

## 重度に腐食した鋼部材の電気化学的素地調整法に関する基礎的検討

九州大学大学院 学生会員 ○飯尾 翔磨

九州大学大学院

フェロー会員

貝沼 重信

(株)三井 E&amp;S マシナリー

正会員

石原 修二

**1. はじめに** 飛来海塩などにより無塗装耐候性鋼橋に重度な腐食損傷が生じた場合には、無塗装仕様から塗装仕様に変更されるケースが多い。しかし、耐候性鋼材の腐食生成物層は普通鋼材に比して緻密で強固であるため、従来の素地調整法で除去することは困難である。特に腐食孔底部については除去難度が非常に高い。そこで、著者らは架橋型アクリレート繊維（以下、繊維シート）とチタン板を用いた外部電源による電気化学的素地調整法を考察した。この方法には、鋼材に固着している腐食生成物を完全に還元することで、鋼素地表面にわずかな腐食反応を生じさせ、鋼素地から腐食生成物層を剥離・離脱させる電気化学的概念<sup>1)3)</sup>を用いた。本研究では、基礎的研究の位置づけとしてその剥離・離脱効果を塩類で著しく腐食した鋼板に対して、高い吸水・保水・導電機能を有する繊維シートと対極にチタン板を組み合わせて製作した試験体を用いて電気化学試験を実施した。

**2. 試験方法** 試験状況の概要図を図-1に示す。試験体は腐食鋼板の上に、繊維シートと対極を設置して製作した。腐食鋼板はブラスト処理（溶融アルミナ（モース硬度：12，JIS 粒度指数：57.8，比重：4.0），ISO8501-1 Sa2.5）した JIS G 3106 SM490A 材（70×150×6mm）（以下、普通鋼）と JIS G 3114 SMA490AW 材（70×150×6mm）（以下、耐候性鋼）を北海道苫小牧市内南側海岸から約 2m に位置する海岸線（Lat.42°35'N，Long.141°27'E）で 4 年間大気暴露した裸鋼板を使用した。大気暴露地点の大気腐食環境のパラメータを表-1に示す。繊維シートには架橋型アクリレート繊維<sup>1)3)</sup>（70×150mm）を用いた。対極にはチタン板（70×150×2mm）を用いた。腐食鋼板とチタン板は導線でポテンシヨ/ガルバノスタットに接続した。試験前に腐食鋼板のカソード分極曲線を溶液中で測定した。電解液および照合電極には 3.5mass% NaCl aq と Ag/AgCl 電極を用いた。分極速度は 0.167mV/sec とした。試験は電位を固定したときの電流値の経時変化を計測することで行った。なお、試験に先立って、繊維シートを 3.5mass% NaCl aq に浸漬させることで、飽和吸水させた。電位測定は繊維シートに塩橋の先端を接触させることで行った。そのためにチタン板を 5mm ずらして繊維シートを露出させた。また、繊維シートを鋼材に密着させるために、チタン板上にアクリルブロックを設置してチタン板と鋼板に等分布荷重を作用させた。

**3. 試験結果** 各電解液中におけるカソード分極曲線を図-2に示す。カソード分極曲線には、電極上での電荷移動の反応が律速であり、電位と電流密度が線形関係となるターフェル領域がある。この領域では外部電源から供給された電子による腐食生成物層の還元反応が律速であると考えられる。普通鋼では、ターフェル領域で最も卑な電位は -1.08V vs. Ag/AgCl であり、-1.2V vs. Ag/AgCl よりも卑な電位では電極表面に気泡が観察されたことから、安定して腐食生成物層の還元反応が生じると考えられる -1.0V vs. Ag/AgCl を保持電位として設定した。電位を -1.0V vs. Ag/AgCl に固定したときの電流密度の経時変化を図-3に示す。電流が安定していることから、繊維シートを介し

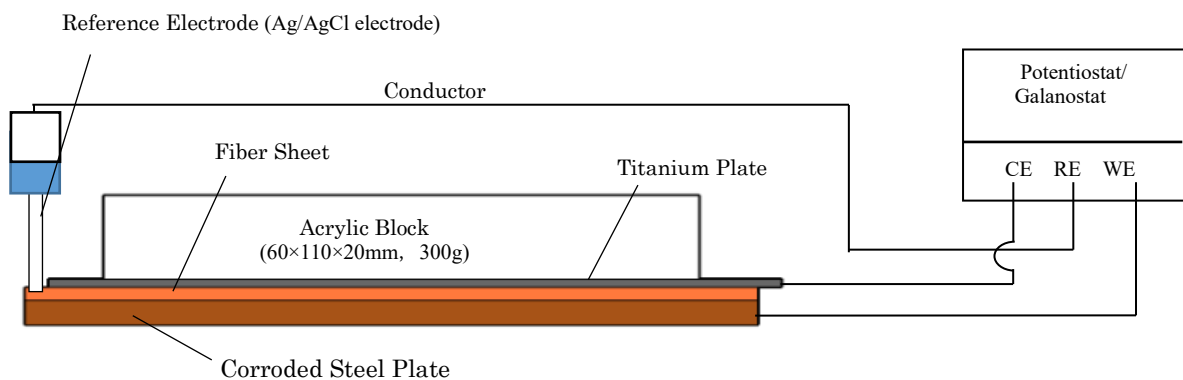


図-1 試験状況の概略図

表-1 暴露地点の大気腐食環境

Temperature (°C) (2014/11-2018/11)	Relative humidity (%) (2014/11-2018/11)	Airborne sea salt (mdd) (2014/11-2018/05)	Average precipitation (mm/day)
9.0	78.0	2.4	3.6

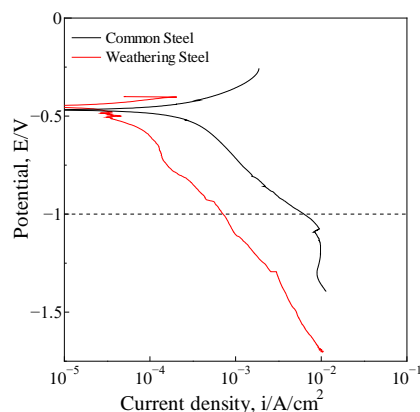


図-2 溶液中のカソード分極曲線

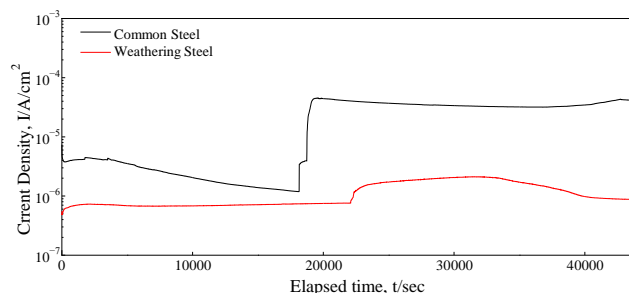


図-3 電流密度の経時変化



(1) 試験前



(2) 試験中



(3) 試験後

図-4 鋼板の外観

た電解液においても外部電源による回路が安定して形成されたとと言える。耐候性鋼板の外観の経時変化を図-4に示す。試験開始後、外部電源から供給された電子により、鋼板の腐食生成物は還元され黒色の $\text{Fe}_3\text{O}_4$ に変化し、最終的に外観上の色相は明色となり初期の腐食生成物層が剥離・離脱した。これは初期の腐食生成物層の割れを起点に、直下の鋼素地で新たな腐食が生じ、初期の腐食生成物層の密着性が低下したためと考えられる。電気化学試験後、図-4(3)が示すように、初期の腐食生成物が剥離・離脱した鋼素地には新たな腐食生成物が生じていたが、ブラスト処理で容易に除去できるものであった。したがって、本素地調整法は耐候性鋼材の緻密で強固な腐食生成物層を剥離・離脱する上で有効であると考えられる。

**4. まとめ** 1) 架橋型アクリレート繊維シートを用いることで、飛来塩環境で重度に腐食した鋼材の素地表面に対しても外部電源による電子回路は形成される。2) 重度に腐食した鋼材の素地表面に強固に付着した腐食生成物を本研究の架橋型アクリレート繊維シートと外部電源を用いた電気化学的素地調整法により剥離できる。実際の現場では、簡便な電流による管理が望ましいため、今後は、定電流下における電位の挙動について検討していく予定である。

**参考文献** 1)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. 2)貝沼重信, 土橋洋平, 石原修二, 内田大介, 兼子彬, 山内孝郎: Al-Zn 合金鑄造板と繊維シートを用いた鋼部材の大気犠牲陽極防食技術に関する基礎的研究, 材料と環境, Vol.65, No.9, pp.390-397, 2016. 3)S.KAINUMA, M.YANG, S.ISHIHARA, A.KANEKO, T.YAMAUCHI Corrosion Protection of Steel Members Using an Al-Zn Base Sacrificial Anode and Fiber Sheet in an Atmospheric Environment, Construction & Building Materials, Vol.224, pp.880-893,2019.