## 鋼構造部材の経時腐食挙動に対する空間統計数値シミュレーション

九州大学大学院 学生会員 〇ヴゥ・ダット・ヴァン 九州大学大学院 正会員 貝沼 重信 (㈱東京鐵骨橋梁 正会員 細見 直史

**1. はじめに** 腐食損傷を有する鋼構造物を安全に供用するためには,腐食損傷の経時性を正確に把握した上で, 残存耐荷力を精度良く評価する必要がある.しかし,実部材の腐食損傷の経時性を考慮した部材単位のシミュレー ション手法は確立されていない.著者らは,複数の腐食形態が有する無限鋼板を対象とした経時腐食挙動の空間統 計数値シミュレーション手法を提案したが<sup>2</sup>,この手法では部材単位のシミュレーションを行うことができない. そこで,本研究では空間統計学的手法の一つである Conditional simulation を用いて,部材を構成する鋼板の腐食表 面のシミュレーションを行い,その結果に基づき部材単位の腐食挙動をシミュレートする手法を提案する.

**2**. Conditional simulation 図-1 に Conditional simulation の概念図を示す. 腐食領域は図-1 に示すように,格子を 用いることで離散化した. この格子中にシミュレーションで腐食深さを求める推定点と拘束条件として事前に腐食 深さを与える拘束点を設定する. この拘束条件を設定することで,複数腐食形態を有する腐食表面を精度良くシミ ュレートできる<sup>1)</sup>. 本シミュレーションでは,式 (1) の乱数場に任意の推定点の腐食深さ  $z_{i,j}$  は  $z_{i,j}$ の位置より半径  $\theta_2$  内の全点 ( $\theta_2$ の関数である  $N(\theta_2)$  点)の腐食深さ  $z_{i-1,j-1}$  などを線形結合する推定手法 (クリギング)を用いるこ とで求めた. なお,式 (1)の重み係数として,空間自己相関を表す,ユーグリット距離 h (試験体表面座標 x およ び yの関数) と空間統計量 (レンジ  $\theta_2$ およびシル  $\theta_j$ )の関数である球型共分散関数 y を用いた.

$$z_{i,j} = \sum_{N(\theta_2)} \gamma(\boldsymbol{h}; \theta) z_{k,l}$$
(1)

<u>3. 空間統計数値シミュレーション</u>本研究では,図-2(a)で示す下路トラス橋の圧縮力が作用する箱断面斜材を 対象にした.対象部材の断面の形状・寸法を図-2(b)に示す.検討対象とする腐食領域は,腐食斜材の実測データに 基づき,図-2(c)に示すように,コンクリート地際から斜材長手方向に58mmの範囲とした.コンクリート床版の地





図-4 空間統計数値シミュレーションの手順1)



Corrosion depth (mm)

(a) 一般部,中間部および境界部の混合腐食



(c) 実腐食部材の損傷状況

図-5 空間統計数値シミュレーションの結果

際近傍のみが滞水による塗膜の膨潤により劣化し、その劣化領域にマクロセル腐食が生じるため、図-2(c)で示した 腐食領域以外では、斜材は腐食しないものと仮定した.そのため、本シミュレーションでは、図-2(c)の腐食領域の 上下端を腐食領域の平均腐食深さで拘束することとした.

シミュレーションの対象とするコンクリート地際の腐食領域には、図-3(b)に示す一般部、中間部および境界部の 腐食が混在している<sup>2)</sup>. そこで、これらの腐食表面性状の空間統計量と平均腐食深さの関係<sup>2)</sup>に基づき、各々シミ ュレートし、それらを重ね合わせることで、斜材を構成している鋼板の一般部における腐食表面性状をシミュレー トした. このシミュレーションには、図-4 に示す文献 1)の手法を用いた.また、斜材の箱断面のコーナー部の腐食 深さについては、実構造部材の腐食挙動を参考にして、中間部の平均腐食深さと仮定した.斜材のシミュレーショ ンは、鋼板の一般部およびコーナー部のシミュレーションで求めた腐食表面性状を組み合わせることで行った.斜 材のシミュレーションの結果を図-5 に示す.図-5(c)は実橋の斜材の腐食状況を示している.図-5(b)のシミュレーシ ョン結果と図-5(c)の実構造物の腐食表面性状の形状は、いずれもコンクリート地際で溝状に腐食しており、傾向が 概ね一致していると考えられる.

**<u>4</u>**. **まとめ** Conditional simulation を用いることで、鋼造部材単位の経時腐食表面性状を空間統計学的数値シミュレートするための手法を提案した、今後は、本手法を用いて鋼構造物の経時的腐食シミュレーションを行うことで、経時腐食を考慮した鋼部材の残存耐荷力を評価する予定である.

参考文献 1) ヴゥ・ダット・ヴァン, 貝沼重信, 細見直史:全面・局部腐食が混在する構造部材の腐食表面性状の空間統計数 値シミュレーション, 土木学会第 64 年次学術発表会, 2009.9., 2) 貝沼重信, 細見直史: 鋼構造部材のコンクリート境界部におけ る経時的腐食表面性状の数値シミュレーション, 土木学会論文集, Vol.62, pp.440-453, 2006.