

Management System Supporting Reliability of Equipment



北村 秀樹
Hideki Kitamura
千葉製鉄所 設備技術
部設備技術室



福本 雅一
Masakazu Fukumoto
水島製鉄所 設備技術
部設備技術室 主査
(主席掛長)

要旨

設備保全管理システムは、データに裏付けされた理論的な設備管理への展開を狙って、設備診断システムと融合した形で開発され、保全コストの低減、設備の安定稼働を実現した。さらに厳密な機械精度の管理を実現しつつ、設備信頼性を大幅に向上させて、迅速な判断・アクションを可能にするスタッフ支援システムを開発した。また、システムの操作性を飛躍的に改善して、設備管理業務の効率化を実現した。

Synopsis:

An equipment maintenance management system has been developed with the purpose of the evolution of a theoretical equipment management by data endorsed. The equipment maintenance management system realized reduction of maintenance costs and stable operation of equipment with an equipment diagnosis system. Furthermore, equipment reliability has been improved rapidly while realizing strict machine precision, and a staff support system has been developed to make quick judgement and immediate maintenance actions possible. And also, operational user-interfaces have been progressed, and consequently, the efficiency of equipment managing work loads has been improved.

1 緒言

鉄鋼設備は、巨大かつ複雑な装置で構成されている。このため、ひとたびトラブルを生じると復旧に長時間を要するだけでなく、生産能力の低下や品質上の問題を生じる。また、トラブルを繰り返すと、品質の競争力をも失う。したがって、トラブルを未然に防ぐための設備管理は、非常に重要である。

設備管理における保全の方法には、破損後に取り替える事後保全 (BM: break down maintenance)、定期的な時間経過で取り替える時間基準保全 (TBM: time based maintenance) あるいは、設備の状態を監視しつつ交換を行う状態基準保全 (CBM: condition based maintenance) がある。これらは、設備の劣化パターンや劣化予測の容易さ、あるいは設備の重要度によって使い分けられている。

当社においては、設備診断技術による予知技術の進歩にともなって、状態基準保全の比率が高まっている。しかしどの設備にも重厚な保全を実施できるわけではなく、最も合理的な設備管理が実現されなければならない。また、その設備管理は、その時点で最適な保全が実施できるよう、個々の専門技術やシステムに優れていなければならない。同時に、全体が系統的かつ効率的に行われている必要がある。

当社の設備保全管理システムは、最適な保全の実現を目的として、

定量化されたデータを取り込むよう構築されており、1980年代において管理精度の向上や、保全コストの低減・設備の安定稼働を支えていた。しかしながら、千葉製鉄所第3熱間圧延工場に代表されるように、操業の連続化や高速化あるいは設備の高精度化に重要性が増してきており、従来の設備保全管理システムでは対応しきれなくなってきた。

本稿では、設備の信頼性を支える設備保全管理システムの全体像と、それにおいて迅速な解析により判断・アクションを可能としたスタッフ支援システム、効率的な設備管理の実現に向け操作性を飛躍的に向上させた開発事例について述べる。

2 設備管理技術の変遷

日本における設備管理の歴史を振り返ると、1950年代は米国から導入された予防保全の時代である。1960年代に生産保全が定着し、1970年代からTPM (total productive maintenance) が始まった。しかし、1970年代まではいわば時間基準の保全で、1980年代になって初めて予知保全、つまり状態基準の保全思想が定着してきた。

当社においてもほぼ同様の変遷をたどっている。1960年代に生産保全方式を導入し、1970年代に入って、設備の安定化や品質保証および低コストへの指向が一層強く打ち出され、設備保全部門の強化、効率化のための設備管理体制の抜本的改革とともに、当社独自の製品品質保証のための保全、すなわち品質保全を推進していった。

* 平成12年11月7日原稿受付

またこのころ、設備診断技術の開発や導入および設備保全管理システムの検討が行われた。

1980年代に入ると、製品品質に対する要求が多様化し、製品の高級化や短納期化のニーズが高まり、設備が複雑化する中で製造ライン全体の保証、つまり設備の稼働性能保証と品質性能保証に目が向けられるようになった。前者については故障メカニズムの究明、異常の予知および予測技術の開発に力が注がれ、後者については製品品質と設備の因果メカニズムの究明と異常の早期検知や早期アクションのための技術開発が進められてきた。

またデータに裏付けされた理論的な設備管理への展開を狙って、設備保全管理システムが開発され¹²⁾、設備安定稼働が図られ1990年代では、これらのシステムを有機的に結んだ総合設備管理体制が構築され³⁻⁹⁾、最近では高度でスピーディーな設備管理の要求に応える解析機能の開発や使いやすいシステムへの変革が行われている。

また、ここ数年のOA環境の変化には目覚ましいものがあり、文書作成専用機であったワープロや、ホストシステムの専用端末が1台のパソコンに取って代わった。また、プリンターもドット方式から鮮明で高速なレーザープリンターに変わった。

このような背景のもと、今や現場の実務担当者までもがパソコンを保有し、すべての業務が1台のパソコンから行えるようになった。

もはや設備保全管理システムは、限られた設備技術者が使うものではなく、1台のパソコンを通して、すべての技術者や実務担当者が利用できる汎用なシステムに変貌している。

3 設備管理システム

3.1 設備保全の必要機能

設備保全に要求される機能には、設備の異常や故障を未然に防止し、安定稼働を保证する機能と設備性能や機能を高いレベルに維持し製品品質を保证する機能がある。これを少人数で効果的に行うには、設備診断技術や固有技術あるいは設備管理に関して以下の条件が必要である。

- (1) 設備の監視機能が明確で、その状態が把握できる。
- (2) 設備の性能や機能保証が科学的・工学的に行われている。
- (3) 故障メカニズムや品質と設備の因果メカニズムが明確になっている。
- (4) 設備管理に必要な情報の収集・解析・判断・評価といった機能がシステム化されている。
- (5) 設備の管理に対して高度な判断ができる人材の育成がなされている。

3.2 設備管理のシステム構成

設備管理のシステム構成をFig. 1に示す。大きくは(a)設備診断システム、(b)定期診断情報管理システムおよび(c)設備保全管理システムからなり、これをサポートするものとして(d)エキスパートシステムや(e)イメージ情報処理システムがある。

(a) 設備診断システム⁷⁻⁹⁾は、品質・操業に重大な影響を及ぼす設備の状態を常時監視し、異常時には設備と品質の因果マトリックスや故障の因果メカニズムに基づいて自動的に原因を究明し、オペレータにガイダンスを与える。異常以外のデータは中長期の設備管理や品質管理のために、データを加工して工場の操業管理ネットワークを経由して上位へ伝送される。

(b) 定期診断情報管理システムは、設備の劣化兆候の人による診

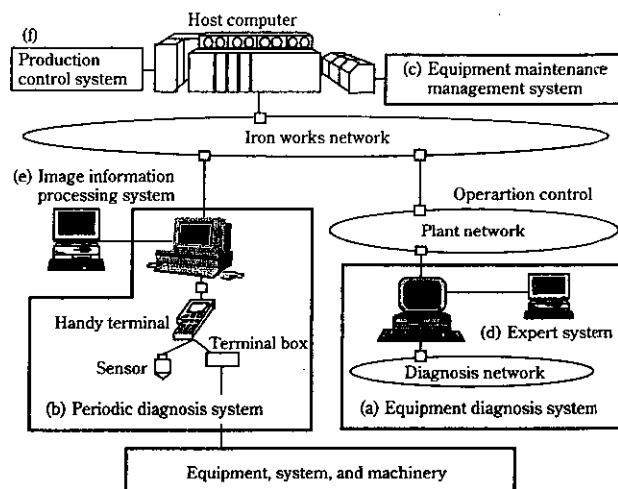


Fig. 1 The total equipment maintenance management system

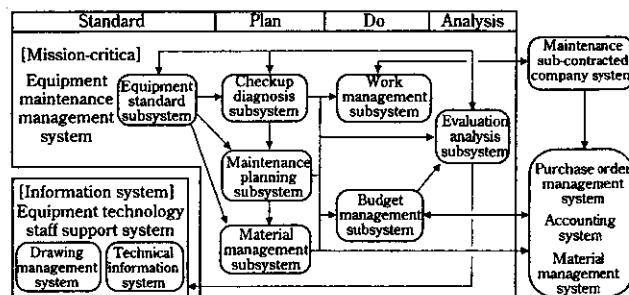


Fig. 2 The equipment maintenance management system

断作業の効率化を図ったもので、点検計画に従って必要な情報を入力したり、点検・診断の結果を簡単なキー操作で記憶し、上位への伝送を行う。

(c) 設備保全管理システムは、上位のホストコンピュータに組み込まれており、設備診断システムや定期情報管理システムから伝送されてきた情報をもとに、工事や予備品、さらには予算などの計画・実行・実績収集・評価解析を集中管理する。またこのシステムは(f)生産管理システムとも有機的に結合しており、生産の状況に応じて計画を見直すこともできる。

3.3 設備保全管理システムの概要

設備保全では最適な保全方法を決定することや、保全を実施するための個々の専門技術が優れていると同時に、その全体が系統的かつ効率的に行われる必要がある。この役割を担うのが設備保全管理システムである。Fig. 2にそのシステム構成を示す。

当社で開発された設備保全管理システムは、7つのサブシステムで構成されており、生産計画および設備管理基準に基づき、マスタープランとなる保全計画の自動立案や、診断および点検で得られた設備の劣化情報から設備の寿命予測を行って、マスタープランを自動修正するとともに、工事に必要な予備品の発注や予算編成などを自動的に行うことができる。

本システムにより、それまでの時間基準保全中心の保全から、状態基準の保全への変革の基盤を構築することができた。また、システムが稼働した5年後には、設備故障が半減し、少数精鋭化での設備管理体制が可能になった。

4 システムの高機能化の開発

4.1 設備保全に要求されるニーズの変化

高精度化された設備が主流となった現在、極めて厳格な機械精度の管理が要求され、設備信頼性の飛躍的向上が求められている。また効率的な施工技術の開発による工期の短縮も重要な課題となっている。

しかしながら、従来のメインフレームのみのシステムでは、欲しい情報を入手したくとも定型出力に限られ、ユーザーの立場や目的により変化する解析ニーズには、必ずしも十分な対応ができなくなってきた。そのため設備劣化状況の把握、弱点設備の解明および予備品在庫の検索など、迅速な解析が行えずアクションの遅れを招くことがあった。またシステムの操作性についても、コード入力主体のシステムであり、システムに精通していない人にとっては使いづらく、入力負担ばかりでなくシステムそのものの活用を妨げる原因となっていた。

設備のライフサイクルの中で、設備に要求される機能を最大限に発揮させるには、今まで以上に設備状態の正しい把握、適切な改善が必要であり、それを達成するためには、以上に示すような課題の克服が急務であった。

前者の対策として、解析機能を強化するスタッフ支援や、在庫削減のための検索システムの開発、ならびにシステムの操作性の飛躍的改善を実施した。以下に、詳細を示す。

4.2 解析機能の強化（スタッフ支援システム）

解析の負荷軽減および迅速な判断やアクションを可能にするために、欲しい情報のみを任意の形で解析可能な仕組として、スタッフ支援システムを開発した。¹⁰⁾¹¹⁾ このシステムは保全情報を RDB (relational data base) 化し、市販の表計算ソフトを用いて実務主体で独自開発したものである。設備技術者の日常業務を支援する仕組みとして、弱点部位の解明などを実施するための保全情報解析の他、システムコード解説・共通難形用紙提供・技術情報検索・掲示板および在庫検索を加えた 6 つのメニューで構成されている。

保全情報解析では、解析条件を指定することで点検工事の実施状況、弱点部位の解明および予算執行状況のフォローなど迅速な解析が可能であり、即座に欲しい情報を入手することができる。そのため現状把握が容易に行え、即改善活動につなげられることから、設備安定稼働を支えるための重要なツールとして活用されている。

Photo 1 に設備故障分析の事例を示す。このようにデータ活用が容易になったことで、寿命予測の精度向上、トラブル発生時の原因究明支援および在庫削減などの各種活動の推進状況フォローが容易に行えるようになった。

4.3 在庫削減のための検索システム

財務体質強化が叫ばれる中、キャッシュフローの改善として棚卸資産の削減が当社の重要課題の一つである。設備部門では、この課題を先取りする形で、各保全部門が保有している予備品在庫の検索システムを開発しており、在庫削減の強力な武器となっている。

また、在庫量の適正化や共有化による資材購入抑止の他、設備トラブル発生時の迅速な予備品検索が可能であり、予備品管理を行う上で欠くことのできないシステムとなっている。

出力事例として Photo 2 に在庫金額の推移の一例を示す。月次の在庫金額の増減を示すもので、購入による在庫増や使用による在

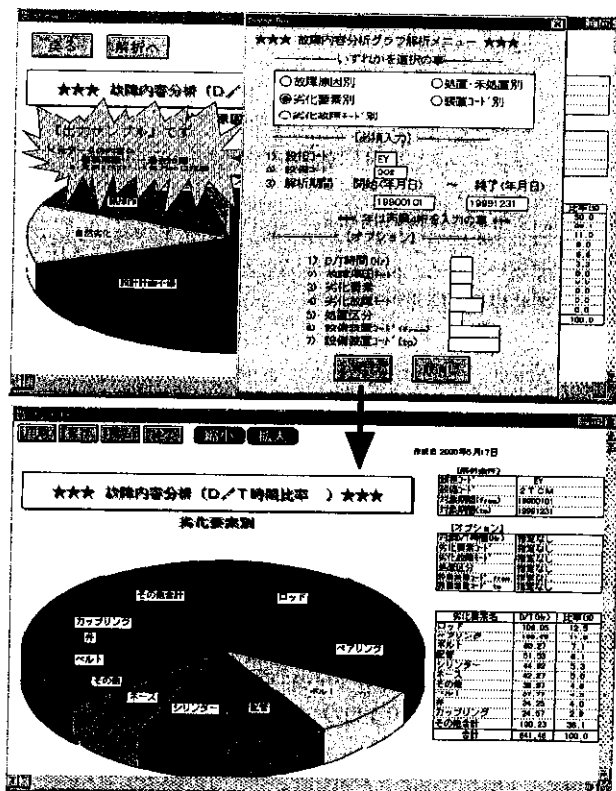


Photo 1 Example of analysis (equipment trouble)

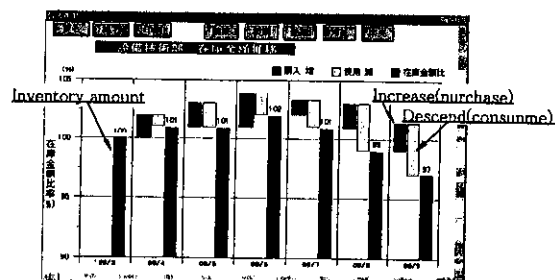


Photo 2 Inventory information system (trend of inventory ratio)

庫減が、月次単位でわかるようになってきている。この他月次単位で在庫量の変動をフォローする機能として、一品ごとの増減リストが提供されている。

その結果、在庫の共有化や購入の抑止によって、直近 2 年間で約 13% の在庫削減が達成できている。

4.4 システム操作性の改善 (GUI: graphical user interface)

近年、オープン系システム (クライアント・サーバシステム) の出現により、従来から運用されてきた基幹系システム (ホストシステム) の操作性に対する課題がクローズアップされてきた。前者は対話式をコンセプトに、ボタンの配置やプルダウンメニューからの選択入力、および 3 次元表示により見やすく操作性が十分考慮されたシステムであり、一方後者は安定性は優れているものの、ユーザーにとってはわかりづらく使いにくいシステムという捕らえ方が定着してきた。

設備保全管理システムの操作性についても、負荷を大幅に軽減し、誰でも簡単に操作できるわかりやすいシステムへの改善が望まれ

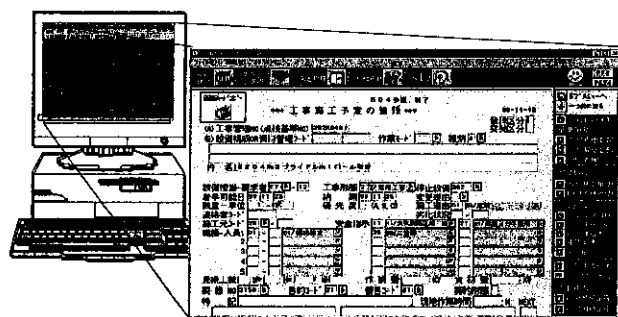


Photo 3 Image of GUI application program (GUI: graphical user interface)

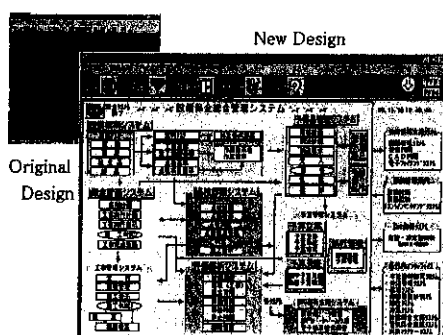


Photo 4 New equipment maintenance management system

ていたこともあり、昨年改造を実施した。

改善にあたっては、市販のパソコンソフト (GUI 化ツール)¹²⁾ を使うことにより、既存のホスト・アプリケーションを改造することなく、操作性の良い GUI 画面に作り変えた。これにより 4 ヶ月という極めて短期間に全面的なリニューアルが実現できた。

Photo 3 に GUI 化の概念を示す。開発に用いたソフトは、既存システム画面の上にパソコンで作成した GUI 画面を被せる方式のもので、あたかもクライアント・サーバーシステムに生まれ変わったかのように操作性を良くすることができる。

従来画面と改善後の画面との比較を Photo 4 示す。システムの全体構成および流れが一目で理解でき、誰でもわかりやすく簡単に操作できるようになり、プルダウンからの選択入力が可能となった

ことで、従来のようにコードを意識する必要がなくなっている、入力データの信頼性および質が向上しており、精度アップした保全データに基づく解析が容易となり、設備安定化などの大きな戦力になっている。その結果、点検や工事管理業務への要員のシフトが可能となり、従来に増して設備の状態監視に注力でき、設備の安定稼働につながっている。

4.5 結果

設備保全の中核機能として開発してきた設備保全管理システムをベースに、新たに開発したスタッフ支援システムや操作性の飛躍的改善によって、設備の信頼性を支えるシステム環境を整えた。

スタッフ支援システムの開発では、寿命予測の精度向上、トラブル発生時の原因究明や在庫削減などの各種活動の推進状況フォローなど、欲しい情報がすぐ入手できるようにしており、迅速な判断やアクションを可能とした。また、操作性の改善により、設備の状態監視に注力でき、設備の安定稼働につながった。

5 結 言

当社が進めている「21 世紀に向けた保全革命」¹³⁾ の中から、設備の信頼性を支える設備保全管理システムの取り組みについて述べるとともに、最も合理的な設備管理が可能な設備管理システムの必要機能と構成について述べた。また、今日の新たなニーズである迅速な解析を可能とするスタッフ支援システムや、在庫および予備品管理システムについて具体的に示すと同時に、GUI の導入により効率的に運用されている状況を述べた。

今後、設備の安定稼働を保証するために、保全の技術力が担う役割は一層重要になり、データに裏付けされた理論的な設備管理の展開が不可欠になると思われる。

そうした中で、今後さらにメンテナンス技能のフリー化や、エキスパートエンジニアの役割が重要になってくるであろう。

設備劣化の状況を設備管理センターにリアルタイムで通報する仕組みや、適確な判断を可能にするための技能員の判断支援システム、また設備管理の高速化・集中化・広域化 (worldwide maintenance) を支援するためのシステム開発、さらにエキスパートエンジニアの養成など、今後取り組んでいかなければならない重要課題と考えている。

参 考 文 献

- 1) 川松定夫：メンテナンス，112(1989-9)，24-33
- 2) M. Tanaka, S. Kasai, and A. Yokokawa: "Techniques for Modernization of Plant Management System", 9th European Maintenance Cong., (1988)3
- 3) 北村秀樹，川松定夫，笠井 聡：日本プラントメンテナンス協会第 1 回 TPM 世界大会，(1991)
- 4) 笠井 聡，川松定夫，北村秀樹，西川達也：プラントエンジニア，(1991)11，48-54
- 5) 寺田時雄，高野 武：第 24 回石川賞受賞記念講演予稿集，(1993)，17
- 6) T. Takano, H. Kitamura, and T. Nishikawa: "Advanced Maintenance for High Quality & High Product": The 2nd Annual Total Productive Maintenance Conf., (1991)10
- 7) 市原 晃，笠井 聡，山本博正，田中正文，伏川 弘，三宅祐史：川鉄製鉄技報，22(1990)2，69-73
- 8) 高木 清，堀田悠生，綿貫正典，井上紀明，花田敏博，松村昭彦：川鉄製鉄技報，22(1990)2，101-111
- 9) 多田吉男，小西敏弘，笠井 聡，内藤 康，岸田宏昭，井口弘明：川鉄製鉄技報，22(1990)2，112-120
- 10) 北村秀樹，仲田卓史，多田吉男：日本備設管理学会春季研究発表大会論文集，(2000)1，9-13
- 11) 福本雅一，中西和之，高木 清，小堀隆雄，荒川周一郎：日本設備管理学会誌，8(1997)4，16-20
- 12) 日経オープンシステム，31(1995)，66
- 13) 石川知己，瀧本高史，松田恵嗣，法領田宏：日本備設管理学会秋季研究発表大会論文集，(1999)1，23-25