

グラウト管理システム

㈱ 間 組

井 上 嗣 明

正 会 員 ○ 麻 生 公 裕

1. まえがき

建設工事における施工法の近代化の中で、グラウト工事は、その性格上、合理化が立ち遅れており、施工・管理の両面で多大の労力が必要とされてきた。

しかしながら、近年、ダムの立地条件が厳しくなり、技術管理者・熟練労働者の不足もあいまって、工程管理・品質管理の上での正確化・省力化が急務となつてきている。

今回、下郷発電所新設工事に伴う大内ダムの基礎処理グラウトにおいて、自動管理システムを行うこととなり、当社では、施工精度の向上と作業の効率化を図るために、全自動グラウトプラント・多重伝送システム・データ処理システムからなる、グラウト管理システムを開発、本工事に導入して良好な結果を得ている。

ここでは、その管理システムと、施工状況について概要を紹介する。

2. システム導入の背景

(1) 大内ダムにおける、基礎処理工事

① ダムの主要諸元	型式	中央土質	しや水壁型ロックフィルダム
	高さ	102.00 m	
	ダム頂長	340.00 m	
	ダム頂巾	10.00 m	
	ダム体積	4,400,000 m ³	

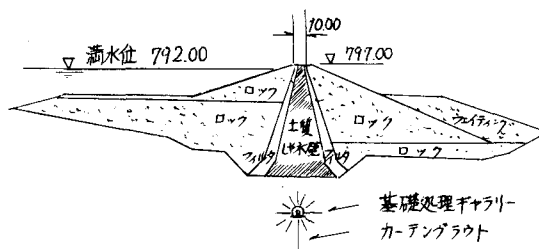


図1 ダム標準断面図

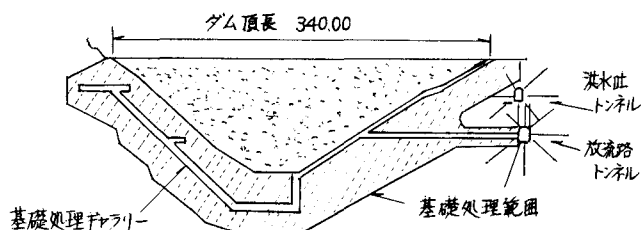


図2 ダム縦断面図

② ダム基礎の地質

ダムサイトの地質は、第3紀中新世の凝灰岩からなり、風化の度合いは、右岸と左岸で異なる。

右岸は、全体に茶褐色を生じ、表層より10～20 mは風化が進んでいるが、深部は堅固な凝灰岩である。全体に亀裂がよく発達し、地下水位は河床盤以下となっている。

これに対して、左岸は、青灰色を呈し、表層・深部とも圧砕され、非常に風化が進み、ぜい弱化している。

また、河床部は、押し出し堆積物が分布し、断層に付随する破碎帯が上下流方向に伸びている。

③ 基礎処理概要

上記のように、本ダムは全体が軟質な基礎地盤であるために、基礎処理グラウトは、地表よりのスラッシュグラウト・プランケットグラウトと一部のカーテングラウトを行い、盛立が進行したのち、基礎処理ギャラリー内からカーテングラウトを実施する。基礎処理ギャラリーは、ダム軸直角方向にも設け、盛立進行後の再グラウトによる基礎改良に万全を期するように計画された。

グラウト注入は、リターン方式による流量圧力制御を行い、ステージグラウトのほか、河床断層部および左岸岩盤部に対して、一部スリープグラウトを実施している。

施工数量は、ボーリング延長数で約12万m、グラウトポンプの台数は、ピーク時を考慮して21台を設置した。

ステージグラウト・スリープグラウトの一次工事における注入仕様は、次の通りである。

(イ) ステージグラウト

注入圧力	$0.6 \sim 1.0 \times H \text{ kg/cm}^2$ (Hはバツカ-深度)
注入速度	20 l/分 以下
配 合	1 : 5 1 : 2 1 : 1.5 1 : 1

(ロ) スリープグラウト

注入圧力	$0.4 \sim 0.6 \times H \text{ kg/cm}^2$
注入速度	10 l/分 以下
配 合	1 : 2 (ベントナイト入り)

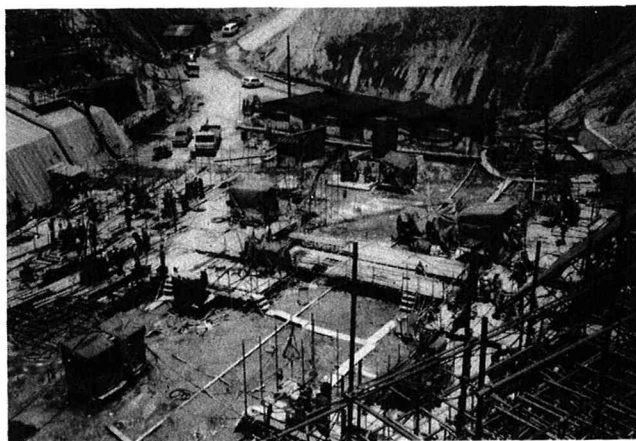


写真1 河床部における基礎処理工事

(2) システムの開発と導入

前述のように、大規模かつ複雑なグラウトを従来の方法で行うと、次のような問題点があった。

項 目		作 業 内 容	技 術 的 問 題 点
中央プラント	原液製造	- セメント・ベントナイト・水の計量 - ミキサー・ポンプの運転	- 目視であたるため計量精度に個人差がでる - ミスバッチによる廃棄の確率が多い。
サブプラント	注入液製造	- 各注入孔毎の注入液配合調整 - 配送ポンプ運転	- 注入液の配合精度に個人差が出る。 - 水量計測方法の精度が悪い。
注入孔現場	注 入	- 注入作業 - 注量・圧力記録 - リーク監視	- 流量・圧力変化・異常への対処に個人差が出る。 - サブプラントへの連絡及び注入変更への対処が遅くなる。
データ処理		出来高表作成	出来高表の作成に数日を要し、現場への反映が遅い。

このような問題点を解決するとともに、省力化を行うために、次のような点を主な目標として、グラウト管理システムを導入することとした。

1. 新鮮かつ正確な配合のミルクを注入すること。
2. 注入流量・圧力の変動に早急に対処すること。
3. セメント・ベントナイトロスを低減すること。
4. 計測データを施工管理に迅速にフィードバックすること。

一方、集中・自動化による信号ケーブルの必要延長数は45,000 mと予想されたため、シールド工事等で実績のある多重伝送装置を、グラウト工事用に開発し、ケーブルの数量を大幅に減らすことに成功した。

また、集中された情報は新しく開発したグラウトデータ処理システムで迅速に処理し、施工管理資料に供するとともに、従来多くを必要とされた処理人員の省力化に役立っている。

以上のシステムが可能となった大きな要因は、近年の制御・管理装置の高性能化・高信頼性・低価格化であるが、グラウト機械においても、特に自動制御バルブ・各種センサー・電磁流量・圧力計および流量圧力コントローラーの普及が進んだ。

とりわけ、マイクロコンピュータを大幅に導入することにより、記憶・計算・判断といった高度な制御が可能となり、ミルクの製造と供給に関する作業では、無人運転が行われている。

3. システムの概要

システムを作業内容と設備内容によつて大別すると次のようになる。

設備内容

① 中央プラント

- | | | |
|---------------|---|--------------------------|
| (イ) 機械室 | } | ・・・ 注入液の製造管理
注入液の供給管理 |
| (ロ) 付属設備 | | |
| (ハ) 制御室 | | |
| (ニ) 搬送および伝送設備 | | |

② サブプラント設備 ・・・・ 注入液の供給管理

③ 注入設備 ・・・・ 注入管理

(1) グラウト管理システム

図3のとおりである。

(2) 機器仕様と主な動作

① 中央プラント設備

(イ) 機械室

ミキサー	200ℓ/バッチ×4台
搬送ユニット	200ℓ/バッチ×7台
給水ユニット	1.25 m ³ /分×2台

(ロ) 付属設備

セメントサイロ	50T×4基
ベントナイトサイロ	30T×1基
ベントナイト溶解槽	10 m ³ ×3基
ボゾリス貯蔵槽	6 m ³ ×1基

(ハ) 制御室

計装盤

ミキサー計装盤	4台
搬送ユニット計装盤	7台
分配計装盤	1台

ミキサー・搬送ユニットは各々1台を1台の計装盤で制御・監視するため、プラント機器の分割や増加の際には、対処しやすいシステム構成となつている。

計装盤はいずれも、自動運転を主体にして運転するが、追加や修正の必要が生じたときは、直ちに手動あるいは1バッチのみの自動運転に切り替えられる。

ミキサー計装盤では、設定配合に従つて、原液ミルクの製造と供給を、搬送ユニット計装盤では設定した配合・バッチ数・搬送先に従つて、注入ミルクの製造と供給を行う。

分配計装盤は、原液ミルクの製造と一時貯蔵を効率良く行うため、ミキサー計装盤と搬送ユニット計装盤の連けいをとる装置である。

流量圧力記録計 DR-120-3FC-CPU形 2/台

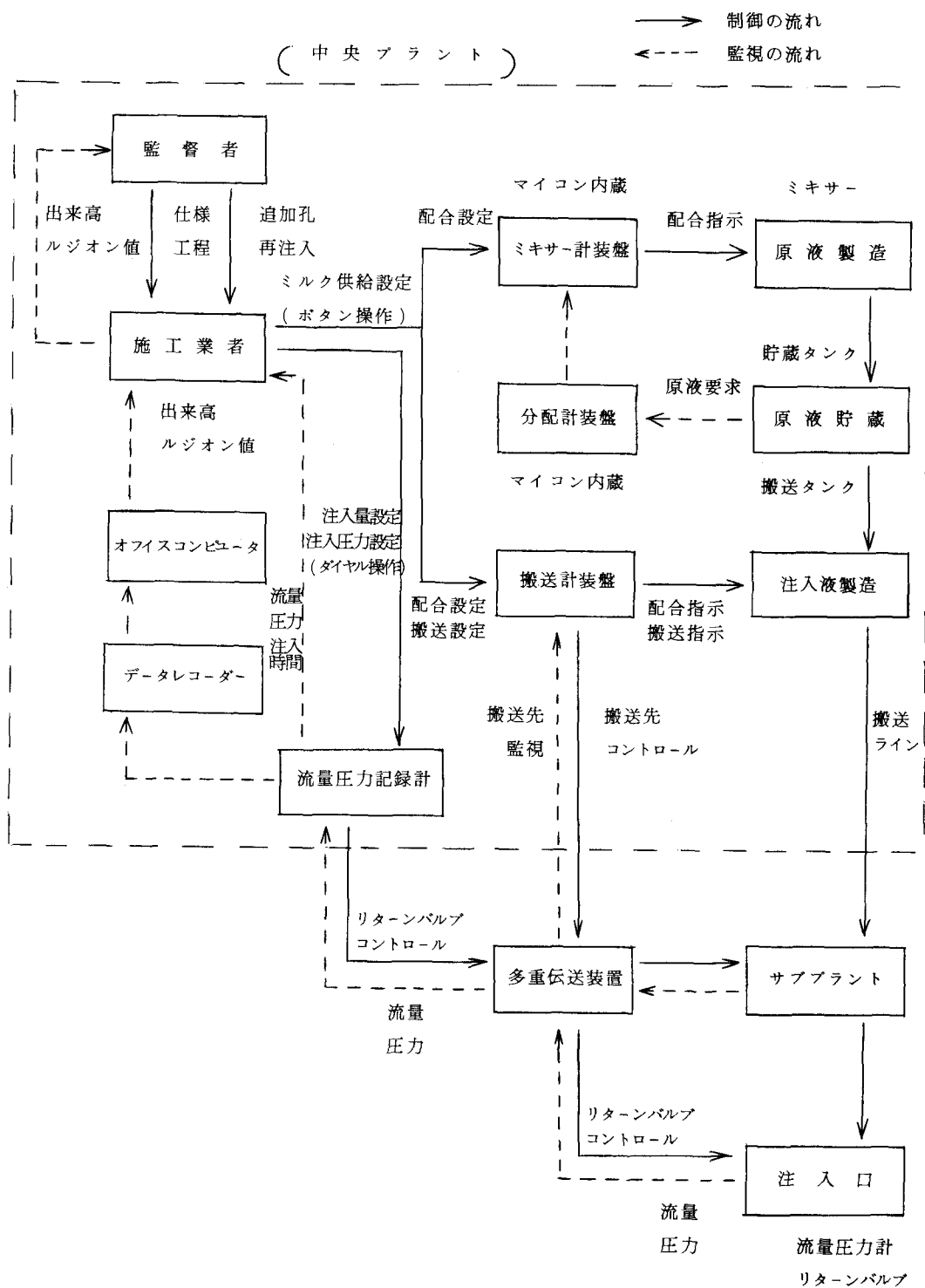
リターンバルブの遠隔操作と、データ処理システムとの組合せのために改造したDR-120形流量圧力記録計である。

データ処理システム

データレコーダー	2/台
オフィスコンピューター	64KB 1/台

データレコーダーは、流量圧力記録計と連動して注入・透水データをカセットテープに連続記録

図3 グラウト管理システム



する装置である。

3-00-01-02 Paper No. 3

GRAFT DATA SHEET / DAY

No.	Block	Line	Hole	Slave	Length	Pa kg/Ca2	Test For Permeability Losses (L/Min)	Coef. Percent	Time	Pa kg/Ca2	W/C/B	Gr (L/min)	Grout Content (Kg)	Sealant -le(Kg)	Time	
41	3-05	1E	038	010	.33	0.0	0.0	0.00	0.00	0	1.5	2.0	45	19	.8	0:5
42	3-05	1E	037	030	.33	0.0	0.0	0.00	0.00	0	1.5	2.0	67	28	1.1	0:14
43	3-05	1E	037	029	.33	0.0	0.0	0.00	0.00	0	1.5	2.0	0	0	.1	0:0
44	3-05	1E	037	028	.33	0.0	0.0	0.00	0.00	0	1.5	2.0	0	0	.1	0:0
45	3-05	1E	037	027	.33	0.0	0.0	0.00	0.00	0	1.5	2.0	63	36	1.4	0:25
46	3-05	1E	037	026	.33	0.0	0.0	0.00	0.00	0	1.3	2.0	62	33	1.0	0:15
47	3-05	1E	037	025	.33	0.0	0.0	0.00	0.00	0	1.4	2.0	57	23	.9	0:10
48	3-05	1E	037	024	.33	0.0	0.0	0.00	0.00	0	1.4	2.0	58	24	1.0	0:8
49	3-05	1E	037	023	.33	0.0	0.0	0.00	0.00	0	1.3	2.0	42	17	.7	0:7
50	3-05	1E	037	022	.33	0.0	0.0	0.00	0.00	0	1.6	2.0	54	22	.9	0:10
51	3-05	1E	037	021	.33	0.0	0.0	0.00	0.00	0	1.4	2.0	132	54	2.2	0:24
52	3-05	1E	037	020	.33	0.0	0.0	0.00	0.00	0	1.1	2.0	175	80	3.2	0:42
53	3-05	1E	037	019	.33	0.0	0.0	0.00	0.00	0	1.4	2.0	90	37	1.4	0:20
54	3-05	1E	037	018	.33	0.0	0.0	0.00	0.00	0	.9	2.0	50	24	1.0	0:8
55	3-05	1E	037	017	.33	0.0	0.0	0.00	0.00	0	.8	2.0	39	15	.6	0:8
56	3-05	1E	037	016	.33	0.0	0.0	0.00	0.00	0	.8	2.1	12	5	.2	0:19
57	3-05	1E	037	015	.33	0.0	0.0	0.00	0.00	0	1.6	2.0	61	25	1.0	0:12
58	3-05	1E	037	014	.33	0.0	0.0	0.00	0.00	0	.8	2.0	50	20	.8	0:8
59	3-05	1E	037	013	.33	0.0	0.0	0.00	0.00	0	.9	2.0	60	33	1.3	0:18
60	3-05	1E	037	012	.33	0.0	0.0	0.00	0.00	0	.9	2.0	35	14	.6	0:7
SUB TOTAL						6.00				0:0		1228	503	20.1		4:20

表 / 出力帳票例 (日別集計表)

(⇒) 搬送および伝送設備

搬送ライン 40A 7系統
 信号ケーブル 0.9mm×20対 1本
 多重伝送装置 親局 4面
 子局(二台一セット) 7セット

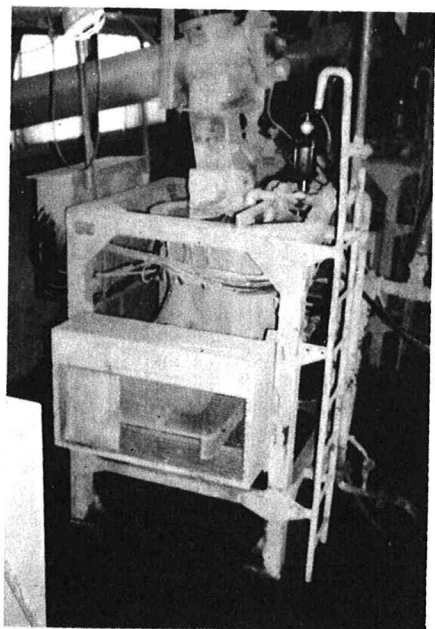


写真2 ミキサー

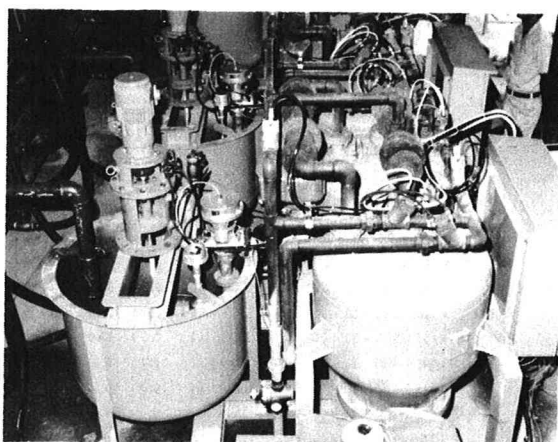


写真3 搬送ユニット

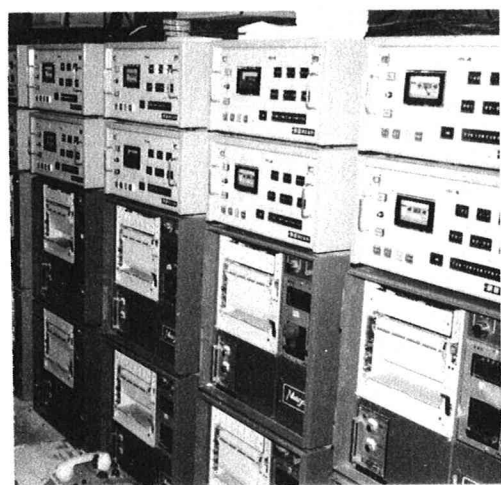


写真5 流量圧力記録計
および
データレコーダー

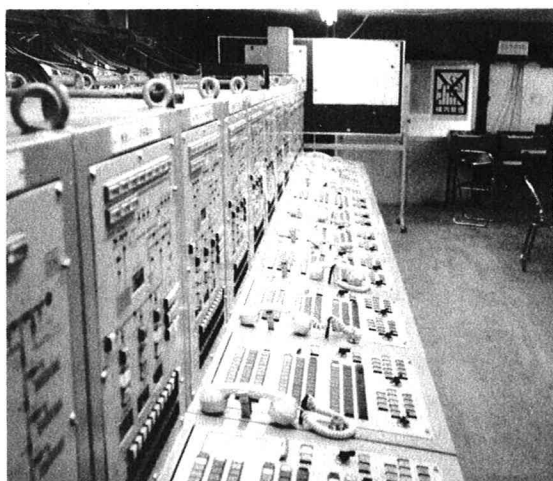


写真4 計装盤



写真6 オフィスコンピューター

搬送ライン

多重伝送装置

(伝送信号数)	制御信号	アナログ	63 量
		ポジション	147 点
	監視信号	アナログ	42 量
		ポジション	112 点

(多重伝送のメリット)

1. 1本のケーブルにより、多数の信号が伝送できる。
(ケーブル工事費・ケーブル代が節約できる。)
(段取り替えや機器の増設に容易に対処できる。)
(他作業に及ぼすケーブル配線の支障が少く安全性が高い。)
2. パルス信号のため、伝送距離が長く雑音に強い。
3. 集積回路化を図り、差し換えて故障に対処が容易。

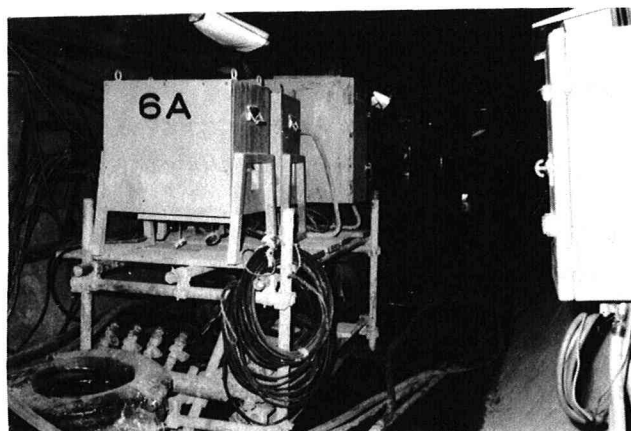
② サブプラント設備

端末アジテータ 2/ 台

グラウトポンプ 2/ 台

写真7 ギャラリー内のサブプラント

(手前から、多重伝送装置
端末アジテータ)



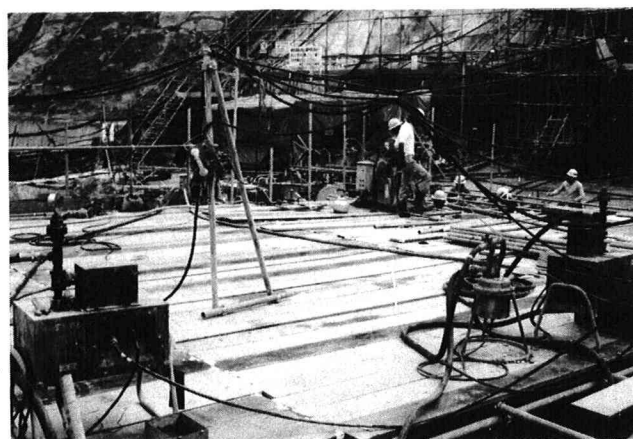
③ 注入設備

流量圧力計 2/ 台

リターンバルブ 2/ 台

写真8 手前左より

流量圧力計・リターンバルブ



4. 効果

(1) 省力化

- 一ヶ所で注入状況全搬が把握でき、管理技術者が少なくすむ。
- 1人で二ヶ所以上の孔の注入コントロールができるので、注入従業員が少なくすむ。
- 注入ミルクの製造と搬送作業に人手がかからない。
- データ処理の人手が少ない。

(2) 品質管理

- 作業員によつてバラつきのない、均質な注入が行える。
- 注入作業員と管理技術者との連絡が密になり、濃度の変更や注入量の変更がスムーズに行える。
- 正確な濃度のミルクを注入できる。
製造ミルクの比重誤差は1%以下。

(3) 作業性

- 中央で遠隔コントロールできるため、作業が環境に支配されることなく、安全に行える。
- ミルクの製造から注入まで、中央で集中して行えるので、各作業間の連けいが良い。

(4) 経済性

- セメントやベントナイトの節約ができる。
プラントでのセメントロス率は平均4%以下。

5. あとがき

54年8月着工後、グラウト工事は着実に推移し、56年6月の二次工事完了時点で施工数量は、ボーリング延長にして約78,000mに達している。

プラントの運転状態については、一次工事において、一部で初期的な故障があつたものの、二次工事以降は、順調に稼働を続け、初期の成果をあげている。

データ伝送システムも、初期不良のほかは非常に安定した作動をしている。

データ処理システムについては、工事の過程でも改良を続け、今日に至っているが、配合比の入力精度の向上について、今後の改良が必要である。

今回の管理システムは、全自動プラント・多重伝送・データ処理おのおのの分野で開発した経過から、これらの組合せの効率改善を考える余地があり、今後も検討を進めていきたい。