

画像を用いたバラストタンクにおける腐食度測定法に関する研究

大阪府立大学 工学部 海洋システム工学科 柴原研究室 濱田雅規

船舶における腐食度評価の重要性

- 船舶の腐食は老朽タンカー事故などの重要な要因である
- 船体、特にバラストタンク内は腐食環境が厳しく、健全な状態を保つのは難しい
- 近年、国際海事機関(IMO)においてバラストタンク等塗装性能基準が採択され、船舶における塗装基準の厳格化が進められている

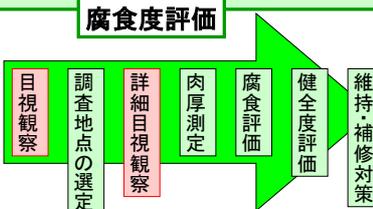
腐食したバラストタンク内



船舶写真参照: <http://novaprofile.com/3.html>

塗装の劣化状態を定量的に評価する技術が必要

既往の腐食度評価法



現在の評価手法(目視)

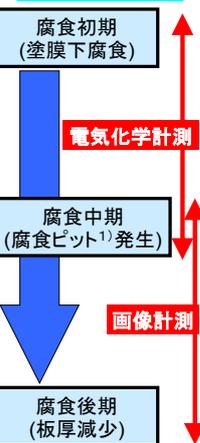
- 長所**
- 計測が簡単である
- 短所**
- 塗膜下の腐食が評価できない
 - 評価者のスキル・経験によって評価に違いが出る可能性

定量的評価が必要

本研究では電気化学計測・画像計測を用いることにより腐食度評価の定量的評価手法の開発を目指す

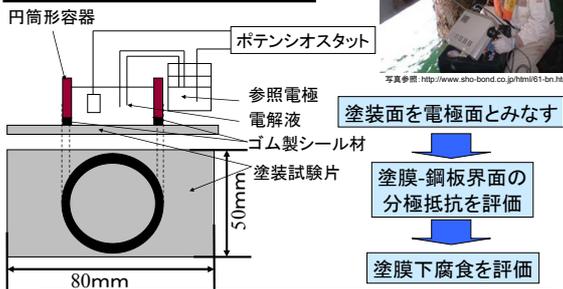
画像計測と電気化学計測による腐食度評価システムの構築

提案システム



電気化学計測

電気化学インピーダンス法



写真参照: <http://www.sho-band.co.jp/html/61-1n.html>

- 塗装面を電極面とみなす
- 塗膜-鋼板界面の分極抵抗を評価
- 塗膜下腐食を評価

塗膜下腐食計測に対して現在までに土木・建築分野で広く用いられている²⁾

画像計測

腐食部位の画像撮影

- 4ライン毎に輝度値の抽出

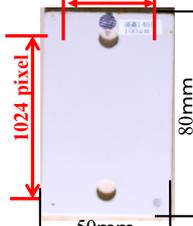
- 高速フーリエ変換(FFT)

- 腐食を輝度値の波の足し合わせとして定義

- 波長-パワースペクトルを算出

- パワースペクトル×波長を用いて腐食度を評価

画像計測



離散フーリエ変換

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-i\omega t} dt$$

各波長のパワースペクトル分布の割合を算出

各波長の信号強度を S_j として

$$\bar{S}_j = \frac{S_j}{\sum_{i=2}^{4096} S_i}$$

パワースペクトル×波長の算出

波長を F_i として

$$\bar{F} = \sum_{i=2}^{4096} (\bar{S}_i \times F_i)$$

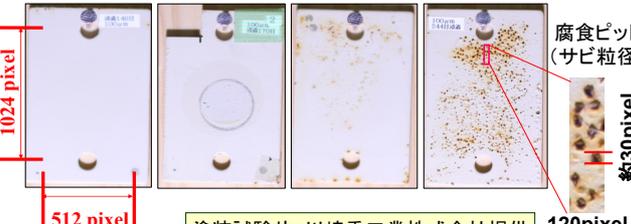
目視観察により発生する評価のばらつきを軽減可能

両手法を用いることにより腐食初期から後期までを定量的に評価可能

画像計測の利用

塗装試験片の撮影

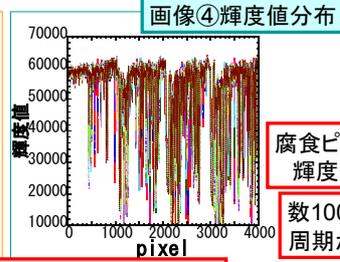
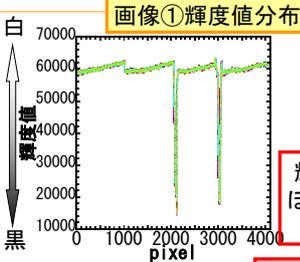
画像①148日 画像②170日 画像③190日 画像④244日



塗装試験片: 川崎重工業株式会社提供

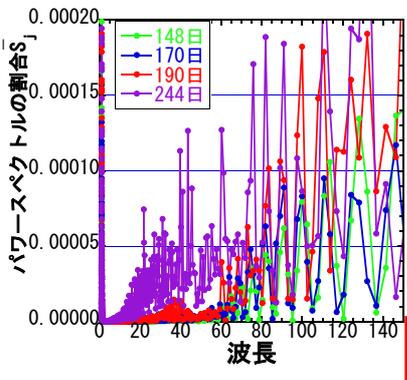
輝度値抽出

1ライン(1024pix)を4本(4096pix)のまとまりとして輝度値を抽出



腐食の進行が輝度値に表れている

各画像のFFTと波長-パワースペクトル分布

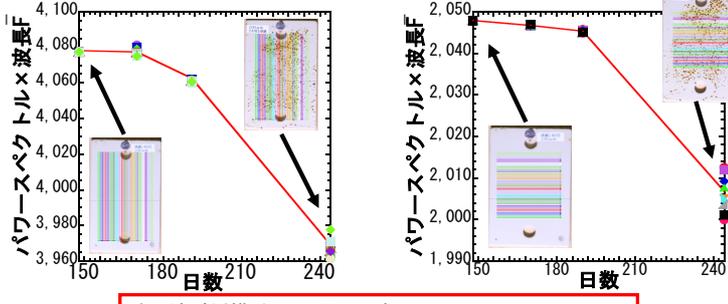


腐食の進行につれて短波長でのパワースペクトルの割合が増えている

特に波長が10~60pixelの領域において顕著
これはサビの粒径と波長が一致している領域だと考えられる

画像計測を用いることで腐食の特徴をとらえることが可能

腐食度の評価



計測線が縦横どちらにおいても腐食が進行するとパワースペクトル×波長が減少する傾向

パワースペクトル×波長を比較することで腐食度の進行が評価できる

画像計測を用いることにより腐食度を定量的に評価することが可能

本研究のまとめ

- 腐食度進行の定量的評価を行うため、各試験片画像の計測線の輝度値についてFFTを行い、腐食度がパワースペクトルに与える影響について検討した結果、以下の知見を得た。
- 腐食が進むに連れ、短波長領域におけるパワースペクトルが強くなる傾向を確認することができた。
- パワースペクトルの分布においては、百数十Pixelの波長成分が多く存在し、特に10~60pixelにおいては、腐食ピットの影響が確認できる。
- 腐食が進行するに従い、パワースペクトル×波長が低波長側に移動する。

今後の展望

- 実船バラストタンクへの適用に向けたシステムの確立

参考文献: 1) 中井、松下、山本「ばら積み貨物船倉内肋骨に発生する腐食ピットの形状と部材の局部強度劣化を考慮した目視による腐食磨耗量判定法」日本海事協会誌No282, 2007 2) 山本英樹「電気化学的手法による塗膜下腐食の評価」