

# 設備維持管理と情報技術

Equipment Maintenance Management and Information Technologies

西山 和義

■ NISHIYAMA Kazuyoshi

社会インフラの整備が進み、上下水道分野でもプラント建設による設備能力の拡充から、既設設備の効率的な維持管理が重要視されるようになってきた。しかし、維持管理は数多くの施設を対象にしていることから、膨大で多様な施設情報や、各施設の運用業務ノウハウが必要であり、効率化への取組みが難しい業務である。

情報技術を活用することで熟練技術者の業務ノウハウの定式化や、維持管理にかかわる情報を多角的に収集、分析・評価することで本質的な業務改善に結びつくと考えられる。

東芝は、情報技術を利用した維持管理システムの開発だけでなく、情報化の企画から、調査、分析、要求定義、システム開発、運用サービスまでのトータルソリューションを提案する。

In waterworks and sewerage system plants, efficient maintenance management of existing plant equipment has become important rather than expanding plant capacities. The management of equipment maintenance is a difficult task, because it is necessary to have the know-how of a skilled engineer for operations as well as an understanding of the various conditions of the complex equipment involved. Information technology is expected to be an effective means of improving productivity, by formularizing the know-how of skilled engineers as well as analyzing and evaluating equipment conditions for maintenance work.

Toshiba provides a total solution of computerization for efficient equipment maintenance management, consisting of planning, analysis, definition of requirements, system development, and operation service.

## 1 まえがき

上下水道サービスを安定的に提供するには設備の十分な維持管理が必須である。しかし、不況や人口の伸びの鈍化で料金収入や税収が減少し、更に、これまでの設備投資の償還や、維持・改修などの費用が増加するなど、経営状況は厳しさを増している。このため、維持管理業務も効率化を強く求められるようになってきた。

しかし現実には、維持管理の専門技術者の確保が難しく、また、熟練技術者の高齢化などで、効率化以前に維持管理水準の維持が問題とされるケースさえある。

このような状況のなかで、情報技術は、維持管理業務において収集・蓄積した情報に基づく分析・評価による業務そのものの改善、更には、熟練技術者の技術やノウハウを、個人のノウハウ・技能から組織の業務へ定式化する技術として期待されている。

## 2 設備維持管理業務の効率化

維持管理業務は、長年の経験により培われた業務であり、そのまま情報化しても大きな効果は期待できず、情報化を前提に業務そのものを変えていくことが必要である。

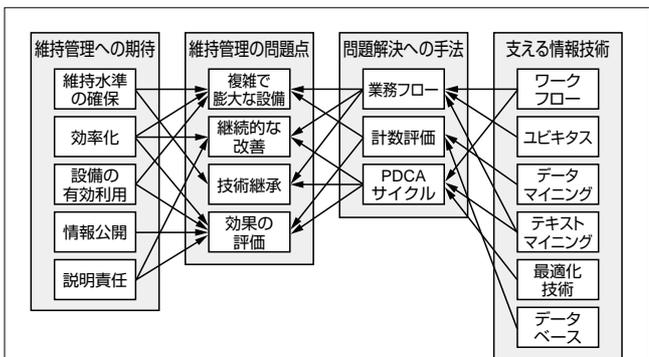


図1. 設備維持管理業務の問題点と情報技術 — 維持管理業務の問題点と情報技術の関連を示す。

Relationships between problems of maintenance management and information technologies

次に、現状の問題点、問題解決の手法、それを支える情報技術について述べる。それらの関係を図1に示す。

### 2.1 維持管理の問題点

維持管理業務が抱える問題点を整理する。

- (1) 膨大な設備の管理 施設の高度化・複雑化や管理の広域化など、維持管理対象となる設備が複雑で膨大になっている。また、増設や改修も継続的に行われていることから、設備の現況を正確に一元的に把握管理す

ることが困難になっている。

これまで、機器台帳システムなどを導入して設備情報を整備する努力がなされてきている。しかし、機器台帳システムの導入時に、一括で既存設備の情報を作成するにとどまっておらず、その後の増設、改修などで設備情報が陳腐化して使えなくなるケースが多い。

- (2) 継続的な業務での改善 業務改善には業務フローの構築と継続的な業務フローの改善が重要である。しかし、維持管理が上下水道サービスを継続するのに必須であるため、業務自体は積極的な改善の対象とは考えられていなかった。
- (3) 技術継承とスキルアップ 維持管理業務は設備の運用ノウハウを熟知した熟練技術者が重要な役割を担ってきた。しかし、専門技術者の確保が十分でできず、また、熟練技術者が高齢化していることから、専門技術、ノウハウや経験をどのように継承するか、また、個人の能力で行われてきた業務を定式化して組織の能力として遂行できる形にすることが急務となっている。
- (4) 効果の評価方法 維持管理は上下水道サービスの継続に注目して行われているため、業務目標があいまいで抽象的になり、効果を具体的に説明できていない場合がある。効果を評価、検証することは効率化を目指す基本であって、今後は、行政評価、情報公開、説明責任の観点で業務目標の具体化、計数化をより求められるようになる。

## 2.2 問題解決への手法

業務効率の改善には、次に述べる基本的な管理手法が情報技術とも親和性が良く効果的と考える。

- (1) 業務フロー 業務フローの目的は、個々の業務の流れや成果物を明確にすることである。業務フローとして定義することで業務間の関連、成果物の責任範囲などが明らかになる。

業務フローを運用した結果から、業務として欠けている部分や、担当ごとの作業のばらつきを評価して、業務フローそのものを改善できる。また、個人のノウハウや業務知識も業務フローの改善という形で定式化できる。

業務フローと成果物を明確にし、その実績を的確に管理すれば情報公開や説明責任にも寄与できる。

- (2) 計数評価 目標を計数で管理することは、目標の具体化、評価の明確化だけでなく、結果を第三者がわかる形で説明するうえで重要である。

今後、この特集の別論文(p.8-11)に記述の国際標準化機構の技術委員会 TC224 (ISO/TC224) で検討されている業務指標などが計数目標の候補となり、この計数をどのように改善するかの説明を求められると考える。

- (3) PDCA サイクル 業務改善はPDCA (Plan-Do-

Check-Act) サイクルを継続的に運用していくことが効果的である。

先進自治体においては、ISO9001やISO14001の取得を目指すなかで、PDCA サイクルで品質改善や業務改善に取り組むケースも出てきている。

## 2.3 情報化技術の検討

維持管理業務の改善に利用できる情報技術には次のものが考えられる。

- (1) ワークフロー管理 ワークフロー管理は、調査・承認など書類の流れを電子化する手段として知られている。しかし、その本質は、業務の定式化、遂行状況とその成果物の関連づけ、成果物の完成度と業務の遂行状況の検査を一元管理する技術である。
- (2) ユビキタス技術 ユビキタス技術には様々な応用面があるが、維持管理業務では次の活用が考えられる。
  - (a) 本庁から現場まで、場所や時間によらず、インターネット、イントラネット、無線など様々なメディアを利用して、リアルタイム、オンラインで一貫した情報化を実現する。
  - (b) パソコンやサーバだけでなく、携帯端末や携帯電話など多様な機器をシームレスに使った業務を構築できる。
  - (c) RFID (Radio Frequency IDentification : 無線ICタグ) やGPS (Global Positioning System)などを組み合わせることで、高精度な情報と“モノ”(設備、機器、装置)との一致を確立できる。現場で実際のモノに即した点検部位の確認や点検、操作のガイド、また、作業員の所在確認やセキュリティ管理などに利用できる。
- (3) データマイニング 数値化された情報の特徴を抽出・分類する技術である。一般的な統計処理とは異なって、あらかじめデータ間の関係を設定して分析するだけでなく、関係そのものを探すことで、表面化しなかった設備の特性を発見できる。
- (4) テキストマイニング 点検記録や修繕履歴など様々な形で蓄積された膨大な文書データ、テキストデータから、内容の傾向、相関関係などを分析する。
 

五感情報やメモなどに断片的に記録された情報と設備の故障や異常の関連づけができる。また、修繕や処置の報告書、故障の履歴などから、障害の傾向の現れ方を把握するなど、従来ノウハウとされていたような情報を発見して活用できる。
- (5) 最適化技術 維持管理の効率化には限られた資源(資金、設備、時間など)で最大の効果(維持管理リスクの低減など)を得ることが必要になる。維持管理方針の策定やいくつかの計画間の調整など、意思決定の部分でシミュレーションと併せての利用が考えられる。
- (6) データベース技術 施設情報にかかわる文書、数値、図面など膨大で多様な情報を一元管理できることが

情報化の基本となる。複数の分散された場所（本庁から各機場まで）で一元化された情報を自由に取り扱うための分散データベースや、多様な情報検索技術は、情報化に必須の技術である。

### 3 設備維持管理の情報化

ここでは、維持管理業務の情報化に向けた検討の要点についてまとめる。また、維持管理システムの構築について検討する。

#### 3.1 情報化に向けた検討

維持管理システムを導入するだけで効果を得ることは難しく、システム導入と並行して情報化を前提とした業務の再検討が必要になる。

- (1) 基本方針の明確化 システム化の基本方針を策定する。以降の検討の骨格となる重要な部分である。方針が明確にならないまま、情報化を推進しても効果は期待できず、既存業務との競合など悪影響が出る可能性もある。
- (2) 目標の設定 目標を具体的なものとするためには、計数化できる目標を設定することが効果的で、前述のISO/TC224で検討されている業務指標で目標を設定することなどが考えられる。
- (3) 情報の流れの整理 業務の責任範囲から情報の発生源と利用者を明らかにする。膨大な施設情報を維持していくために、利用部門ではなく、情報の発生源で情報の品質を維持管理することが重要である。
- (4) 業務フローの検討・構築 現状の業務フローを基本として、情報化後の業務フローを再構築する。業務フローでは、業務の流れのなかで作られる成果物の明確化と、その品質を確保するためのチェックポイントの設定が重要である。
- (5) 情報の標準化の検討 蓄積された情報こそが、貴重な財産であり、多角的な活用を前提としなければならない。そのためには、特定のソフトウェアや機器に依存しない情報の標準化が重要である。

また、可能であれば既設システムと情報の共有を図るべきである。しかし、既設システムが外部システムとの情報共有を考慮していない場合も多く、無理に情報の共有を図るのではなく、業務フローから必要な範囲に限定するのが現実的である。

- (6) 機能の検討 日常業務と非定型業務がある。日常業務は詳細まで機能化できるが、非定型業務の機能化は難しく、無理に機能化しない選択もある。また、業務全体をカバーする複雑な機能を構築するより、業務フローのなかでいくつかの機能を組み合わせて利用することを考えたい。

(7) システム導入計画 導入計画ではシステム側の検討だけでなく、教育訓練や段階的な導入など、受け入れ側の準備と調整に十分配慮する。試運用期間や訓練期間を確保して、運用上の問題の洗い出しや必要に応じた改善を検討する。

(8) 運用計画 情報化に即した業務フローが確立すると、業務自体がシステムなしでは成り立たなくなる。したがって、システムの維持管理の体制や保守サービスについて事前に計画する。運用は情報システムの専門知識が必要な部分であり、アウトソーシングも視野に入れた検討が望ましい。

以上は一般的な検討事例である。実際には事業体の規模や情報化の進み方、対象業務範囲や業務目標がそれぞれ異なるため、それぞれの事情に応じた詳細検討が必要である。

#### 3.2 設備維持管理システム

具体的な事例として、情報技術を積極的に取り込んだ保全管理・点検システムについて述べる。

##### 3.2.1 機能概要

- (1) 基本的な機能 維持管理業務は本庁から現場まで一貫した管理を目指すことが望ましいため、ウェブサービスと分散データベースを基盤に、事務所、機場、現場からネットワーク経由で利用することを基本とする。
- (2) 主な機能構成とPDCAサイクル PDCAサイクルを活用することで、維持管理業務の継続的な改善を実現する。PDCAサイクルと機能の関係を図2に示す。  
個々の機能はPDCAサイクルのステップ単位で用意し、ステップ間の連携を機能間の連携で実現する。  
(a) PLAN (計画)：計画系機能 長期計画での更新・

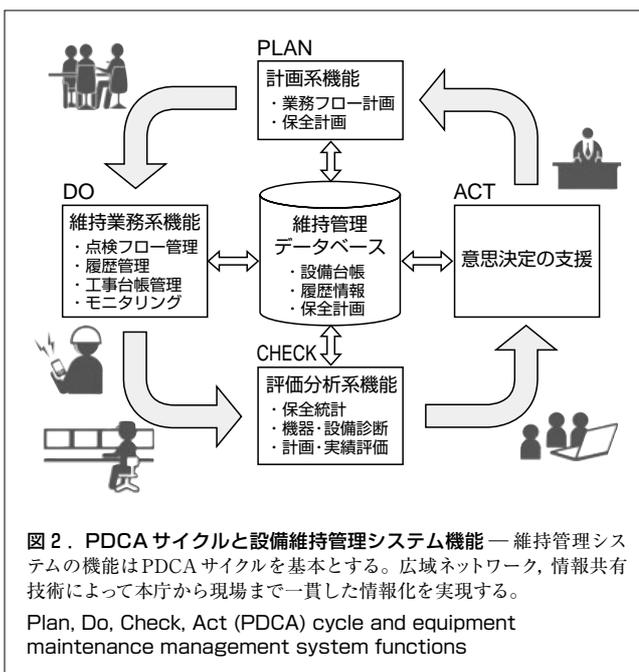


図2. PDCAサイクルと設備維持管理システム機能 — 維持管理システムの機能はPDCAサイクルを基本とする。広域ネットワーク、情報共有技術によって本庁から現場まで一貫した情報化を実現する。

Plan, Do, Check, Act (PDCA) cycle and equipment maintenance management system functions

補修計画、個別機器の寿命、点検周期、また、劣化・異常頻度の分析から、更新・改修、点検のスケジューリングと予算作成(集計やシミュレーション)を支援する。

(b) DO(実行):維持業務系機能 運転・点検などの日常作業と修繕工事などの設計、発注業務の業務フローの支援とオンラインモニタリング、点検での維持管理情報の収集などを実現する。

(c) CHECK(検査):評価分析系機能 日常的には、モニタリングや点検で収集した情報から異常値、特異値を抽出して、重点管理項目の洗い出しと、計画系への計画見直しのフィードバックを実現する。

総括として、半期単位などで収集、蓄積した情報を分析して、設備・機器単位で問題の発生頻度や傾向、そして、対応費用の状況を把握する。

(d) ACT(是正措置)への支援 ACTについては、特別な機能を用意しないが、CHECKでの現況把握により目標と実績の差異が明確にできれば、次サイクルでの方針・目標の決定など意思決定の支援として有効と考える。

### 3.2.2 ワークフロー管理の応用事例

単独の機能提供だけでなく、個々の機能を業務フローに合わせて利用し、作業結果を成果物管理と一元化する方法として、ワークフロー管理を利用する。ワークフロー管理は、維持管理業務のすべての局面で活用すべき技術である。

ここでは点検業務での活用事例を説明する(図3)。

(1) ノウハウの定式化 点検の作業手順、検査項目、点検ガイドやチェックリストを業務フロー化する。更に、点検のポイントや設備の特性や注意点などのチェック項目も成果物の一部としてワークフローで管理し、点検のノウハウの一部を定式化できる。

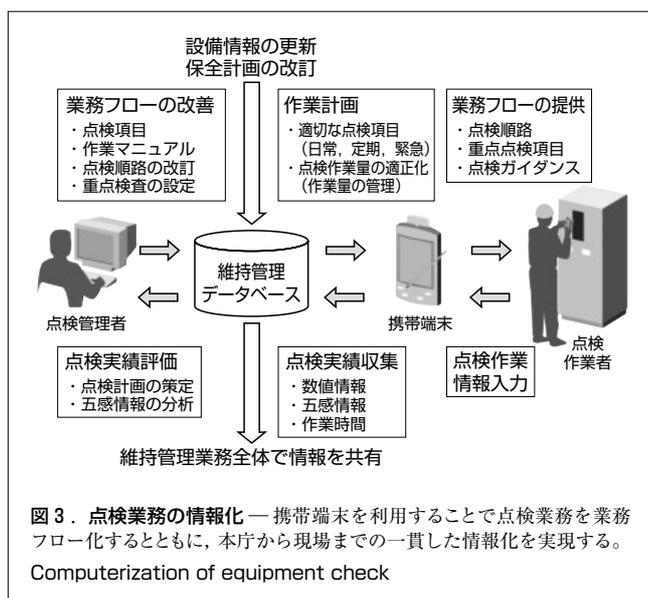


図3. 点検業務の情報化 — 携帯端末を利用することで点検業務を業務フロー化するとともに、本庁から現場までの一貫した情報化を実現する。  
Computerization of equipment check

(2) 業務精度の向上 ユビキタス環境により携帯端末を活用することで、点検作業者は、現場で点検順路や点検操作ガイドを参照したり、前回値やチェック項目を確認できる。これによって作業者は点検に集中でき、また、その場で入力ミスや異常値を確認できる。点検結果は、作業の成果物として記録され、管理者が成果物を確認・検査して業務の完結となる。情報化によって作業の漏れやミスを抑制し、更にワークフロー化で内容の確認・検査、すなわち情報の品質管理まで一連の作業を管理できる。

(3) 説明責任 点検情報を作業の根拠となる業務フロー、作業実績、そして結果の評価・検査の状況として一元管理できる。これにより、いつでもその状況をトレースでき、必要な説明をすることができる。

(4) 業務改善の方法 発生した問題点や、業務遂行の過程で収集した作業性の情報を分析することで、業務フローを改善できる。業務フローを改善すると、以降の業務ではシステム側から改善した業務フローが提供され、作業全体が改善できる。

ワークフロー管理は効果的であるが、維持管理業務の技術的蓄積は膨大であり、最初から、一度で現在の業務のノウハウをすべて定式化することは困難である。ワークフロー管理は、継続的に利用してそこから得られた課題と解決策を業務フローにフィードバックすることで、業務そのもののレベルアップを行う道具として活用できる。

## 4 あとがき

社会情勢の変化から、更に重要度を増してきている効果的な設備維持管理業務の実現に、情報技術とそれを前提とした管理手法が貢献できると考えている。

急速に進展している情報技術の成果をスピーディに製品化するだけでなく、東芝の技術で、企画・計画段階からシステム導入、更に運用サービスまでのすべての局面で効果的な維持管理の実現に貢献していく所存である。



西山 和義 NISHIYAMA Kazuyoshi

電力・社会システム社 社会システム事業部 公共システム技術第一部グループ長。上下水道情報処理システムの開発、エンジニアリング業務に従事。電気学会、情報処理学会会員。技術士(情報工学部門)。Infrastructure Systems Div.