

最近の水処理設備における計装システム

Recent Instrumentation System of Water Treatment Facilities



(環)生産部 電気計装課
尾田 晃 朗
Akio Oda
遠山 一 喜
Kazuki Toyama
(環)技術部 積算課
西海 静 男
Shizuo Nishiumi

Recently, programmable Logic Controller (PLC), or sequencer is applied broadly as control system in each process field.

The PLC systems are adopted widely on our water treatment systems. As one of examples and future prospects, this paper describes the application of controlling and monitoring of process for using the PLC on the demineralization facilities.

まえがき

近年ますます高度の自動化の要望が多くなって制御も複雑になってきている。機能的には制御のみならず運転状況、データ記録、アラーム発生時の処理など監視に関する機能を強化したシステムを用いて、一層の効率的な運転ができるように考慮する必要がある。シーケンサーとパソコンを組合せた実施例について述べる。

1. 概要

現在、電気計装設備のシーケンス制御は、いまだハードワイヤードリレーシーケンスが使用されているが、次の問題点を含んでいる。

- (1) ソフトウェアが固定していて、それを変更するには、ハードウェア（リレーなどの制御機器、配線など）を変更する必要がある。
- (2) 標準化が難しい。
- (3) 制御部品が多様化している。
- (4) 中央への信号取出しに対し、端子などの用意が必要である。

最近ではシーケンサーの性能向上、多機能化に伴い、特に次の項目のメリットを生かしたシーケンサーによる計装化を進めている。

- (1) ソフト（特にシーケンス）が“可変”である。
- (2) リレーシーケンス（ハードワイヤード）に比較して、工数、値段が妥当である。
- (3) 拡張が容易で、かつきめ細かい制御が可能である。
- (4) 中央への情報収集が容易で、通信インターフェースユニットにより、パソコンなどの接続が可能である。

特に当社、水処理装置群（純水装置、圧力式フィルターなど）において、入/出力のう

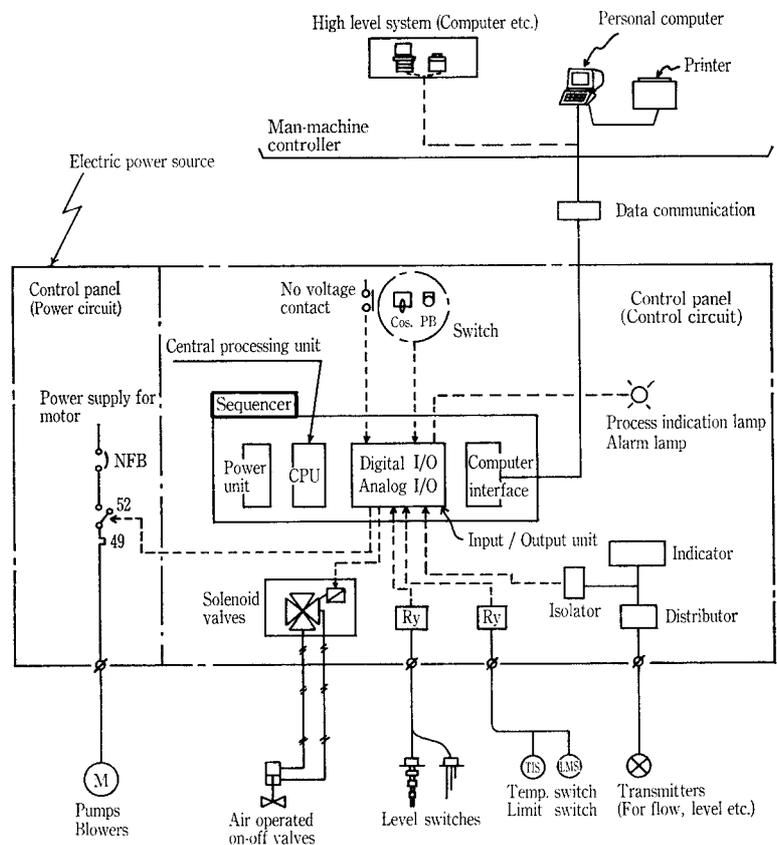
ち出力が多いという特殊性がある。現在シーケンサーは、各規模に応じモデルを選定でき、入出カードの分離・増設（カードを入れるボードを用意しておく）が簡単であることにより、採用がより一層進むのではないかと思われる。

2. システム構成

第1図に示すように、シーケンサーは

- ・電源部
- ・CPU (Central Processing Unit: 中央処理装置)
- ・入出力カード (Digital: ON-/OFF など)
- ・リンクユニット

の各モジュールにより構成されている。用途としては



第1図 装置のシステム構成
Fig. 1 Configuration of sequencer system

電源部；シーケンサーの電源を供給する。一般的に入力電源は、AC 100 V/200 V を使用している。

C P U；シーケンサーの中核ユニットで、演算、メモリ素子を装備している。ソフト機能の中心部であり、プログラムローダーを接続し、ソフトの書き込み、読み出しをすることができる。

入出力カード；リミットスイッチ、レベルスイッチ、操作スイッチなどの入力 (Digital ON/OFF) と、モータ制御、電磁弁などの出力 (Digital ON/OFF) を出すものである。なお、特殊入出力としてアナログDC4~20 mA などの信号をやりとりするアナログ入出力ユニット、高速カウンターユニットおよびパルス出力ユニットなどがある。

リンクユニット；オプションなどにより上位機種 (コンピュータ、パソコンなど) と接続して、中央より制御、監視のシステムを構築できる。

シーケンサーを制御部の中心に置き、装置特有なプロ

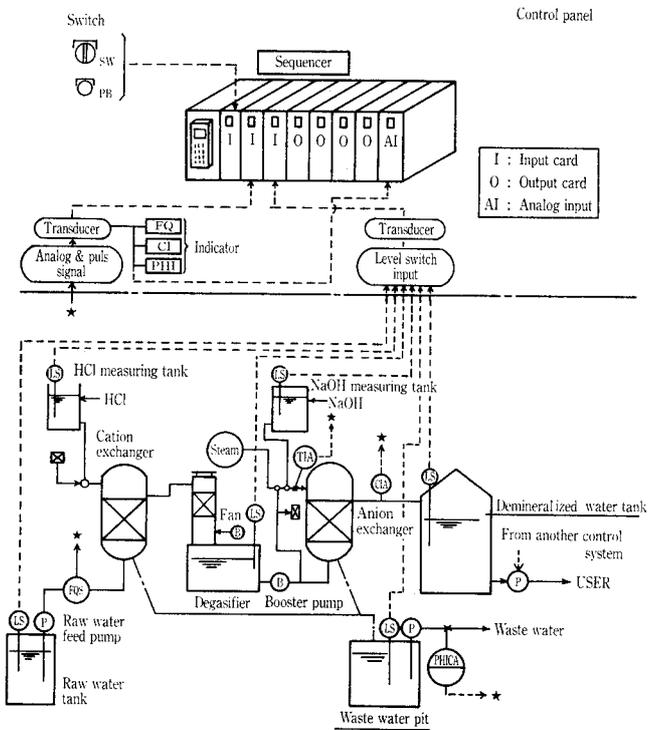
ラム (一般には、リレーシンボリック、ロジックシンボリック) により、操作スイッチ、レベルスイッチ、温度スイッチなどを入力し、ポンプ類のモータ、空気式 ON/OFF 弁用の電磁弁をプログラム (条件制御、タイマー制御、ステップ制御など) に従って、入/切、開/閉を行い、装置の運転を行う。プログラムには“停電”などにより、人間や装置に危害、影響を与えないように、特殊なメモリーの使用を考慮しなければならない。なお、運転状況はランプ、アナシエータを介し、知らされる。プログラム内容は、シーケンサー付属のプログラマー (全体を大きく見たいときは別売のラダープロセッサ) により確認することができる。

またシーケンスの内容および工業計測器のプロセス値などは、現場制御盤に指示すると共に、中央へのリンクを利用して、上位機種 (パソコンなど) により CRT 画面に表示し、プリンターにより、アラームの印字、管理日報、月報の作成をすることができる。

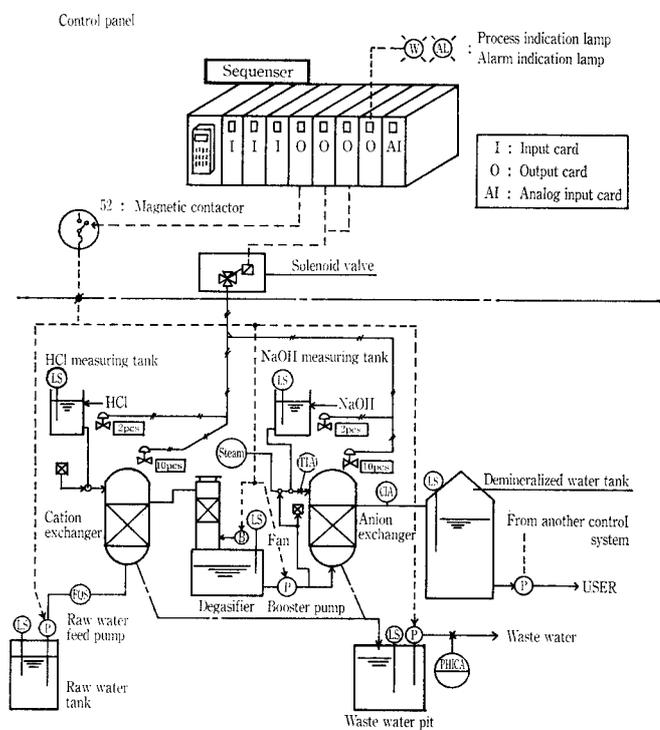
3. 2B3T (2 Beds 3 Towers; 2床3塔式) 純水装置への応用例

2B3T 純水装置は、第2、3図に示すように、入出力の取合いが行われている。標準的な装置について実際の入出力を算定すると、

接点入力	スイッチ信号	14~15 点
	レベル信号	15~16 点
	計器信号	5~6 点
	/計	34~37 点



第2図 2B3T純水装置シーケンサー入力
Fig. 2 Input of sequencer for 2B3T type demineralization unit



第3図 2B3T純水装置シーケンサー出力
Fig. 3 Output of sequencer for 2B3T type demineralization unit

出力；

モータなど 5~6 点
電磁弁 24~25 点
行程, アラーム 35~40 点
/計 64~71 点

計器入力；

流量パルス 1~2 点
水質 1 点
PH 1 点
/計 3~4 点

以上のように入力よりも出力の多いシーケンスとなっている。本装置は“通水”と“再生”モードの2つの大きな行程で運転している。“通水”モードは純水槽へは水を出さずに、所定時間循環を行い、水質（電気伝導度）を確認して、通水に入る。

通水流量または通水時間、および水質により“再生”モードに入る。“再生”モードに入るときは、NaOH, HCL 計量槽、使用水の保有、および排液槽の受入れ可能などを確認する。再生行程はカチオン塔；おおよそ6~8行程、アニオン塔；8~11行程の各行程からなり、各々ラップしながら行程を進め、最終的に水質を確認し終了する。各行程はレベルなどの条件要素、タイマー、カウンターの時間制御よりなり、原則

的に“再生行程”は前へ戻らない（停電、人為ストップにより）システムを構成している。

本設備をリレーシーケンス（タイマー、補助リレーなどによるハードワイヤード方式）で組上げると、パネル（制御盤）は非常に大きくなり、スペースの小さい所では収めにくい。シーケンサー計装化により、小さいスペースに

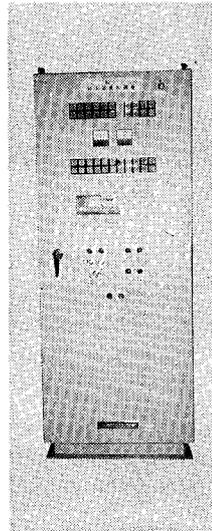


写真1 パネル前面
Photo 1

Front view of panel

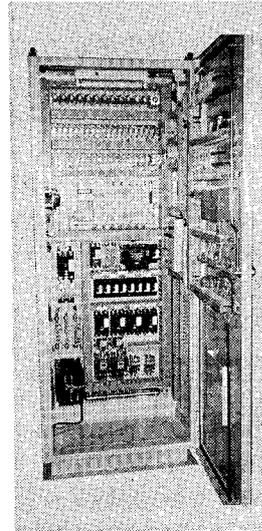


写真2 パネル内部
Photo 2

Internal view of panel

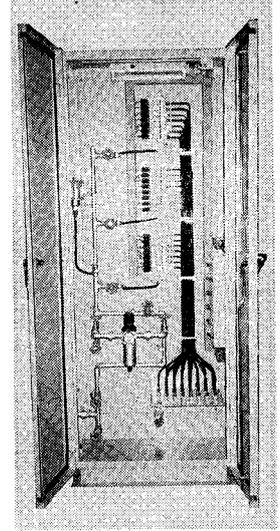
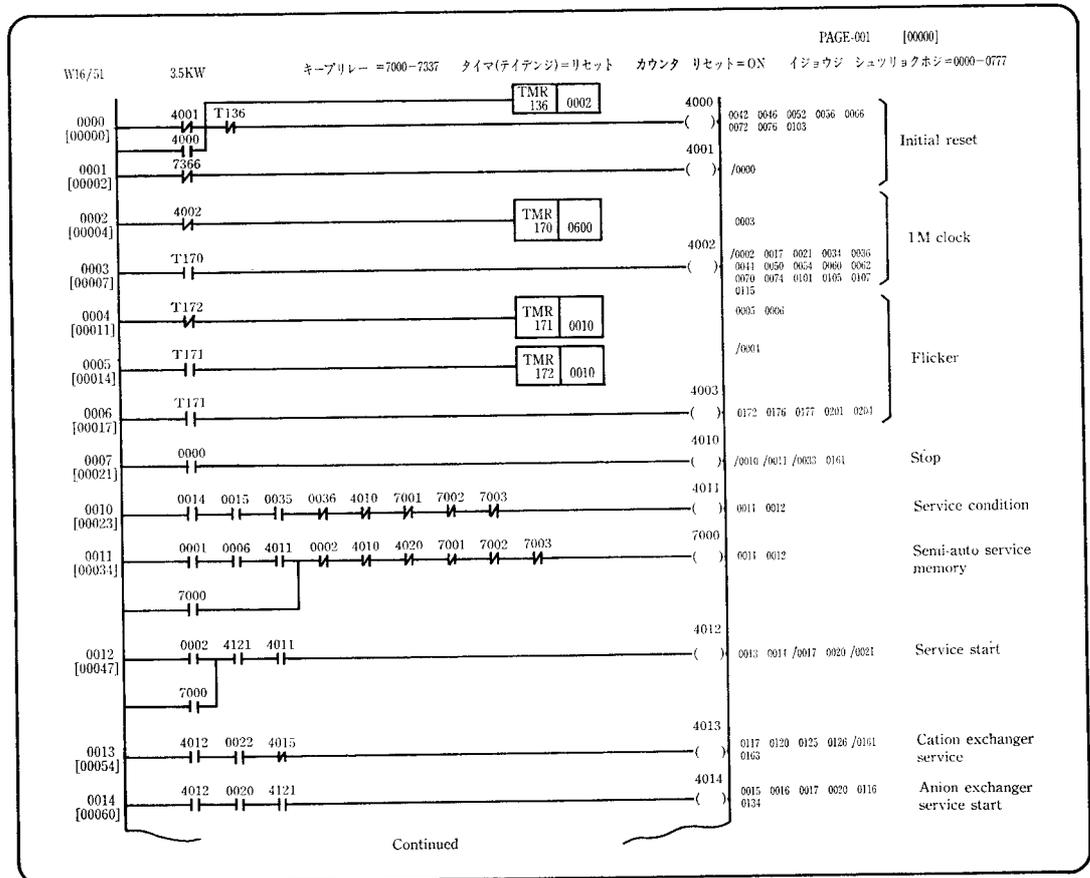


写真3 パネル裏面
Photo 3

Rear view of panel

第4図
シーケンサーリフト
Fig. 4
Ladder sequence of sequencer



取めることができる。また中央での監視、操作システムを構築することも容易に可能である。実際に現場のみのシステムにて対応したパネル写真を写真1～3に示す。

写真1 ; パネル前面部を示し、上部より、アラーム表示灯および全体行程、プロセス(レベルなど)の表示灯、モータの電流計、再生表示灯、計器(水質計、流量カウンター)、操作スイッチを示す。

写真2 ; パネル内部を示し、上部より、アナンシェターリレー、補助リレー、シーケンサー、および下半分は、電源分岐部、モータ駆動用回路部、端子台を示す。尚、右側面には計器群のスイッチを見ることができる。

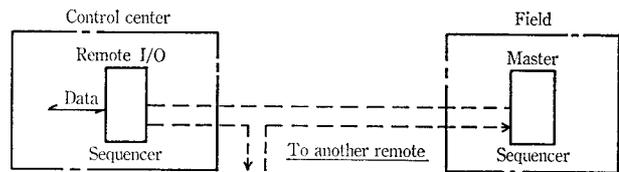
写真3 ; パネル裏面に電磁弁を収納している。自動運転するための空気式自動弁の開閉を、この電磁弁を作動することにより行っている。自動弁操作の空気源は、コンプレッサー、または工場空気により、所定圧(通常は4 kg/cm²)にして送りこまれる。そのためのフィルター付減圧弁、空気圧監視のための圧カススイッチ(左側面)および保守用自動弁開/閉スイッチ(右側面)を取り付けている。

シーケンサーのソフトを第4図に示すが、リレーシーケンスの読める人なら説明書により、誰でも容易に判読することができる。シーケンサーのソフトは通常の停電(1週間位)では、バッテリーにより保持され、異常なく再起動運転することができる。また、万一ソフトが消失しても、コピーしておいたプログラム(テープまたはフロッピーディスクにより保存)をロードすることによって、早急に復帰できる。故障などによるシーケンサー断の対策として、手動運転可能なようにシステムを構築することを原則としている。

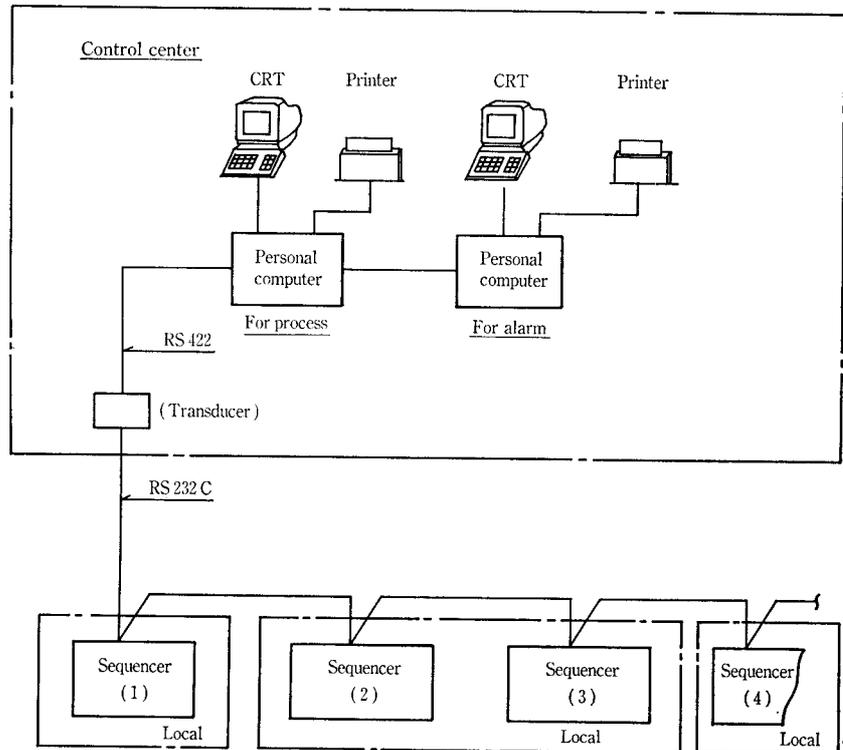
4. シーケンサーより中央へ

シーケンサー現場一括制御について述べてきたが、中央よりデジタルI/Oを受ける方法として、マスター局シーケンサーおよびリモートI/Oシステムによるもの(第5図)がある。

プログラムはマスター局のみにあるが、遠隔にある入出



第5図 マスターおよびリモートI/O
Fig. 5 Sequencer of master & remote



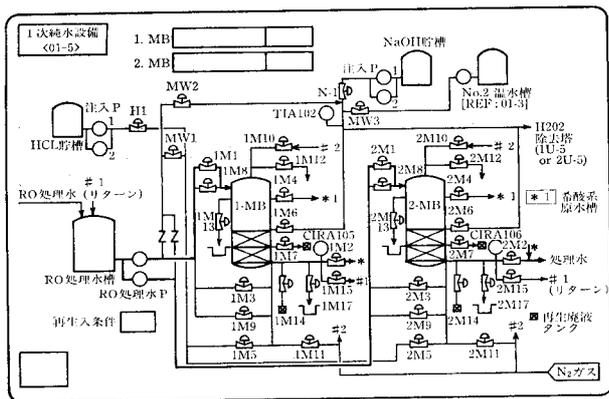
第6図 上位機種との接続
Fig. 6 Computer system & sequencer

力ユニットの制御をデータリンクにより行うことができるシステムで、分散した遠距離入出力の配線工事の削減を目的としている。中央へのやり取りを行うには有意義である。データリンクは同軸ケーブル、光データリンクにより行うことができる。

第6図に示すように、通信インターフェースユニットを介して、上位システム(コンピュータ、パソコン)に接続し、監視、制御を行うことができる。数台のシーケンサーより情報を送り、パーソナルコンピュータに接続し、CRT、プリンターにより情報を監視している。

本設備は、プロセスおよび警報の監視のために、2系列のラインを設け、次のように管理されている。

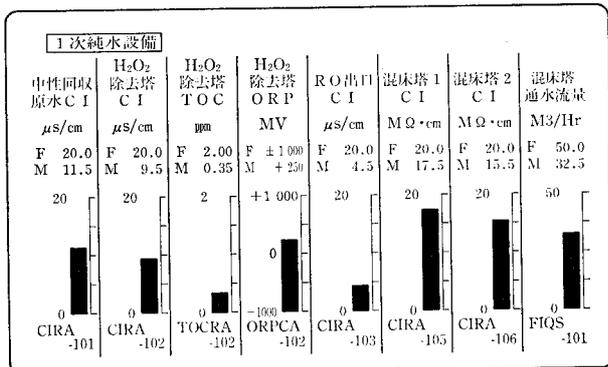
プロセス用; プロセスのフローを数枚の画面に振り分け機器の動作状況(ON……赤, OFF……緑)、装置の運転状況(通水、再生、再生行程の内容)を示している。またプロセスの変量(流量、水質、ORPなど)をモニターでき、かつ、所定時には必要なプロセ



発生日	時刻	アラームNo.	系統	アラーム名
86/5/9	18:08	501	1 W	2次純水設備 動力回路 漏電
86/5/9	18:08	502	1 W	2次純水設備 制御回路 漏電
86/5/9	18:08	503	1 W	2次純水設備 モーター過負荷

アラーム124 加圧ポンプ吐出圧 高
 状況: 1) 加圧ポンプ吐出弁の調節不適切
 2) 圧力スイッチ(PS-112)の設定値不適切, 又は不良
 対応: 1) RO装置の各流量が確保されていることを確認しながら, 加圧ポンプ吐出弁とRO濃縮ライン出口弁のバランス調節
 2) 圧力スイッチ(PS-112)をRO耐圧範囲にて変更及び動作チェック

第8図 アラームサマリー
 Fig. 8 Alarm summary



上記に示されている画面, プリンター (管理日報, アラームサマリー) について, プリンター出力を参考として第7, 8図に示す。ソフト開発を初期より行ったため時間, 工数がかかったが, 今後の展望を示す一助になれば幸いである。

なお, 当社においても, パソコン (PC-9800) と各種制御ユニット (シーケンサーなど) をリンクさせたエキスパートシステムに近いソフトがある。プロセスモニタ (PMX-98) の名称で, プロセスの運転監視, 制御システム構築用のパッケージソフトである。

一方においては, 各メーカーが市販している, DCS (Digital Distributed Control System) を有効的に組合せ, 当社の永年に渡って蓄積された水処理プラントのノーハウ (Know-How) をいかし, プラントの異常時における判断機能をもたせた, いわゆる初歩的な人工知能 (AI) を組込んだシステムの実績もあり, 今後各方面からの高度な要求に対応できるであろう。

むすび

汎用シーケンサーは, 多くの機能を持ち, ますます高性能となっていくと推察される。また一方では, CRT, オペレーションキーボードを備え, 制御監視機能も合わせて装置した一体形のコンパクトシステムが市販されている。今後, 水処理装置のあらゆる分野にそれぞれの特長を生かしたタイプの応用がなされるであろう。コンパクトな設計, 機能性, ソフトの柔軟性などのメリットを生かし, 経済的かつ, 多機能的な当社独自のソフト, ハードの構築に努めていく。

【参考文献】

- 1) 神鋼ファウダラー技報, Vol. 30, No. 3 (1986) p. 1

管理日報 1

昭和61年5月31日

時刻	中 性 承 回 収 設 備										命 酸 系			
	1送水流量	3送水流量	総送水流量	H ₂ O ₂ 除去塔 C	H ₂ O ₂ 除去塔 I	RO 出口	混床塔 A 量	混床塔 B 量	混床塔 A I	混床塔 B I	処理水流量	中水道回取水	処 理 水 C	処 理 水 I
時分	M ³	M ³	M ³	μS	μS	μS	M ³	M ³	MΩ	MΩ	M ³	M ³	ppm	μS
22:00	32.2	0.0	32.2	0.24	1.3	1.3	0.0	35.2	0.2	16.4	32.7	0.1	0.22	9
23:00	0.2	1.6	1.8	0.24	1.3	1.3	0.0	33.3	0.2	16.4	0.0	0.19	9	
0:00	0.1	0.0	0.2	0.23	1.4	1.3	0.0	33.9	5.4	16.4	0.0	0.28	8	
1:00	0.2	1.5	1.7	0.24	1.3	1.3	0.0	34.0	3.4	16.4	0.0	0.25	8	
2:00	0.1	1.5	1.7	0.24	1.3	1.3	0.0	34.6	1.3	16.4	0.0	0.07	8	
3:00	0.3	6.0	6.3	0.24	1.3	1.3	0.0	33.8	10.3	16.5	0.0	0.00	9	

第7図 プロセス監視
 Fig. 7 Monitoring of process

スの状況を管理日報として, プリンターに出力し, できるだけ人の手間がかからないようになっている。

アラーム用; 運転における各アラームの発生日, 時, アラームNo., および内容をCRT表示すると共にプリンターにより出力している。アラームの対処方法は, アラームNo.にて読み出すことにより, アラームの状況, 対応がCRTに表示され, 取扱説明の一助となっている。