

27. 無塗装耐候性鋼材の腐食挙動の評価と保護性さび形成の判定方法に関する基礎的研究

山本 悠哉

**1. 目的** 近年, LCC 低減を目的として, 無塗装耐候性鋼を使用した鋼橋の建設が増加している. しかし部材, 部位レベルでの腐食挙動の評価方法は確立されていない. また, 早期に保護性さびの形成の有無を判定する方法も提案されていない. 本研究では大気マイクロ腐食環境の相違が耐候性鋼の腐食挙動に及ぼす影響を検討した. また, その腐食挙動から保護性さび形成の判定方法, および保護性さびが形成しない際の平均腐食深さの予測方法を提案することを目的とした. そのために, 無塗装耐候性鋼材を用いて大気暴露試験を実施した. また, ACM 型腐食センサを用いて, 大気腐食環境のモニタリングを行った.

**2. 内容**  
**2.1 大気暴露試験** 大気暴露試験は, グリッドブラスト処理した板厚 9mm の JIS G 3106 SM490A 材および JIS G 3114 SMA490AW 材を用いた. また, 琉球大学構内(Lat.26°15'N, Long127°46'E)および九州大学構内(Lat.33°35'N, Long130°13'E)で行った. 本試験では水平面に対して 0°, 45°あるいは 90°の角度に設置した試験体の対空面および対地面を検討対象とした. 試験期間については 0.5 年, 1 年, 2 年および 3 年とした. また, ACM 型腐食センサを各角度に設置した試験体と同様の鋼板に貼付し, 大気腐食環境のモニタリングを行った.

**2.2 測定方法** 大気暴露後の試験体に対し, さび厚および平均腐食深さを測定した. さび厚  $t_{r,mean}$ (mm)は電磁式膜厚計(測定精度±10μm, 分解能±1μm)を用いて対象面に対して 6 点, 各点 11 回の計 66 回測定し, その平均値として求めた. 平均腐食深さ  $d_{mean}$ (mm)についてはさび除去後の試験体に対し, レーザー変位計(スポット径:30μmφ, 分解能:0.05μm)を用いて表面性状を計測し, 重量減少量と腐食表面性状を併用することで算出した.

**2.3 腐食挙動の評価と予測** 暴露期間  $t$ (year)と平均腐食深さ  $d_{mean}$ (mm)の関係を図-1 に示す. 耐候性鋼の平均腐食深さは 0°対地面で最大となる. 45°対空面に対する各暴露面の腐食速度の倍率  $\alpha$  を図-2 に示す. 普通鋼の  $\alpha$  の最大値および最小値が 2.28 および 0.703 であるのに対し, 耐候性鋼は最大値 1.15, および最小値 0.863 であることから, 各暴露面の環境の相違による影響は小さいと考えられる.

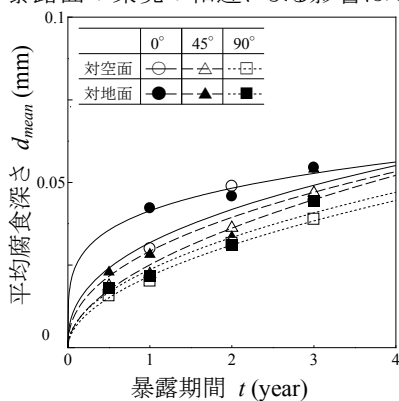


図-1  $d_{mean}$ (mm)と  $t$ (year)の関係  
(琉球大学・耐候性鋼)

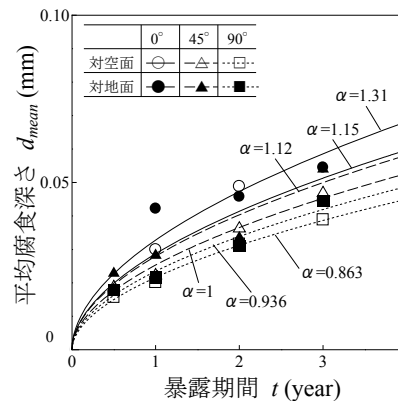
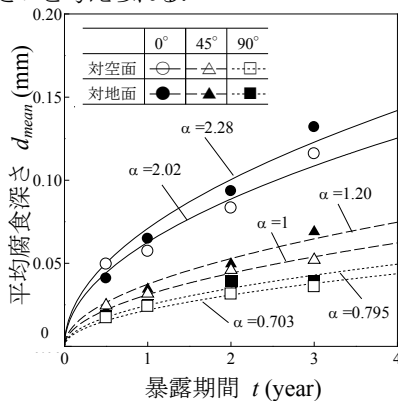


図-2 45°対空面に対する各暴露面の腐食速度の倍率  $\alpha$

表-1 琉球大学における日平均電気量  $q$ (C/day)

	0°	45°	90°
対空面	0.055	0.041	0.021
対地面	0.057	0.045	0.022

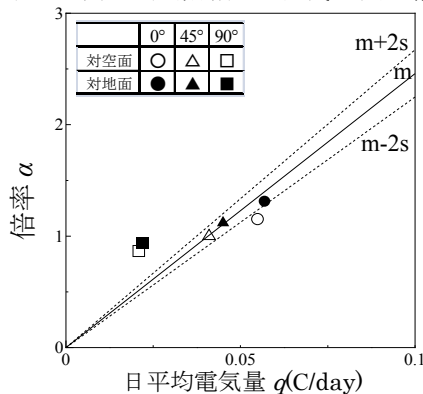


図-3 倍率  $\alpha$  と日平均電気量  $q$ (C/day)の関係(琉球大学)

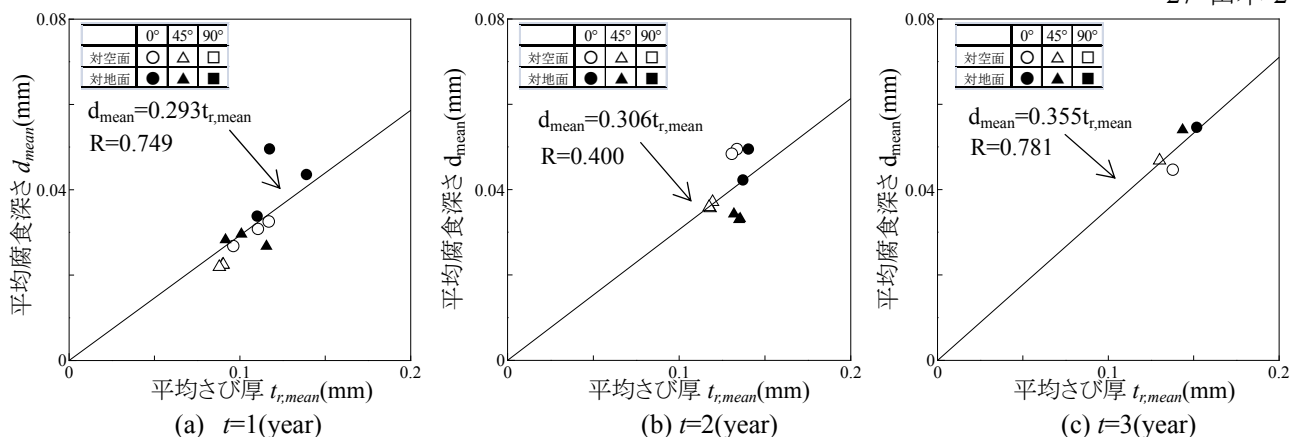


図-4 暴露期間毎の平均腐食深さ  $d_{mean}$  と平均さび厚  $t_{r,mean}$  の関係 (琉球大学)

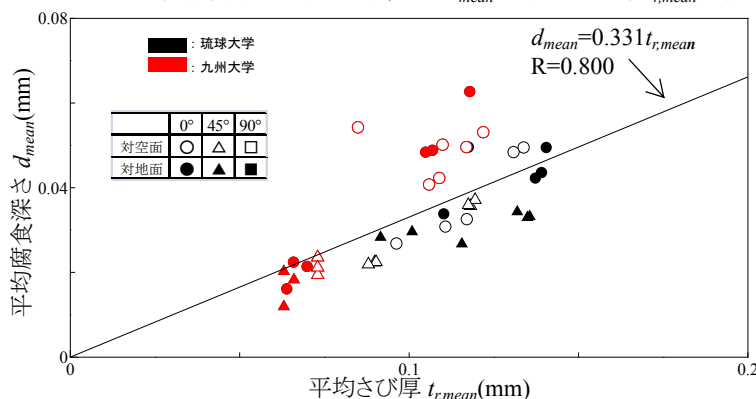


図-5 平均腐食深さと平均さび厚の関係(耐候性鋼)

琉球大学構内の試験結果について、表-1 に示す日平均電気量  $q$ (C/day)と耐候性鋼の  $\alpha$  の関係を図-3 に示す。日平均電気量は1年間の腐食環境の変動を考慮して1年間測定した。図中の実線は各プロットによる回帰直線を表している。保護性さびが形成する腐食環境と形成されない腐食環境とでは、異なる腐食挙動を示すと考えられる。したがって、 $m \pm 2s$  の範囲外に位置する暴露面には保護性さびが形成していると定義する。図-3 において、90°の対空面および対地面が  $m + 2s$  よりも上側に位置していた。また、90°における日平均電気量は他の2種類の角度に比べて小さい。既往の研究<sup>1)</sup>において、耐候性鋼は、日平均電気量が大きく腐食性が高い場合には保護性さびは形成されず、腐食性の低い環境では保護性さびが形成する。したがって、90°の対空面および対地面は保護性さびが形成されると考えられる。

また、保護性さびが形成しないと判定された0°および45°について、暴露期間毎の平均さび厚と平均腐食深さの関係を図-4 に示す。耐候性鋼の回帰直線の傾きは暴露期間の増加に対して変化が比較的小さい。また、層状さびが形成された場合、傾きが暴露期間に伴って変化すると考えられるため、耐候性鋼の0°および45°の試験体には、保護性さびおよび層状さびは形成していないと考えられる。さらに、図-4 に示す暴露期間毎の回帰直線の傾きの変化が比較的小さいことから、平均腐食深さと平均さび厚の関係は0°および45°の全てのプロットを回帰した1次関数で表すことができる。図-5 に平均さび厚と平均腐食深さの関係を示す。図-5 によって得られた回帰直線を以下に示す。

$$d_{mean}=0.331t_{r,mean} \quad (0.06 < t_{r,mean}(\text{mm}) < 0.14)$$

この式を用いることで、測定の容易な平均さび厚から平均腐食深さを予測することが可能となる。今後は、さらに暴露期間が長く、層状さびが形成される試験体に対して検討を行う必要がある。

**3.結論** 1)ACM 型腐食センサの腐食環境モニタリング(1年間)から求められる日平均電気量  $q$ (C/day)を用いることで、保護性さび形成を判定する方法を提案した。2)保護性さびが形成されない部材・部位に対して、さび厚を測定することで、平均腐食深さを予測する手法を提案した。