U.D.C. 681.527.7-529::681.325.6.06]:669.162.6.046.462.012

還元ペレット製造プラント用総括制御装置

Total Control System for Reduction Pelletizing Plant

秋葉洋一* *Akiba Yôichi*
和田栄吉** *Wada Eikichi*

この度，日本鋼管株式会社福山製鉄所では，我が国で初めての試みとして，ＳＬ/ＲＮ方式による直接製鉄プラントを完成させた。このプラントの目的は，
(1) 直接還元技術の取得
(2) 公害防止及び省資源対策
にある。初めてのプラントであるため，種々の技術的ノウハウを得るための改良が予想されているが，制御装置として，ストアード メモリを持つシーケンサ“HISEC”を導入し，プラント操業上の運転方式の変更に迅速に対処するとともに，設備の小形化と保守性の向上を図ったシステムを完成した。本稿は製造設備の概要と“HISEC”による設備全体の制御内容について述べ，今後の設備計画の指針とするものである。

1 緒　　言

一貫製鉄所での銑鉄の製造は，焼結，コークス炉などの付帯プラントを要し，これに加えて原材料の品質確保及び高粘結炭が不可欠なものであり，公害対策費用も多大なものとなっている。

今後の省資源・公害対策のため，近年ペレット製造プラントが各方面で注目されている。

ペレット方式には酸化ペレットと還元ペレットの二通りがあり，前者は従来の焼結方式と同様に高炉に装入され，銑鉄として取り出されるが，後者はペレット製造プロセス中に還元し，金属ペレットとして成品化される。

この還元ペレット製造プロセスの制御設備には，プロセス量の制御を行なう計装設備と，受電及び電動機などの制御を行なう電気設備とに２分される。

本稿は電気設備の制御方式として採用した総括制御装置について述べる。

総括制御装置は，プラント操業の省力化と設備の小形化を図るため，電気設備の中枢となるシーケンス制御盤に，“HISEC-70”を採用した。

以下，還元ペレット製造設備の概要並びに総括制御装置の内容及びその成果について述べる。

2 製造設備の概要

本設備は，**図１**に示すように，原料の流れる順序で大別すると次のものがある。

(1) 原料準備設備　(2) 原料処理設備　(3) 造粒設備
(4) 還元設備　(5) 成品処理設備

次に各設備の概要について説明する。

(1) 原料準備設備

本製造設備の主要原料であるダスト，粉状鉱石などの輸送設備と貯蔵ホッパ及びシックナーがある。

(2) 原料処理設備

原料を配合し，造粒性を高めるための処理設備である。この設備での配合処理工程は，成品ペレットの生産量を大幅に左右する重要部分であり，粉砕機による原料の粒度調整及び調湿機による水分調節，貯鉱設備，輸送設備で構成されている。

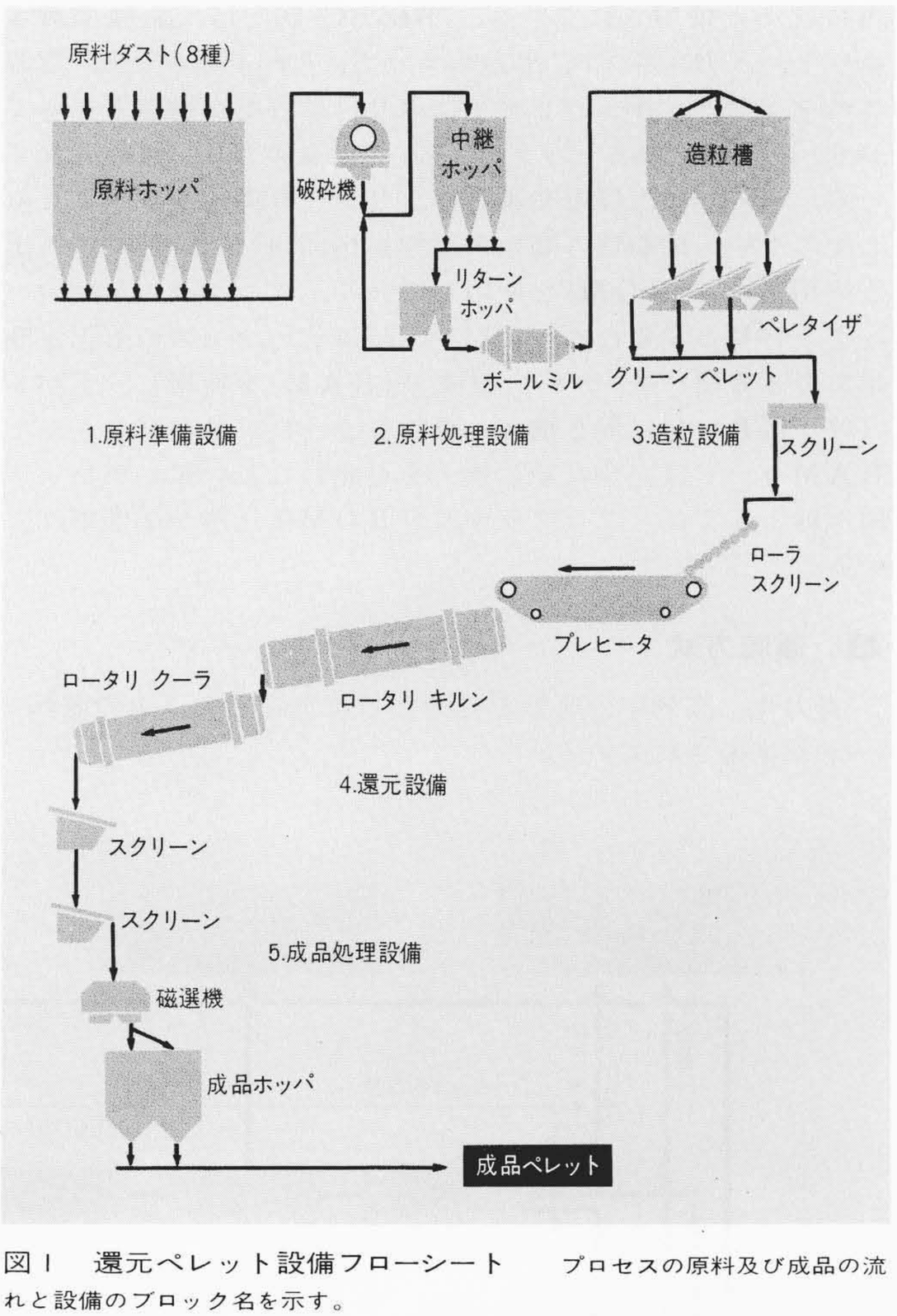


図１　還元ペレット設備フローシート　プロセスの原料及び成品の流れと設備のブロック名を示す。

(3) 造粒設備

十分に処理した粉状の原料をペレタイザによりペレット化する設備である。水分の調節とペレタイザの回転数，傾斜角度の調節により，ペレットの大きさ，強度及び造粒量を確保する。ここでできたペレットは，グリーン ペレットと呼ば

* 日本鋼管株式会社福山製鉄所電気共通建設部(第一重工設計部電気計装室)　** 日立製作所大みか工場

れる。

(4)　還元設備

この設備は，本プラントの中枢部であり，グリーン ペレットを還元する。グリーン ペレットは，まずプレヒータで徐々に加熱され，十分に硬化されたのちロータリ キルンに入り，固体還元剤により金属化する。還元されたペレットは，ロータリ クーラにより冷却され，成品ペレットとなる。

(5)　成品処理設備

この設備は，還元されたペレットをスクリーン，磁選機などにより成品ペレットを選別する。

3　制御装置の構成

本プラントの動力源としては，約600台の電動機及び約50個の油圧，又は空気圧シリンダが使用され，これらは制御装置(受配電設備も含む)約540面により操作，制御及び監視され，**図2**に示すようなシステム ネットワークを構成している。

総括制御装置の中枢であるシーケンス制御装置には，“HISEC-70”(日立プログラマブル ロジック コントローラの商品名)[1]が使用されている。“HISEC-70”は，論理演算ユニット，入力ユニット，出力ユニット，ファンユニット，電源ユニットなど，キュービクルに取り付け容易な構造となっており，拡張性のあるビルディング ブロック方式で構成されている。メモリは，停電や雑音によりメモリ内容が破壊される心配のない，信頼性の高い大規模集積回路(ＬＳＩ)の読み出し専用メモリ(ＲＯＭ)を使用しており，プログラム及びデバッグを容易とするため，デバッグ時はシーケンスの訂正が簡単にできるリード ライト メモリ(ＲＡＭ)を使用し，デバッグ終了後ＲＯＭに置き換えが可能なように，ＲＯＭカードとＲＡＭカードは完全に差し換えを可能にしている。デバッグ用機器としては，プログラマ及びＲＯＭ書込器が準備されている。

4　運転方式

省力化，高効率の運転を目的とした本設備では次の運転モードが準備されている。

(1)　ブロック別連動運転

中央監視室に設けられた操作スイッチにより，そのスイッチ1個に関係するブロックの機器がインターロック起動及び停止を行なう(主としてコンベヤ)。

(2)　中央単独運転

中央監視室に設けられた操作スイッチにより，単独に起動，停止を行なう(主としてプレヒータ，還元キルン及びロータリ クーラ)。

(3)　機側単独運転

機器の側近に準備されている操作スタンドで，単独に起動，停止を行なう(主として機器の試運転を目的としたもので，すべての機器に対してこのスイッチが準備されており，インターロック項目は，機器の保護に必要な最小限のものが組み込まれている)。

(4)　非常運転

買電停電時に自家発電により運転継続が必要な機器の制御を行なう。

以上述べた運転モードは，本プラントの操業上要求されるものであるが，このほかにシーケンス制御装置に関係するインターロック項目や，各機器の電気回路の状態をチェックするために，「シーケンス テスト」モードが準備されている。このモードにより，例えばコンベヤ制御では，実際にコンベヤを駆動することなしに上流，下流コンベヤの電気的インターロックが確認でき，現地試運転時の安全確保と試運転期間の短縮に寄与できた。

5　制御システムの構成

前述したように，本プラントでは約600台の電動機と約50個の電磁弁が制御対象であり，これらを制御する制御盤類は約540面になり，この制御システムは，従来方式では相当複雑なものとなる。このため，本プラントの総括制御装置は，その構成要素となる各種制御盤を単純かつ統一された電気回路で構成し，その相互インターロックをシーケンス制御盤で組むようにした。この目的のため，高圧及び低圧始動器のシーケンスを次の6種類に統一している。

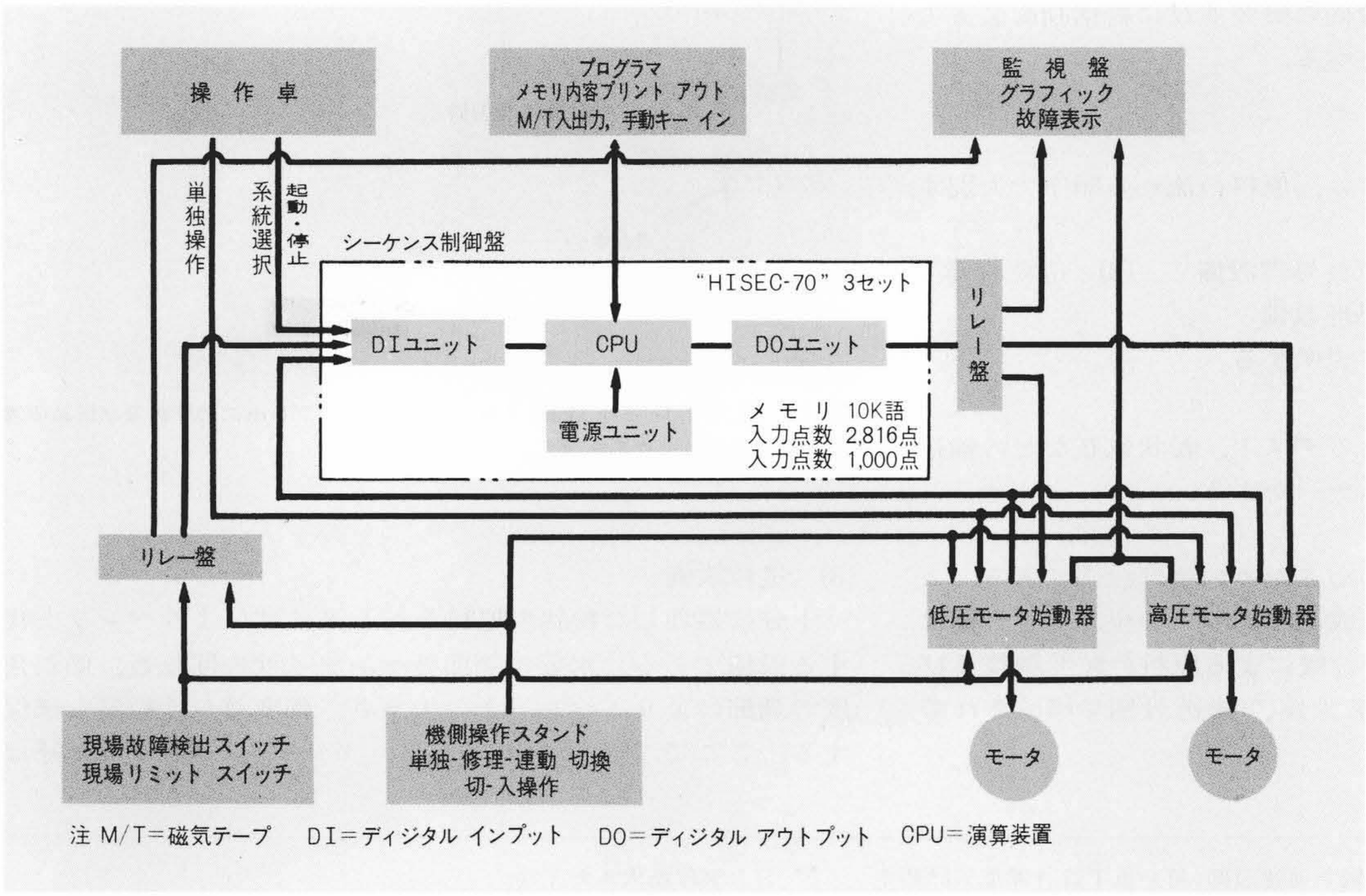


図2　総括制御システム ネットワーク　総括制御方式での各機器及び盤の機能分割を示す。

(1)　モデル1：“HISEC-70”による制御，非可逆形
(2)　モデル2：“HISEC-70”による制御，可逆形
(3)　モデル3：中央単独操作，非可逆形
(4)　モデル4：中央単独操作，可逆形
(5)　モデル5：機側単独操作，非可逆形
(6)　モデル6：非常運転用

上記の標準化により，電動機の始動器は運転方式の変更などに左右されることなく，またシーケンスの統一により，製作期間の短縮はもとより，将来の保守性をも向上する。

シーケンス制御装置は本設備を次のように3分割し，“HISEC-70”を3セット設置している。

(1)　原料系統：原料準備設備……連動ブロック　3
　　：原料処理設備……連動ブロック　3
　　：造粒設備……連動ブロック　1
(2)　キルン系統：還元設備……連動ブロック　6
(3)　成品系統：成品処理設備……連動ブロック　3

このシーケンス制御装置の規模は次のようになっている。

入力点数：2,816点
出力点数：1,000点
メモリ：10K語

上記により，本システムでは，入力と出力の点数比は約3対1であり，またメモリ容量対出力点数比は10語/点となる。このことは例えば，1台の電動機を動かすために多くの条件が必要であることを表わしており，入力条件が数個の出力点に関係していることも分かる。このことは，従来方式の有接点，又は無接点リレー式であれば，同一条件の接点を多く必要とし，したがって，使用リレー数が増えるか，又は配線の本数が増え，装置が複雑になる結果を生ずる。

“HISEC-70”は，1セットに対し，入出力点数各1,024点，メモリ4K語まで拡張可能であるが，その規模はビルディング ブロック方式で拡張できるので，本プラントのように入出力点数比が大である場合には，経済的なシステム構成が可能となる(**図3**)。また“HISEC-70”の規模であれば，その制御対象がプラントを数ブロックに分割した場合，プロセス的に分割可能な範囲を1セットでカバーできることになり，そのブロックに共通しているインターロックは，1点だけ“HISEC-70”に取り込んでおけばよく，外部ケーブルの節減や，小規模のシーケンス コントローラを多数使用した場合に起こる各ユニット間の信号伝達の配線の煩わしさから解放される。

図4は“HISEC-70”を使用したシーケンス制御装置と従来のリレーを用いたシーケンス制御装置との実績比較を示したもので，シーケンス制御盤の面数が極端に少なくなっていることが分かる。また現地検査MAN-DAYも少なくなっているが，これは機側単独運転モードでは，シーケンス制御盤に無関係に実機の起動，停止操作が可能となる方式としたことと，「シーケンス テスト」のモードが試運転期間の短縮に寄与している。

6　システムの信頼性

運転状態の監視及び故障原因表示は，本プラントのように大規模かつ複雑なシステムでは特に重要なウエートを占める。また電気回路の誤配線及び誤動作による人身事故，又は機器の破損事故防止には特に注意しなければならない。このため，制御装置の信頼性確保のため，次のような方策を施している。

(1)　機械のオーバーランを防止するためのリミット スイッチはリレー シーケンスで組み，フェイルセーフの回路構成としている。

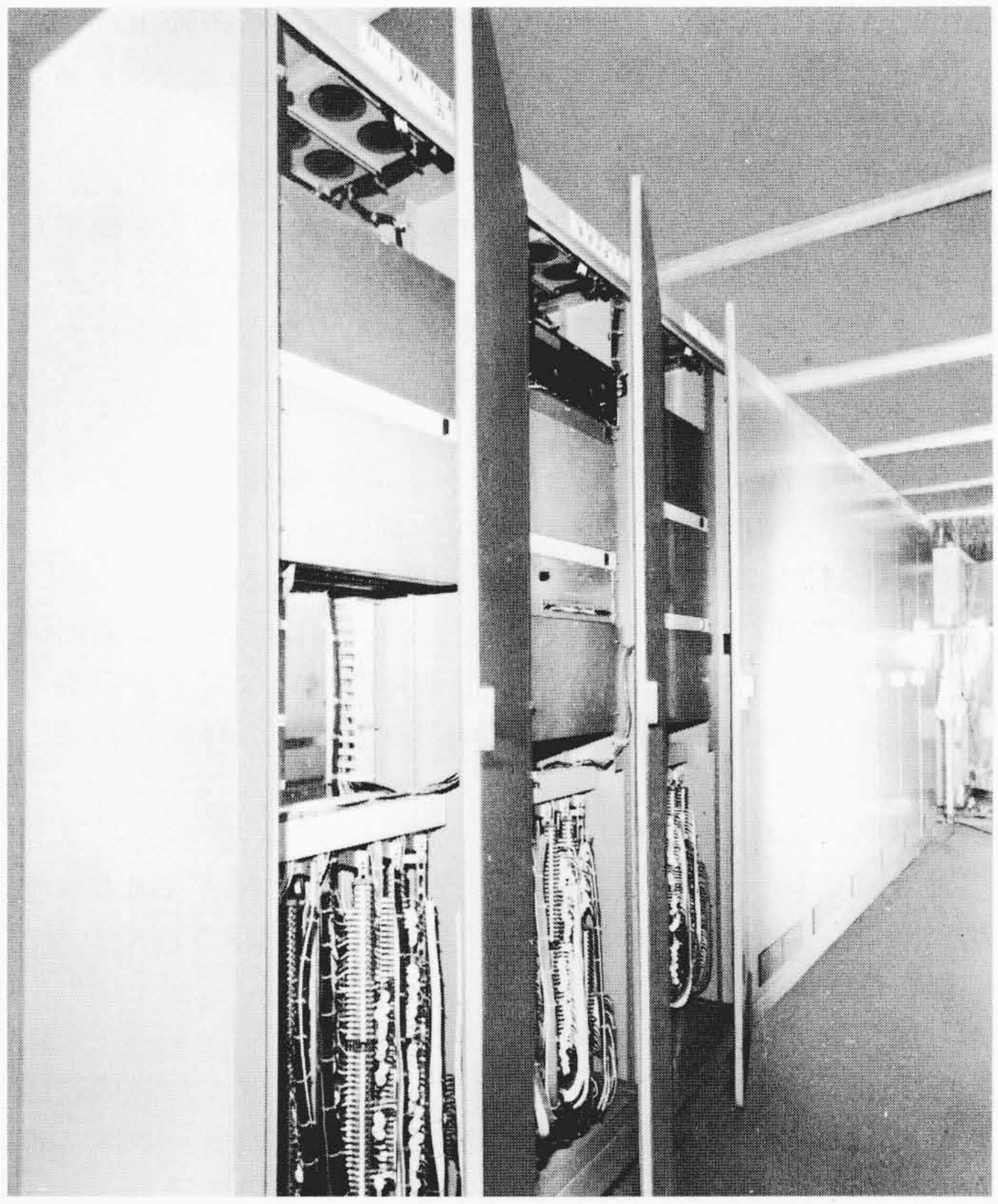


図3　シーケンス制御盤の外観　“HISEC-70”の各種ユニットの実装された状態を示す。

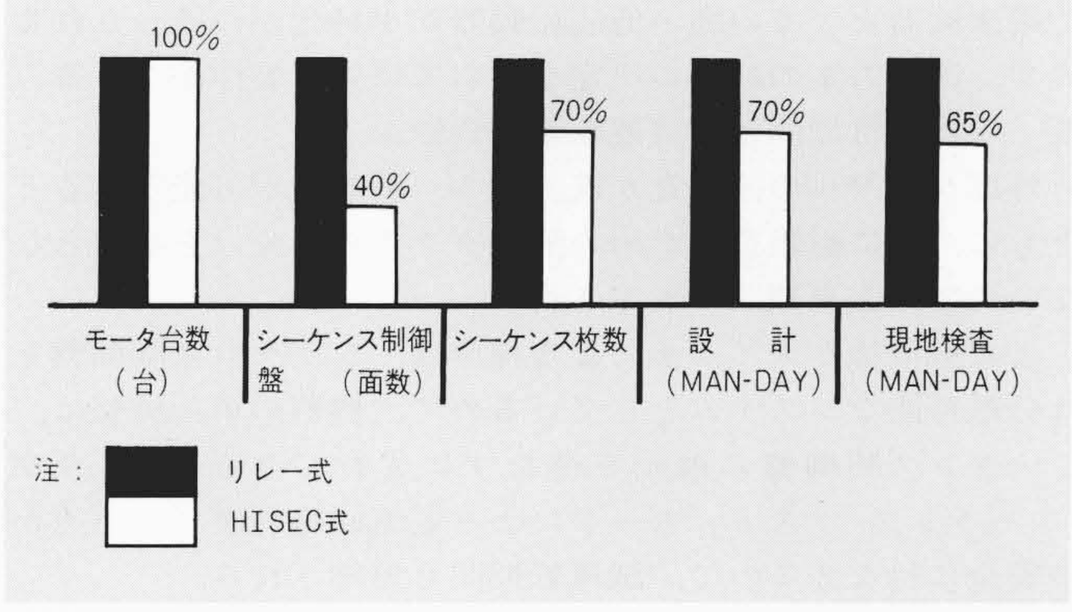


図4　実績の比較　従来方式と“HISEC-70”を使用した場合の各種データの比較を示す。

(2)　機側操作スイッチによる機器運転時でも停電復帰再起動防止回路を組んでいる。また機側スタンドの切換スイッチにより，いかなる場所からも運転不能とすることができる。
(3)　グラフィック パネルに運転中を表示している機器が故障で停止したときは，その運転中を表示するランプをフリッカさせ，その他の故障については故障表示器を準備して，原因を表示するとともに警報を発する。
(4)　運転ブロックを選択して連動運転する場合，ルート チェックのスイッチにより，その選択されたブロックが運転可能であればグラフィック パネルにそのルートを照光させ，誤選択，誤起動を防止している。
(5)　“HISEC-70”に次のチェック機能を持たせている。
　(a)　パリティ チェック……メモリの故障検出を行なう。

(b)　ＡＶＲ(定電圧電源装置)故障……電源断の検出
(c)　ウオッチ ドッグ タイマ……プログラム カウンタの歩進機能喪失検出
(d)　チェック プログラム……演算機能喪失検出
(6)　高圧，低圧始動器及び電磁弁回路のシーケンスを標準化して，誤配線を防止するとともに，互換性を持たせている。
(7)　ノイズや誘導に対して特に考慮した方法をとっている。

7　本総括制御装置の特長

“HISEC-70”を使用したシーケンス制御装置を中枢とした本システムの特長として，次の各項目が挙げられる。
(1)　“HISEC-70”のプログラムが簡単(**表1**参照)
簡単な論理計算の知識だけで，リレー シーケンス回路図より，容易にプログラムできる。また取扱いは電子計算機のように特別の知識の習得や，プログラミングの経験を必要としない。
(2)　パワー コントロールに適したハードウェア
従来のリレー シーケンスと同等に使用でき，入出力は強電仕様になっている。また入出力とも完全に絶縁されており，耐雑音性が高い。
(3)　拡張性，融通性のあるハードウェア
“HISEC-70”はビルディング ブロック方式で，規模に応じて入出力点数，メモリ容量が選択でき，またシーケンスの変更に対しては，シーケンス制御盤だけの変更で済む。
グラフィック パネルはモザイク式であるので，小形，明確であるとともに，グラフィックの変更に対しても迅速に対応できる(**図5**参照)。
(4)　製作期間の短縮
端末機器としての高・低圧始動器が単純化かつ統一されるので，運転方案の細部の決定を待たずに先行製作ができる。
(5)　現地据付期間及び試運転期間の短縮
外部ケーブルの接続先が統一でき，多心化が可能となるとともに，特に耐雑音のための配線ダクトの区分けを必要としないので，工事期間が短縮される。
また機側操作スイッチによる操作は，シーケンス制御盤とは分離可能なシステムとしているので，機器の単独調整は，シーケンス制御盤の復元を待たずに先行できること，及び「シーケンス テスト」モードにより電気回路の確認が迅速かつ安全に行なえるので，試運転期間も短縮される。
(6)　保守が容易
標準化されたビルディング ブロック方式のハードウェア構成となっているので，保守点検が容易であるとともに，予備品の管理も便利であり，互換性も持っているので，故障の復旧が迅速に行なえる。

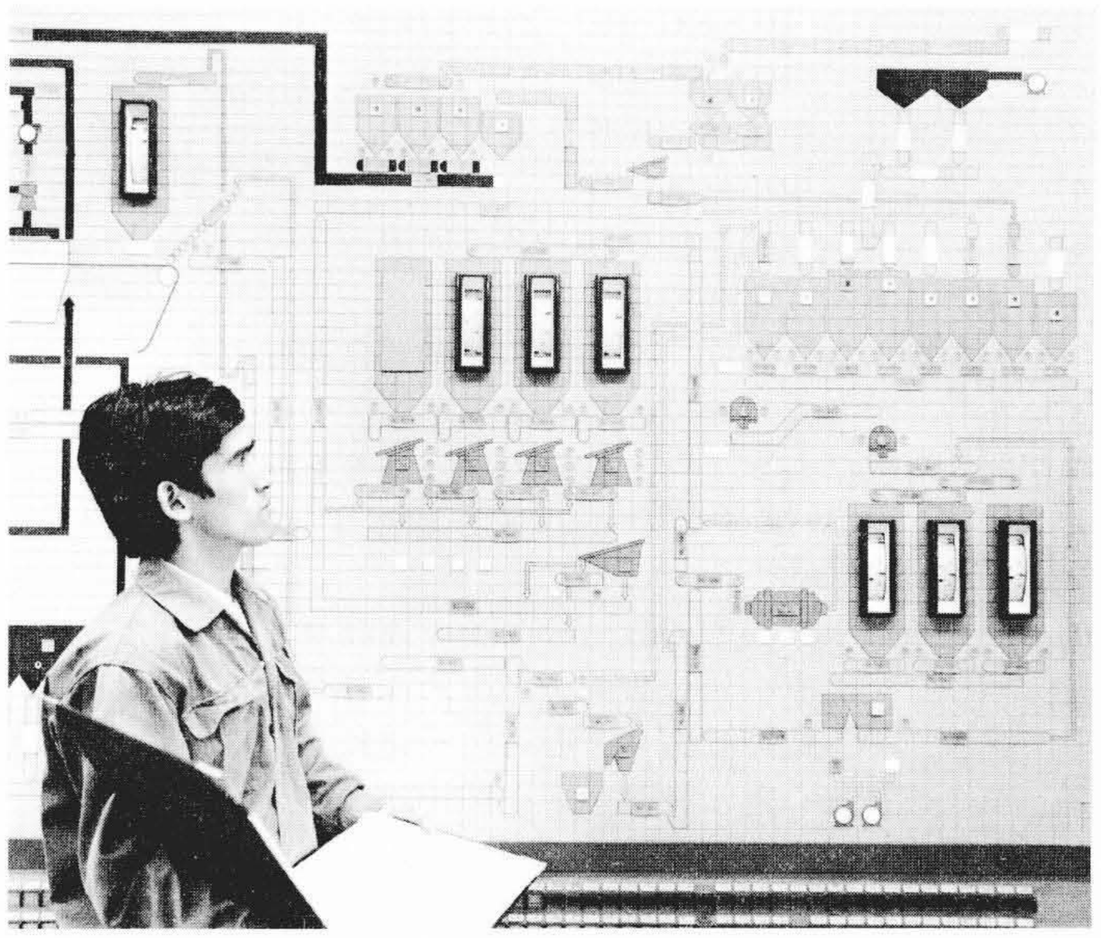


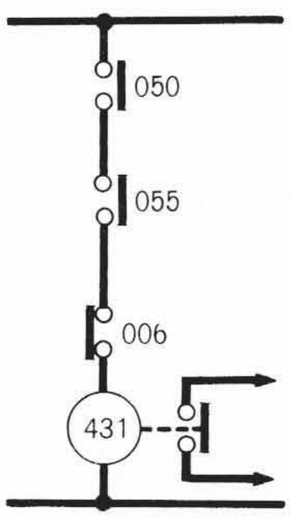
図5　グラフィック パネルの一部分　モザイク式としているので，小形化されるとともに，細部まで表示することができ，かつ部分変更が可能となる。

(7)　設置場所が小
大形集積回路(ＬＳＩ)などの電子部品の採用により，小形化されているので，従来のリレー式に比べ，設置面積が小さくて済む。
(8)　信頼性の向上
特に複雑なシーケンス制御盤から，盤内配線が追放され，また無接点化されるので，接触不良や誤配線などによるトラブルがなくなる。

8　結　　言

以上，還元ペレット製造設備の概要及び総括制御装置の内容とその成果について述べた。
シーケンス制御に代表される総括制御装置は，設備の自動化，省力化がその使命であるが，その要求度が増すにつれ，高度化，複雑化する。したがって，この要求にこたえるための手段の一つとして，急速にプログラマブル ロジック コントローラが導入されつつある。この種の道具によって設備の小形化，エンジニアリング パワーの軽減が確実に行なえることが立証された訳であるが，制御装置が単純化されたハードウェアの集合体で形成される度合が増すにつれ，それらを有機的に結合させ，所期の性能を発揮するためのシーケンス制御装置の任務は更に増大することとなる。簡単な制御内容の被制御機器の集合体であっても，その量の増大は，高度な制御内容を必要とする小規模の制御対象のエンジニアリング パワーに匹敵するものである。
本プラントの総括制御装置は，日立製作所として初めての経験分野であり，種々の困難が予想されたが，日本鋼管株式会社福山製鉄所関係各位の御指導と御支援により，所期の目的を達成できた。ここに深謝の意を表わすとともに，更にシステムの改良，発展にいっそう努力を払う考えである。

表1　プログラムの一例　右欄のリレー シーケンスに対応するプログラムの一例を示す。

メモリ アドレス	演算命令	入出力アドレス	対応リレー シーケンス
000	S	050	
001	*	055	
002	/	060	
003	=	431	

参考文献

1)　柏迫ほか：「日立プログラマブル ロジック コントローラ」，日立評論，**57**，639（昭50-4）