

松江高専屋上でのワッペン式曝露試験と腐食環境

松江工業高等専門学校	正会員	○武邊	勝道
松江工業高等専門学校	正会員	安食	正太
松江工業高等専門学校	正会員	大屋	誠
松江工業高等専門学校	正会員	広瀬	望
日鉄住金防蝕(株)	正会員	石田	和生
日鉄住金防蝕(株)	正会員	佐野	大樹
日鉄住金防蝕(株)	正会員	今井	篤実

1. 目的

山陰地域は、日本海からの飛来塩分量が多く、冬期に湿度が高いことから、鋼材の腐食しやすい環境下にあると考えられる¹⁾。建設省土木研究所ほかは1993年に全国の41橋梁の桁内で腐食環境調査を行っており²⁾、その分析結果に基づいた区分では、山陰地域は、海岸から5 km以上離れれば耐候性鋼材を無塗装使用することができる「日本海沿岸部Ⅱ」に分類されている³⁾。一方、著者らは松江市の宍道湖と中海にある大橋川と朝酌川にかかる橋梁周辺の腐食環境を知る目的で、建設地点周辺を建設前から建設後にかけて飛来塩分量調査とワッペン式曝露試験を行った(図1)。その結果、橋梁建設地域は、海岸から約10 km離れているにも係らず、JIS-SMA 耐候性鋼を裸使用するのに適さない環境であることが分かった。著者らは、こうした腐食環境の厳しい地域に位置する松江工業高等専門学校(松江高専)の屋上に屋外曝露場を整備し、腐食環境調査を行っている。その過程で、2014年3月より、SM鋼・JIS-SMA 耐候性鋼・3%Ni 耐候性鋼の曝露試験を行ってきた。本報告では、その分析結果をもとに、松江高専屋上の腐食環境について報告する。



図1 調査地点



図2 曝露架台

2. 分析方法

島根県松江市の、日本海沿岸の海岸から5 kmに位置する松江高専の屋上(標高約27 m)に、雨よけ付き架台を設置し、ワッペン式曝露試験および飛来塩分量調査を行った(図2)。2014年3月に、SM鋼・JIS-SMA 耐候性鋼・3%Ni 耐候性鋼を水平上向きに設置し、側面には風除けの板を設置することで雨が直接当たらないようにした。曝露試験片は、2015年3月(1年曝露)と2017年3月(3年曝露)に回収し、腐食状況および腐食減耗量を分析した。加えて、飛来塩分量をドライガーゼ法により分析した。この地域では年間を通じて西方向からの風が卓越することから¹⁾、ドライガーゼ法の飛来塩分捕集面は東西方向に向けた。

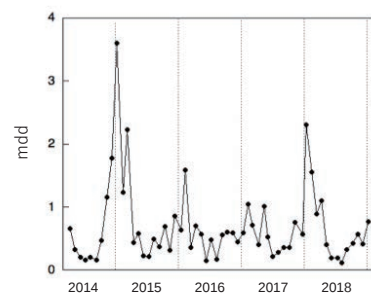


図3 飛来塩分量

3. 結果および考察

松江市の年平均気温は15~16℃で、平均湿度は77%である。また、3年間曝露期間中の年平均のISO濡れ時間は4400時間である。図3に松江高専屋上の、2014年3月から2018年1月の飛来塩分量の月変化を示す。海岸から5 km離れているにも関わらず、飛来塩分量は多く、その平均値は0.68 mddである。

図4に、回収した曝露試験片に対するイオン透過抵抗値とさび厚の関係を示す。曝露1年目の時点では、さ

キーワード ワッペン式曝露試験, SM鋼, SMA鋼, 3% Ni鋼, 島根県松江市, イオン透過抵抗法

連絡先 〒690-8518 島根県松江市西生馬町1-4-4 松江工業高等専門学校 TEL0852-36-5182

び厚はいずれの鋼材でも 100 μm 弱であったのに対し、曝露 3 年目では 200 ~ 300 μm 程度まで厚くなった。また、イオン透過抵抗値も曝露 3 年目には 1 k Ω 程度に上昇した。イオン透過抵抗法による区分⁴⁾では、いずれの鋼材も、曝露 1 年目では I-5 (初期さび・未成長さび (A)) に、曝露 3 年目では I-3 (未成長さび (B)), I-4 (保護性さび), I-5 の境界付近にプロットされた。したがって、曝露 3 年目のプロットのみでは、十分な保護性を持つさびが形成されつつあるのかどうかは不明瞭である。

減耗量を y 、曝露年数を x 、初年度腐食量を A 、保護性さびの腐食低減効果指数の逆数を B とすると、試験片の腐食減耗量の経年変化は $y = Ax^B$ と表されることが知られている³⁾。1 年曝露と 3 年曝露の結果から腐食減耗量の経年変化の近似曲線を作成したところ、SM 鋼が $y = 0.021x^{0.84}$ 、SMA 鋼が $y = 0.018x^{0.83}$ 、3%Ni 鋼が $y = 0.016x^{0.85}$ となった (図 5)。鋼種間の比較では、1 年曝露および 3 年曝露の腐食減耗量は SM 鋼、SMA、3%Ni 鋼の順に高くなっており、鋼材の耐腐食性を反映している。その一方で、 B 値の鋼材による差は不明瞭であった。

一般に、耐候性鋼については、初年度腐食減耗量が 0.03 mm を下回ることが耐腐食性能レベル I (100 年後の腐食減耗量が片面 0.5 mm 以下) を満たす一つの目安と考えられている³⁾。しかし、得られた近似曲線から計算される 100 年後の腐食減耗量は、今回分析したいずれの鋼材でも 0.5 mm を大きく超える。これは、近似曲線の B 値が高いことを反映している。建設省土木研究所ほかによる全国 41 橋梁曝露試験結果²⁾に基づいて得られた SMA 鋼の A 値と B 値の関係式^{5, 6)}から推定される B 値は 0.55~0.70 であるのに対し、本研究の近似曲線から得られた B 値は 0.83 と高い。したがって、当曝露場では、それぞれの鋼材が十分な保護性をもつさびの形成に至らない可能性が考えられる。一方で、2014 年 3 月~2015 年 3 月の初年度の腐食環境が、2014 年 3 月~2017 年 3 月の 3 年間の平均的な腐食環境に比べてより穏やかだった可能性も考えられる。ただし、飛来塩分量や ISO 濡れ時間からは、1 年目の曝露期間が穏やかな腐食環境であった明確な傾向は見られなかった。

4. まとめ

島根県松江市の松江工業高等専門学校屋上の屋外曝露試験場において、SM 鋼・JIS-SMA 耐候性鋼・3%Ni 耐候性鋼のワッペン式曝露試験を行った。1 年曝露および 3 年曝露試験の結果、SM 鋼、SMA 鋼、3%Ni 鋼の順に耐腐食性が高いことが確認された。鋼種間の耐腐食性能の違いは、初年度腐食量において確認できるのに対し、保護性さびによる腐食低減効果については不明瞭であった。1 年曝露と 3 年曝露の試験結果から得られた腐食減耗量の予測式からは、当地域が今回分析した鋼材で耐腐食性能レベル I を満たさない可能性が示された。

参考文献

- 1) 松崎靖彦ほか、島根県における既設耐候性鋼橋梁の腐食実態。構造工学論文集, 53A, 805-816, 2007.
- 2) 建設省土木研究所ほか、耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書 (XX), No.88, 1993.
- 3) (社)日本鋼構造協会、耐候性高橋梁の可能性と新しい技術, JSSC テクニカルレポート, No.73, 2006
- 4) 今井篤実ほか、さび安定化補助処理を施した耐候性鋼橋梁の表面状態とその評価, 土木学会論文集 A1, 69, 283-294, 2013.
- 5) 紀平 寛ほか、耐候性鋼の腐食減耗予測モデルに関する研究, 土木学会論文集, No.780/I-70, 71-86, 2005.
- 6) 鹿毛 勇ほか、実曝露試験に基づくニッケル系高耐候性鋼の長期腐食予測, Zairyo-to-Kankyo, 55, 152-158, 2006.

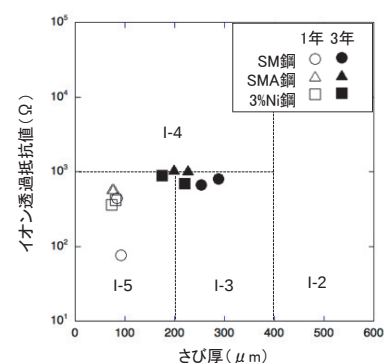


図4 イオン透過抵抗法による分類

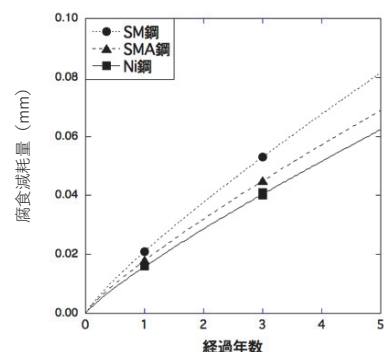


図5 腐食減耗量の時系列変化