

大容量石炭焚き火力発電所用揚運炭設備

Coal Handling System for Large Capacity Coal Fired Thermal Power Station

昭和48年のオイルショック以降、我が国では石炭焚き火力発電所が再び脚光を浴びてきており、各電力会社で石炭焚きによる火力発電設備計画が進められている。石炭焚き火力発電所で使用される最近の燃料炭陸揚げ設備及び構内受入れ設備、並びに払出し設備は、かつての同じ設備に比べて方式が大幅に変わってきている。今後大容量火力発電所では、かつてのブルドーザやキャリオールスクレーパのような単機間欠運転設備から、スタッカやリクレーマなどの連続荷役機械にとって代わり、ヤード全体をシステムとして集中管理する方式が採用されることになるだろう。

本稿では、これら近代的石炭火力発電所での揚運炭設備及びシステムについて述べる。

小泉和夫* Koizumi Kazuo
伊藤俊彦* Itô Toshihiko
鍋島康夫** Nabeshima Yasuo

1 緒言

我が国の火力発電所は、現在重油焚き火力発電所が主体となっており、昭和30年代まで続いた石炭焚き火力発電所は特別な地域を除き完全に姿を消していた。しかし、昭和48年突然襲った世界的な石油危機を契機に、燃料の多様化が政策的に見直されるようになり、各地で石炭専焼又は混焼の火力発電所が改めて検討されるようになった。

一方、アメリカやヨーロッパ諸国では、石炭焚き火力発電所も数多く稼動しており、我が国に比べて石炭火力の利用が温存されてきた。特に我が国のように、大部分の燃料炭を海外に依存するのとは異なり、比較的炭鉱から近い場所に設置されているのが実情である。これらの発電所では、スタッカ、リクレーマを使用した輸送システムが多く採用されている。

本稿では、石炭焚き火力発電所内での石炭の取扱い設備(揚運炭設備)の概説、及びシステムについて述べる。

2 揚運炭設備の計画

大部分の石炭を海外に依存する我が国の火力発電所では、アンローダを含んだ揚運炭設備が必要となる。この揚運炭設備を計画する場合、図1に示すように、五つのシステムに分けて考えることができる。

上記それぞれのサブシステムについては、火力発電所の規模、入船バースの大きさ、貯蔵ヤードの大きさ、バンカの容量・配置などにより、内容が決定される。

2.1 揚運炭設備に要求される機能

揚運炭設備の最も重要な役割は、ボイラが効率よく稼動できるようにコールバンカに石炭を安定供給することであり、次に述べるような機能が要求される。

2.1.1 高信頼化

運炭設備の信頼性を確保するためには、次に述べるような機能が支障なく果たされるよう、バックアップシステムを完備する必要がある。

- (1) コールバンカに送炭するのに必要な石炭量の確保
- (2) コールバンカへの円滑・確実な給炭

石炭の確保に対するバックアップとしては、発電所構内に貯炭場を設け、万一の供給源停止に備えるのが一般的で、非

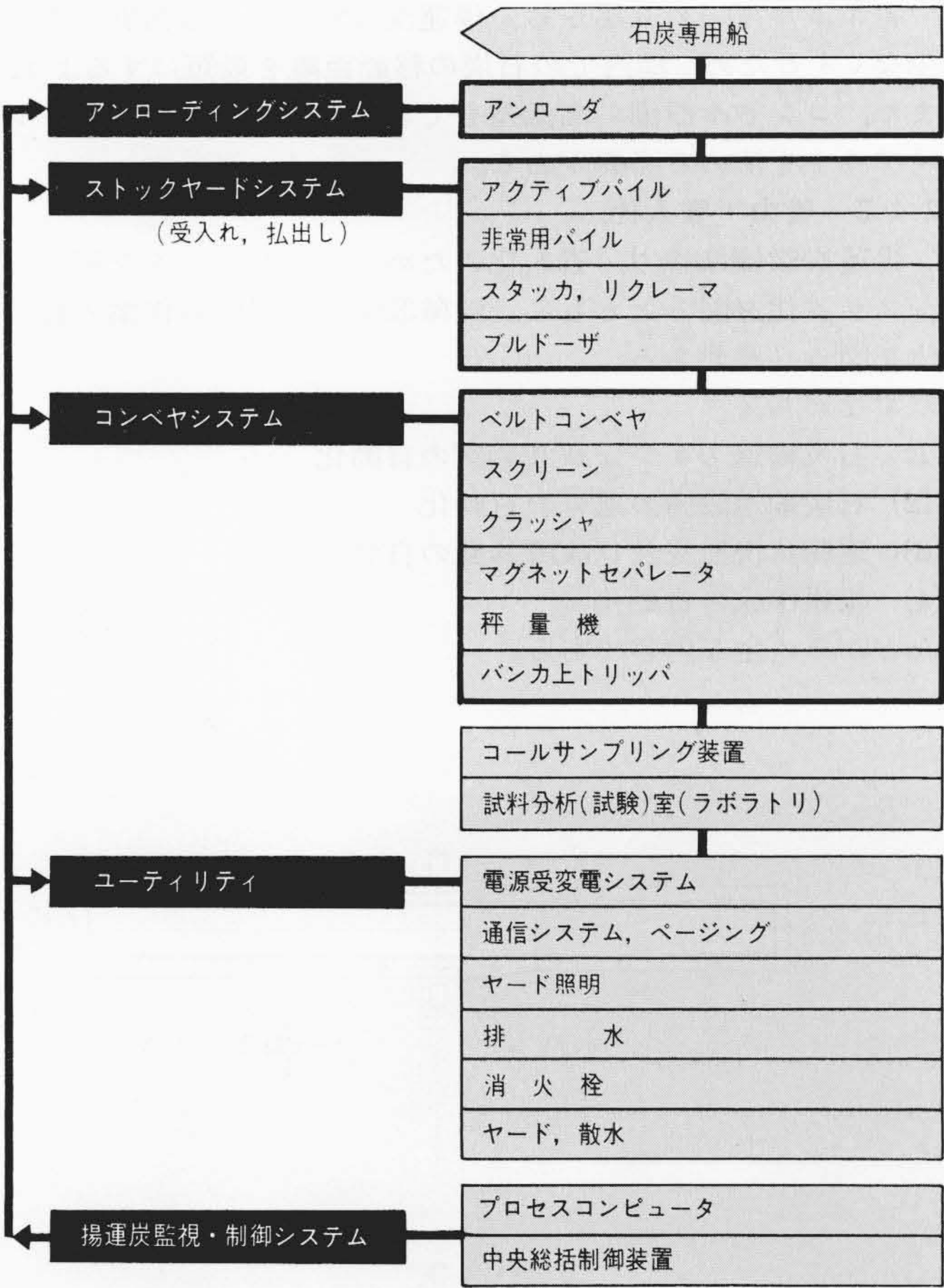


図1 揚運炭設備のシステム内容 揚運炭設備の構成システムの内容を示す。

常時を考え1~1.5箇月分を貯蔵するヤードの広さが望ましい。
上記を踏まえた上で、各設備自身の信頼性を決定する必要がある。日立製作所では、電気品を含めた各機器からコンピュータに至るまで、一貫した生産によりシステム全体として

* 日立製作所産業技術本部 ** 日立製作所笠戸工場

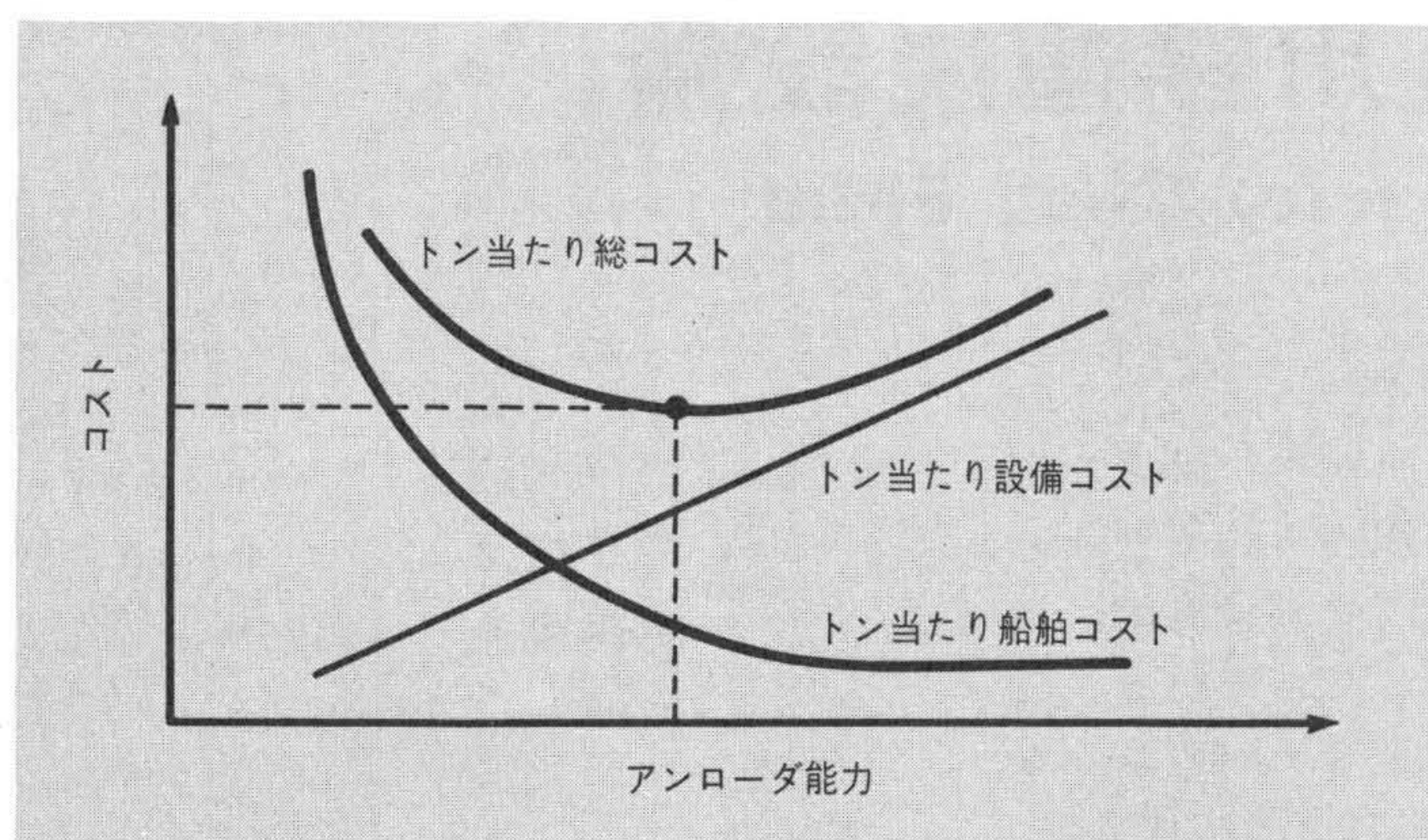


図2 アンローダ能力とコストの関係 アンローダ容量が大きくなれば設備コストが上昇し、滞船料は下がる関係にある。したがって、揚荷トン当たりコストの最小値を見つけることができる。

の高信頼性を確保している。

2.1.2 省エネルギー化

省エネルギーの立場から、揚運炭設備に要する消費動力を少なくするため、構内での石炭の移動距離を最短にするよう、また、コンベヤ設備の高低差もできるだけ小さくするようレイアウトを決める必要がある。

2.1.3 省力・省人化

揚運炭設備は省力・省人化のため、コンピュータを用いてシステム化を図るとともに、機械設備や原料管理作業の自動化を図る必要がある。

すなわち、

- (1) 石炭輸送スケジューリングの自動化
- (2) 石炭輸送設備の運転の自動化
- (3) 運転状況監視及び故障診断の自動化
- (4) 帳票作成の自動化

などがその主な内容である。

2.1.4 環境保護対策

火力発電所は比較的人家に近い場所に設置される場合が多いため、地域社会との協調上、十分な環境保護対策を施す必要がある。特に、公害規制は今後ますます厳しくなる傾向にあり、その対策の成否が火力発電所の建設や存続に大きく影響してくる。

環境保護対策としては、粉塵発生防止、海中への落炭防止及び騒音防止がある¹⁾。

2.2 代表的サブシステム

各システム構成設備の個々の構造詳細については、本誌の「荷役運搬機械に関する論文集」(第58巻第5号)やその他の文献に譲り^{1), 2)}、ここでは揚運炭設備の代表的サブシステムの概要について述べる。

2.2.1 アンローディングシステム

輸入炭の陸揚げに使用されるアンローダの能力及び台数は、年間の取扱い量、船舶の大きさ、到着分布、バース待ち日数、アンローダの作業可能日数、荷役効率など種々の要因により決定される。また、対象船舶に要するコストは、主として滞船時間により決まるので、陸揚時間をできるだけ短くすることがコスト低減につながることになる。したがって、アンローダの能力と滞船時間との関係から、図2に示すような関係が得られる⁴⁾(通常はできるだけ多くのパラメータを考慮したプログラムにより、最適なアンローダ能力を決定する)。

日立製作所では特に、アンローディングサイクルの自動運転、バケットの自動振れ止め制御、ショックレスガーダの採用、特殊防塵ホッパの採用など、数々の特徴をもったアンローダを多数納入している¹⁾。

図3に環境保護対策の一例をまとめて紹介する。

2.2.2 スtockヤードシステム

石炭ストックヤードのレイアウトは、ヤードの広さ、受入れ・払出し系統の数、ストック量などにより千差万別であるが、次に述べるような事項を念頭に決定する。

- (1) 使用機械、輸送系統をできるだけ簡単にする。

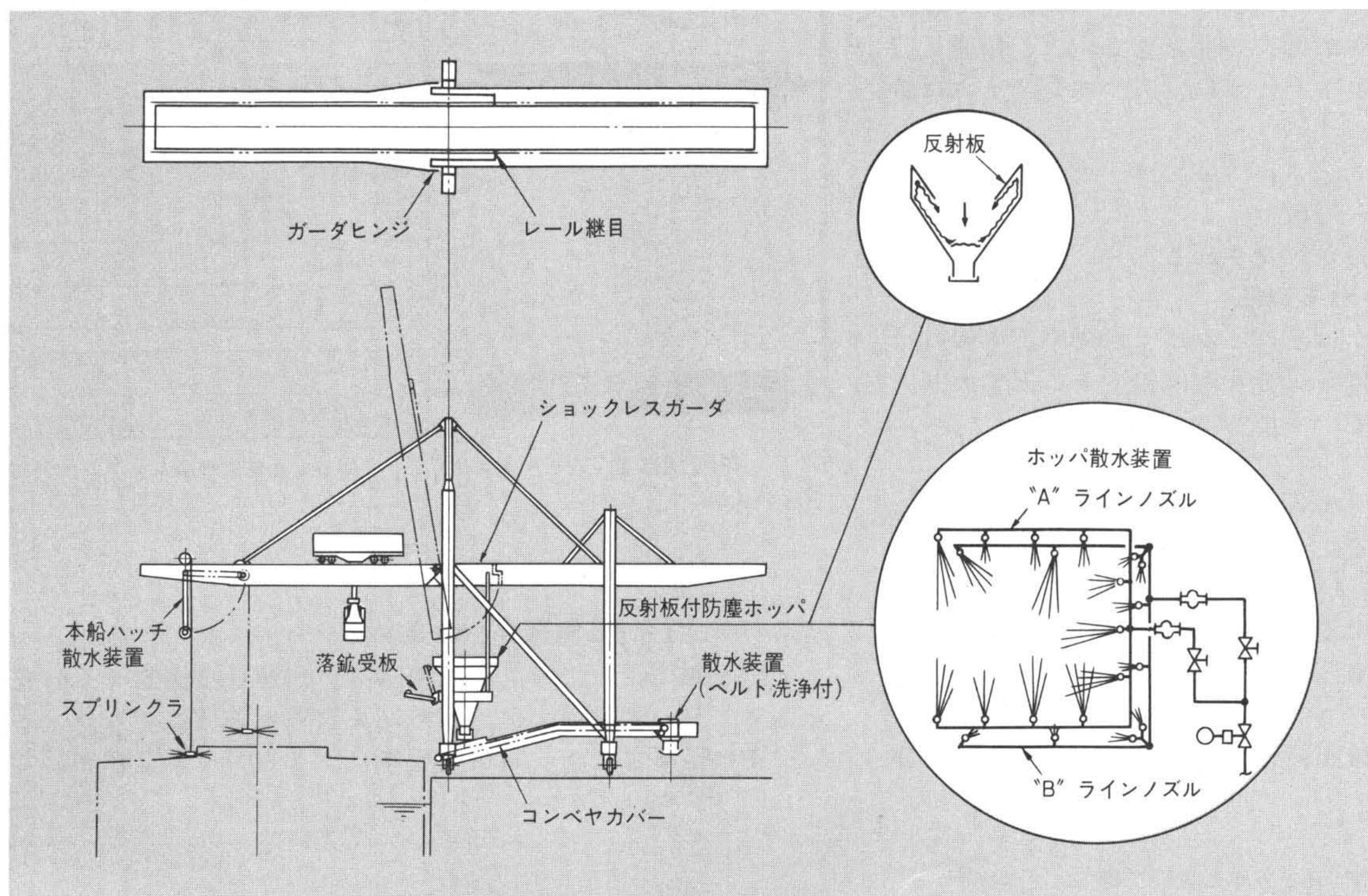


図3 アンローダ環境保護対策説明図
「日立アンローダ」の代表的環境保護対策を図案化して示す。

- (2) 使用機械の種類、台数を少なくし、互換性を高める。
- (3) 全体の設備費が安くなるよう、ヤードの縦、横の長さを決める。
- (4) 全体をできるだけ自動化、集中管理化、省人化する。
- (5) 将来の拡張が容易にできるようにする。

また、ストックヤード設備の方式については、

- (1) ブルドーザ、アクティブホップ方式
- (2) キャリオールスクレーパ、ドライブオーバーホップ方式
- (3) スタッカ、リクレーマ方式

などがあるが、それぞれ火力発電所の規模、立地条件などにより、最適な方式が採用される。大容量、最新の火力発電所では、全体システムとして自動化、集中管理化、省人化がしやすいスタッカ、リクレーマ方式が最適である。

(a) スtockヤード

ヤード貯蔵量は、間欠的受入れと連続的払出しとの間に発生するアンバランス及び季節的、人為的な入荷停止の事態を考慮して決められるが、一般的には1～1.5箇月分のストックがあれば十分である。

ヤードの積付け高さは、地耐圧、貯蔵期間、石炭の種類及び石炭の自然発火の条件により制限されるが、一般に自然積みで7m以下、踏み固め石炭で14m程度までが可能である。回転率を速め貯蔵期間を短くすれば、更に高くすることができ。最近では、外国炭の場合自然積で16m～20mまでの計画が行なわれている。

(b) スタッカ

石炭受入れ用スタッカは、能力及びブームコンベヤの長さによりコストが変わり、図4に示すような関係がある。スタッカの能力は前段のアンローダの能力により決まり、ブーム長さはストックパイル寸法により決まってくる。

(c) リクレーマ

リクレーマの能力は、ボイラの石炭消費量、コールバンカの容量及び払出し時間により決められる。すなわち、ボイラの石炭消費量を Q_B (t/h)、コールバンカ容量が V_C (T)/直分あるとすれば、2直＝16時間でバンカへ供給すればよいから、払出し能力は $Q_R = 24Q_B / 16 \times \eta \approx 1.85Q_B$ となる(ここで、 η はリクレーマ稼動効率で約0.8とした)。

したがって、リクレーマの供給能力とボイラの消費量との差がバンカへ貯蔵される量となり、コールバンカ容量 V_C (T)＝10 Q_B の場合1日のサイクルは図5に示すように表わすことができる。

なお、日立製作所では、我が国で最初にスタッカ・リク

レーマ(日立製作所商品名:「ヒタクレマ」)を製作して以来、数々のスタッカ及びリクレーマ並びに「ヒタクレマ」を納入しており、それらの自動化も多数手がけている。これらの実績をもとに、オーストラリア、アメリカ、フランスのメーカーへ技術供与も行なっている。

2.2.3 コンベヤシステム

石炭の受入れ岸壁から貯蔵ヤードへ、貯蔵ヤードからコールバンカまで連続的に運炭するために、コンベヤシステムが使用される。これらコンベヤシステムは、前記各機械とともに中央制御室で集中監視され、コンベヤの起動・停止は中央で一括連動運転される。

コンベヤシステムの中には次に述べるような種々の付帯設備が組み込まれている。

(1) スクリーン・クラッシャ

ボイラのミルに投入する石炭の大きさは約50mm程度に抑えられるため、バンカへ投入する前にふるい分け、破碎を行なう。

(2) マグネットセパレータ

石炭に混入している鉄片をバンカへ投入前に取り除く。

(3) 秤量機

ヤードの石炭管理のため、受入れライン、払出しラインに設け、それぞれ瞬間輸送量表示、積算輸送量表示及び印字を行なう。

(4) サンプラ

受入れ石炭、払出し石炭の成分を測定し、品質管理、混炭管理を行なうため、両系統にサンプラを設置する。

なお、スタッカ、リクレーマを含めたコンベヤシステムの最近の輸出例として石炭積出し設備一式があり、現在据付け中である。

2.3 揚運炭監視・制御システム

火力発電所での揚運炭設備は、前述したように石炭陸揚げ設備、受入れ設備、払出し設備、ストックヤード設備及び混炭、サンプリング、秤量などの付属設備並びにこれらを結ぶベルトコンベヤネットワークから構成される。揚運炭設備の監視・制御システムは、これら揚運炭プロセスの諸作業をコンピュータを用いて総括し一元的に管理・制御するもので、管理内容の向上、省力化・省エネルギー化及び設備効率の向上を主目的としている。

図6は、揚運炭設備の監視・制御システムをソフトウェアの面からまとめて示したものである。

2.3.1 システム構成及び機能

揚運炭監視・制御システムは、上位コンピュータから発電

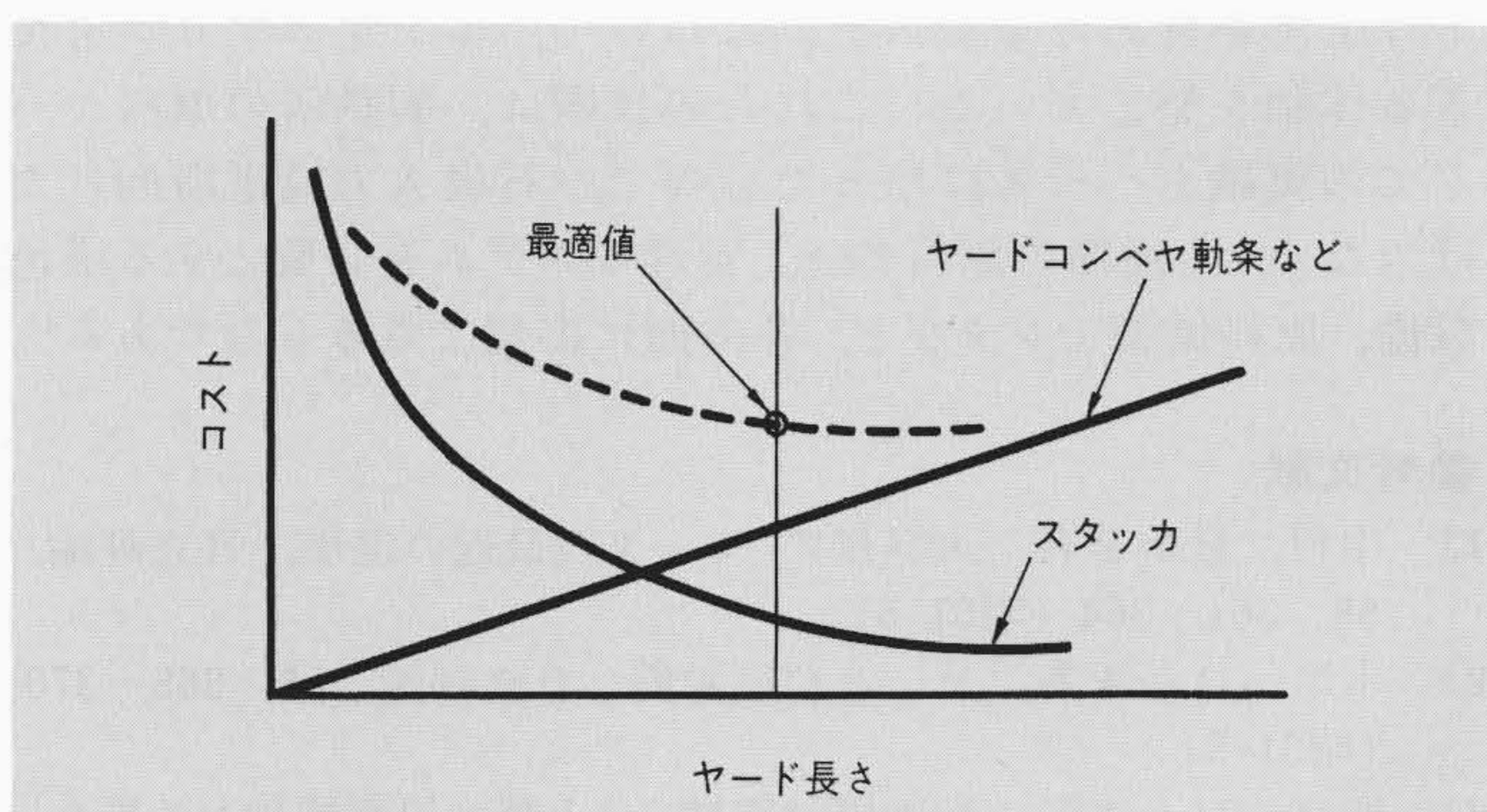


図4 スタッカのブーム長さとコンベヤコストの関係 貯蔵量が一定の場合、ヤード長さを長くすれば基礎(軌条道床)、コンベヤの価格は上昇するが、スタッカはブームが長くできコストが下がる。両者をもとに最適値が見つけれられる。

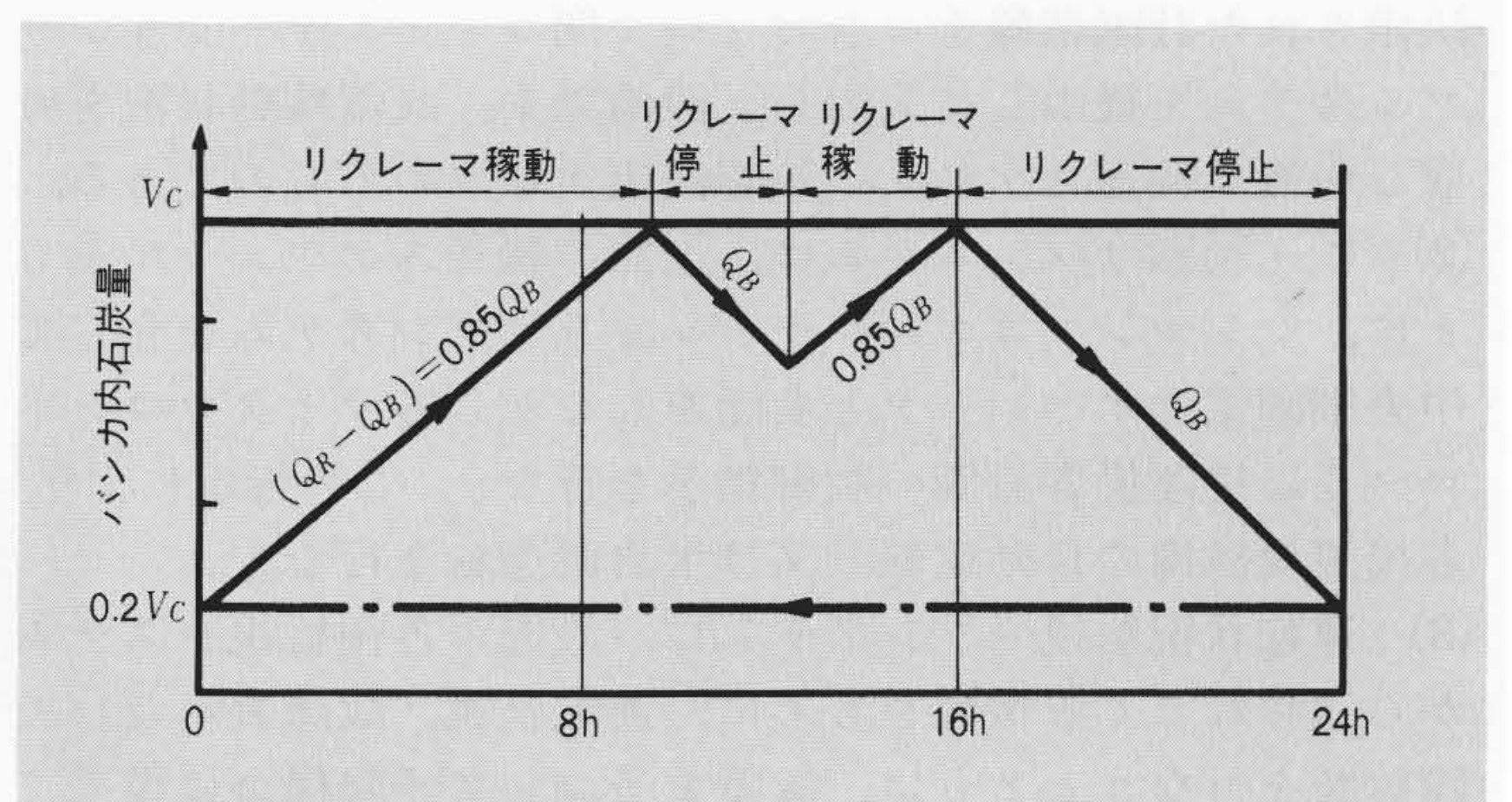


図5 払出しサイクル バンカ最低余裕貯蔵量を2時間としたときの1日のバンカへの供給、及び消費のサイクルを示す。

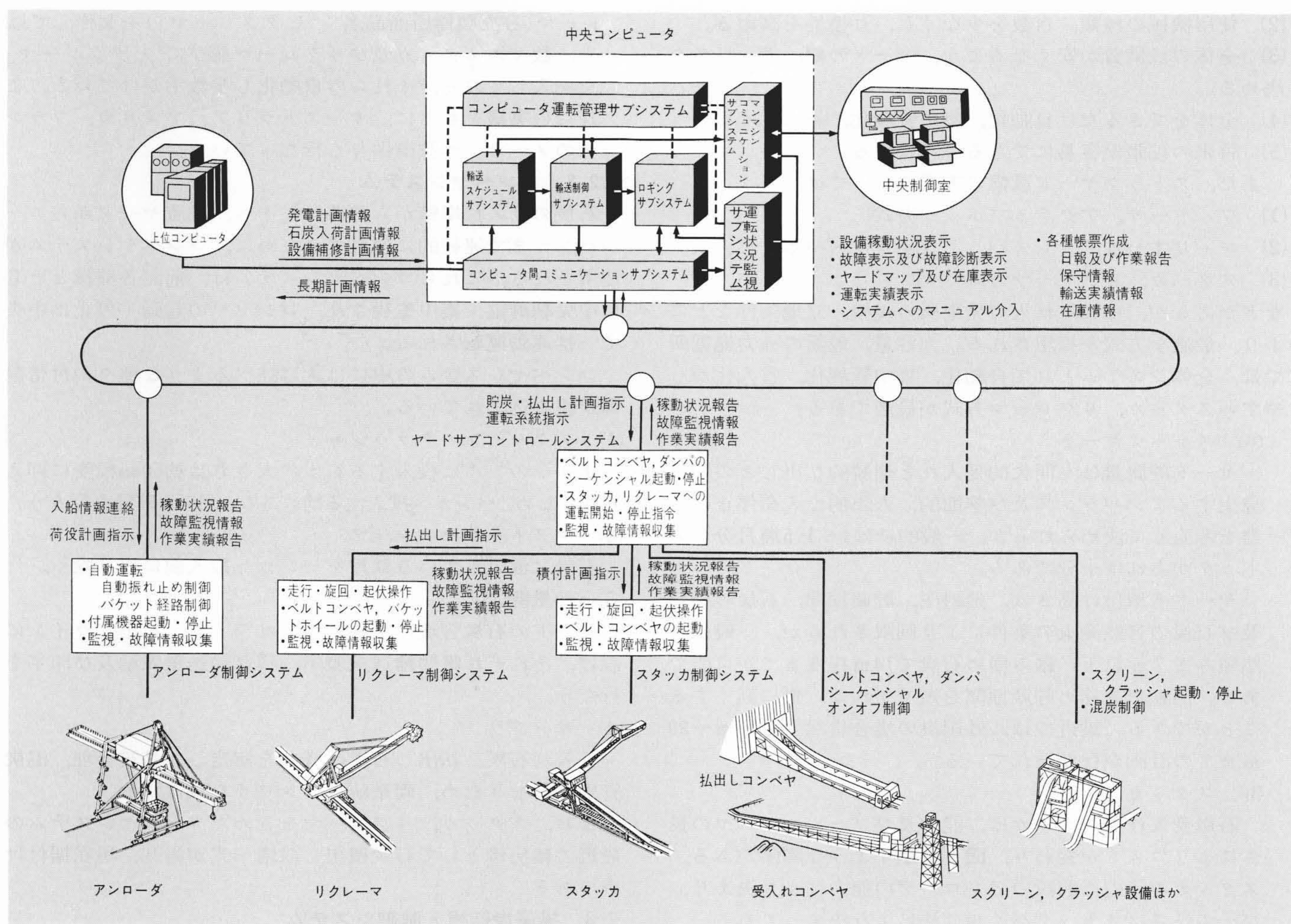


図6 ソフトウェア概念図 揚運炭設備の監視・制御システムの代表的ソフトウェアの概念を示す。

所の運営計画を入力して、石炭の輸送スケジュールを決定し、それに基づき揚運炭諸設備をマイクロコントローラ経由で制御するものである。

このシステムは、輸送スケジュール、輸送制御、運転状況監視及びロギングの四つのアプリケーションサブシステムと、それらをサポートするコンピュータ間コミュニケーション、マンマシンコミュニケーション及びコンピュータシステム運転管理の三つのサポートサブシステムから構成される。

次に、アプリケーションサブシステムの機能の概要について述べる。

- (1) 輸送スケジュールサブシステムは、上位コンピュータで決定された計画情報をコンピュータ間コミュニケーションサブシステムを経由して入力し、設備効率、設備稼動状況を考慮し最適な輸送スケジュールを決定するためのものである。
- (2) 輸送制御サブシステムは、上記の輸送スケジュールをもとに、マンマシンコミュニケーションサブシステムを介して中央制御室のオペレータと会話をしながら各マイクロコントローラに揚運炭各設備の制御指示を行なう。この指示により、各揚運炭設備の自動運転、又は半自動運転を行なう。
- (3) 運転状況監視サブシステムは、設備の各種監視システムから送られてくる情報をもとに、運転監視、故障表示及び故障診断を行なうとともに、故障を予測して予防保全に役立てる。更に保守管理に関する情報は、ロギングサブシステムに送信記憶され、必要に応じ取り出すことができる。
- (4) ロギングサブシステムは、常時プロセスから情報を取り

込み、在庫管理、保守管理を行ない、定期的に日報、作業報告などの帳票を作成して出力する。また長期発電計画用データとして必要な情報を上位コンピュータに送信する。

上記の中央コンピュータシステムとマイクロコントローラによる各揚運炭設備の制御システムとを円滑に組み合わせることにより、トータルシステムとして満足な運営を期待することができる。

3 結 言

石炭火力発電所での揚運炭設備及びシステムについて概要を述べたが、日立製作所は上記各設備のハードウェア、ソフトウェアを含めた全システムについて、エンジニアリングできる体制を整えている。これらの技術は、製鉄所の原料ヤードでの実績をベースに培ったもので、石炭火力発電所向けだけでなく、同種類の原料輸送、管理システムを必要とする港湾設備、原料備蓄センタなど、各方面に応用できるものである³⁾。

参考文献

- 1) 中村, ほか 2 名: 大容量アンローダの最近の進歩, 日立評論, 58, 361~364 (昭51-5)
- 2) 木原, ほか 4 名: ヤード荷役設備, 日立評論, 58, 365~370 (昭51-5)
- 3) 四宮, ほか 1 名: 制御用計算機による製鉄原料管理システム, 日立評論, 60, 229~234 (昭53-3)
- 4) 港湾荷役機械化協会: 荷役機械の最適能力調査報告書 (昭46-8)