

技術センター中丹技術支援室では、9月から11月のうちの計3回、「金属材料の腐食・防食セミナー」を開催しました。

金属材料の腐食は、製品の外観や機能を損なうだけでなく、進行すると製品の破損事故にもつながるため、防食対策はとても重要です。このセミナーでは、大阪大学大学院工学研究科 教授 藤本慎司 氏から「金属材料の腐食・防食の基礎知識」について解説していただきましたので、その内容の一部を紹介いたします。

## 1 電気化学の基礎について

海水中の鉄鋼材料の腐食等、水溶液環境での金属材料の腐食過程は電気化学反応によって進行します。図1はその腐食現象の模式図です。この図から金属(例Fe)が溶解し、さびを生成するアノード反応と酸化剤(水素、酸素)が還元されるカソード反応の2つの異なる電気化学反応が同時に進行することが分かります。

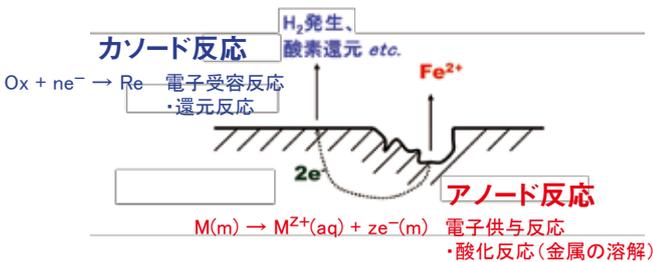


図1 腐食現象の模式図

図2に腐食反応の成立の条件を示しました。腐食反応はカソード反応の酸化剤の平衡電位が、アノード反応の金属の平衡電位よりも貴な(高い)場合に進行します。平衡電位とは電気化学反応の平衡状態、すなわち、単一の電極反応過程におけるアノード反応速度とカソード反応速度が等しい状態の電極電位のことです。一方、金属の腐食は同一電極上で生じているため、電子は電極内部のみを移動し、金属のアノード極と酸化剤のカソード極の電位は、ほぼ同じ(腐食電位)になります。また腐食速度は過電圧、すなわち各極の平衡電位からのずれに関係し、金属のアノード分極が大きくなると指数関数的に増加します。

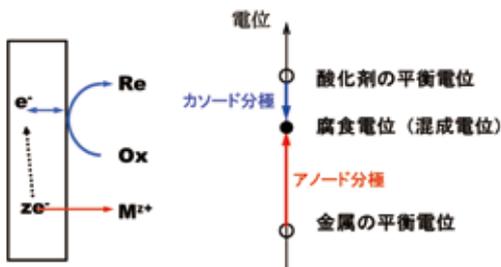


図2 腐食反応の成立条件

## 2 腐食の形態について

水溶液環境での腐食損傷の形態は、全面腐食と局部腐食に大別することができます。全面腐食は金属材料が全体に均一に腐食することです。通常、全面腐食は材料選択を正しく行い、腐食しるを設計に加味して適切に運用すれば、特に大きな問題にはなりません。一方、局部腐食は材料の表面の一部分が集中して損傷する現象で、設備機器の腐食損傷で問題になります。

局部腐食は多種多様ですが、孔食、すき間腐食、粒界腐食、選択腐食(局部的脱成分腐食)などに分類されます。腐食が局在化する原因は様々ですが、多くは材料表面に生成している保護的腐食生成物層(不動態皮膜層等)の局部的破壊が原因です。

また孔食等の局部腐食が発生するとそこに応力集中が起こり、応力腐食割れ、腐食疲労の起点にもなります。

以下で局部腐食の代表的な孔食(図3)、すき間腐食(図4)、応力腐食割れ(図5)について簡単に説明します。

### 孔食とすき間腐食

孔食とすき間腐食は、塩化物イオン等を含む水中で時間とともに拡大する腐食です。孔食には、開放型と閉塞型があり、開放型は、炭素鋼、銅、アルミニウム等に、閉塞型はステンレス鋼等の高耐食性合金に発生します。すき間腐食はガスケット、金属のすり合わせ面等のすき間面に発生し、孔食に似た発生・成長を示しますが、その腐食過程は形状により複雑になります。

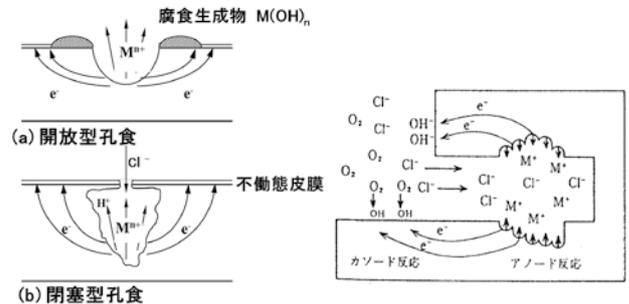


図3 孔食

図4 すき間腐食

### 応力腐食割れ

応力腐食割れは、腐食性水溶液等の湿潤環境中で材料が引張応力を受けたときに、き裂が生じて材料の破壊に至る現象です。この腐食割れは、アノード反応が局在化して起きる活性経路型(APC型)と水素が材料中に侵入して起きる水素脆化型(HE型)に大別されます。鉄鋼、銅・銅合金、アルミニウム合金等で発生します。

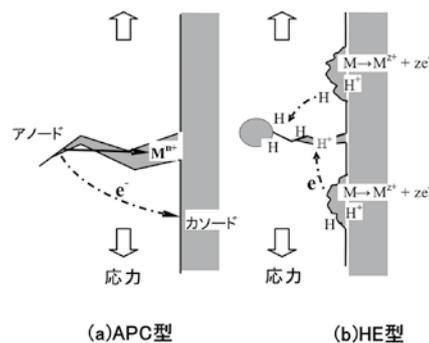


図5 応力腐食割れ