

## 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 —鉄さびの還元反応に及ぼす陽極材の影響—

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  
三井造船(株) 正会員 内田 大介 日本軽金属(株) 正会員 兼子 彬  
日本エクスラン工業(株) 正会員 山内 孝郎

**1. はじめに** 大気環境の鋼構造物に一般に用いられる塗装の課題として、素地調整時に腐食生成物や塩化物が残留することで、再塗装後の塗膜耐久性が著しく低下することが挙げられる。また、無塗装耐候性鋼橋において、腐食性が高いため保護性さびが形成されず、塗装に仕様変更される場合についても、素地調整の適切な品質が確保できず、塗装と同様に塗膜が早期劣化する事例が報告されている。そこで、これまで著者らは、腐食した鋼部材に対しても適用が可能な大気犠牲陽極防食技術を提案してきた<sup>1)-3)</sup>。本研究では、腐食させた鋼部材を用いた大気暴露試験を行うことで、腐食した鋼部材の犠牲陽極防食に適用する陽極材の仕様について検討した。

### 2. 試験方法

**2.1 試験体** 陽極材として、ブックモールド法で得た鋳塊を圧延・面削した後に吸水経路として貫通穴を開けた鋳造板と、アトマイズ法により合金化した 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を用いた。鋳造材には合金組成の影響を評価するため、Al および Zn の配合が異なる 2 種を用いた。試験に供した陽極材の仕様を表 1 に示す。腐食した鋼部材として、橋梁の鋼 I 桁を模した H 形鋼 (H-400×400×21×13) をブラストした後に約 1 年間、暴露試験を行う場所で保持したものを使用した。この表面に陽極材 (250×125×5mm) および繊維シート (主成分：架橋型アクリレート、厚さ：約 6mm、目付量：600 g/m<sup>2</sup>) を電氣的に接続することで試験体とした。H 形鋼、繊維シート、陽極材は図 1 のように積層し、H 形鋼に設けた貫通穴を通して金属ボルト (M12, SUS304) で固定した。陽極材と H 形鋼は金属ボルトを介して導通しており、短絡が予想される部位はシリコーン樹脂で被覆することで、絶縁処理した。

**2.2 試験方法** 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 の地点にウェブ面が南北に位置するように H 形鋼を設置し約 6 ヶ月間暴露することにより行った。腐食環境として凍結防止剤の散布環境を模擬するため、濃縮性を考慮し飽和濃度の NaCl 水溶液 (26.4mass%, 20°C) を繊維シートに含浸させた後に陽極材を設置した。H 形鋼の面によって腐食環境は異なるが、今回はより厳しい環境での評価として、滞水により長期的に腐食環境が維持されると考えられる下フランジ上面を対象とし、北向きの下フランジ上面に陽極材を設置した。

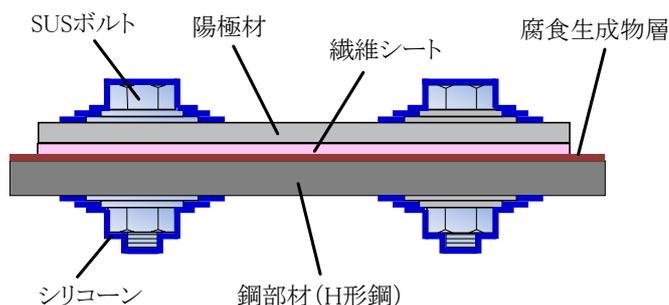


図 1 陽極材の固定方法

表 1 暴露試験に供した陽極材の仕様

供試材	製造方法	成分組成(mass%)		導水機構
		Al	Zn	
陽極材A	鋳造	bal.	3	緻密材+貫通孔
陽極材B	鋳造	bal.	20	緻密材+貫通孔
陽極材C	粉体焼結	bal.	20	多孔質

キーワード 腐食, 防食, 腐食生成物, 犠牲陽極, 鋳造板, 多孔質板

連絡先 〒706-0014 岡山県玉野市玉原 3-16-1 三井造船株式会社 基盤技術センター TEL:0863-23-3103

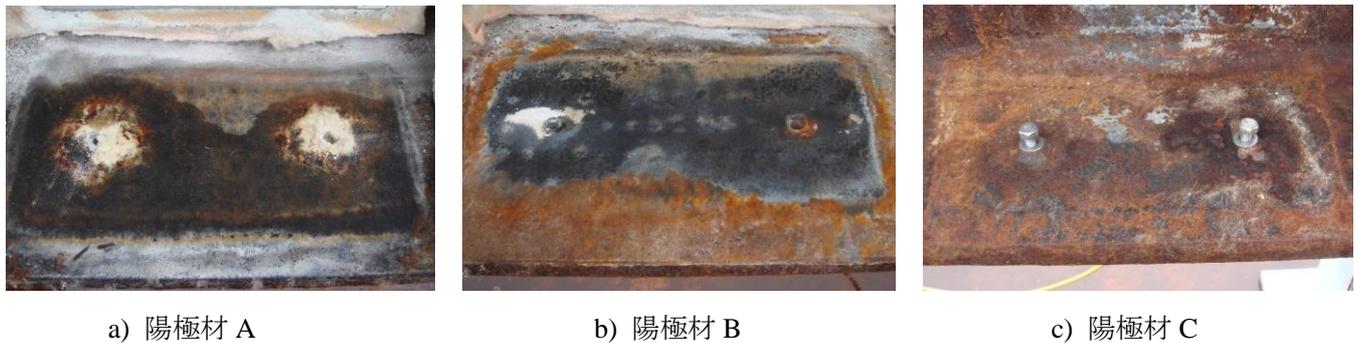


図2 大気暴露試験後の試験体の表面状態

**3. 試験結果** 陽極材を除去後の鋼表面の外観を図2に示す。陽極材の直下では全面が黒変し一部で赤さび状の腐食生成物が確認された。赤さび状の腐食生成物は多孔質板を用いた陽極材 C では顕著になっているが、鋳造板を用いた陽極材 A,B では相対的に少なくなっている。これまで、著者らは腐食生成物の残存する鋼板に犠牲陽極を設置した場合、犠牲陽極から生じた電子は腐食生成物の還元で使用され、腐食生成物の全量が還元された後は、鋼素地で新たな腐食が生じることを明らかにしている<sup>3)</sup>。図2の状態はこれと同様の挙動を示していると言える。

陽極材の特性に着目すると、多孔質板は鋳造板に比べて自己腐食が大きい<sup>4)</sup>。これらを犠牲陽極として無腐食鋼板に適用した場合、鋼素地面の腐食環境に応じて防食電流が変化しており<sup>1)</sup>、鋼素地面での酸素還元のカソード反応が律速と考えられる。したがって、自己腐食が少ない鋳造板の採用が効率的であると言える。一方で、鋼表面に腐食生成物が存在する場合には、カソード分極曲線において腐食生成物の還元に伴う極めて大きなカソード電流が生じるとの報告<sup>5)</sup>があるように、カソードに電子を供給するアノード反応が律速になる。このことから、無腐食鋼板での自己腐食率が高い多孔質板が鋳造板に比して、材料自身の持つ電子供給能に優れていると考えられる。したがって、図2の陽極材 C の状態は、腐食生成物の還元が早期に進行したことを示していると考えられる。なお、図2に見られるように、初期の腐食生成物の完全還元後には新たな腐食が生じるものの、これらが連続することで無腐食の素地が露出<sup>3)</sup>し、中長期的には通常の犠牲陽極の効果に移行するため、防食機能は低下しないと考えられる。本試験においても、新たに生じた腐食生成物の剥離性を確認した。

**4. まとめ** 凍結防止剤の散布を想定した高濃度塩化物環境下における Al-Zn 犠牲陽極の腐食した鋼部材に対する効果を大気暴露試験により検証した。Al-Zn 犠牲陽極として鋳造材および多孔質材の特性を比較した結果、多孔質材を使用する方が腐食生成物の還元速度が速くなることを明らかにした。今後は陽極材の寿命との観点で腐食した鋼部材の犠牲陽極防食に適用する陽極材の仕様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) 貝沼重信, 宇都宮一浩, 石原修二, 内田大介, 兼子彬, 山内孝郎: 大気環境における鋼材の犠牲陽極防食効果に及ぼす Al-Zn 多孔質焼結板の配合・気孔率と繊維シート特性の影響, 材料と環境, Vol.62, No.8, pp.278-288, 2013.
- 3) 石原修二, 貝沼重信, 木下優, 内田大介, 兼子彬, 山内孝郎: 多孔質焼結板と繊維シートを用いた腐食鋼部材の大気犠牲陽極防食効果に関する基礎的研究, 材料と環境, Vol.63, No.12, pp.609-615, 2014.
- 4) 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, 2013.
- 5) 松島巖, 上野忠之: 鉄鋼の大気暴露さびに関する研究(第1報) さびた鋼の電気化学的挙動について, 防蝕技術, Vol.17, No.11, pp.458-464, 1968.