

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 —犠牲陽極材の仕様と吸水経路が陽極材消耗量と電流効率に及ぼす影響—

日本軽金属(株) 正会員 ○兼子 彬 九州大学大学院 正会員 貝沼 重信
三井造船(株) 正会員 石原 修二 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⁾。本研究では犠牲陽極材の仕様と吸水経路が陽極材消耗量と電流効率に及ぼす影響を検討するために大気暴露試験を行った。

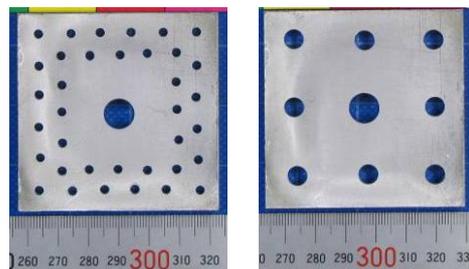
2. 試験方法 本試験に用いた陽極材を表1に示す。多孔質板は、アトマイズ法で合金化した Al-Zn 合金粉を高温で圧縮・焼結することで製作した。多孔質板の気孔率は金属粉末の粒径を変えることで、目標値を約 30%、0% として製作した。鑄造板はブックモールド法で得た鑄塊を面削して製作した。気孔率 0% の多孔質板と鑄造板は、繊維シートへの吸水経路を得るため、図1に示す穴開けパターン a, b の貫通穴加工を施し、多孔質板気孔率 30% を含めた 3 通りの吸水経路の影響について検討した。

既往の研究¹⁾に基づき、陽極材、繊維シート、鋼板を用いて図2に示す試験体を製作した。試験体は板厚 9mm の普通鋼板 (JIS G3106 SM400A) と陽極材の間に架橋型アクリレート繊維シートを設置することで製作した。陽極材中央には貫通穴を開け、鋼板、繊維シート、陽極材を絶縁性の PEEK 樹脂ボルトで固定し、陽極材と鋼板を外部導線により接続した。また、繊維シートへの吸水は陽極材を介した経路に限定するために、対空面以外はシリコン系樹脂でシーリングした。大気暴露試験は東側海岸線から約 2.5km、西側海岸線から約 5.3km に位置する九州大学伊都キャンパス構内 (Lat.33°35'N, Long. 130°12'E) で 9 ヶ月間 (2011/8/28-2012/5/15) 行った。暴露試験中は、陽極材と鋼板の間に生じる防食電流、試験体対象面 (対空面) の腐食環境評価用に設置した Zn/Ag 対の ACM 型腐食センサに生じる腐食電流を測定した。

暴露試験後の陽極材消耗量は、陽極材の腐食生成物を除去し、暴露試験前と腐食生成物除去後の陽極材重量の差分から求めた。気孔率 0% の多孔質板と鑄造板は、煮沸したリン酸クロム酸溶液中で腐食生成物を除去した (JIS Z2371 に準拠)。気孔率 30% の多孔質板は、腐食生成物除去液が内部に残留することで消耗量に影響することを考慮して、臭素メタノール溶液中で未腐食の金属分を溶解し、ICP 発光分析で測定した溶解量を腐食生成物除去後の陽極材重量として消耗量を求めた。

表1 陽極材

供試材	組成	仕様	気孔率	穴開けパターン
陽極材A	Al-20%Zn	多孔質板	30%	-
陽極材B			0%	a
陽極材C				b
陽極材D		鑄造板	-	a
陽極材E			b	



a : φ2.9mm (36 個) b : φ6.5 (8 個)

図1 陽極材穴開けパターン

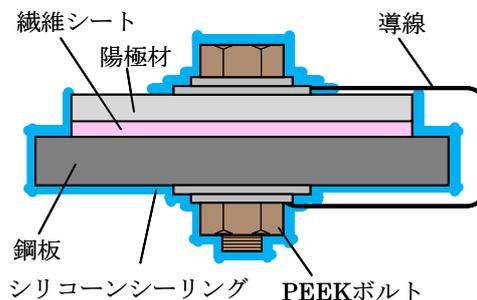


図2 試験体の構成

キーワード 腐食, 防食, 大気犠牲陽極, 多孔質板, 鑄造板, 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

陽極材の電流効率は、前述した手法で求めた陽極材消耗量測定値と暴露試験中に発生した総電気量から算出した防食電流による陽極材消耗量理論値を式(*)に代入して算出した。

$$(\text{電流効率}) = (\text{陽極材消耗量理論値} / \text{陽極材消耗量測定値}) \times 100 (\%) \dots (*)$$

3. 試験結果 暴露試験後試験体の繊維シート下面は、いずれの陽極材においても防食効果が確認できた。2011/9/1~15 でモニタリングした防食電流*i*および ACM センサ出力 *I* の経時変化を図 3 に示す。陽極材によらず、ACM センサの出力波形から判断できる降雨・乾燥状態に応じて*i*は増減している。また、乾燥速度は陽極材 B, D (穴開けパターン a) < 陽極材 C, E (穴開けパターン b) < 陽極材 A (多孔質気孔率 30%) の順に速くなっており、陽極材の吸水経路に起因していると考えられる。

暴露試験後の陽極材消耗量と電流効率を表 2 に示す。自己腐食は電流効率が高いほど少ないため、陽極材の寿命の向上が期待される。陽極材の消耗量は、陽極材 E, D, C, B, A の順に多く、電流効率は、陽極材 A, B, C, D, E の順に高くなっている。したがって、陽極材の仕様は鋳造板、吸水経路としての穴開けパターンは b が優れていると言える。これは乾燥速度が速く、陽極材の過剰な消耗が抑制されたためと考えられる。また、陽極材 A の消耗量が大きく、電流効率が著しく低い理由としては、多孔質構造により表面積が大きいため、自己腐食が発生しやすいことが考えられる。

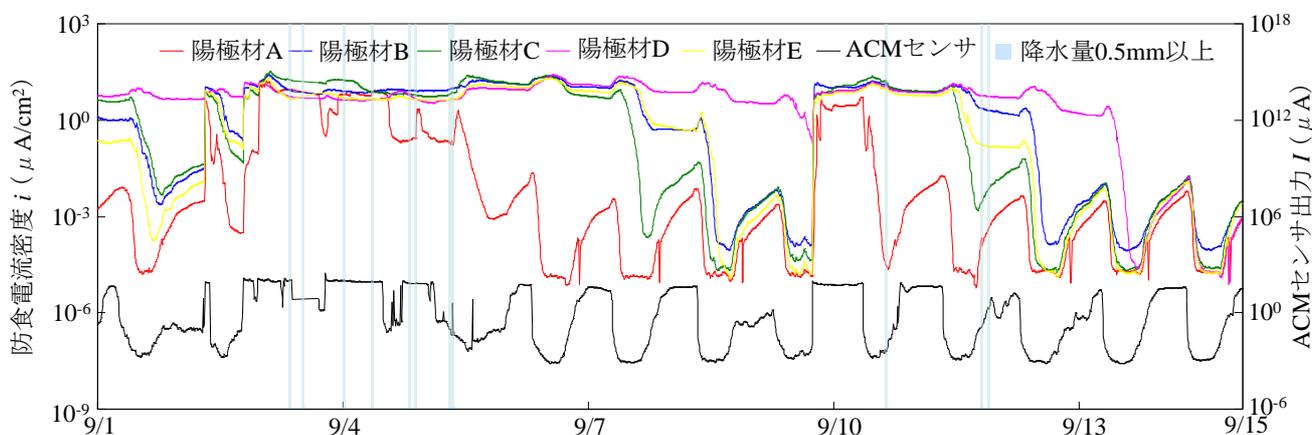


図 3 防食電流 *i* の経時変化 (2011/9/1~15)

表 2 暴露試験後の陽極材消耗量と電流効率

	陽極材消耗量 測定値 (g)	総電気量 (C)	陽極材消耗量 理論値 (g)	電流効率 (%)
陽極材A	3.47	393	0.04	1.2
陽極材B	1.23	2345	0.26	20.8
陽極材C	0.90	3050	0.33	36.8
陽極材D	0.45	2841	0.31	69.1
陽極材E	0.27	2012	0.22	79.8

4. まとめ 既往の研究で提案した Al-Zn 多孔質板および繊維シートを用いた鋼材の大気犠牲陽極防食技術に対して、犠牲陽極材の仕様と吸水経路が陽極材消耗量と電流効率に及ぼす影響について検討した。その結果、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。また、吸水経路の穴開けパターンが消耗量や電流効率に影響を及ぼすことを定量的に明らかにした。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(鋳造板)の組成や穴開けパターン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.