

屋外雨がかり下における鋼材腐食環境評価

構造研究室

035331B 久保隆臣 035321D 岡野雅

1. 目的

沖縄県は高温多湿で、周囲を海に囲まれており、海塩粒子の飛散等により、鋼材の腐食しやすい環境下にある。このような厳しい環境下で、鋼板が外気中でどの程度腐食するかを把握しておくことは構造物を構築する上で極めて重要なことである。本研究では、腐食環境の厳しい海岸部及び比較のため内陸部において、鋼板の暴露試験・飛来塩分の測定を行い、発錆状況の変化を調べた。更に、ACMセンサーによる屋外での腐食電流の測定を行い、雨がかりのある環境下での腐食環境評価を行った。

2. 実験概要

実験場所は内陸部、海岸部 3 地点及び、内陸部屋上 (名護市)、山麓部 (富士市) の合計 6 地点に設置した。

		暴露期間
内陸部	内陸部(2.5km)	H19.1.5~H20.2.7
	内陸部屋上(1.5km)	H19.1.5~H20.2.7
	富士山麓部(8km)	H19.9.18~
海岸部	海岸部(10m)	H19.1.5~H20.2.7
	海岸部屋上1(400m)	H19.1.5~H19.9.5
	海岸部屋上2(700m)	H19.1.5~H19.9.5

*ただし、()内は最短離岸距離。

2.1 暴露試験

実験に用いた鋼板は、JIS Z 2383 に準じて、幅 50mm、長さ 120mm、厚さ 3.2mm の諸元とし、暴露面以外をアルミ蒸着テープによって保護し、正確な暴露面積(40mm×100mm)を測定した。試験片はそれぞれ内陸部、海岸部、富士山麓部に東西南北 4 方向、内陸部屋上、海岸部屋上 1、海岸部屋上 2 に南北 2 方向、に設置した。暴露鋼板は暴露前、除錆¹⁾、²⁾後の重量計測を行い以下の式により腐食度³⁾、侵食度³⁾を算出した。

$$C = (W_0 - W_1) / (A \times D) \dots\dots (1)$$

C ; 腐食度 (mdd) W₀ ; 暴露前重量 (mg)
W₁ ; 除錆後重量 (mg) A ; 暴露面積 (dm²)
D ; 試験日数 (day)

$$CR = C \times 365 \times 10^{-4} / \rho \dots\dots (2)$$

CR ; 侵食度 (mm/y) C ; 腐食度 (mdd)
 ρ ; 鋼材の密度 (g/cm³)

2.2 ACM センサー

ACM センサーは絶縁フィルムを挟んで、二つの異種金属(Fe/Ag)で構成される。これを大気中に暴露すると、結露や降雨により表面に薄い水膜ができる。水膜が両金属を連結すると腐食電流が流れる。この電流を計測及び解析することで、大気中の鋼材腐食環境をモニタリング及び評価することができる。本研究では、この ACM センサーを鋼板と同様の方向に設置し、データロガーに 10 分間隔で記録した。気温と湿度も同様に記録した。

2.3 飛来塩分捕集

飛来塩分捕集器は土研式で 10×10cm の捕集口を 4 面(有したステンレス製のボックスタイプである。捕集口を東西南北の 4 方向に合わせて設置した。飛来塩分は風及び雨によって捕集器内部のポリ容器にたまる仕組みになっている。捕集容液は 1 ヶ月ごとに回収し、硝酸銀滴定により飛来塩分量 [mdd] を計量した。

3. 実験結果

3.1 鋼板暴露試験

式(1)によって、算定した場所毎の腐食度の一例(内陸部、海岸部)を図 1、2 に示す。これらの図から明らかな様に、7 月は腐食度が大きな値を示している。これは、台風が影響した結果だと考えられる。場所別に見てみると、内陸部よりも海岸部の方が比較的大きな数値を示した。

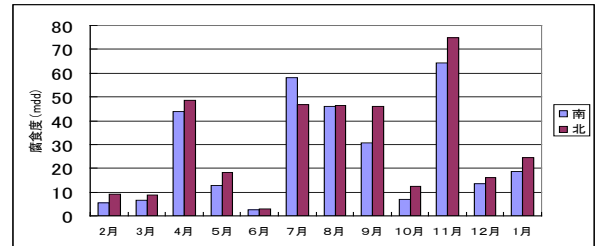


図 1 内陸部腐食度

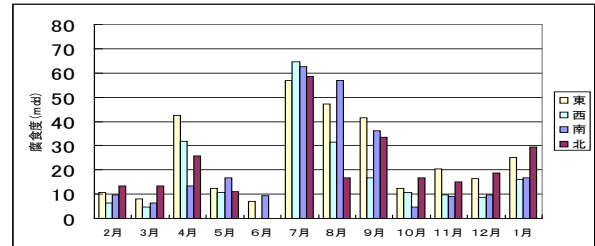


図 2 海岸部腐食度

3.2 腐食環境評価

押川らは雨がかりのない環境での ACM センサー出力による日平均電気量 Q/day と侵食度 CR の関係を次式で提案している⁴⁾。日平均電気量は 1 μA 以下の電流を結露時電流として結露時間分積算し、結露日数で割った値である。

$$\log CR = 0.3781 \log Q - 0.636 \dots (4)$$

CR ; 侵食度 (mm/y), Q ; 日平均電気量 (C/day)

図 5 より侵食度と日平均電気量関係を示す。図より侵食度は式(4)の値よりも大きな値を示した。これは、押川らの実験が屋外の雨がかりのない条件を対象としており、日平均電気量には雨による電流値が全く考慮されていなかったことと、本研究では屋外雨がかり下に設置していることから、侵食度には雨による腐食が含まれていたことが原因として考えられる。図 3 より雨の降っている間電流値は 100~1000 倍の異常値を示すことがわかる。そこで

人工的に雨を降らせて、ACMセンサーの出力電流値を測定すると、図4より雨の当たっている間は電流値が異常値を示す。そこで、 $100\mu A$ 以下の電流値で算出した日平均電気量と侵食度との関係を図6に示す。図より、雨がかりなしの環境評価式[式(4)]と比較して、定性的な傾向はほぼ同じで定量的に下回った。

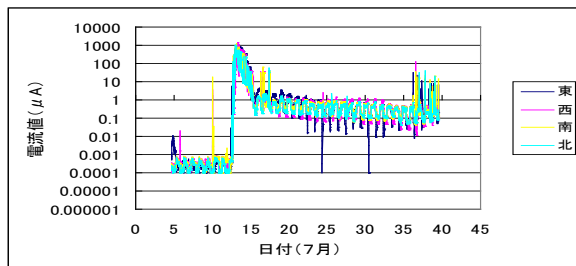


図3 (海岸まで10m)

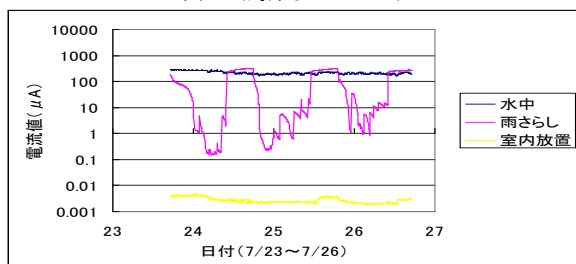


図4 (水槽実験)

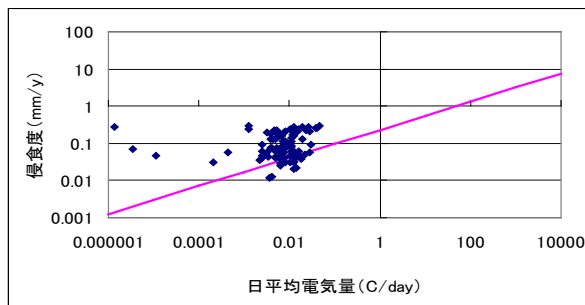


図5 ($1\mu A$ 以下)

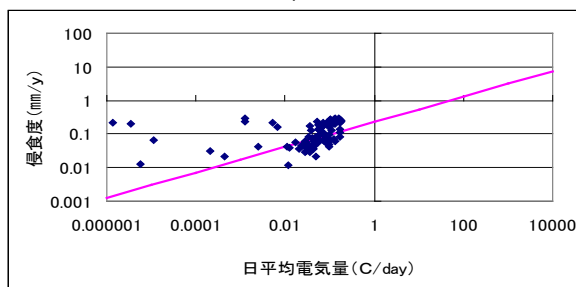


図6 ($100\mu A$ 以下)

3.3 飛来塩分の影響

過去の卒論^{5), 6)}から、腐食度は飛来塩分との相関が他の腐食環境要因より比較的強いことを確認していることをふまえて、今回も飛来塩分と腐食度との関係を図7に示す。近似曲線が右肩あがり飛来塩分量が増すにつれ腐食度も大きくなることからわかる。海岸までの最短距離とその実験場所の飛来塩分量の平均を図8に表す、10mから2500mは沖縄の値であり8000mは富士の値である。海岸までの距離が遠くなるにつれて飛来塩分量が減

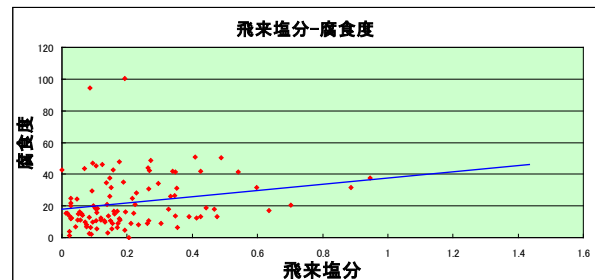


図7 飛来塩分と腐食度

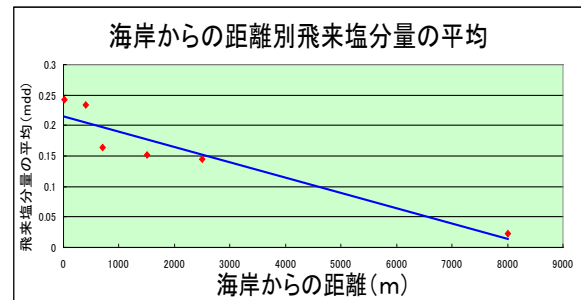


図8 飛来塩分と海岸距離

少していくことがわかる。また、沖縄の飛来塩分は富士の約8.5倍であった。

4. 結論

本研究で得られた結果は以下の通りである

- 1) 鋼板の腐食に与える台風の影響は大きい。
- 2) 鋼板の腐食度は内陸部より海岸部のほうが大きい。
- 3) ACMセンサー出力電流値は雨下において異常値を示す。
- 4) 降雨時のしきい値を $100\mu A$ とすることで雨がかり下でのACMセンサーによる腐食環境を評価できるようにした。
- 5) 腐食度と飛来塩分量は正の相関関係である。
- 6) 海岸からの距離が遠くなるにつれて、飛来塩分量は減少していく。
- 9) 沖縄の飛来塩分量は富士の約8.5倍で、厳しい腐食環境である。

参考文献

- 1) JIS Z 2383 大気環境の腐食性を評価するための標準金属試験片及びその腐食度の測定方法
- 2) (社)腐食防食協会：腐食減耗評価方法の高精度化(さび付き鋼材の除錆方法)
- 3) 日本コンクリート工学協会：コンクリート構造物の腐食・防食に関する試験方法ならびに基準(案)
- 4) 押川渡、他：雨がかりのない条件化に暴露された炭素鋼の腐食速度とACMセンサー出力との関係
- 5) 岩元・金城：ACMセンサーによる屋外での発生評価について平成18年度琉球大学工学部卒業論文
- 6) 大城・世良田：沖縄県南部地域における飛来塩分、気象要因及び発錆量の相関について、平成18年度琉球大学工学部卒業論文