

L-12 糸状腐食 (filiform corrosion)

1. 概要

大気腐食の一種で、塗装された金属（例えば普通鋼）表面上で腐食性生物が塗膜を持ち上げつつ、糸状に進行する腐食を糸状腐食とよんでいる。糸状の先端は pH が低く、アノードサイトを形成し、鉄が2価イオン (Fe^{2+}) として溶出し、さらに塗膜を透過してきた O_2 により、 Fe^{3+} へ酸化される。カソードサイトは糸状腐食の先端の左右に形成され、ここで O_2 の還元反応が主に行われる。腐食生成物は先端の左右の pH が高いカソードサイトで生成し、糸(フィラメント)の横広がりを抑え、その幅を一定に保つ。

2. 損傷を受ける材料

塗装された次の金属材料：

鋼板、アルミニウム、亜鉛
マグネシウム、錫、ニッケル

3. 損傷機構、損傷事例

鋼板表面に、みみずがはったような跡を残して進行する糸状腐食は **filiform corrosion** とよばれる腐食であり、塗装の下地金属の腐食生成物が糸 (filament: フィラメント) 状に形成されつつ、腐食が進行する。1920 代年にすでに報告されており、最もよく見られるのは塗装鋼板の場合で、下地処理しに、薄く塗装された鋼板で起こりやすい。写真1は、厚さ $5\sim 7\mu\text{m}$ のエポキシエステル系塗料焼付け鋼板に発生した糸状腐食である。

糸状腐食の特徴は以下の通りである¹⁾。

- (1) 塗装された鋼板、アルミニウム、マグネシウム、亜鉛、錫、ニッケルなどの表面で生じる
- (2) 相対湿度が約 50～95% で生じやすい。
- (3) NaCl 、 CaCl_2 、 HCl 、 CH_3COOH などの塩分や酸が糸状腐食の誘発因子になる。
- (4) 塗膜の欠陥部あるいは金属板のエッジから発生し、表面に沿って塗膜下を糸 (フィラメント) 状に伸びていく。

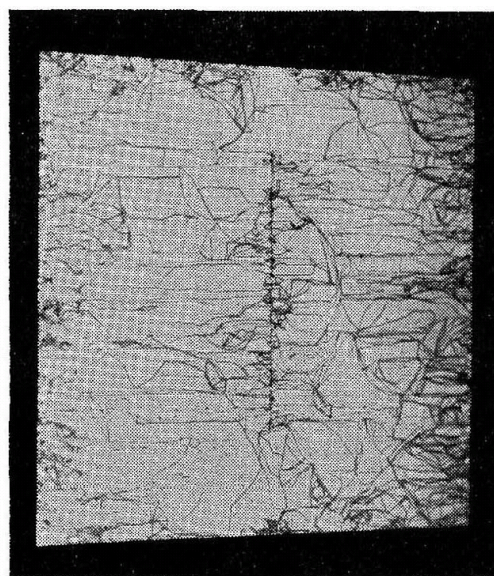
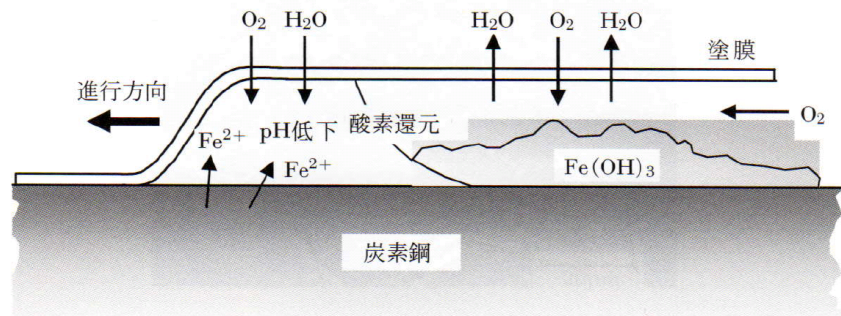


写真1. エポキシエステル系塗料焼付け鋼板上の糸状腐食 (膜厚 $5\sim 7\mu\text{m}$)¹⁾

- (5) 顕微鏡で観察すると、フィラメントの先端（ヘッド）には、腐食性生物がV字型に形成され、その内側には酸性の液体（鋼では FeCl_2 ）が存在し青色を呈する。一方本体（ボデー）には腐食性生物が堆積し、アルカリ性を示す。

以上の特徴を踏まえ、糸状腐食のメカニズムは以下のように考えられている。

図1は糸状腐食の断面図（上）と平面図（下）である。糸状腐食の先端は、pHが低いV字で囲まれたアノ



ードサイト（下図A）となり、下地（鉄）から Fe が Fe^{2+} として溶出する。アノードサイトの両側はカソードサイト（下図C）となり、 O_2 の還元反応が主に進行する。塗膜を透過してきた O_2 により、 Fe^{2+} は Fe^{3+} へ酸化され腐食性生物（ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ）

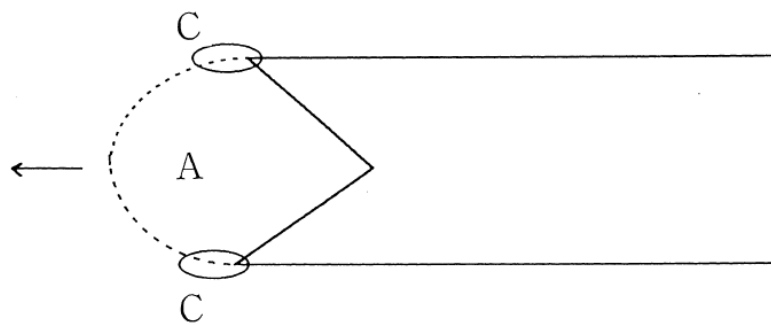


図1．糸状腐食の模式図

上：断面図、下：平面図^{2) 3)}

を形成する。腐食生成物は、pHが高いカソードサイト（C）で生成しフィラメントの横広がりを抑えその幅を一定に保ちつつ、腐食先端の進行につれて後方のフィラメント中央部に詰まってゆく。

糸状腐食のヘッドは、鋼では pH2～3 に、アルミでは pH1 になるとされている。

4. 対策

表面処理としての化成処理は糸状腐食の抑制に効果的であるが、完全に防止することは出来ない。クロメート鋼板およびステンレス鋼には糸状腐食は生じない。

5. 参考文献

- 1) 前田重義：防食技術、Vol.30、No.7、421(1981)
- 2) 最新・腐食事例解析と腐食診断法：石原忠雄監修、(株)テクノシステム発行
(2008)
- 3) 腐食・防食ハンドブック 腐食防食協会編集、丸善株式会社発行（平成 12
年 2 月）