

新たな防錆技術の提案

1. はじめに

我が国の高度経済成長期に建設された多くの大型プラント設備は、既に経年が30年を超過し、設備の劣化が問題となっており、多くの技術者が昼夜を問わず設備保全に従事しているのが実態である。その反面、以前にも増して、高い信頼性・稼働率が要求されるようになり、更に長い年月に亘って、信頼性を損なうことなく合理的な設備の維持管理が求められている。

設備は、経年に伴い腐食や劣化が進行するが、プラントの機能を損なわないような保全が必要である。特に、ほとんどのプラント設備は、沿岸地区に建設されるため、必然的に塩害の厳しい環境下に日夜曝されることになる。このように厳しい設置環境の高経年設備に対しては、その都度メンテナンスする対処療法では、プラント設備の信頼性を確保することは困難である。

特に、設置環境的に不可避であるサビに対しては、一般的には、塗料などによる接着被膜を形成する防錆処理が施されるが、再塗装時に劣化した接着被膜を除去することは

容易ではない。特に複雑な形状の設備に対して、これらを完全に除去することは困難であり、かつ再塗装の防錆効果は新塗装に劣るとい課題がある。

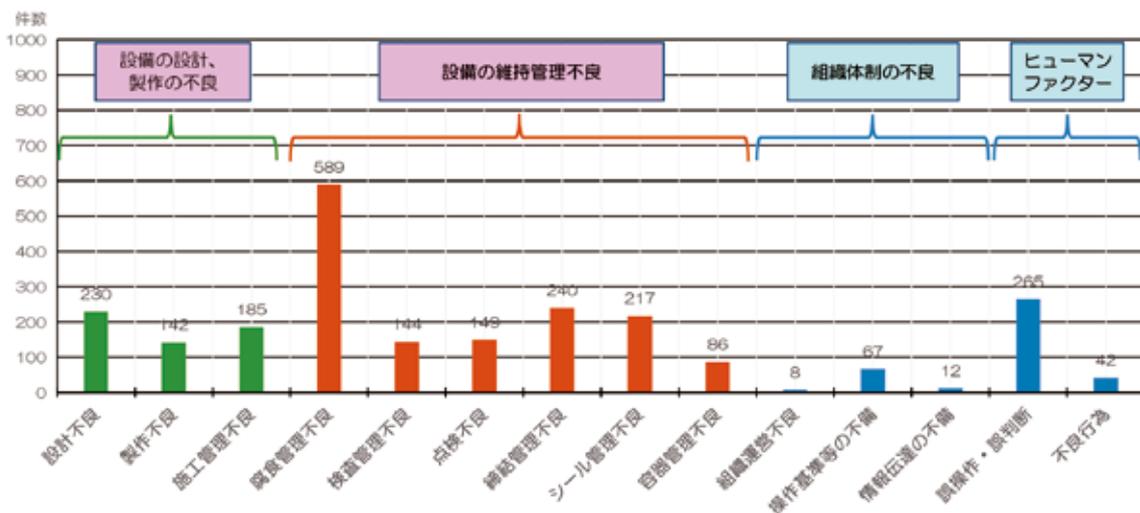
東京電設サービス(以下、当社)では、海外でも実績のある熱可塑性樹脂を用いた新たな防錆技術・工法を2013年より導入し、様々な設備に対して合理的な機能維持に寄与しており、以下にその概要を報告する。

2. プラント設備事故の現状

経済産業省 産業保安グループより開示されている、2013年～2018年に発生した高圧ガス設備の原因別事故件数をFigure1に示す。

設備の維持管理不良による事故が全体の約60%である。このうち、腐食管理不良が卓越して多く、全体の約25%を占める。

腐食防止には、従前より、塗装による防錆が汎用的に適用されているものの、保全対策として必ずしも十分に機能していない可能性が示唆されている。



経済産業省 高圧ガス関係集計資料(その他分類を除く)平成30年12月末現在

Figure1 2013～2018年 高圧ガス事故の原因別による分析 N=2376

3. 新たな防錆材料の特徴

新たな防錆材料をボルトに適用した場合のイメージをFigure2に示す。塗装による防錆施工とは異なり、熱可塑性プラスチック高分子ポリマーによって構成された材料により対象物を包み込み、材料に含まれている油を自らしみ出すことによって長期防食が可能であり、以下の特徴がある。

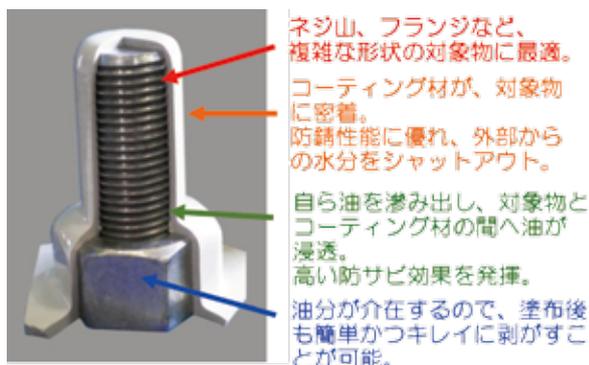


Figure2 ボルト防錆イメージ

- 半永久的にサビを抑制！
油がしみだす特殊材料で、優れた防錆効果を発揮。定期的にメンテナンスすることで、対象物を半永久的に使用し続けることが可能である。
- 沿岸部や海上等の厳しい環境でも安定した防錆効果を発揮！
塗装では短いインターバルで再施工を要する厳しい環境でも、安定した防錆効果を発揮するため、ライフサイクルコストの削減が実現出来る。
- 短時間で施工！飛散防止養生も簡易！
塗料と比較して材料が飛散しないので、簡易な養生で施工可能である。また、硬化時間は約3分と短いため、養生時間を大幅に短縮可能である。
- ケレンが難しい複雑な形状にも最適！
対象物を丸ごと油で包み込むため、第3種ケレンでも十分な防錆効果を発揮し、ケレンが困難な複雑な形状への施工に適している。
- 簡単に剥がせる！だから開放検査が容易！
コーティングはカッターで簡単に切断することが出来、キレイに剥がせるため、開放検査時にも短時間で容易に検査が可能である。
- 余寿命診断技術により、最適な補修時期を提案！
当社独自の余寿命診断技術(※)により、防錆効果を最大限に引き出し、最適な再施工時期を提案可能である。
※特許第6051276号「油含浸樹脂膜の余寿命診断方法」

- 高い絶縁性能！感電防止策としても応用可能！
電気絶縁性能が53kV/4mmと高く、形状を選ばず施工が出来るため、感電防止措置としての活用も可能である。
- 環境にやさしい材料！
有機溶剤や有害な化学物質を使用していないことから、環境にやさしい材料である。

4. 防錆装置

現場施工時に使用する装置をFigure3に示す。



Figure3 防錆装置本体

融解装置本体
(融解量12kgタイプ)

- ①融解装置本体
(融解量5kgタイプ)
※5kgタイプは、H&Sデモカーにて紹介¹⁾
- ②吹付けホース(10m:融解熱電対入り)
- ③コンプレッサー(吹付け圧力可変用)
- ④材料チップ(10kg/缶)

5. 施工事例

- ①湾岸駐車場消火配管へ適用
定期配管改修(3年→5年)期間延伸並びに駐車利用者抑制迷惑時間短縮対策して採用。
(塗装3度塗り(3日)→防錆施工(1時間))



Figure4 施工前(配管工事後)

施工後

- ②定期的な開放検査時の時間短縮
定期的にフランジ部(赤丸)の開放検査の際に、塗料と違い短時間(1日→1時間)で開放出来ること、かつ既存締付けトルク確認が的確に出来ることで採用。



Figure5 開放フランジ部施工前 開放箇所のみ塗布

③既存設備の廃止期間までの延命化法方策

設備廃止計画があるが、その期間中サビの進展遅延と設備維持、並びに完全固化しないため、緊急時でも開閉操作可能であること。更に手ケレン(火気厳禁区域)の利点を活かし採用。



Figure6 塗布前 塗布後



Figure7 スピンドル部防錆 塗布後(固化しないので操作可能)

④材料の電気絶縁性能による感電防止措置

材料の電気的絶縁性能を活かし、工事期間中作業箇所と充電部の離隔確保が厳しいことから、一時的な感電防止対策として採用。

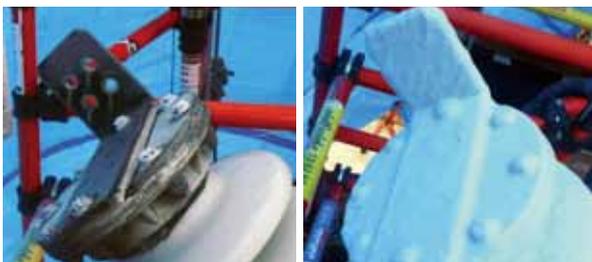


Figure8 充電露出部 塗布前 塗布後

⑤長大吊り橋ハンガーロープ定着部への適用

ハンガーロープ定着部(ワイヤーと橋の支点部)の防錆としてワイヤー内部へグリス状の防錆剤注入後、更にその外面の被覆防錆として採用。



Figure9 ワイヤー表面の形状に合わせた、浸漬装置を開発した外面被覆防錆工法(当社特許技術)

6. 防錆効果付き樹脂キャップ(FITCAP)

お客さまのお困りごととして、

- ・ボルトナットがサビてしまう
- ・大型機材を持ち込まないで防錆は出来ないか
- ・異なるボルトサイズ、アンカー類が複数現場に取り付いているが、金型を製造しないでキャップ作製出来ないか
- ・ネジ山がサビついて動かなくなったボルトナット切断に苦慮している
- ・緩みが気になるけど、ダブルナットの締結は煩わしいなどのお客さまの声を活かしたオーダーメイドの防錆キャップ(FITCAP)を開発

①一般電気設備の架台部への適用

周囲環境条件により、ボルトナットの劣化進行が速いため、防錆キャップを採用。



Figure10 左 取付け前
中 ナット側の防錆キャップの設置状況
右 アンカーボルトの防錆キャップの設置状況
(いずれもお客さま設置)

②橋梁上部のワイヤー支持ボルトナットへの適用

定期的に支持ボルトナット緩み確認を行っているが、既存キャップの金型もなく、新規作製では高額となることから、

金型作製費用低減と防錆維持観点から分割型防錆キャップを採用。



Figure11 左 M42サイズ既存キャップを撤去したところ、一部サビ発生
右 分割型の防錆キャップの設置状況(お客さま設置)

③高速道路など電光表示盤基礎部ボルトナットへの適用
設備管理者より、設備維持管理規則の改正により定期的に支持ボルト探傷試験が制定され、試験に際し頭頂部の研磨を行うが、次回測定までのサビ防止と継続測定時の精度向上、更に簡単に開放出来、道路規制時間の短縮が出来る点で防錆キャップを採用。



Figure12 左 基礎支持ボルト(土中または気中)
中 探傷試験時に頭頂部研磨し測定
右 探傷試験終了後、防錆キャップの設置状況(お客さま設置)

7. 各種試験結果

材料使用に際し、社内・材料メーカーの各種試験結果を以下に示す。

①中性塩水噴霧複合サイクル試験(JIS H8502準拠)をFigure13に示す。

試験条件は、新品ボルト 120サイクル(40日間)



Figure13 試験状況 防錆塗布あり 塗布なし

②中性塩水噴霧試験(JIS Z2371準拠)をFigure14に示す。
試験条件は、予めサビさせたボルト3264時間(136日)



Figure14 試験状況 防錆塗布あり 塗布なし

防錆塗布ボルトは、防錆油の置換により黒色化しているが、サビの進展は抑えられている。塗布なしは、ネジ山が溶けている状況であることが判る。

③材料メーカーによる浸漬試験

Table1 耐薬品など浸漬試験【試験期間：6ヶ月】

試験液	状態変化	試験液	状態変化
20% 硫酸	影響なし	水酸化ナトリウム	表面浸食
20% 塩酸	影響なし	アルコール	やや軟化
20% 酢酸	やや軟化	キシレン	不適合
20% アンモニア	影響なし	メチルアルコール	不適合
20% リン酸	影響なし	エタノール	不適合
水道水	影響なし	ディーゼルオイル	影響なし
精製水	影響なし	ガンリン	軟化・膨張
海水	影響なし	マルチンソブチルケトン	不適合

④材料メーカーによる材料性能公的試験

Table2 熱可塑性樹脂 E170 色：グレー

試験項目	試験方法	判定
難燃性試験	UL94 (水平法)	HB
難燃性試験	UL94 (垂直法)	V-2
絶縁破壊電圧測定	JIS C2110-1	52.7kV (5回平均)
高分子衝撃試験	JIS K7111-1	6.2kJ/m ² (9回平均)
熱分析試験	JIS K7121	136.9℃
透湿度試験	JIS Z0280:1976	43g/m ² /・24H (3回平均)

⑤製品安全データシート(SDS)

熱可塑性樹脂 E170 2011年4月1日作成済み

⑥余寿命診断サービス

当社では、現場設置後定期的に少量採取し、独自の管理手法(特許取得)で材料分析することで、現状の防錆材料性能や、再施工時期を予測が出来る。劣化予想グラフ(イメージ)をFigure15に示す。

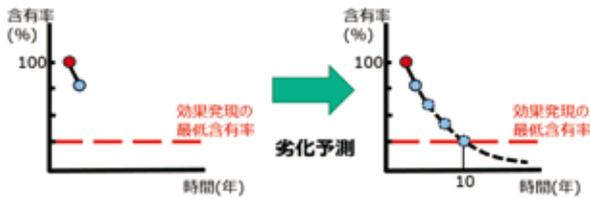


Figure15 劣化予想グラフ

8. おわりに

新たな防錆技術については、当初、電力設備延命化・効率化を目的に導入致しましたが、サビに関するお悩みは、設備に関係なく社会全体の問題であることは言うまでもありま

せん。

株式会社バルカー殿のH&S事業「シールエンジニアリングサービス(防錆施工)」に当社の防錆技術加えて頂いて活動しており、これからも株式会社バルカー殿並びにお客さまの課題解決に取り組んで参りたいと思います。引き続きご支援を賜りますよう、よろしくお願い致します。

東京電設サービス株式会社 HP <http://www.tdsnet.co.jp/>

9. 参考文献

- 1) 野々垣 肇:バルカー技術誌. No.34、29(2018)



三栖 達夫

東京電設サービス株式会社
地中事業本部副本部長
(現埼玉センター長)