

腐食した鋼部材の大気犠牲陽極防食技術に関する基礎的研究 —犠牲陽極材の組成が陽極材消耗量と消耗形態に及ぼす影響—

日本軽金属(株) 正会員 ○兼子 彬
三井造船(株) 正会員 石原 修二

九州大学大学院 フェロー会員 貝沼 重信
日本エクスラン工業(株) 正会員 山内 孝郎

1. はじめに 塗装鋼構造物において、塗装替え時の素地調整で腐食生成物や塩化物を十分に除去できず、再塗装後の塗膜が比較的早期に劣化することは少なくない。そのため、素地調整の品質確保が困難な部位に対して、塗装に代わる防食技術を確立することは、鋼構造物を効率的に維持管理する上で重要となる。著者らは素地調整の施工品質の確保が期待できない腐食損傷部位を対象として、多孔質 Al-Zn 焼結板（以後、多孔質板）と架橋型アクリレート繊維シート（以後、繊維シート）を用いた大気腐食環境の犠牲陽極防食技術を提案した¹⁾。さらに、陽極材の仕様を最適化する目的で、多孔質板と鋳造板について大気暴露試験を実施した結果、鋳造板は多孔質板に比べて消耗量は少なく、電流効率は著しく高いため、陽極材の寿命向上が期待できることを明らかにした²⁾。本研究では、凍結防止剤散布環境を模擬した大気暴露試験を行い、犠牲陽極材鋳造板の組成が陽極材消耗量と消耗形態に及ぼす影響を検討した。

2. 試験方法 陽極材はブッカールド法で得た鋳塊を圧延、面削して製作し、繊維シートへの吸水経路を得るため、貫通穴は図1に示すように加工した。橋梁の鋼 I 桁を模した H 形鋼（H-400×400×21×13）に、陽極材（250×125×5mm）および繊維シート（厚さ：約 6mm、目付量：600 g/m²）を固定し、電氣的に接続することで大気暴露試験体とした。

陽極材と繊維シートは、図2に示す2種の方法により H 形鋼に固定した。固定方法 A は H 形鋼にスタッド溶接により取り付けられたスタッドボルト（M12, SUS304）で固定、固定方法 B は H 形鋼に貫通穴加工を施し、ボルト（M12, SUS304）で固定する方法である。陽極材と鋼材は、ボルトを介して導通しており、短絡が予想される部位は、樹脂で被覆し絶縁処理を施した。

大気暴露試験は三井造船（株）大分事業所内（Lat.33°14'N, Long.131°45'E）の海岸から約 200m の地点に H 形鋼ウェブ面が南北に位置するように設置し、約 6 ヶ月間暴露した。試験体の外観および大気暴露試験条件をそれぞれ図3および表1に示す。陽極材については、Zn, In の添加量を変えた3種類の仕様について組成の影響を検討した。H 形鋼の素地調整は、実構造物への適用を考慮して、3種ケレンの有無の2種類とした。また、凍結防止剤の散布環境を模擬するため、その濃縮性を考慮し、飽和 NaCl 水溶液（26.4mass%, 20℃）を繊維シートに含浸させた後、陽極材を設置した。

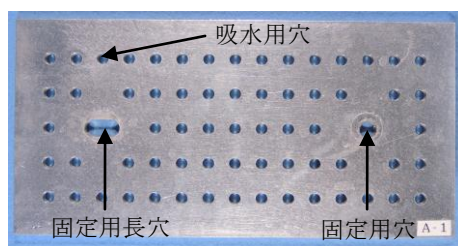
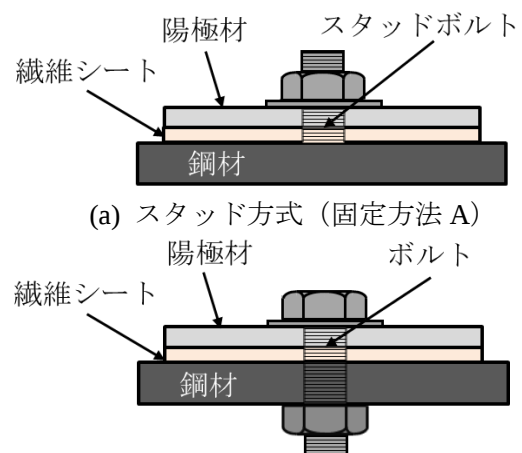


図1 陽極材の穴開け状況



図3 大気暴露試験の状況



(a) スタッド方式（固定方法 A）
(b) 貫通穴+ボルト方式（固定方法 B）

図2 陽極材の固定方法

キーワード 腐食, 防食, 大気環境, 犠牲陽極, 鋳造板, 繊維シート

連絡先 〒421-3291 静岡県静岡市清水区蒲原 1-34-1 日本軽金属(株) グループ技術センター TEL 054-385-5189

大気暴露試験後の陽極材の評価は、消耗量測定と消耗形態の観察を行うことで実施した。消耗量は大気暴露試験後に陽極材の腐食生成物を除去し、大気暴露試験前後の陽極材重量の差分から求めた。腐食生成物は JIS Z2371 に基づき、煮沸したリン酸クロム酸混合溶液中で除去した。陽極材の消耗形態は、腐食生成物を除去した後に、陽極材の繊維シート接触面を対象として、デジタルカメラとマイクロスコープを用いて観察した。

表 1 大気暴露試験の条件

陽極材			陽極材設置			H形鋼素地調整
No.	種類	組成	固定方法	設置面	設置場所	3種ケレン
1	A	Al-3%Zn-0.02%In	B	北側	ウェブ上側	有
2			A		ウェブ下側	
3			B		下フランジ上面	無
4	B	Al-3%Zn	B		ウェブ上側	有
5			A		ウェブ下側	
6			B		下フランジ上面	無
7	C	Al-20%Zn	B		ウェブ上側	有
8			A		ウェブ下側	
9			B		下フランジ上面	無

3. 試験結果 大気暴露試験後の陽極材の消耗量の測定結果を表 2 に示す。同一の設置条件において、陽極材組成による消耗量を比較すると、組成による消耗量の差異はない。また、同一の陽極材組成において、設置条件による陽極材消耗量を比較すると、ウェブ下側に設置した陽極材の消耗量が多い傾向にある。これは、陽極材固定方法、雨で塩分が洗い流され難い腐食環境が起因していると考えられる。

大気暴露試験後の陽極材 3, 6, 9 の外観を図 4 に示す。陽極材 3 は、陽極材 6, 9 と比較して腐食の深さが顕著であり、腐食深さをマイクロスコープで測定した結果、2mm 程度の深さの腐食が発生している箇所もみられた。したがって、In の添加は、陽極材の消耗形態に影響を及ぼすことを明らかにした。また、陽極材 9 には、応力腐食割れが発生しており、Zn の過剰添加がその要因として考えられる。以上の結果から、今回検討した陽極材の組成については、Al-3%Zn が最も陽極材として優れていると言える。

表 2 大気暴露試験後の陽極材消耗量

陽極材No.	陽極材消耗量 (%)
1	10.5
2	14.5
3	9.2
4	10.4
5	12.9
6	11.3
7	8.4
8	11.5
9	12.1

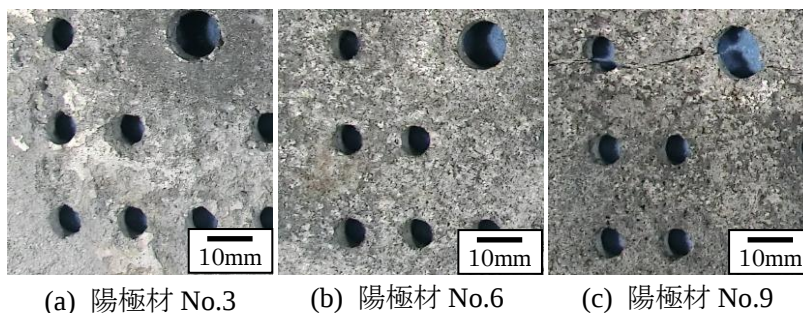


図 4 大気暴露試験後の陽極材外観

4. まとめ 凍結防止剤散布環境を模擬した大気暴露試験を行い、犠牲陽極材の組成が陽極材消耗量と消耗形態に及ぼす影響を検討した。その結果、犠牲陽極材の組成が陽極材消耗量に及ぼす影響は少なかったが、消耗形態、応力腐食割れには影響を及ぼすことを明らかにした。また、今回検討した組成において、Al-3%Zn が陽極材として最も優れていることを明らかにした。今後は、鋼構造物が曝される様々な腐食環境を考慮した陽極材組成の最適化について検討する予定である。

参考文献

- 1) 貝沼重信, 宇都宮一浩, 石原修二, 内田大介, 兼子彬: 多孔質焼結板と繊維シートを用いた鋼部材の大気環境における犠牲陽極防食技術に関する基礎的研究, 材料と環境, Vol.60, No.12, pp.535-540, 2011.
- 2) 兼子彬, 貝沼重信, 石原修二, 山内孝郎: 腐食した鋼部材の大気犠牲陽極防食技術に関する基礎的研究, 土木学会全国大会第 68 回年次学術講演会講演概要集, pp.535-536.