

酸素を遮断して腐食を防止する窒息(チョーク)工法に関する実証実験とその実用化

(一社) 日本磁気吸着工法協会	顧問	フェロー会員	安江 哲
(一社) 日本磁気吸着工法協会	理事	非会員	斉藤 清美
(一社) 日本磁気吸着工法協会	代表理事	非会員	伊川 辰茂
(株) 北未来技研	構造事業部長	正会員	○次村 英毅
本州四国連絡高速道路 (株)		正会員	麓 興一郎

1. はじめに

現在、鋼材の腐食防止対策として採用されている塗装、ライニング、鍍金、金属溶射等は、いずれも被膜を形成して酸素との接触を断つことによって腐食を防止しているが、均質で高耐久性の被膜を得るためには材料面でも施工面でも解決すべき問題が多々ある。

水中および湿潤環境中にある鋼構造物の腐食を防止する対策として、プラスチック磁石を吸着させて外部環境と遮断することにより、腐食の進行を停止させる窒息工法(チョーク工法)を研究開発し、実用化を行ったので、その概要を紹介する。

2. 新しい腐食防止対策の発見

我々は海洋鋼構造物の腐食防止対策を研究する中で興味深い現象に遭遇した。数年前に鋼製の海中構造物に写真撮影用の銘版として吸着させたプラスチック磁石(以下: ボンドマグネット)を取り外したところ、周囲は赤褐色の腐食生成物(水酸化第二鉄)で覆われ腐食が進行しているにも関わらず、下部は黒色(水酸化第一鉄)を呈していて腐食の進行が全く認められないという現象である。詳細に実態を調査した結果、ボンドマグネットを吸着させた部位は外部環境(海水)と遮断された状態になるため、表面に存在した酸素が初期の腐食作用で消費された後は、新たに酸素が供給されない状態(酸欠)になり腐食の進行が停止することが判明した。水中や湿潤した鋼板の表面では腐食は下式のように進展することが確認された。

- ① $\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$
- ② $2\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O} + 1/2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3$ (黒錆)
- ③ $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (赤錆)

即ち、大気中・水中を問わず鋼材の腐食が進行する過程では酸素の存在が不可欠の要素であり、何らかの手段を講じてその供給を阻止すれば腐食の進行を停止させられることができると考え、再度鋼製(SS400)の試験板にボンドマグネットを吸着させて海中に浸漬し、3箇月後に回収して腐食防止の状況を確認した。

その結果、**写真1**に示す如くボンドマグネットの吸着部は黒色の腐食生成物(水酸化第一鉄: ②)で覆われ、赤褐色の腐食生成物(水酸化第二鉄: ③)は認められず、試験片をそのまま放置すると黒色から徐々に赤褐色に変色して行く状況が観察され、酸素の供給を遮断することによって腐食の進行を抑止させられるという、我々の仮説が正しいことを確認した。ボンドマグネットの吸着部の鋼板の表面状態を**写真1**示す。



写真1 回収後の鋼板面の状態

3. 窒息(チョーク)工法の開発

この現象を具現化して水中部、干満帯、飛沫帯の腐食防止対策として実用化を目指す研究を開始し、鋼板にボンドマグネットを強固に吸着させて酸素、水分と絶縁する被膜を形成する方法を確立した。

キーワード 鋼材腐食、海洋鋼構造物、水中防食、窒息工法、チョークタイル、ボンドマグネット

連絡先 〒104-0061 東京都中央区銀座 7-15-8 (一社) 日本磁気吸着工法協会 TEL 03-3547-0165

水中部、干満帯、飛沫帯に構築された鋼構造物の表面に、塗膜のような均質な被膜を形成するには多額の費用、日時、技術を必要とするが、ボンドマグネットを用いることによりこれらの問題を大幅に簡素化できる。

(1) チョークタイル

開発にいたってはボンドマグネットを如何なる形状の施設にも、簡単で確実に設置できる技術を確認することに主眼をおいた。その結果、ボンドマグネットを 100～1000 mm角状に加工して表面に貼り合わせることで、対象施設に連続した被膜を形成する方法を開発し、タイル状のボンドマグネットにチョークタイルとして実用化した。チョークタイルの基本仕様を表 1 に、基本構造を図 1 に示す。

(2) チョーク工法

チョークタイルの吸着力を最大限に引き出し鋼材の表面に吸着させるためには、鋼材の表面の海生生物、腐食生成物、塗料等を除去して平滑度を確保し、サンドペーパー、電動サンダー等を用いて第 3 種ケレン程度の下地処理を施して凹凸をなくす必要がある。

なぜならボンドマグネットは厚さが 2.0 mmあり 0.5 mm以下の微細な凹凸を吸収する機能は有しているが、それ以上の高さになると密着度合いが低下して吸着力と環境遮断機能が低下するからである。

4. 実施設での適用試験

チョーク工法の腐食防止機能を確認するため、明石海峡大橋 2P 主塔基礎(海中)の鋼ケーソンの干満帯部にこのシステムを設置した。

(1) 試験場所と試験対象

試験場所：明石海峡大橋 2P 主塔基礎 干満帯部 試験対象：スキンプレート (約 1.0 m²)

(2) チョークタイルの試験仕様

チョークタイルの仕様を表 2 に示す。

(3) チョークタイルの設置状況

チョークタイルを鋼ケーソンに設置した状況を図 2 に示す。

5. おわりに

明石海峡大橋の 2P 主塔基礎の鋼ケーソン干満帯部にチョークタイルを設置して約 2 カ月経過後に取り外して鋼材面を確認したが、表面は水酸化第一鉄で覆われていて腐食の進行は認められず、取り外し後の表面状況を観察した結果、徐々に赤褐色(水酸化第二鉄)に変色する状況が確認された。

経過時間は少ないが酸素の供給を絶つことによって腐食の進行を停止させるチョーク工法が、海洋鋼構造物の有効な腐食防止対策手段になる可能性を確認した。

試験は現在継続中であり今後の推移を観察した上で、干満帯の腐食防止対策としての適用性を評価したい。また、効果が確認されれば新被覆防食工法として海洋鋼構造物の水中部、干満帯、飛沫帯の腐食防止対策として広めていきたいと考えている。

表 1 チョークタイルの基本仕様

項目	仕様	NOTE
寸法	100・200・300・500・1000 mm	正四角形
ボンドマグネット	異方性両面着磁	2.0 mm
ヨーク	SS400	1.0 mm
吸着力	1700 kg/m ²	
防錆対策	メタルガードテープ	0.2 mm

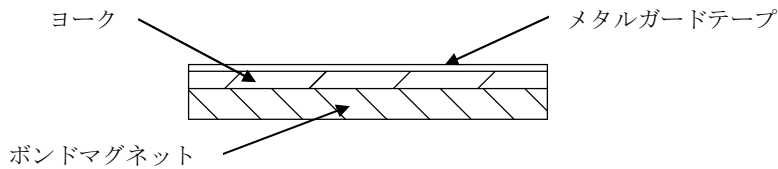


図 1 チョークタイルの基本構造

表 2 チョークタイルの試験仕様

項目	仕様	NOTE
寸法	200 mm×200 mm	正四角形
ボンドマグネット	異方性両面着磁	2.0 mm
ヨーク	SS400	1.0 mm
吸着力	68 kg/枚	

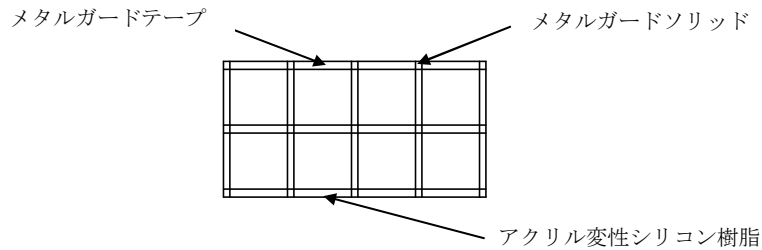


図 2 チョークタイルの設置状況