋼矢板の腐食エコーの代表的な結果を表4に示す。

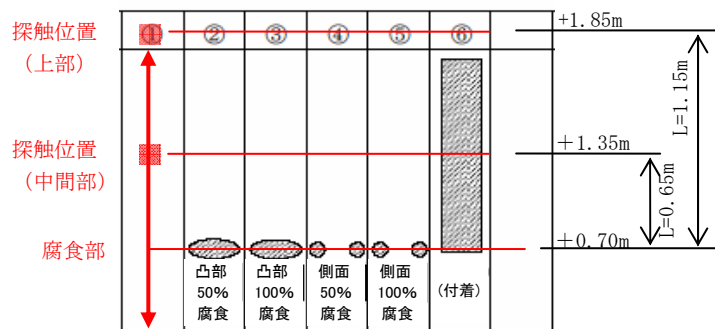


図2 実験ケース

①水中：計測距離 1.15m

表4 主な実験結果 (1MHz 探触子)

| 測定結果 | ①矢板 (健全)                            | ②矢板 (凸部、50%、平面腐食)                    | ③矢板 (凸部、100%、平面腐食)                   | ④-1 矢板 (側部、50%、平面腐食)<br>[探触子を正面に設置] |
|------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
|      |                                     |                                      |                                      |                                     |
|      | 使用周波数; 0.35 MHz, 利得; 30.1 dB        | 使用周波数; 0.45 MHz, 利得; 35.5 dB         | 使用周波数; 0.33 MHz, 利得; 36.1 dB         | 使用周波数; 0.28 MHz, 利得; 34.8 dB        |
| 評価   | ○                                   | ○                                    | ○                                    | ×                                   |
| コメント | ・ 下端エコーが明瞭に検出                       | ・ 腐食部エコーが明瞭に検出                       | ・ 腐食部エコーが明瞭に検出                       | ・ 腐食部エコーの識別不可                       |
| 測定結果 | ④-2 矢板 (側部、50%、平面腐食)<br>[探触子を側面に設置] | ⑤-1 矢板 (側部、100%、平面腐食)<br>[探触子を正面に設置] | ⑤-2 矢板 (側部、100%、平面腐食)<br>[探触子を側面に設置] | ⑥矢板 (付着物)                           |
|      |                                     |                                      |                                      |                                     |
|      | 使用周波数; 0.28 MHz, 利得; 36.7 dB        | 使用周波数; 0.25 MHz, 利得; 38.9 dB         | 使用周波数; 0.21 MHz, 利得; 43.3 dB         | 使用周波数; 0.30 MHz, 利得; 39.5 dB        |
| 評価   | ×                                   | ○                                    | ○                                    | ○                                   |
| コメント | ・ 腐食部エコーの識別不可                       | ・ 腐食部エコーが、明瞭に検出                      | ・ 腐食部エコーが、明瞭に検出                      | ・ 下端部エコーが明瞭に検出                      |

### 5. 結論および課題

水槽実験により、超音波計測器を用いて水中に没した鋼矢板の模擬腐食が検出できることが確認できた。今後は、現地を含めた種々の実験ケースを追加するとともに検知性能の向上を図る。また、これら腐食形態毎の反射エコーの特性解析を行い、その特性から問題となる腐食を自動的に判別するための判断基準について検討を加える計画である。また、非破壊検査システムの一環として、付着物除去装置、映像確認装置、架装装置等に関する検討も実施している。

(以上)