

ポンプ設備劣化診断システムの開発について

横山英範* 岡安潔**

*東京都水道局浄水部設備課

**東京都下水道局施設管理部施設管理課

* **東京都新宿区西新宿 2-8-1

概要

近年、設備機器のセンサー技術や解析診断技術の進歩により、設備診断技術の開発が進んでいる。ポンプ設備劣化診断システムは、水道用大型ポンプ設備を対象に、設備診断技術のひとつである振動診断技術や絶縁診断技術などを導入し、ポンプ設備の劣化状態を科学的に診断するものである。このシステムによって、ポンプ設備の劣化状態から故障時期やその原因を事前に把握することが可能となり、多大な費用が必要となる補修・更新工事を的確に行うことが期待され、効率的な設備保全管理を実現することができる。

キーワード

水道用ポンプ設備、振動診断技術、絶縁診断技術、設備診断システム、設備保全管理

1 研究開発の背景及び目的

当局的機械・電気設備は多種多様な機器で構成されており、その数も膨大である。これらの電機設備の中で特に大型ポンプ設備は、昭和30年代から50年代の施設拡張期に設置されたものが多く、経年劣化が懸念されている。また、大型ポンプ設備の補修・更新には、多大な経費が必要となることから、効率的に維持管理を行うことが求められている。

このため、当局では大型ポンプ設備を対象に、振動診断や絶縁診断を中心とする設備診断技術を導入し、ポンプ設備劣化診断システムの開発を進めている。このシステムは設備の劣化状態にもとづいた「状態監視保全」をめざすもので、従来から行われている定期的な補修・更新周期をもとに行う「時間計画保全」に比べて、ポンプ設備の故障時期やその原因を事前に把握でき、的確かつ効率よく補修・更新を行うことが期待できる。

2 ポンプ設備劣化診断システムの開発経過

システム開発にあたって、振動診断などの設備診断技術が当局大型ポンプ設備に有効であるかどうかについて検証するため、平成4、5年度に、ポンプ設備の補修工事前後の振動と各部品の摩耗・劣化状態の相関関係について調査した。

(1) 主な調査結果

- ①従来の、回転機器の振動速度レベルによる判定基準（ISO）では、劣化初期の兆候を把握できない。
- ②周波数分析をしたところ、インペラが損耗していたため、補修前では f 。（ポンプ軸回転周波数）及び f_z （軸回転周波数×インペラ羽根枚数）以外の多様な周波数成分が見られた。しかし、補修後は f 、及び f_z が鮮明なピークとして表れた。（図1参照）
- ③加速度振動の周波数に着目すると、補修前後でポンプの周波数分布が高周波数領域へ移行する傾向がみられた。

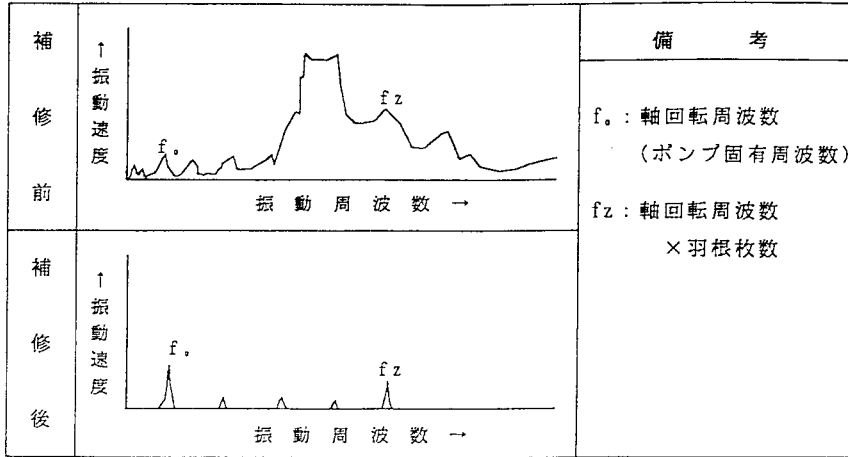


図1 インペラー、ライナー部の補修前後の振動の変化

(2) システム開発の必要性

この調査結果をもとに、振動診断技術などを利用して、効率的なポンプ設備の維持管理を確立するために、以下の解析機能と総合診断機能を備えたシステムを開発した。

ア. 解析機能

効率的に補修工事を行うためには、劣化初期の兆候を把握し、故障時期やその原因を事前につかむ必要がある。しかし、調査結果(1)-①より、従来の回転機器の判定基準 (ISO) は、故障診断には利用できるが、当局のポンプのように劣化の進行が顕著でない場合は、劣化初期の兆候を把握する新たな判定基準が必要である。調査結果(1)-②③の知見は劣化初期の兆候を捕らえる指標になる可能性があるが、今のところ定量的に劣化を判定できる基準までにはいたっていない。そこで、新たな劣化判定基準を作成するために、定期的なデータ収集・解析が効率的に行えるシステムの開発をめざした。また、劣化判定基準の作成にあたっては、軸受温度、運転時間など運転管理データを取り込み、劣化状態の診断精度の向上を期した。

イ. 総合診断機能

このシステムは、ポンプ設備の補修・更新工事など保全管理に役立てることを目的であるため、振動診断や絶縁診断によって、劣化状態を総合的に診断し、維持管理者に有用なコメントを自動的に出力する総合診断機能を整備した。

3 ポンプ設備劣化診断システムの概要

このポンプ設備劣化診断システムは「振動測定器」と「診断装置」で構成される。システムのイメージ図を図2に、システム構成図を図3に示す。

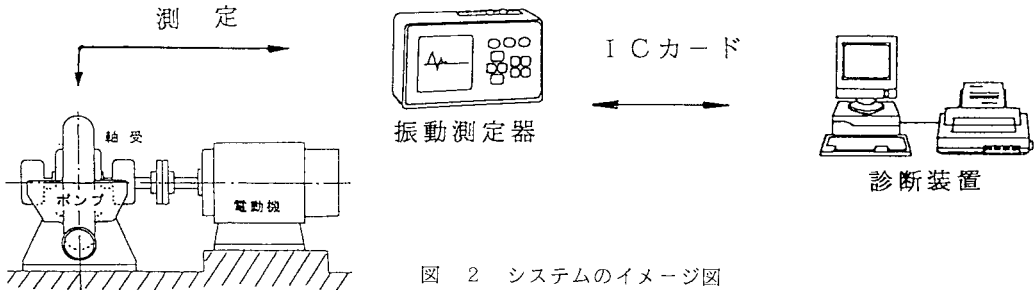


図2 システムのイメージ図

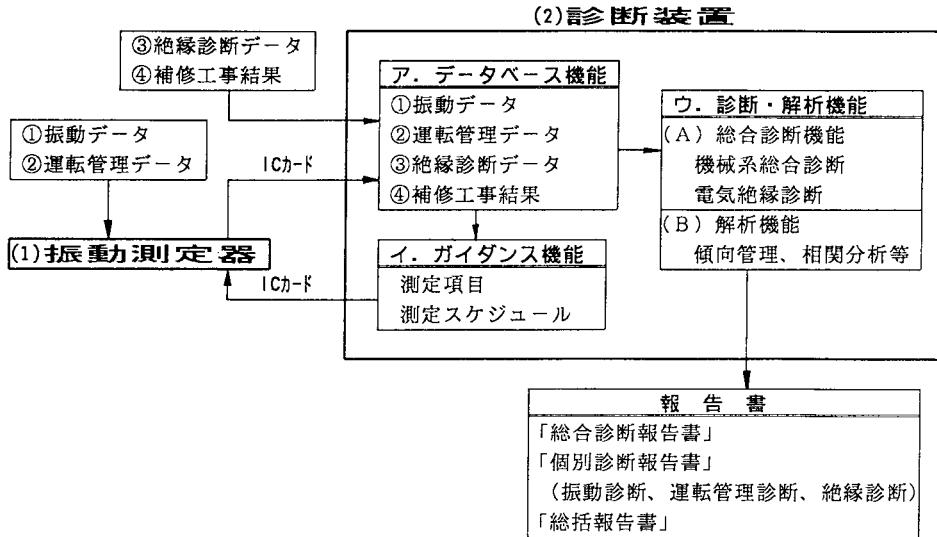


図3 システム構成図

このシステムの構成機器の特徴と主な機能は以下のとおりである。

(1) 振動測定器

振動測定器は、ポンプ設備の軸受やケーシングの振動データを測定するとともに、軸受温度、電流値、運転時間などの運転管理データを入力することができる。また、この測定器には、測定された振動データや運転管理データをICカードに記録する機能を備えている。このICカードに記録された測定データは、診断装置で読み取られデータベースとして保存される。

振動データの測定及び運転管理データの入力作業は、測定ガイダンスに従って行う”自動測定モード”と測定ガイダンスによらず任意に行う”任意測定モード”がある。自動測定モードは、測定及び入力作業を簡便に行うため、診断装置で予め設定した測定ガイダンスを、振動測定器の表示画面に表示し、測定者は測定ガイダンスに従い測定及び入力作業を行う。

(2) 診断装置

診断装置は、システム構成図(図3)に示すように、データベース機能、ガイダンス機能、診断・解析機能及び報告書作成機能を備えている。

ア. データベース機能

振動測定器で記録された振動データと運転管理データは、ICカードを介して、診断装置に入力され、データベースとして保存する。また、別途測定された絶縁診断データとポンプ補修工事の結果報告も診断装置に入力され同様に保存する。

イ. ガイダンス機能

各ポンプ設備の測定スケジュールや測定項目を管理する。毎月、測定対象ポンプと測定項目などを記録した測定ガイダンスが生成され、ICカードを介して、振動測定器に転送される。

ウ. 診断・解析機能(図3システム構成図を参照)

診断・解析機能は、(A)総合診断機能と(B)解析機能に分かれる。

(A) 総合診断機能(総合診断ソフトウェア)

総合診断機能は、機械系総合診断と電気絶縁診断から構成されている。機械系総合診断は、データベースに保存されている振動データと運転管理データをもとに、ポンプ設備のインペラや軸受などの機械部品の劣化状態を診断するものである。また、電気絶縁診断ソフトウェアは、絶縁診断データをもとにポンプ電動機の絶縁劣化状態を診断するものである。総合診断ソフトウェアのシステムフローを図4に示す。

(B) 解析機能

解析機能は、新たな劣化判定基準を確立するため、振動データ、運転管理データ、絶縁診断

データの個々のデータについて、傾向管理や各データ間の相関分析などの解析を行う。

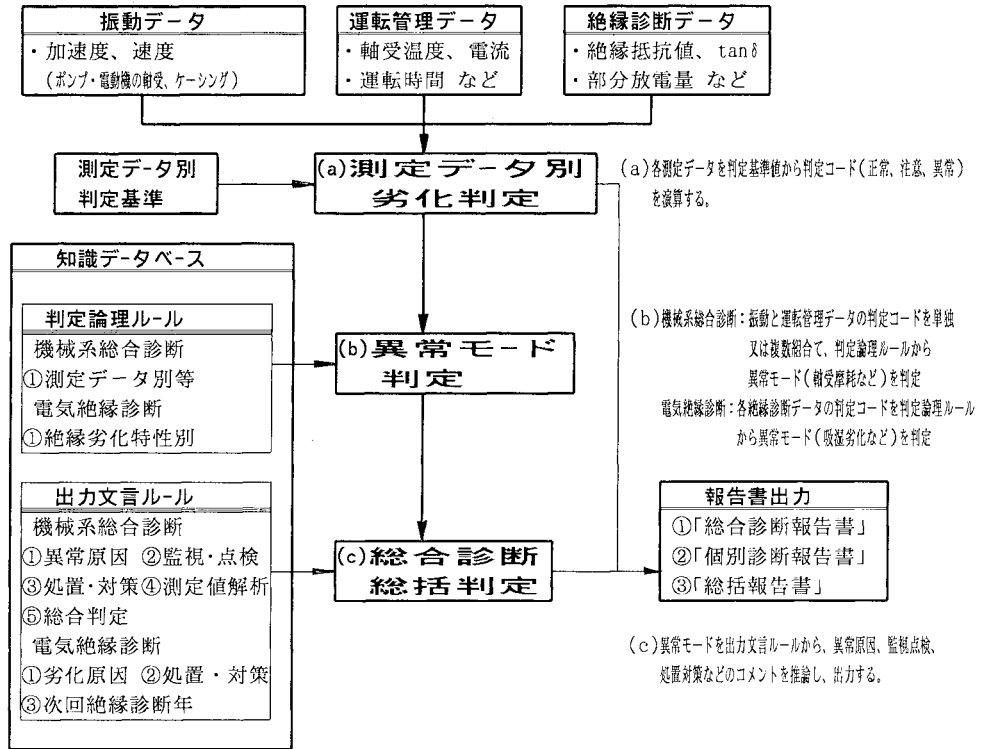


図4 システムフロー

4 研究開発の成果

本研究で開発した総合診断ソフトウェアは、ポンプ設備の保全管理において次のことが期待できる。

- (1) 診断結果に基づき、個別にポンプ設備の劣化状態を把握し、傾向管理することが可能となり、事故を未然に防止することができる。
- (2) 診断結果や傾向管理された各種データを解析することで、ポンプ設備の補修時期の適正化が図れ、計画的な補修、更新工事が可能となり、ポンプ設備の効率的な設備保全管理に活用できる。
- (3) 診断結果の「監視・点検」や「処置・対策」の項目のコメントを有効に活用することで、きめ細かな保全・運転管理を支援することが期待できる。
- (4) 振動データ等の変化とポンプ設備の劣化状態との相関を調査・検証することで、設備の劣化状態を識別する新たな判定基準を確立することが可能となる。

5 今後の課題及び開発の方向

当局のポンプ設備に適したポンプ設備劣化診断システムを確立するには、診断精度の向上と信頼度の高いシステムの開発が必要である。そのためには、ポンプ設備の振動測定データや運転管理情報データ、絶縁診断データ、補修工事データ等を収集・蓄積し、傾向管理を行っていくことが重要である。

また、診断システムによって出力された診断結果と補修工事等の分解点検により明らかになる劣化状態の結果とを照合し、総合診断ソフトウェア機能の検証を進め、診断システムの充実を図る。

将来は、ポンプ設備の他に変圧器、ケーブル、薬品貯蔵槽等といった静止機器へも設備診断技術を取り入れ、機械・電気設備総合劣化診断システムの開発を図っていくとともに、これら診断データを有効に活用できる設備管理データベースを構築し、高水準の設備保全管理をめざすべきと考える。