

経時劣化を考慮した腐食表面作成モデルに関する一考察

広島大学大学院 学生会員 ○山本 治

広島大学大学院 正会員 藤井 堅

高知工業高等専門学校 正会員 海田 辰将

1. はじめに

構造物の耐力低下を引き起こす原因として腐食が挙げられ、適切に維持管理をしていくためには腐食による将来の耐力低下を精度よく予測する方法の確立が極めて重要である。そのためには、正確な腐食進展の予測が必要となる。本研究では、時間経過とともに空間的な広がりを持って変化する腐食表面を推定する腐食表面生成モデルを開発した。このモデルと約100年経過した腐食橋梁部材の実測腐食深とを比較することにより、本モデルの妥当性を検討した。

2. 構造物の腐食表面計測

実際の腐食構造物の腐食深を求めするために、三次元レーザー計測装置により、腐食表面の座標測定を行った。このデータを、等間隔の格子点データに修正し、初期たわみを補正して部材の腐食深を算出した。図1に、測定した下フランジの腐食表面の一部(100mm×100mm)の腐食深等高線図とヒストグラムを示す。

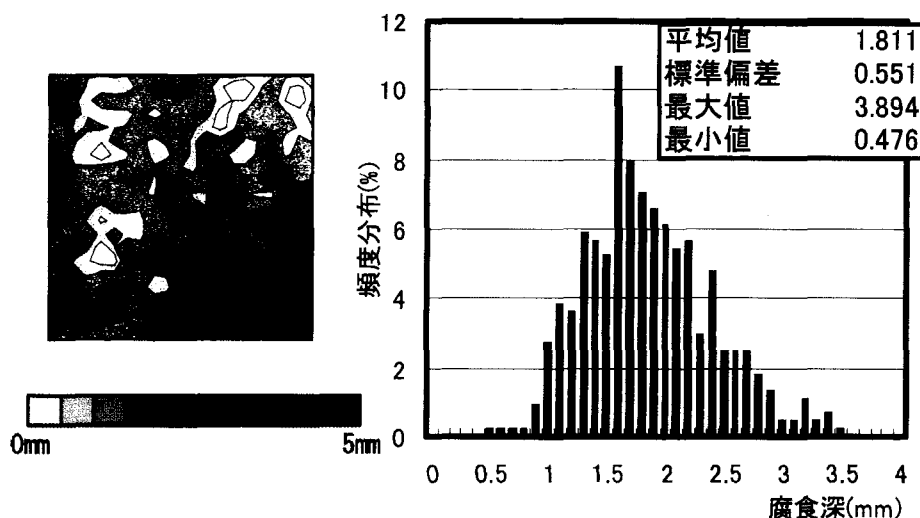


図1. 下フランジの腐食深等高線図とヒストグラム

3. 腐食表面のモデル化

本モデルでは連続的な腐食表面を図2のように格子点に区切り離散化する。腐食を引き起こす外的因子をアタック因子(図2の(A)の○)と呼び、これを単位時間(年)当たりに鋼材表面にn個ランダムに与える事により、腐食進展をモデル化する。図2(B)に示すように、アタック因子に影響半径rを持たせ、アタック因子が1個落ちた地点から半径r以内の格子点(図2の(B)の○と□)には、F(mm/個)の腐食深ができる。これを経過時間繰り返して、独立腐食深とする。腐食は深さ方向だけでなく、空間的な分布を考慮すればより説明力が高くなる²⁾。そこで腐食表面を、メッシュに区切って離散化してもメッシュ間隔に依存しないように修正した空間的自己相関モデルにより、空間的な広がりを補正して腐食深を生成する。空間的自己相関モデル式は次式で表される。

$$Z_i = \sum_{j \in \Omega} (e^{-\beta d_{ij}}) V_j A$$

ここにAは格子点の代表面積を表し、またこれまでの研究により²⁾減衰パラメータβは0.4としている。

4. 塗膜による防食効果の劣化のモデル化

実際の橋梁では、表面に塗膜が施されており、塗装が防食

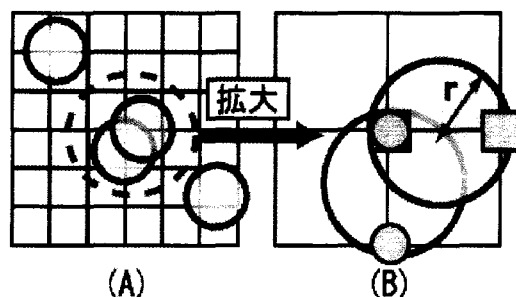


図2. 腐食表面のモデル化

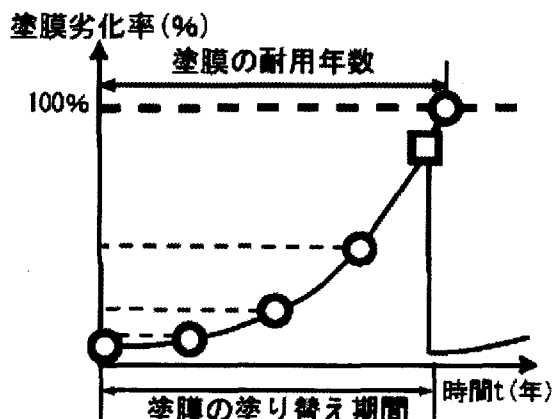


図3. 塗膜劣化の概念

役目を果たしている。本モデルでは全格子点に塗膜能力 TM を与えて塗膜の防食効果を表現する。同じ部材においても塗膜の防食効果には差があるので、塗膜能力は、図 3 に示すように健全な塗膜 TM=4 の割合を多く、塗膜がない TM=0 の割合を少なくなるように最初に与える。塗膜の耐用年数期間内に、ある期間毎(図 3 では○印の時間)に塗膜能力を 1 ずつ減らして塗膜の劣化を表現する。TM=0 になると塗膜がない状態でアタック因子の強さ F の影響を受ける。また塗膜がない点に、アタック因子が降ると、塗膜のピットが周りの格子点に広がるとする。本モデルでは塗膜の広がり は 1(mm/year)とした。塗膜の塗り替えが行われた場合は、塗膜能力を再び与えなおす。

5. 実測腐食深とモデルによる腐食深との比較

今回測定した腐食橋梁部材の塗膜履歴は十分に把握できていないので、塗膜の塗り替え期間を 30 年と仮定し、塗膜の耐用年数は 20 年とした。このようにして、100 年経過した実測腐食深を作ると図 4 のようになる。腐食深等高線図は 100mm×100mm である。図 4 と図 1 を比較すると、ヒストグラムの形状や等高線はよく似ているといえる。また、本モデルによる塗膜の劣化を示したものが、図 5 である。図 5 の塗膜劣化曲線は、図 3 の塗膜劣化の概念をうまく表せている。また、実測腐食深に合うようにモデル化したパラメータを用いて、経過時間を変える事により、腐食進展を予測できる。図 6 に示した等高線図は、図 4 で用いたパラメータを使って、60 年後の腐食表面を示したものである。

6. まとめ 1) 本モデルで生成した腐食深は、実際の腐食表面に近い腐食状態を作成できることがわかった。また本モデルでは、パラメータを変化させることにより、種々の腐食表面形状を作成できる。この腐食進展のモデル化は、強度解析による耐力低下を推定する際に有効である。

2) 本モデルで塗膜能力 TM を用いて表現した塗膜の劣化は、実際の塗膜劣化を十分に表現できると考えられる。

今後、パラメータの決定法について検討するつもりである。影響半径 r については、腐食表面波形のスペクトル解析から推定できるのではないかと期待している。また空間的自己相関モデルにおける減衰パラメータ β についてもなお精緻化する必要がある。

参考文献 1) 藤井堅, 海田辰将, 中村秀治, 有尾一郎: 経年変化を考慮した腐食表面生成モデル, 構造工学論文集 Vol.50 A.2004. 2) 奥村誠, 藤井堅, 塚井誠人: 空間的自己相関を考慮した鋼板腐食形状のモデル化, 土木学会論文集 pp109-116,2001

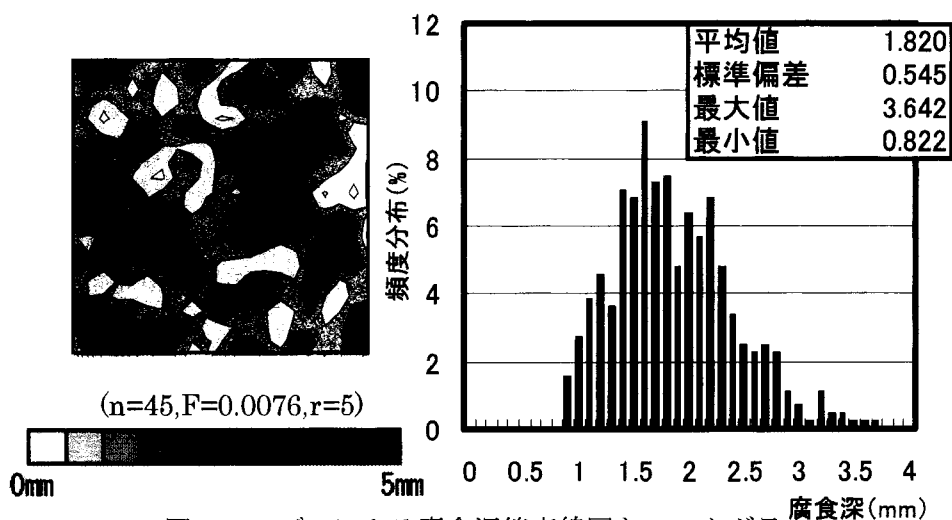


図 4. モデルによる腐食深等高線図とヒストグラム

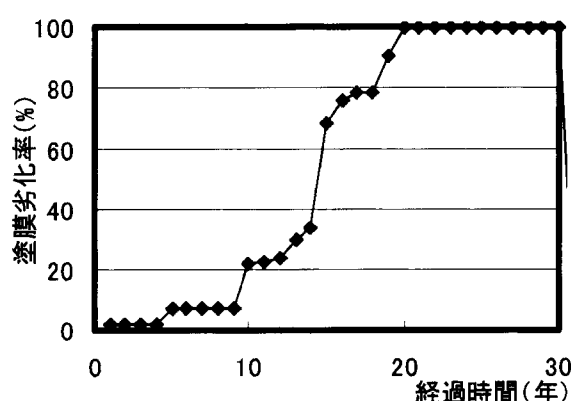


図 5. 塗膜劣化曲線



図 6. 60 年経過時の腐食深等高線図