

オープン化された上下水道用新監視制御システム TOSWACS_{TM}-F^X

TOSWACS_{TM}-F^X Process Supervisory Control System for Water and Sewage Plants

西村 要
NISHIMURA Kaname

斉藤 実
SAITO Minoru

従来、リアルタイム性が要求される監視制御設備は、専用のハードウェアとソフトウェアを用いないと満足な性能が得られなかった。しかし、汎(はん)用技術の性能向上は目覚ましく、監視制御にも十分適用できる状況になってきた。上下水道用新監視制御システム TOSWACS_{TM}-F^Xは、中大規模プラント向けとしては初めて制御幹線 LAN に Ethernet^(注1)を使用するなど、大幅に DFS (de fact standard : 業界標準) 技術を採用したオープン化システムである。オープン化システムの数々のメリットを享受しながらも課題点を克服し、制御システムに要求されるリアルタイム性と信頼性を実現している。

Conventionally, it has been necessary to use dedicated hardware and software when implementing a process supervisory control system, in order to obtain sufficient performance. However, the new TOSWACS_{TM}-F^X process supervisory control system for water and sewage plants incorporates many de facto standard (DFS) technologies. The TOSWACS_{TM}-F^X realizes real-time functionality and high reliability while benefiting from the many merits of adopting these DFS technologies.

This paper introduces the TOSWACS_{TM}-F^X system, describing the merits of adopting DFS technologies, improvements made to these DFS technologies, and an example of application.

1 まえがき

1978年の販売開始以来、上下水道用監視制御システム TOSWACS_{TM}シリーズの処理能力や処理速度、機能は大きく進化してきている。その進化を支えてきたものの一つが汎用技術の活用である。

初期の TOSWACS_{TM}シリーズは、計算機システムであった。当社独自の CPU を使用した制御用計算機と入出力装置を使用し、独自の OS (基本ソフトウェア) 上で、独自の監視制御ソフトウェアを動作させていた。DCS (Distributed Control System : 分散型制御システム) と呼ばれるシステムが登場したときには CPU, OS, 周辺機器などに汎用品を採用し、徐々に DFS 技術を取り入れてきた。

パソコン (PC) や LAN が十分高性能で、かつ一般的になった現在、これらの機器が監視制御システムに取り入れられていくのは自然の流れといえる。一部の小規模監視制御向けには早くから PC が採用されたが、中大規模向けとしては満足な性能がなかなか得られなかったため採用されなかった。TOSWACS_{TM}-F^Xは、ヒューマン インタフェースやデータ処理、伝送などに DFS 技術を採用し、かつ中大規模プラント向けとして十分な性能が得られたオープンな監視制御システムである。

ここでは TOSWACS_{TM}-F^Xに DFS 技術を採用したことによるメリットや改良した点およびシステムの適用例について紹介する。

(注1) Ethernet は、富士ゼロックス㈱の商標。

2 DFS の採用とそのメリット

2.1 DFS 採用の内容

図1にオープン化システムの構成例を示す。採用している DFS 技術は、次のとおりである。

- (1) ヒューマン インタフェース部に AT 互換の産業用 PC を採用
- (2) ヒューマン インタフェース部の OS に Windows[®] を

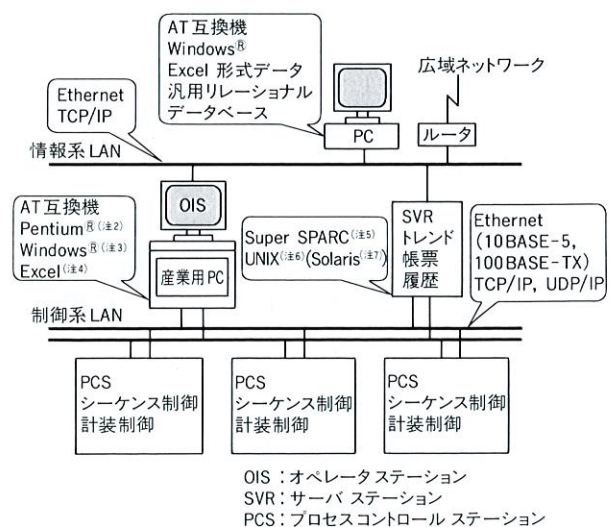


図1. オープンシステムの構成 ハードウェア、ソフトウェアとも DFS を採用している。

Configuration of open system

採用

- (3) 帳票などのサーバに UNIX マシンを採用
- (4) 制御用幹線 LAN に Ethernet を採用
- (5) 情報系 LAN にも Ethernet を使用
- (6) 作表に Excel を使用
- (7) 情報系 LAN 経由でオンラインデータを PC に伝送し活用可能

2.2 ヒューマンインタフェースのオープン化

ヒューマン インタフェースに Windows[®] および AT 互換産業用 PC を採用したことにより、次のメリットがある。

- (1) 専用機に比べ、コストパフォーマンスが高い
- (2) 最新の技術を短期間で適用可能
- (3) 周辺機器の選択肢が豊富
- (4) アプリケーションの選択肢が豊富
- (5) 使い慣れた操作方法で監視制御が可能
- (6) 仕様が広く知られており、メンテナンスの情報が得やすい。
- (7) データを Windows[®] 標準形式とすることにより、自由に活用しやすい。
- (8) ユーザーでカスタマイズ可能

2.3 ヒューマンインタフェースへの考慮

ヒューマン インタフェースのオープン化にあたって考慮している内容は次のとおりである。

- (1) 産業用 PC 適用による信頼性向上 ヒューマン インタフェース用 PC には耐環境性に優れ、24 時間連続稼働に耐えられる産業用 PC を使用し、自己診断などの RAS (Reliability, Availability, Serviceability) 機能を備え、高い信頼性を得ている。
- (2) 最新の CPU 適用による高速化 CPU のバージョンアップにできるだけ早く対応し、つねに応答性の改善を図っている。
- (3) 厳しい検証試験 Windows[®] の内部はブラックボックスで、バグがあったとしてもユーザー側が直せず、制御用の OS として保証されているわけでもない。また、つねにバージョンアップが行われ、細かい仕様変更になることもある。このため、厳しい検証試験により動作を確認したうえでシステムに適用している。

2.4 伝送のオープン化

制御用 LAN に Ethernet、プロトコルにはインターネットで使用されている TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) を使用している。

(注 2) Pentium は、Intel 社の商標。
 (注 3)、(注 4) Windows および Excel は、Microsoft 社の商標。
 (注 5) SPARC は、SPARC International 社の商標。SPARC 商標の付いた製品は、米国 SnuMicrosystems 社が開発したアーキテクチャに基づく。
 (注 6) UNIX は X/Open カンパニーリミテッドがライセンスしている米国および他の国における商標登録。
 (注 7) Solaris は、米国 SunMicrosystems 社の商標。

これには、次のようなメリットがある。

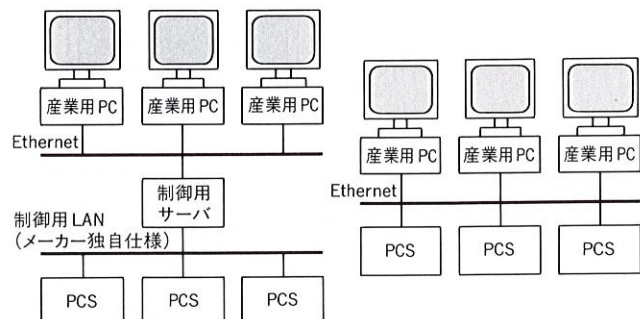
- (1) PC や UNIX マシンが接続可能 どのメーカーの PC、UNIX マシンでもサポートしている方式なので、ハードウェア的にはメーカーを問わず接続できる。当社が提供する通信ソフトウェアを組み込めば、他社の機器とも通信ができる。
- (2) 長期サポートが可能 伝送技術が年々新しくなり、メーカー独自の伝送方式の長期サポートは難しくなってきた。Ethernet は世界的に普及しており、今後も使われ続けることが予想される。伝送機器が故障したときに、互換の機器を手に入れやすい。
- (3) クライアント/サーバ構成 産業用 PC を監視制御に使用した場合、従来は LAN が PCS 用の制御 LAN と産業用 PC 用の Ethernet の 2 種類の LAN を使わなければならなかった。したがって、これらを接続するためのサーバを介在させていた。これは応答速度を遅くするだけでなく、信頼性の面でもボトルネックとなっていた。

TOSWACS_{TM}-F^Xでは制御 LAN に Ethernet を採用したので、PCS と産業用 PC を直結できるようになった。すなわち、すべての PCS がサーバであり、産業用 PC がクライアントとなり、タグ番号だけで制御 LAN 上のどこからでも自由にアクセスできるようになった。このため応答速度が速くなり、またサーバの運転にかかわらず監視操作ができ、高い信頼性が得られた。図 2 にシステム構成の比較を示す。

TOSWACS_{TM}-F^Xシステムにもサーバはあるが、帳票やトレンドデータなどのデータ収集用サーバであり、ダウンしてもリアルタイムの監視操作への影響はない。

2.5 伝送への考慮

Ethernet や TCP/IP を使用して、制御用として十分な応答性や信頼性を確保するために、TOSWACS_{TM}-F^Xでは次の改良をしている。



(a) 制御用 LAN がメーカー独自仕様の場合 (b) 制御用 LAN が Ethernet の場合

図 2. 制御用 LAN の比較 制御用 LAN に Ethernet を適用することにより、シンプルで信頼性の高いシステムが構成できる。

Comparison of LANs for control

- (1) 伝送タイミングの制御 Ethernet では、複数のステーションが早いもの勝ち式で一つの伝送路を共有するため、タイミングが悪いと容易に伝送路を使用できないステーションが出てくる可能性もある。このため、各ステーションが伝送路を順序よく使用できるよう、タイミングを制御することでこの問題を解決している。
- (2) 100 Mbps の Ethernet 適用 標準は 10 Mbps の Ethernet を使用しているが、監視制御項目数が多い場合は 100 Mbps の Ethernet を適用し、応答速度を上げることができる。
- (3) Ethernet の二重化による伝送の信頼性向上 Ethernet を標準で二重化し、伝送の信頼性を高めている。一方の Ethernet がダウンしても瞬時に他方の LAN のデータを使用するようになっているため、データがとぎれることはない。十分高速な伝送性能が得られることが、組合せ試験で確認されている。

2.6 オンラインデータのオープン化

情報系 LAN に汎用の PC を接続してオンラインデータを有効に活用できる。作表には Excel を使用しているので、ファイルを情報系 LAN に接続された PC に転送して加工できる。また、ヒストリカルトレンドグラフ用のデータや状態・故障履歴データも PC でデータベースとして保存できる。

3 浄水場監視制御システムへの適用例

TOSWACS_{TM}-F^Xを適用した浄水場監視制御システムの例を紹介する。

3.1 システム構成

図 3 にシステム構成を、図 4 にシステムを設置した監視室を示す。システム構成機器の機能は次のとおりである。

- (1) OIS OIS は操作員が監視操作をする所である。ハードウェアには産業用 PC、OS には WindowsNT[®](注8)

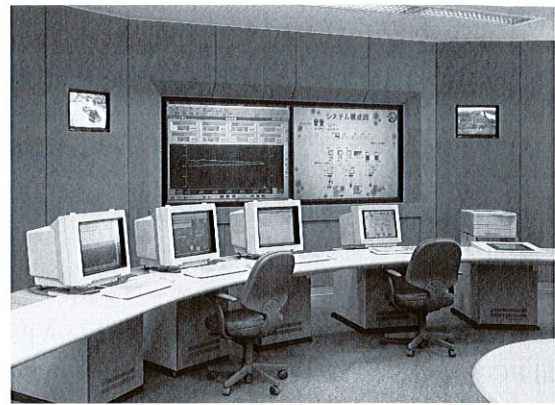


図 4. TOSWACS_{TM}-F^Xを適用した監視室
Application of TOSWACS_{TM}-F^X

を使用している。マウス操作のほか、タッチパネル操作をオプションで追加している。OIS は並列に 3 台設置しており、冗長構成となっている。万一 1 台の OIS に障害が発生しても、他方の OIS で監視操作が継続でき、信頼性が確保されている。OIS は 8 台までの冗長構成とすることができる。

- (2) SVR SVR はヒストリカルトレンドデータ、履歴データ、帳票データをつねに収集し、管理している。また、内部信号処理やガイダンス、アプリケーションの動作環境をサポートしている。標準では SVR は 1 台であるが、信頼性を高めるため SVR をオプションの並列二重化構成にしている。状態監視や操作に SVR は関与しておらず、万一 SVR がダウンしても OIS から通常どおりの監視操作ができる。
- (3) PCS 標準では CPU は 1 台であるが、信頼性を高めるためオプションの CPU 二重化構成にしている。

(注 8) WindowsNT は、Microsoft 社の商標。

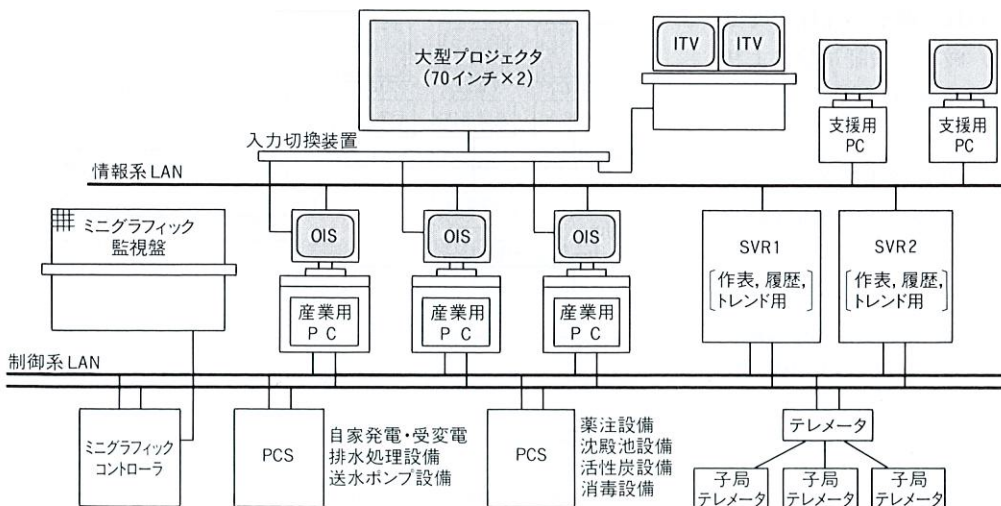


図 3. TOSWACS_{TM}-F^Xのシステム構成例
大型プロジェクトや支援用 PC、ミニグラフィック監視盤を設け高機能化している。
Example of system configuration of TOSWACS_{TM}-F^X

CPU はバンプレスでオンライン系とスタンバイ系とを切り換えることができる。ここでは2組のPCSが接続されている。

- (4) LAN 構成 制御系 LAN は二重化 Ethernet を適用し、信頼性を高めている。常時データを二重で送っており、一方の LAN がダウンしてもまったく停止せずに伝送が継続される。情報系 LAN は制御系 LAN から独立しており、一般の PC が接続できる。
- (5) 支援用 PC オンラインデータをユーザーが自由に加工できるよう、情報系 LAN に PC が接続されている。ここでは帳票データを Excel 形式で自動的に取り込み、ユーザーが自由な帳票フォーマットを作成し、自動出力ができる。図 5 に自由フォーマットの作表出力例を示す。

浄水場 浄水処理日報

水質		水量		電力		薬品		その他	
水質	濁度	流量	配水率	電力	薬品	薬品	薬品	薬品	薬品
10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
...

図 5. 自由フォーマットの作表出力例 ユーザーが出力フォーマットを自由に作成して自動出力することができる。

Example of free-format report

- (6) 大型プロジェクト OIS の画面を大画面表示し、複数の操作員が同時に情報を見ることができる。また、切換えにより ITV 画像も表示できるようにしている。
- (7) テレメータ テレメータ親局側は制御系 LAN に直結でき、テレメータ親局側には入出力装置が不要である。
- (8) ミニグラフィック操作盤 バックアップとしてミニグラフィック操作盤を設けている。操作部をタッチパネル式とし、柔軟性をもった構成としている。

3.2 操作方法

監視操作画面は Windows® 上に表示されるため、扱い慣れた PC と同じ感覚で操作できる。マウス操作のほか、タッチパネル操作もオプションで対応している。

監視したい画面は、図 6 のキーボードから画面を割り当てたボタンでワンタッチで呼び出せるほか、メニュー画面からも展開して呼び出せる。

プロセスフロー画面は拡大・縮小表示ができるため、画

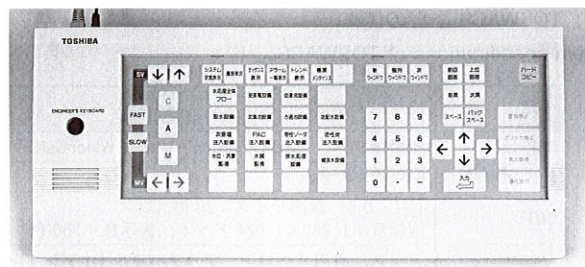


図 6. オペレーターズキーボード プロセスフロー画面などがワンタッチで呼び出せる。

Operator's keyboard

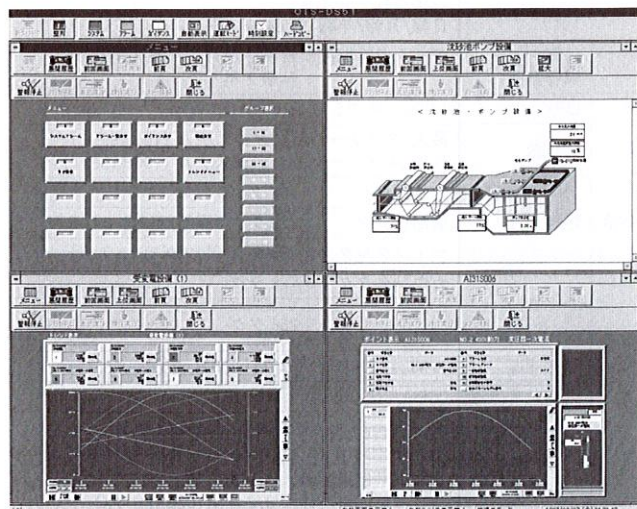


図 7. マルチウィンドウの表示例 プロセスフロー、トレンドグラフ、ポイント表示など、別々の画面を縮小して表示できる。

Example of multiple-window display

面表示サイズよりも大きな画面も作成でき、縮小して全体表示したり、操作する個所を拡大表示できる。

Windows® の機能を生かしてマルチウィンドウ表示ができる。4 分割画面表示をすることにより、1 台の OIS であたかも 4 台の CRT のように扱える。

図 7 は、1 台の OIS でメニュー画面、プロセスフロー画面、トレンドグラフ、ポイント画面の表示例を示す。

3.3 エンジニアリング環境

Windows® のマルチタスク環境を利用しているため、監視制御をしながら OIS 本体でプロセスフロー画面や帳票のフォーマット変更などのエンジニアリング作業ができる。

4 システムの発展性

TOSWACS™-F^X のオープン性を生かして、システムをさらに発展させることができる。表 1 に仕様を示す。以下にいくつかの例を紹介する。

表1. TOSWACS_{TM}-F^Xの仕様

System specifications of TOSWACS_{TM}-F^X

項目	仕様
本体仕様	産業用 PC CPU: Pentium [®] OS: WindowsNT [®]
最大接続数	8 台/システム
CRT	1 台/OIS, 画面サイズ: 20 型, 解像度: 1,280×1,024 ドット, 表示色: 256 色
入力	マウス, 専用オベコン, タッチパネル (オプション) タッチパネル: 赤外線方式 分解能 3×3 (mm)
タグ点数	最大 20,000 点/システム (100BASE-TX)
OIS	トレンド画面
	8 ペン/画面, 最大 1,024 画面/システム 収集周期: 5 秒~1 日, 保存期間: 1 時間~1 年
	グラフィック画面
	1,024 枚/システム
	履歴保存
	8,000 履歴/システム
	作表データ
	収集点数 1,024 点 日報/月報/年報 各 64 シート
	作表データ保存期間
	データ保存期間: 日報 2 か月, 月報 2 か月, 年報 2 年
PCS	CPU
	1 CPU オプションで CPU 二重化
	接続数
	最大 22 ステーション/システム (10BASE-T) 最大 54 ステーション/システム (100BASE-TX)
	処理点数
	指示計タグ 768 タグ
	調節計タグ 256 タグ (調節計に含まれる)
	デジタルタグ 768 タグ (1 タグで 1~7 点)
	カウンタタグ 128 タグ
	データブロックタグ 256 タグ
LAN	伝送速度
	10 Mbps (10BASE-5) または 100 Mbps (100BASE-TX)
	アクセス方式
	CSMA/CD
	接続ステーション数
	32 ステーション/システム (10BASE-5) 64 ステーション/システム (100BASE-TX)
	伝送路長
	リピータ使用時最大 2.5 km (10BASE-5) リピータ使用時最大 8.2 km (100BASE-TX)
	冗長化
	標準で二重化 (並列冗長)

4.1 インターネットを介した広域運転監視

情報系 LAN に WWW (World Wide Web) サーバを設けることにより、場内の LAN や電話回線を経由してインターネットのブラウザから遠方監視ができる。通信回線に携帯電話や PHS を使用すれば、携帯型の PC などでもどこからでも遠方監視できる。

4.2 広域運転管理

Ethernet 用の豊富なネットワーク機器を使用して、光ファイバケーブルや公衆通信回線を利用した広域ネットワークを構成し、遠方監視制御や広域管理システムを構築できる。

4.3 リモートエンジニアリング

モデムを経由してシステム状態やエラー情報を監視したり、デバッグやソフトウェア変更ができる。システム異常が発生したときも、メーカーから人を派遣しなくても、工場から電話回線経由で一次診断やソフトウェア変更ができるようになる。

4.4 設備診断, 予防保全

制御システムの豊富な情報を情報系 LAN に接続した PC で自動収集しデータベース化することにより、設備の保守

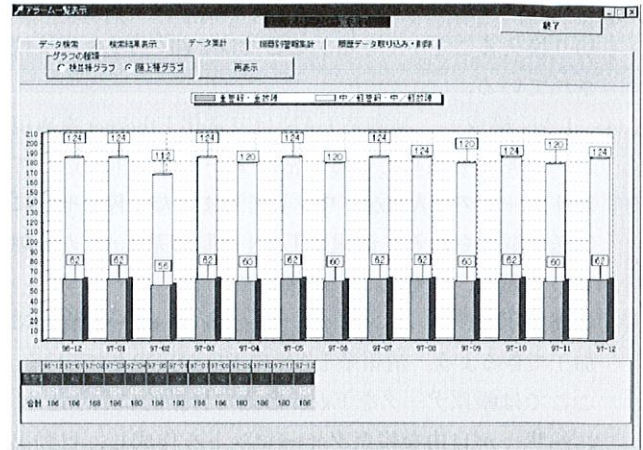


図8. 運転支援用 PC による設備診断画面例 運転時間や故障回数などをグラフ化し、保守業務の支援ができる。

Example of equipment diagnostic screen using personal computer for operation support

に役だてることができる。図8に故障発生回数をグラフ化した画面例を示す。

4.5 マルチメディア情報の活用

Ethernet や Windows[®] を適用しているため、最新の PC の技術を取り入れやすい環境になっている。情報系 LAN 経由で動画を取り込むことができ、LAN にカメラを接続すれば ITV 設備として活用できる。

音声合成技術を使用し、故障を音声で知らせたり、ガイダンスを流すこともできる。

5 あとがき

PC や LAN などの DFS 技術は日々向上しており、2~3 年後は状況が一変していると思われる。TOSWACS_{TM}-F^X は DFS 技術をベースとしているため、DFS 技術の向上と並行して性能の向上が期待できる。監視設備や伝送方式の世界的な標準化の動きもあるが、これらも視野に入れながら、つねに新しい技術を取り入れ、時代を先取りした監視制御システムの開発を今後も継続していきたい。



西村 要 NISHIMURA Kaname

官公システム事業部 公共システム技術第二部主務。
上下水道プラントのエンジニアリング業務に従事。電気学会会員。
Government & Public Corporation System Div.



斉藤 実 SAITO Minoru

府中工場 官公需計装・制御システム部主務。
上下水道、ビル・施設監視システムの開発に従事。情報処理学会会員。
Fuchu Works