大気ミクロ環境が鋼構造部材の腐食挙動に及ぼす影響に関する基礎的研究

九州大学大学院	学生会員	〇香月大翔	九州大学大学院	正会員	貝沼重信
(株)大林組	正会員	後藤 淳	九州大学大学院	学生会員	杉谷国博
			㈱東京鐡骨橋逤	正会員	細見直中

1.はじめに 鋼構造物を適切に維持管理するためには,各部材・部位における経時的な腐食挙動を精度良く評価・ 予測する手法を確立する必要がある.しかし,実構造物の各部材・部位における腐食環境は,温度,湿度,雨水 の滞留や付着塩分などの因子による複合的な影響を受け,その経時性もまちまちであるため,各部材・部位の腐 食挙動を評価・予測することは困難とされている.また,様々な腐食環境が鋼材の腐食挙動の経時性に及ぼす影 響についても十分な検討がなされていない.そこで,本研究では大気ミクロ環境が鋼材の腐食挙動に及ぼす影響 を定量的に評価することを目的とした.そのために,様々な大気ミクロ環境における鋼材の大気暴露試験を行っ た.また,腐食後の試験体の表面性状を対象とした空間統計解析を実施した.

2.大気暴露試験 試験体の形状・寸法を図-1に示す.供試鋼材にはSM490A 材を用い,その表面にはグリッドブ ラスト(Sa2.5)処理を施した.複数の異なる大気ミクロ腐食環境で大気暴露試験を実施するために,試験体を水平 面に対して 0°,45°,および 90°の3種類の角度で暴露試験台に設置した.なお,暴露台は海岸線から約3kmに位 置する琉球大学構内(Lat.26°15'N,Long.127°46'E)の位置に南向きに設置した.暴露期間は 0.5年,1年および2年 とし,各期間9体(0°,45°および 90°:各3体),計27体について大気暴露試験を実施した.大気暴露試験に際し て,各暴露角度の試験体の対地面(90°の場合は北面)および対空面(90°の場合は南面)におけるミクロ環境は, ACM型腐食センサによりモニタリングしている.

試験終了後の試験体(暴露期間1年,45°,対空面)の腐食状況を図-2に示す. さびの性状は暴露角度により異なっている.暴露角度によらず,対地面のさび粒子の大きさは,対空面と比較して大きくなっている.

各暴露角度の対地面および対空面の平均腐食深さ d_{mean}を図-3 に示す.対空面や対地面によらず,暴露角度が増加するにしたがって, d_{mean} が減少している.これは暴露角度が大きいほど,雨水や結露水の滞水時間が短くなることや,鋼材表面に付着する塩分量が少なくなることなどが原因と考えられる.対空面や対地面が d_{mean}に及ぼす影響については,暴露角度によらず,対空面に比べ対地面の方が大きくなる傾向にある.

3. 平均腐食深さと腐食表面性状の空間統計量 同様の腐食特性を有する領域内では、その任意の位置間の腐食深 さには空間的な自己相関構造が存在する.その腐食表面性状に対してバリオグラム解析を行うことで空間統計量 であるレンジおよびシルを算出できる.レンジは腐食表面性状における腐食孔の影響範囲、シルは腐食表面性状 の凹凸の程度を示している.本研究では、図-1に赤枠の領域を対象として、バリオグラム解析を行った.なお、 赤枠の領域は、試験体の代表領域を抽出すること、材端部からの腐食の影響を除去することを考慮して決定した.

暴露期間1年における普通鋼の平均腐食深さと空間統計量(レンジおよびシル)の関係を図-4に示す. 図中の実線は平均腐食深さとレンジ、シルの累乗回帰曲線mであり、破線はそのm±2σ(σ:標準偏差)を示している. 平均腐食深さが深くなるほど、レンジおよびシルの値は増加している. これは腐食の進行に伴い腐食孔の影響範囲が大きくなること、および腐食表面性状の凹凸の程度が大きくなることを意味している. レンジおよびシルのほとんどのプロットが m±2σの領域内にある. したがって、平均腐食深さが同じであれば空間統計量(レンジ、シル)は、大気ミクロ腐食環境によらず、変化しないと考えられる.







キーワード 腐食,大気暴露試験,ミクロ腐食環境,数値シミュレーション,バリオグラム 連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 九州大学大学院 工学府 都市環境システム工学専攻 TEL 092-802-3392



図-5 腐食表面性状およびそのヒストグラム
(大気暴露角度 45°,対空面,暴露期間1年)

 図-6 腐食表面性状およびそのヒストグラム (大気暴露角度 90°,対空面,暴露期間1年)

4.腐食表面性状の数値シミュレーション 既往の研究において,腐食表面性状の空間的自己相関を考慮した経時 的な数値シミュレーションの解析手法が提案されている¹⁾.この手法を用いて,本研究の腐食表面性状の数値シミ ュレーションを実施した.暴露角度 45°および 90°(対空面)の腐食表面性状とそのヒストグラムを図-5 および図 -6 に示す.暴露角度によらず,数値シミュレーションによる表面性状は,試験体の腐食表面性状と同様の傾向と なっている.また,表面性状のヒストグラムについては,暴露角度 45°では数値シミュレーションの結果は試験結 果と若干異なっているが,傾向は良く一致している.また,暴露角度 90°については,シミュレーション結果と試 験結果と良く一致している.以上から,腐食表面性状の数値シミュレーションを実施することで,腐食表面性状 の評価・予測が可能であると考えられる.

5.まとめ 1年間の大気暴露試験後の試験体(普通鋼)の腐食表面性状から得られた知見を以下に示す.

1) 平均腐食深さが同じであれば空間統計量(レンジ,シル)は、大気ミクロ腐食環境によらず、ほとんど変化しない.また、平均腐食深さと空間統計量には、相関関係がある.2) 空間統計学的手法を用いた腐食表面性状の数値 シミュレーションを行うことで、鋼材の経時的な腐食表面性状の評価・予測が可能と考えられる.

参考文献 1) 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 A, No.62, No.2, pp440-453, 2006.