

水処理向けフィールドネットワークシステム

Field Network System for Wastewater Treatment Plant and Purification Plant

山田 洋治*
Y. Yamada
高野 剛*
T. Takano

今岡 博義*
H. Imaoka

Synopsis

This paper describes the characteristic of our Field Network System for Wastewater Treatment Plant and Purification Plant.

1. ま え が き

従来、下水処理場および浄水場の水処理動力設備におけるローカル制御回路は、コントロールセンタ、現場操作盤、補助継電器盤を制御用ケーブルで配線接続することにより構成されてきた。

一方、FA/PA分野ではさまざまなフィールドレベルのネットワークが具体化されており、省配線・省スペース化、および現場レベルのインテリジェント化、ひいては増設・改造へのフレキシブルな対応が可能になってきている。

本稿では、このような状況を踏まえ、さらに信頼性、保守性などの要求に応えるソリューションとして当社の水処理向けフィールドネットワークシステムについて報告する。

2. システム構成と特長

2・1 システム構成

水処理向けフィールドネットワークシステムは、FIN 21 形コントロールセンタ（以下 C/C）と伝送装置を核とするシステムであり、伝送親局であるマスタ局、C/C ユニットに搭載する MPCU（Multi Programmable Control Unit）、現場操作盤に搭載する LOCT（Local Communication Terminal）、PRCT（Programmable Communication Terminal）、および伝送の光化を実現する光伝送装置より構成される。

図 1 はコントロールセンタ外観、図 2 は当社納入処理場におけるフィールドネットワークシステム構成例である。

2・2 特長

以下に水処理向けフィールドネットワークシステムの特長について述べる。

2・2・1 省配線・省スペース化

C/C、現場盤、およびシーケンスコントローラ間の制御・状態信号を伝送化することにより、制御ケーブルの削減による省配線を実現することができる。

また、従来補助継電器盤にて実現していた単独・連動制御シーケンスをソフトウェア化することにより、補助継電器盤が不要となり、省スペース化を実現できる。

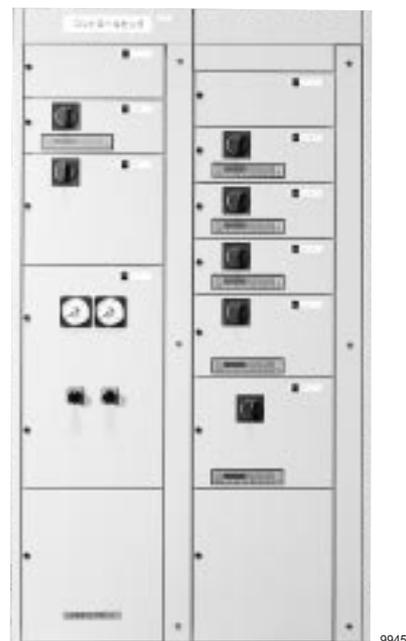


図 1 コントロールセンタ

* 社会環境事業部 ソリューションシステムグループ

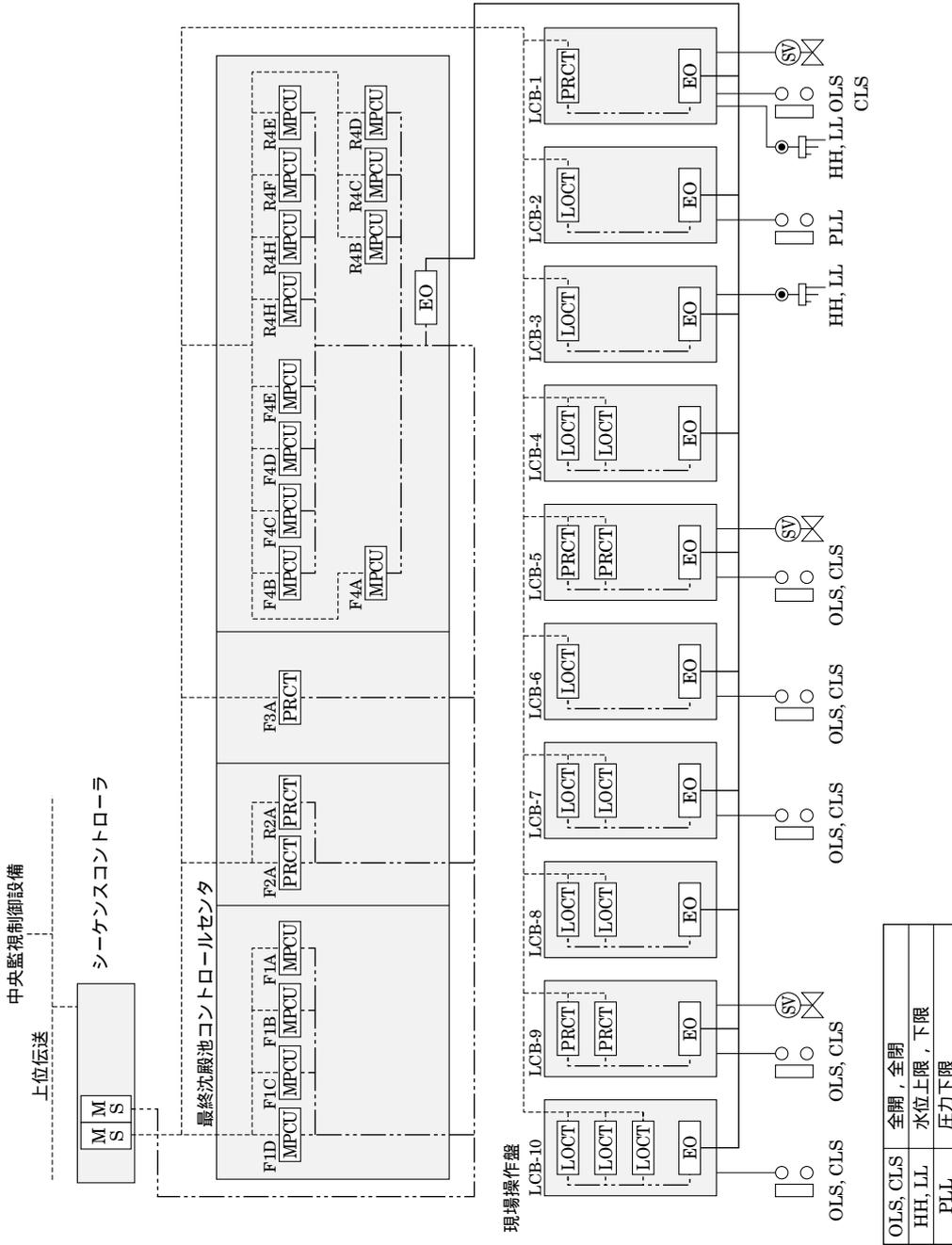


図2 フィールドネットワークシステム構成例

コントロールセンタユニット番号	負荷名称
F1A	No.1 余剰汚泥ポンプ
F1B	No.1 余剰汚泥ポンプ吐出弁
F1C	No.2 余剰汚泥ポンプ
F1D	No.2 余剰汚泥ポンプ吐出弁
F2A	No.2 返送汚泥ポンプ
R2A	No.2 返送汚泥ポンプ
F3A	No.3 返送汚泥ポンプ
F4A	終沈池排水ポンプ
F4B	No.1-1 返送汚泥量調整弁
F4C	No.1-2 返送汚泥量調整弁
F4D	No.2-1 返送汚泥量調整弁
F4E	No.2-2 返送汚泥量調整弁
R4B	No.1 終沈スカム移送ポンプ
R4C	No.2 終沈スカム移送ポンプ
R4D	終沈スカム移送弁
R4E	No.1 終沈空気圧縮機
R4F	No.1 終沈空気圧縮機
R4G	No.1 終沈管廊床排水ポンプ
R4H	No.2 終沈管廊床排水ポンプ

盤記号	負荷名称
LCB-1	終沈スカム移送ポンプ・移送弁
LCB-2	終沈空気圧縮機
LCB-3	No.1, 2 終沈管廊床排水ポンプ
LCB-4	No.1 循環ポンプ
LCB-5	No.1 返送・余剰汚泥引抜弁
LCB-6	終沈池排水ポンプ
LCB-7	No.1, 2 余剰汚泥ポンプ・吐出弁
LCB-8	No.2 循環ポンプ
LCB-9	No.2 返送・余剰汚泥引抜弁
LCB-10	No.1~3 返送汚泥ポンプ, 調節弁

EO	: 光伝送装置
MS	: マスタ局
-----	: A系伝送路(メタル)
-----	: B系伝送路(メタル)
-----	: B系伝送路(光)

OLS, CLS	全開, 全閉
HH, LL	水位上限, 下限
PLL	圧力下限

2・2・2 増設・改造への対応の容易化

省配線化により配線作業工数が削減されるため、増設・改造時の工事期間の短縮が実現できる。さらには増設・改造工事中における設備運用への影響を最小限にとどめることが可能となる。

2・2・3 インテリジェント化

C/Cユニットに搭載する MPCU は、対象負荷の保護・計測・制御・操作機能などのほか、対象負荷の運転履歴および故障履歴情報を累積する機能があり、累積した情報は保守支援ツールを用いてパソコン上に表示することで、保守性の向上・故障の未然防止に役立てることが可能となる。

2・2・4 オープンネットワーク採用

伝送にはオープンなフィールドレベルの業界標準である DeviceNet を採用し、拡張性に富んだシステムが構築できる。

2・2・5 高信頼性(二重化, 光化)

信頼性をさらに向上させるために、通信異常および断線対策として伝送路二重化を実現している。またノイズ対策として伝送路の光化も実現している。図2のシステム構成例は、二重化と光化をともに採用した例である。

どを蓄積できる。これらの情報はパソコンの保守支援ツールから容易に参照でき、設備保全に活用できる。

- (4) 伝送機能としては、上位システムからの運転/停止指令、MPCU からの運転状態情報などのほか、負荷電流値・地絡電流値・保護動作の有無をはじめとする MPCU 内部状態などが伝送可能である。さらに、シーケンス機能と組み合わせることで、現場での操作状況やテスト状況などを上位システムに通知できる(伝送機能の詳細は 3・4 ネットワークを参照)

MPCU 外観を図3に、MPCU 機能一覧を表2に示す。



図3 MPCU 外観

3. 構成機器

3・1 一般仕様

MPCU/LOCT/PRCT 一般仕様を表1に示す。

3・2 MPCU

3・2・1 概要

- (1) MPCU は C/C ユニット搭載のコントローラであり、非可逆・可逆、スター、および電源送りの各始動方式に対応した負荷制御を行う。
- (2) MPCU は過負荷、欠相、地絡等の各種保護機能をもち、対象負荷に応じた保護を行う。
- (3) 上位システムからの運転/停止指令、MPCU の運転状態情報などの他、負荷電流値、地絡電流値、故障状態などの情報をネットワークによりマスタ局と情報伝送可能である。

3・2・2 MPCU によるインテリジェント化

- (1) MPCU の保護設定は、MPCU 操作パネルやパソコンの保守支援ツールから自由に設定できる。これにより、現場動力機器の運転仕様変更の際にも容易かつスピーディに対応できる。
- (2) MPCU はシーケンス機能を搭載しており、始動方式による負荷制御だけでなく、シーケンス回路の変更によって負荷ごとに制御動作のカスタマイズが容易に行える。
- (3) 累積機能によって、MCCB トリップ回数、MC 開閉回数、保護動作履歴および地絡電流値の推移な

表1 MPCU/LOCT/PRCT 一般仕様

項目	定格・仕様	
制御電源電圧	AC 100/110 V(85 ~ 127 V)	
定格周波数	50/60 Hz(±5 %)	
通信電源電圧	DC 11 ~ 25 V(伝送線より供給)	
絶縁抵抗	DC 500 V 10 M 以上(電気回路一括 ~ アース間)	
商用周波耐電圧	AC 1500 V 1 分間(電気回路一括 ~ アース間) (伝送部 RS 232 C 端子除く)	
使用温度範囲	-10 ~ +55	
使用湿度範囲	45 ~ 85 % RH	
耐振動	振幅 0.4 mm 振動 16.7 Hz 3 方向各 10 min	
耐衝撃	30 G 3 方向各 3 回	
使用雰囲気	腐食性ガス 粉塵のないこと	
標高	2,000 m 以下	
(以下 MPCU のみ)		
変成器入力定格 (過負荷耐量)	相電流	1 0.1 A(10 倍 1 秒間)
	零相電流	100 8.6 mV(6 倍 2 秒間)
入力サンプリング方式	30 固定サンプリング	
入力フィルタ方式	デジタルフィルタにより基本波実効値を抽出	
出力接点容量	接点制御容量 通電 開路 0.5 A 最大許容電流 5 A (AC 250 V 誘導負荷)	

表2 MPCU 機能一覧

保 護	過負荷, 過負荷ブリアラーム, 瞬時過電流, 欠相, 地絡, 不足電流アラーム, 内部故障, 外部故障				
シーケンス	単独シーケンス	スター タイマ設定	復電再始動		
計 測	負荷電流	地絡電流	運転時間		
操 作	制御場所切替 (DIR/REM)		制御指令 (ON/OFF, FWD/OFF/REV)		
	故障復帰	保護動作テスト (過負荷, 欠相, 瞬時過電流, 地絡)			
故 障 表 示	欠相	瞬時過電流	過負荷, 過負荷ブリアラーム		
	地絡	不足電流異常	内部故障		
	外部故障	MCCB 断	自己診断アラーム		
状 態 表 示	運転状態 (ON/OFF, FWD/OFF/REV)		制御場所 (DIR/REM)		
	設 定 値	負荷電流値	地絡電流値	運転時間	
累 積	地絡電流値	MC 開閉回数	MCCB トリップ回数	故障履歴	
伝 送	DeviceNet 対応				
保 護 設 定	基本設定	CT 一次側電流整定	2, 3, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600 (A)		
		整 定 電 流	CT 一次側電流の 15 ~ 100 %		
	過 負 荷	動 作 値 整 定	整定電流の 115 % (固定)		
		動 作 時 間 整 定	1 ~ 60 秒 (600 % 入力時)		
	過負荷ブリアラーム	動 作 値 整 定	なし, 整定電流値の 50 ~ 300 % (10 % 刻み)		
		動 作 時 間 整 定	1 秒 (固定)		
		始動ロック時間	60 秒 (固定)		
	瞬時過電流	動 作 値 整 定	なし, 整定電流値の 120 ~ 300 % (10 % 刻み)		
		動 作 時 間 整 定	0.3 秒以内 (固定)		
		始動ロック時間	1 ~ 60 秒 (1 秒刻み)		
	欠 相	動 作 値 整 定	なし, 整定電流値の 75 % 以上 (固定)		
		不 平 衡 率	35 % 以上, 60 % 以上		
		動 作 時 間 整 定	2 秒 (固定)		
	地 絡	動 作 値 整 定	なし, 30, 100, 200, 500 mA		
		動 作 時 間 整 定	0.1 秒 (固定)		
	不足電流アラーム	動 作 値 整 定	なし, 整定電流値の 30 ~ 100 % (10 % 刻み)		
		動 作 時 間 整 定	1 ~ 9 秒 (1 秒刻み)		
	外部故障	(代表用途 : 非常停止)			
	内部故障	始動ロック時間	0 ~ 60 秒 (1 秒刻み)		
	制 御 設 定	スター タイマ	スター タイマ設定	1 ~ 30 秒 (1 秒刻み)	
復電再始動		復電判定時間	なし, 1 ~ 60 秒		
		復電再始動時間	0 ~ 60 秒		

3・3 LOCT/PRCT

3・3・1 概要

- (1) LOCT および PRCT は現場操作盤に収納されるリモート I/O である。
- (2) LOCT および PRCT は現場操作盤からの操作指令や機械接点などを入力し、マスタ局に情報伝送する。またマスタ局から伝送受信した機器状態・電流値などを現場操作盤へ表示出力することができる。

3・3・2 現場の高機能化 (PRCT)

- (1) PRCT は低圧制御盤や VVVF 盤などに実装し、それらに必要な制御回路をソフトシーケンスにて構築できる。これにより従来の補助継電器類を削減し、かつ機器に応じたカスタマイズが容易になる。
- (2) PRCT は MPCU と同等のシーケンス機能をもち、従来は補助継電器盤で構築していた簡単な制御回路を現場操作盤内の PRCT で構築可能となった。これにより従来の補助継電器部が不要になり、機器に応じたカスタマイズが容易になる。
- (3) PRCT にて構築するシーケンスは、シーケンスコントローラ、MPCU と共通のシーケンスソフトで構築でき、シーケンスの構築、管理が統一した環境で行える。

LOCT・PRCT 入出力点数を表 3、LOCT 外観を図 4、PRCT 外観を図 5 に示す。

伝送機能の詳細は 3・4 ネットワークで示す。

表 3 LOCT・PRCT 入出力点数

項目		LOCT		PRCT
入出力点数	DI	32 点	32 点	64 点
	DO	32 点	16 点	64 点
	AO	-	2 量	-



図 4 LOCT 外観



図 5 PRCT 外観

3・4 ネットワーク

3・4・1 DeviceNet

- (1) 本フィールドネットワークは伝送路に DeviceNet を採用している。DeviceNet は ODVA (Open DeviceNet Vendor Association, Inc.) で仕様を管理されており、世界的に実績のあるフィールドレベルのオープンな通信規格である。
- (2) DeviceNet は下位層に CAN プロトコル (CSMA/NBA 方式) を採用しており、伝送路上の衝突発生をなくし、リアルタイム性と 100% 近い伝送効率を達成できる。また、伝送路断検出やノード離脱などは CAN プロトコルレベルで検出可能とするなど信頼性が高い。
- (3) 一つのネットワークには最大 64 ノードまで接続可能である。

DeviceNet の通信速度とネットワーク最大長の関係を表 4 に示す。

表 4 DeviceNet の通信速度とネットワーク最大長の関係

ボーレート (bps)	伝送距離 (m)
125	500
250	250
500	100

3・4・2 伝送二重化

- (1) MPCU/LOCT/PRCT は二系統の DeviceNet に接続することができ、伝送路を二重化した構成にも対応できる。二重化された伝送路は、運転系と待機系に分かれる。
- (2) 伝送二重化システムでは伝送路断などの障害が発生した場合、待機系に自動切換えを行いシステムの運用が継続できる。このように信頼性の高いシステムを実現できる。

(3) 片系の伝送路のみを固定して使用することで、システム運用中でも伝送路の敷設工事や機器の追加作業ができる。

3・4・3 光伝送および光伝送装置 (EO)

(1) インバータ負荷などのノイズ源の多い場所では、伝送路に対してノイズの影響を受けないようにするために、光伝送装置を用いて伝送路を光化することができる。

光伝送部仕様を表5に示す。

表5 光伝送部仕様

光波長	0.85 μm
光コネクタ	FCコネクタ (JIS C 5970 F 01 形単心光ファイバコネクタ)
光ファイバ	GI 50/125 μm 石英ガラスファイバ
光出力レベル	ON 固定時: 定格 -19.0 dBm (最大 -12.9 dBm 最小 -21.0 dBm) 125 kHz 矩形波出力時: ON 固定時 パワーの -2.68 dB以下 (-3.01 dB以上) (GI-50/125 μm 光ファイバ 1 m 端にて測定)
最低受信レベル	-25.5 dBm (ON レベル)

3・5 保守支援ツール

(1) 保守支援ツールはパソコン上で動作するソフトウェアで、システム内の MPCU 内に累積している次に示す情報の一括管理を行い、これらのデータをグラフ形式、または表形式で表示できる。

- 累積値 (MCCB トリップ回数, MC 開閉回数, 故障履歴, 故障時負荷電流値, 地絡電流値)
- 各種保護要素の動作有無・設定値

(2) これらのデータをパソコンと送受信することができ、事故発生時の原因解析や現場設備の故障予防・設備保全に役立てることができる。

(3) 現場設備の機械・電気保守情報などを入力することで機器情報管理表を作成できる。

図6に地絡電流値トレンドグラフ表示例を示す。

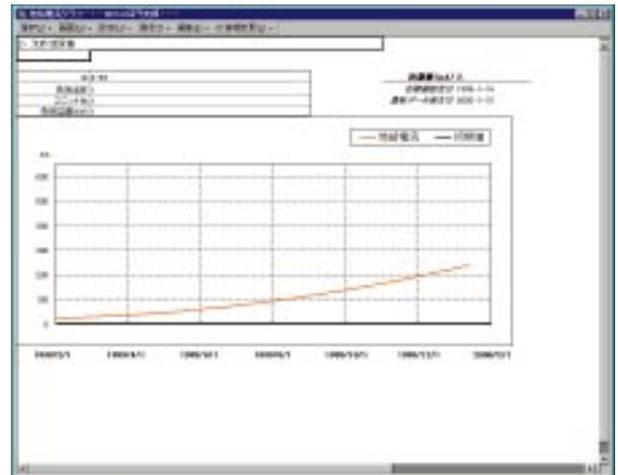


図6 地絡電流値トレンドグラフ表示例

4. あとがき

今回報告した水処理向けフィールドネットワークシステムは、中央監視レベルからローカル制御レベルまでをネットワーク化し、システムの省配線・省スペース化、インテリジェント化、高信頼性を実現した。本システムは下水処理場および浄水場の運用を改善できるシステムであると確信している。

DeviceNet™ は Open DeviceNet Vendor Association, Inc. の登録商標です。

◆ 執筆者紹介



山田 洋治

1982年入社。主として、情報・伝送装置の設計・開発業務に従事。現在、社会環境事業部ソリューションシステムグループソフトウェア部システム開発課主任。



今岡 博義

1993年入社。主として、水処理向け電気設備の開発業務に従事。現在、社会環境事業部ソリューションシステムグループソフトウェア部システム開発課。



高野 剛

1995年入社。主として、情報・伝送装置の設計・開発業務に従事。現在、社会環境事業部ソリューションシステムグループソフトウェア部システム開発課。