

調査・研究報告書の要約

書名	平成20年度生産システムの設備診断と設備保全に係わる国際標準化報告書				
発行機関名	社団法人 日本機械工業連合会・財団法人 製造科学技術センター				
発行年月	平成21年3月	頁数	152頁	判型	A4

[目次]

1. 調査概要
2. 設備保全技術の現状と課題
 2. 1 ヒアリング調査
 2. 1. 1 自動車産業
 2. 1. 2 総合化学産業
 2. 2 メンテナンス効果評価
 2. 2. 1 序論
 2. 2. 2 O&Mを統合した運用計画の策定
 2. 2. 3 試作システムの重油直接脱硫装置への適用
 2. 2. 4 結論
3. 保全に関する国際標準化活動の状況
 3. 1 欧州標準化機関とメンテナンス技術委員会について
 3. 2 調査対象規格名
 3. 3 調査実施
 3. 3. 1 保全の重要業績評価指標について
 3. 3. 2 具体的指標（抜粋）例と各々の意義について
 3. 3. 3 保全に関する重要評価指標の選択と活用の方法について
 3. 3. 4 TPM指標からの考察
 3. 4 保全作業員の能力要件と認定について
 3. 4. 1 当該規格設定の趣旨
 3. 4. 2 適用範囲について
 3. 4. 3 保全作業員認定に関する3つの能力レベル

- 3. 4. 4 保全作業員必須知識に関する3つのレベル横比較
- 3. 5 調査のまとめ
 - 3. 5. 1 保全を取り巻く環境
 - 3. 5. 2 保全標準としての意味付け
 - 3. 5. 3 保全標準化がもたらす人材育成と人材流動化への影響側面
 - 3. 5. 4 国・企業間における情報交換
- 4. ISO18435 の概要
 - 4. 1 ISO18435 の開発状況
 - 4. 2 ISO18435 パート1 の概要
- 5. 事例に基づく ISO18435 の有効性評価
 - 5. 1 切断工程
 - 5. 2 水処理プラント
 - 5. 3 ソフトウェアメンテナンスのケース分類
 - 5. 3. 1 日本と欧米のメンテナンス
 - 5. 3. 2 ソフトウェアメンテナンスのケース分類
 - 5. 3. 3 まとめ
- 6. まとめと今後の課題

[要約]

本調査研究は、生産システムの設備診断および設備保全活動に関して、我が国の製造業の実情に適した技術と主張を盛り込んだ国際標準の提案を実施するため、我が国で行われている設備診断技術を含む設備保全技術の調査、欧州規格を中心とした調査、切断工程、水処理プラント、及びソフトウェアのメンテナンス等についての検討を基に、それらに必要な情報を整理・体系化し、設備保全の情報モデルを作成した。

1. 調査概要

生産システムの設備診断および設備保全活動に関して、我が国の製造業の実情に適した技術と主張を盛り込んだ国際標準の提案を実施するため、我が国で行われている設備診断技術を含む設備保全技術の調査を基に、それらに必要な情報を整理・体系化し、設備保全の情報モデルを作成した。

設備診断技術を含む設備保全技術の調査の一環として、運転と保全の連携等について先進的な活動を行っている自動車製造会社、化学産業界へのヒアリング調査を行い、我が国の最新の設備診断技術、設備保全技術を把握した。また、このような保全活動の効果を

評価するための評価技術と、それに基づいた運転と保全を統合した計画システムの検討を行った。

I S O 1 8 4 3 5 パート 2 のユースケース標準原案作成のため、切断工程、水処理プラント、及びソフトウェアのメンテナンス等について、検討を行った。

TC184/SC5/WG7 の国際会議に出席して、設備保全の標準原案を作成した。

2. 設備保全技術の現状と課題

2. 1 ヒアリング調査

本調査は、I S O（国際標準化機構）で実施している設備診断と設備保全に関する国際規格作成の事業に我が国の意向を反映させるために行うものである。そこで、我が国における先進の設備診断技術や設備保全技術を有する事業所をヒアリング調査し、その現状と今後の展開及び要望等を把握する。ヒアリング調査先として次の 2 つの産業の工場を選択した。

- ・組み立て加工工程がメインの事業所：自動車産業
- ・プラント系の事業所：総合化学産業

2. 1. 1 自動車産業

自動車産業は、以下のように設備保全の標準化への期待を持っていると理解した。

a. システムモデル

- ・システムモデルについて、製造ラインとしてコンセプト、I / F の明確化の為に必要性を認める。
- ・A D I D 図（アプリケーション統合ダイアグラム）で追浜工場では、特に重点が置かれているのは「D1.2 – 状態監視、診断、品質監視」である。保全ではモニタである。デバイスにも関心がある。生産計画とは、受注生産量を関連部門からヒアリングして生産計画を想定して保全計画を立案している。
- ・情報及び関連するアクティビティをすることでモデルに近い統合化が可能と思われる。つまり、意識的に統合化したシステムモデルに基づいた設計、保守を実施していなくても工場の現場レベルでの積み上げとトータル生産計画とのすりあわせを蓄積することにより標準化したシステムに整理されていくと思われる。

b. 制御機器

制御機器はA D I D 図（アプリケーション統合ダイアグラム）で「D0.2 – デバイス、機器、ソフトウェア、ドキュメントなどの同定と配置」に位置しており、トラブル情報の内容、伝達方法の規格化が期待されている。

自動車工場の保全の現場では、現状は、

- ・ 製造現場を中心に回す。
- ・ 生産に支障を与えるという観点でロボットが保全対象の中心である。
- ・ 生産情報を基本に、故障情報が付加されている。

ということがわかった。

2. 1. 2 総合化学産業

総合化学産業のA社を調査した。

A社では、化学物質を取り扱う事業者として、化学製品の開発・製造、流通、使用、最終消費を経て廃棄に至る全てのライフサイクルにわたって、「環境・安全・健康」を確保し、活動の成果を公表し、社会とのコミュニケーションを行っており、この活動をRC（Responsible Care：責任ある配慮）活動と称している。

A社のRC活動には、環境保護、保安防災、労働安全衛生、化学品安全、品質保証、RCコミュニケーションを含んでおり、自社内の活動だけではなく地域社会との関わりを重視した活動も行われている。

その成果として、保安事故は9年間ゼロ件、労災や環境トラブルは目標以下に収まる減少傾向にある。

ヒアリングによって化学工場の運転と保全の一端を以下のように確認した。

- ・ コンビナートでは原材料の流通を近隣各社で相互に行っているため、生産計画を自社の都合だけで決定することは難しい。
- ・ 保全計画においても、自社の都合だけでプラントを止める検査を計画することが難しい。
- ・ 運転管理部門、設備管理部門、保安管理部門は常に連携をとって、安全操業に注力するとともに、運転と保全両面からのPDCAで、無事故無災害の操業に取り組んでいる。
- ・ 点検は、日常点検、通常検査、定期検査の3種類あり、検査する内容や担当者の役割が決められている。
- ・ 発見された故障や異常などは、不具合DBに登録することで情報共有と進捗管理が行われ、さらに保全管理システムで一括管理されている。
 - ・ 実績の評価に基づく保全計画や内容の見直しが適時行われている。

2. 2 メンテナンス効果評価

2. 2. 1 序論

生産費コストに対するメンテナンス費用の割合が大きい石油精製プラントの中の重油直接脱硫装置を例にとりあげ、オペレーションとメンテナンスを統合した運用計画の

策定を支援する提案システム、および、その試作システムを重油直接脱硫装置に適用した例を検討した。

2. 2. 2 O&M を統合した運用計画の策定

運用計画を評価する際に用いる期待影響度評価の方法と、提案システムの概要について説明した。

2. 2. 3 試作システムの重油直接脱硫装置への適用

提案システムの一部を試作したものを重油直接脱硫装置に適用した例を述べた。以下、重油直接脱硫装置の特徴、対象劣化・故障モードのモデル化、設定条件、評価結果と考察の順に説明した。

2. 2. 4 結論

オペレーションとメンテナンスの統一的な効果評価に基づき、設備の最大活用を実現する O&M 計画の決定を支援するシステムを提案した。

提案するシステムの一部を Visual Basic を用いて試作した。

試作システムを重油直接脱硫装置に適用し、試作システムの有用性と改善すべき点について考察を行った。

3. 保全に関する国際標準化活動の状況

設備診断・設備保全に係る国際標準と、そのメンテナンス業務の向上と改善に対する効果などについてどのように意義があるか、特に欧州規格を中心に調査した。

メンテナンスの潮流として、メンテナンスがいかにか収益に貢献しているかが評価される傾向にある。そこに向けて設備管理においては、管理情報の一元化、プロセスの効率化、標準化の促進、さらには状態監視、保全管理等のメンテナンス機能・要素の組合せによるビジネスの最適化への関心も高まっており、これらを念頭において調査を進めた。

3. 1 欧州標準化機関 (CEN) とメンテナンス技術委員会について

CEN が保有する Standard database のうち、メンテナンスそのものを扱う技術委員会が 6 つ存在する。そのうち生産設備に直接関係する 5 つの保全規格を対象としたが、内容確認の結果、2 つの保全規格について重点的に調査を実施した。

3. 2 調査対象規格名

調査対象規格名称は以下の通りである。

- ・ 保全の重要業績評価指標 BS EN 15341 : 2007
- ・ 保全作業員の能力要件と認定 PD CEN/TR 15628 : 2007
- ・ 保全用語 BS EN 13306 : 2001

- ・保全に関する文書 BS EN 13460 : 2002
- ・保全契約の作成に関するガイドライン BS EN 13269 : 2006

3. 3 調査実施

前記の対象規格の各々についてその規格内容とその解釈による規格の解説とメンテナンス業務の向上と改善効果への意義などについて考察した。

3. 3. 1 保全の重要業績評価指標について

評価指標規定の狙い、適用範囲について、保全のパフォーマンスについて、目標としての意義、重要業績評価指標の構成等について論じた。

3. 3. 2 具体的指標（抜粋）例と各々の意義について

コスト面での重要評価指標、技術面での重要評価指標、組織体制上の重要評価指標等について論じた。

3. 3. 3 保全に関する重要評価指標の選択と活用の方法について

保全管理指標を特徴づける目標の設定と適切な指標の選択について論じた。

3. 3. 4 TPM 指標からの考察

装置系産業の代表的な評価指標、加工組立系産業の代表的な指標、TPM 自主保全、計画保全活動の評価指標の例を掲げ、TPM 活動評価手法の考察を行った

3. 4 保全作業員の能力要件と認定について

保全の重要評価指標に関する調査につづいて、保全作業員の認定（15628 : 2007）規格について調査した。

3. 4. 1 当該規格設定の趣旨

欧州の保全規格設定の主旨について論じた。

3. 4. 2 適用範囲について

保全に係る業務遂行に対して、上記で示した作業員の能力レベル及び能力発揮に伴う知識レベルを当該規定の設定範囲としている。

3. 4. 3 保全作業員認定に関する3つの能力レベル

保全技能者、保全監督者、及び保全管理者に分けて、それぞれ認定書、教育システム、及び認定にあたっての基本条件、さらに細部にわたる要件が示されている。それらの解説を行った。

3. 4. 4 保全作業員必須知識に関する3つのレベル横比較

保全管理者、保全監督者、保全技能士の3階層をこれまで述べてきた必須知識を階層横並びで示し、各階層間の必須知識レベルから、能力・責任の相違について論じた。

3. 5 調査のまとめ

「メンテナンス業務の向上と改善に対する効果」として「保全標準としての意味付け」「人材の育成と人材の流動化への影響側面」「国・企業間における情報交換にもたらす影響側面」の3つの観点でまとめを記述することの説明。

3. 5. 1 保全を取り巻く環境

わが国の製造業における保全を取り巻く象徴的な環境について整理した。

3. 5. 2 保全標準としての意味付け

欧州各国間、企業間における保全水準向上への加速化の期待、保全標準化によって期待される可能性等について解説した。

3. 5. 3 保全標準化がもたらす人材育成と人材流動化への影響側面

保全標準化がもたらす人材育成と人材流動化への影響側面や個人のキャリア開発について論じた。

3. 5. 4 国・企業間における情報交換

標準化の側面の一つとして情報交換の意義について解説し、次に情報交換のしくみ作りの必要性を論じた。

4. ISO18435 の概要

4. 1 ISO18435 の開発状況

設備診断とメンテナンスの規格である ISO18435 の開発経緯の説明。本規格は、MIMOSA の活動をもとに ISO/TC184/SC5 に提案され、2004 年 4 月に NP が承認された。ISO/TC184/SC5/WG7 において本規格案を審議している。

4. 2 ISO18435 パート 1 の概要

国際標準案 "Industrial automation systems and integration — Diagnostics, capability assessment, and maintenance applications integration — Part 1: Overview and general requirements" (ISO/DIS 18435-1) が、診断、能力評価、保守アプリケーションと、生産、制御、他の製造作業のアプリケーションを統合する際に用いられる統合手法の集合を定義するものであることの説明。

5. 事例に基づく ISO18435 の有効性評価

5. 1 切断工程

加工物をコンベアにのせて、カッターで2つに切断する切断機を事例として作成し、ISO18435で定義されるAIRD(Application Integration Relationship Diagram)とAIME(Application Interaction Matrix Element)に適用して有効性を評価した。

5. 2 水処理プラント

ISO18435 で提案されている Application Domain Integration Diagram (ADID)、Application Integration Relationship Diagram (AIRD)とこれらに基づく AIME、ADME を用いて実際のプラント保全タスクの記述が行えるかどうかの検討を行った。

5. 3 ソフトウェアメンテナンスのケース分類

5. 3. 1 日本と欧米のメンテナンス

日本と欧米でのメンテナンスに対する考え方の相違点についてまとめた。

5. 3. 2 ソフトウェアメンテナンスのケース分類

今後の「生産システム」のメンテナンスを考える上では、「部品交換」など、これまで一般的に考えられてきた物理的な「ハードウェア」に対するメンテナンスのみならず、「ソフトウェア」に対するメンテナンスも大きなポジションを担っているといえる。

5. 3. 3 まとめ

生産ソフトウェアのメンテナンス事例をまとめるために必要な、メンテナンスのケース分類をヒアリングを中心として行った。その結果、特に重要な6つのケース分類を抽出することができた。今後はこれらのケースに対して具体的なメンテナンス活動をモデル化していく必要がある。

6. まとめと今後の課題

本調査研究においては、生産システムの設備診断と設備保全に関して、まず国内の先進的な工場として加工組立系の代表である自動車組立工場と、装置系の代表である総合化学工場の実態を調査した。加工組立系の特徴は、その劣化・故障モードおよびその原因の多様性にある。設備のストレス耐性と運転負荷の関係から、設備には年齢を経るにつれて様々な劣化・故障モードが現れる。加工組立系の設備は、装置系に比べて一般に構造が複雑であり、また設備の寿命も比較的短いために、設備ライフサイクルの中で、同様の問題が繰り返し現れるというより、新しい問題が次々に発生する傾向がある。これに対応するためには、設備の稼働状況を常に把握し、不具合の兆候を速やかに検知し、その根本的な原因を究明し、対策を打っていけるような体制を構築することが必要である。その中心となるのは、設備の稼働状況から設備の状態を的確に判断するための情報システムであり、特に、設備の運転情報と保全情報を統合的に管理し、迅速な問題の発見につなげていくためのシステムの構築がキーとなる。

一方、装置系の生産設備においては、もちろん時間を経る中で新たな劣化・故障モードが現れてくるということもあるが、加工組立系と比較すると発生する劣化・故障モードは

ある程度予測し管理することができる。しかし、問題は劣化進行速度の予測である。遅すぎて事後保全にならないような、かつ早すぎて無駄が出ないようなタイミングで処置を行うことが課題となる。このためには、計画的に保全を実施する中で、その時々設備の状態を把握し、それから劣化進行速度を予測し、次の保全計画につなげていくことが重要となる。これには、運転と設備状態の変化を蓄積するとともに、顕在化する不具合をデータベース化し、劣化進展予測や保全計画に活用できるようにするための情報システムが重要である。

このように、劣化・故障への対応という観点から、運転情報と保全情報の統合的管理の重要性が指摘できるが、運転計画と保全計画の調整という面でも運転と保全の情報交換は重要である。ヒアリング調査では、加工組立系においても、装置系においても、基本的には生産スケジュールが優先され、その制約の元に保全計画が作成される。特に装置系では、プロセスが連続しているために、個別に設備を停止することができず、また、コンビナートでは、製品を供給している他社への影響も考えると、保全のタイミングには、強い制約が出てくる。いずれにせよ、保全計画は、運転管理部門、安全管理部門との密接な連携の基に作成されており、そのための情報交換が重要となる。

ところで、上記のような先進的な工場においては、保全の重要性が十分認識され、生産効率化のために運転と一体となって行われるべき活動として保全が位置づけられるようになってきている。このような中で、保全の効果を経営面から評価することの重要性も指摘されるようになってきた。本調査においても、そのような議論の一例として、石油精製プラントにおける重油直接脱硫装置を例にとり、保全の効果を評価するためのシステムと、それに基づいた運転と保全を統合した運用計画の策定例を示した。

このように生産システムにおける保全の重要性が理解されるようになり、またその管理技術も確立してくる中で、標準化の必要性も高まっている。本調査では、保全に関する標準化活動について、まず、EN 規格の調査を行った。EN 規格には、保全に直接関係するものが 5 種類制定されているが、本調査では、そのうち保全の重要業績評価指標（EN 15341：2007）と保全作業員の能力要件と認定（CEN/TR 15628：2007）について、保全業務の改善に対する効果の視点から検討をおこなった。本規格の内容は、実務的かつ基本的なものであるが、これらをあえて規格にするということは、EU 全体の生産技術のレベルアップに取り組む姿勢として学ぶべき点と思われる。

最後に、保全情報に関する標準である、ISO1845 について、その開発状況、パート 1 の概要、および、この規格の有効性を評価するために作成したユースケースについて述べた。すでにヒアリング調査の部分で述べたように、生産の効率化のためには、運転と保全を統

合管理することが重要性であり、そのための情報交換の仕組みに関する基本的な枠組みを与えるものとしてこの規格は意義がある。現在、パート 1 がようやくまとまった段階で、具体的な内容の評価については、パート 2、パート 3 の完成を待つ必要がある。

以上のように、本調査研究では、生産システムにおける設備保全の現状調査から、運転と保全に関わる情報の統合的管理の重要性を明らかにし、また、生産システムにおける保全の重要性の認識から標準化活動が広がりつつあることを確認し、さらに、その中の ISO18435 については、標準化活動への積極的な関与の状況を示した。保全に係る ISO 規格としてはこの他にも、例えば、ISO13374 として機械の状態監視と診断のためのデータ処理と通信および表示に関するものもあるが、これまで、保全に関する標準の数は非常に少ないのが実情である。したがって、現段階としては、まずは保全に関する標準の開発を積極的に推進していくことが必要と思われる。しかし、これらの ISO は、それぞれ異なった TC で個別に審議されていて、保全技術に関する規格を統一的に扱うような体制になっていない。今後、保全技術の体系が確立していく中で、標準がばらばらに作られていくとその整合性が問題になる可能性がある。生産システムの設備保全について、保全技術体系に沿った標準化が行えるような体制作りも今後検討していく必要がある。



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

<http://ringring-keirin.jp/>

