

外面腐食 対策ガイド

設備ユーザーのための
外面腐食研究会編



－目次（大項目）－

本ガイドの骨子「実用的な外面腐食対策」の提案 3

1. 設備の外面「保温材下腐食（CUI）」の網羅的検出の必要性と本ガイドの特徴 4
2. 効果的な検査計画に基づく「保全サイクル」構築の提案 6
3. 配管外面 CUI「腐食発生速度」の実用的基準と検査視点の提案 7
4. 「保全サイクル」構築による検査軽減 9

第1章 外面腐食管理 15

1. 外面腐食対策ガイドの対象範囲 16
2. 保温材下の外面腐食とは 21
3. 外面 CUI 対策の管理サイクル 26
4. 実行の体制づくり 33

第2章 外面腐食検査 計画・実行 37

1. 外面腐食検査計画策定の概要 38
2. 検査計画 61
3. 検査実施 65
4. 検査記録 68
5. 履歴（データ）管理 70

6. 配管外面腐食検査計画・検査実行の参考例 72
 [技術資料 A] 外面腐食「発生可能性」推定の考え方 79
 [技術資料 B] 配管の保温材下外面腐食検査データ解による腐食発生要因、進行速度の調査 81
 [技術資料 C] 目視検査のポイントと判定基準 89
 [技術資料 D] 外面腐食の教育制度事例 96

第3章 検査結果の評価と補修・改善・更新 107

1. 検査結果の評価と活用 108
2. 補修・改善・更新計画（処置・対策）の立案 113
3. 補修・改善・更新の実施 118

第4章 設計への反映 133

1. 外面腐食を考慮した設計のポイント 134
 2. 土建 134
 3. 機器 135
 4. 断熱 140
 5. 塗装 148
 6. 設計施工管理 151
- <巻末資料> 155

『外面腐食対策ガイド』策定にあたって

日本国内に立地する多くの道路、港湾、橋梁、発電施設、ガス施設、環境対策施設等の社会資本系施設、さらにはコンビナート等の製造施設や貯蔵施設等において、「設備の高経年化」が大きな課題として顕在化している。

それらは、例えば高圧ガス保安協会が発表している、高圧ガス製造施設の事故件数が年々増加していること、その原因として経年劣化事例が多いことなどからも明らかといえよう（第1章「外面腐食管理」を参照）。

このように顕在化した経年劣化の中でも、環境要因によってもたらされる設備の外面腐食は、劣化要因が技術的には明確でありながら、管理方法が極めて難しい問題として、各社が独自の対応を行ってきた。そして、各社ごとのノウハウを構築して今日に至っている。

しかしながら、例えば内容物を保有する設備・容器や配管などでは、外面腐食の進行によって設備が劣化し、これが内容物の漏洩をもたらし事故に直結する危険性があり、より一層の厳格な対応が必要となる。とくに危険性が高い場合は、全面検査を余儀なくされ、莫大な必要経費が経営を圧迫している。

とりわけ、配管等の断熱施工設備では、断熱解体・再施工、足場組立・解体等の費用が検査費用そのものに比較して圧倒的に大きく（例えば検査自体の費用は、全費用の10%程度などの記事が発表されている）、建設時には予想だにできなかった費用が発生している。

また、外面腐食を原因とする設備寿命を技術的に見ると、腐食が設備板厚を貫通し内容物が漏洩するものから、腐食部位が内圧や外力による応力に耐えられなくなり破壊する場合など多岐にわたり、問題を複雑化している。

さらに、高圧ガス保安法下等の設備については、当然、法を遵守しているが、各プラントが管理している設備にはそうした法規制の下にはないものも数多い。むしろ、その方が数は多いのだが、そこで予想していなかった腐食が発生している。

法の遵守は当然のこととして、そのような一般設備におけるの保全を含めた、総合的な外面腐食対策が求められているといえる。

●「設備ユーザーのための外面腐食研究会」の発足

こうした設備高経年時代のプラントメンテナンスに対処するため、社団法人日本プラントメンテナンス協会では経営リスク最小化に向けた設備管理の体系的な研究として、「経営に資する戦略的保全マネジメントシステム（MOSMS / Maintenance Optimum Strategic Management System）の構築」研究を行ってきた。現在は、網羅性と経済性を両立する技術の選択を行うための「設備総点検プログラム」策定研究に進んできている。

この研究の中で、保全の技術に対しては「最新保全技術研究会」（豊田利夫主査）において調査研究を行い、その第4部会では静止機器に関する保全問題を取り上げて活動してきた。この部会内に、上記の状況に鑑みて各社の情報交換を主目的とした「設備ユーザーの外面腐食懇話会」が2007年に発足した。この懇話会が、議論の深まりとともに「設備ユーザーのための外面腐食研究会」に発展した。

議論の焦点は、技術だけに留まらなかった。いかに経済的にも最適な技術を選択すればよいか、各社とも悩んでいることがわかった。そのため「設備ユーザーのための外面腐食研究会」は、「技術的にも経済的にも最適な対策であるために、保全に立脚点を置いた外面腐食対策のガイドラインづくりを目指す」活動を開始するに至ったのである。その意味で、本ガイドは「設備総点検プログラム」策定研究の最初の成果である。

●参加企業の共通認識

全国横断的なガイドライン作成にあたって、研究会参加企業の各社に共通する課題を整理すると、以下のような「設備ユーザーとしての共通の認識」が浮かび上がってきた。

① RBI、RBM、FFSなどの米国 API (American Petroleum Institute / 米国石油協会) 発等の考え方が海外検査基準として整備され続けている。その特徴は理論面の重視であり考え方は大いに参考になる。しかし、社会的な背景が異なる日本の企業がこれまで、日々取り組み成果をあげてきた「PDCA 管理サイクルに基づき、現場の事実を反映する手法」とは異質である。このため、そうした理論を参考にしながらも日本独自の方法を生み出す必要が生じている。

重大事故件数の推移等では、欧米よりも日本の方がよい実績をあげてきており、また、プラントの設置環境、それを支える現場力および経営環境などから見ても、そうした欧米の「手法」を直接適用することは現実的ではない。

② さらに、すでに公開されている API などをベースとした保温材下腐食 (CUI) 発生可能性の推定方法 (テクニカルモジュール) による劣化現象の発生可能性の推定精度は、必ずしも十分とはいえない。発生要因や腐食加速要因の明確化についての課題も残されている。

一方、国内の実情としては、過去に作成されたガイド類が実際のプラントに反映しきれてはいない。

③ 個々の企業の現場で独自に行っている検査・解析評価・補修・更新判断は、それぞれに適切であると判断し実施されている。しかし、適切さを評価するためのデータが少なく、予測精度が十分なのかについて、どの企業でも疑問を感じてきた。また、経済的に必要最小限の投資であるかどうかの判断が難しく、汎用的な「規準」と「手法」が望まれてきた。外面腐食は、一社だけのノウハウで解決できる課題ではなく、全国津々浦々までの共通課題である。かつ経済競争のための機密情報とは言い難いから、互いに情報交換がしやすい。このことは、国内汎用化の促進材料といえる。

④ 外面腐食対策については、設計技術・材料力学・腐食原理等の各々の面から技術的な解決策が見出されているが、実務的な「保全の仕組み」としてまとめられていなかった。このため知見が一般化せず、知識が高度な技術者の範疇にとどまってしまうがちであった。

⑤ 中でも配管外面の CUI は、上記の検査費用に占める間接費用が膨大であることや種々の事例報告からも明らかなように、プラントを有する各社共通の重要課題であり、配管外面 CUI によるリスクの大きさが各社の大きな負担となっている。

リスクに応じて、適切な検査を適切な範囲や部位の優先順位を決め、かつ適切な時期に対策を実施できる技術の確立が求められている。

⑥ 高圧ガス設備以外の数多い設備においても、老朽化に伴う外面腐食対策が深刻化している。CUI 検査だけでなく、補修や更新も含めた総合的で実際的な保全の仕組みが必要である。

●『外面腐食対策ガイド』作成の視点

以上の共通認識のもとに、保全現場での活用に真に有効なガイドライン作成を、次のポイントで目指した。

- ① 技術だけでなく、より経営的に説得力を持つ「保全」に立脚点を置いた外面腐食対策のガイドラインを目指す。
- ② 日本を代表するといえる参画企業のメンバーのコンセンサスを得ながらガイドラインを構築する。このことにより、「日本の標準のガイドライン」としての位置づけを目指す。
- ③ 現場に受け入れられることを主眼とし、現場で直ぐに活用できる技術標準（フォーマット類等）となるようなガイドラインを目指す。

これらを満たすために、以下の切り口から取り組むことになった。

- ① 設備を最も知っている担当者から見て「あるべき姿」を形として表す。
- ② 外面腐食を管理する大きな流れ（手順・管理サイクル）や要素技術・管理方法を明らかにする。
- ③ 最も大きな問題となっている配管外面の CUI に対し、参加企業の実際のプラントから実データを収集・解析する。これにより、配管外面 CUI の「腐食発生速度」の実用的規準と検査視点を提供する。

各社の献身的な努力により完成した『外面腐食対策ガイド』は、見事に当初の目標を満たすものとなった。

なお、活動の当初から研究会内で合意していたことは、完成したガイドラインは資料として公開するが、プラントの実データなどの個々のデータは研究会メンバーのみの共有とした。このことで、逆に各メンバーから生々しい腐食データの収集と解析が可能となったことを申し添えておく。

●『外面腐食対策ガイド』の内容

本ガイドは、次の6つのパートから成っている。

① 本ガイドの骨子「実用的な外面腐食対策」の提案

この「骨子」は、エンジニアだけでなく経営者がぜひとも認識すべきこととして、コンパクトにまとめたものである。外面腐食対策を網羅的かつ経済的に実施するための骨子として、本ガイドの提案を受け止めていただきたい。

② 第1章 外面腐食管理

とくに問題となっている CUI について概説し、外面腐食の総合的な管理サイクルがどのようにあるべきかを述べた。

③ 第2章 外面腐食検査 計画・実行

とくに CUI に対する検査計画に対し、有効な重要度設定と検査方法を網羅した。「腐食発生速度」の実用的規準と検査視点を提供できたことが大きい。また、専門的な検査だけでなく、目視検査についても豊富な写真・図表で判定基準を例示した。〔技術資料〕も充実している。

④ 第3章 検査結果の評価と補修・改善・更新

検査結果を受けて、どのような考え方で対策を実施するかを具体的にまとめた。補修・改善・

更新については、豊富な写真・図解ともに、施工上の注意点まで盛り込んでいる。

⑤ 第4章 設計への反映

より恒久的な対策をとる場合または設備を新設する場合、検査や補修・更新で得られた知見をどのような視点で織り込んでいくかを、豊富な図解とともにまとめた。ここでは、とくに施工上の管理も大きな視点となっている。

⑥ 巻末資料

主に、CUI検査(第2章)と補修・更新(第3章)に関連する技術的な資料を収録した。とくに、腐食速度が大きい設備は特徴を有しており、腐食が発生し対策した事例をここに数多く集めてある。

本ガイドは、この初版発行以後も定期的にフォローを行い、最新データに基づいた内容を装備することで、より適切なガイドラインの確立を継続的に行うことを考えている。

外面腐食問題に直面している、または今後直面されると思われる全てのプラントのエンジニアはもとより、設備を有する企業の経営者や多くの関係団体に有効に活用されることを望む。

2010年9月30日

「設備ユーザーのための外面腐食研究会」主査 佐藤信義(旭化成株式会社)

「設備ユーザーのための外面腐食研究会」委員

(会社名 50音順)

主査 佐藤信義* (旭化成株式会社)

委員 中原正大* (旭化成ケミカルズ株式会社)

金子公之 (旭硝子株式会社)

永井裕久*、郷之原豊、足立和秀 (JX日鉱日石エネルギー株式会社)

里永憲昭 (昭和電工株式会社)

辻祥一 (新日鐵化学株式会社)

戸田勝彦* (住友化学株式会社)

山下勝哉*、三笥哲郎、野口秀樹、小森一夫、森山拓 (三井化学株式会社)

植村司、永溝久志、宮崎修治 (三菱化学株式会社)

*：ガイド編集委員およびワーキンググループ長

事務局 四道広、若槻茂、樽見清蔵 (社団法人日本プラントメンテナンス協会)