

7. 大気環境における鋼部材の犠牲陽極防食技術に関する基礎的研究

宇都宮 一浩

1. 目的 大気環境における鋼部材の防食方法として、一般的に塗装が採用されている。塗膜が劣化し、腐食損傷が鋼部材に生じると十分に素地調整することが困難になる。そのため、再塗装した後の塗膜の耐久性が著しく低下することが少なくない。本研究では腐食部材の防食方法として、大気腐食環境で機能する犠牲陽極防食技術を提案するための基礎的検討を行った。本技術には犠牲陽極材として、多孔質焼結Al-Zn合金板(以後、多孔質板)、犠牲陽極反応に必要な水分の供給・保持および腐食部材へのフィッティングのための媒質として、吸水・保水繊維(以後、繊維)を用いた。これらの材料の種類を替えることで、鋼板に対する防食挙動を検討するためのパラメトリックな大気暴露試験を実施した。また、大気腐食環境の変化と防食挙動の関係を明らかにするために、ACM型腐食センサと温湿度センサにより腐食環境をモニタリングした。さらに、暴露試験に用いた多孔質板の物理的および電気化学的な特性を把握するために、室内試験を実施した。

2. 内容

2.1 多孔質板および繊維 多孔質板は金属粉を高温・高圧の条件下で圧縮することで生成され、吸水のための高い空隙率を有する。多孔質板の材料が犠牲陽極作用に及ぼす影響を検討するために、混合粉および合金粉について、Al-Znの配合を変えることで、1) 混合 80%Al-20%Zn, 2) 混合 50%Al-50%Zn, 3) 合金 80%Al-20%Zn, 4) 合金 80%Al-20%Zn+ Zn板埋め込み、の計4種類の多孔質板を用いた。多孔質板の寸法は、66×66×5mmであり、板の中心に鋼板設置のためのボルト孔φ10を明けた。なお、4)の試験体については、Zn板(15×15×1mm)を繊維との接触面に等間隔で8枚焼結することで製作した。繊維は吸水した水分を長期間保持させることを考慮して、1) 架橋型アクリレート繊維、2) 多孔質アクリル繊維の2種類を用いた。

2.2.1 大気暴露試験 暴露試験は飛来塩の影響を受ける琉球大学構内(Lat.26°15'N, Long.127°46'E)で実施した。多孔質板の犠牲陽極作用の有効範囲および繊維の影響と実構造物への適用を検討するため、3種類の試験体を製作した。普通鋼板(JIS G3106 SM400A)を用いて、TYPE AおよびTYPE Cは鋼板、繊維、多孔質板の順に重ねてボルトで固定し、TYPE Bは繊維を使用していない。TYPE Aの試験体の形状・寸法および構成を図1に示す。多孔質板と繊維が雨水や結露水を吸水することで犠牲陽極の回路が形成され腐食電流が流れる。試験体は水平に対して5°に設置し、試験体裏面をシリコンシーリング材により防食することで、表面のみを検討対象とした。多孔質板の犠牲陽極作用を定量的に評価するために、ACMロガーを用いて鋼板と多孔質板の間に流れる腐食電流を10分毎に測定した。また、試験体の対象面に位置する大気腐食環境は、ACM型腐食センサの出力を10分毎に、温度・湿度センサの出力を30分毎に測定することでモニタリングした。

2.2.2 試験結果 TYPE Aの腐食電流密度*i* (μA/cm²)の経時変化を図2に示す。全ての種類の多孔質板で腐食電流が流れている。したがって、多孔質板と鋼部材の間に犠牲陽極作用が生じたと考えられる。測定期間におけるTYPE AおよびTYPE Cの総電気量*Q* (C)を図3に示す。TYPE AとTYPE Cで各多孔質板の総電気量の大小はほぼ同様の関係を示した。しかし、混合50%Al-50%Znのみ大きく傾向が異なっている。

2.3 材料の特性

2.3.1 多孔質板の特性試験 多孔質板を33×5×3mmに切断し試料とした。この試料を用いて、1) 犠牲陽極特性、2) 電気化学的特性、および3) 吸水および排水特性、の計3種類の多孔質板の物理的および電気化学的特性を検討した。なお、反応に必要な電解液として、飛来塩および凍結防止剤を考慮してNaClおよびCaCl₂の水溶液を用いた。試験結果を表-1、図4および図5に示す。静的環境下では大気暴露試験の項で既述したように自然電位が低いZnの含有量の多いものが比較的大きな反応量を示した。しかし、現段階では多孔質板

の材料および配合による犠牲陽極防食作用の反応量に有意差は無いと考えられる。多孔質板の自然電位は合金粉と比較して混合粉の方がより低く、卑な金属であった。吸水および排水特性に関しては、試験前に予め吸水させ乾燥させたものと何もしていない試料を比較すると、見掛気孔率に10%程度の開きがあった。これは、吸水および乾燥によってAlが酸化し、それによる体積膨張が気孔率に影響を与えたと考えられる。

2.3.2 繊維の特性試験 犠牲陽極作用による腐食電流を測定し導電量を検討することで、繊維の影響を評価した。試験には60×60×1mmのZn板および70×70mmの繊維を用いた。また、電解液にはNaCl水溶液を用いた。試験結果を図6に示す。犠牲陽極作用における導電量への繊維の影響は同程度であった。

3. 結論 1) 大気腐食環境における鋼部材の犠牲陽極防食技術を提案した。2) 多孔質焼結Al-Zn合金板の混合粉、合金粉およびAl-Znの配合のパラメータに着目した大気暴露試験を行うことで、鋼板と多孔質焼結Al-Zn合金板の間における犠牲陽極作用を明らかにした。3) 多孔質焼結Al-Zn合金板および吸水・保水の特性試験を実施し、物理的および電気化学的な基本特性を明らかにした。

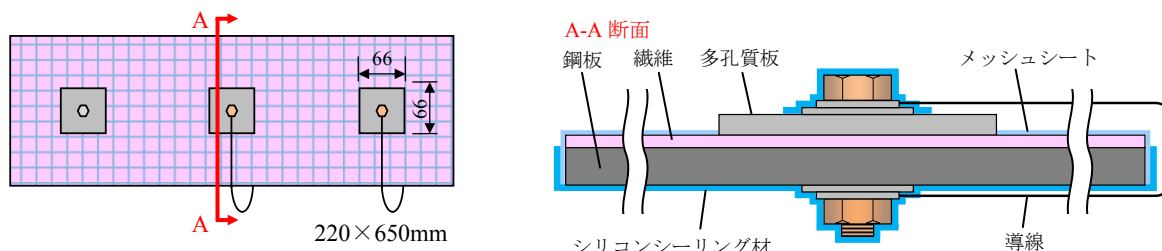


図1 暴露試験体 (TYPE A)

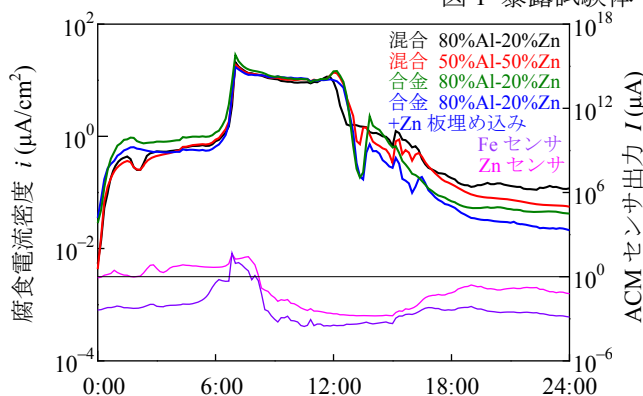


図2 腐食電流の経時変化 (2009/12/11)

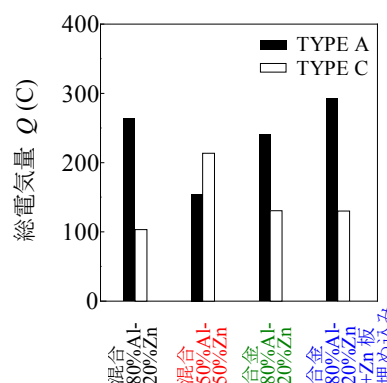


図3 総電気量比較 (2009/12/01~2010/01/24)

表-1 試料の電流密度

(a) NaCl 水溶液

種類および配合	腐食電流密度 i ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)	
	1wt%	26.4wt%(飽和)
混合 80%Al-20%Zn	55	100
混合 50%Al-50%Zn	65	140
合金 80%Al-20%Zn	50	61

(b) CaCl₂ 水溶液

種類および配合	腐食電流密度 i ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)	
	1wt%	42.7wt%(飽和)
混合 80%Al-20%Zn	52	519
混合 50%Al-50%Zn	58	767
合金 80%Al-20%Zn	46	1249

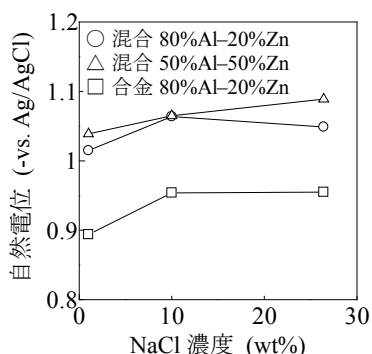


図4 自然電位

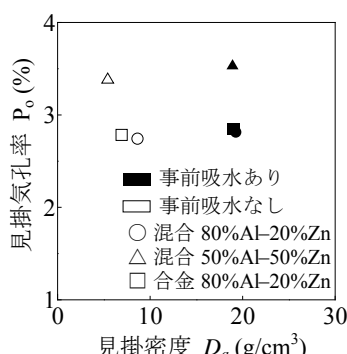


図5 見掛密度および見掛気孔率

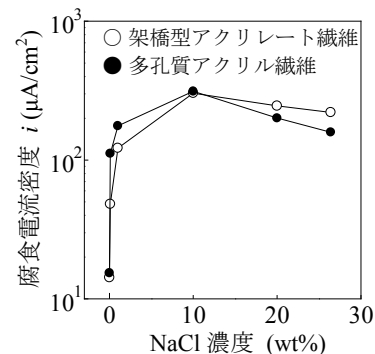


図6 電解液濃度と導電量の関係