UDC 681.327.8 : 621.316 : 628.1/.3

上下水道向け電気設備用ローカルネットワークシステム

橋爪 彰一(はしづめ しょういち) 中原 泰男(なかはら やすお) 佐々木 英雄(ささき ひでお)

1 まえがき

情報化時代に向かって，あらゆる分野で情報のディジタルネットワーク化が推し進められている。上下水道分野でも例外ではなく，場外設備にはテレメータ・テレコントロール装置の導入が，場内設備には制御用 LAN などの導入が盛んである。

上下水道施設では，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し，それぞれの場所に情報伝送装置を設置することを基本とした情報ネットワークが一般的である。

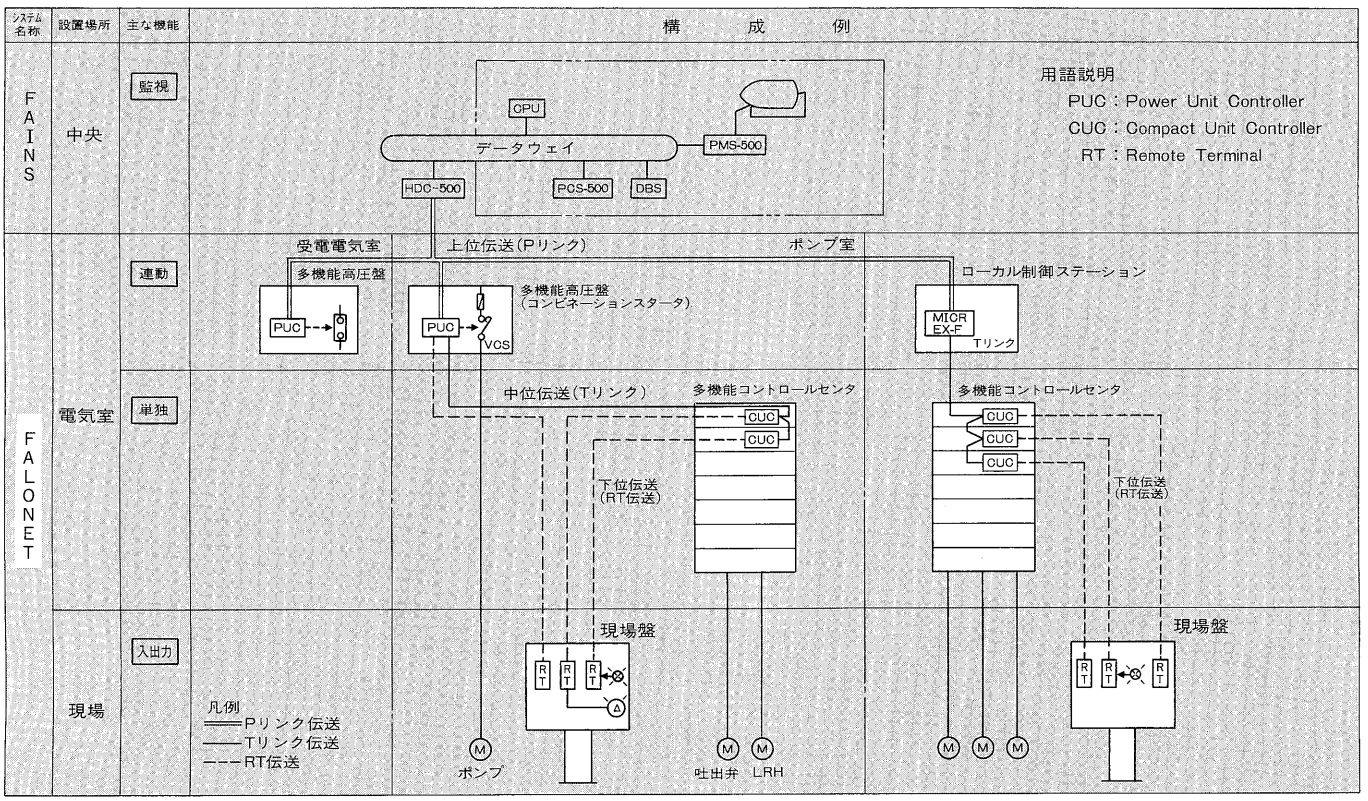
しかし，近年，上下水道では施設の増設・更新需要が増加する傾向にあり，制御・表示信号点数が最も多く，伝送距離の長い現場盤と電気室間の情報をシリアル伝送化することによる工事計画・設計の効率化，現地工事の簡略化，工期短縮，メンテナンスの簡便化などが要望されてきている。

そこで，今般，いわゆる電気盤，すなわち現場盤，コントロールセンタ，高圧配電盤内にユニットを内蔵し，シリアル伝送をする「ローカルネットワークシステム〔商品名：FALONET (Fuji Aqua LOcal NETwork)〕」が完成し，納入実績も増えてきたことを機会に本システムについて紹介する。

2 システムの構成と機能

FALONET システムは**図 1** の例のように「多機能高圧

図 1 システム構成例



橋爪 彰一

昭和48年入社。上下水道電気システムの設計に従事。現在，公共事業本部技術統括部水処理技術第一部課長。

中原 泰男

昭和49年入社。上下水道電気システムの設計に従事。現在，公共事業本部技術統括部水処理技術第二部課長。

佐々木 英雄

昭和55年入社。上下水道電気システムの設計に従事。現在，公共事業本部技術統括部水処理技術第二部。

盤」,「ローカル制御ステーション」,「多機能コントロールセンタ」,「現場操作盤」から構成され，大きく三つの機能がある。

(1) 各電気室と現場にある電気負荷に対する監視制御機能
(2) これらの電気負荷の現場操作盤と多機能高圧盤及び多機能コントロールセンタとの間の情報伝送機能
(3) 上位コンピュータシステムへの情報伝送機能

この機能をそれぞれ電気負荷単位ごとにユニット化して，既存の盤内に収納するとともに，ローカル制御ステーションで負荷の連動・自動シーケンス制御を行う。

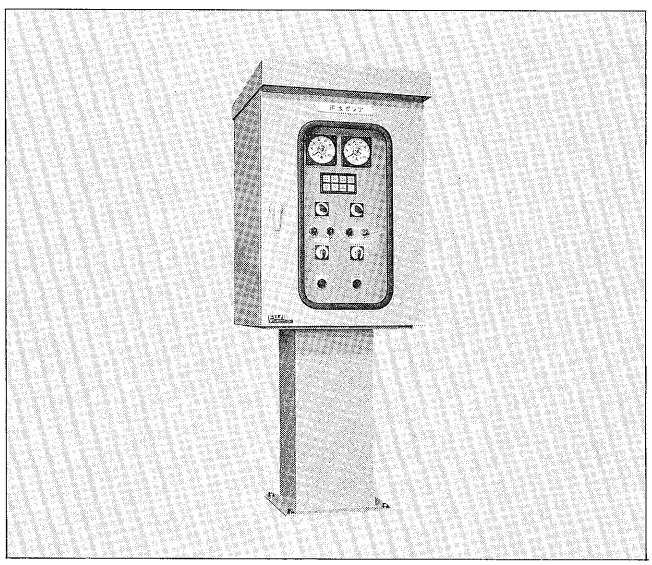
2.1 各制御装置の機能

2.1.1 リモートターミナル（RT）

リモートターミナル（RT）は現場操作盤に収納され，機側信号を入出力し，多機能コントロールセンタに収納されたコンパクトユニットコントローラ（CUC）又は多機能高圧盤に収納されたパワーユニットコントローラ（PUC）とリモートターミナル伝送（下位伝送）で接続される。

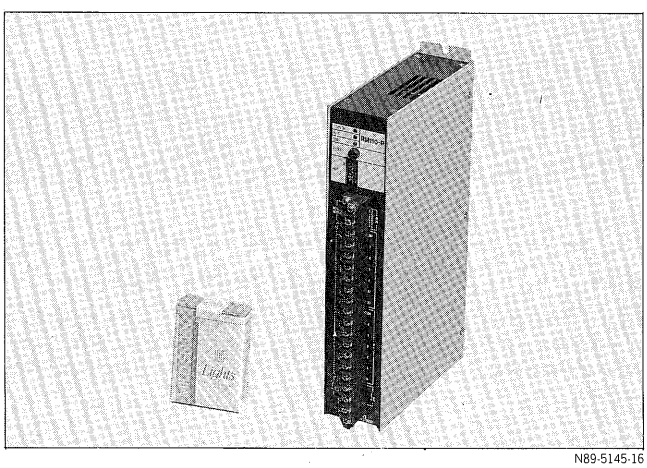
現場操作盤の外観を**図2**に，RTの外観を**図3**に示す。

図2　現場操作盤の外観



N89-5145-12

図3　RTの外観



N89-5145-16

2.1.2 コンパクトユニットコントローラ（CUC）

CUCは多機能コントロールセンタの各ユニット（従来のコントロールセンタユニットと同一寸法）に収納され，ローカル制御ステーション又は多機能高圧盤とのTリンク中位伝送と現場操作盤との下位伝送機能を持っている。

また，電動機の始動方式（可逆，非可逆，スターデルタなど），運転指令ホールドの有無などの各種運転方式のプログラムも標準ROMで記憶されている。したがって，機械の運転方法に応じて単独運転回路が自由に切換でき，コントロールセンタから負荷ごとに運転停止ができる。

多機能コントロールセンタの外観を**図4**に，CUCの外観を**図5**に示す。

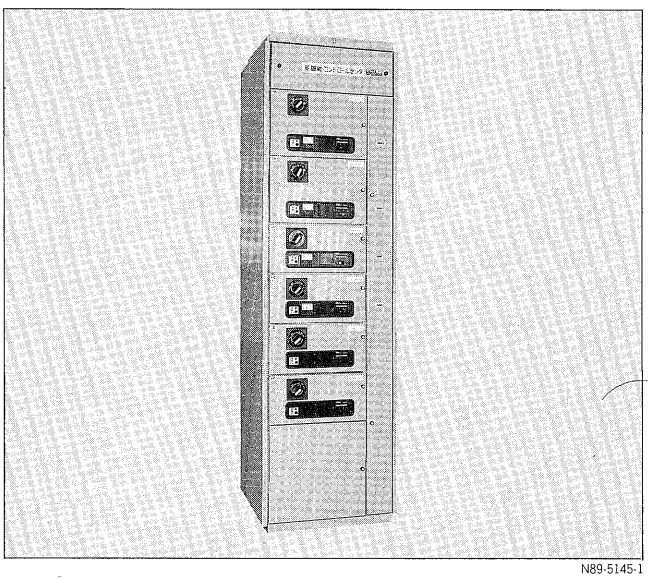
2.1.3 プログラマブルコントローラ（MICREX-F）

プログラマブルコントローラ（PC）MICREX-Fは，従来の補助継電器盤に代わる「ローカル制御ステーション」に収納する。中央監視制御設備とローカル制御ステーション間はPリンク上位伝送機能でネットワークを組む。また，多機能コントロールセンタ内蔵のCUCとはTリンク中位伝送機能で結び，連動・自動制御など複数負荷グループ制御機能を持つ。

2.1.4 パワーユニットコントローラ（PUC）

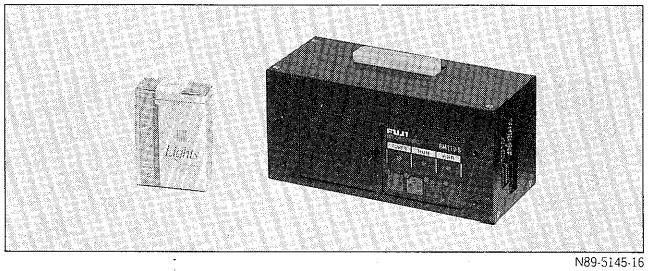
PUCは多機能高圧盤に収納され，中央監視制御設備などへのPリンク上位伝送機能と多機能コントロールセンタ及び現場操作盤へのTリンク中位伝送及びRT下位伝送機能を持ち，「基本制御部」,「変換器部」,「保護継電器部」

図4　多機能コントロールセンタの外観



N89-5145-1

図5　CUCの外観

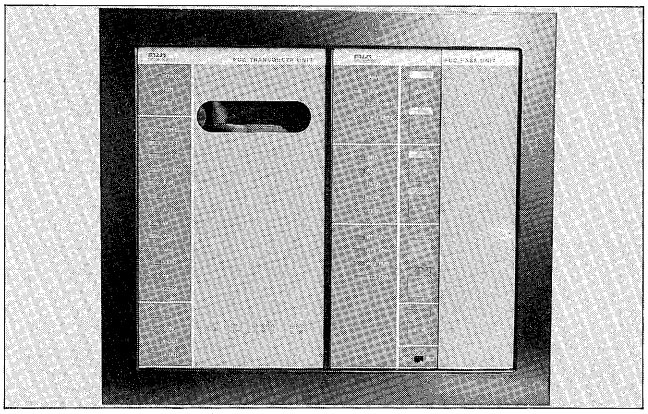


N89-5145-16

表1　PUC 概略機能

PUC	機　　能
基　本　部	① 切換，操作機能(COS，CS) ② 状態，故障表示機能 ③ 遮断器，コンビネーションスタータ単独連動制御機能 ④ 変換器部，保護継電器部との伝送インタフェース ⑤ 上位（中央監視室等）及び下位（コントロールセンタ，現場操作盤）との伝送機能
変換器部	① 下記電力変換器機能 3台×電圧，1台×零相電圧，3台×電流， 1台×周波数，1台×力率， 1台×電力，1台×無効電力 ② 下記指示計機能（ディジタルで指示） 3相×電圧，3相×電流 零相電圧，周波数，力率，電力，電力量，無効電力 ③ 上記①，②計測値の基本部経由伝送機能
保護継電器部	① 下記保護継電器機能 2台×過電流，1台×地絡過電流，1台×地絡方向， 1台×地絡過電圧，1台×低電圧，1台×過電圧 ② 上記①保護継電器の動作故障表示 ③ 上記①設定値の基本部経由伝送機能

図6　PUC の外観



の三つのブロックで構成され，自由に組み合わせて使用できる。

PUC 各ブロックの概略機能を**表 1** に，外観を**図 6** に示す。

2.2　各制御装置の仕様

PC（MICREX-F）及び PUC，CUC，RT の一般仕様を**表 2** に，基本仕様を**表 3** に，伝送仕様を**表 4** に示す。

なお，各制御装置は既存の配電盤に取付可能であり，上下水道で発生する腐食性ガス(塩素ガス及び硫化水素ガス)対策も十分に行った設計となっている。

3　FALONET システムの特長

3.1　計画・設計面での特長

(1)　制御ケーブルの計画・設計が容易

制御ケーブルの個別配線を必要とする箇所は機側と現場操作盤間のみであり，その他はすべて専用の伝送ケーブルで計画できる。このため，電気室と現場操作盤間のケーブル心数は取合い信号点数に左右されず，負荷単位でまとまり，ケーブル心数の計画・設計が容易となる。また，現場回りの信号点数の変更に対しても，配電盤間のケーブル心数の設計積算を変更することが少ない。

(2)　配電盤の計画・設計が容易

従来，補助継電器盤の面数は負荷の制御内容の難易度と中央監視制御設備への信号点数により大きく左右されていた。しかし，PC とシリアル伝送の採用により，ローカル制御ステーションの面数は内部に収納される PC 数に左右されるだけで従来の半分以下となる。また中継端子盤なども不要となるため，配電盤の計画・設計が容易となる。

(3)　施工時の追加・変更に強い

施工時に機械インタロックなどが追加・変更になることは日常的にある。この時でも配電盤間のケーブル心数の変更が少ないため，従来のような予備心を計画・設計時に考慮する必要がほとんど無い。

(4)　ケーブルルートの計画・設計が容易

現場操作盤から電気室・中央監視室まですべてネットワーク伝送されるため。情報がどこへでも，どこからでも送受信できる。したがって，電気室間のインタフェースに対して，中継端子盤やコントローラ I/O 盤などが不要となり，ケーブルルートの計画・設計が容易になる。

(5)　装置収納専用盤が不要

FALONET システムで使用する制御装置は従来の配電盤（コントロールセンタなど）に収納できるよう設計したため，本装置を収納するための専用盤は不要である。

(6)　拡張・増設時の計画・設計が容易

コントロールセンタの列盤増設時，例えば既設に 1 号と 2 号のポンプがあり，3 号ポンプを増設する場合，コントロールセンタとローカル制御ステーション及び中央までの

表2　一般仕様

項　　目	MICREX-F	CUC，RT	PUC
電源電圧	AC100/110V又はAC200/220V＋10%，−15%		DC100/110V＋30%，−15%又はAC100/110V若しくはAC200/220V＋10%，−15%
電源周波数	50/60Hz		
許容瞬停時間	10ms		3ms
使用周囲温度	0～55℃	−10～55℃（CUCは0～55℃）	−20～70℃
周囲湿度	20～90%RH	10～90%RH	20～90%RH
耐ノイズ	ノイズシミュレータによる1,000Vp-p立上り1nsパルス，パルス幅1μs		
耐電圧	AC1,500V，1分間		

表3　基本仕様

項目			MICREX-F FPK205の場合	PUC	CUC	RT	備考
プログラム方式			ストアードプログラム方式			—	
制御機能			サイクリック演算制御 定周期割込制御 プロセス割込制御	サイクリック演算制御 定周期割込制御	サイクリック 演算制御	—	
命令	言語		問題向き言語（FPL）			—	F-series Programming Language
	種類		基本命令19種 応用命令90種	基本命令19種 応用命令73種	基本命令13種 応用命令 4種	—	
メモリ	データ部	素子	IC-RAM			—	＊印はコンデンサ＋バッテリーバックアップ ☆印はメモリカセット方式
	プログラム部	素子	標準 IC-RAM* オプション EP-ROM☆	EP-ROM		—	
		容量	15.8/28.1kステップ	16kステップ	1kステップ	—	
入出力点数	ディジタル入出力		最大3,200点 （CUC50台分）	最大1,600点	12点＋ RT入出力	最大48点	
	アナログ入出力		200点	20点	0	0	
Tリンク	リンク数		2	1	1	0	中位伝送
Pリンク	リンク数		1	1	0	0	上位伝送
RT結合	リンク数		0	1	1	1	下位伝送
周辺装置	ローダ		D-10, D-20			—	
	プリンタ		80けた			—	
	CMT		オーディオ用CMT			—	
	フロッピィディスク		3.5インチ			—	
	ROMライタ		PROMライタ			—	
	故障診断		有			有	

表4　伝送仕様

項目	上位伝送(Pリンク)	中位伝送(Tリンク)	下位伝送(RT結合)
用途	プロセッサ間	プロセッサ-PIO間	CUC・RT間
接続カプセル	最大16台 プロセッサ （FPK105, FPK205）	プロセッサ　1台 プログラムローダ　同時2台 CUC　最大25台 （PIOカプセルの場合最大32台）	CUC　1台 RT　1台 増設RT　1台
伝送速度	5Mbps	500kbps	100kbps
伝送距離(総延長)	最大250m	最大1km	最大1km
接続ケーブル	同軸ケーブル5C-2V 又は （多成分光ファイバケーブル）	ツイストペア線 CPEV-SBϕ0.9—対 又はKPEV-SB0.5mm^{2}又は(多成分光ファイバケーブル)	同　左 又は （多成分光ファイバケーブル）
リフレッシュ時間	10ms/2kワード （高速リフレッシュ領域）	10ms （ディジタル入力512点のとき）	20ms

ケーブルは追加しないで既設ケーブルのまま情報の追加ができ，拡張・増設時の計画・設計が簡単である。

3.2　現地施工面での特長

(1)　ケーブル工事の簡略化

配電盤間の信号伝送方式を個別配線方式からシリアル伝送方式にすると，従来，数百本あった多心ケーブルがツイストペア線又は光ファイバケーブルとなり，ケーブル数が減少できる。したがって，ケーブルの敷設及びつなぎ込み作業が簡略化でき，ケーブルピット及びラックも縮小できる。

(2)　工事期間の短縮

FALONETシステムはコントロールセンタと現場操作盤だけで機械の単独運転試験が可能である。単独制御回路はROM標準ソフトウェアを任意に切換でき，運転回路の信頼性も高い。

また，連動・自動制御回路もすべてシーケンスソフトウェアのため組合せ試験中に不具合が発生しても手早く修正できる。そのため，現地試験期間を短縮でき，ケーブル工事の簡略化と合わせて工事期間の短縮ができる。

(3)　設備更新工事におけるプラント停止時間の短縮

設備更新工事の時に既設ケーブルピット及びラックが満

杯で，かつ，新しいケーブルルートの確保が困難な場合が多い。従来は仮設ケーブルを敷設してから，あるいは既設ケーブルをすべて引き抜いてから新設ケーブルを敷設していた。そのため，プラントの停止時間・停止回数が多くなっていた。しかし，FALONET システムの適用により，事前の既設ケーブルの引抜きが不要となるなど，プラントの停止時間が大幅に短縮できる。

3.3 運転・維持管理面での特長

(1) 故障時の波及度が少ない。

FALONET システムは電気負荷単位ごとに制御回路が独立しているため，PUC，CUC 又は RT が故障しても，故障した電動機が運転不能になるだけで，他の電動機は何ら影響されずに運転を継続できる。

また，連動・自動制御を受け持つ PC（MICREX-F）が故障した場合でも，多機能コントロールセンタ又は多機能高圧盤と現場操作盤だけで単独・手動運転ができる。

また，連動・自動制御を受け持つ MICREX-F は二重化が可能であり，1台が故障した場合，切換操作・配線替えなどをせずに，自動的に他号機の MICREX-F により運転を継続できる。

(2) 制御機器の故障発見と復旧作業が容易

構成機器が電気負荷単位ごと及び制御機能（単独，連動，自動）ごとに明確に分割されており，これらの制御装置は自己診断機能を持っている。

このため，機器ごとの動作と故障が上位の中央監視設備及び機器本体で容易にわかる。従来の構成機器である補助継電器の故障発見は負荷の動きを総合的に判断し対処していたため，故障から発見・復旧に多くの時間を費やしていたが，これが極めて短時間となる。

(3) 詳細監視が可能

現場から中央への伝送は，シリアル伝送を用いているためケーブルを増やすことなく多量の情報を送ることができる。

このため，従来，一括監視していた準備完了などのシーケンス条件の個別監視，現場側の運転モード（手動，自動，連動，号機選択）などの詳細監視が経済的にできる。

従来システムと FALONET システムとの制御機能及び信号伝送方式の比較を**表 5** に示す。

4 FALONET システム適用例

4.1 上水処理場の水処理設備増設

大規模下水処理場は処理水量の増加に合わせて系列を増設する。全体計画の半分程度まで増設するのにも初期から10年以上の年月を必要とする。この間，機械設備の進歩や運転操作の高度化のため情報量が多くなり，電気室スペース及びケーブルピットとラックが満杯状態となることが予想され，増設分の機器と制御ケーブルが収まらない心配が出てきているケースもある。

そこで，FALONET システムの特長を生かし，補助継電器盤面数を従来の5面からローカル制御ステーション2面

表5 従来システムと FALONET システムの比較

項目		従来システム		多機能FALONETシステム	
制御機能	受変電設備	高圧盤(HT)	・主回路開閉 ・操作 ・表示 ・電気的保護	多機能高圧盤(HT)	・主回路開閉 ・操作 ・表示 ・単独，連動制御 ・電力変換機能(A-D変換) ・電気的保護
	運転操作設備	コントロールセンタ(C/C)	・主回路開閉 ・電気的保護	多機能コントロールセンタ(C/C)	・主回路開閉 ・電気的保護 ・手動，単独制御
		補助継電器盤(Ry)	・手動，単独制御 ・自動，連動制御	ローカル制御ステーション(LCB)	・自動，連動制御
		現場操作盤(LCB)	・操作 ・表示	現場操作盤(LCB)	・操作 ・表示
信号伝送方式		高圧盤， C/C-上位(中央など)	個別配線方式	高圧盤，C/C-上位(中央等)	シリアル伝送方式 プロセッサ(P)リンク伝送 又は ターミナル(T)リンク伝送(光伝送可能)
		Ry-C/C	個別配線方式	LCS-C/C	シリアル伝送方式 ターミナル(T)リンク伝送(光伝送可能)
		C/C-LCB	個別配線方式 (補助継電器盤経由)	C/C-LCB	シリアル伝送方式 リモートターミナル(RT)伝送 (光ファイバ又はツイストペアケーブル)
		Ry-LCB	個別配線方式	Ry-LCB	シリアル伝送方式 (多機能コントロールセンタ経由)
		Ry-機械リミット信号	個別配線方式 (補助継電器盤と取り合う)	LCB-機械リミット信号	個別配線方式 (現場操作盤と取り合う)
接続方式		各盤間	ねじ端子接続	各盤間	コネクタ接続

図7　下水水処理設備増設の従来との比較

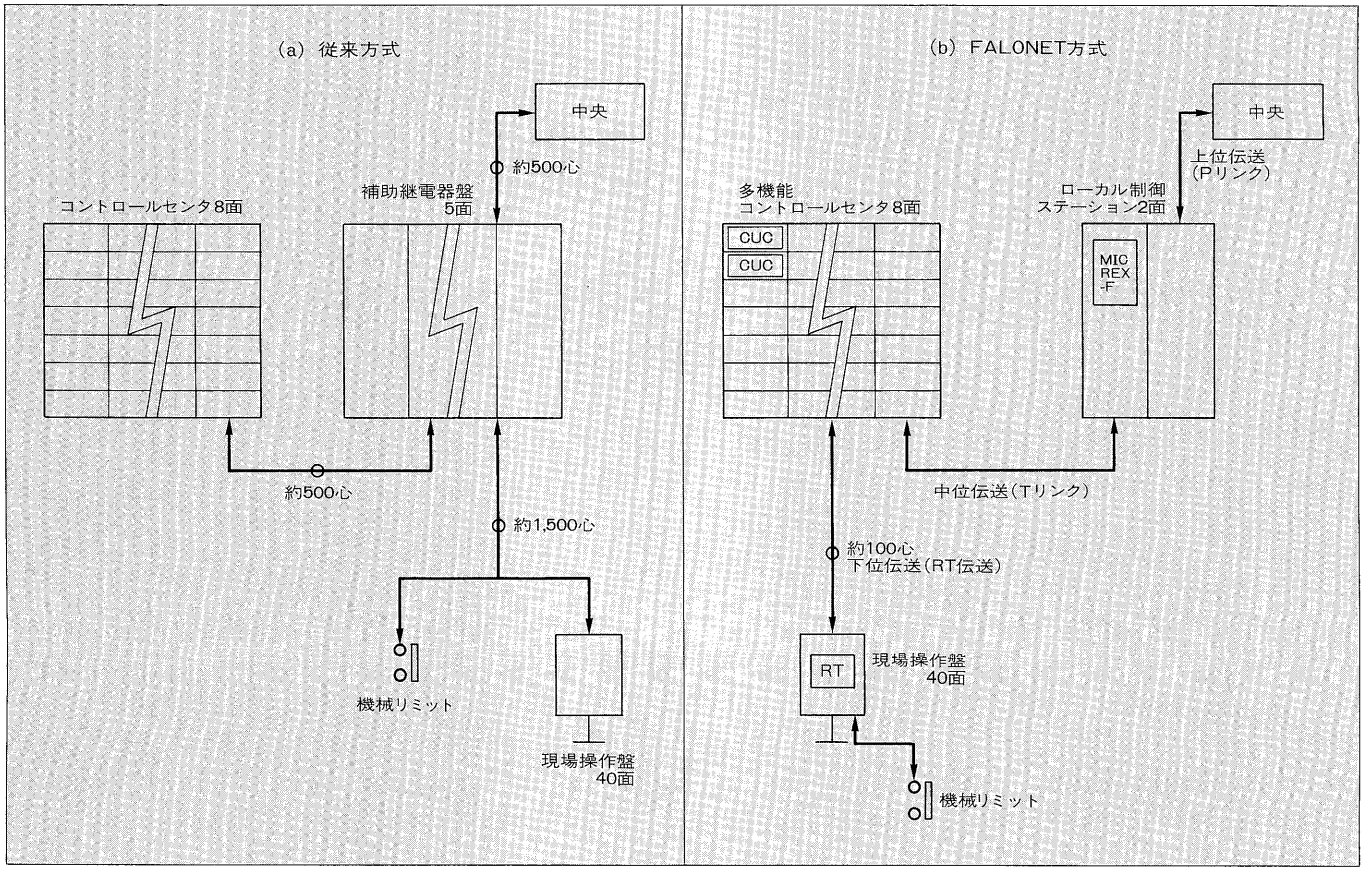
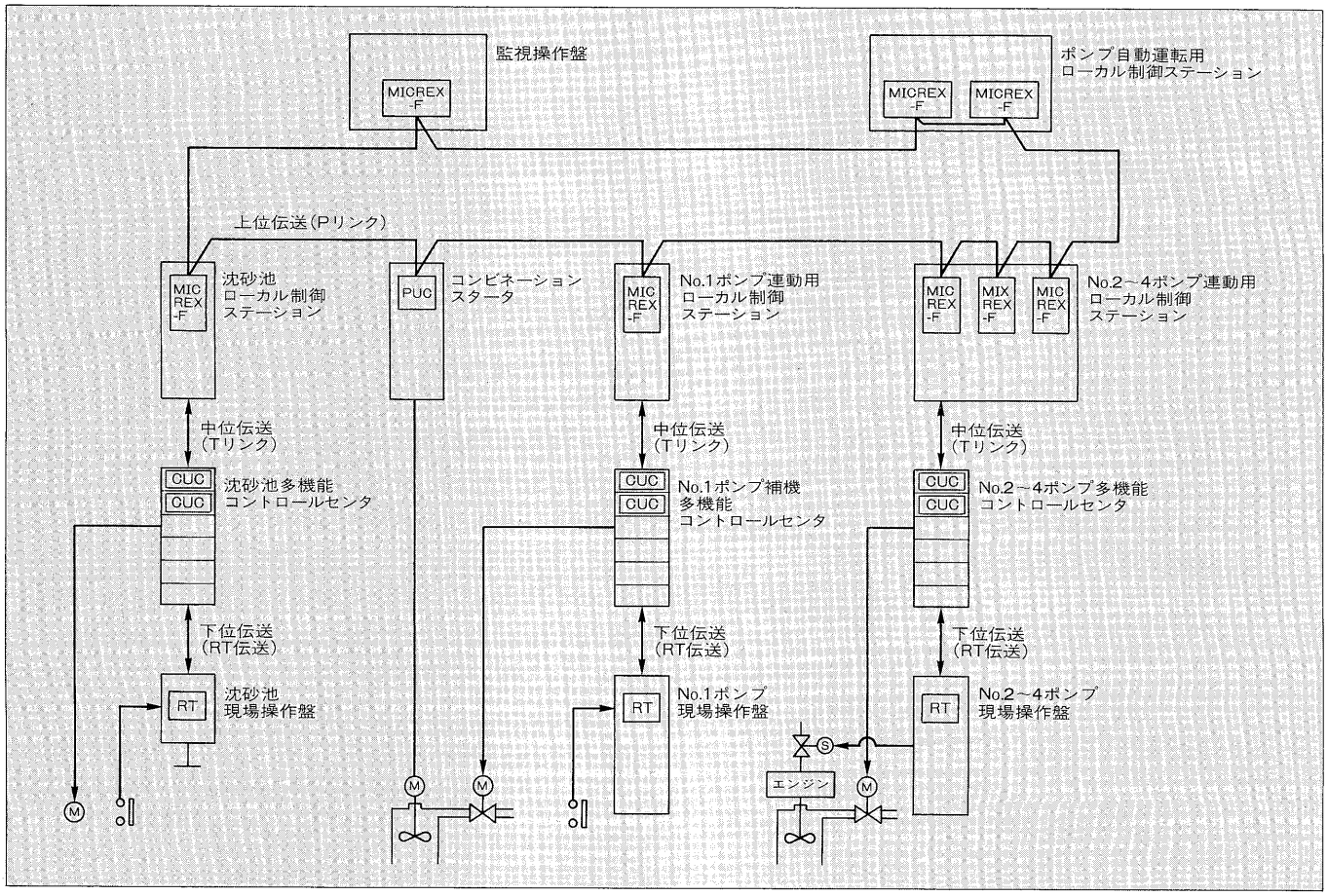


図8　雨水ポンプ場システム系統図



に置き換え，更に，現場から電気室までの制御ケーブルを約1,500心から100心，電気室から中央までの制御ケーブル約500心を専用の光ファイバケーブルに置き換えるなど，**図7**のような配電盤構成とケーブルルート，ケーブル心数にすることにより水処理増設の計画・設計を行った。

4.2 雨水ポンプ場

雨水ポンプは年に数回の大雨の時にだけ運転され，かつ，確実に運転されなければならないため，高い安全性が要求される。

電気設備で対応する安全性として，集中監視室での詳細監視や晴天時のコンタクタの空打ちによるシミュレーション試験，及び事前の故障発見・速やかな復旧，更に故障診断の充実など，監視・制御面での高機能化要望が強い。

しかし，反面，大都市の住宅密集地域の地下に建設するなど設置スペースが極めて狭いことが多い。

そこで，FALONETシステムの計画・設計面での特長と運転・維持管理面での特長を生かし，雨水ポンプ場に適用した。

そのシステム系統図を**図8**に示す。

図8からわかるように，現場操作盤（LCB）から監視操作盤までシリアル伝送でネットワークされ，雨水ポンプ連動運転用PC（MICREX-F）は危険分散を考慮しポンプ1台ごとに1台のMICREX-Fを設置し，更に，ポンプ4台分の自動制御用MICREX-Fは二重化とし，1台のMICREX-F故障時に他の1台が自動バックアップするシステムとしている。

4.3 送水ポンプ場

上水道は高普及率時代を迎え，施設の更新が必要な機場も多くなってきた。また，これらの機場を維持管理していく上で運転員の負担の軽減も重要な課題である。

この送水ポンプ場では，老朽化が進みつつあるポンプ運転回路の補助継電器の故障が頻繁に起こっていた。また，この故障した補助継電器を発見して復旧するために相当な労力を要していた。

このために，故障箇所が特定しやすく，早く復旧でき，ポンプの停止時間を短くできることが要望されていた。

そこで，FALONETの持つ負荷単位ごとの運転回路と自己診断機能の特長を生かしてこれらの問題を解消した。

5 あとがき

以上，FALONETシステムの構成例，特長などを紹介した。

今後も，上下水道の計画・設計，維持管理など，顧客各位の立場に立ってメリットのあるシステムや製品を開発していく所存である。

＊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。