防食のためのライニング金属部の板波伝播挙動

1. はじめに

近年,海洋鋼構造物の防食手法として,金属ライニ ングが適用されてきている^{1),2),3)}.金属ライニングは 高い防食性が認められており,維持管理作業の大幅な 低減が可能になると考えられる.しかしながら,維持 管理作業は依然として必要であり,その重要性が指摘 されている.

本研究では、溶接部近傍を伝播する板波⁴⁾の波動伝 播現象の基礎的な知見を得ることを目的とする. ライ ニング溶接の有無、ライニング金属と鋼材の付着部の 影響、溶接欠陥寸法などの影響を調べることである. 本研究では、有限要素法を基にした数値解析的検討を 行ったので、その結果を報告する.

2. 溶接部の概要と数値シミュレーションモデル

(1) ライニング溶接

ライニング金属の溶接部を図-1に示す.図-1に示す ように、ライニング金属はインダイレクトシーム溶接 が先行して行われる.インダイレクトシーム溶接は接 合する部分に直接大電流を流した際に生じる温度で溶 接する方法である.図-1に示すように、ステンレス側 に2つの電極があり、溶接部が直接はさまれる形では ないために、インダイレクト溶接と呼ばれている.イ ンダイレクトシーム溶接の次には、さらに耐食性を高 めるために、アーク溶接が行われる.図-1に示すよう に、プラズマ溶接が行われる.

(2) 解析モデル

ここで検討した解析モデルを図-2に示す. モデルは, ステンレス板のみを取り出したもの,シーム溶接およ びアーク溶接が行われたもの,アーク溶接部において, 長さ4mm,6mm,7mmの溶接欠陥が存在するもので ある.これらはそれぞれ図-2(a),(b)および(c)に示 すものである.図-2(c)においては,7mmの溶接欠陥 のみを示している.

二探触子法を想定している.溶接線をまたいで探傷 する場合を考慮し,モデルの長さは90mmである.板 波とは板厚と入射波波長の条件より多重反射波が強め

東京都市大学大学院	学生会員	二村健太
東京都市大学	非会員	西川史郎
東京都市大学	正会員	白旗弘実



あう条件となったときに生じる波である.板波には周 波数により伝播速度が変化したり,モードが変化した りする性質がある.既往の研究では依存性の影響が少 ない1MHz·mm あたりの領域での探傷が多い.本研究 でもそれを念頭に入れている.ステンレスライニング の厚さは 0.4mm 程度であるので,2MHzの超音波探 傷を行う場合を想定しており,数値解析でもそのよう な条件とした.

3. 数値シミュレーション結果

図-3(a), (b), (c) はそれぞれ, 図-2の(a), (b), (c) に対応しており, ステンレス板のみ, シームおよびアーク溶接, 欠陥 7mm の場合である. 図の横軸は時間を, 縦軸は入射振幅を基準とした際の相対振幅である.

図-3(a) においては、 13μ 秒あたりに小さい波が見られる.また、 22μ 秒あたりに大きな波が見られる.図-3(a) と (b) を比較すると、 13μ 秒の波が (b) ではほとんど見られなくなっている.

図-3(b) と (c) を比較すると、 22μ 秒のエコーが、欠 陥長さが 7mm になると小さくなっていくことがわか る. これは溶接のリガメント部分が小さくなっていく ためで、波のエネルギーが伝わっていかないからと考 えられる.また、 19μ 秒あたりにエコーが現れてくる ことがわかる.

(a) ステンレス板のみ 送受信探触子位置はすべてのモデルで同じ 送信探触子 受信探触子 81.2 9. ステンレス 0.4 90 (b) ステンレスと鋼板 ステンレスの溶接あり 溶接部に欠陥なし 40 8 ビード幅 溶接部の拡大 8 有限要素メッシュ 余盛高さ (c) ステンレスと鋼板 ステンレスの溶接あり 溶接部に欠陥あり(長さ7mm |溶接部のリガメント 1mm) 溶接部の拡大 欠陥長さ7mm 長さの単位:mm

図-2 数値シミュレーションモデル

図-4 に、図-2(a) に示すステンレス板のみのモデル を基準とした各モデルの相対的な透過エコー高さを示 す.シーム溶接とアーク溶接の場合は 6dB, 欠陥が長 くなるにつれて透過エコーは低くなり, 欠陥長さ 7mm で約 8dB が低下している.

4. おわりに

ステンレスライニングの溶接部の波動伝播挙動に関 する基礎的な検討を行い,有限要素法を基本とする数 値シミュレーションを行った.欠陥が長くなるにつれ て透過エコーが低くなることが示された.これを利用 することで,欠陥長さを推定していくことができると 考えられる.

謝辞

本研究は日本鉄鋼連盟の助成を受けました.また, ステンレスライニングに関して,新日鉄エンジニアリ ング木村文映氏らのアドバイスをいただきました.こ



図-4 ステンレス板のみのモデルを基準とした各モデルの 透過エコー高さ

こに記して謝意を表します.

参考文献

- 1) 佐藤 弘隆,石田 雅己,金井 久,岩見 博志,河合 康 博,高橋 陽一,盛高 裕生:海洋構造物防食ライニング への高耐食ステンレス鋼の適用開発,新日鉄技報,第 377 号, pp.34-38, 2002.
- 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,第 385 号,pp.86-90, 2006.
- 3) 佐藤 弘隆,石田 雅己,宮田 義一,濱田 秀則:ステンレ ス鋼ライニングを適用した海洋鋼構造物における普通 鋼の防食挙動,防錆管理,Vol.49, No.11, pp.413-417, 2005.
- 西野 秀郎:非破壊計測のためのガイド波の基礎と展望, 非破壊検査, Vol.52, No.12, pp.654-661, 2003.