

石炭配合総括制御装置

— HIDIC-100 システム —

Hitachi Digital Computer System of the Coal Preparation Plant

前 原 治*
Osamu Maehara

和 田 栄 吉*
Eikichi Wada

河 合 春 夫*
Haruo Kawai

要 旨

某社コークス工場納め石炭配合総括制御装置は、この種の設備としては制御用計算機をオンラインに使用した最新式のもので、従来の計器式制御装置に比べて機能がいちだんと向上している。本文では石炭配合装置のDDCを中心にこのシステムの構成や特長について述べる。

1. 緒 言

ここ数年来工業生産の高度成長に伴い製鉄用コークスの需要は増大するとともに、ますます多様品種化し、品質の向上がいちだんと要求される趨勢(すうせい)になりつつある。

製鉄用コークスの原料炭は、多数の銘柄の石炭を用意して、この中から必要な銘柄を選び、品種によって決められた比率で配合してコークスの原料炭を作るのであるが、製鉄用コークスの原料炭の種類は用途に応じて異なるため数十種類にも及び、需要に応じて毎日コークスの品種別の生産計画を立て、品種の量と配合比率により石炭の在庫管理、配合槽の在量管理を行なわねばならず膨大な事務量となる。

各石炭の配合比率の調節は各ホッパー出口の調節計で行なわれるが、品種が変わるごとに各調節計の設定値を変えねばならず品種切替時多くの手数と細心の注意を要していた。

本装置はこれらの要請にこたえ、オンライン制御用計算機を用いて刻々変動する需要に合わせた石炭の銘柄と在量の管理、品種別による配合比率の自動設定ならびに配合比率のDDC、配合槽を中心とする上、下流コンベヤのシーケンス制御などを含めて最適化を図るオンライン生産設備の稼働を目的としたものである。すなわち産業界の人手不足、省力化対応策として計算機を用いてオンライン制御を実用化したものである。

2. 総括制御の内容

2.1 配分プロセスの概要

数十種類の原料炭の中から数種のものを選び出し、所定の比率で

配分して、コークスの原料炭とする本設備においては、その配分比率の精度が品質の良否を決定する。今回、日立デジタル制御用計算機HIDIC-100システムによる総括制御を実施した配合設備の例は図1に示すとおりである。

配合設備にはヤード、ホッパー、バンカーと呼ばれる3種類の石炭貯蔵所があり、それぞれ下記のように使用される。

- (1) ヤード： 陸上あるいは海上輸送により搬入された原料炭をいったん貯蔵する。
- (2) ホッパー： 一定量供給装置(CFW)を装備し、配合に必要な原料炭を貯蔵する。
- (3) バンカー： 配合された石炭を貯蔵する。

このほかに上記3種の貯蔵所を結ぶコンベヤライン、混炭器および原料炭の粉砕機がある。

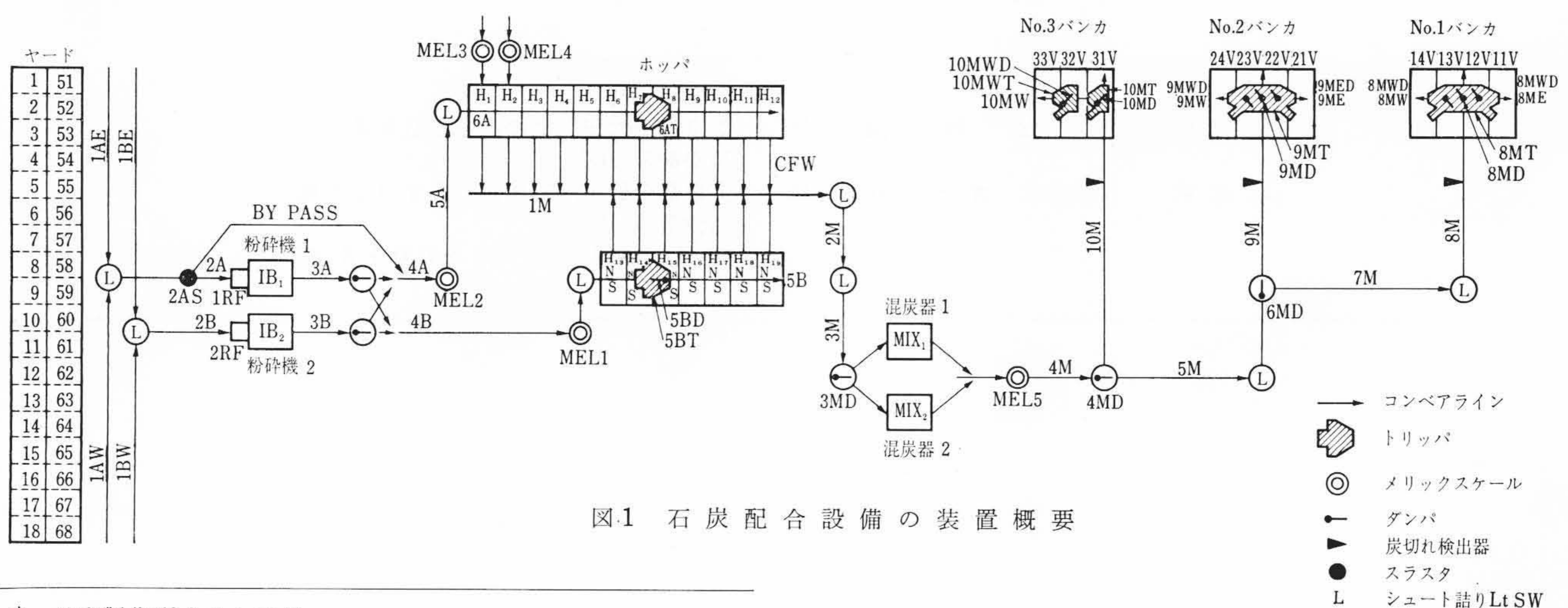
設備は大きく分けて、ヤードからホッパー間を結ぶ上流系統、配合炭製造部分であるCFW関係、ホッパーからバンカー間を結ぶ下流系統の3ブロックとなる。

2.2 運 転 方 式

運転方式は上流系統、CFW、下流系統の3ブロックに分れるがCFWは下流系統に含まれるので電気的なインタロックはCFWと下流系統で行なわれ、上流系統と下流系統はそれぞれ単独運転が可能である。

2.2.1 上 流 系 統

上流系統においては、ヤードから送り出された原料炭は、コンベヤで輸送され、トリッパーにより所定のホッパー内に投入される。原料炭は通常粉砕機を通して碎かれる。



* 日立製作所大みか工場

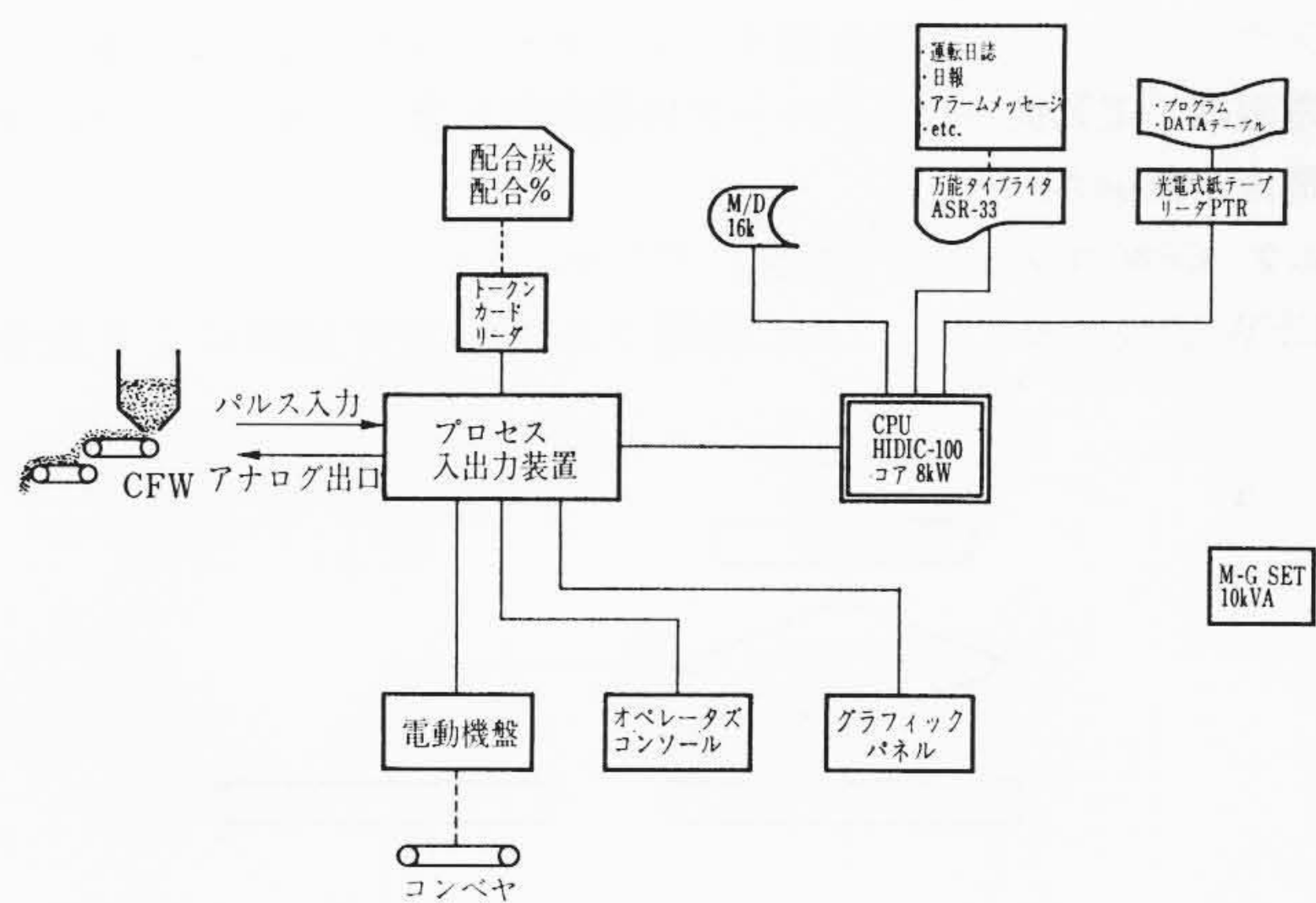


図2 システムブロック図

表1 ハードウェアの構成

1.	中央演算処理装置 (CPU)	1
	H-100 コア 8 K語 割込 8 レベル 16 要因	
2.	補助記憶装置 (M/D)	1
	磁気ドラム 16 K語	
3.	周辺機器	1 式
	紙テープリーダー (PTR)	1
	万能タイプライタ (ASR)	1
4.	プロセス入出力装置 (P ^{I/O})	1 式
	アナログ出力	19 点
	パルス出力	16 点
	デジタル出力 (DIRECT方式)	512 点
	パルス入力	19 点
	デジタル入力 (BUS方式)	928 点
	デジタル入力 (DIRECT方式)	592 点
5.	オペレータズ コンソール (OPCON)	1
6.	M-G セット	1

2.2.2 CFW

配合設備の心臓部である CFW 関係においては、まず配合に必要な原料炭を貯蔵しているホッパーから、それに付属している CFW により、配合比率に従って原料炭を取り出し、配合炭を輸送するコンベヤ（1 M）上に送り出す。CFW には可変速モータが付属しており、ホッパーからの取り出し量は、その速度により設定される。

2.2.3 下流系統

下流系統においては、CFWにより送り出された配分炭を、混炭器により混合して、バンカー内に投入する。バンカー内ではトリッパーの移動時間を調整して石炭の堆積(たいせき)量を均等にしている。

2.3 在量管理

ヤード、ホッパー、バンカーの各貯蔵槽は常にその収納銘柄が固定しているわけではなく、生産量および配合炭の種類により異なることがある。したがって常にその貯蔵されている銘柄と量を把握（はあく）し、かつ容易に修正される方式としなければ、能率の良い運転ができない。管理方法には銘柄と在量をニキシー管により表示するかあるいはタイプアウトする方法、さらに輸送量をコンベヤの数個所に設けられたメリックスケールからのパルスカウンタにて積算し、その輸送量を把握する方式などがある。

2.4 日報作成

1日の作業内容をタイプアウトする。

3. HIDIC-100 システム

3.1 ハードウェア構成

ハードウェア構成は、図2および表1に示されている。

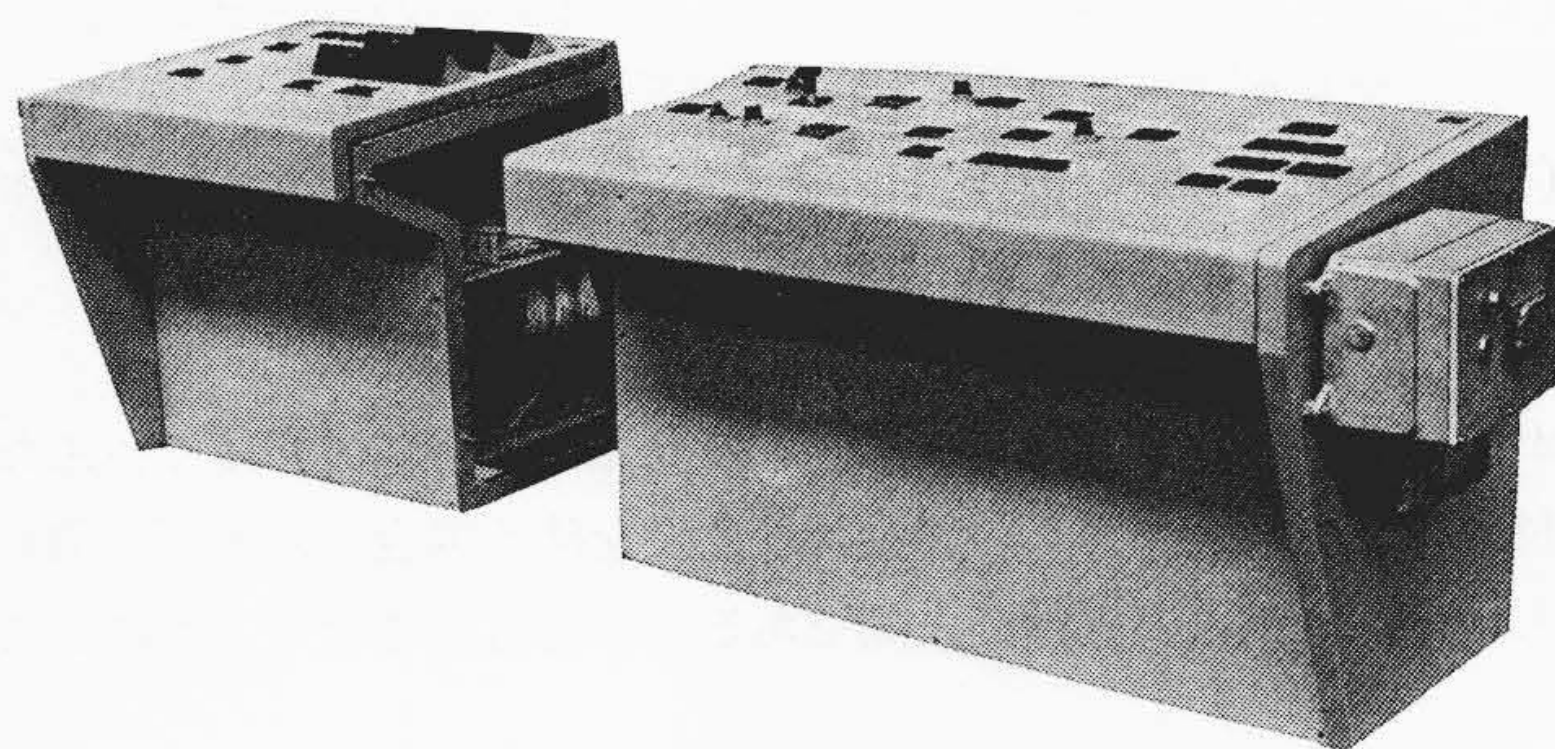


図3 オペレータズコンソール

プロセスデータのオンライン収集は、パルス入力を除きすべてリレー盤を経由してプロセス入出力装置に接続されている。プロセス出力においても同様、アナログ出力、ニクシー表示出力を除きすべてリレー盤を経由して電動機盤、グラフィックパネル、オペレータズコンソールに接続されている。

なお本システムはすべて同一電気室内に設置されているので、保守上非常に便利である。

グラフィックパネル上には、プラントの稼働状態が照光表示され、オペレータは容易に状況判断をすることができるようになっている。

オペレータズコンソールは、オペレータが計算機システムと情報交換するためのもので特に運転に必要な計算機への入力はいずれもここから入れるように設計されており次の機能を備えている。

- (1) プラント運転の設定と指令
上流系統, CEW, 下流系統の設定と指令
- (2) データ呼出
ニクシー表示, タイプアウト指令
- (3) データ修正
- (4) 時刻表示
- (5) 計算機のアラーム表示

オペレータズコンソール上の各スイッチは単一機能のもので、一つのアクションを行なわせる場合二つ以上のスイッチを操作しないと動かないようにしてあり、誤操作の防止および計算機を使用する不安感をなくすよう考慮されている。図3はオペレータズコンソールを示したものである。

3.2 ソフトウェア

計算制御システムはいかにハードウェアが完備していても、ソフトウェアが不じゅうぶんでは、計算制御の機能を生かすことはできない。ソフトウェアの仕様により、計算制御システムの成否が決まるといっても過言ではない。

ソフトウェアは最高の運転のノウハウを提供し、従来と全く違った運転方式が可能である。すなわち、従来人間が行っていた在量管理やプラント稼働状態の把握を計算機が行ない、オペレータの必要最小限の設定および指令により自動設定、自動運転を行なう。したがって、ミスオペレーションが減少するとともに、セットアップの時間が短縮され効率が向上する。

計算機はプラントからの信号を確実に入力し、在量管理を行なうので、その信頼性は非常に高く、日報の信頼性もきわめて高い。計算機制御 (DDC) では、アナログ調節計数台の代わりに、サンプリングにより 1 システムで多数の制御ループを取り扱い、その制御モードも自由に変えられる。またプロセスの知識が増すにつれ、制御式の定数などを容易に変え、最適制御を行なうことができる。

配合システムでは次の機能を備えている。

- (1) ヤード、ホッパー、バンカーの在量管理

- (2) ベルトコンベヤ, トリッパー, ダンパーのシーケンス, コントロール
- (3) DDCによるCFWコントロール
- (4) 運転日誌
- (5) 日報作成

オペレーションについては運転者の意見を中心に, じゅうぶんな検討を行ない, プラントの起動など危険を伴う場合は, 人間の判断を入れ, システムの主役が人間であることを自覚させるようにしてある。

表2は応用プログラムを示したものである。

4. DDCによるCFWコントロール

4.1 プロセス概要

CFWとはConstant Feed Wareの略で指定された一定量の輸送をする装置である。この装置は図3に示すようにフィードウェアは電磁継手電動機により駆動される。電磁継手電動機は誘導電動機と負荷との間にスリップ率を自由に増減できるカプリングを組み込み, コントローラによって, カプリングの結合度を調節することによりフィードウェアの速度を加減する。結合度の調節はカプリング部の励磁コイルに流す直流励磁電流を制御調節することにより行なわれる。

次にCFWの閉ループについて説明する。原料炭輸送量に比例してパルスジェネレータより5~140 Hzのパルスが計算機に入力される。計算機は, サンプリング周期で, プラスチックカードあるいはデジタルスイッチによって入力された設定値と比較し, 制御式によりDC4~20 mAのアナログ出力をする。

表2 応用プログラム	
1. 運転プログラム	CFW DDC
上流運転	定数一斉タイプアウト
下流運転	5. オペレータズコンソールプログラム
上流ルート選択	設定盤受付, 解析
下流ルート選択	ニクシー表示, (在量, 銘柄)
CFW順序, 一斉起動	時刻表示
2. 停止プログラム	日報
上, 下流停止	在量, 銘柄修正
CFW順序停止	在量, 銘柄一斉タイプアウト
CFW一斉停止	パンカ内振り分け指定
3. 異常プログラム	CFW設定
異常受付	6. カードリーダープログラム
異常解析	カード読み込み
上流異常	7. 在量管理
下流異常	カード, ホッパー, パンカー, 投入, 投出
4. DDC関係プログラム	8. その他
パルスカウンタオーバーフロー処理	パンカートリッパーコントロール
DDC必要CFWパターン作成	
DDC設定値計算	

アナログ出力は増幅器を経てコントローラに入力される。本入力には電磁継手電動機のマイナーループの設定値となり, カプリングの励磁電流が制御される。

4.2 CFWコントロール方式

CFW装置は本プラントの心臓部であり, CFW制御により配合

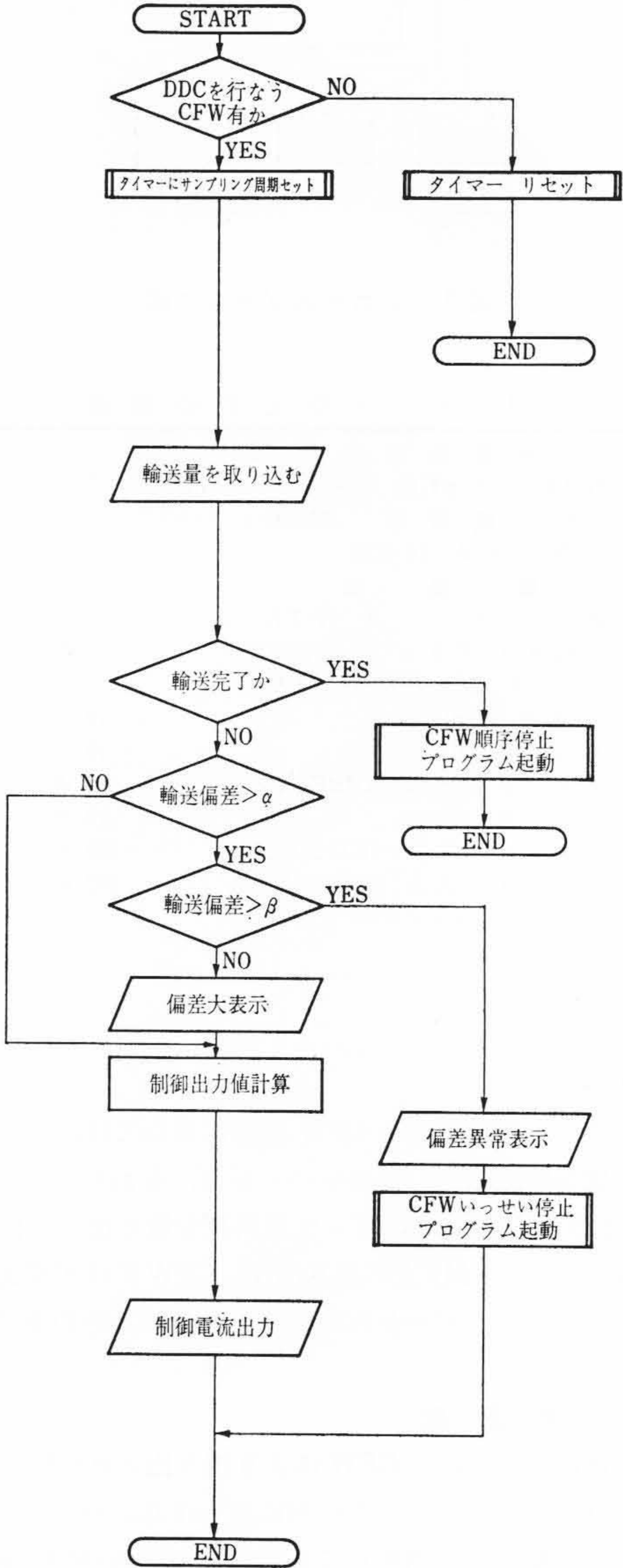


図5 CFW DDCフローチャート

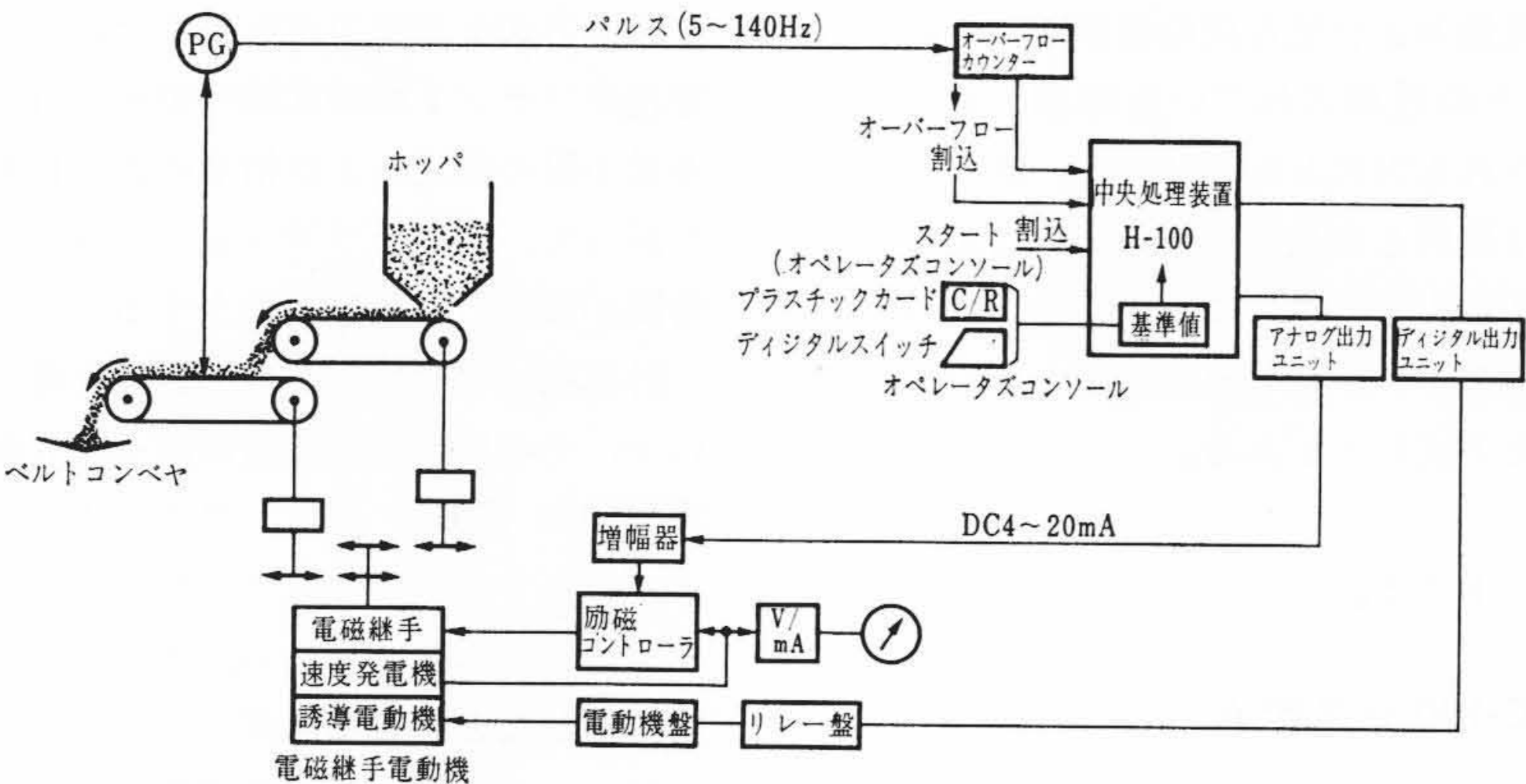


図4 DDCによるCFWコントロール

炭の品質が左右される。本プラントはコンベヤブレンディングであるので起動時の順序起動と CFW 自体の制御がある。CFW 自体の制御として起動時の開ループ制御と定常状態の閉ループ制御がある。

4.2.1 起動時の制御（開ループ制御）

起動時はオーバシュートを無くするため開ループとし、ある時間をおいてからフィードバック制御を行なう。

起動時の設定値は、(1)式から求められる。

$$A_{os} = K_2 M + 4 \quad \dots\dots\dots (1)$$

ただし、 A_{os} ： 起動時の設定電流 (mA)

M ： 各 CFW の瞬間輸送量 (t/h)

K_2 ： 定数（電磁継手電動機速度特性、ホッパー出口のダンパーの状態、炭の水分含有率などにより決定される。）

4.2.2 閉ループによる CFW 制御

CFW の閉ループ制御は従来アナログ調節計が各 CFW に装備されていて、各 CFW を制御していたが、本システムではサンプリングにより選択された CFW 数台を制御する。制御方式は積算値制御なのでサンプリング周期内にもし輸送量の変動があったとしても、最終的には配合精度は従来のアナログの調節計に劣らない。図 5 は DDC のフローチャートを示したものである。制御式は(2)式に示すとおりである。

$$A_i = A_{i-1} + K_a K_p [K_p \{P - p_i + p_i^{-1}\} + K_I \{(i-1)P - p_i + p_o\}] \quad \dots\dots\dots (2)$$

ただし、 A_i ： i 回目のサンプリング時のアナログ出力

K_p ： 輸送量とパルスの関係

K_p, K_I ： 定 数

P ： サンプリング周期における設定パルス

p_o ： 1 回目のサンプリング時の取込みパルス

p_i ： i 回目のサンプリング時の取込みパルス

i ： サンプリング回数

なお、DDC による誤差として、設定値のまるめ誤差、 A_i 計算誤差、定数値選択不良誤差、 A_i 出力誤差などがある。

図 6 は従来のアナログ調節計および DDC による輸送制御特性を示したものである。定数 K_p, K_I は炭切れ時の制御特性が従来のアナログ調節計に近くなるよう決定された。これは本プラントでは積算値制御を行ない、配合炭をバンカーに輸送する途中ミキサによって混合するのであるが、より良質の配合炭を生産するためには瞬時における配合比を無視することはできないためである。炭切れはホッパーより炭が出てこないのであって、フィーダの回転がいくら上がっても意味がなくなり、制御範囲を越えた現象である。従来のアナログ調節計は回転形計器による積算値制御であるので偏差がある値を越えるとゼロになる機構になっていて炭切れのような現象のとき、その時間の長短にかかわらず図 6 のような特性となっている。DDC においても最も多発する瞬間的な炭切れに対し、アナログ調節計と同じような特性になるよう定数を定めた。コンベヤブレンディングを行なっている本装置では炭切れは最悪の現象であり、配合精度に致命的な影響を与える。今後この問題について取り組んでいかなければならない。

4.3 カードによるホッパ自動選択および自動設定

CFW コントロールを DDC で行なった場合の最大のメリットは CFW の選択および設定をカードにより自動的に行なわせることである。従来は、人間がホッパーの在量、銘柄を考慮に入れて各 CFW の設定を行なう必要があったが、本システムではカードに原料炭の銘柄とその配合をパンチしそれをカードリーダーにより読ませて、計算機の記憶しているホッパーの銘柄とその在量によりホッパーを自

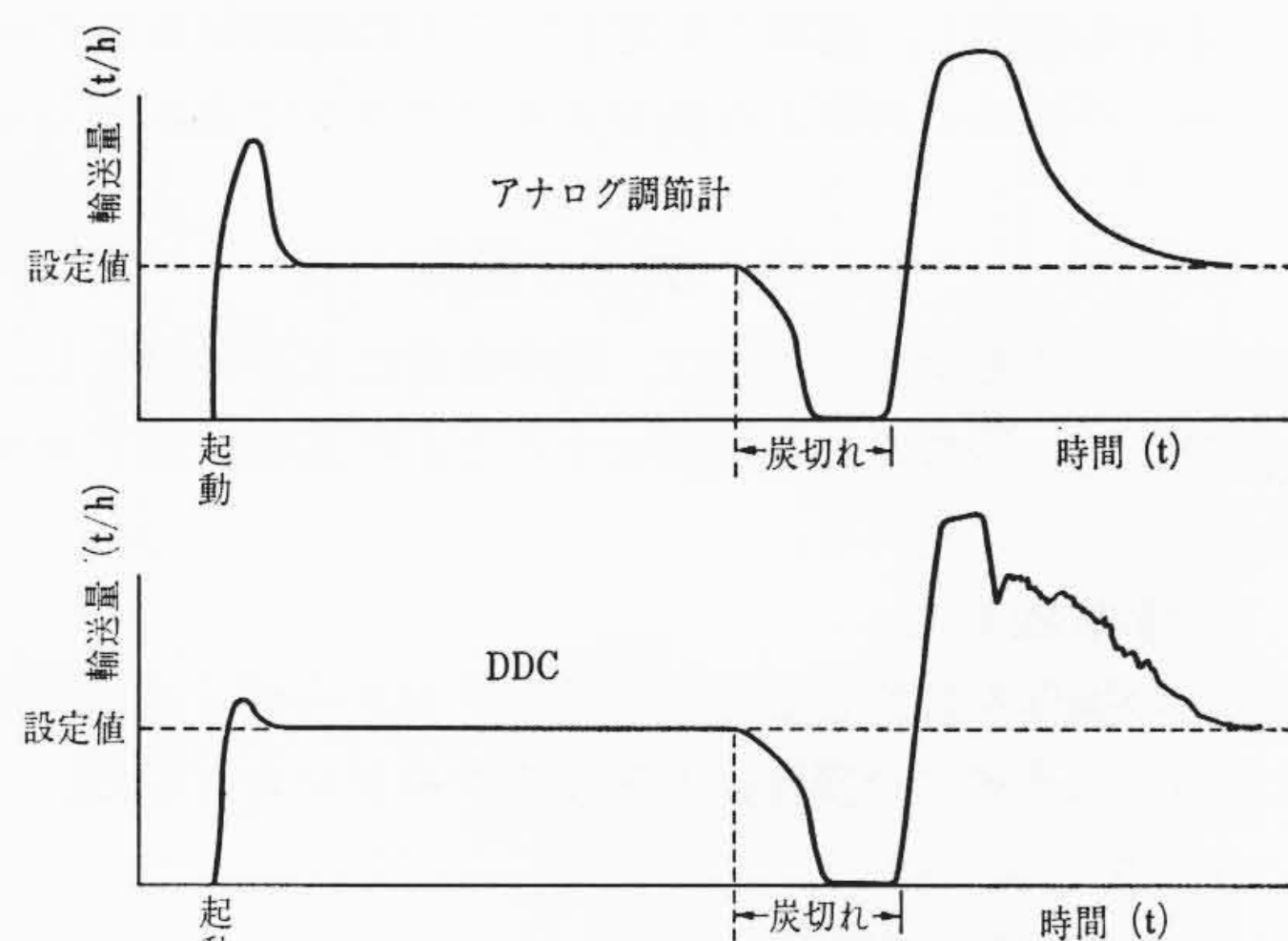


図 6 アナログ調節計, DDC 輸送制御特性の比較

動選択し、CFW の自動設定を行なうのである。この際、CFW の輸送能力のチェック、原料炭の配合比がトータル 100% かをチェックし、それをオペレータに知らせる。また自動選択、自動設定したのち、それらをタイプアウトさせ確認する。以上によりオペレータの計算時間や設定ミス無くすので能率がよくなる。

4.4 DDC による CFW コントロールの特長

DDC によって CFW をコントロールした場合、従来の装置に比べどのような特長があるか次に述べる。

- (1) アナログ調節計 19 台の代わりに 1 システムで全 CFW を制御することができる。
- (2) カード方式によりホッパーの自動選択をし、CFW の自動設定を行なう。
- (3) 起動時には開ループで制御するなど、制御モードの変更が容易である。
- (4) 完全な積算値制御により配合比を制御する。
- (5) 制御式のパラメータを容易に変更することができる。

5. 情 報 処 理

次に示す処理を行なう。

(1) 在 量 管 理

ヤードへの投入量は、オペレータズコンソール上のデジタルスイッチにより入力される。ヤードからの投出量とホッパーへの投入量およびバンカーへの投入量は 1 t で 1 回無電圧接点が ON する信号で管理される。ホッパーからの取出し量は CFW の輸送パルス数よりトンに換算して管理される。バンカーからの取出し量は、オペレータズコンソールのデジタルスイッチにより入力された装炭量を装炭の度の信号によりバンカー在量より差し引くことにより管理される。

(2) 運 転 日 誌

上流、下流の運転開始、終了時刻、輸送系統、輸送量などをタイプする。

(3) 日 報

配合炭の生産状況、すなわち使用した原炭銘柄とその数量および配合炭の銘柄、数量、輸送バンカー名をタイプアウトする。

なお本報告は任意に呼び出しができる。

(4) DATA TABLE 呼出し修正

セード、ホッパー、バンカーの在量、銘柄を知りたいときはオペレータズコンソールのニクシー表示にそれを表示させることができる。またその内容を任意に修正することができる。

(5) 在量タイプアウト

ヤード、ホッパー、バンカーの銘柄、在量をいっせいにタイプ

アウトさせる機能と、銘柄を指定して、その銘柄を基にヤード、ホッパー、バンカー NO と在量をタイプアウトする。

6. シーケンス制御

総括制御の目的とするところは、集中管理により省力化し、異常箇所の発見とその後の処置を迅速化することにある。以下シーケンス制御方式について述べる。

6.1 現場単独運転

試運転時の操作を目的としたもので、インターロックは除外され危険防止のためすべての操作に優先するシーケンスとした。

6.2 中央操作

6.2.1 バックアップ運転

グラフィックパネルに設けられた切換開閉器および操作開閉器の操作により、すべての操作が可能であり、コンベヤ相互およびダンパー切換位置のインターロックが組み込まれている。

6.2.2 コンピュータコントロール

輸送経路が指定されるとダンパーが移動し、グラフィックパネ

ルにその選択経路を照光させる。選択経路内に異常があれば異常部分をフリッカーさせる。コンベヤ相互およびダンパー切換位置のインターロックは、バックアップ運転時と共用であるため、すべてリレーシーケンスとしてある。そのほかの機械側の保安装置についても、異常検出により該当機をリレーシーケンスにて停止させ、結果をコンピュータに送信する方式である。コンピュータコントロールができない状態（過負荷トリップ、機械側故障、バックアップ運転あるいは現場運転中など）にある場合の信号は一つにまとめられて、コンピュータに伝送される方式（特許申請中）としたので、信号取り合い点数を少なくすることができた。

7. 結 言

以上（某社コークス工場）納めの石炭配合総括制御装置の概要について述べた。本装置は昭和45年下期より営業運転にはいり DDC により当初の配合精度をじゅうぶん満足する好成績をあげている。今後人手不足、省力化の目的のみでなく装置の生産設備稼働をも含めたオンライン制御計算機が大量に使用されるであろう。



登録実用新案 第919036号

新 案 の 紹 介



端 山 孝・川 嶋 隼 三・高 野 嘉 之

走 行 式 タ ワ ー ク レ ー ン

自走式タワークレーンを回送する場合は、路上の電線などの障害物を避けるために、クレーン自体の姿勢を低くする必要があるが、従来のタワークレーンはタワーおよびブームを車体の前方に倒し、それをタワー起伏用ロープによって支持し、ブームを中央から横に折りたたんでいる。

しかるに長尺で、かつ重いタワーおよびブームが車体の前方に置かれ、走行時前方の見通しが悪くなって運転しにくく、カーブを切る際広い面積を必要とする欠点がある。

この考案は前述の欠点を除いたものである。

図1において、タワー3は基部後端を旋回体2のブラケット4の中間部にピン5によって起伏自在に枢着され、基部後端をピン6によって旋回体2の前部に連結固定することによって旋回体上に直立に保持される。ブーム7はタワー3の中間部前面にピン8によって俯仰自在に枢着され、タワー3を後方に倒した際、ブーム7はタワー3と折り重なる。ブーム俯仰用油圧シリンダ9はタワー3に枢着され、そのピストンロッド10はピン11によってブーム7に着脱可能に連結される。連桿12は一端をブラケット4の上端に連結され、他端はシリンダ9のロッド10に連結することができる。

この考案において、タワー3およびブーム7を折りたたんで姿勢を低くするには、まずシリンダ9のロッド10を伸ばしてブーム7を俯動させ、その先端を接地させる。その後ロッド連結ピン11を抜いてロッド10をブーム7から取りはずし、図2のように連桿12の上端に連結する。次にタワー下端のピン6を抜いてタワー基部前端を旋回体2から切り離し、ロッド10を伸ばしてタワー3をピン5を支点として後方に倒していけばブーム7は引かれてタワー3と折り重なった状態となる。さらにロッド10を伸ばせば図3のようにタワー3はピン5および旋回体上部によって運転室21の上方においてほぼ水平に保持される。この折りたたまれたタワー3とブーム7の重心は車体のホイールベースの中心近くにくる。タワー3およびブーム7は、適宜固定することによって走行時ふたつくことがない。

なお、タワー3およびブーム7を起こす際には前述と逆の動作を行なえばよい。

この考案によれば、走行時運転室からの前方の見通しがよいから運転しやすく、カーブを切る際、従来に比べて狭い面積ですむ効果がある。

（沢田）

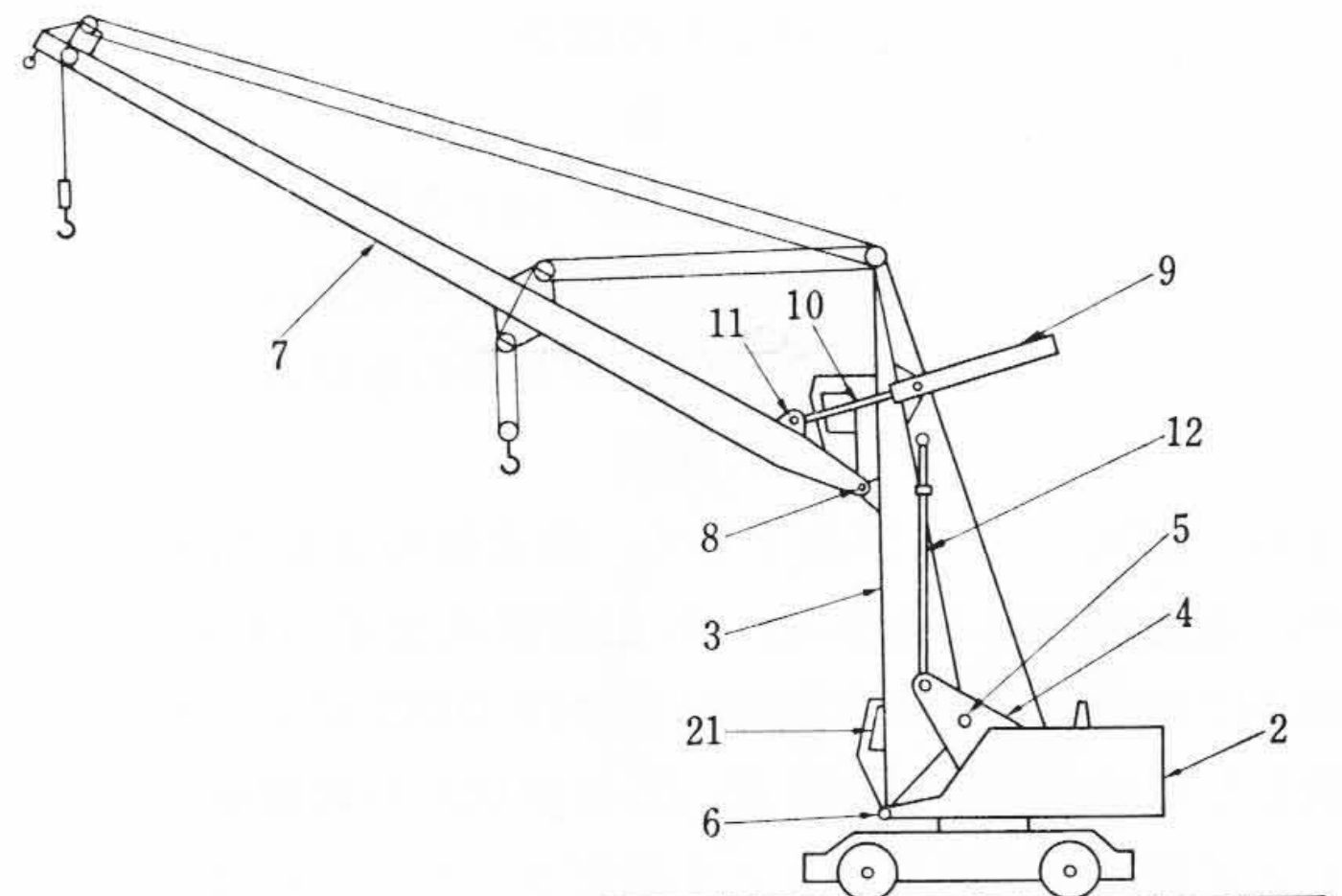


図 1

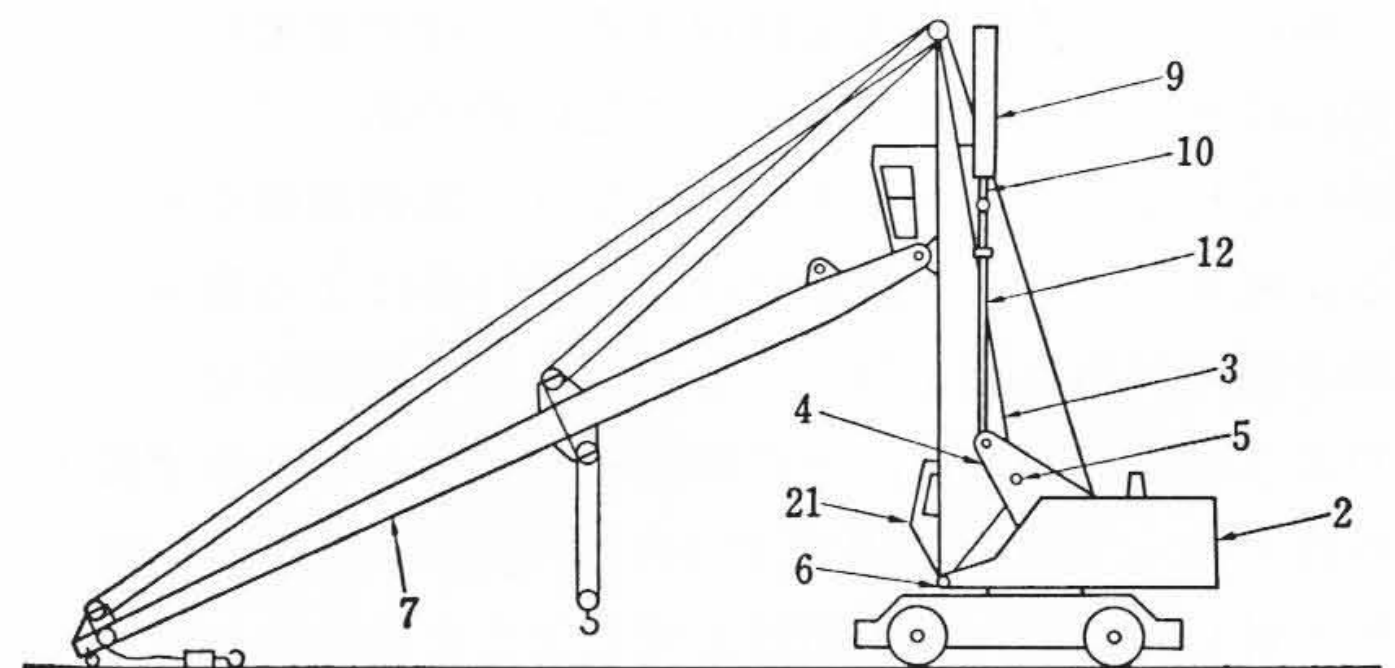


図 2

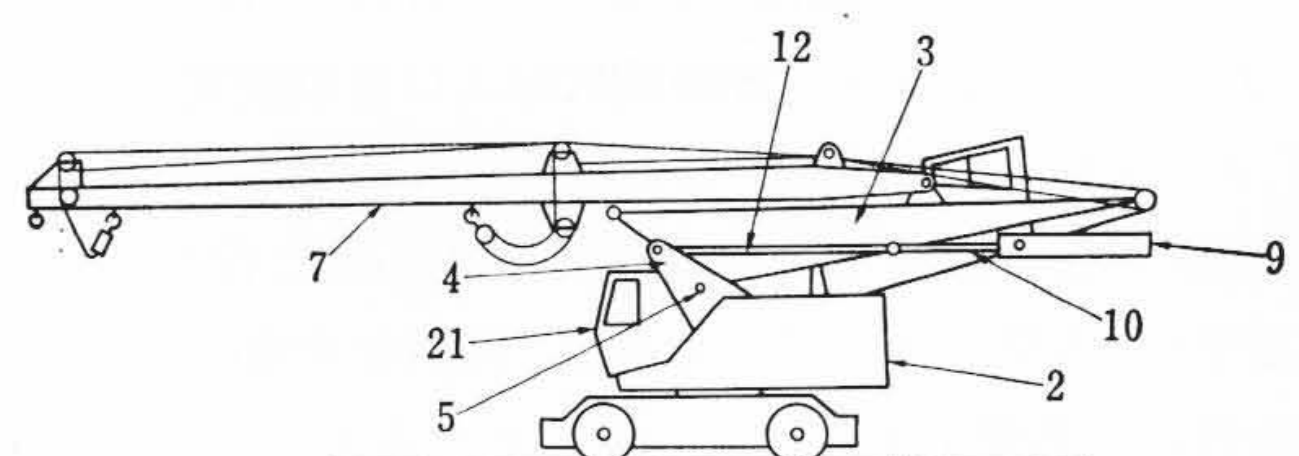


図 3