

多重反射を用いた生物付着した金属ライニング材の板厚評価

大成建設

東京都市大学大学院

東京都市大学

正会員

学生会員

正会員

西川史郎

原飛鳥

白旗弘実

1. はじめに

鋼構造物にとって、防錆、防食は考慮すべき項目の一つである。防食法として、鋼材に別の素材を巻き立てるライニング法があり、羽田D滑走路栈橋部でも適用されている¹⁾。羽田においては、厚さ0.4mm程度のステンレスを用いており、高い耐食性が確認されている²⁾。しかしながら、目視が中心となるであろう維持管理作業は、数年に一度行う必要があるとされている。また、漂流物の衝突の可能性もあるので、臨時的点検も場合によっては必要になると思われる。

点検時において問題となると思われるのが、付着している貝などの生物を取ることである。貝が付着していてもその上から検査ができれば効率も向上する。本研究の目的は貝がある箇所において薄肉ステンレス材の厚さを超音波により計測することである。本研究の特徴の一つは既往の研究と比較して³⁾、非常に薄い板を扱っていることである。板厚の計測には、多重反射した波形をスペクトル解析することで行っている。

2. ステンレスライニング

ステンレスライニングの写真を図-1(a)に示す。ステンレスライニングは厚さ0.4mmのステンレス板を鋼管柱に巻き立てている。図-1(b)に示すように、ステンレスはシーム溶接およびプラズマ溶接で接合される²⁾。

3. 実験概略

実験概略を図-2に示す。実験においては、超音波探傷器、オシロスコープおよび超音波探触子を用いた。探触子は公称周波数が20MHzの水浸集束探触子を使用した。集束距離は1インチ(25mm)である。試験体は厚さ0.5および0.3mmのステンレス板を用意した。また、適宜貝殻(しじみ)を使用した。

実験は、水浸法で行い、探触子からの入射波が板に垂直となるように配置した。図-3(a)に示すように、入射超音波は板の表面および底面で反射して探触子にもどっていく。図-3(b)に示す底面反射波は何回かの多重反射されるものも含まれる。多重反射エコーは板厚により、間隔が変化する。

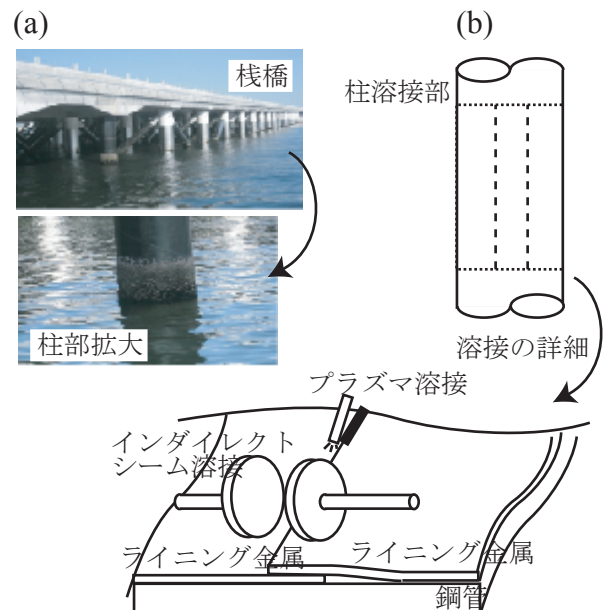


図-1 ステンレスライニング

受信波のスペクトルは探触子から出される波の周波数成分と多重反射間隔による周波数成分に分かれると考えられる。多重反射による周波数を f_i とすると、その逆数は多重反射の時間間隔となる。これを T_i とする。ステンレス中の波の速さを c とすれば、板の厚さ t は次の式で表される。

$$t = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{f_i} \cdot c = \frac{1}{2} \cdot T_i \cdot c \quad (1)$$

板厚が薄いので多重反射エコーが重なることを考慮し、探触子は広帯域のものを用いた。また、ここでは、波形の周波数解析に最大エントロピー法(MEM法)を用いた。最大エントロピー法は高速フーリエ変換(FFT)と比較して解像度が高いといわれていることが理由である⁴⁾。この原理は衝撃弾性波によるコンクリートの板厚測定と同じものである⁵⁾。

4. 実験結果

実験で得られた時間域の波形を図-4(a)に示す。図-4は厚さ0.5mmの試験体に対するものであり、貝は置いていない。図-4(a)の時間波形をスペクトルにしたものが図-4(b)である。5.67MHzにピークが見られ、これを式(1)に代入すると、0.51mmが得られ、0.5mmとほぼ一致する。

Key Words: 防食, ステンレスライニング, 貝, 超音波探傷, 波形処理, 最大エントロピー法

〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1

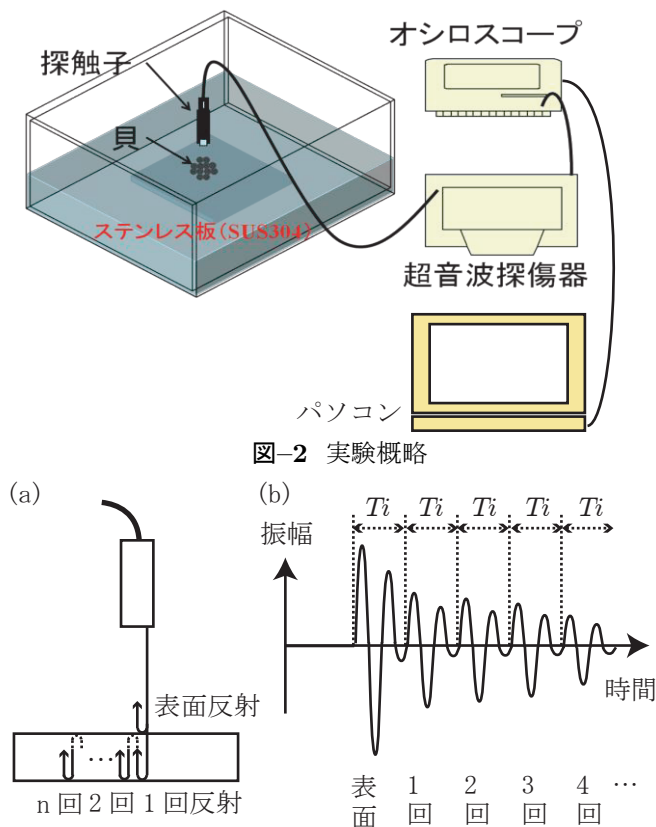


図-2 実験概略

図-3 板厚計測の原理

図-5は厚さ0.5mmの試験体に、貝を置いて実験を行ったものである。図-5(a)および(b)はそれぞれ時間域、周波数域の波形を示している。図-4と比較して表面反射波と思われるエコーのよりも短い時間にエコーが見られるが、貝からの反射である。102 μ 秒以降はステンレス底面での反射エコーが見られるが、多重反射となっていることがわかる。図-5(b)に示すように、貝があっても5.56MHzにピークが見られることが確認でき、板厚は0.52mmと得られる。

同様に厚さ0.3mmの板で実験を行った。厚さ0.3mmは、腐食によりステンレスの厚さが減少した場合を想定している。厚さ0.5mmの試験体と同様の実験を行った結果、貝がある場合、板厚は0.269mmとなった。

5. おわりに

多重反射および周波数解析手法を用いて、薄肉板の板厚を計測した。貝がある場合、ない場合いずれにおいても板厚を正確に得ることができた。貝に覆われた板の徐貝を伴わない腐食検査の可能性を示す結果であると考えられる。

謝辞

本研究は日本鋼構造協会特定研究助成の補助を受けました。また、住友金属工業(株)喜田浩氏、新日鉄エンジニアリング(株)の木村文映氏に助言をいただきました。ここに記して関係各位に謝意を表します。

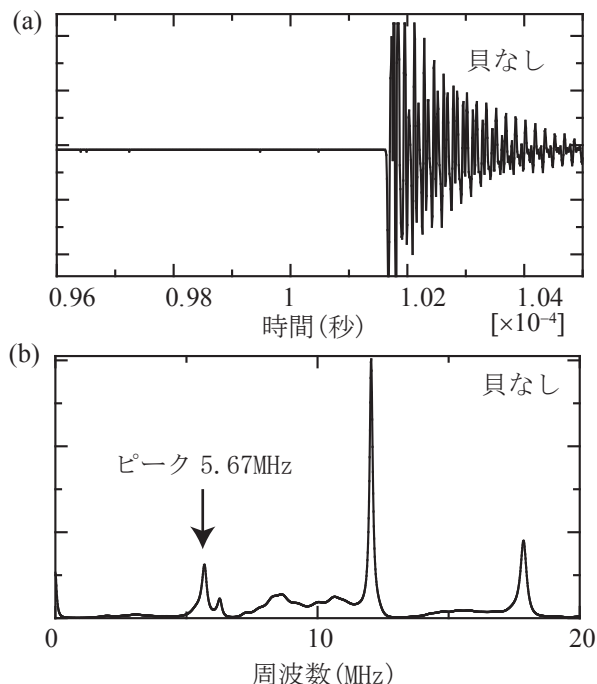


図-4 厚さ0.5mmの板による実験で得られた波形とスペクトル(貝なし)

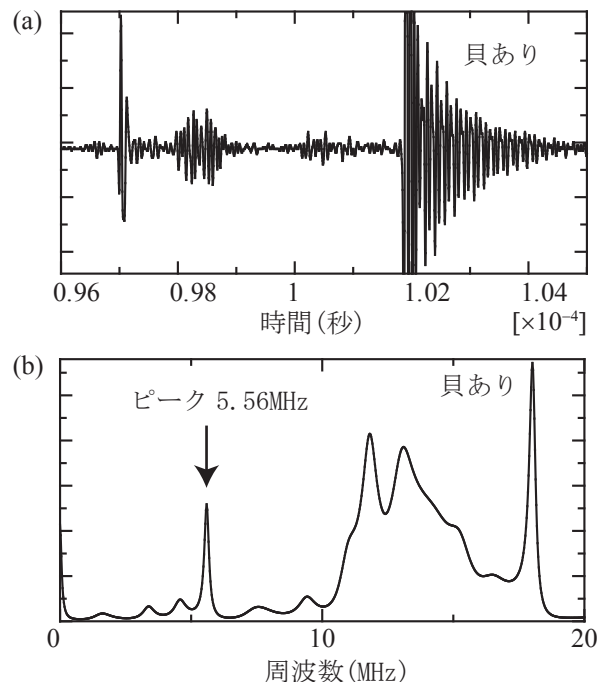


図-5 厚さ0.5mmの板による実験で得られた波形とスペクトル(貝あり)

参考文献

- 1) 那須太郎, 風野裕明, 関口太郎, 立花周作, 吉田誠太郎, 今野貢: 栈橋部ジャケット構造の製作管理と供給体制, 橋梁と基礎, Vol.44, No.10, pp.14-16, 2010.
- 2) 河合康博, 岩見博志, 佐藤弘隆, 馬場則光: 海洋鋼構造物の高耐食ステンレス鋼ライニング溶接技術, 新日鉄技報, Vol.385, pp.86-90, 2006.
- 3) 吉住夏輝, 松本さゆり, 片倉影義, 橋本洋之, 友田伸明, 石貫國郎: 超音波による港湾鋼構造物の非接触板厚計測, 港湾空港技術研究所報告, Vol.31, 2009.
- 4) 日野幹雄: スペクトル解析, 浅倉書店, 1977.
- 5) Sansalone, M. and Streett, W.B.: *Impact-Echo, Non-destructive Evaluation of Concrete and Masonry*, Bullbrier Press, Ithaca, NY and Jersey Shore, PA, 1997.