

経時変化を考慮した腐食表面形状のモデル化

広島大学大学院 学生会員 ○海田 辰将
 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
 広島大学大学院 学生会員 豊田 努

1. はじめに

腐食部材の経時的な強度低下を把握することは、鋼構造物の維持管理において非常に重要であり、従来より暴露試験や腐食促進試験による実験的研究¹⁾が主に行われてきた。一方、腐食部材の残存強度を解析的に評価するための表面形状モデルがいくつか提案されている^{2),3)}が、腐食の経時変化までも考慮したモデルはない。そこで本研究では経時変化を考慮した腐食表面形状作成モデル（以下、経時変化モデルと呼ぶ）を新規に考案した。今回は、経時変化モデルの特性と再現性について報告する。

2. 経時変化を考慮した腐食表面形状作成モデル

板の独立腐食深は、板表面のある領域に、単位時間当たり単位面積当たりある強さの攻撃因子 q が降り注いで起こり、それが時間とともに累積されると仮定する。そして実際の腐食深は、独立腐食深に対して空間的自己相関モデルの考えに基づき、深さのみならず横方向への広がりを持って進行していくと仮定する。

①鋼材表面の離散化と格子点の独立腐食深

上記のように実際の腐食は空間的に連続であるが、これを離散化して、対象とする鋼材の表面を図-1(a)に示すように格子状に区切り、腐食要因 F は格子点に降り注ぐものとする。ここに、腐食要因 F は、 $F=q \cdot A$ (A : 格子点を取り囲む基準面積)である。そうすると、攻撃因子が降り注ぐ領域は、全格子点からいくつか抽出された格子点の数 N に対応することになる。ナンバリングした全格子点のうち、乱数を発生させて N 個の数を抽出し、対応する格子点に腐食要因 F を加える。この操作を時間について積分(単位時間毎に累加)すると、経過時間 T における各格子点の独立腐食深が求まる。

たとえば $N=10$ (個/year)として1年目および2年目の腐食格子点を描けば、図-1のようになる。図で、○と△が重複している格子点は、2年続けて攻撃を受けたことを示す。

②空間的自己相関モデル³⁾の適用

①で求めた経過時間 T における独立腐食深に空間的自己相関モデルを適用し、腐食の空間的な広がりを考慮した腐食深を求める。

③モデルの特徴

本モデルは、表面に $Q=N \cdot F$ の攻撃量が単位期間に降り注ぐことを示し、個数 N と腐食要因 F によって凹凸表面が形成されるところに特徴がある。鋼材が置かれた

●▲:抽出された格子点($N=10$)

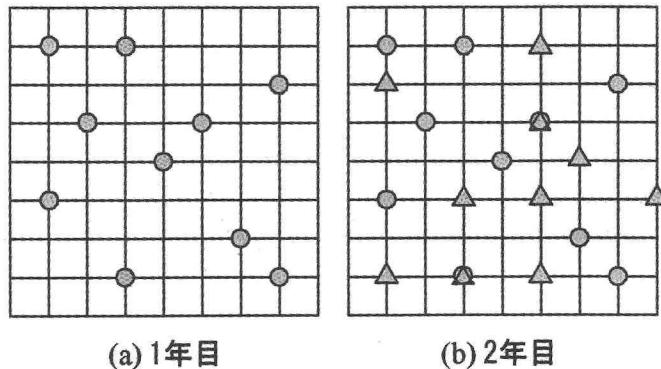
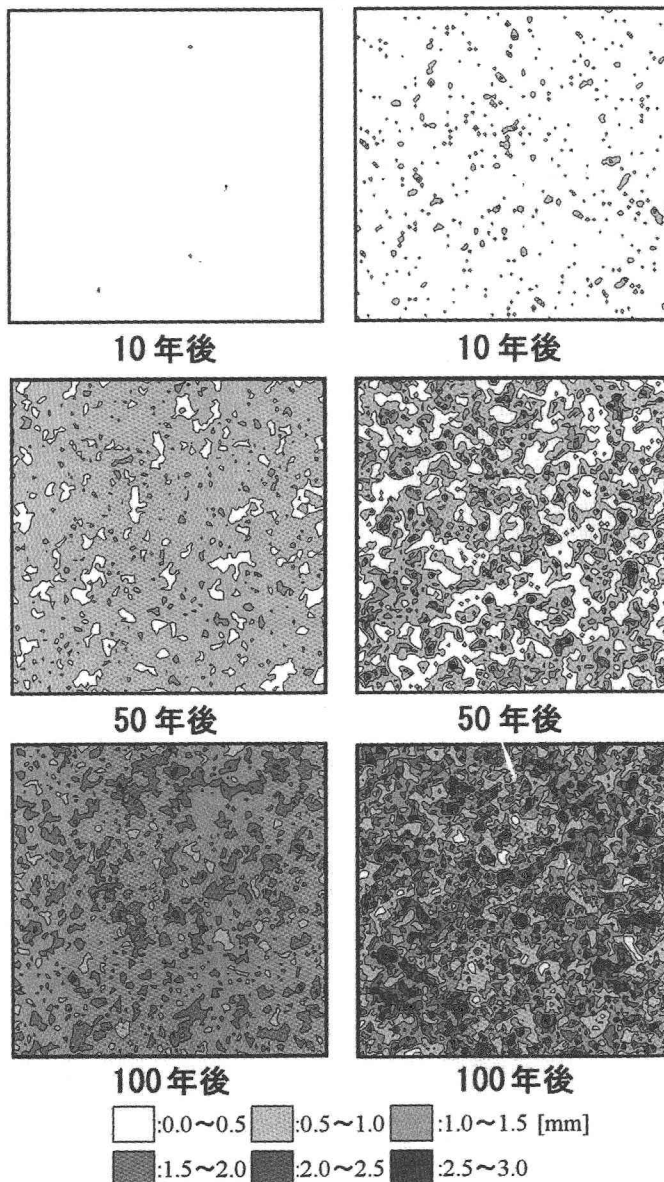


図-1 腐食表面形状モデルの概念



(a) $F=0.1$ [mm/year], $N=250$

(b) $F=0.5$ [mm/year], $N=50$

図-2 腐食深等高線図の経時変化

環境条件が変化しない場合(新たに構造物が架設されて風の流れが変わるなどの条件の変化がなければ), 毎年のアタック量 Q は変化しないと考えられる。実際には, 塗装などの防食, 表面錆による地金の被覆, 塩分の蓄積などの別の腐食進展に影響する因子が考えられるが, たとえば, 塗装については地金に到達するアタック個数 N に低減率 α を掛けることによって考慮できよう。また, 塗膜劣化は, α が経年変化するようなモデルを考えれば対処できる。このように, 本モデルは実現象のモデル化において拡張性が高いと考えられる。

3. 経時変化モデルによる腐食表面形状の特性

環境条件は不変($Q=25$ [個・mm/year]=const.)とし, 錆による被覆などの他の因子は腐食進行に影響しないと仮定して, 本モデルによって作成した腐食表面形状を図-2に示す。図の板は, $300\text{mm} \times 300\text{mm}$, 全格子点数=10000[個](100×100)であり, 図(a)および(b)は, それぞれ $F=0.1$ および 0.5 [mm/year]の場合を示し, 時間スキームは年である。また, 図-3に腐食深ヒストグラムの経時変化を示す。

図-2に示すように, 本モデルは板全面に腐食凹凸が発生する全面腐食の形態を良く表現できているといえる。凹凸については, 腐食要因 F が大きくなると起伏が激しくなり, 図-3に示すようにばらつきが大きく, 最頻値が小さくなる傾向を示す。これらの特徴は, 既往の腐食表面計測結果とよく類似しており, 本腐食表面作成モデルは, 経時変化を考慮した残存強度解析に使用できると考えられる。

4. 経時変化モデルの再現性

本モデルと実際の腐食測定結果を比較した一例を, 板厚ヒストグラムにより図-4に示す。図(a)は, 実際の腐食表面測定結果, 図(b)は本モデル($F=0.3$ [mm/year], $N=83$)である。分布形および各統計量はよく類似しており, 本モデルは実際の腐食に対応可能と推察される。

5. まとめ

- 1) 経時変化を考慮した腐食表面形状作成モデルを新たに考案した。
- 2) 本経時変化モデルによる腐食表面は, 実際の腐食表面の経時変化特性を良く捉えている。
- 3) 本経時変化モデルの実用性を示すことができたが, 実際に対応する F や N の具体的な値の設定に今後の課題が残されている。

[参考文献]

- 1) 藤原博, 松田哲夫: 鋼橋の重防食塗系に関する屋外暴露試験および促進腐食試験結果の評価, 土木学会年次

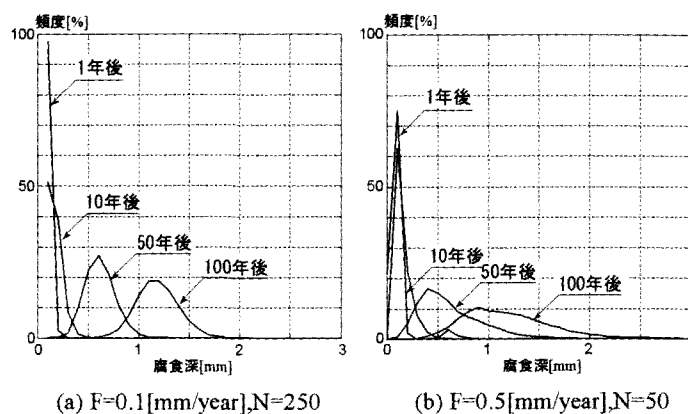
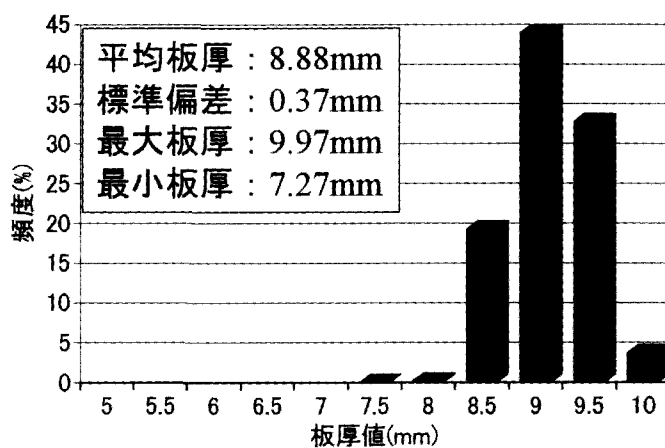
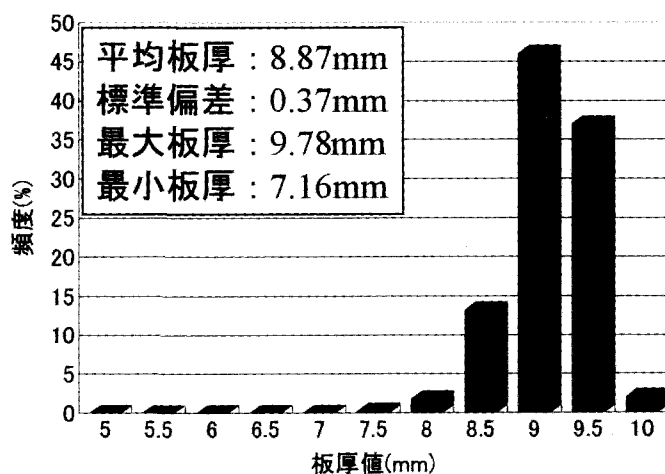


図-3 腐食深ヒストグラムの経時変化



(a) 実測値



(b) 腐食表面形状モデル($F=0.3$ [mm/year], $N=83$)

図-4 板厚ヒストグラムの比較($t_0=10\text{mm}$)

学術講演会講演概要集第1部, Vol. 47, pp. 1170-1171, 1992.

2) 森猛, 正井資之: 腐食した鋼板の表面形状シミュレーションと腐食鋼桁の曲げ耐力, 構造工学論文集, Vol. 49A, pp. 675-686, 2003.

3) 藤井堅, 海田辰将, 平井勝志, 奥村誠: 腐食鋼板表面形状モデル作成における空間的自己相関モデルの適用性, 構造工学論文集, Vol. 48A, pp. 1031-1038, 2002.