

(633) 油井管継手部の硫化物応力腐食割れ特性に及ぼすスズ、亜鉛メッキの影響

新日本製鐵(株) 八幡技術研究部 ○坂本俊治 山本一雄

1. 緒 言

油井管の使用環境は近年のエネルギー事情を反映して厳しさを増している。特にH₂Sを含むガス、油井の開発が挙げられる。このような環境で要求される油井管の使用特性の1つに耐硫化物応力腐食割れ(SSC)性がある。本研究はH₂Sを含む環境での油井管継手部のSSCに関するものである。継手部のSSC特性を左右する因子の1つとしてネジ面の表面処理(Sn, Znメッキ)が挙げられる。本報ではSn, ZnメッキのSSC特性に及ぼす影響について小型SSC試験及び電気化学的実験により検討した結果を述べる。

2. 実験方法

試験材としてAPIグレードのP-110を用い、SnあるいはZnメッキ(10μm厚)を施して供試した。腐食液はNACE液を使用した。小型SSC試験としてはシェル型3点曲げ試験を行い、電気化学的実験としては、腐食電位、分極曲線、水素透過速度の測定を行った。

3. 実験結果と考察

(1) Sn, Znメッキは両者共SSC特性を大きく改善する。即ち、素材のSc値 5.5×10^4 psiに対し、Znメッキ材は $Sc \approx 9 \times 10^4$ psi, Snメッキ材は $Sc > 12 \times 10^4$ psiとなる。

(2) 腐食電位の経時変化測定によりNACE液中でのSn, Znメッキ皮膜の安定性を検討した。結果をFig.1に示す。Snメッキ皮膜は30日以上浸漬でも腐食電位は変化せず安定である。これはSnがNACE液中で安定な硫化物保護皮膜を形成するためと考えられる。一方、Znメッキ皮膜は5~7日間の浸漬でZnの電位からFeの電位に移行する。これはZnメッキ皮膜が侵食され地鉄が露出してくることを示唆している。同様のことは水素透過実験結果においても認められた。

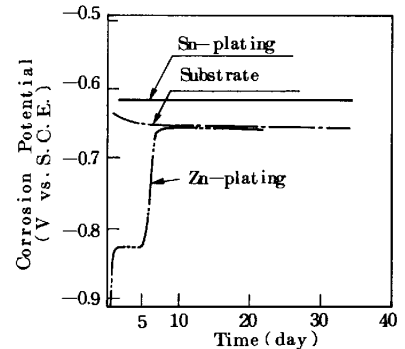


Fig.1 Corrosion potential-time curves of substrate (P-110), Sn-plating and Zn-plating in NACE solution.

(3) 分極曲線の測定結果から、Snメッキ皮膜はアノード、カソード両反応を抑制し経時的に変化しないのに対し、Znメッキ皮膜は当初カソード反応を抑制するが時間経過と共に復極することがわかった。この事は上記(2)項を裏付ける。

(4) 地鉄露出によるSSC特性への影響について部分メッキ試験片を用いて検討した結果をTable 1.に示す。Snメッキ材の場合、地鉄露出面積比よりも応力集中部での地鉄露出の有無によって割れが支配されるのに対し、Znメッキ試験片の場合は応力集中部の地鉄露出の有無よりも地鉄露出面積比の影響を受ける傾向がある。

4. 結 論

Sn, Znメッキ材のSSC発生条件を推定すると、Snメッキ材の場合ほとんどSn皮膜が溶解しないため地鉄に達する深い切欠状のメッキ疵等がSSC発生条件となるのに対し、Znメッキの場合はZn皮膜がNACE液中で容易に侵食されること自体がSSC発生条件となる。

Table 1. Relation between SSC performance and exposed substrate area or position of plated specimen.

Illustration of partially plated Shell type specimen	Area ratio	Estimation	
		Sn	Zn
	0.06	●●●●	○○○○
	0.02	●●●●	○○○○
	0.02	○○○○	○○○○
	5.8	○○○○	○○○○
	7.0	●●●●	○○○○
	7.0	○○○○	●●●●

○: No-failure, ●: Failure

σ_{AP} : Sn plating; 12×10^4 psi, Zn plating; 8×10^4 psi

*) Area ratio = $\frac{\text{Exposed substrate area}}{\text{Plated area}}$