

計算機を利用した下水処理場の 運転管理システム

山村優*、加賀山守**、平岡正勝***

* 寝屋川南部広域下水道組合 川俣処理場

大阪府東大阪市川俣5丁目1番1号

** 大阪府下水道課指導調整係

大阪府中央区大手前2丁目

*** 京都大学工学部

京都市左京区吉田本町

概要

近年、下水処理場にコンピュータが導入されてきたが、それらは自動計測あるいは単一プロセスの制御等に独立して使用されているのみで、総合的に下水処理場の運転管理システムとして機能していないのが現状である。これは、下水処理場の運転管理の高度化を図るためには、計算機システムの導入が不可欠であるが、いかなる計算機システムが必要で、どのようにして導入を図るべきかの技術が確立されていないためだと考えられる。

川俣処理場では、計測、制御、監視、解析システムを計算機と人間との調和を保ちながら順次拡張し、下水処理場を総合的に運転管理できる計算機システムを構築した。

本報告では、この運転管理システムの構造、機能及びその特長を報告するとともに、計算機システムのあり方、導入方法についての問題点とその対策について報告する。

キーワード

下水処理場 コンピュータ 運転管理システム 連続計測 自動制御 分散型システム 情報処理

1. 下水処理場の計算機への期待

下水処理場の大きな使命は「多量の下水を良質かつ安定して安価に処理する」ことである。この使命を果たすために電気、機械、化学、生物学などの学問が投入されている。また、水処理、汚泥処理など処理対象の違いによって技術的基盤が異なる。この様に下水処理技術は様々な学問、技術によって構成され、それらによって支えられている下水処理場の業務は多種多様であり、その業務の手助けとなる計算機への期待、要求も多種多様である。

川俣処理場においても計算機への期待は様々であった。以下にその具体的要求をまとめた。

(1) 連続計測の実施とそのデータの利用

水量、水質、使用電力量に加えて、機械設備の稼働状況を把握する。

(2) 自動制御の実施

返送汚泥比率制御、MLSS制御、DO制御、ブロウ制御等を手動で実施していたが、操作頻度に限りがあるので自動化する。

(3) 情報処理と解析

オンライン、オフラインデータを利用し、作図、作表、統計処理によって情報を集約して対象システムを把握する。また、ARモデル、GMDH等の高度解析を実行する。

(4) 事務処理

日報、月報、年報の整理、設計、積算、公文書の作成を行う。

下水処理場を維持管理するために、様々な業務が分担されて行なわれているが、ほとんどの業務が

共通のデータを基に行なわれている。したがって、これらの業務は相互に関連を持ちながら実行されなければならないし、それらを総合的に管理する必要がある。

以上のような計算機への期待の基で、下水処理場の運転管理を高度化するためには、共通のデータベースを持ちながら、人間が持つ各分野の業務の支援を行い、様々な観点から総合的に下水処理場を管理できるシステムが必要であると結論される。

2. 総合的な運転管理を実行するための計算機システムの必要機能

計算機システムへの期待とそれを実現するために必要な計算機システムの機能を考え合わせると、この計算機システムは、対象システムの全体的な動きを掌握して制御ができ、その制御結果を多方面の視野に立って検討が可能なシステムであることが必要である。さらに、その解析結果を対象システムに反映させ、運転方法の改善が行え、加えて、そのツールである計算機システムを含めた運転管理システムをもより良いものに発展できるシステムであると考えられる。

川俣処理場の計算機システムの構築の際に、特に重要と考えた機能を以下に述べる。

2.1 情報集約と解析機能

運転管理システムでの基礎的な機能は情報を種々の立場から見て判りやすい形に集約して提供する機能である。

当処理場で設計した情報集約の流れを Fig. 1 に示す。この条件下にあれば、オンラインの計測、制御、監視はもとより人間による詳細のデータは全て

データベースとして収集され、人間はあらゆる情報を情報集約システムを通して現象を観察し、かつ理解する事が可能である。このような機能を持たせる事によって、下水処理場の管理者は対象システムの状況を総合的に判断したうえで、制御設定値、制御方法の変更及び監視項目の変更等のようなシステムの使用方法の変更を行うことが可能となり、場合によっては、ソフトウェア、ハードウェアの更新、追加、削除等のようなシステム自身の改造をも決断できる。

このようにして情報を集約し、様々な立場から下水処理場での現象を監視、掌握できる機能が必須である。

2.2 システムの柔軟性と頑丈性

ここで述べる柔軟性とは、ソフトウェアに限らず、ハードウェアの変更、追加、削除が容易に行え、技術の進歩に対応できることであり、頑丈性とはシステムのトラブルに対して被害を最小限度に止められる機能のことである。この機能を満足させるためには、Fig. 2 に示したようにシステムは、計測、制御、監視等の機能別に分散されるばかりでなく、階層別にも分散されるべきである。そのために、システムをもう少し小さなモジュール単位に独立、分散させるべきであると考えられる。このようにシステムを設計すれば、技術の進歩、システムのトラブルに対して小さなモジュール単位で更新が可能である。例を示すと、制御系の上位計算機の故障に対しては、独立して下部のコントローラに最低必要な制御を実行させ、その間に故障個所の復旧が可能である。

2.3 コミュニケーション機能
下水処理技術は前述のように、種々の分野の技術の組合せである。したがって、技術間のコミュニケーションとともに人間とマシンとのコミュニケーションが重要である。川俣処理場では、Fi

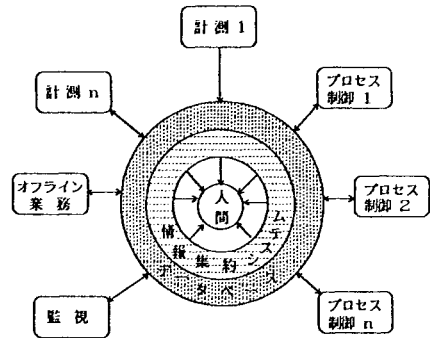


Fig. 1 情報の流れと集約機能

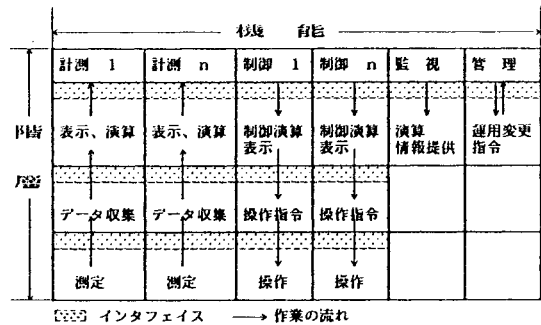


Fig. 2 システムのモジュール化

g. 2に示したように、運転管理システムの各モジュールにマンマシンインタフェイスを付加することによって、このコミュニケーションを図るように設計した。こうすれば各モジュールはその分野のスペシャリストによってメンテナンスされ、その情報を携えて、他の分野のモジュールと関わりを持つことになる。従って、流れの方向に業務が進むにつれて役割の信頼性が向上し、さらには、運転管理システム全体の信頼性が向上する。つまり、各分野の技術間のコミュニケーションによって運転管理システムの信頼性が確保される。

例を示せば、計測制御において、計測されたデータはそのまま収集されず、計測器の異常、点検等の事前情報が付加され、信頼度を上げてから制御系に提供される。また、制御系では、まず演算部がその計算過程、制御結果を人間に情報提供し、その情報に対して人間が制御結果、制御方法の妥当性を判断する。制御方法が不適当であれば別の計算機から制御方法の変更を指令することができる。さらに、緊急時にはコントローラのコミュニケーション機能を使用し、直ちに制御を人間の手に取り戻すことができる。

以上のように、下水処理場の運転管理システムに必要な機能は、下水処理場の多種多量のデータの情報集約機能と、システムの柔軟性と頑丈性を確保するためにシステムがモジュール単位に独立していること、さらには、そのモジュール単位にインタフェイスが用意され、モジュールから伝達される情報が人間の意志を反映し、運転管理システムを通じて各分野の技術が統合できることである。

3. 川俣処理場の運転管理のための計算機システム

前述の川俣処理場の業務及び運転管理システムの必要機能をベースに計算機システムを構築した。Fig. 3にその概要を示す。この計算機システムは3個のブロックに階層分けされる。第1番目はマイクロコンピュータと入出力を行うI/Oユニット群で構成されるデータ入出力ブロックである。データの入力部として、データステーションと各計測器、出力部として、活性汚泥系制御、送風系制御のサブシステムである余剰汚泥、返送汚泥コントロールユニット(CU1)、ブロウコントロールユニット(CU2)が配置されている。第2番目は、計測制御ブロックと称し、ファイルサーバ(FS)によってデータを共有し、ローカルエリアネットワーク(LAN)によって接続されたMC1~MC6のマイクロコンピュータ群である。MC1は計測を実行し、MC2はMLSS一定制御、余剰率一定制御、SR T制御、返送比率一定制御等の活性汚泥系の制御を実行する。また、MC3はDO一定制御、空気倍率一定制御、圧力一定制御、総風量制御等の送風系の制御を実行する。MC4~MC6はARモデル制御等の上位制御、各制御系の設定値入力、プログラム更新時のシミュレーション等のシステム管理、計測制御の監視などの役割を実行している。第3番目は計測制御ブロックからのデータとオフラインで入力されている処理場の種々のきめ細かい大量のデータを解析するための解析ブロックで、磁気ディスク、磁気テープ、端末用マイクロコンピュータ(T1~T4)等を備えた汎用小型計算機を中心としたブロックである。このブロックのうちT3、T4の端末用マイクロコンピュータは計測制御ブロック及び解析ブロックの両ブロックに接続されているので、両ブロックのデータを自由に取り扱うことが可能である。このブロックでは、計測器の信頼性の確認、制御性の確認、統計解析、モデルの同定等を行ない、下水処理場の運転管理の適正化を図るための業務が実行される。

以上のように計算機システムを構築したが、このシステムは階層別に独立しているばかりでなく、計測、制御、監視、解析等の機能別にも独立している。このことは、下水処理場の運転管理に必要な部分から順次導入できるばかりでなく、この計算機システムが技術の進歩に対して自分自身を変化さ

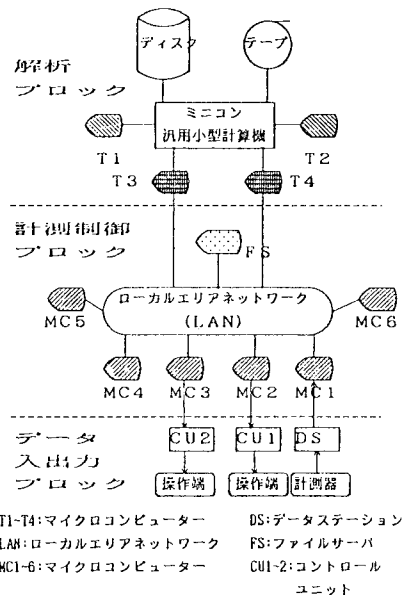


Fig. 3 計算機システムの概要

せられる柔軟性を持つことになる。

4. データベースの構造とその利用形態

次に、Fig. 4にデータの構造とその利用形態を示す。データは全てファイル形式をとり、一時ファイルと保存ファイルがある。これらのファイルは全てファイルサーバの共用ディスクに書き出され、一時ファイルはオンライン業務に使用される。また、このファイルのデータはこの計算機システムのオペレーティングシステムによっても簡単に確認できるので制御システムのマンマシンインタフェースの役割も果たす。一方、保存ファイルはファイル取扱いユーティリティーによって、対象業務に適合した形に変えられた後に解析に用いられる。また、このシステムでは各制御プログラムもデータベースとしてこのディスク上に保存されているので、制御を実行している計算機以外から制御プログラムの確認、更新が行えるばかりでなく、更新したプログラムのシミュレーションも可能である。

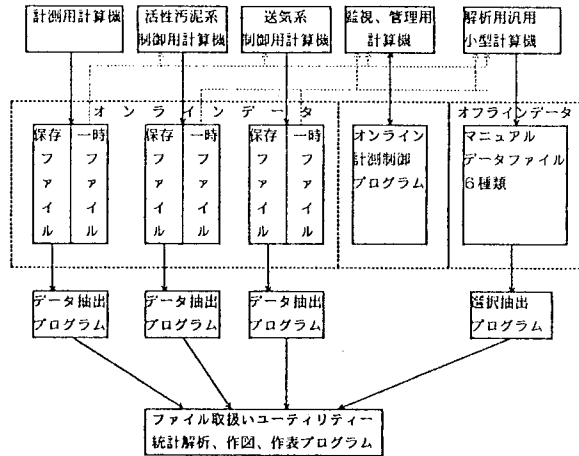


Fig. 4 データの構造と利用形態

5. まとめ

下水処理場における計算機への期待と、運転管理の高度化に必要な計算機システムの必要機能を報告し、その構想に基づいて構築された川俣処理場の計算機システムの構成とデータベースの利用形態を述べた。この計算機システムは利用の頻度が高く、利用されれば利用されるほど、下水処理場の動き或は問題点が明確になるので新たな要求を生じさせる。この要求は下水処理場の施設に関するものである場合と、計算機システムに関する場合がある。これらの要求に応えるために下水処理場或は計算機システムもどんどん改善されるので、ますます充実したものになり正の循環をおこすのである。

ここで提案する下水処理場の運転管理を支援する計算機システムは、下水処理技術の発達、計算機システムへの要求機能の変化に対して、計算機システム自身も容易に変化できる柔軟性を持つことができるので、対象処理場のニーズにあった機能、規模を構築することができるものである。

この計算機システムを利用して行った研究、業務は次のようであり、さらに実行可能な業務は無限である。

- (1) 計測器の検証¹⁾及び不足計測器の検討
- (2) 自動制御の実行とその検証²⁾
- (3) 活性汚泥処理における硝化のコントロール
- (4) 汚泥処理の臭気発生要因調査
- (5) 返流水の状況把握、濃縮槽の管理等の水処理、汚泥処理を含む総合的な問題の把握
- (6) 処理悪化の際の事前情報の入手

本報告での計算機システムは、前述した計算機システムへの期待、必要機能を全て実現できたわけではないが、このシステムの柔軟性を利用し、下水処理場のニーズに適った計算機システムを引き続き開発して行く予定である。

本研究を実施するにあたり、ご協力を頂いた京都大学の津村和志助手並びに大阪府下水道技術改善対策研究会の下水汚泥の処理処分対策研究会専門部会の関係諸氏に感謝致します。

文献

- 1) 島田敬三、山村優、小林信博、津村和志、(1987) 自動計測のための光学式SS計の信頼性について、第24回下水道研究発表会後援集、pp. 559~561
- 2) 山村優、島田敬三、藤田逸郎(1989) 大規模下水処理場における余剰汚泥引抜き量を操作変数としたMLSS自動制御、第25回下水道研究発表会後援集、pp. 602~604