

L-17 応力腐食

1. 概要

応力下で腐食が加速される現象。

2. 損傷機構、損傷事例

応力下ではさまざまな理由により腐食が加速される要因を持っている。典型的な損傷機構として、応力腐食割れ「S-00 応力腐食割れ」がある。応力腐食割れの要因と事例は、損傷機構一覧表の腐食（SCC）で数多く説明してあるように、実際の設備で重要な問題となっている。しかし、他の腐食損傷機構（全面腐食、孔等の湿食）に及ぼす応力の影響は、それほど大きく無く、応力が実際の設備で大きな問題となることは少ない。しかしながら、応力は常に腐食の誘発・促進因子となるので、「L-17 応力腐食」では、応力の全面腐食や孔食へ及ぼす基礎的な原理について説明する。

一般に金属表面は、研磨や機械加工によってつくられた表面である。その表面はバイルビー層といわれる約 $10\sim 100\text{\AA}$ の微細な結晶質の最外層と、その下に続く厚さ $1\sim 10\mu$ の塑性変形した内層から出来ている。この層には応力が残留しており、双晶、相変態、再結晶や割れ等を生じている。

金属表面の構造と欠陥を微視的に見ると、図1のようになる。格子面上の階段がステップ(step)、その屈曲部がキンク(kink)である。このような欠陥は、エネルギーが高くて、環境側の物質と反応しやすい。このうち特に金属の溶解と関係するのは(1)転移、(2)空孔、(3)積層欠陥、(4)結晶粒界、(5)ステップ、キンク、(6)不純物、(7)吸着原子などである。これらの欠陥は腐食反応の活性点として、腐食を誘発する要因となる。応力が増せば、これらの欠陥密度も増大し、腐食を誘発することになる。

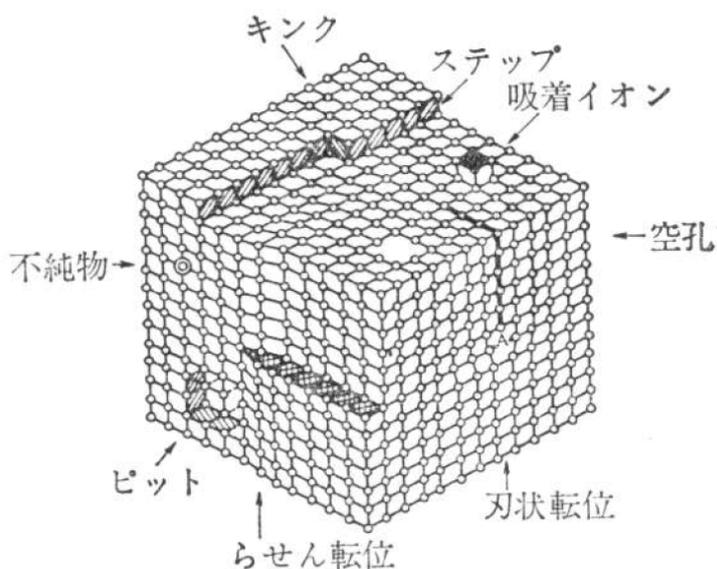


図1. 金属表面の欠陥¹⁾

表1は、加工による転位密度の変化の一例であり、加工歪の増大にしたがって転位密度が増加する。溶解における活性点は転移ばかりではないが、加工歪の増大により、溶解が加速される可能性が推測される。

表1. 加工による転位密度の変化¹⁾

処理状態		転位密度
焼	鈍	$10^6 \sim 10^7 / \text{cm}^2$
加工	$\epsilon = 1\%$	$10^8 / \text{cm}^2$
	$\epsilon = 10\%$	$10^9 / \text{cm}^2$
	$\epsilon = 100\%$	$10^{10} \sim 10^{11} / \text{cm}^2$

図2は、ひずみ速度を変化させた時の鉄のアノード分極曲線の測定結果である。ひずみ速度が大きいほど、アノード電流は増大している。カソード分極曲線がひずみにより変化しないとすると、ひずみ速度が増大するほど、自然電位は卑となり、腐食電流(金属の溶解速度)が増大することになる。

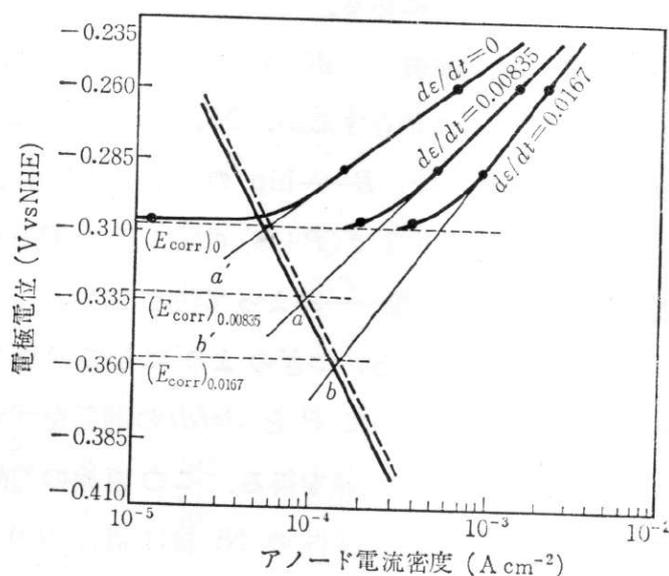


図2. 鉄のアノード、カソード分極とひずみ速度の関係¹⁾

3. 対策

実際に設備が使われている環境で、応力によって腐食がどの程度加速されるかは、材料とその使用されている環境に依存する。冒頭に触れたように、応力腐食割れを除き、全面腐食や孔食等の湿食への応力の影響は、実際に使われて

いる設備環境では、問題となるケースは少ない。

一方、表面加工の程度が腐食へ大きく影響することがある。ステンレス鋼のように不動態化皮膜で耐食性を保っている耐食材料では、表面加工の程度が不動態化皮膜の健全性に影響を与え、荒い仕上げ加工は耐食性を損なうことがある。最終仕上げの研磨は、なるべく細かい研磨紙で、丁寧に行うことが望ましい。

4. 参考文献

- 1) 金属の塑性と腐食反応：大谷南海男著、産業図書株式会社発行（昭和 47 年）