

低周波波動を用いた防食塗膜の剥離部検知のための基礎的実験

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、鋼製の海洋・海岸構造物の防食には、一般的に被膜防食と電気防食が使われている。気中部や飛沫帯には、塗膜防食が用いられるが、年数の経過とともに劣化を起すことがよく知られている。そのため、劣化を早期に発見することは、維持管理上重要な課題である。

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に対する、簡便的検知手法の開発を目的とし、剥離部を含む平板の波動伝播特性を利用して、防食塗膜の剥離を検知することを試みたものである。

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。本実験では、振動波源として P Z T 振動子を使用し、平板の動的たわみを C C D レーザ変位計で計測する。本実験で用いた計測機材の仕様を表-1 に示す。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、一辺 400(mm)、厚さ 0.5(mm)の正方形鋼板の中心部に、直径 $a=20$ (mm)の円形の穴を開け、その中にポリエチレンを挿入した後、平板両面に P P シート(ポリプロピレン)を接着し製作した。実験では、この平板モデルを外寸法 500×500(mm)の低反発ウレタンマットの上に設置して計測を行った。

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、Y 軸上に波源 S を設置し、健全全部上の点 O_1 と剥離部中心点 O_2 の波動伝播によるたわみ振幅を計測した。比較のために、波源 S、健全全部上の計測点 O_1 と剥離部中心点 O_2 を平行に 30(mm)移動させ、平板の健全部のみで計測を行った。

図-2(b)計測法 2 は、Y 軸上に波源 S、健全部 O_1 と剥離透過部 O_2 における、たわみ振幅を計測した。計測法 1 と同様に、波源と計測点を移動させ、健全部のみの計測で行った。入射波は、P Z T 振動子により、周波数 200Hz~1000Hz までの波を 100Hz ごとに 0.3 秒間発生させ、1 波目の振幅を計測した。

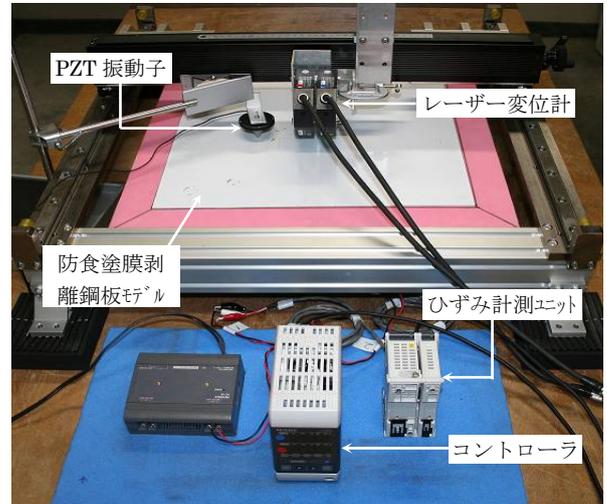


写真-1 計測装置

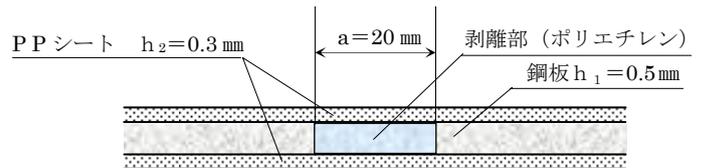


図-1 剥離を有する平板モデル

表-1 計測機材の仕様

器具名	型名	仕様	製造元
CCD レーザ変位計	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

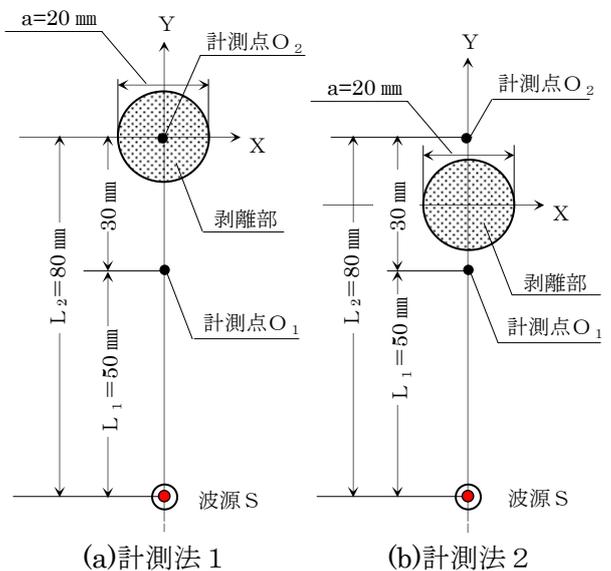


図-2 剥離部検知のための計測例

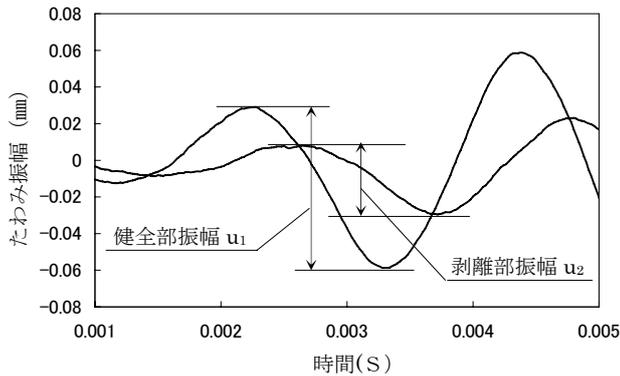


図-3 たわみ振幅の計測例 (入射波周波数 500Hz)

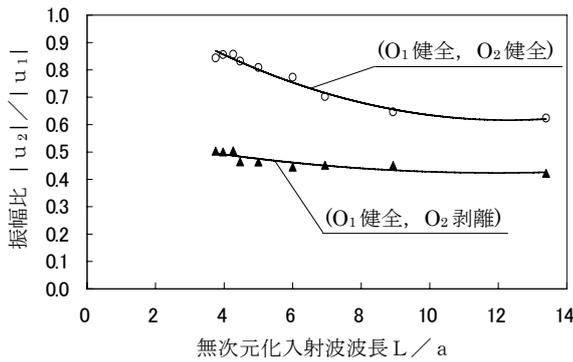


図-4 計測法 1 における振幅比と無次元化入射波波長の関係

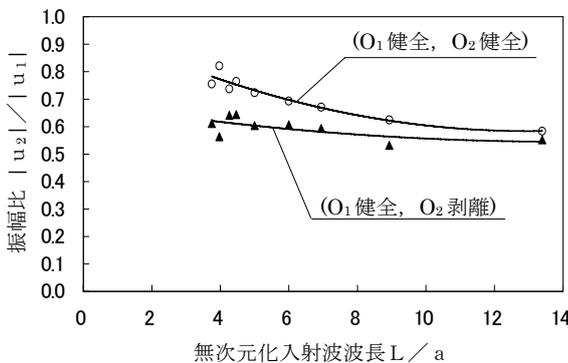


図-5 計測法 2 における振幅比と無次元化入射波波長の関係

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 の場合の健全部 O_1 のたわみ振幅 u_1 と、剥離部 O_2 のたわみ振幅 u_2 の計測結果を示す。図より、健全部 O_1 のたわみ振幅 u_1 に比べ、剥離部 O_2 のたわみ振幅 u_2 が小さくなっていることが分かる。このたわみ振幅の減少は、剥離部の影響と距離減衰によるものが加わったものであると考えられる。

そこで、剥離部によるたわみ振幅の減少分を明らかにするために、剥離部を全く含まない健全部のみでの同様の計測結果と比較してみる。図-4 に計測法

1 における健全部 O_1 のたわみ振幅 u_1 と剥離部 O_2 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 の関係を示す。また、比較のために O_1 、 O_2 とともに健全部で計測した結果を示した。これより、計測点 O_1 、 O_2 共に健全部で計測を行った場合の振幅比 u_2/u_1 に比べ、計測点 O_2 が剥離部内にある場合の振幅比は、 L/a によらず全体的に小さくなっていることがわかる。このことから、計測点が剥離部内にある場合、距離減衰分以上に、明らかに減衰が大きくなることがわかる。また、 O_1 、 O_2 共に健全部で計測を行った場合は、 L/a が減少するにつれて振幅比が約 0.7 から 0.85 へと徐々に大きくなる傾向を示す。しかし、剥離部を含む振幅比は約 0.5 とほぼ一定であり、 L/a によらず、健全部のみでの振幅比に比べ、全体的に振幅比が 0.2 から 0.3 程度小さくなっている。

次に、計測法 2 の実験結果を図-5 に示す。これより、計測法 1 と同様に、計測点 O_1 、 O_2 共に健全部で計測を行った場合の振幅比 u_2/u_1 に比べて、健全部 O_1 の振幅 u_1 と剥離部透過後の計測点 O_2 との振幅比 u_2/u_1 は、 L/a によらず全体的に小さくなっているが、図-4 に示した計測法 1 での結果と比べると、その差は小さい。また、健全部 O_1 の振幅 u_1 と剥離部透過後の計測点 O_2 との振幅比は、 L/a によらずほぼ 0.6 と一定である。このことにより、剥離部透過後の振幅も、距離減衰分以上に減衰する傾向が示された。計測法 2 では、健全部と剥離部透過後の振幅比は、 L/a が約 6.0 以下で優位な差が見られる。

結論

- ① 本研究により、比較的低周波の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 では、無次元化入射波 L/a によらず、剥離部を明確に検知できることが示された。
- ③ 計測法 2 は、無次元化入射波 L/a が 6.0 以下で剥離部検知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