

AR 法により生成された腐食板の強度特性に関する検討

広島大学大学院	学生会員	長瀬 竜一
広島大学大学院	フェロー会員	中村 秀治
広島大学大学院	正会員	藤井 堅

1. 目的と方法

腐食に関する解析的研究において、解析モデルを作成するに当たり、障害となっていたのは実構造物の表面腐食データの取得であると考えられる。その理由としては、モデリングなどにより表面腐食データを測定することは大変な労力を必要としたためである。このために腐食面の統計的性質を把握した上で、腐食面を自動的に生成することは、迅速に構造物の強度評価を行う場合や、解析的研究の発展に有効であると考えられる。

腐食面の生成方法の一つとして、AR 法を用いた方法がある。これまでの研究成果として、AR 法で腐食面を生成することが可能であることがわかっている¹⁾。

本研究は、AR 法を用いて、計測データと同じ統計量を有する腐食面及びスペクトルピーク位置を変化させた腐食面を作成し、作成した腐食面を有する板の弾塑性有限要素解析を行い、スペクトル特性が板の耐荷力に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

2. 腐食板の表面形状

腐食面を新たに生成するための元の腐食深データとして、海水排水路壁面として利用された鋼矢板の飛沫帯部分を用いた。その箇所の板厚等高線を Fig.1 に示す。Fig.2 に腐食面のパワースペクトル密度 $S(\bar{z})$ と近似式を示す。 $S(\bar{z})$ は構造物が置かれた環境が同じであれば、設置箇所や部位に寄らずほぼ一定の密度分布を示すことから、 $S(\bar{z})$ を近似式で表すことができる。図中、 \bar{z} は平均腐食量である。

3. 腐食表面形状の生成

腐食量の統計値を用いて腐食面を生成する方法として AR 法が提案されている。

AR 法は腐食表面の凹凸を不規則な波形と見立てて、生成したい不規則波形のパワースペクトル密度とクロススペクトル密度から自己回帰係数を求め、その回帰係数から不規則波形を求める方法である。AR 法で生成した腐食面の一例を Fig.3 に示す。

Fig.4 に AR 法で生成した腐食面の $S(\bar{z})$ と近似式を示す。Fig.4 より、 $S(\bar{z})$ が近似できていることが確認できる。

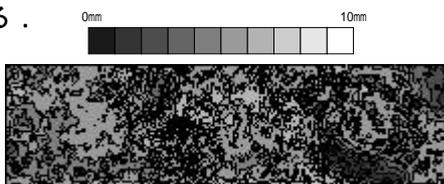


Fig.1 元の板の板厚等高線

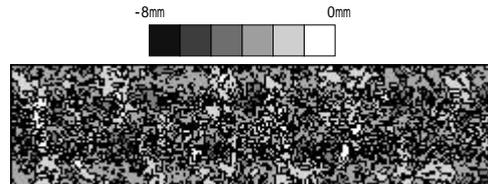


Fig.3 生成したの板の腐食深等高線

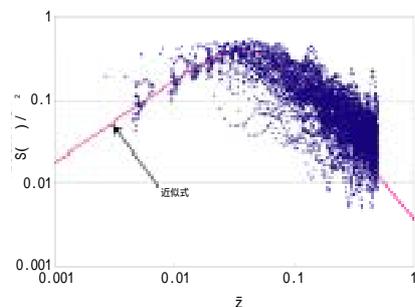


Fig.2 元の板のパワースペクトル密度と近似式

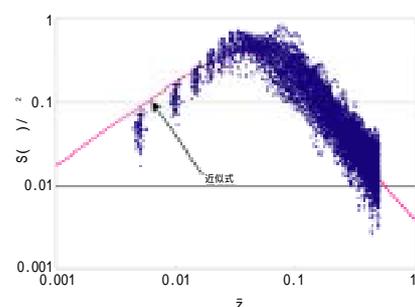


Fig.4 生成した板のパワースペクトル密度と近似式

キーワード AR 法, パワースペクトル密度, スペクトルピークを与える無次元化波数

連絡先 〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院工学研究科社会環境システム専攻 TEL 082-424-7792

Table.1 Series-A の解析モデル及び解析結果

解析モデル	腐食前の板厚 [mm]	平均腐食量 [mm]	標準偏差 [mm]	スペクトルピークを与 える無次元化波数	u/ y	
Series-A	1	12.0	2.54	0.86	0.039	0.81
	2	12.0	2.54	0.86	0.039	0.81
	3	12.0	2.54	0.86	0.039	0.78
	4	12.0	2.54	0.86	0.039	0.79
	5	12.0	2.54	0.86	0.039	0.79



Fig.6 Series-A の腐食深等高線

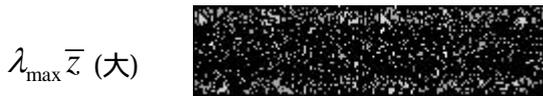


Fig.7 Series-B の腐食深等高線

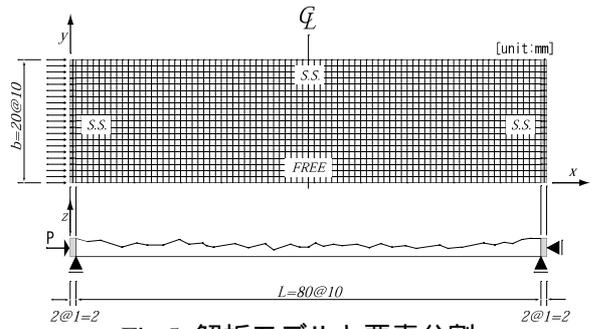
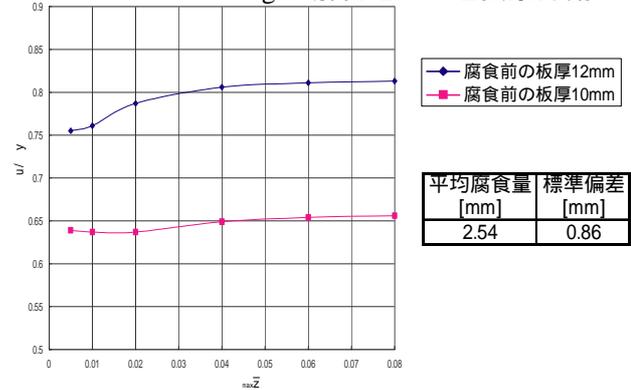


Fig.5 解析モデルと要素分割

Fig.8 荷重 - $\lambda_{\max} \bar{z}$ 関係

4. FEM による圧縮強度解析

4.1 解析モデルと解析条件

本解析では板要素を適用した。要素は 4 節点シェル要素で、応力 - ひずみ関係は完全弾塑性とした。Fig.5 に解析モデル及び要素分割を示す。解析モデルの寸法は全て 200mm × 800mm とした。材料特性は降伏応力 $\sigma_y = 280 [MPa]$, 弾性係数 $E = 206 [GPa]$, ポアソン比 $\nu = 0.3$ である。解析モデルの境界条件は 3 辺単純支持 1 辺自由である。

4.2 腐食面形状が強度に与える影響

Table.1 は腐食面形状が強度に与える影響について検討するために行った解析モデル及び解析結果である。Series-A-1 ~ 5 は AR 法で腐食を生成する際に必要な統計量(平均値, 標準偏差, パワースペクトル密度, クロススペクトル密度)は全て同じであるが, 表面形状が異なる。Fig.6 を見ると, 表面形状が異なっていることがわかる。Table.1 より, Series-A-1 ~ 5 の σ_u / σ_y の最大値と最小値の差は 0.03 と小さいことがわかる。

4.3 スペクトルピークを与える無次元化波数 ($\lambda_{\max} \bar{z}$) が強度に与える影響

AR 法で腐食面を生成するために必要な腐食量の統計値の中で, スペクトルピークを与える無次元化波数のみを変えて解析を行った (Series-B)。Fig.7 より, スペクトルピークを与える無次元化波数が変わると腐食表面形状の凹凸間隔が変化することがわかる。

Fig.8 に解析結果を示す。スペクトルピークを与える無次元化波数が小さくなるほど(波長が長くなるほど), 圧縮強度は低下していることがわかる。

5. 結論

本研究から得られた主な成果を以下に示す。

- (1) AR 法で生成した腐食面は統計量が同じであれば, 腐食板の圧縮強度は変わらない。
- (2) スペクトルピークを与える無次元化波数が小さくなるほど, 圧縮強度は低下する。しかし, 本研究で検討したパラメータ範囲内においては, 低下の割合は顕著ではない。

6. 参考文献

- (1) 中村秀治, 藤井堅, 石川智巳: 多次元 AR 法に基づく鋼腐食表面形状の生成について, 構造工学論文, Vol.52A, 2006.3