

平板の動的特性を用いた防食塗膜の劣化検知手法の実験的検討

東海大学大学院 学生会員 田中 友博
東海大学海洋学部 正 会 員 川上哲太郎

はじめに

現在、海洋構造物の飛沫帯や気中部などで使用されている被膜防食は、塗膜防食が一般的である。塗膜防食は、年数が経過すると劣化や剥離を起こすことがよく知られている。これらの防食塗膜の劣化調査手法は、そのほとんどが目視による確認が現状であり、この調査手法では構造物の大型化や多様化に伴い、人的労力や経済性などの問題があると考えられる。さらに、防食塗膜の劣化を目視で確認できる段階より早い段階で劣化を発見することが望まれている。

そこで、本研究では防食塗膜の早期劣化の一つである塗膜の剥離を簡易的に検知することを目的とし、曝露サンプルによる防食塗膜モニタリングを想定し、低周波振動を用いた非破壊検査手法の開発のための、基礎的研究を行った。本研究で提案した検査手法としては、防食塗膜をモデル化した健全平板モデルと、人為的に作製した円形剥離部を有する平板モデルの波動伝播特性を比較、検討することにより、防食塗膜の剥離部を検出しようとするものである。

実験方法¹⁾

写真-1 に防食塗膜剥離部検知のための計測装置を示す。また、本実験で用いた計測機材の仕様を表-1 に示す。一辺 400(mm)の健全な防食塗膜平板モデルは、厚さ $h_1=0.5$ (mm)の正方形鋼板全面に、厚さ $h_2=0.24$ (mm)のPVCシート(塩化ビニール)、厚さ $h_3=0.21$ (mm)のPPシート(ポリプロピレン)の順番に、接着剤で接着させ作製した。また、剥離部を有する防食塗膜平板モデルは図-1 に示すように、平板の中心部に直径 $a=20$ (mm)の穴を有するPVCシートを用い、健全平板モデルと同様の手順で作製した。さらに、これら平板モデルをH鋼で作製した外寸法 400×400(mm)、内寸法 300×300(mm)の矩形フレーム架台の上に置き、外寸法 400×400(mm)、内寸

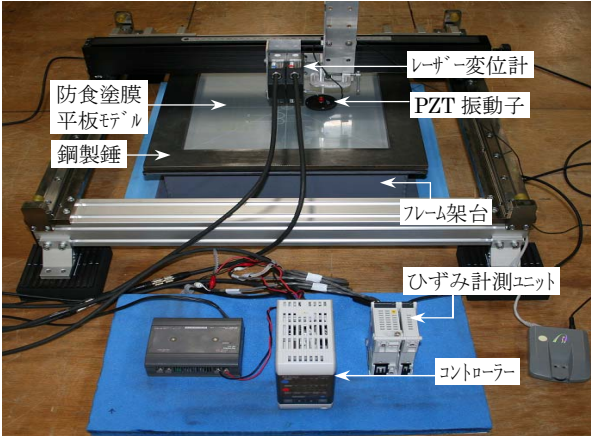


写真-1 計測装置

表-1 計測機材の仕様

器具名	型名	仕様	製造元
CCD レーザー変位計	LK-G30	分解能 0.05 μ m	株式会社 KEYENCE
PZT 振動子	E-PZT03	周波数特性 120Hz-25kHz	栄進電機株式会社

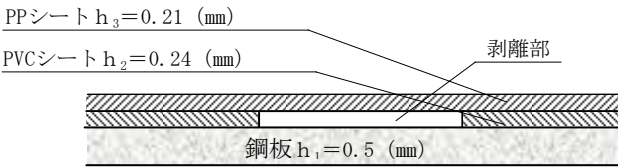


図-1 剥離部を有する平板モデル

法 300×300(mm)の鋼製錘を載せて固定した。

防食塗膜剥離部検知のための、計測方法を図-2 に示す。図-2(a)計測法 1 では、剥離部中心点 O_2 とx軸上で波源Sからの距離が等しくなる健全全部上の点 O_1 における、波動伝播によるたわみ振幅をレーザー変位計により計測を行った。比較のために健全な防食塗膜平板でも同様の計測を行った。

図-2(b)計測法 2 では、剥離部中心点 O_2 と波源Sと計測点 O_1 において、たわみ振幅を計測した。計測法 1 と同様に健全な防食塗膜平板を用いて同様の計測

キーワード：防食，防食塗膜，剥離，劣化，非破壊評価，動的応答特性
連絡先：〒424-8610 静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1 東海大学海洋学部海洋建設工学科
TEL (054)334-0411 FAX (054)334-9763

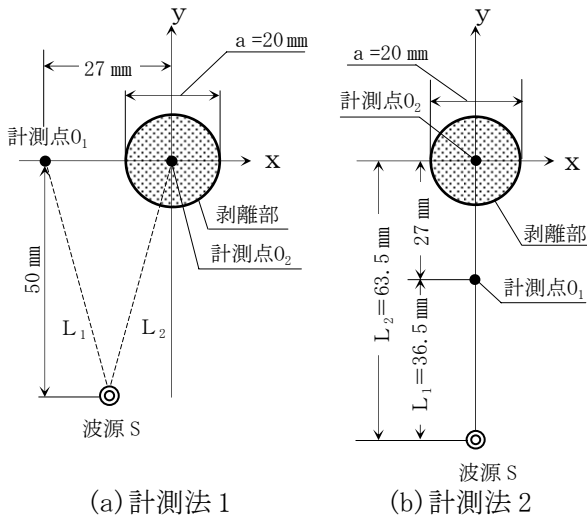


図-2 防食塗膜剥離部の検知手法

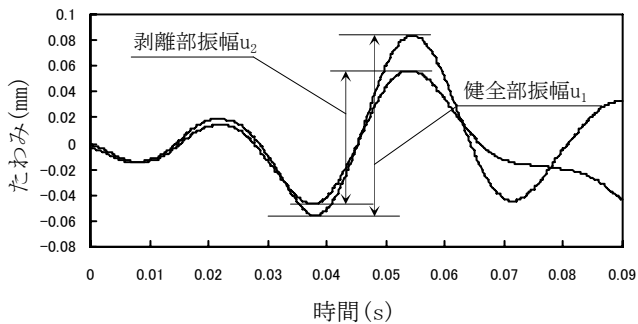


図-3 たわみ振幅の計測例(入射波周波数 500Hz)

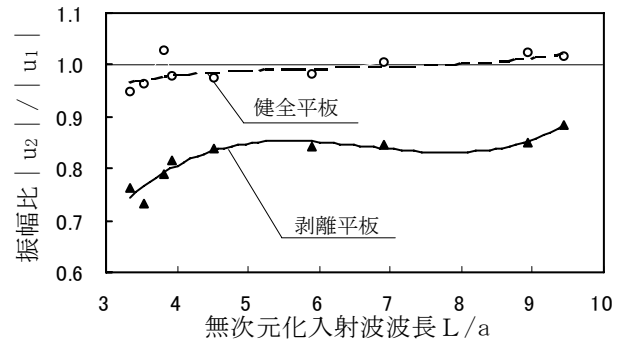
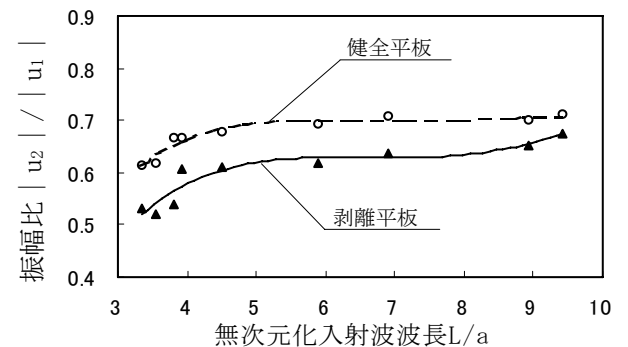
を行った。入射波としては、PZT振動子により、周波数 200Hz～1000Hzの波を 100Hzごとに 1 波発生させた。

実験結果および考察

図-3 に、計測法 1 における入射波周波数 500Hz の場合の O_1 および O_2 でのたわみの計測結果を示す。これより、健全部 O_1 のたわみ振幅 u_1 に比べて剥離部 O_2 での振幅 u_2 が小さくなっていることがわかる。

図-4 に、計測法 1 における健全部のたわみ振幅 u_1 と剥離部のたわみ振幅 u_2 の比 u_2/u_1 と入射波波長 L を剥離部の直径 a で無次元化した L/a との関係を示す。これより、健全平板では、波源 S から計測点 O_1 、 O_2 までの距離が等しいことから、 L/a によらず振幅比 u_2/u_1 は、ほぼ 1.0 となっていることがわかる。しかしながら、剥離部平板の場合では振幅比 u_2/u_1 は、 L/a によらず全体的に健全平板における振幅比に比べて小さくなる傾向を示す。このとき振幅比 u_2/u_1 は、 L/a が 9.5～5.0 で、約 0.8 とほぼ一定であるが、 L/a が 5 以下では約 0.8～0.7 へと指数関数的に減少する傾向を示している。

次に、計測法 2 の実験結果を図-5 に示す。剥離部

図-4 振幅比と無次元化入射波波長の関係
(計測法 1)図-5 振幅比と無次元化入射波波長の関係
(計測法 2)

を有する平板の場合、剥離部計測点 O_2 の振幅と健全部計測点 O_1 の振幅比 u_2/u_1 は、 L/a によらず全体的に健全平板における振幅比に比べて小さくなる傾向を示すことがわかる。また、健全平板における振幅比 u_2/u_1 は、自然減衰により L/a が減少するにつれて約 0.7～0.6 へと徐々に減少する傾向を示している。一方、剥離部を有する平板では、 L/a が 5 以上では振幅比 u_2/u_1 は、 L/a の減少に伴って徐々に小さくなり、 L/a が 5 以下では、振幅比 u_2/u_1 は約 0.6～0.5 へと指数関数的に小さくなる傾向を健全平板に比べて強く示す。

結論

- (1) 本研究により、波動伝播特性を用いて、防食塗膜剥離部を検知できることが示された。
- (2) 計測法 1 および計測法 2 において、無次元化入射波波長 L/a が 4.0 程度の波動を用いるのが、剥離部検知のために有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 川上哲太郎, 草加英之 (2005) : 薄肉平板の動的応答特性を利用した劣化損傷部検知法に関する数値解析的検証, 応用力学論文集, vol. 8, pp. 207-214