以上の式を要約すると次式のようなものである。

この機構から、なぜニトロエタンが抑制剤として働かないかは説明できるが、これの促進剤としての作用の説明はできない。それは金属表面への吸着の段階で表面に化学吸着した水素原子の再結合を抑制する作用に起因するものとも言える。

文 献

- 1) R.H. Anderson, E.R. Allen & P.A. van der Meulen: *Corrosion*, 17, 437 t~440 t (1961)
- 2) F. Feigl: *Spot Tests II*, p 192. Elsevier Publishing Co., New York (1954)
- 3) J.B. Niederl: *Micro Methods of Organic Analysis*, p. 273. John Wiley and Sons, New York (1942)
- 4) H.H. Uhlig: *Trans. AIME*, 140, 387 (1940); L.S. Darken & R.P. Smith: *Corrosion*, 5, 1 (1949); R.T. Davis, Jr. & T.J. Bultler: *J. Electrochem., Soc.*, 105, 563 (1958)
- 5) D.J. Cram & G.S. Hammond: *Organic Chemistry*, p. 442. McGraw-Hill Publishing Co., New York (1959)

洋上施設の保守計画(メキシコ湾では防食対策が死活問題)*

R. L. Davis**

洋上の盤井施設は数百万ドルの投資であるから、当然合理的な費用で海水と海気に対する防食策を講ずることが一大関心事となる。会社は専門業者または社内の専任者を置いて、塗装の補修、電気防食工事、台風の被害に対する補修などを行なっているが、この仕事は実施要領によっては非常に高価なものとなる。たとえば、メキシコ湾上でサンドブラストと塗装の作業をすると稼働時は1日千ドル、まち時間は1日700ドルになるから、塗装やサンドブラストのできない日を他の作業に当てることが望ましい。30~50%のまち時間が出ると補修工事は非常に不経済なものとなるが、S社の体験では保守計画が適切であれば、あまり不経済にならずにすむのである。

保守と防食の計画

S社は有効で経済的な方法を検討した結果、専従者を

置いて専用の設備を使用することにした。その設備は表1の通りである。専従者は調理人1名を含む7名からなり、10日稼働5日休養の制を採り、6人が順繰りに4人が作業し2人が休養することにした。1日の実働は12時間、事情が許せば作業中の洋上施設に宿泊する。従ってよほどの悪天候でない限り、サンドブラストや塗装はできないでも、電気防食装置の補修、切断した締め具、手スリ、甲板の補修などを実施している。

表1 洋上施設整備班の装備

基本装備	
2	250 CFM 台付ロータリーコンプレッサー
2	500 /b 容量のサンドブラスト用压力容器
2	サンドブラスト用管、ノズル等一式
2	5ガロン容量のアジテーター付塗料圧力吹付機
1	タッチアップ用の2qtの圧力吹付機
1	150 A の移動式溶接機
1	酸素アセチレン溶接兼切断機
以上のほかに、アルミ製足場台、電纜、スプレーガン、空気用管、砂用管、工具類、以上を格納運搬する容器、65 ft の小船、移動居住区、温水タンクとポンプ付の発電機室、清水タンク、燃料タンク、発受無線設備、その他の関係装備を備えている。	

* 訳者：花田政明（日本防蝕工業株式会社）

** The Superior Oil Co., Lafayette, La.
(原文) Offshore Maintenance Program-Corrosion Prevention Vital in Gulf of Mexico. *Mater. Prot.*, Vol. 6, No.1, 40~42 (1967) Jan.

この人員で 27 の洋上施設 (West Cameron から Eugen 島まで約 120 マイルにわたり陸上から 40 マイルも離れた所に散在している) の補修を十分に果している。

作業計画

施設を補修する前に作業の概要を決定する。この決定には、実施すべき塗装法、電気防食施設の補修または改良事項、その他悪天候時になすべき機械的な補修作業が含まれている。

専従者の長には毎日、サンドブラスト、塗装その他に要した時間、天候、塗料や砂の使用量などを記録させる。この報告を見ればだれでもなにゆえある施設には 60 日を要し別の施設では 100 日を要したかが一目でわかる。もちろん作業の量よりも質を重視して、決して不完全な下地処理のままで塗装を行なうようなことはしない。

塗装方法

試みた塗装の種類は次のように多種多様である。

抑制剤入りグリース、アスファルト塗料、コールタール塗料、加熱エナメル、塗覆装、自硬性のフェノール、自動車用の下塗り塗料、焼付け塗料、油性塗料、ビニル塗料、最近は無機系と有機系の含 Zn 塗料、エポキシ系、タールエポキシ系も加えた。

S 社は社内に塗料の選別と試験をする設備がある。最初はある洋上施設の飛沫帯 (メキシコ湾の平均水位 + 4 ft) に試験片を 1 ヶ年間さらし、これに合格したものを実用実験に供する。これらの試験結果と過去 4 年間の体験を総合した結果、最良の方法は自硬性無機系 Zn 塗料を 3~5 mil 塗り、6~8 mil の二液性エポキシをかけてさらに 1~2 mil のアクリル塗料を施す方法であった。

この方法は作業がやさしく密着性がすぐれ、蒸気で洗浄も可能な上にタッチアップも容易である。またアクリルの薄膜は光沢も色彩もあせないし、洗浄も容易なうえにエポキシが白堊化したり色あせたりするのも防ぐ。

海中面 (船やバージの底など) は +10 ft の所まで無機系 Zn 塗料の上にコールタールエポキシを施したものが非常に好結果であった。無機系塗料とコールタールエポキシとの密着性が不十分なこともしばしば生ずるが、その多くは湿気によるものである。一般に 85% 以上の湿度で塗ってはならない。80% 以下の湿度が望ましい。またコールタールエポキシで痛んだ面の補修や上塗りをすることは非常に困難である。

いかなる塗料でも、その下地処理と塗装方法が正しく実施されることが最も大切である。

Zn の“ドブヅケ”は、内部の格子床、梯子、手すり、その他実用しやすい所には採用している。従来の体験によると、海面から +10 ft 以上のところなら、ドブヅケ

の部品は 18 年経ても良態を維持している。

電気防食法

外部電源方式の電気防食施設ももちろんこの管理に属している。

社内の技術者がその設計、施工、検査、補修、保守のすべてを実施する。

電源がある施設では、整流器と黒鉛、鉛銀、白金-チタンの電極を使用する外部電源法が採用される。

建造時に適正な取付法が講ぜられた 3" 径 × 60" のグラファイト陽極は保守も容易で経済的でしかも耐塩性のすぐれた最も良い方法の一つである。図 1 にその取付例を示した。原理的には、保持具は長さ 20 ft、内径 4 in の PVC 管からなり、下半分の 10 ft には多数の 1 in 径の

図 1 洋上施設の外部電源陰極防食装置で、鋼杭の飛沫帯に取り付けた陽極保持具を示す。写真はまた飛沫帯防食のため、モネル製さやの取付状況を示す

孔が設けてある。下端は絶縁材料で密封し、上の半分 10 ft (モネル被覆部に相当する所) は波浪や貝藻類から保護するため鋼管内に納める。底の凹み (コップ状) を構造物に溶接した 2.5 ft の支柱にはめて、締付具や錨を用いて現場で固定させたうえ、黒鉛電極にリード線のついたものを上から落としこむ。この形式の保持具は 12 年以上数回の台風を受けたが満足に作動している。

黒鉛電極 3" × 60" は 10~12 A の出力で 3~4 年の寿命がある。

鉛銀は 15~20 A/ft² の電流密度で使えて寿命も長い。しかし台風時などの波浪に弱いので支持法がむずかしい。

鉛銀線そのまま、またはロープでつり下げることになれば発生電流密度が高くとれるので有利である。陽極を海底から 2 ft くらい離してつり下げたものは、最高の成果を示している。

白金被覆の Ti 陽極は、小さく造れるので直接鋼杭に固定できるから耐波浪や機械的には非常に強くできる。

普通 1/4 in (6.5 mm) 直径の棒状の適宜の長さのものを使うのであるが、1/4 in × 15 in (6.5 mm × 380 mm) の白金被覆 Ti 棒を 200 A/ft² の電流密度で 3.5 年余り経過したものが大多数である。この陽極はメキシコ湾流の強い所で使っているため表面に発生する Cl ガスは流

されるから陽極や陽極保持具を害することは全くない。陽極は外径 27/8 in, 長さ 2.5 ft のファイバーグラスエポキシ管に納めリード線取付部はプラスチック管の内側にエポキシを流し込んで固め、陽極のある管端部は溝を切

って海水に接しうるようにしてある。他の端部にはネジ型を鑄形して外径 27/8 in, 長さ 30 ft の鋼管に締め付ける。図 2 にはこの取り付け個所が 3 個ある。これは古い構造物に取り付けたものであるが、その耐液性は実績により確認された。以上詳しく述べた外部電源法によって水深 68 ft までの洋上ではすばらしい分極と防食の効果をあげている。最近の水深 200~300 ft に及ぶ場所の施設で海底の泥土中まで十分効果を及ぼすためには陽極を 14 ft 以上深い所に設ける必要が出てくるであろう。

Cu/CuSO_4 照合電極で 1.1~1.2 V に分極させると、表面に平均海面から 3 ft も上まで著しい石灰質被膜ができることが判明した。これは満潮時と波峯がおおう期間に生成するが、この部分の防食には有効に働く。低潮時に平均水面まで塗装を実施するとこの 3 ft の間は両方の効果が重複する。従って両者の組合せにより飛沫帯の防食は完全に実現される。

犠 牲 陽 極

電源の利用できない個所には、犠牲陽極を採用している。その材料として Mg, Zn, Al がある。15 年以上の理論寿命を考えて非常に大きな Zn や Al の陽極を使用している会社もある。1,000 lb の重さのものまであり、

図 2 洋上施設から水中に伸ばして取りつけた 3 本の白金クラッドチタン陽極を示す。陽極はガラス繊維補強エポキシパイプの中に組込んである。パイプは、底部に孔をあけてあるから、海水は陽極と接触するようになっている。

直接接の各部材に分散させて溶接している。新しくできる施設には犠牲陽極も当然考える必要がある。特に水深 200~300 ft で洋上 100 マイルも離れた施設に対してはその必要がある。

計算通りの寿命があるものであれば、ガッシリ溶接させた構造は、その後の保守がはぶけるので初度費用の増大は十分報いられることになる。

S 社は電源のない少数の施設に Mg や Al 陽極をつり下げているが、最大の欠点は波浪に弱いことである。

100 lb の Mg 陽極は分極していない鋼材に対し 7~8 A を発生し Cu/CuSO_4 で 1.1~1.2 V に達した鋼材には 2~4 A の出力がある。その寿命は約 1 年である。同様に 100 lb の Al 陽極は初期に 4 A, 後には 0.95~1.00 V に達した鋼材に対し 1~2 A の出力を保つ。表 2 にこれらの性能の概要を示した。

表 2 洋上施設防食計画用の犠牲陽極性能

陽極材料	回路電位 (Cu/CuSO_4)	有効電位差 ΔV	発生電流効率 lb/A-yr
Mg	1.55	0.70	17.5
Al	1.12	0.27	15
Zn	1.10	0.25	25

注 ΔV (有効電位差) は -0.85 V (Cu/CuSO_4 基準) に分極された鋼材に対する値

ま と め

要するに、十分に管理された要員を配置して下地処理の正しい鉄面に適正な塗装を実施すべきであり、これを経済的に運営するためには、電気防食施設の補修や改造、施設の簡単な修繕工事（手すり、締付け具、甲板など）を天候の良くない間に実施させるのがよい。

水中部分は塗装せず電気防食を実施するが、最大の難題は波浪、台風などで破壊されないようにすることである。

正しく操業され管理された保守計画は常に施設を最善の状況に維持できる。不完全な管理によって腐食を放置し、台風や波浪によって破壊されたものに大修理を施したり取り替えたりするよりははるかに経済的にもまさる。