

橋形クレーンによるコンテナの自動荷役方式

Automatic Container Handling System with Computer-controlled Bridge Crane

日本国有鉄道は貨物輸送の近代化を図るため、コンテナによる一貫輸送を目的として、高度に自動化されたフレートターミナルの建設を進めている。本稿はこのターミナルでのコンテナ荷役システムについて(特に自動コンテナクレーンを中心に)述べる。

本クレーンは、電子計算機指令に基づきコンテナの探索、つかみ及び目的位置への移動など、すべて自動化されたものであり、その構造、制御、検出機構などに各種の開発技術が盛り込まれている。

二宮康昌*	Ninomiya Yasumasa
鍋島康夫**	Nabeshima Yasuo
石毛良平**	Ishige Ryôhei
山本範男***	Yamamoto Norio
後藤宗治****	Gotô Muncharu
杉山謙吾*****	Sugiyama Kengo
桐生隆久*****	Kiryû Takahisa

1 緒言

日本国有鉄道(以下、JNRと称す)では、急増するコンテナ貨物輸送の合理化、近代化を図るため、フレートライナ網の整備拡張を図るとともに、高度に自動化されたフレートライナ基地の建設が計画されている。これらの基地では、コンテナ荷役とコンテナ管理情報とを完全に一体化した自動荷役システムを採用し、総合的な効率アップを図るとともに正確・迅速な荷役を行ない、流通業者へのサービス向上を目指している。ターミナルでのコンテナ荷役は、列車輸送とトラック輸送との接点となる重要なポイントであり、その自動化は荷役システムの中心課題である。

列車からトラックへ、あるいはトラックから列車へのコンテナ移載を、コンテナに関連する情報とリンケージさせて正確、迅速かつ効率よく自動荷役処理するためには、コンテナ荷役及びトラック運行はすべてターミナル内の中央電子計算機により制御される必要がある。したがって、荷役機械は高度に自動化されたものであるとともに、相応の処理能力をもつものでなければならない。

これらの要求機能を満たすコンテナ荷役方式について、自動化、省力化、経済性、ランニングコストなどを評価項目とし、各種シミュレーションにより検討されたが、従来のフォークリフトを中心とした荷役方式は、自動化・省力化の面で、また立体的なを配したスタッカクレーンによる立体荷役方式は価格面で、いずれも問題が多く、結果的には、自動化、省力化、経済投資効果の面より、橋形自動クレーンによる荷役方式が選択され、東京貨物ターミナル駅(大井)に採用された(図1)。以下、本システムの概要についてコンテナ荷役を中心に紹介する。

2 荷役システム概要

2.1 システムの前提

協同一貫輸送の結節点であるフレートターミナルでは、コンテナのトラック～列車間の授受が基本機能である。コンテナは図2に示すように授受されるが、列車荷役時間帯とトラック到着時刻のずれにより、バッファとしてのコンテナ仮置場が必要となる。これら列車～トラック～仮置場間のコンテナ荷役がシステムの中心機能となる。



図1 5t, 10t 橋形自動コンテナクレーン JNR東京貨物ターミナル駅に据え付けられ、自動運転試験中の橋形自動クレーンを示す。

対象となるコンテナ、列車(貨車)及びトラックは次に述べるとおりである。

- (1) コンテナ JNR 5t (8'×8'×12', 6.8t)
JNR 10t (8'×8'×20', 12.3t)
- (2) 列車 フレートライナ30(当面26)両編成以内
貨車 コキ50000形式(中間車)(20.4m)
コキフ50000形式(両端車)(20.4m)
- (3) トラック 5t 1個積, 5t 2個積, 10t 1個積 コンテナ運搬用トラック(6.5～11m)
- (4) 荷役線 列車長550m(26両を収容できる長さ)

取扱い規模は東京貨物ターミナル駅(大井)を例にとると、1日22本の列車、約4,200個のコンテナ、約5,600台のトラックの入・出場が想定されている。大量のトラックコンテナを混乱させることなくスムーズにさばくためには、トラック、在庫コンテナ、荷役作業をターミナル計算機システムにより一括管理する方式が必要とされる。

ターミナルの評価項目としては、トラックの待ち時間、荷

* 日本国有鉄道大宮工場設備課 ** 日立製作所笠戸工場 *** 日立製作所大みか工場 **** 日立製作所システム技術本部
***** 日立製作所機械研究所 ***** 日立製作所産業技術本部

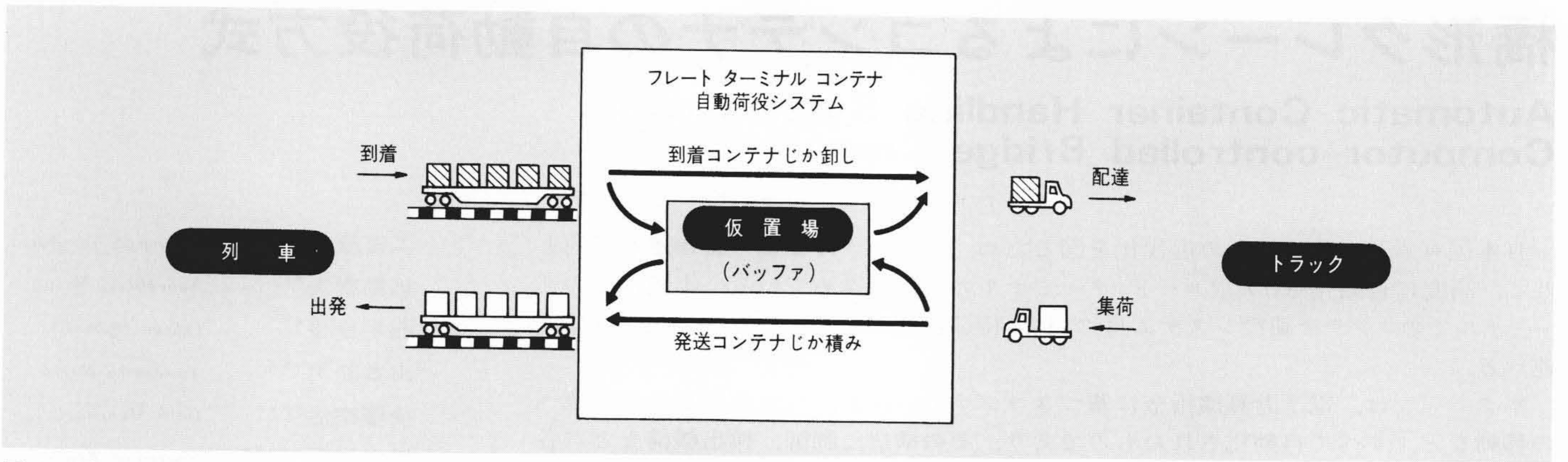


図2 ターミナルでのコンテナ荷役 列車↔トラック間と仮置場(バッファ)のコンテナの流れを示す。

役の正確性、処理コンテナ数(ノ面積、設備費)、列車ダイヤへの順応性などが挙げられる。

2.2 荷役方式の選定

コンテナ荷役は、港湾での海上コンテナと貨物駅でのJNRコンテナの2種類がある。海上コンテナの岸壁荷役はクレーンで行なわれているが、船上と集配トラックとの直接授受はほとんどなく、いったんヤードに保管している。

JNRコンテナ荷役は従来フォークリフトで行なわれていた。海上コンテナに比べ、コンテナ当たりの列車荷役可能時間が長いこと、集配トラックの列車ダイヤ依存性が高いことなどから、列車〜トラック間のじか積み・じか卸しを可能な限り行ない、荷役回数低減と仮置場スペース節約が図られている。

フレート ターミナルの計画に当たり、対列車荷役と対トラック荷役とを分離する案も検討されたが、上記の特長をもつじか積み・じか卸しも可能な方式として、図3に示される3方式、すなわちフォークリフト方式、橋形自動クレーン方式、コンテナを立体保管するスタッカ クレーン方式が比較検討された。

フォークリフト方式は、荷役作業が平面的に行なわれるため広い用地を必要とすること、及びターミナル内の情報の一括管理が困難であるため、今回の大規模ターミナルには不適切であると判断された。橋形クレーン方式とスタッカ クレーン方式は、シミュレーションにより必要台数を求め、経済比

較などが行なわれた結果、今回のコンテナ取扱量の範囲では、橋形クレーン方式が適切であるとの結果が得られた。橋形クレーン方式について、レーンと呼ばれる荷役ブロックに貨車線を何本、クレーンを何台設置し、1日に列車を何本取り扱う方式が有利であるか、与えられた条件のもとで図4に示すシミュレーションが行なわれた。

この結果、貨車線2線クレーン5台で、1日3〜4列車を扱うブロックを基本とするシステムが有利とされた。そして仮置量の算定から、仮置場は2列2段とし、トラック積み卸し線をクレーン カンチ下に配置した図5に示す基本的なクレーン形式が選定された。以上の内容は日本鉄道技術協会(略称JREA)がJNRの委託を受け昭和45〜47年度の三次にわたる委員会で検討されたものである。

2.3 システムの概要

列車〜トラック〜仮置場間のコンテナ荷役を行なうためには、荷役すべきコンテナの識別、コンテナ在庫位置(つかみ位置)、コンテナ目的位置(卸し位置)、荷役機械の現在位置などの把握が必要である。本荷役システムでは、ターミナル計算機、クレーン、クレーン運転手、トラック運転手に機能を分担させ、図6に概略示されるような全体として効率の高いシステムとしている。

クレーンは、自己の現在位置を記憶しており、誘導無線を介して電子計算機より指令されるコンテナつかみ位置、卸し位置によって荷役を行なう。この際、クレーン運転手は安全

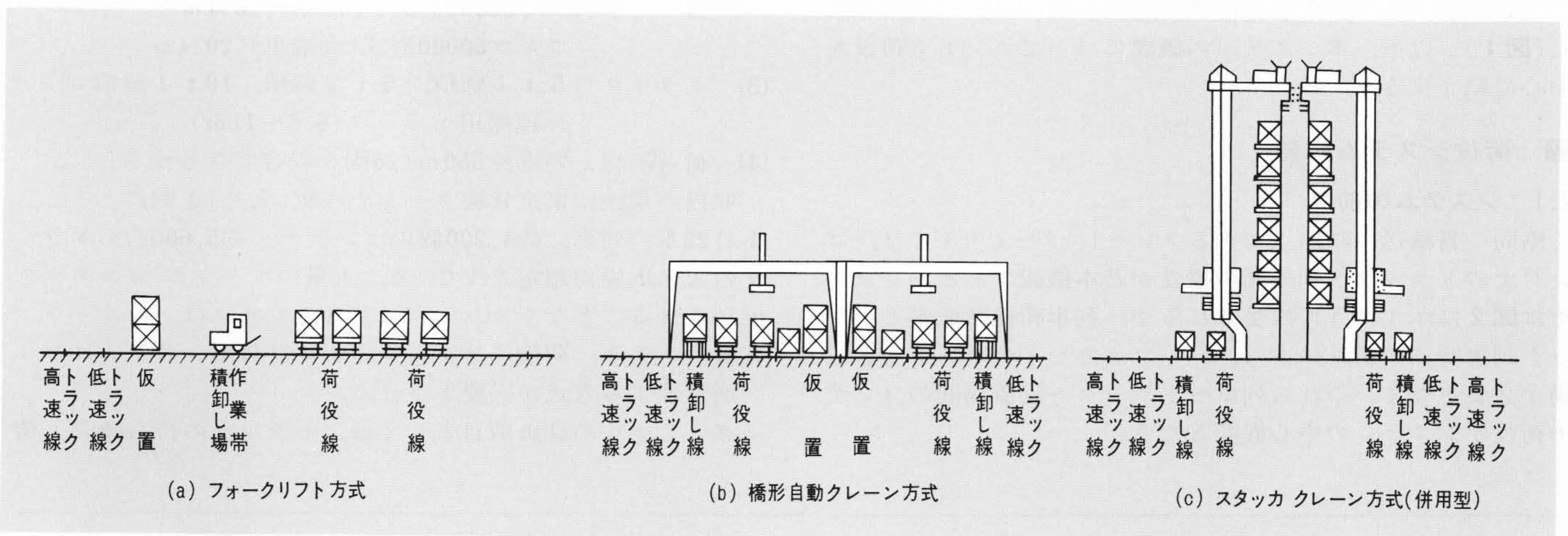


図3 コンテナ荷役方式 大規模ターミナルの荷役方式として図示のように3方式が比較検討され、橋形自動クレーン方式が選定された〔東京貨物ターミナル駅(大井)〕。

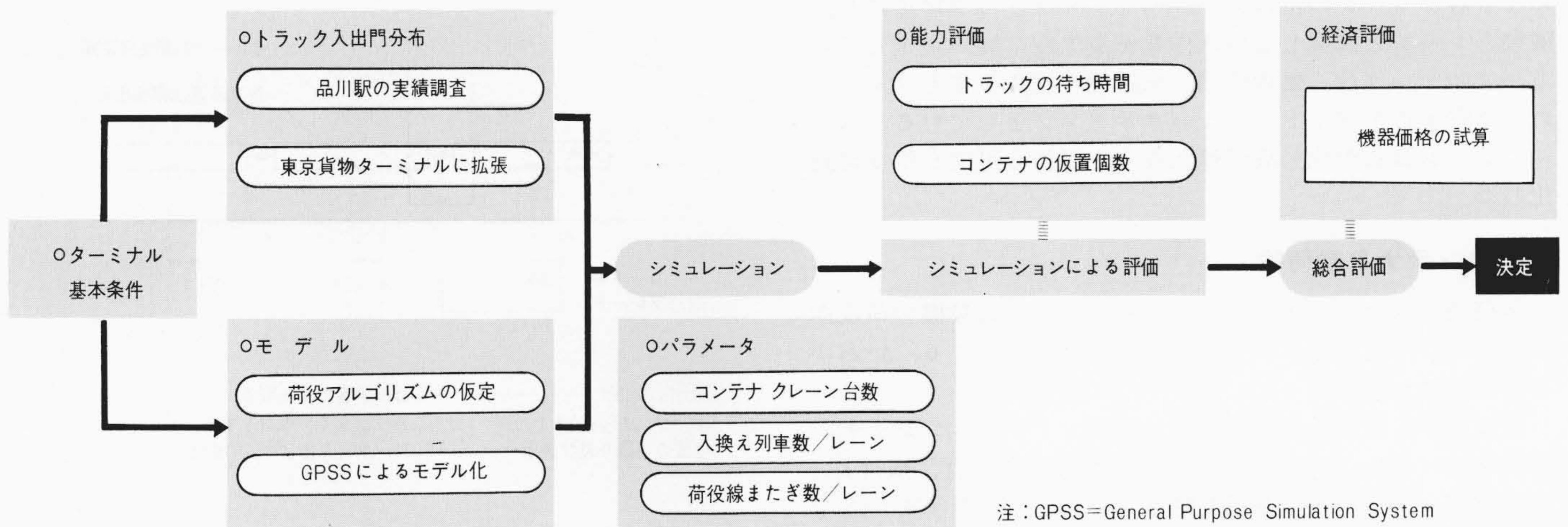


図4 シミュレーションの方法と評価項目 レイアウト、クレーン台数などをシミュレーションにより検討した。

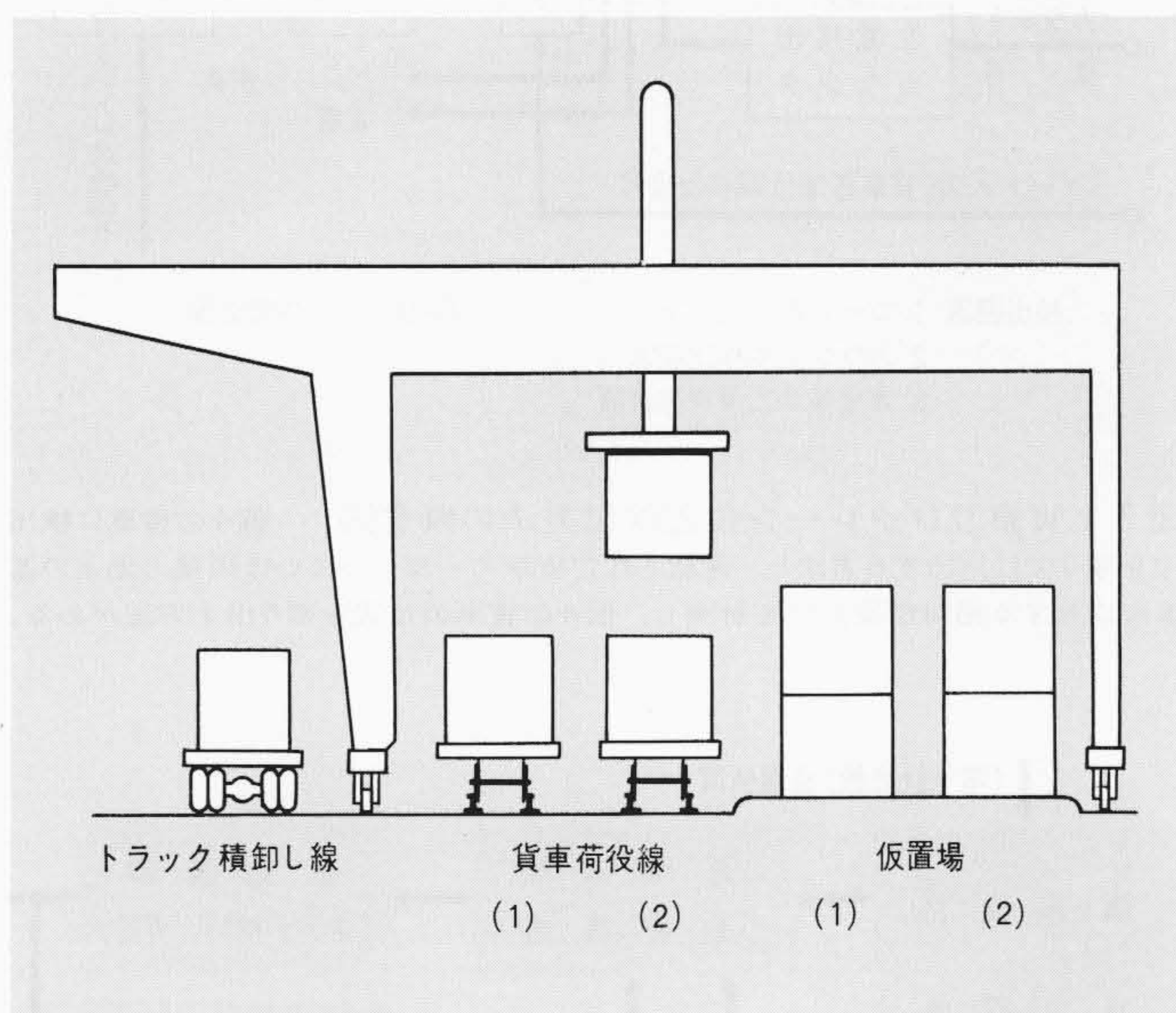


図5 クレーン基本構造 シミュレーションにより、荷役ブロック(レーン)の構成、運用が検討され、上図のクレーン構造が決定された。

確認業務と、対トラックつかみ時、コンテナ卸し時など必要な操作を行なう。

電子計算機は、クレーンに荷役指示を与えるが、このために、ターミナル内のトラック上、列車上、仮置場の全コンテナについて管理し、荷役対象となるコンテナを識別している。在庫位置については、列車は到着時、トラックは作業登録時に入力され、以後、電子計算機がトラック、列車の移動とクレーン荷役を追跡することにより仮置場を含め管理される。具体的な位置情報は、列車については、貨車上コンテナ座席配列、貨車編成方向、貨車停止位置誤差測定値により電子計算機が計算、記憶し、トラックと仮置場については、貨車対応(20.4m)に番地付けされたバース内の一定位置にコンテナを配置することで管理される。

トラックはターミナル内要求作業登録を電子計算機に入力すると、荷役バースが決定され、各バースに1台ずつ誘導される。バースに着いたトラックは荷役中心位置をバース中央に合わせて停止し、バース到着押しボタンによりクレーンに荷役登録する。

電子計算機は、クレーンに荷役指令を与える際、作業報告

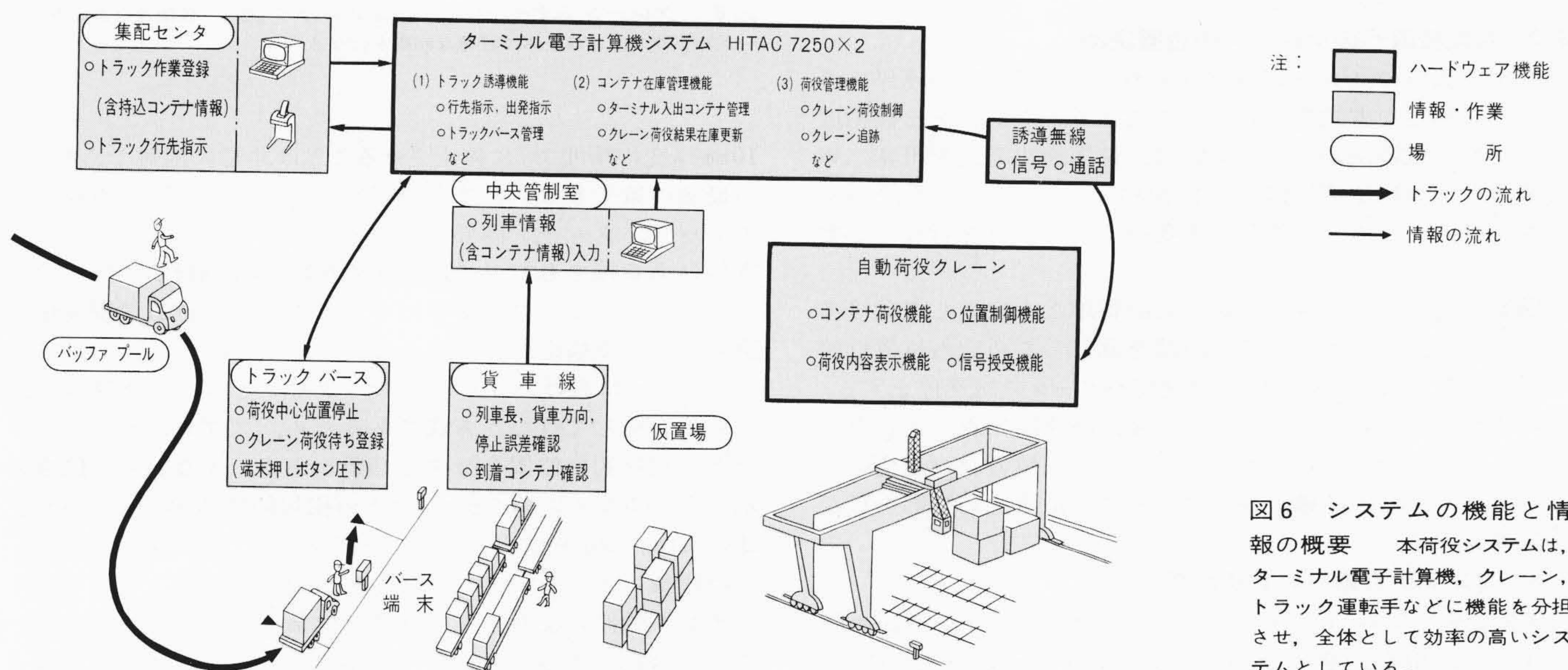


図6 システムの機能と情報の概要 本荷役システムは、ターミナル電子計算機、クレーン、トラック運転手などに機能を分担させ、全体として効率の高いシステムとしている。

により各クレーンの位置(エリア)をダイナミックに追跡し、隣接クレーンと衝突しない次作業を優先度に従い決定している。タイミングは、処理時間、伝送遅れがあってもクレーンの作業指示待ちアイドルのないタイミングとしている。

クレーンは省力化、高信頼化などを目指し可能な限り自動化した。

3 コンテナ自動荷役

本荷役システムの重要な機能として、電子計算機の荷役指令に従い、所定のコンテナを自動的に積み卸しする、いわゆる自動荷役がある。

すなわち、電子計算機からハンドリングすべきコンテナの指示を受けると、クレーンはその位置まで自動走行、横行し、目的位置に達するとつり具を降下させ目的コンテナをつり上げる。次にクレーンは積み卸し指定位置まで再び自動的に走行、横行し、積み卸し位置を確認してコンテナを卸す。この作業を行なうためには次の機能が必要となる。

3.1 コンテナの位置検出と番地付け

荷役すべきコンテナをクレーンに指示するためには、そのコンテナの位置を地上位置に対して番地付けする必要がある。

貨車上のコンテナについては、コンテナの積載状態及び位置は各貨車について定まっているので、貨車の停止位置を地上の基準点に対する相対位置として知ればコンテナの位置が定まる。すなわち、地上の基準点に対する貨車停止位置を自動計測し、電子計算機に入力することにより貨車上のコンテナを番地付けすることができる(貨車停止位置を知る方法として、図7に示すとおり個々の貨車に検出片を取り付け検出する方法と、連結された貨車の一端、あるいは両端の地上の基準点に対する相対位置だけを計測し、個々の貨車の位置を割り出す方法とがある)。

仮置場コンテナについては、地上に固定番地を設け、これをコンテナ番地とする。

トラックに対する荷役は車両単位に設けられたトラックベースで行なうものとし、2個積、1個積それぞれの場合について、荷役すべきコンテナ地上番地と対応する位置にトラックを停上させることにより番地付けする。上記各場合のコンテナの位置は、地上絶対番地及び絶対番地間相対番地で位置付けられ、電子計算機に登録しておく。クレーンはこの地上番地により、時々刻々現在位置を読み取り、指令に従い目的位置への位置決めを行なう。

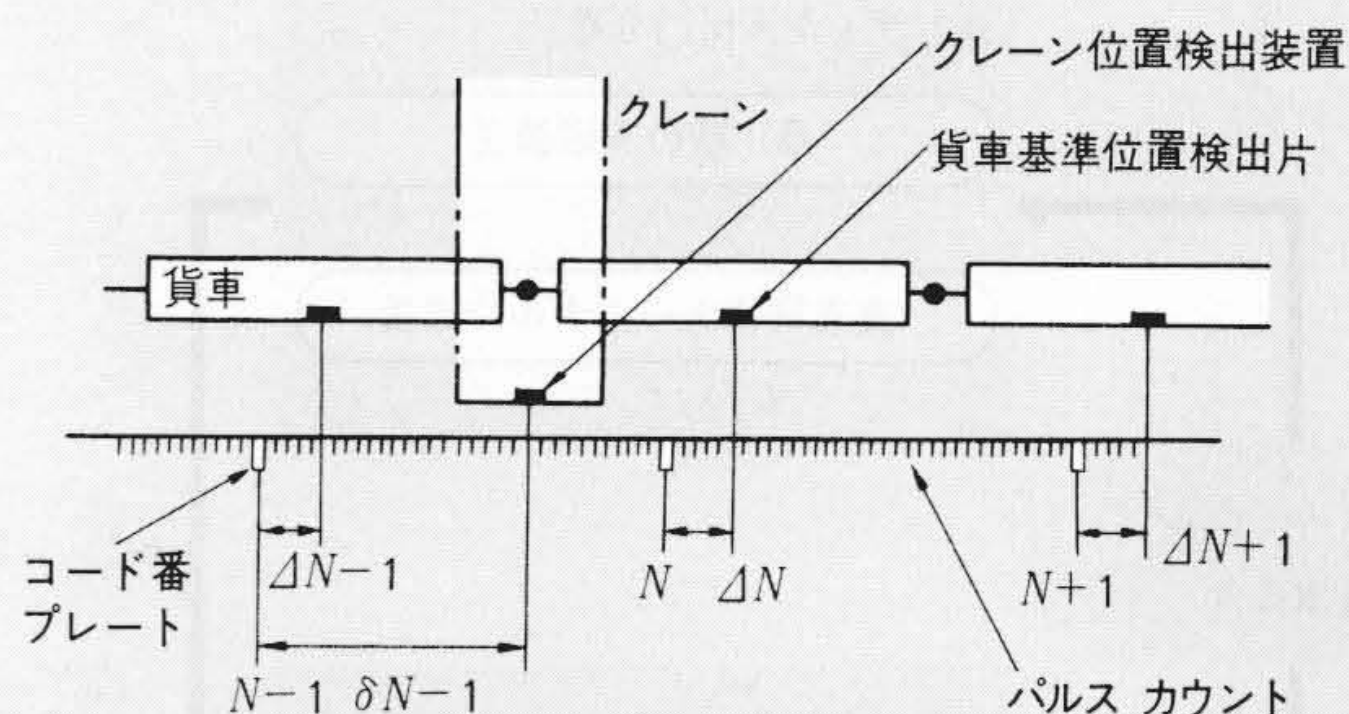
3.2 指定位置へのクレーンの位置決め

指定位置へのクレーンの位置決めには、各動作の連係を考慮し、高精度な方式を選定すべきである。クレーンを高精度に短時間で位置決めするためには、位置検出方式を粗密二重方式とし、目標位置近傍での検出精度を高め、位置決め精度を上げるとともに、位置-速度パターン制御を行なう必要がある。

図8に示すように現在位置と目的番地とを比較して前後方向を判断し、目的番地までの距離を確認して所定の位置近傍まで移動し、残り距離に応じた速度パターンで減速停止する。この場合、常に目的地点までの距離、減速開始点、停止点を確認しながら制御するため、クレーン現在位置及び速度をフィードバックし、正確、かつスムーズな位置決め制御を行なう必要がある。

3.3 コンテナ自動ハンドリング

3.2で述べたようにクレーンはできるだけ正確に位置決め制御するが、相応の重量をもつクレーンを完全に目的位置(±



$N-1, N, N+1$ ……………:コード番で読み取る。
 $\Delta N-1, \Delta N, \Delta N+1, \delta N-1$ ……………:カウンタでカウントする。
 位置の読取り及び表示……………: $N-\Delta N$ (N 番目の ΔN 番地)

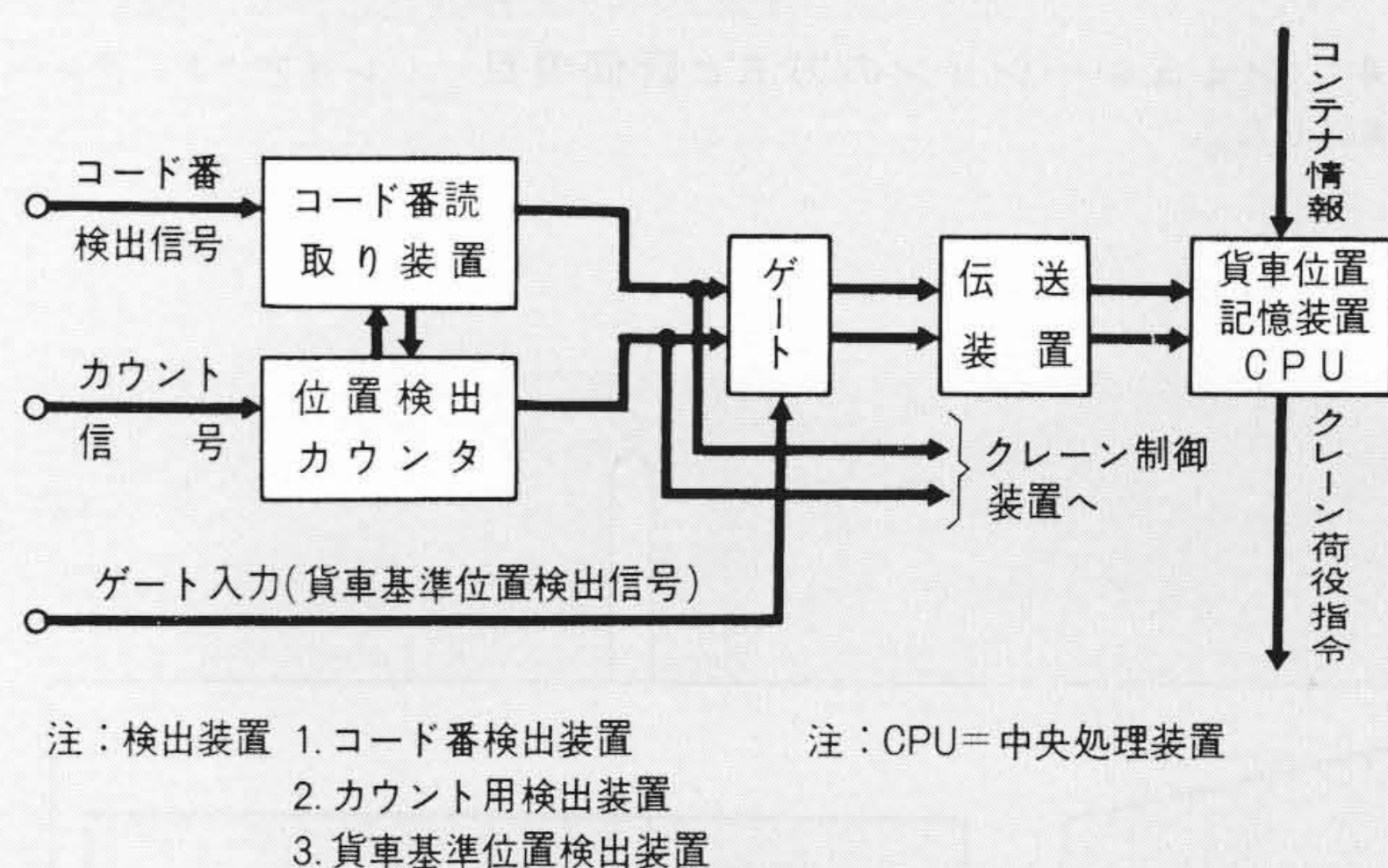


図7 貨車及びクレーン位置検出方法の概念図 個々の貨車に検出片を取り付け検出する方法と、連結された貨車の一部、あるいは両端の地上の基準点に対する相対位置だけを計測し、個々の貨車の位置を割り出す方法がある。

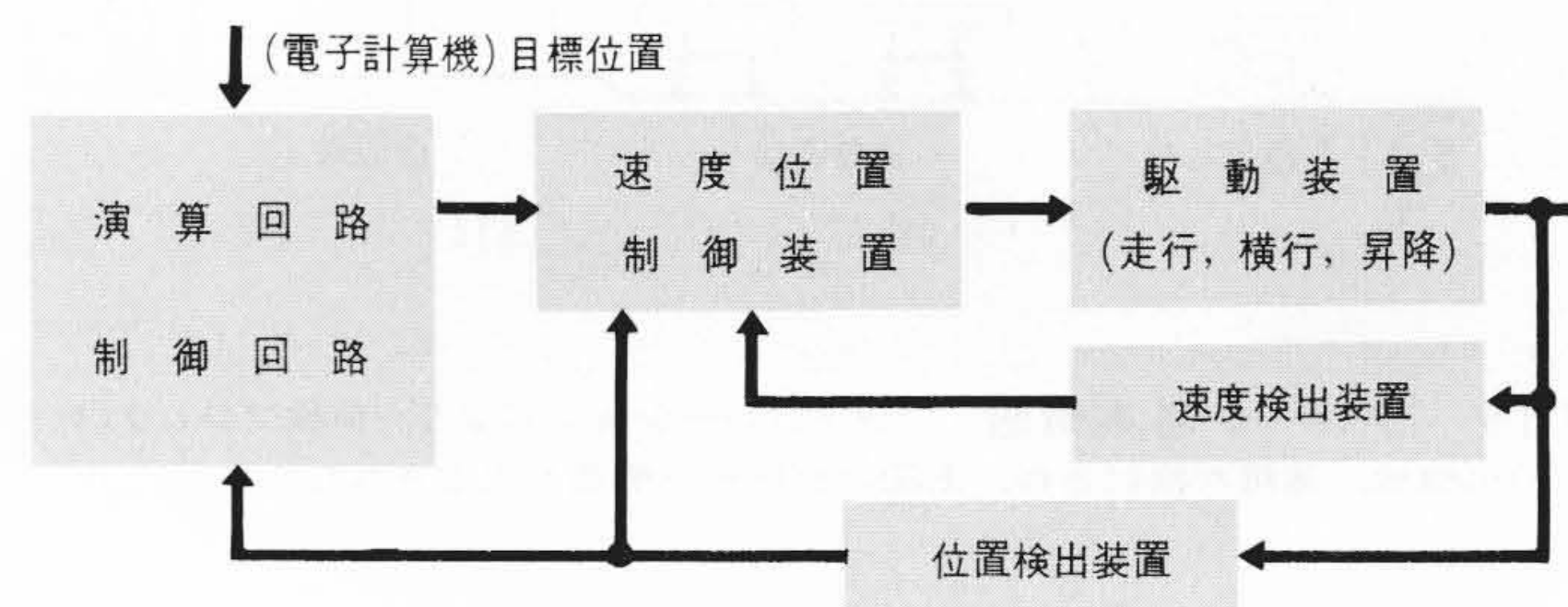


図8 クレーン自動位置決め制御ブロック図 位置及び速度をフィードバックし、スムーズで正確な制御を行なう。

10mm程度の精度で)に停止させることは非常に困難であり、かつ最適の策でもない。また斜行、あるいはレール～車輪間のギャップ、クレーン内部のがたの集積を考えると、クレーン本体はある幅をもたせて位置決めを行ない、最後のコンテナハンドリングは、コンテナにできるだけ近い位置で別途位置決めする二重構造が適している。コンテナのハンドリングは、スプレッドに設けたツイストロックピンをコンテナ四隅の穴に位置合せして行なう方式であるため、スプレッドとコンテナとを相対的に位置合せする必要がある。すなわち、図9に示すようにスプレッドとコンテナの相対的位置偏差 Δx , Δy , $\Delta \theta$, $\Delta \varphi$, $\Delta \psi$ を検出してこれを修正することである。従来、この作業はオペレータが各偏差を監視しながら、いわゆるインチング動作によりスプレッドの位置合せを行っていた。これを自動化する場合、この動作をクレーン本体の駆動によ

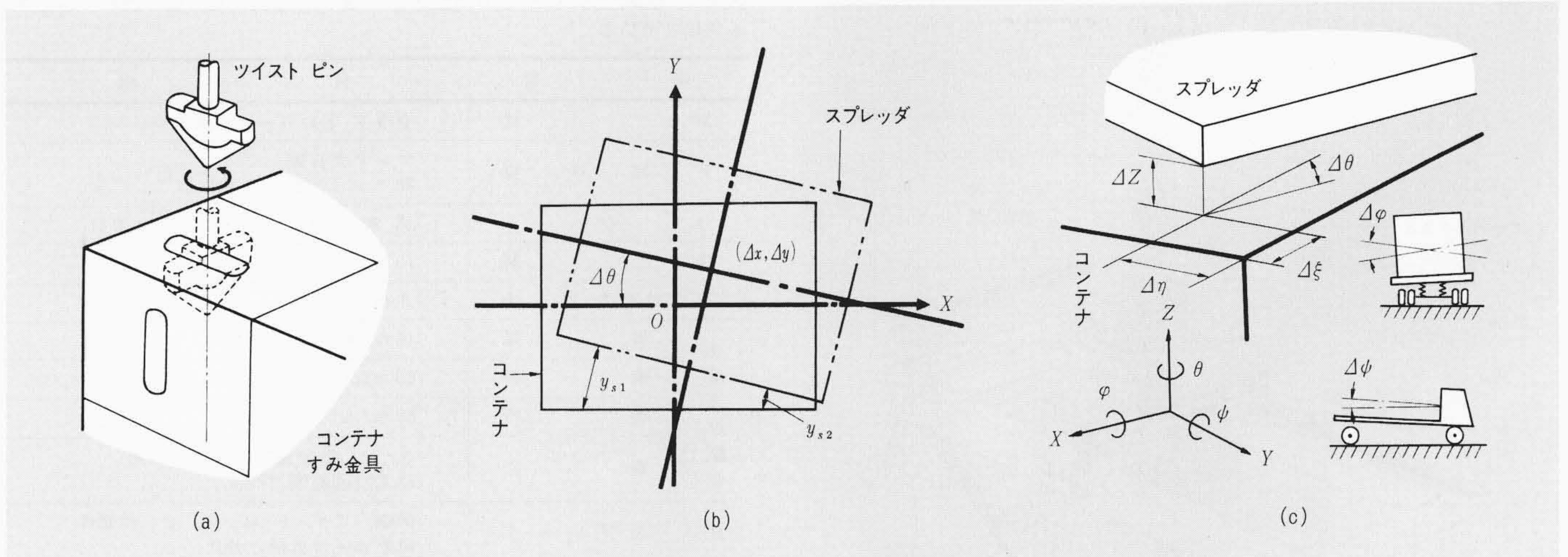


図9 コンテナとスプレッダの相対位置偏差関係図 スプレッダをコンテナに位置合せする場合、この位置ずれを検出、修正する必要がある。

る方法は得策でなく、微調位置合せ専用機構を昇降部端に設けるのが適している。図9に示す偏差のうち、 $\Delta\varphi$ 、 $\Delta\psi$ は位置合せに及ぼす影響が小さいので特に検出せずに、スプレッダのつり機構により吸収するものとする。

したがって、微調装置は X 、 Y 、 θ の3自由度をもつものでよい。また、各偏差の検出はスプレッダに設けたセンサアームを相手コンテナに接触させ、アームの相対変位を検出する、いわゆる触覚方式によった(超音波センサなどによる非接触検出も開発済みである)。

次に、この偏差を検出して自動位置修正する方式について述べる。

(1) まずスプレッダを降下させ、触角がコンテナ上面に触れたことによりコンテナの存在を確認し、昇降軸を停止させ位置合せに入る。

(2) スプレッダ側面の触角をコンテナ側面に接触させ、接触子の回転角 $Y\theta_1$ 、 $Y\theta_2$ (同一側面)、 $Y\theta_3$ (対向側面)により次式により $\Delta\theta$ 、 ΔY を検出し、これを偏差信号として微調装置を駆動制御し、 $\Delta\theta \rightarrow 0$ 、 $\Delta Y \rightarrow 0$ とする。

$$\Delta\theta = F(Y\theta_1 - Y\theta_2), \Delta Y = G(Y\theta_2 - Y\theta_3) \dots (1)$$

(3) コンテナの長手方向偏差をスプレッダ下面に設置した触覚センサにより、次のように検出して位置合せを行なう。すなわち、オン・オフ式のセンサを複数個並べた触角をコンテナ上面に接触させ、 X 軸方向偏差をセンサのオン・オフの差により検出し、すべてオン、あるいはオフになった場合 $\Delta X = 0$ とする。

(4) $\Delta X = 0$ 、 $\Delta Y = 0$ 、 $\Delta\theta = 0$ とした後、スプレッダを降下させ、ツイストロックピンをコンテナすみ金具に挿入し90度回転させ、コンテナをつり上げる。

以上の自動つかみ基本動作を図10に示す。

上述のようにコンテナを自動荷役するためには、

- (1) クレーン本体の走行、横行、昇降自動位置決め
- (2) スプレッダの自動微調位置合せ
- (3) コンテナつかみ、卸しの3動作が必要である。

4 自動化クレーン

4.1 クレーンの構造

コンテナ自動荷役に要求される機能を備えた自動化クレー

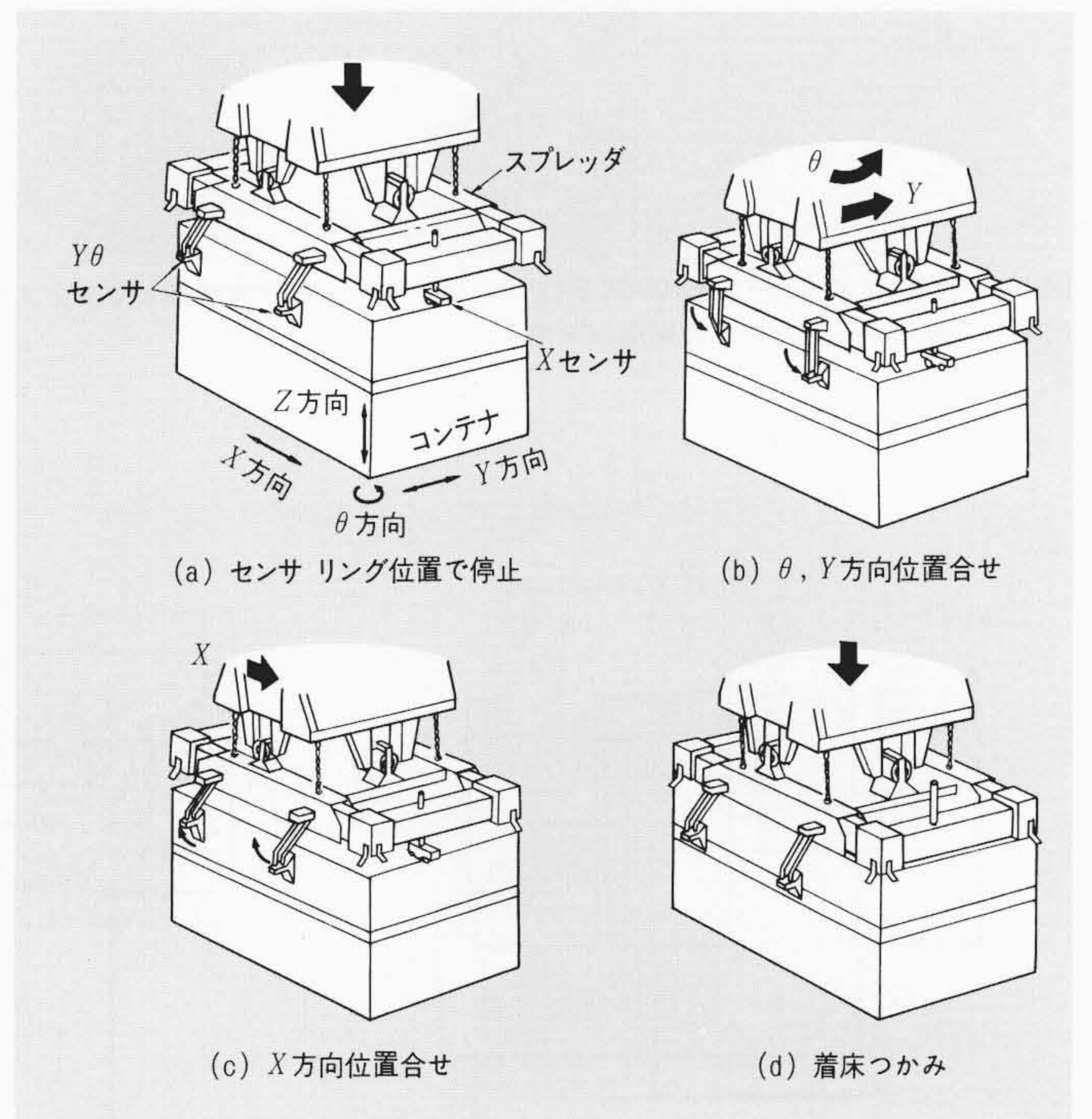


図10 コンテナつかみ基本動作 センサでコンテナとの位置ずれを検出し、 Y 、 θ 、 X と順次位置修正を行なう。

ンを図11に示す。本クレーンは高度なシステムに対応するため、種々の新方式を採用しているが、その主な特徴は次のとおりである。

(1) 全油圧駆動方式の採用

駆動装置に要求される位置決め制御性がよいこと、High Dutyに耐えること、装置がコンパクトで省エネルギー型であることなどの特性をもつ方式として、トルク慣性比が大きく、制御の容易な電気油圧サーボ駆動方式とした。このクラスのクレーンでは、サイリスタ(静止レオナード)制御方式なども考えられるが、制御特性及び経済性に優れた油圧方式を採用し、目的位置までの完全な位置制御を行なうとともに、ポンプ制御、動力回生方式として省エネルギーを実現している(表1)。図12に回路の一例を示す。

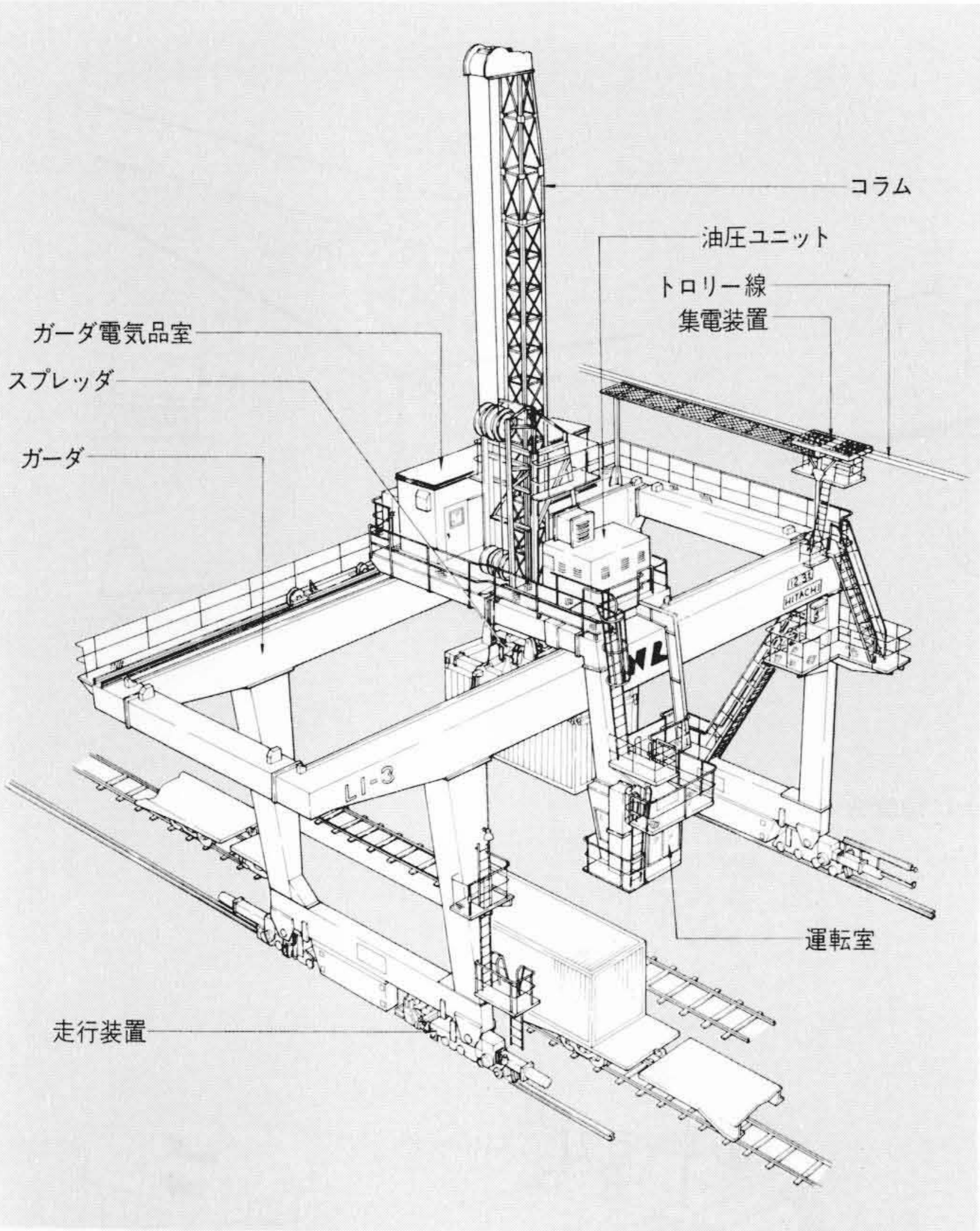


表1 自動化クレーンの仕様 制御特性及び経済性に優れた油圧方式を採用している。

項目		仕様
形式	クラブ トロリー式橋形クレーン	
定格荷重	コンテナ自重： 2.3 t 荷重： 10.0 t	計12.3 t
リフト	通常	5.75 m (地上2.05 mより)
径間		16 m
有効カンチ		3 m
速度及び駆動方式	昇降	16 m/min 電動油圧
	横行	60 m/min 電動油圧は昇降と共用
	走行	80 m/min 電動油圧
	旋回	3 rpm 電動油圧は昇降と共用 通常旋回範囲 180度
	スプレッド	伸縮, ツイスト ロック, センサ動作 電動油圧は昇降と共用
走行レール		60 kg
電源		AC 400V 50Hz
対象コンテナ		JNR 5 tコンテナ " 10 tコンテナ

(2) 自動探索機能をもつスプレッド

自動つかみを行なうため、コンテナとスプレッドとの相対位置偏差を検出して、自動的に位置合せをする検出ブロックをもっているもので、スプレッドはコンテナ上の一定距離にいったん停止し x (クレーン走行方向), y (クレーン横行方

図11 自動化クレーン全体構造図 コンテナ自動探索機能をもつ全油圧駆動自動化クレーンの全体構造図を示す。

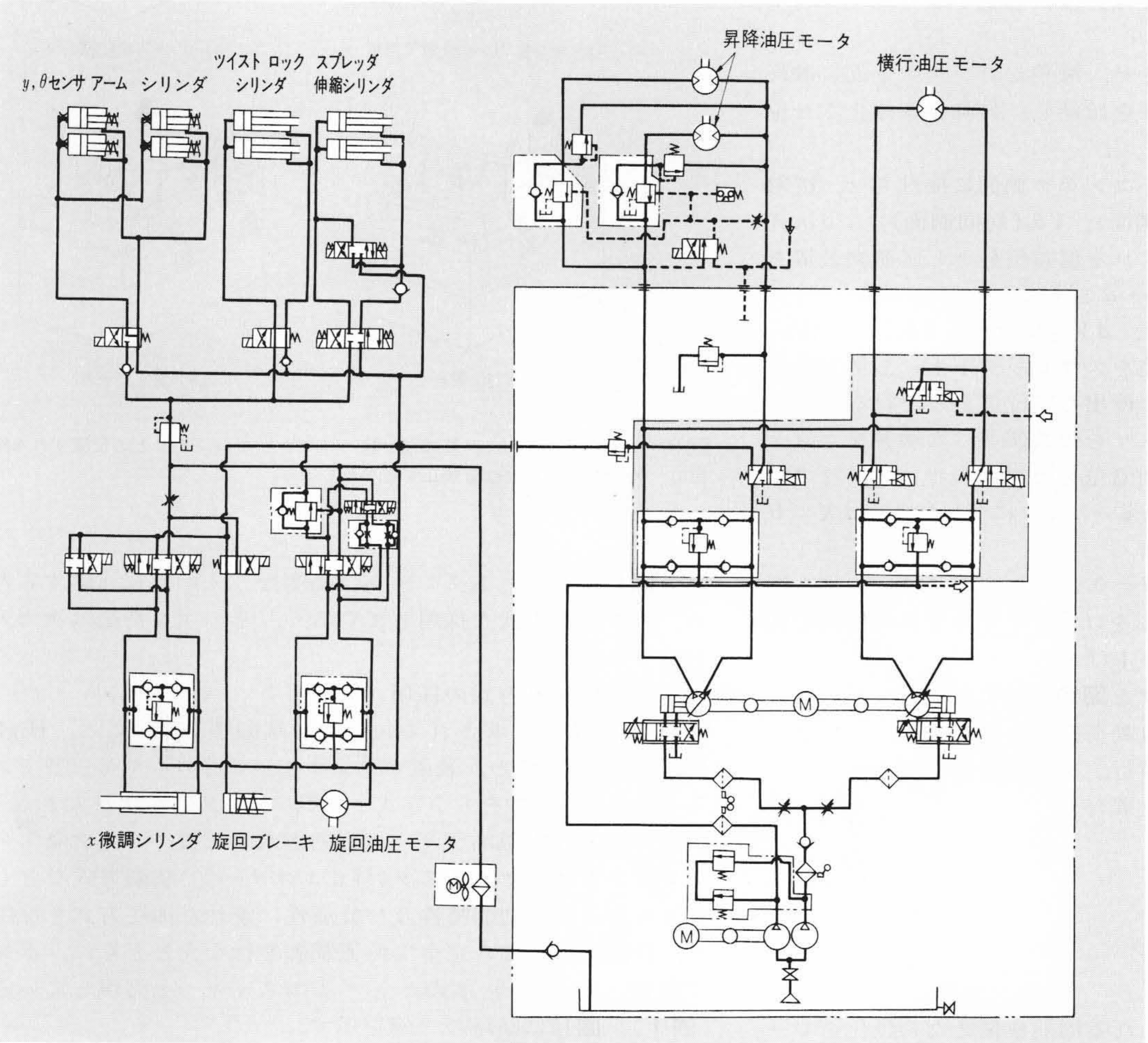


図12 油圧回路図 ポンプ, 電動機を閉回路に連結し, ポンプ流量を制御する省エネルギー型主回路を示す。

向), θ (スプレッド旋回方向) の 3 方向偏差を前出の論理に従い検出する。したがって、いったん停止するために Z (昇降方向) についてもコンテナ上面を検出して制御できる検出装置も持っている。

図13にスプレッド部の構造を示す。スプレッドの取付は、旋回及び走行方向の微調整フレーム ブロックよりチェーンづりされている。これは Z 方向のコンテナ傾斜に対応できるように考慮されたものである。このチェーンだけではクレーン走行、横行の加減速時、及びスプレッドとコンテナ偏差を検出し、微調探索動作時に振れてしまうので、旋回フレーム ブロックとの間に防振材を設けてある。この防振材の弾性は、クレーン加減速時及び微調探索動作時には変形せず、スプレッドがコンテナに多少のずれでガイドされて入り込む場合には変形して入りやすくなるような弾性を持っている。なお、本スプレッドは 5 t 10 t 共用の伸縮型である。

(3) 振れ止めガイド コラム

コンテナ振れ止めに対して設けたもので、ロープ方式では振れが止まった後でなければ自動つかみができず、サイクルタイム的にロスが多いこと、及び微調整動作時に少しの振れでも検出器信号のハンチングが生じ、位置決めが安定して行なえない欠点があり、機能の確実性を考慮しコラム方式としたものである。

このコラムは振れ止め用だけの機能で、コラムでコンテナをつり上げているのではなく、ロープによりシーブを介して昇降させている

(4) 微調整用フレーム

スプレッドをコンテナに位置合せする場合に、走行方向の微調整用に使用されるもので、クレーン全体を走行方向に微動させるより、重量の少ないフレームをスプレッド上部に設けて行なうほうが精度を高められるので採用された。この微調フレームは、コラム下部の旋回フレームよりホイールにより、つり下げられており、スプレッドはこの微調整フレームよりチェーンづりされているものである。

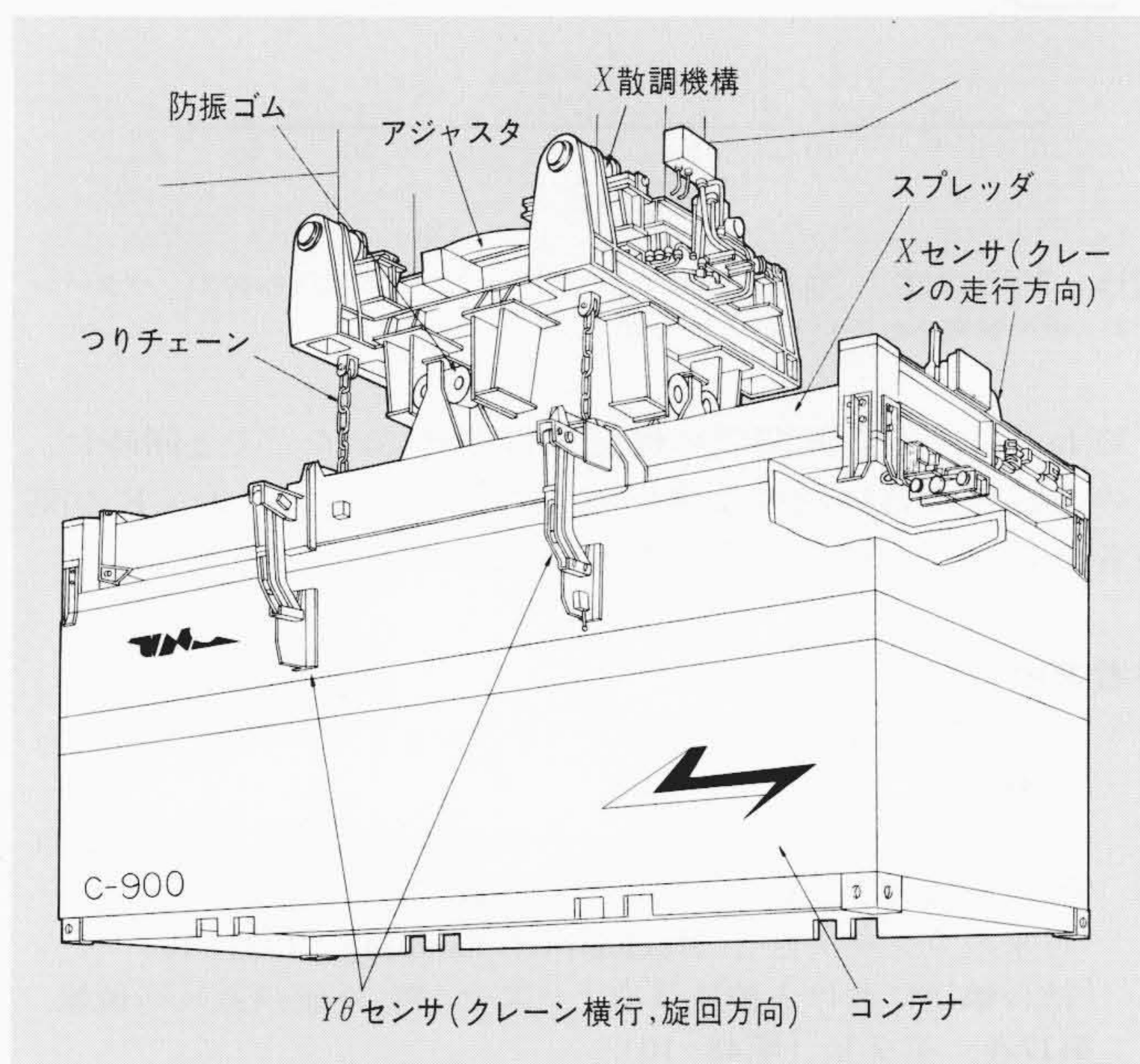


図13 スプレッド部構造図 センサ アームを備えたスプレッドを微調整装置よりチェーンでつり下げ、かつ防振ゴムで水平方向を支持した半柔半剛の機構を採っている。

このフレームは走行方向に±250mmの微調ストロークをもっている。

4.2 制御装置

本制御装置の特徴は、自動倉庫と異なり、完全な三次元制御で、自由度が非常に高いことである。例えば、自動倉庫では有限の停止点しかないが、本装置には無限の停止点がある。すなわち、自動倉庫ではたなに2停止点が規制されるが、本装置の停止点は三次元の自由空間内に設定する必要がある。このことより、制御機能は、非常に複雑となるが、運転者の疲労軽減、安全の確保に、人間工学の面からも従来のクレーン以上に十分な配慮が払われている。

制御系のハード構成は、高頻度動作部は無接点方式とし、低頻度部は有接点方式を採用して、制御系の長寿命化、高信頼度化を図っている。昇降、横行、走行、旋回などの主機能部の極限停止などについては、無接点方式と有接点方式とを併用し、系の安全性を高めている。

本クレーン上の制御装置を機能別に分け次に述べる。

- 電源部(動力、制御装置)
- 信号授受部
- 各種運転モード切換部
- 運転ルート決定部、運転速度決定部
- 位置制御部、速度制御部
- クレーン位置、コンテナ位置など検出部
- 油圧ポンプ駆動モード切換部
- 異常モード検出、判定部

信号授受部に関連し、地上-機上の機能分担については既に述べたが、本システムでは、地上からクレーンに与えられる情報は、各種運転モード、コンテナ ナンバーなどコンテナに関するもの、及びコンテナの理論的位置である。クレーン上では、これらの情報をもとに、この内容を分解し、各制御機能部に与えている。したがって、複数のクレーンの群管理及びヤード運行管理処理以外の制御は、クレーン上で、すべて処理されている。例えば、地上より与えられるコンテナの理論的位置と実際の位置の差があった場合でも、規定範囲内で、地上との連絡をとることなしに、クレーン上で自動的に実際のコンテナ位置にクレーンを制御することが可能である。また、地上から与えられた位置に、コンテナがない、あるいは先入コンテナがあるなど異常の場合でも、機器を破損することなく検知することができる。万一、コンテナの自動検索、あるいは位置合せが制御範囲を超えた場合には、これを検知し、運転者による手動割込によりコンテナの処理が可能となっている。

4.3 制御方式

本機の駆動はすべて電気-油圧方式であり、油圧ポンプを4台使用している。このうち2台は走行専用であり、他の2台は昇降、横行、旋回及び微調並びにスプレッド用共通の油圧源とし、動力の有効活用を図っている。昇降、横行、走行の主回路は可変流量ポンプと固定容量電動機とを閉回路につなぎ、操作用油圧源によりサーボ弁を介してポンプ斜板角を制御して、速度、位置を制御する。負荷が負になった場合には、電動機がポンプ作用を行ない、ポンプが逆に駆動され、斜板角位置によりスピードが上昇し、誘導電動機を逆駆動して動力回生が行なわれる。

横行系の制御ブロック図を図14に示す。横行制御の特徴はトロリーの横行全域の位置を検出する検出器(親シンクロ)と、各荷役線近傍の位置を拡大検出する検出器(子シンクロ)とを用い、親シンクロは各荷役停止点に対する粗い位置決め

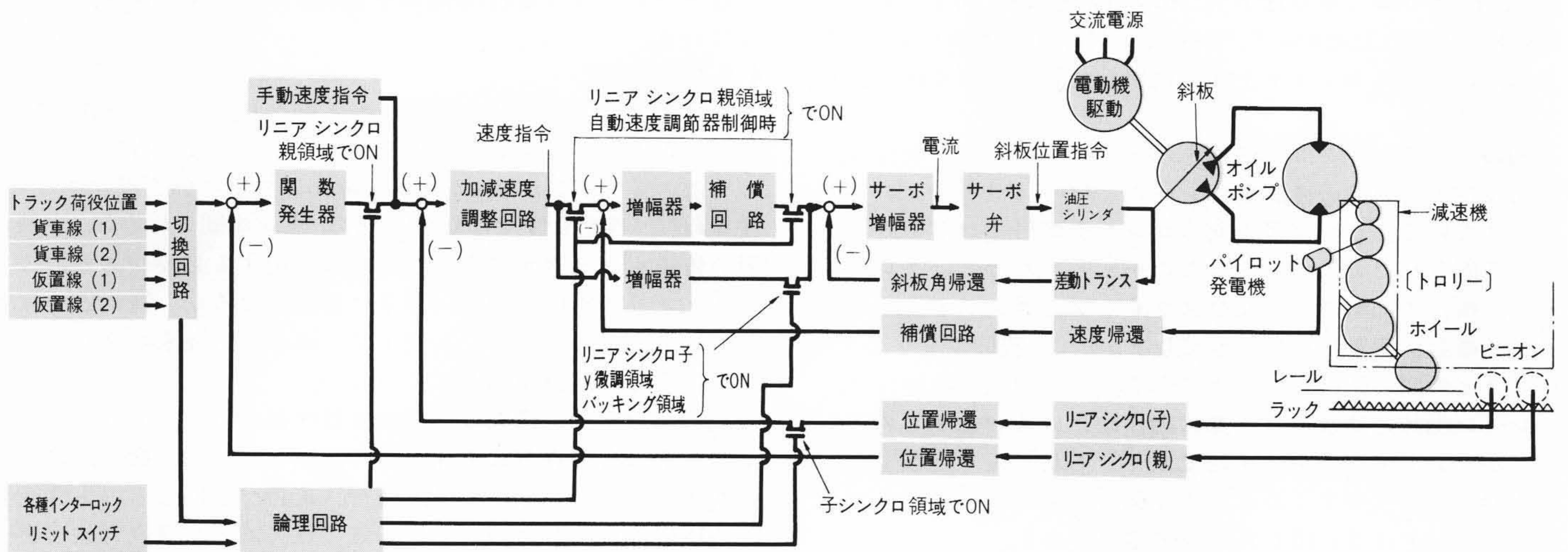


図14 横行制御ブロック図 位置に応じた速度指令パターンに対して、速度、位置をフィードバック制御する。

による速度パターン発生に利用して速度制御を行なわせ、速度制御誤差が大きくなる低速度領域では、子シンクロによる位置制御系に切り替え、停止精度の向上を図っている。走行制御系も横行系とはほぼ同一であるが、走行位置制御範囲が非常に長い(約600m)のが特徴であり、約20mごとにある絶対番地とホイール式パルス検出器との組合せで高精度の位置検出を実現し、位置制御系を形成している。

5 クレーンの性能と試験結果

今回のクレーンは、屋外設置の全天候下で、電子計算機と結合して自動運転を行なうという世界的にも画期的な試みであり、一般の関心も高く、また計画当初意を注いだ開発技術が所期の性能を発揮していることを確認するため、クレーンの動的、静的各種性能試験を実施したが、主な結果は次に述べる通りである。

- (1) クレーンの自動運転性能は極めてスムーズに初期の機能を発揮し、また衝突防止をはじめとする保安装置の動作も確実である。
- (2) コンテナ自動つかみ機能については5tコンテナ、10tコンテナとも良好であり、位置合せ精度は10mm以下である。
- (3) クレーン停止精度は、走行方向許容値50mmの $\frac{1}{2}$ 以下、横行方向許容値35mmの $\frac{1}{2}$ 以下である。
- (4) サイクルタイムについては目標値150秒を満足しているが、更に改善の余地が残されている。
- (5) 騒音は警報音を除き69ホン以下である。

図15はクレーンの動きをオシログラフで記録したものであり、指令速度パターンに忠実に追従していることが分かる。

以上述べたように、本クレーンは所期の機能を十分に発揮していることが確認された。

6 結 言

コンテナ貨物輸送の革新的合理化を目指して推進してきたコンテナ荷役システムの開発も、数々の新しい技術成果を確認し、トータルシステムの実現に一步一步近づいている。

技術的には更に改良改善の余地は多々残されているが、これからの総合試験、あるいは営業試行などにより得られるであろう貴重なデータをフィードバックし、より効果的なシステムの完成を目指したい。

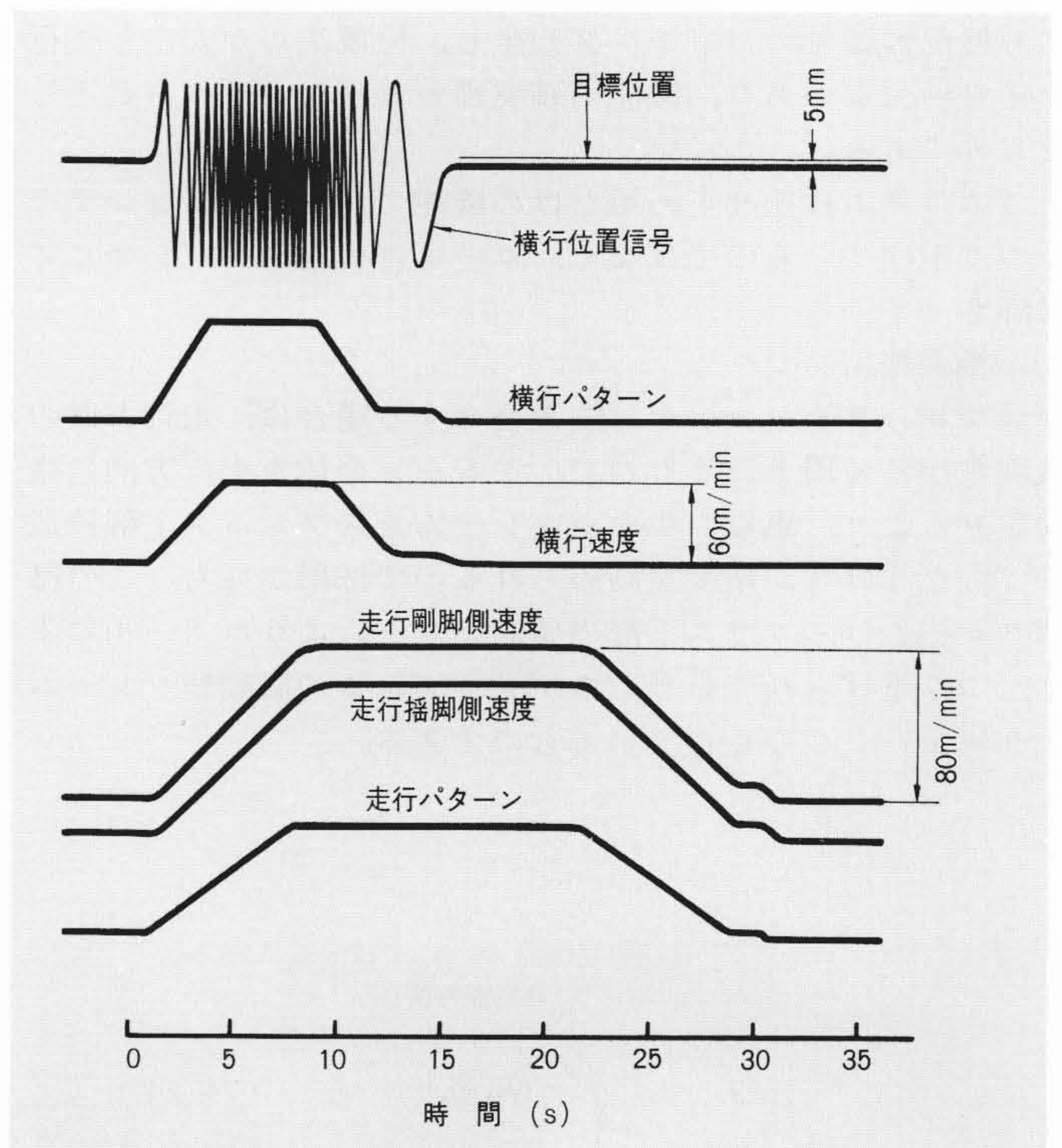


図15 制御特性 位置、速度フィードバックによる油圧制御で、パターンによく追従制御されていることが分かる。

終わりに、本計画開発の機会を得させていただくと同時に、その全過程で常に的確な御指導をいただいたJNRの関係各位に対し、厚く謝意を表わす次第である。

参考文献

- 1) 日本鉄道技術協会：「複合ターミナルレイアウトの研究報告書」(昭46-3)
- 2) 二宮：「国鉄フレートターミナルにおける荷役システムと情報管理」, 省力と自動化, 第45号(昭48-7)
- 3) 「将来のコンテナ港」, Mechanical handling (1971-10)
- 4) 「結合輸送における積替技術とシステム例」外国鉄道技術情報, 第17巻, 第7号(昭48-10)
- 5) 「新しい市場を開発するヨーロッパ鉄道と最新のコンテナ荷役設備について」, 外国鉄道技術情報, 第17巻, 第4号(昭48-7)