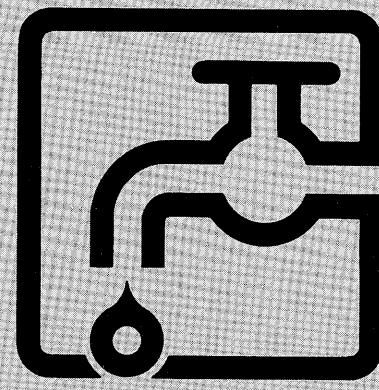
公共・上下水道



公共社会システム
上下水道
上水道
下水道
汚泥処理

展　望

(1)　公共社会システム

日本経済が順調に発展するなかで，豊かな国，都市，生活環境を目標に，多面的に社会資本の充実が加速的に推進されている。首都圏においては都市機能の高度化のための再開発事業と周辺地域の開発，地方においては地域活性化のための各種事業が推進されている。また，それらをつなぐ道路・交通の幹線網の建設が急ピッチで進められている。

富士電機は，持てる技術力をそのようなシステムの創造に向けて発揮し，社会に貢献してゆくことに努力している。

道路分野では，日本最長のトンネルである関越トンネルII期線工事に湿式電気集じん機による換気設備を建設中である。また，四国縦貫自動車道ほか3か所向けに，HDLC方式の遠隔監視制御システムを建設中である。道路施設のシステム化に向けて各種センサや制御装置を製品化した。また日本の技術が国際的評価を得た環境のなかで，某国向けに交通管制用コンピュータを受注した。都市計画の諸施設において，文化会館，体育館，公園向けなど幅広い分野に電気設備を納入した。特別高圧受変電設備は不燃化が進み，35MVAガス絶縁ガス冷却変圧器（国内記録品）をはじめ，多くのモールド絶縁変圧器を納入した。

(2)　上水道

水は，自然界のすべての事象にかかわっており，「おいしい水，健康によい水」へと要求レベルも一段と高度化している。水道のめざす目標として，①施設整備の面では，水資源（量，質）の確保，広域水運用，配水池容量の見直し，緊急時対応の配水施設強化，水源の環境保全がある。②サービス向上の面では，オゾン処理などの高度処理によるおいしい水の供給，中・高層住宅への直接給水の推進，水道未普及地区の解消がある。

一方，水のインフラストラクチャの一環として，河川・港湾施設の水管理システムの高度化がある。

これらのニーズに合致した中小・大規模の管理運用システム（新FAINSシリーズ），遠方監視制御装置（SASシリーズ）の普及とともに，新形監視操作卓を開発し，操作性をさらに向上させた。オゾン処理による高度処理の研究開発も一段と加速し，高効率オゾナイザと制御装置など周辺機器・評価技術も開発した。水質の検査・監視では，検査の自動化のための光電光度計付属の検査ロボット，測定時間を短く，操作性を向上させたトリハロメタン計と各種の水質センサを開発した。

さらに，施設の画像情報を計測，運転パターン化し，AI・ファジィで制御・運転ルールを確立，画像処理後ガイダンスまたは制御し，これら運転実績・履歴からニューラルネットワークを構成し学習することによって，最適な制御と運転サポートシステムを確立する研究開発を進めている。

(3)　下水道

高普及率時代を迎えた大都市では，下水道の質的向上（水質，浸水，改築）維持管理の充実，多目的活用（施設，資源）および広域汚泥処理など新たな課題に向かって，計画的な投資が行われている。

これらのニーズに対応して，広域汚泥処理工場や施設近代化の更新需要などに，「使いやすい」「分かりやすい」「つなぎやすい」EIC統合監視制御システム（新FAINS-1000シリーズ）を提供し好評を博している。

また，ポンプ所の運転に熟練者の知的財産（AI）を生かしたファジィ制御運転が導入され，その効果が評価されてきた。さらに，汚泥を燃料とした蒸気タービン発電，FA（れんが）工場，下水管きょを使った光通信ネットワーク，中規模水道用オゾン処理，業務支援用台帳のOA化，保守点検ロボット，環境監視センサなど多方面にわたった実用化も進んできた。

(4)　汚泥処理

電気浸透原理を応用した脱水機は下水汚泥，産業排水汚泥用などに12台の納入実績を得るに至った。汚泥の処分に関する社会的な課題である減量化を達成する手段として，低含水率脱水が可能な電気浸透式脱水機の採用が今後増すものと期待される。下水汚泥用沪過濃縮装置は3万m^3規模の下水処理場の余剰汚泥単独濃縮用として，2年の運転実績を有し，安定した濃縮性能，省エネルギー性，保守の容易性などの特徴により，今後他都市への波及が期待される。

公共社会システム

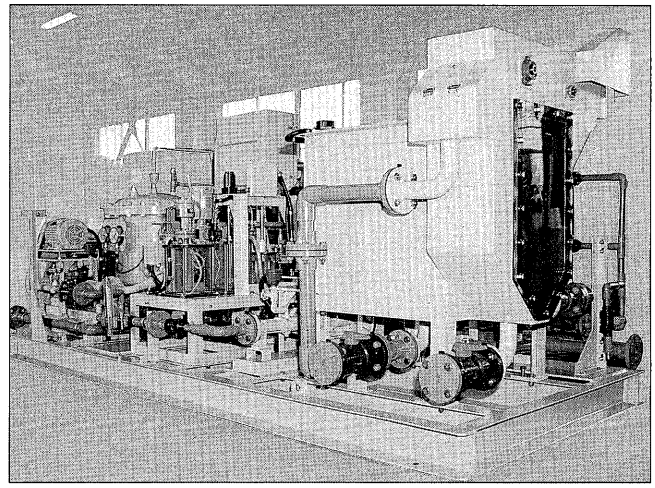
1　長大トンネル換気用電気集じん機設備

トンネル換気用の電気集じん機設備は，現在多数の納入実績がある。なかでも富士電機独自の開発品である湿式洗浄方式が北陸自動車道トンネルに納入され，稼働している。

今回，その性能が高く評価され，国内最長トンネルである関越トンネルII期線に湿式洗浄方式電気集じん機設備が採用され，現在製作，据付中である。トンネル長約10km中に四つの集じん機室が設置される本格的な湿式洗浄方式の電気集じん機設備となる。洗浄後の汚水処理は，加圧浮上＋脱水機システムで処理される。

今後とも洗浄方式として湿式洗浄方式が中心となる傾向にあるため，さらにコンパクトで処理性能の高い（処理水SS濃度10 mg/l以下）沪過方式のシステムの開発も合わせて進めている。

図1　湿式洗浄方式電気集じん機の汚水処理ユニット

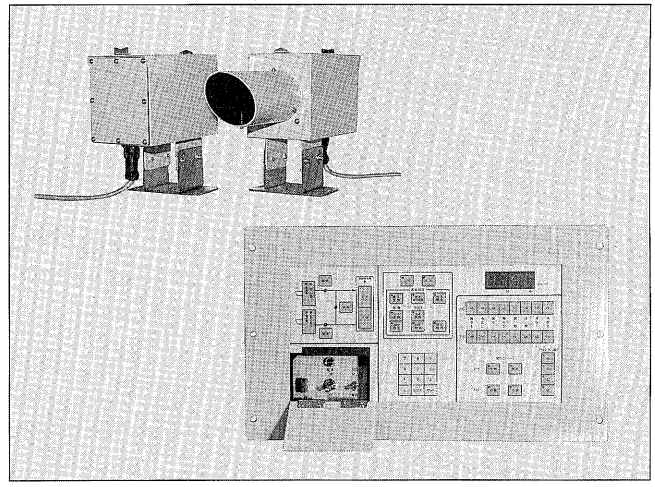


2　道路トンネル用計測機器

道路トンネル用計測機器として，富士電機は現在までにトンネル換気に用いるテレビカメラ方式煙霧透過率計（VI計），一酸化炭素分析計（定置形およびポータブル形）などの開発，製品化を進めてきている。

今回，トンネル入口部の緩和照明の制御を行う照明用自動調光装置を開発した。トンネルに車が入坑するときに，ドライバの目がトンネル内の暗度に順応するようにトンネル入口外部の明るさ（野外輝度）を検出し，それに応じた照明制御用接点信号（晴天1，晴天2，曇天1，曇天2，昼間，夜間，深夜1，2）を出力するものである。LED表示付フラットキーボード，電子ブザー付パネルの採用，春夏秋冬の季節に応じた制御を4種類までプログラミングできる機能など使いやすい構成としている。

図2　トンネル照明用自動調光装置

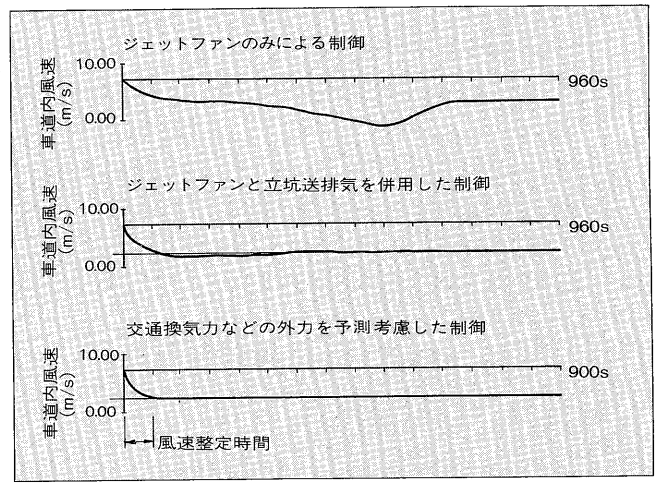


3　トンネル内換気流制御シミュレーション

トンネル換気流の制御には，平常時制御と火災時制御がある。平常時制御はばい煙換気が目的であり，火災時制御は風速を一定値（2 m/sなど）以下に抑えて人・車の安全退避を図ることにある。富士電機は実大トンネルの1/20模型実験装置および数値解析による風速分布解析技術を持っている。

今回これに加えて，火災時制御方式の比較のため制御プログラムを作成し，シミュレーション検討を行った。目標風速に整定する時間は，ジェットファンだけによる制御よりも立坑送排気力をも組み合わせた方が，さらに交通換気力などを考慮した外力予測制御方式の方がより短時間であることが認められる（図はその一例）。今後はこれらの解析技術の高度化をさらに進めてゆく予定である。

図3　換気流制御シミュレーション結果



公共社会システム

4　音声帳票入力装置

キーボード，マウス，ライトペンなどに代わる新たな入力手段として音声帳票入力装置を開発した。これは，音声によるやりとりでパーソナルコンピュータにデータを入力する音声入力装置と，そのデータを目的に合った帳票に自動作成するソフトウェアとから成っている。音声入力の利用はかなり古くから試みられ一部の分野では導入されているが，その導入の障壁となっていたのが認識率である。この装置では，学習機能を充実して認識率を大幅に向上させ，従来にないマンマシンインタフェースを実現した。特長は，①発声による帳票入力機能，②認識率向上のための学習機能の付加，③離れた場所からの入力機能，などである。

この装置を活用すれば，サービス産業や工場でのFA（検査データ入力）など幅広い適用が可能となる。

図4　音声帳票入力装置

5　電気設備のリニューアル

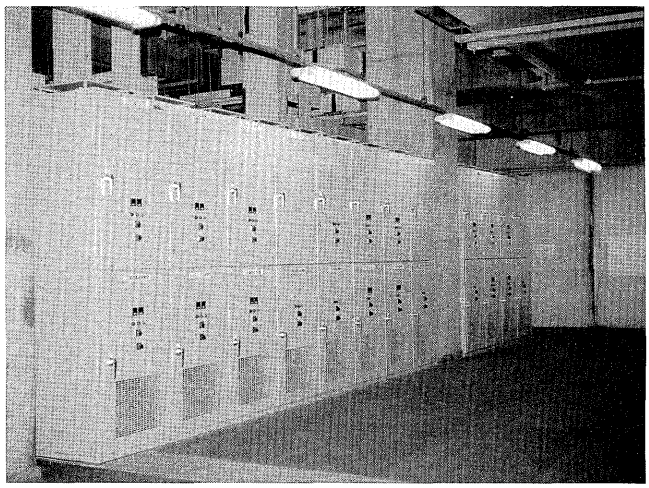
官庁建物実態調査結果によれば，昭和40年代の高度成長期以降に建設された建物の占める割合が高い。

公共施設における電気設備も例にもれず，昭和40年代の設備がライフサイクルの終わりの時期にさしかかっている。

平成2年には，都市ごみの減量化，処分が大きな社会問題となっている大規模清掃工場の電気設備のリニューアルを実施した。増大するごみ処理のため，焼却炉の運転を長い間停止することはできず，短い時間の制約のなかで新旧の切換を完了する必要がある。

このため現地調査，切換手順など設計・仮設工事などの周到な事前準備が重要であり，富士電機のリニューアルに対するサイトエンジニアリング力がいかんなく発揮された。

図5　電気設備のリニューアル実施例



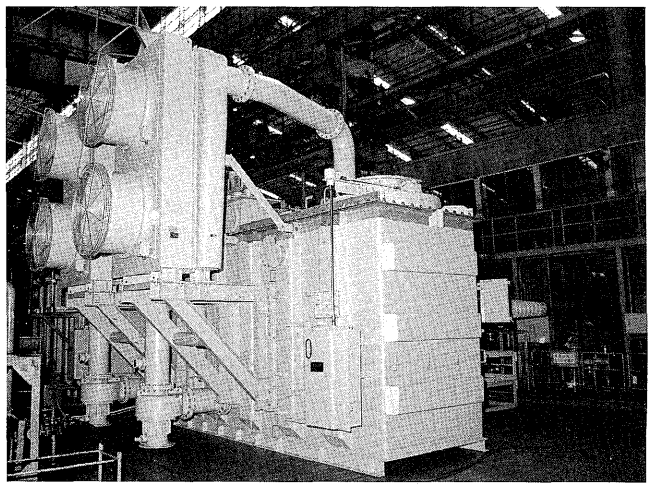
6　公共施設用電源設備

近年の公共施設用電源設備は難燃性，安全性，縮小性，保守性など各機能の高度化が要求される。

(1)　新東京国際空港公団（成田空港）に納入した特別高圧受変電設備は，富士電機の記録容量品である66kV 35MVAガス絶縁変圧器2台のほか，受電保護はディジタル保護継電器を，6kV高圧母線には自動点検機能付きの母線保護継電装置を具備した高度の保護機能を有する設備である。現在，現地工事中で近く竣工する。

(2)　自家発電装置は，環境保護の視点，省エネルギーなどからガスを燃料としたコージェネレーション方式も増加の傾向にある。東京医科歯科大学向けに1.5MVA出力のガスエンジンを使用したコージェネレーション用自家発電装置1台を製作中である。

図6　66kV　35MVAガス絶縁変圧器



AM130830

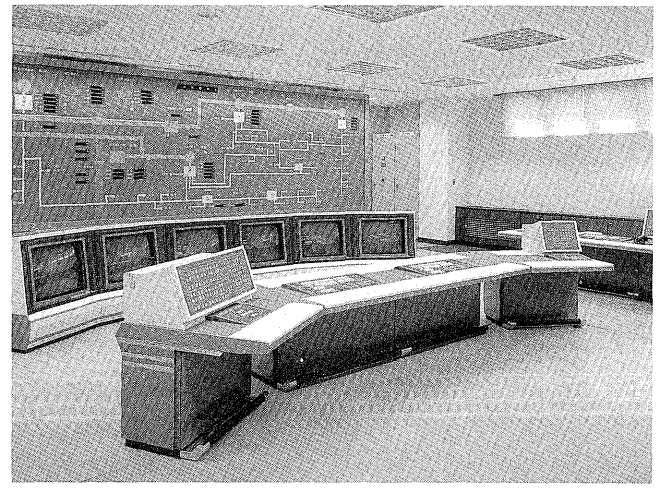
上下水道

1　上下水道総合管理システム・新 FAINS-1000

上下水道施設の総合管理システムとして，新 FAINS-1000 システムの導入が盛んに行われている。新 FAINS は，機能分散形のコンポーネントをネットワークで結合した構成で，高信頼性，マンマシンインタフェースの高速応答や設備・機能拡張の容易さを実現している。

また，コンパクト A，スーパー A などのコンピュータを使用し高解像度 CRT や大画面モニタによるマンマシンインタフェース機能の充実，AI 技術（ファジィ制御，診断）を利用した高級制御・運転支援機能を具備している。さらにワークステーションを活用して，従来のプロセス制御のほか維持管理，運用計画，経営計画などの OA・事務部門の業務を含んだシステムの構築が可能となっている。

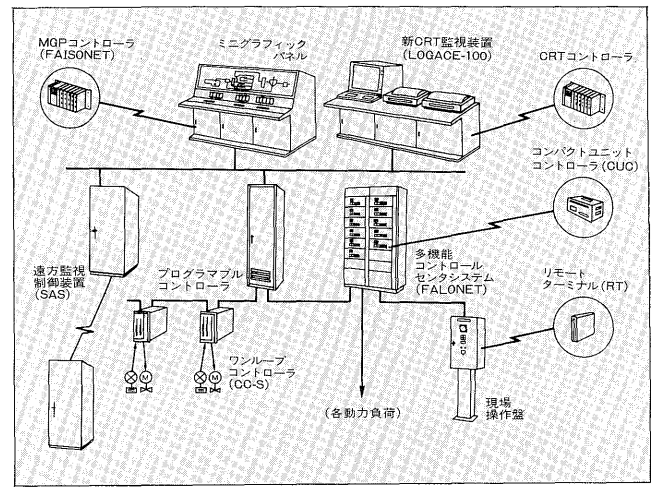
図7　新 FAINS-1000 の管理室



2　CRT 監視装置 LOGACE-100

上下水道施設の監視制御システムの導入は，小規模の施設に対しても一層増加する傾向にある。これにこたえるため，従来から評価の高い小規模監視制御システム・新 FAINS-100 のコンポーネントの一つとして CRT 監視装置 LOGACE-100 を開発した。この装置は，①1,120×750（ドット）の高解像度 CRT を採用してマンマシンインタフェース機能を充実し，②記憶装置の大容量化によって日報，月報，年報などの帳票機能を拡充し，③監視・データロギング機能に加えて，タッチパネルあるいはマウスによる操作機能を持たせたものである。すでに多数の使用実績を持つ多機能コントロールセンターシステム（FALONET）や遠方監視制御装置（SAS-500/50）などと組み合わせて，事業規模に見合った最適なシステムを容易に構成できる。

図8　新 FAINS-100 のシステム構成

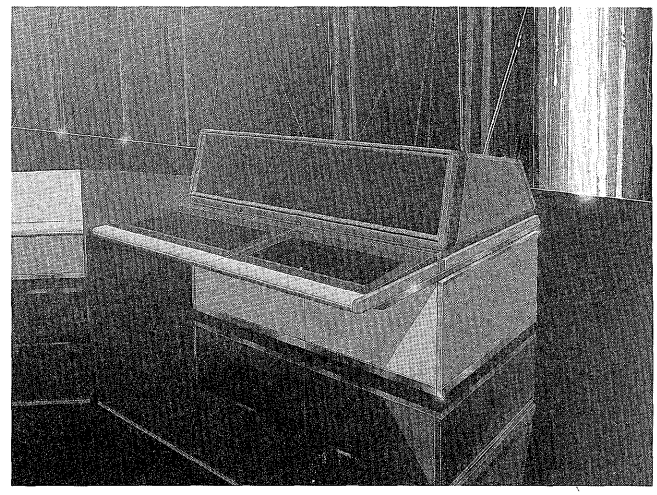


3　新形監視操作卓

上下水道の管理システムは，統合化・集中化の傾向にあり，取り扱う情報量も膨大になっている。このシステムを効率的に運転管理するためには，人間工学的にデザイン検討された中央管理室が必須となる。CRT 操作卓，ミニグラフィック付操作卓などのマンマシン装置そのものと，それら機器のレイアウトや色彩計画，照明計画などの管理室内装設備まで含めたトータルな管理室検討が重要である。

そのなかで特にマンマシンインタフェースの中心を担う監視操作卓（CRT オペレータコンソール含む）について，従来から富士電機は人間工学的検討を基に FUCDES シリーズを発表してきた。今回，新 FAINS システムの開発に伴い，時代の流れに沿ったざん新さと落ち着きを合わせ持つ「最新のトラディショナル」を基本コンセプトに新形監視操作卓を開発した。

図9　新形監視操作卓



上下水道

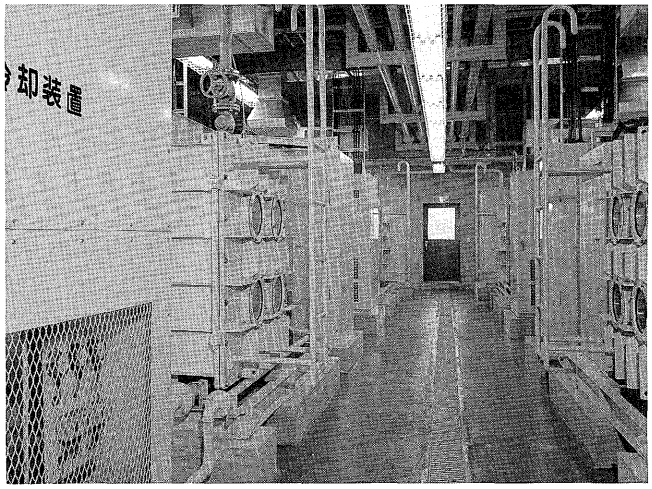
4　上下水道のオゾン応用システム

上下水道ともに高度処理導入の気運が高まり，なかでもオゾン処理に強い関心が寄せられている。

上水道においては，かび臭，トリハロメタン対策として各地でプラント実験が進められており，それに対し実験用オゾナイザを納入してきた。また，オゾン接触槽の最適設計のために水理モデルによる実験を行い，シミュレーションによるその評価法を確立した。

一方，下水道などの排水処理については，処理水質の向上のほか，処理水を修景用水や親水用水として再利用するケースが増えており，脱色，脱臭，殺菌に効果的なオゾン処理が適用されるようになってきた。排水の高度処理用に16kg O_3/h のオゾンプラントを納入し，さらに千葉県内向けに下水の再利用のためのオゾナイザを製作中である。

図10　オゾナイザ



5　更新需要の増加

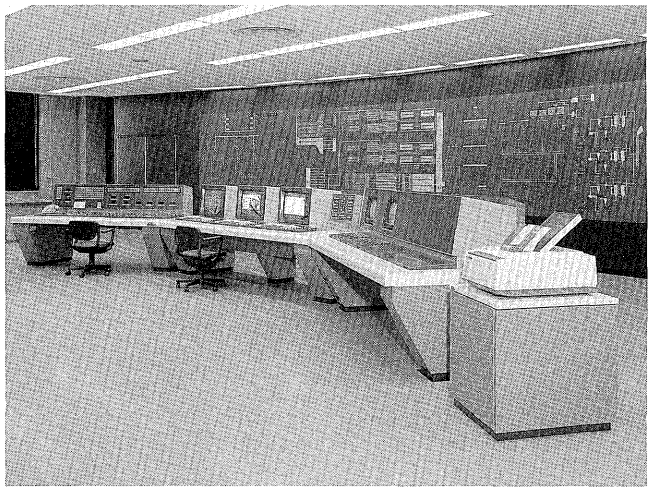
早くから下水道の建設を進めてきた都市では，老朽化した設備の更新工事が増加してきている。

工事目的には，①老朽化している設備の機能維持のための更新，②維持管理の効率化，安全性の向上など機能向上のための更新があり，古い設備，機能低下が著しい設備から順次段階的に進められている。

例えば，受変電設備では安全性，保守性の向上を目的とした油入遮断器から真空遮断器への取替えや監視制御設備では，監視操作性の向上や効率化を目的とした監視操作盤からCRT 中心の監視設備への切換などが行われている。

これらの工事は設備停止が許されないため，設備全体に影響が及ばないようにできるだけ小規模な範囲の単位で順次切り換えてゆくなど，さまざまな工夫を行って進めている。

図11　横須賀市下町浄化センター中央管理室



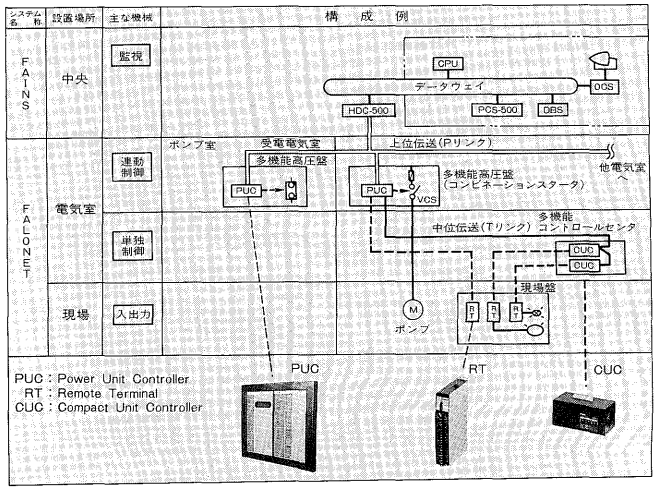
N99-1652-3

6　上下水道用ローカルネットワークシステム

上下水道設備では中央をマスタステーション，各電気室をサブステーションとするシステム構成が一般的である。しかし近年，設備の増設・更新の需要が増加することから，制御表示信号量の多い現場と電気室間についても伝送システムとすることが要望されている。このニーズに対して，工事計画・設計の効率化，工期短縮，メンテナンス性の向上などの特長を持ったFALONET システムを開発した。

開発済みのコントロールセンタ，現場盤用のCUC，RT に加え，新たに高圧盤用 PUC（パワーユニットコントローラ）を開発したことにより配電盤の全機種の電子化が完了し，数か所向けに製作中である。FALONET と FAINS シリーズの結合によって，文字どおりのEIC 統合化システムが完成した。

図12　上下水道用 LAN 構成例

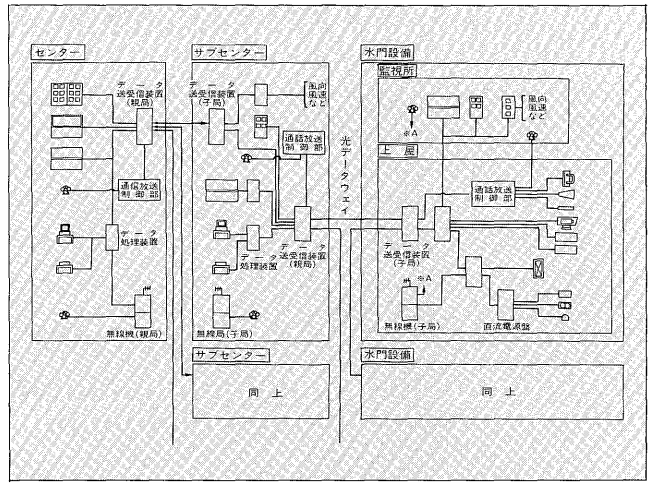


上水道

1　河川，港湾施設への水管理システム

水のインフラストラクチャの一環として河川，港湾施設に水管理システムの導入が進んでいる。これらの施設は，台風・集中豪雨・高潮時の水害防止を目的とし，水門と排水ポンプにより水の流れをコントロールしている。従来は水門ごとに操作員が常駐していたが，緊急時の相互連携による迅速な対応と管理業務の効率化を図るため管理の集中システム化が図られている。大規模システムでは，水門・排水機場，サブセンター，センターの階層化構成をとり，災害時の稼働に備えて高信頼化のために種々の工夫がとられている。伝送路の有線系と無線系の冗長化，二重化された光通信システム，ITV 画像と電話音声と各種データ（水位，水門開度，気象データなど）を含んだマルチメディア伝送，自家発電・UPS の停電対策，などである。

図13　河川，港湾施設への水管理システム



2　水道用水質センサシリーズ

水道水質管理用センサシリーズ，pH 計，濁度計，有試薬残留塩素計，無試薬残留塩素計，アルカリ度計，電導度計の 6 機種のモデルチェンジを完了した。

新シリーズは，従来シリーズの機構，機能，デザイン，メンテナンス機能などすべての仕様を統一的に見直し，新形水質センサとして開発した。主な特長は次のとおりである。

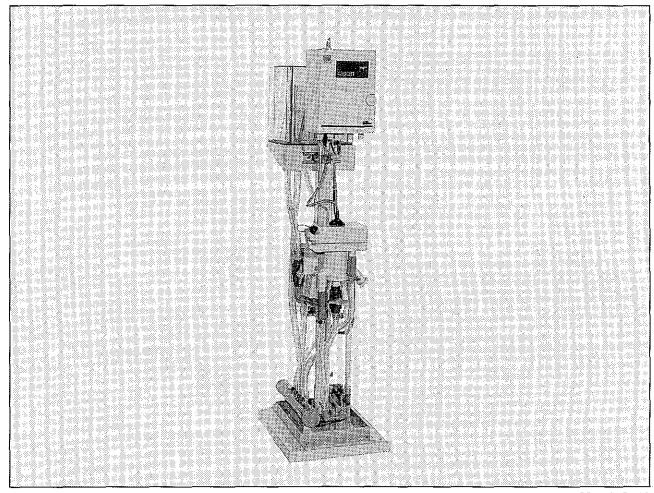
(1)　ワンタッチキャリブレーションの採用による操作性向上

(2)　全自動校正，自動洗浄の採用などによるメンテナンス性の向上

(3)　光計装システム（FFI）との結合が可能

(4)　検出部，変換部の小形化，従来機種との容易な互換性

図14　水道用水質センサ，濁度計



N99-1846-12

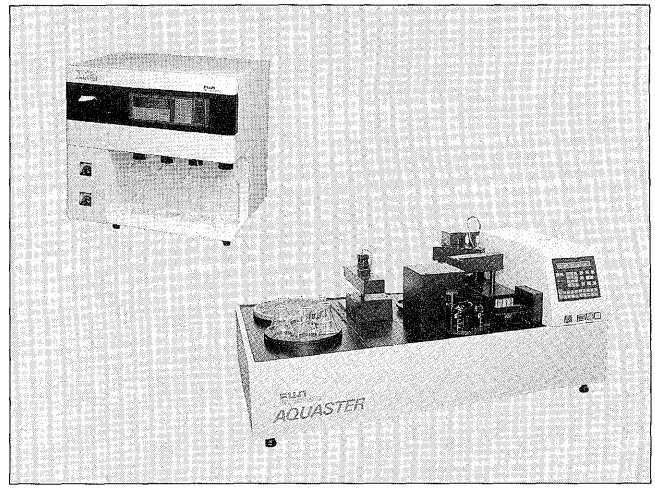
3　トリハロメタン計，水質検査ロボット

水源環境の水質悪化に伴い，水質監視の必要性が増しているなか，水質分析の省力化，自動化を図った水質分析計 2 機種を開発した。

(1)　トリハロメタン計：水中のトリハロメタンとニコチン酸アミド溶液を反応させ，生成した蛍光縮合物の蛍光強度を測ることにより，トリハロメタン濃度を測定する自動分析計である。従来のガスクロマトグラフによる分析に比べ，測定時間が短く，だれでも容易に分析できるなどの特徴がある。

(2)　水質検査ロボット：従来，手作業で行っていた水質検査の前処理工程（加熱，試料・試薬の分取・分注，溶媒抽出容量の測定）をロボット機能により自動化，さらに光電光度計により分析作業の自動化を図った装置である。現在，すでに水道用として 2 台の納入実績がある。

図15　トリハロメタン計（左上），水質検査ロボット（右下）



下水道

1　汚泥工場コージェネレーションシステム

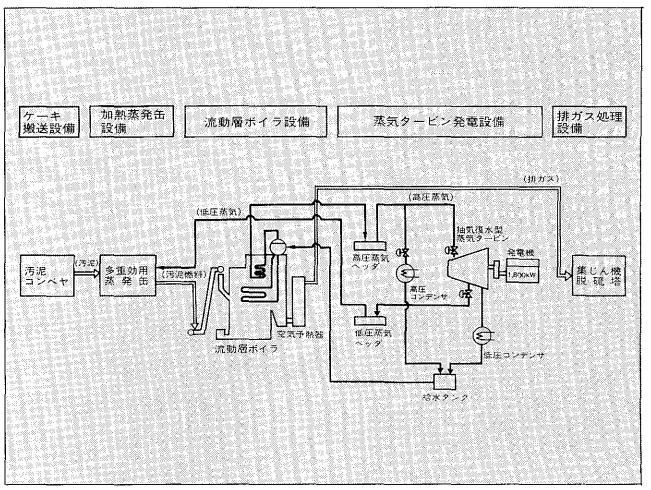
下水道の普及に比例して，発生する汚泥量がますます増加してきており，この汚泥を処理・処分するための環境は一段と厳しくなってきている。

富士電機では，汚泥を燃料として有効利用する汚泥工場コージェネレーションシステムの監視制御システムと蒸気タービン発電設備を納入した。

この設備は，汚泥乾燥用の多重効用蒸発缶，流動層ボイラおよび蒸気タービンで構成されている。発電方式は商用との同期並列運転方式で，発電電力は汚泥工場の電力を賄い，余剰分は他の設備で利用する。

全体システムの監視制御は，高密度CRTを使った集中監視操作方式と分散制御方式で構成し，プラントの全自動運転を通じて運転管理の向上をめざしている。

図16　汚泥工場コージェネレーションシステム



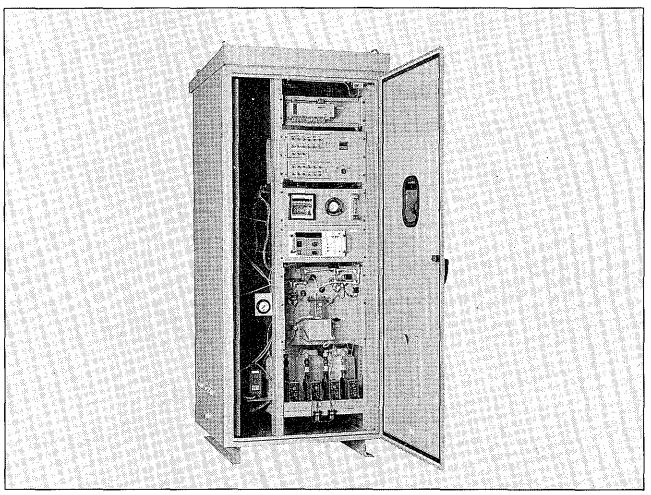
2　下水道用新水質自動分析計シリーズ

河川，湖沼，内湾などの水質悪化が大きな社会問題となっている。これに伴い水質悪化要因物質である窒素，リンの除去，および自動計測の重要性がより高まってきた。

富士電機ではアンモニア，全窒素，三成分窒素，全リンの4機種の分析計のシリーズ化を完了，平成2年から積極的な販売を開始した。

これらの分析計は信頼性，保守性の向上を主眼に測定原理の探索からスタートし，開発，製品化したもので数多くの特長を有している。アンモニア計が排接液電極，標準添加法を採用し，長期間安定した計測を可能としていること，窒素，リン分析計前処理にオゾン酸化を採用，無希釈，常温，常圧での分析を可能とし，取扱いを簡便としたことなどは特筆すべき事項である。

図17　全窒素自動分析計



NF-4059

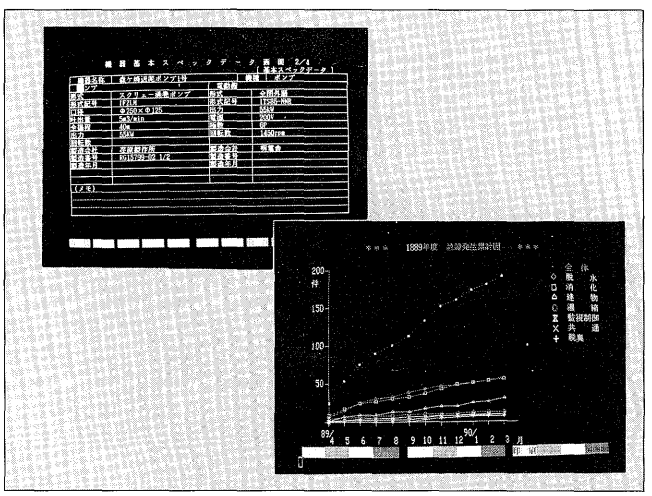
3　下水道台帳業務のOA化

だれもが生活のなかに豊かさを求める90年代において，下水道業務のなかでも，直接的な運転操作業務の自動化だけでなく，施設の保守・保全および計画・策定に関する業務のOA化が大都市を中心に進められている。

例えば機器台帳，工事台帳，保守経歴台帳，試験台帳など従来ばらばらの紙の上で管理していたデータをパーソナルコンピュータに代表される情報処理装置の中にデータベースとして構築し，検索，数値集計，データ編集，報告書作成などを容易にしたうえで積極的にデータを活用してゆこうとするものである。

富士電機ではFAシステムと統合化を図ったワークステーションのOAシステムから，スタンドアロンシステムまでニーズにマッチしたシステムを数多く納入している。

図18　保全情報の表示例



N99-1908-10 / N99-1908-14

汚泥処理

1　電気浸透脱水機

汚泥の低含水率脱水を特長とする電気浸透脱水機は，納入例に示すようにすでに12台が稼働中で，汚泥の有効利用，最終処分汚泥量の大幅な減量などに実績を上げている。金属加工工場や電子部品製造工場の排水から食品加工工場排水，三次処理排水，印刷工場排水など広範囲の産業分野において，難脱水性といわれる汚泥を容易に低含水率化（＝減量化）しており，廃棄物の処分地不足が深刻化している産業界のニーズにマッチしている。

特に，東京電力(株)と共同開発した産業用電気浸透式脱水システムは，(財)省エネルギーセンターの「88年省エネルギー優秀製品賞」，(社)日本機械工業連合会の「89年優秀省エネルギー機器賞」を受賞し，この製品の優秀性や経済性，有用性が評価された。

表1　電気浸透脱水機の納入例

納入先	用　途	形　式
金属加工工場	金属水酸化物汚泥	FES-BP-50
浚渫汚泥処理センター	浚渫汚泥	FES-CP-150
公共下水道	下水混合汚泥	FES-CP-300E
電子部品製造工場	総合排水汚泥	FES-BP-30
電子部品製造工場	総合排水汚泥	FES-CP-50E
食品加工工場	食品排水汚泥	FES-BP-100
火力発電所	総合排水汚泥	FES-BP-100
電気資材製造工場	金属水酸化汚泥	FES-BP-30
電子部品製造工場	総合排水汚泥	FES-CP-50
電子部品製造工場	排水三次処理汚泥	FES-BP-30
トンネル清掃排水	洗浄排水汚泥	FES-BP-30
印刷工場	カラー排水汚泥	FES-BP-80

2　大形電気浸透式キャタピラプレス

大形電気浸透式キャタピラプレスは，公共下水道を対象とした大規模大容量の汚泥の低含水率脱水システムとして開発されたものであり，すでに沪布幅3mの最大機種を某下水処理場へ納入し，2年間にわたる運転実績を有している。

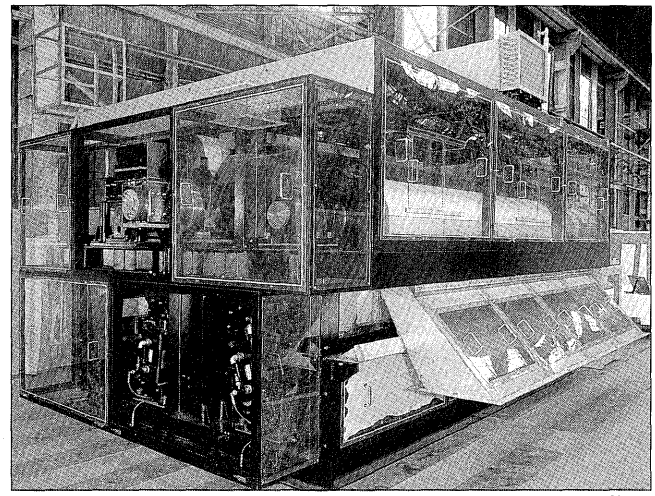
この脱水システムは，下水処理場における新設の高効率高脱水形脱水機として，あるいは既設脱水機の脱水性改善を図る二次脱水機として，電気浸透脱水原理を用いた低含水率脱水を可能とするものであり，下水道における埋立処分地の不足問題や汚泥処理プロセスの改善の対策として，大きく寄与することができる。

運転実績は次のとおりである。

(1)　処理量，稼働実績：270kg-ds/h，5,000h

(2)　脱水性，電力量　：70％以下，0.6kWh/kg-ds

図19　大形電気浸透式キャタピラプレス（沪布幅3m）



N89-5392-1

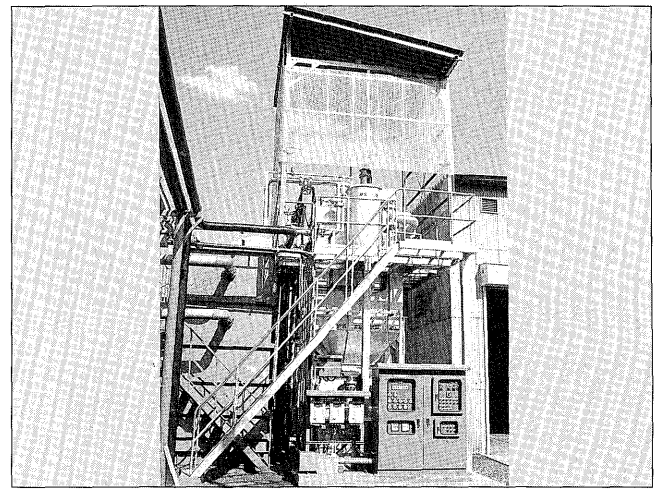
3　下水用沪過濃縮装置

富士電機では，下水汚泥の処理処分の合理化の一環としてサイホン力を利用した省エネルギー形の汚泥濃縮設備を開発し，三鷹市東部下水処理場の余剰汚泥単独濃縮設備として納入している。

同設備はすでに運転も2年近く経過したが，導入の直接的効果と同時に，このシステムのもつ経済性，維持管理性に高い評価を得ている。

この装置は静止形のケーキ沪過方式のため，SS回収率も99.5％以上と，返送される分離水の清澄度も高く，汚泥の濃縮効果だけでなく，水処理系の汚泥の返流負荷を大幅に減少させ安定した水処理運転が行われることも確認された。このシステムは構造も簡単で，スペースも少なくて済むことから，小中規模処理場向けとしても適用が期待される。

図20　下水用沪過濃縮装置



e-Front runners

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。