

最近の火力発電所運炭設備

村田敏雄* 平川克巳**

The Latest Coal Conveyor System for Thermal Power Plant

By Toshio Murata
Kameari Works, Hitachi, Ltd.
and Katsumi Hirakawa
Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

For a better understanding of the subject, readers are referred first to the two previous issues, No. 7 Vol. 17 and No. 5 Vol. 18, in which Tsutomu Arai has given detailed descriptions on coal conveyor system used in early days of the Japan's electric industry development.

In this article, the writers review again the same system, which has attained a remarkable development especially of late.

In general, the conveyor system for the coal handling in thermal power plants is classed to the equipment for coal unloading and the one for coal storage. Their capacity is determined by reference to the amount of coal consumption for the maximum output of the power plant, but in many a case harbouring period of the ship to be unloaded is also taken in consideration for the determination.

Also, the selection of most fitted type for a specified job needs to be made on the meticulous comparison among such diversified assortments.

On top of this, recently the requirements have come to be larger and more rigid on the phase of economy of the machine, let alone their superiority in performance and maintenance.

On these problems, the writers describe several conditions for successful installation quoting many actual examples.

〔I〕 緒 言

我国電気事業の開始以来、電力需要の絶間ない増加につれて、火力発電設備の建設も着々進んでいたが、太平洋戦争の進行につれ一時停頓のやむなきに至った。終戦後電力の需要が急激に増加したので既設設備の増強補修が行われたが、電力危機は愈々深刻となり、電源開発が国家の最重点事業として取上げられるに至り、その一環として、火力発電設備も増設及び新設されることとなった。

戦前の電気事業勃興期に於ける火力発電所の運炭設備に就いては、荒井勉氏が本誌第17巻第7号（昭和9年7月）及び第18巻第5号（昭和10年5月）に詳細に述べられた。

本稿に於ては、最近の火力発電所用運炭設備計画の傾向に就いて述べることにする。

火力発電所の運炭設備には種々の型式があるが、石炭輸送方法によつて二大別される。即ち水運による場合と陸運による場合とである。

水運の場合には

船→陸揚起重機→貯炭コンベヤ→貯採炭起重機→採炭コンベヤ→ボイラ室

* 日立製作所亀有工場

** 日立製作所日立工場

陸運の場合には

貨車→貯炭場→貯採炭起重機→採炭コンベヤ→ボイラ室

貨車→サイドチプラ→ホッパ→貯炭コンベヤ→貯採炭起重機→採炭コンベヤ→ボイラ室

等の系路によるが、その配置及び機種を選定如何により運炭能率が大いに左右される。

最近の傾向として、何れの場合にも、起重機は単に掴み揚げを行うにとどめ、輸送は重力による自然落下、コンベヤによる連続作業を主体とする傾向にある。

又陸揚と貯採炭とを1台の兼用起重機で行うか、それぞれ専用の陸揚機と貯採炭起重機とに分けるかが問題になる場合もある。原則的には作業上後者の方が能率的なことは明かであるが、石炭の最終需要量、ピークに於ける石炭入荷の状況、混炭の程度、予備の問題その他の条件により、起重機台数の決定と共に経済的な見地から決定しなければならない。

〔II〕 運炭設備の容量

設備の容量は第一に発電所の発電容量が基準になる。即ち汽機の最大連続出力に対する石炭消費量を基準として決定しなければならない。

例えば汽機の最大連続出力を 264,000kW とし、石炭消費量を 0.6 kg/kWh とすれば1日の石炭消費量は、

$$0.6 \times 264,000 \times 24 = 3,801,600 \text{ kg} \approx 4,000 \text{ t}$$

となる。

又ボイラ室のパンカの容量と、これに何時間で送炭するかを考慮する必要がある。普通は1日分の石炭を昼間の作業時間内に処理するようにきめる。実働時間を8時間とすれば、起重機の能力は毎時 500t が必要となり、250 t/hr×2台となる。

実際は発電所の負荷率は 60% 位であるから、一日の石炭消費量は $4,000 \text{ t} \times 0.6 = 2,400 \text{ t}$ となり、約5時間で処理出来ることになる。

尚これ以上の送炭を必要とする場合には、作業時間の延長又は陸揚機からボイラ室への直送による。

〔III〕 貯炭場

次に貯炭場の問題がある。貯炭場の大きさは、石炭消費量と発電所への石炭の供給状態とを考慮して決定されるべきであるが、殊に最近では渇水期に於ける石炭入荷の最悪状態に於ても十分活動出来るものでなければならない。普通は 1~1.5 箇月分位の石炭を貯え得ることが必要である。

貯炭場の形状及びその位置に就いては岸壁陸揚設備とボイラ室との関係より最も有利な位置で、しかも貯炭場

起重機の走行方向に平行な場合が最も都合が良い。又石炭の種類によつては屋内に貯炭場を設ける場合もある。

貯炭場の面積は 1m² 当り 4~5t として決定する。即ち石炭の積上げ高さを 5~6m とし、ピークに備えて最高 8~9m 迄積み得るように、起重機の橋桁を高くしておく。これ以上積むと自然発火のおそれがある。

一例として、264,000kW の発電所に対して、1m² 当りの貯炭量を 5t とすれば、1箇月分の貯炭場面積は、24,000 m² (240 m×100 m) となる。

〔IV〕 混炭

我国の発電所用炭はその種類が極めて多く、十数種類にも及び、その発熱量も 4,000~7,000cal. の広範囲に亘る。このために採炭に際しては混炭が重要な問題となり、この混炭を何所で行うかによつて運炭設備の構造及び配置が当然変つてくる。

現在混炭設備を特別に備えている所は少く、貯採炭起重機を利用して、バケットにより選択掴み上げを行い、適宜交互にコンベヤに移送している所が多い。又貯炭場に混炭ホッパを設けそれぞれ異種炭を投入し、各ホッパの下のコンベヤに落して混炭する場合もある。

次に各機種を選定であるが、鉄道輸送による場合に就いてはサイドチプラの一例を第1図に示すのみに止め、こゝでは主として水運の場合に就いて述べることにする。

運炭設備は陸揚機と貯採炭起重機と、これを連絡するベルトコンベヤによつて構成される、その計画の概要を次に述べる。

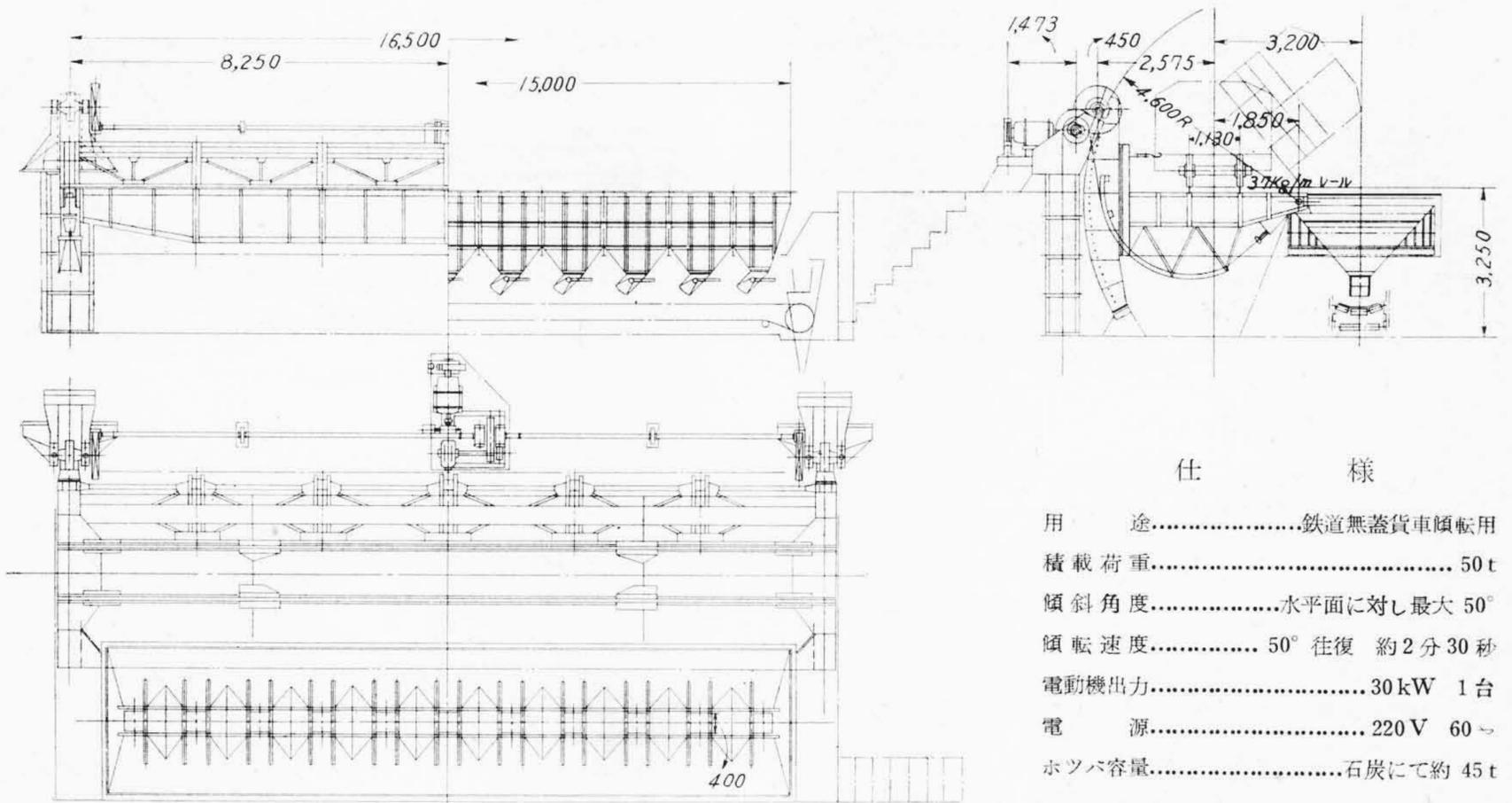
〔V〕 陸揚機の選定

石炭の陸揚は殆どグラブバケットに依つている。連続作業の点から見ると、バケットエレベータ式、チェンコンベヤ式が良いのであるが、バケットエレベータ式は掻集め作業の劃期的手段がない限り現状では過去のものとなり、余り用いられない。但し Redler Conveyor 等の特殊チェンコンベヤ方式が現われたのは注目し得る。この方式はまだ試験中である。

現状では陸揚機としてグラブバケット付起重機が最も適当している。以下グラブバケット付陸揚機に就いてのべる。

陸揚機の容量の決定は発電所の石炭消費量を基準とすることは勿論であるが、更に本船どりの場合には滞船日数が問題となり、10,000t 級の船に対して 3~4 日を要求されることが珍しくない。又配船状況による陸揚作業のピークも考慮しなければならない。

この場合は、陸揚率、起重機の実際能力及び着船率を



第1図 50t カーダンパ

Fig. 1. 50t Car Dumper

考慮して計画する必要がある。即ち、

(1) 陸揚率

陸揚作業の正味の時間を表わす効率で、船の準備、移動その他の時間を考慮し、実際に船に対して起重機の作業出来る時間の割合をあらわす。普通は70%位にとる。

(2) 起重機の実際能力

普通陸揚機の公称能力はグラブバケットの平均コースを仮定しているのので、実際能力は公称の60~80%位である。

(3) 着船率

着船の状況をあらわす効率で、発電所の地理的及び季節的な条件により配船の状況から考慮しなければならない。例えば1箇月の中20日より船が来ないとすれば着船率は70%となる。

一例として、陸揚率70%、実際能力70%とすれば、10,000tを4日で陸揚するために必要な陸揚機の能力は、

$$\frac{10,000}{4 \times 24} \times \frac{1}{0.7 \times 0.7} = 210 \text{ t/hr}$$

となる。

更に配船状況から着船率を70%とすれば、陸揚機の能力は、300t/hrとなり、300t/hr 1台又は150t/hr 2台となる。

陸揚機の型式には、陸揚の容量、船の大きさ、岸壁の状況、貯炭場との関係等により種々のもの、即ち

(1) 旋回トロリ式

- (2) 水平引込起重機式
- (3) ロープトロリ式
- (4) マントロリ式
- (5) その他

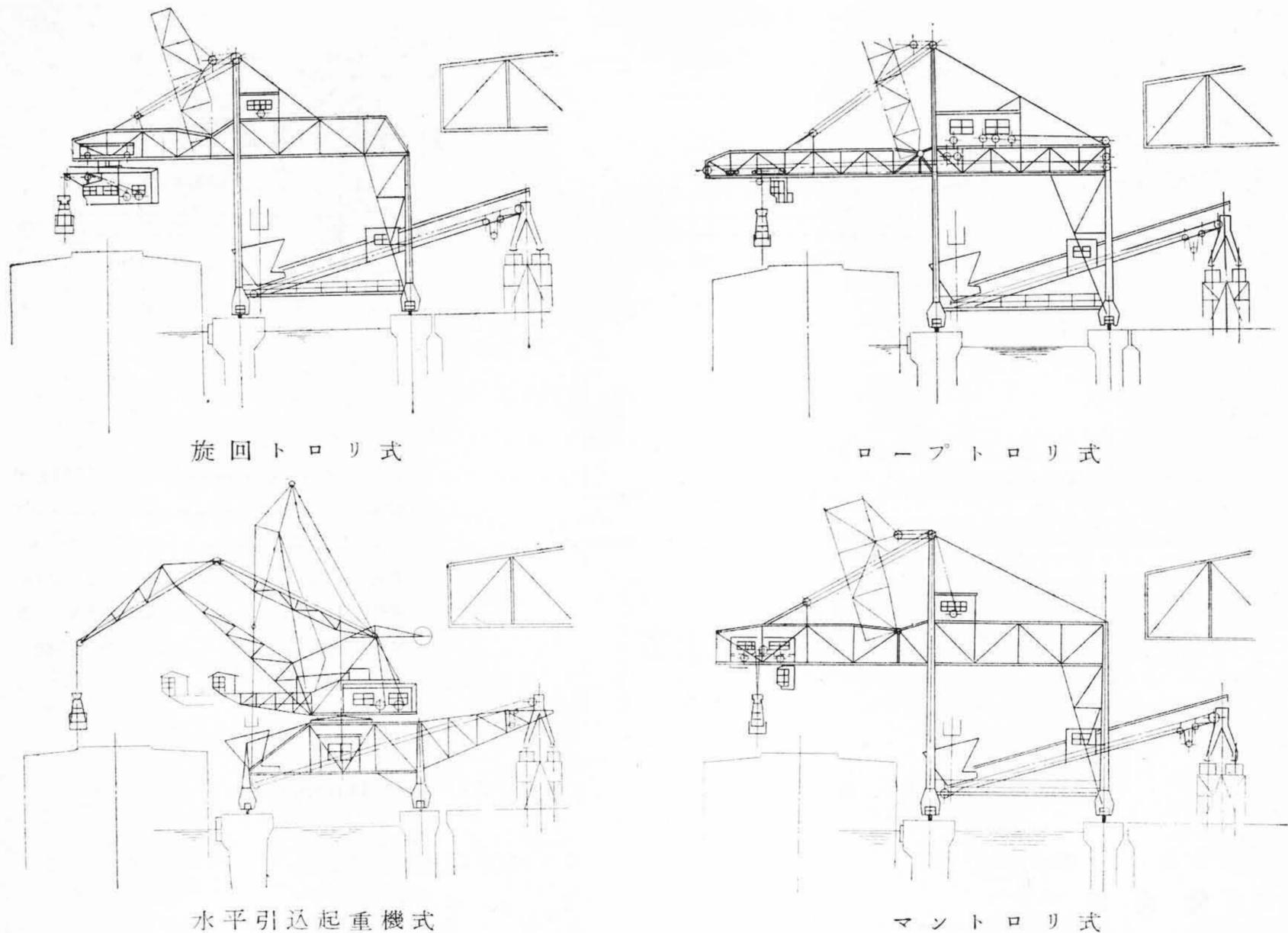
が考えられるが、舳取りで容量100t/hr以下には固定型ロープトロリ式が能率的で、本船扱いの大型陸揚機に対しては、最近殆ど水平引込起重機式が採用されている。

今1例として、能力180t/hr、デタッチトピア上を走行し、10,000tの船より陸揚する場合に就いて、その利害得失を比較すると第2図、第1表(次頁参照)のようになる。

比較表の示す通り、水平引込起重機式が最も優れているが、その理由は要約すると次の通りである。

トロリ自体は移動することなく、バケットの運搬が、ブームの水平引込運動により極めて軽快に行われることが最も優れた点である。その他、他種の及ばない特長、例えば、船のマスト等の邪魔ものの回避及び一艙口への二基での水切り、更に機体の重心が低く受風面積が小さいため、機体の安定が良い等がある。

従来大型陸揚機に対しては艙内への振込みの点から、旋回トロリ式が最も能率的であると考えられているが、水平引込起重機式は、旋回半径が大きいので、この点は少々劣るが、これは運転員の馴れによつて十分容易にカバーすることが出来る。それに前述の利点及び、動力費、全体重量の点から、水平引込起重機式が最も優れているといえる。



第2図 各種陸揚機の比較図
Fig.2. Types of Unloaders

第1表 各種陸揚機比較表
Table 1. Comparison Table of Various Unloaders

型式	GSM-TU	GDL-TU	GR-TU	GM-TU	
名称	旋回トロリ式 陸揚機	水平引込起重機式 陸揚機	ロープトロリ式 陸揚機	マントトロリ式 陸揚機	
動作	艙口への投込	前後、左右に容易に可能	前後、左右に可能	前後に可能	
	一艙口への二基操作	稍可(船によつては不可)	可能	不可	不可
機体	走行時の障碍物切换	ブームのデリックに依る	引込に依り容易	ブームのデリックに依る	ブームのデリックに依る
	本船より舳への荷役	可能	容易に可能	不可	不可
運転員	見透度	良好	稍悪い	良好	良好
	疲労感	大	稍大	大	中
機体	重心積度	稍低い	低い	稍高い	高い
	受風面積	稍多い	少い	多い	稍多い
機体	安定度	中	大	中	中
	構造	简单	稍複雑	稍複雑	最も简单
機体	自重	多い	少い	稍少い	中
	損耗度	稍多い	稍多い	稍多い	少い
機体	ロープ損耗度	稍多い	稍多い	多い	少い
	動力量(kW)	大	小	中	中
機体	重量	多い	少い(均等)	稍少い	稍多い

陸揚機の所要能力及び型式が決定すれば、グラブバケツトの大きさは、荷役の平均コースを仮定して1時間の作業回数を定めることにより決定される。

普通は1時間の作業回数は 50~60 回である。本例に

対しては $\frac{300t}{60} = 5t$ となり、5t 掴み 1台又は 2.5t 2台と決定する。

次に代表的な例をあげ、その作業線図によつて作業能力を示す。(第3図)

〔VI〕 貯採炭起重機の選定

陸揚機より陸揚された石炭は貯炭場に堆積され、必要に応じてボイラ室に送炭される。又は陸揚機より直接コンベヤを経て送炭される。

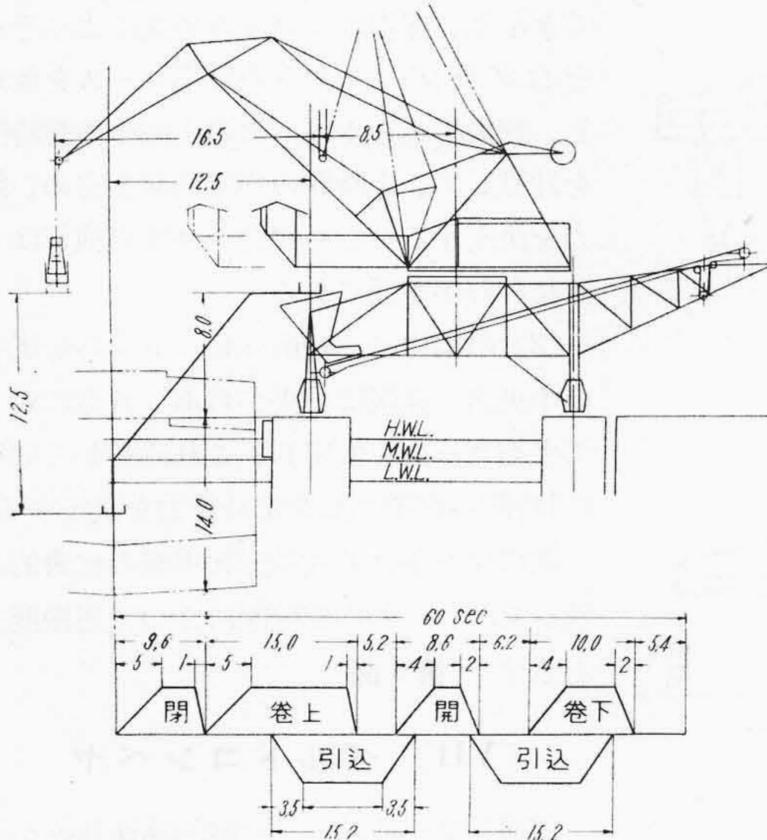
貯採炭設備の型式は殆ど橋形起重機によつて貯炭及び採炭を行うが、橋形起重機としては、何れも石炭の掴み上げはトロリのグラブバケツトにより行うが、掴み上げた石炭の輸送方法により二大別される。即ち

- (1) 機内にベルトコンベヤを備え、これによつて輸送するもの
- (2) トロリの横行運動によつて、バケツトに掴んだまま運ぶもの

(1) に対しては貯採炭クラブ式、ジブ式、水平引込起重機式、(2) に対しては、ロープトロリ式、マントロリ式がある。

これ等の何れを採用するかは、発電所の容量、貯炭場の条件によつて一概にはいえないが、最近の傾向として前者に対しては水平引込起重機式、後者に対してはマントロリ式が採用される。尙陸揚と貯採炭と兼用の目的に使われる場合は水平引込起重機式が適当である。(第12図参照)

一例として、容量 250t/hr、径間 75m の場合、各案の比較を第4図(次頁参照)及び第2表に示す。

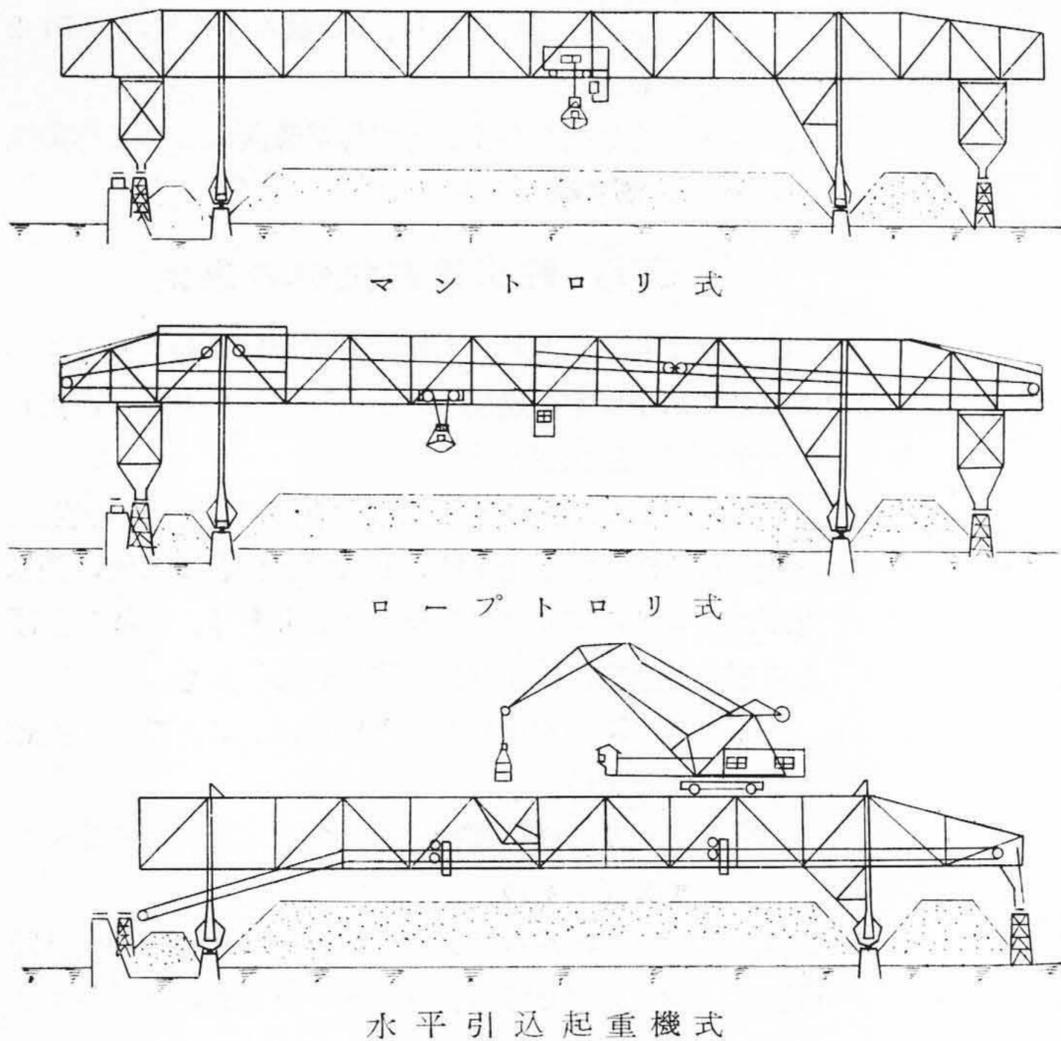


巻上速度	.....	64 m/min
巻下速度	.....	96 m/min
引込速度	.....	64 m/min
グラブバケツト容量	.....	3t
運搬能力	..... $3t \times \frac{3,600 \text{ sec}}{60}$	= 180 t/hr
1回の操作時間	.....	60 sec
能力	.....	180 t/hr

第3図 陸揚機の作業線図
Fig. 3. Operation Diagram of Unloader

第2表 各種運炭起重機比較表
Table 2. Comparison Table of Various Cranes for Coal Handling

型名	式称	GM-cc TB		GR-cc TB		GDL-cc TB	
		マントロリ式橋形起重機	マントロリ式橋形起重機	ロープトロリ式橋形起重機	ロープトロリ式橋形起重機	水平引込起重機式橋形起重機	水平引込起重機式橋形起重機
構造	自重重心受圧面積	最も簡単	最も簡単	最も簡単	最も簡単	複雑	複雑
自重	重心	軽	軽	最も軽	最も軽	重	重
受圧面積	面積	高	高	高	高	稍低	稍低
輸送	重量	少	少	稍少	稍少	多	多
運	間隔	多	多	最も軽	最も軽	多	多
ヤードへの貯採炭同時	間隔	間隔	間隔	間隔	間隔	間隔より連続	間隔より連続
貯採炭切換	可	不可	不可	不可	不可	可	可
見透	簡	簡	簡	簡	簡	稍複雑	稍複雑
疲労	最も良	最も良	最も良	最も良	最も良	悪	悪
安心	度	稍多	稍多	少	少	多	多
動力	感	稍良	稍良	良	良	稍悪	稍悪
損耗	費	中	中	小	小	大	大
	度	少	少	稍多	稍多	最も多	最も多



第4図 各種橋形起重機の比較図
Fig. 4. Types of Bridge Cranes

この場合には、マントロリ式が構造簡単、運転容易、故障率少く、保守が楽である、等の点で最も優れている。

次に橋形起重機的能力を決定するには、(1)の場合は、貯炭はベルトコンベヤによつてきまり、採炭はトロリの型式によりそれぞれグラブバケットの平均コースを仮定し、貯炭場からホッパ迄の1回の作業時間を計算して、1時間の作業回数を定め、能力を決定する。この場合トロリの横行は考えないのが普通である。

(2)の場合は、貯炭はピットから貯炭場の中央迄、採炭は中央からホッパ迄に対して平均コースを仮定し、これに対して同様に1時間の作業回数を定め能力を決定する。

次にマントロリ式橋形起重機の代表的な例をあげ、その作業線図によつて運搬能力を示す。(第5図)

〔VII〕 ベルトコンベヤ

運搬作業が連続的で比較的高速運転が出来るので、装置の割合に運搬量が多く、全延長の内何処からでも積込み或は引卸すことが出来る、且つ距離が長くても1本のベルトであるため途中の監視を要しない等、現在に於ては最も能率のよい石炭運搬設備として広く用いられ、陸揚機の一部に或は貯採炭起重機の一部にも用いられている。将来も運炭設備の主体となるべきものである。

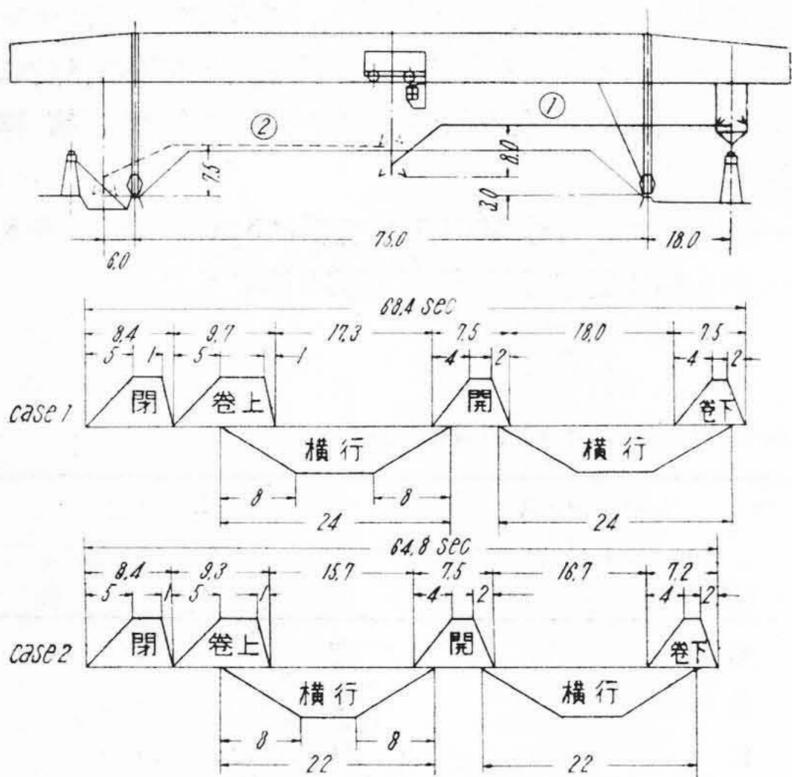
ベルトコンベヤの最近の傾向としては、同一運搬量に対し、従来よりベルトの幅を狭くして速度を上げ、建設費の軽減を計ると共に、キャリヤはすべてボールベヤリング入りとし、給油を簡単にし、動力費の節減を行つている。

且つベルトそのものにも、従来の帆布コンベヤベルトより軽量で、寿命の永い、高性能の強力人絹又は綿コードを使用した所謂コードベルトが現われ、相当長スパンのものでもシングルドライブ方式を採用し、設備費の軽減が行われている。

又運転方式は自動化され、総括制御方式が採用されるようになった。例えば操作室に操作盤並びに照光盤を備え、作業状況の全貌を模擬板上に表示し、各系統の選択、連動、単独の運転及び停止の各操作を操作盤の押釦によつて総括制御する等である。

〔VIII〕 スタツカーによる貯採炭設備

最近貯炭場設備として、大型の橋形起重機を用いる



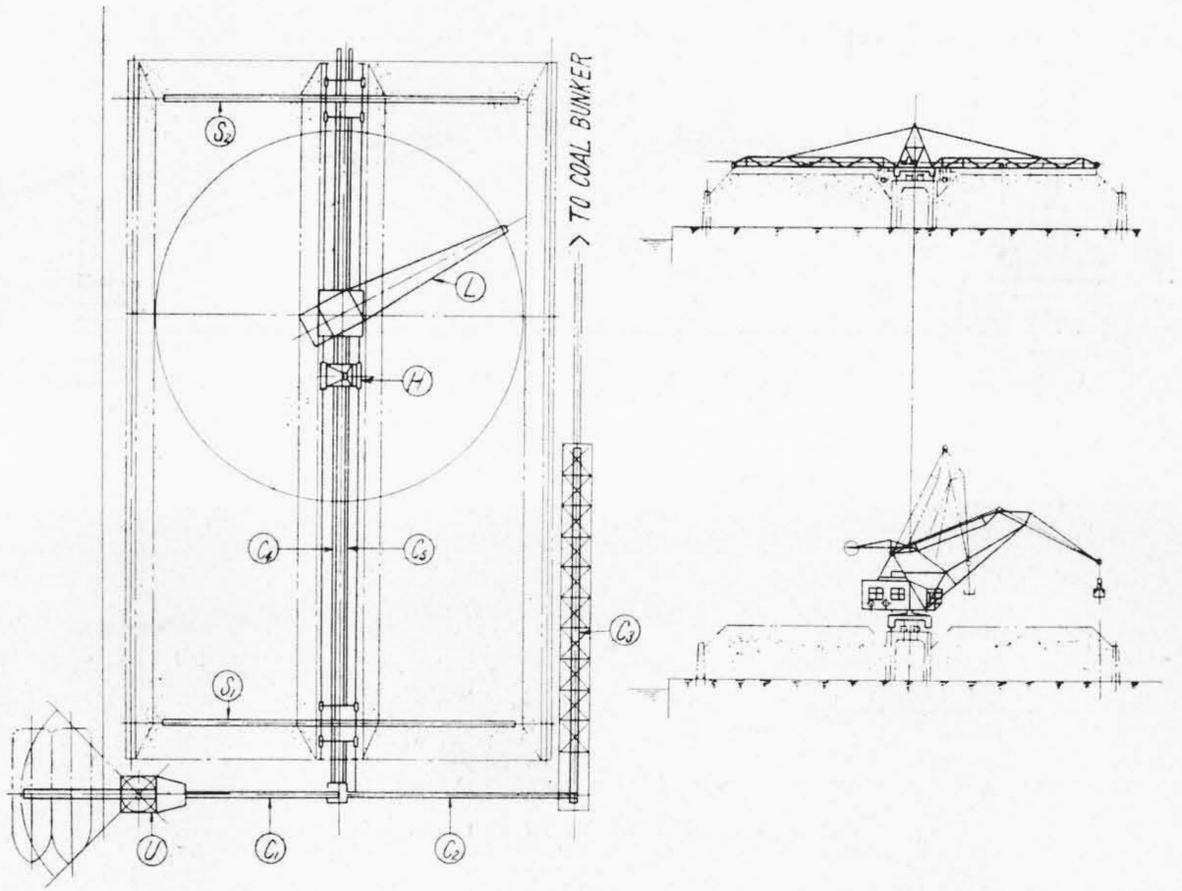
卷上速度.....64 m/min 横行速度.....200 m/min
卷下速度.....96 m/min グラブバケット容量.....5 t

運搬能力..... $5t \times \frac{3,600 \text{ sec}}{68.4} = 260 \text{ t/hr}$
 $5t \times \frac{3,600 \text{ sec}}{64.8} = 270 \text{ t/hr}$

Case	1回の操作時間	能力
1	68.4 sec	260 t/hr
2	64.8 sec	270 t/hr

第5図 橋形起重機作業線図
Fig. 5. Operation Diagram of Bridge Crane

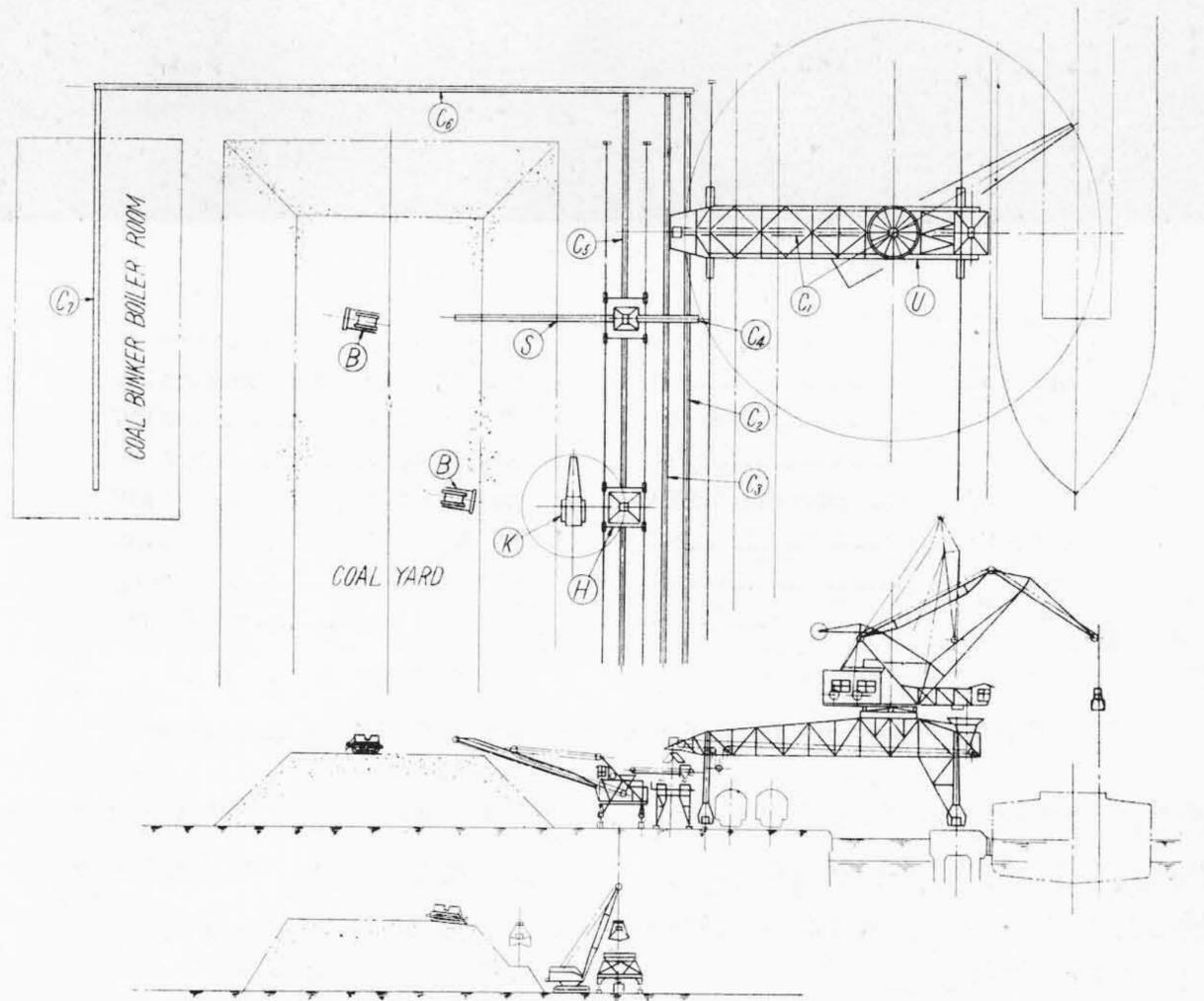
- U.....固定旋回型ローブ
トロリ式陸揚機
- S₁S₂....ダブルウイング
スタッカー
- L.....水平引込起重機
- H.....採炭ホッパ
- C₁.....陸揚ベルトコンベヤ
- C₂.....傾斜コンベヤ
- C₃.....貯炭槽コンベヤ
- C₄.....貯炭ベルトコンベヤ
- C₅.....採炭ベルトコンベヤ



運炭径路 貯炭 U→C₁→C₄→S₁ 又は S₂→貯炭場
貯炭槽への送炭 U→C₁→C₂→C₃→貯炭槽
採炭 L→H→C₅→C₂→C₃→貯炭槽

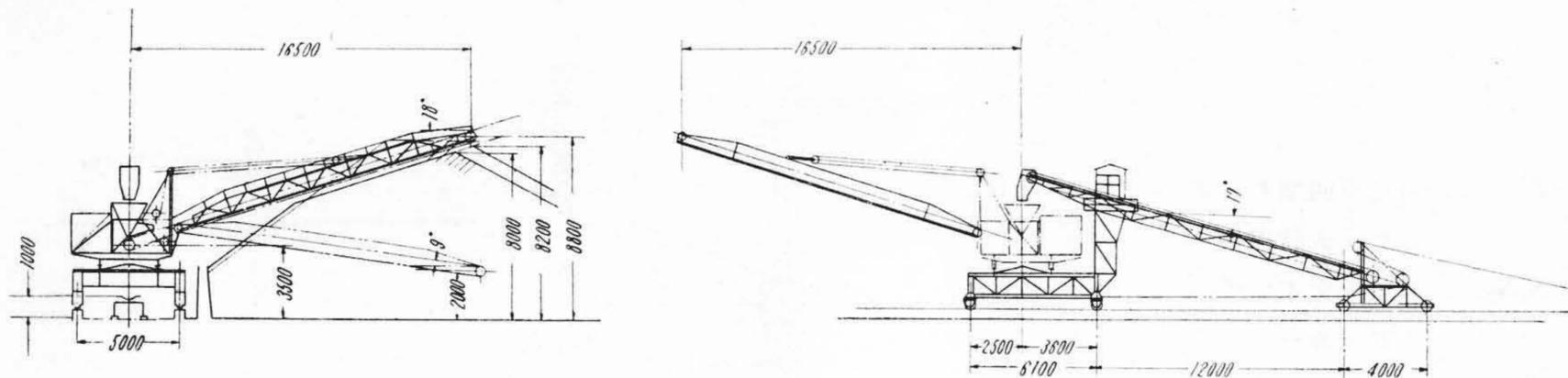
第6図 運炭設備配置図
Fig. 6. Arrangement of Coal Handling Equipment

- U....水平引込起重機式
陸揚機
- S....シングルウイング
スタッカー
- B....ブルドーザ
- K....キャタピラ起重機
- H....ホッパーカー
- C₁....陸揚機内ベルトコン
ベヤ
- C₂....水平ベルトコンベヤ
- C₃....水平ベルトコンベヤ
- C₄....トリッパーコンベヤ
- C₅....採炭ベルトコンベヤ
- C₆....傾斜ベルトコンベヤ
- C₇....ボイラ室ベルトコン
ベヤ



運炭経路 貯炭 U→C₁→C₂ 又は C₃→C₄→S→貯炭場→B
ボイラ室への送炭 U→C₁→C₂ 又は C₃→C₆→C₇→バンカー
採炭 B→K→H→C₅→C₆→C₇→バンカー

第7図 運炭設備配置図
Fig. 7. Arrangement of Coal Handling Equipment



仕 様

能 力.....石炭180 t/hr	傾 斜 常 用..... +18°-9°
傾 斜 コ ン ベ ヤ.....1 条	コ ン ベ ヤ 電 動 機... 80 m/min 7.5 kW
ベ ル ト.....800×5 P	俯 仰 電 動 機..... 3 kW
傾 斜.....約 17°	旋 回 角 度.....両側共 90°
電 動 機... 80m/min 7.5kW	旋 回 電 動 機... 1.5 r.p.m. 5 kW
ウ イ ン グ コ ン ベ ヤ.....1 条	機 体 走 行...10m/min 7.5 kW
ベ ル ト.....800×5 P	走 行 レ ー ル..... 50 kg
機 長.....約 17 m	電 源..... 200 V 50~

第8図 シングルウイング旋回型スタッカー

Fig. 8. Slewing Type Stacker with Single Wing Conveyor

代りに、貯炭はベルトコンベヤとスタッカーにより、採炭は長半径の門型水平引込起重機によるもの、又は機動性のあるブルドーザ、スクレーパ及びキャタピラ起重機によるものが現われた。

これ等の方式、殊にブルドーザ、スクレーパの案は、従来の橋形起重機式と全く趣きを異にするもので、所用資材の点に於ては有利であるが燃料問題及び車輛部品の寿命等我国の現状に於ては種々問題が有るので、慎重検討を要すると考える。

第6図(前頁参照)は貯炭場中央にベルトコンベヤを配置し、ダブルウイングスタッカーによつて貯炭し、水平引込起重機によつて採炭する1例である。

本設備はコンベヤを貯炭場の中央に配し、ウイングコンベヤを貯炭場の幅一杯に張つたダブルウイングスタッカーにより貯炭を行い、幅の1/2を旋回半径とする水平引込起重機により採炭するものである。

第7図(前頁参照)は貯炭場の一端にベルトコンベヤを配置し、シングルウイングスタッカーによつて貯炭し、ブルドーザ、キャタピラ起重機によつて採炭する1例である。

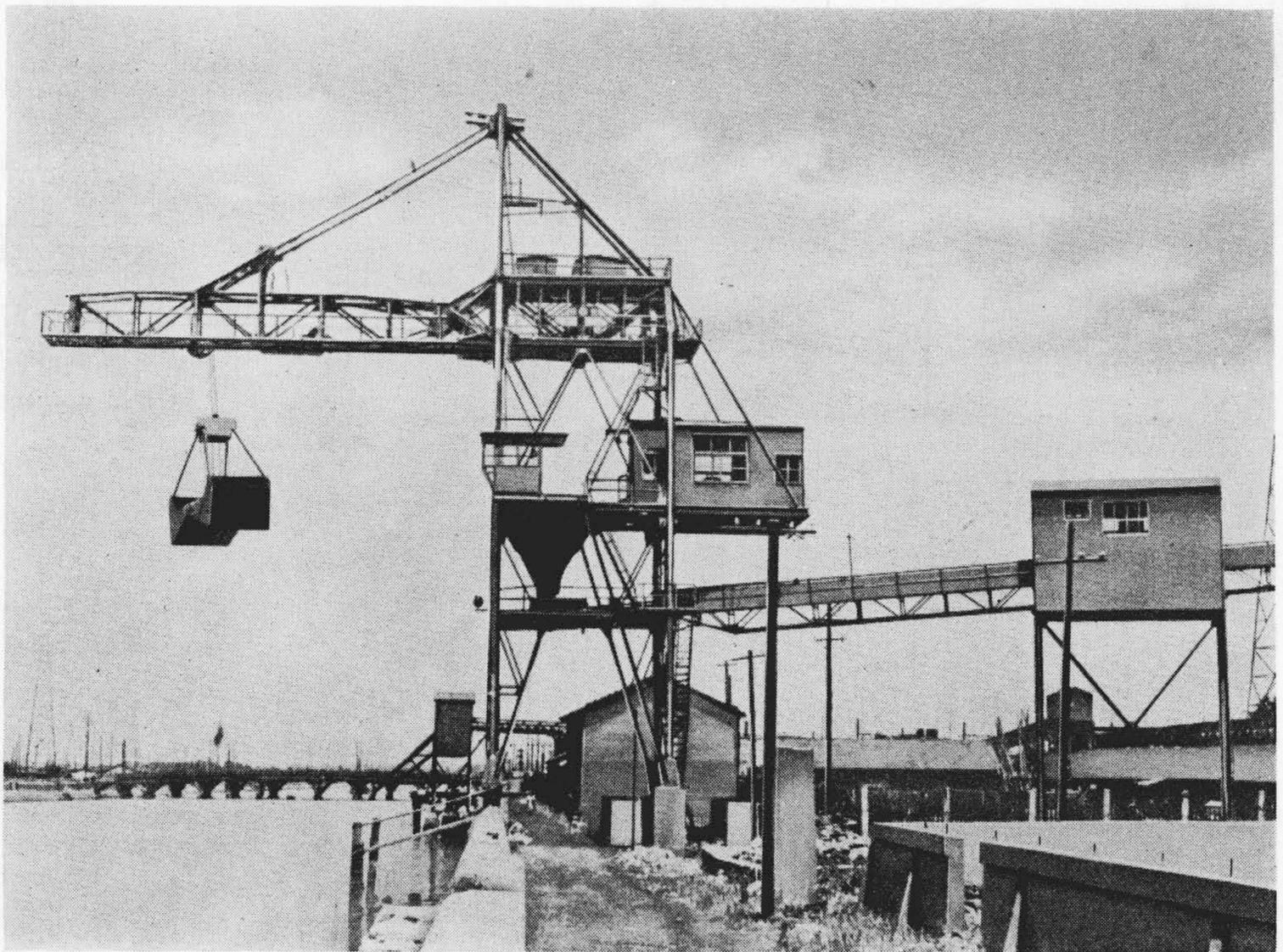
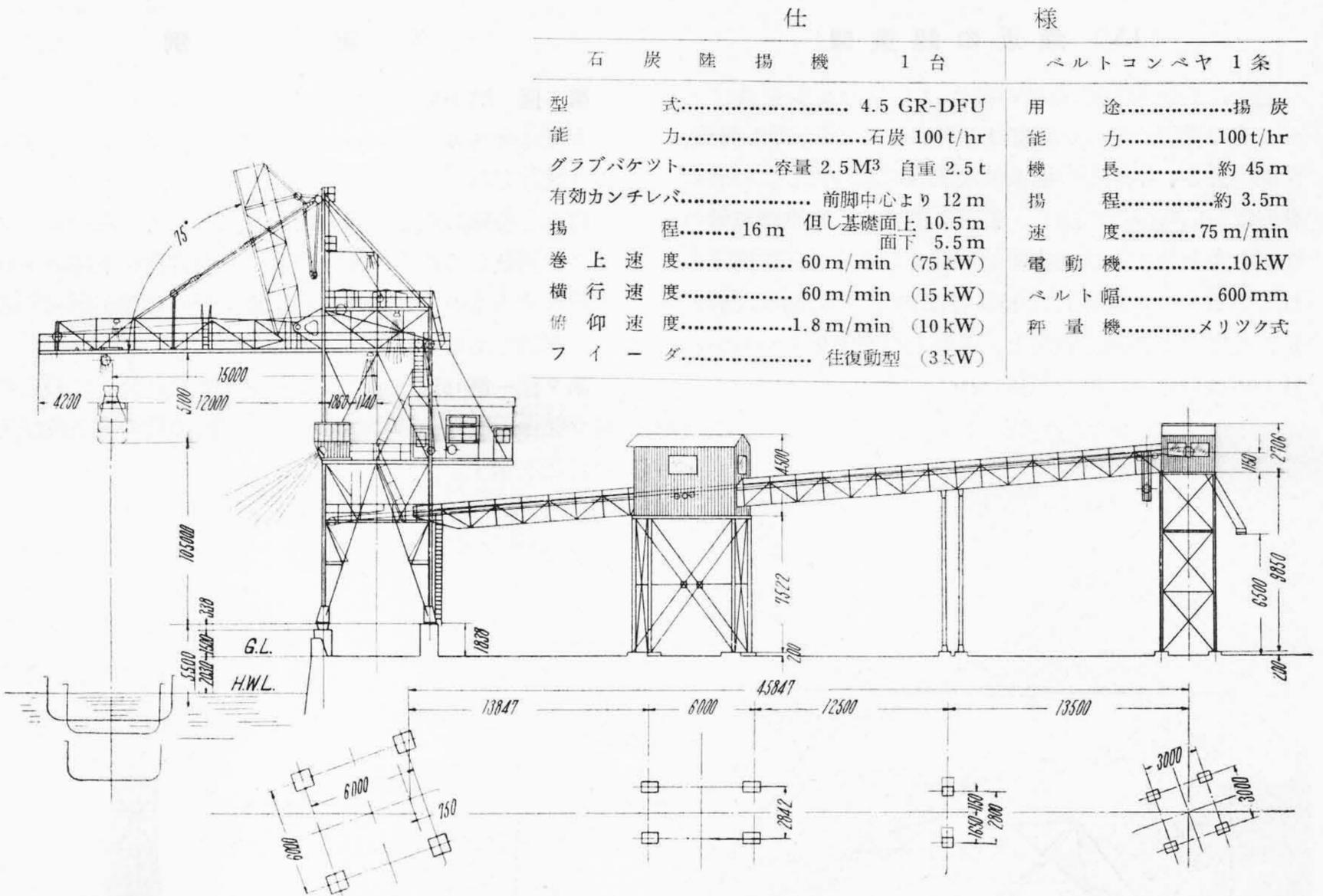
本設備ではコンベヤを貯炭場の一端に配し、貯炭はスタッカーのウイングコンベヤの先端から落し、貯炭場の整理はブルドーザで行うから、スタッカーの半径

は特に大きくする必要がない。採炭はブルドーザで集め、キャタピラクレンでホッパーカーに掴み上げる。ブルドーザ及びキャタピラクレンの台数を増せば能力は増大する。

尙スタッカーには第8図の如きシングルウイング旋回型もある。

又採炭にキャタピラ起重機を用いず、石炭をスクレーパ又はブルドーザによつて地表面上のホッパに落とし、地下コンベヤを経てバンカーに採炭することも出来る。

最近の火力発電所運炭設備



第9図 100 t/hr 石炭陸揚設備
Fig. 9. 100 t/hr Coal Unloading Equipment

〔IX〕 最近の起重機

過去に於て我国起重機の技術は長足の進歩を遂げたが、その発展の形は、規模の小型から大型へ、即ち荷重、径間の長さ、半径等の躍進的な記録にあつた。この形の発展は一応或限度に達し、最近に於ては、起重機設備の性能の向上及びその経済性を上昇せしめることに向けられている。即ち設計上は特に各部の形状を適切な形とし、工作上は勿論、使用上、保守上の簡便化をねらい、且つ重量の軽減に努力が払われている。

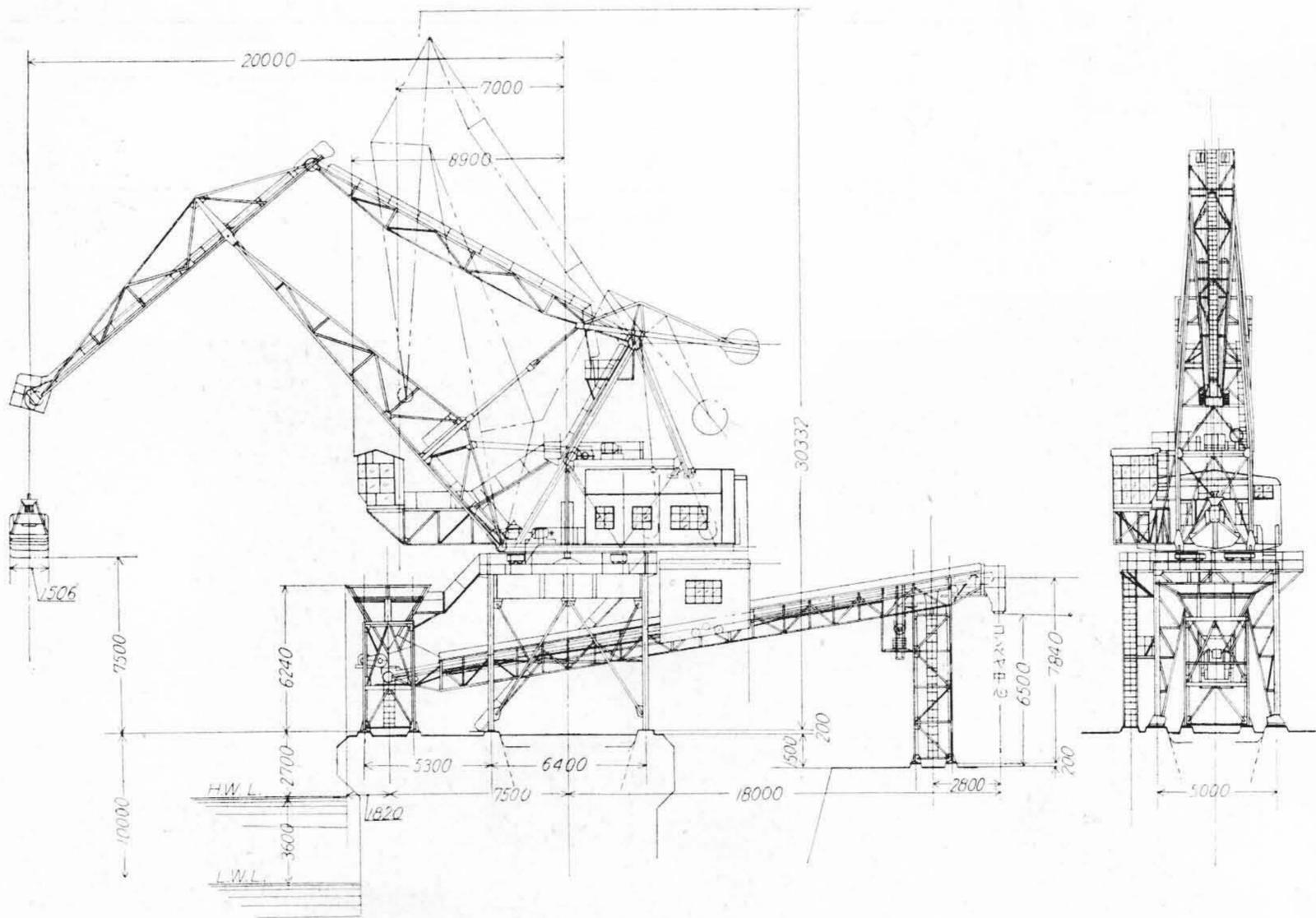
〔X〕 実 例

第1図 (第105頁参照)

本機は簡易カーダンプで、我国現存の貨車に適合するよう設計されている。

貨車を特殊な固定装置で桁に固定し、桁両端のピンラックを回転して貨車を傾け側面より内容物を下部ホッパに投入するもので、短時間に1貨車分の処理が出来て頗る能率的である。

第9図～第16図 (第111頁～第118頁参照) に最近の日立製作所製作の陸揚設備及び貯採炭設備の実例及びその特長を示す。



仕 様

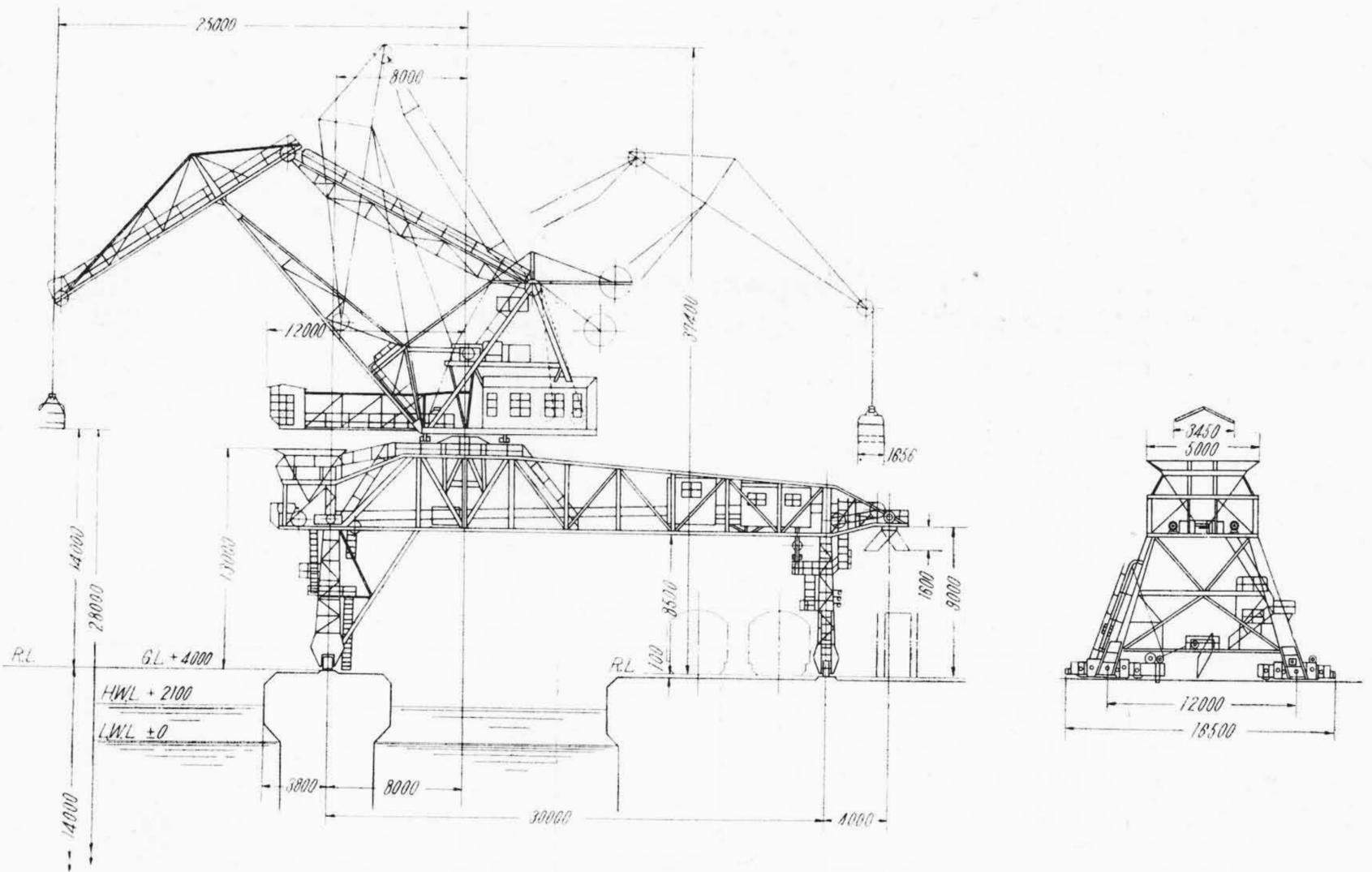
能力.....120 t/hr
 巻上荷重..... 4.5 t
 バケツト... 石炭容量 2.5 m³ 自重約 2.5 t
 揚程...全揚程 17.5 m 基礎面上 7.5 m
 面下 10 m
 旋回半径.....最大 20 m 最小 7 m
 巻上速度..... 64 m/min (75 kW)

開閉速度..... 64 m/min (30 kW)
 引込速度..... 64 m/min (10 kW)
 旋回速度..... 1.5 r.p.m. (15 kW)
 コンベヤ速度..... 90 m/min (5 kW)
 フイダ..... 5 HP (3.7 kW)
 秤.....メリツク式秤量機
 電 源..... 220 V 60 \rightarrow

鋼 索... JIS G-3525 (37 \times 6)
 裸1級 18 ϕ
 巻上用 S 及び Z 燃 72 m 各 1
 開閉用 S 及び Z 燃 72 m + 14 m 各 1

第10図 120 t/hr 石炭陸揚設備
 Fig. 10. 120 t/hr Coal Unloading Equipment

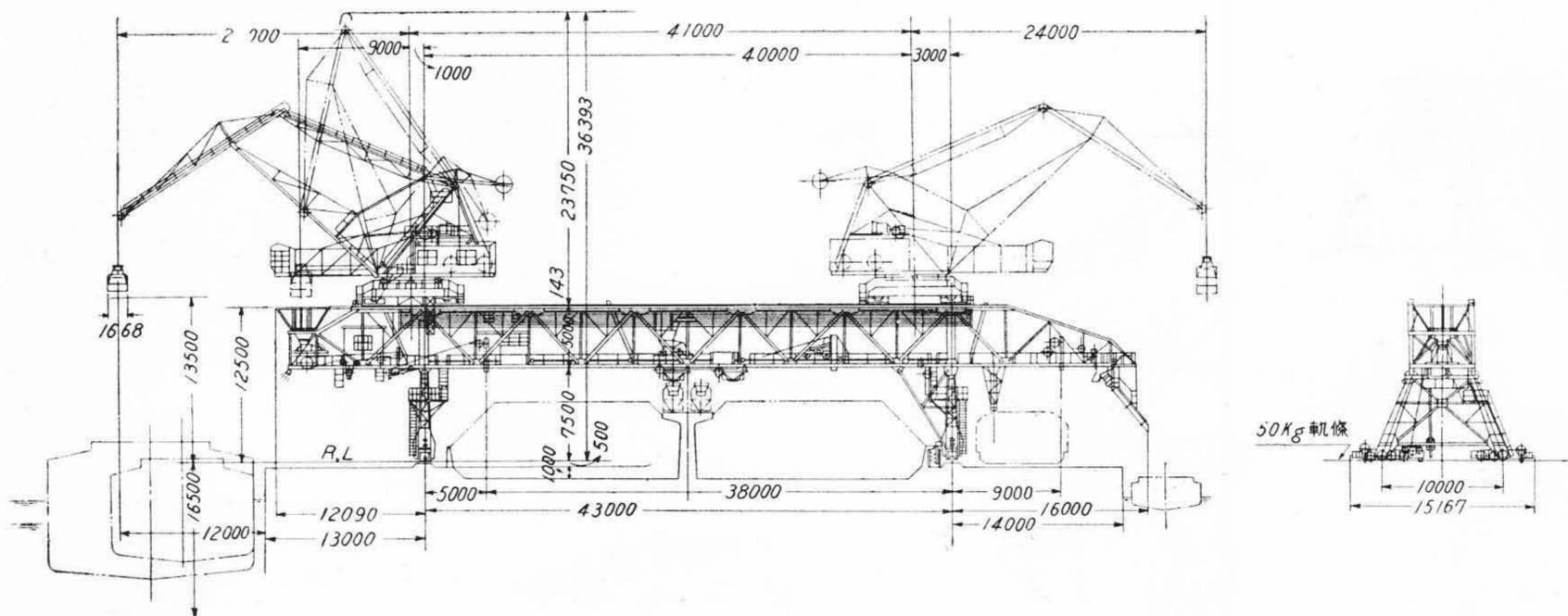
最近の火力発電所運炭設備



仕 様

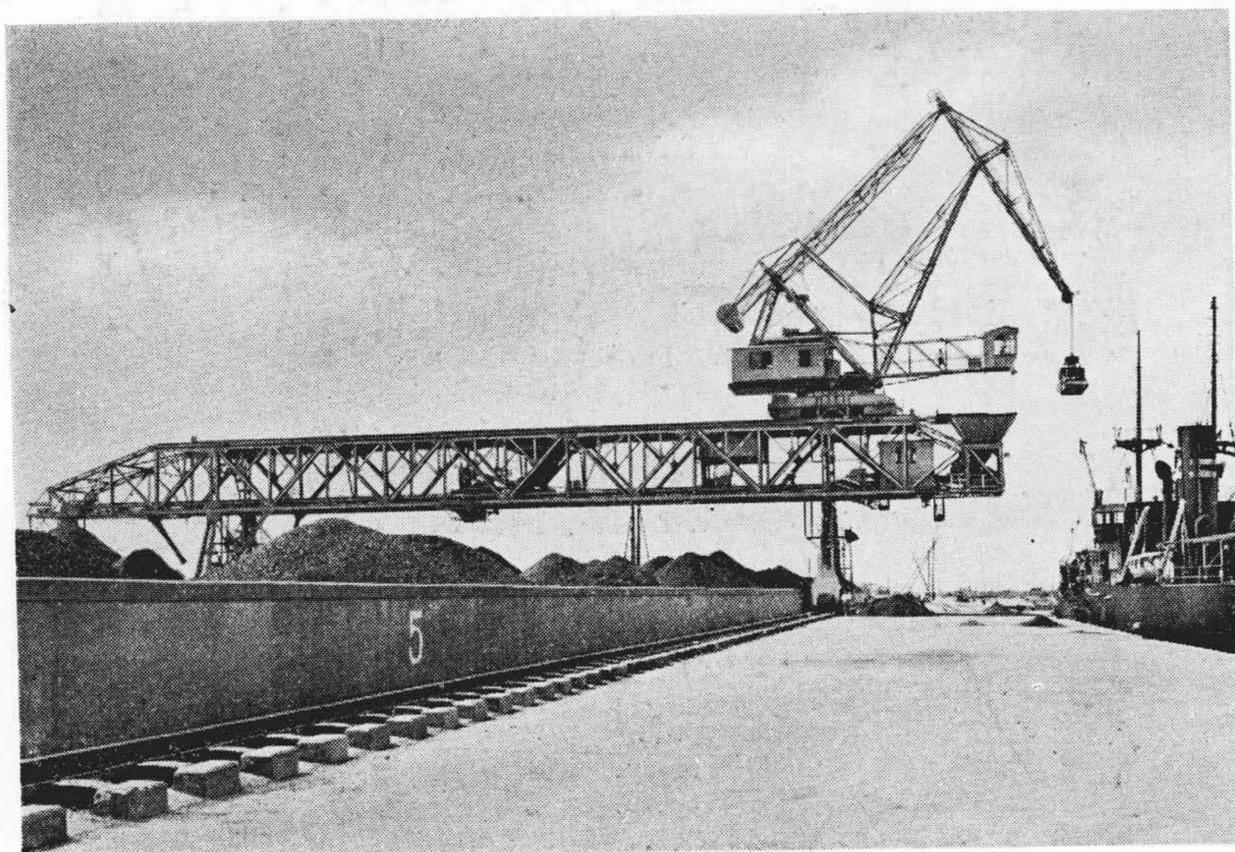
用途.....石炭陸揚	径 間..... 30 m	走行速度.....20 m/min
能力..... 150 t/hr	メルトコンベヤ..... メルト 1,000×8 P	ホツプフィーダ.....往復動型
形式.....GLI. B-TB	機 長.....34.2 m	コンベヤ速度..... 64 m/min
巻上荷重.....6.0 t	巻上速度..... 64 m/min	レールクランプ.....電動
グラブ容量..... 石炭 4.0 m ³	開閉速度..... 64 m/min	走行軌条..... 74 kg
旋回半径.....最大 25.0 m 最小 8.0 m	引込速度..... 64 m/min	電 源..... 400 V 50 [~]
揚 程...レール面上 14m 面下 14m 28m	旋回速度.....1.25 r. p. m.	

第 11 図 150 t/hr 陸 揚 機
Fig. 11. 150 t/hr Unloader



仕 様

型式	5.5 GH-B ₂ -CCTB	レールクランプ	3 kW×2
能力	石炭 150 t/hr	フィーダ	{ エプロン型 幅 640 mm 速度 16 m/min (3 kW)
グラブバケット	容量 3 m ³ 自重 3 t	移動ホツパ	{ 移動距離 3.82 m 速度 14 m/min (3 kW)
揚程	軌条面上 13.5 m 面下 16.5 m	船積ミユート	{ 伸縮行程 3.45 m 速度 20 sec (3 kW)
旋回半径	最大 24 m 最小 9 m		
径間	43 m		
横行範囲	41 m 但剛脚側 1 m 揺脚側-3 m		
桁下面高さ	走行軌条面上 7.5 m		
桁上面高さ	走行軌条面上 12.5 m		
巻上速度	80 m/min (100 kW)	ベコ	
開閉速度	80 m/min (30 kW)	ルト	No. 1
引込速度	80 m/min (20 kW)	コン	750×6×(3+1.5)
旋回速度	2 r.p.m. (20 kW)	ベ	750×6×(3+1.5)
横行速度	40 m/min (30 kW)	ヤ	102 m/min
走行速度	20 m/min (75 kW)	電	101 m/min
		源	3 kW
			メリツケ式秤量機付
			片舷トリツパ付
			440 V 60 \rightarrow 操作回路 110 V D.C.

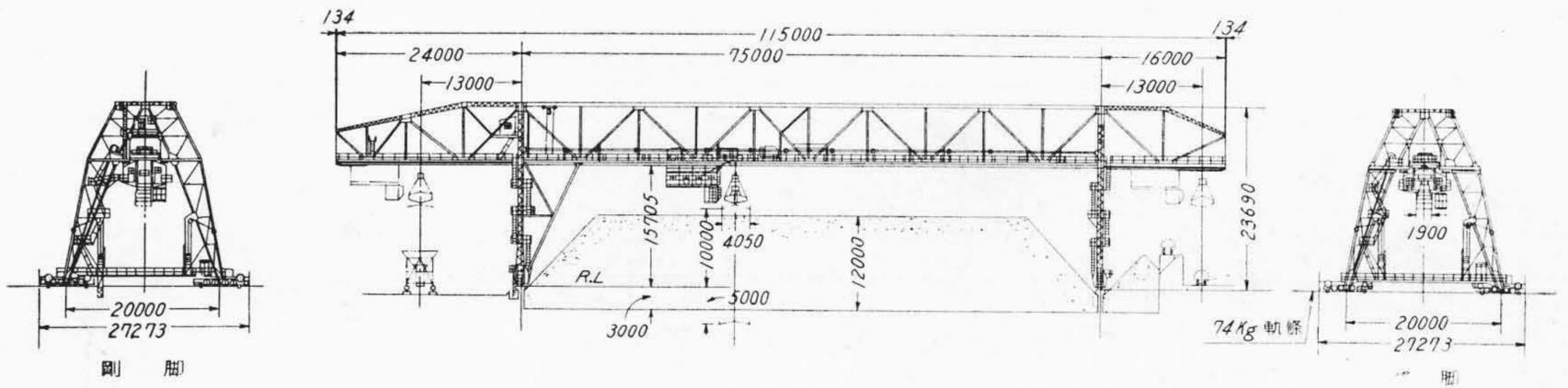


第12図 150 t/hr 陸揚貯採炭起重機
Fig. 12. 150 t/hr Unloading, Storing and Reclaiming Crane

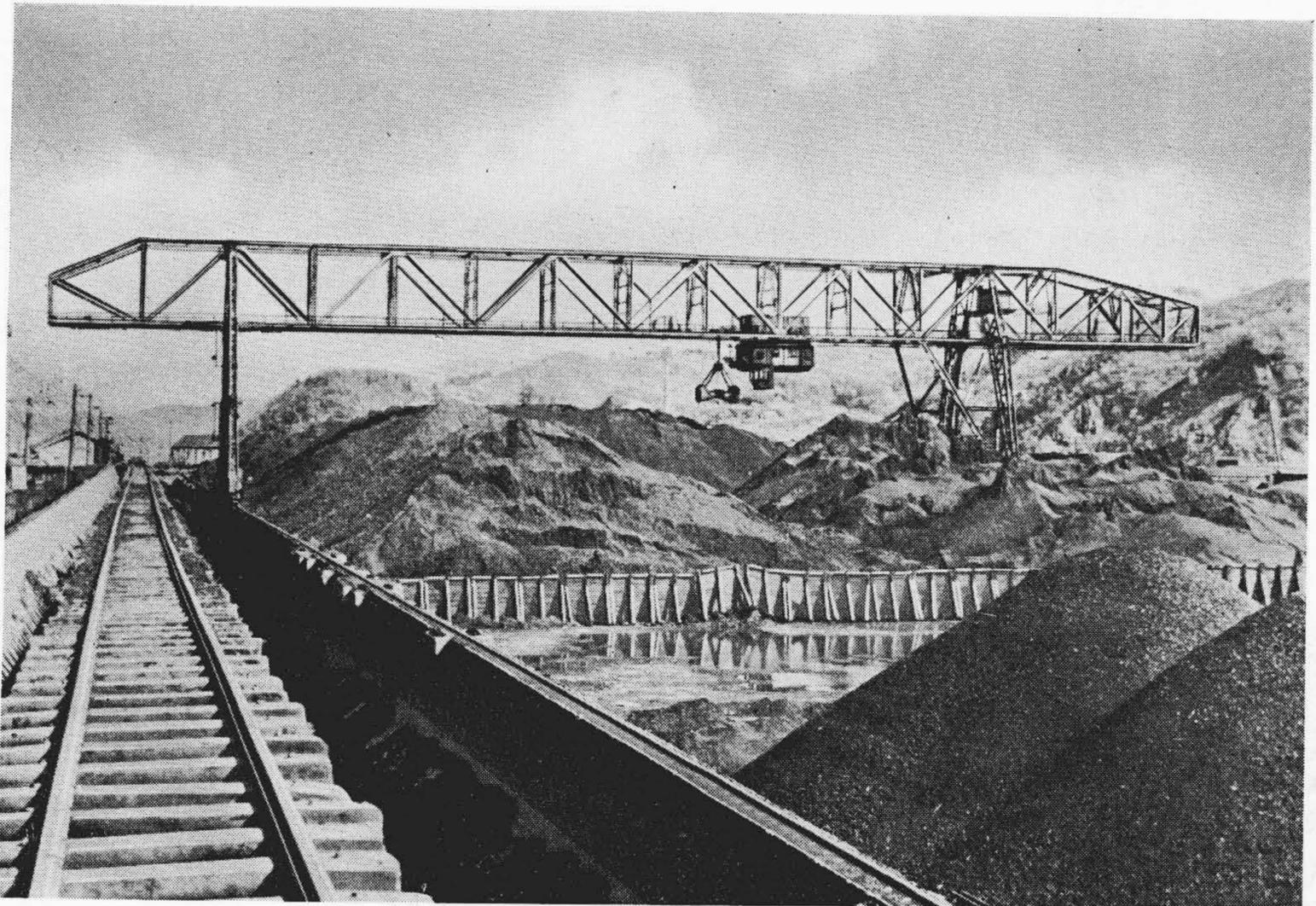
本機は年間 1,300,000 t 陸揚計画の一部として設置された荷役能力 150 t/hr のダブルリンク式水平引込起重機付走行橋形起重機である。

橋形桁内にはホッパ、フィーダ、ベルトコンベヤ等を配置し、陸揚、貨車積、トラック積、舁積、或は貯炭を行うものである。

尚水平引込起重機の最大半径 24 m、橋形起重機の桁の全長 67 m、グラブバケットの全到達距離 97 m にも及ぶ大形である故、運転及び信号には特に留意してある。即ち運転室は水平引込起重機先端と橋形部分の中央との、2箇所に設けられ、両運転室間は電話機にて連絡を計り、一方橋形の先端より首掛式マイクロホンを下し、船のハッチより上部運転手に連絡し荷役の高能率を計っている。



仕		様	
形式	9 GM-CCTB	巻上速度	80 m/min (100 kW)
能力	石炭 240 t/hr	開閉速度	80 m/min (100 kW)
グラブバケット	{ 容量 石炭用 5m ³ 自重 石炭用 5t	横行速度	200/100 m/min (2×50/25 kW)
径間	75m	走行速度	20 m/min (100 kW)
横行範囲	101 m	軌条綱	8×3 kW
揚程	軌条面上 10 m 軌条面下 5 m	軌条	74 kg
		電源	420 V 60 ω



本機はピット内に卸された石炭を、グラブバケットにて中央貯炭場に山積させ、或は貯蔵炭を掴みとり、ホッパーカーに運ぶために使用される。

本機の特長は次の通りである。

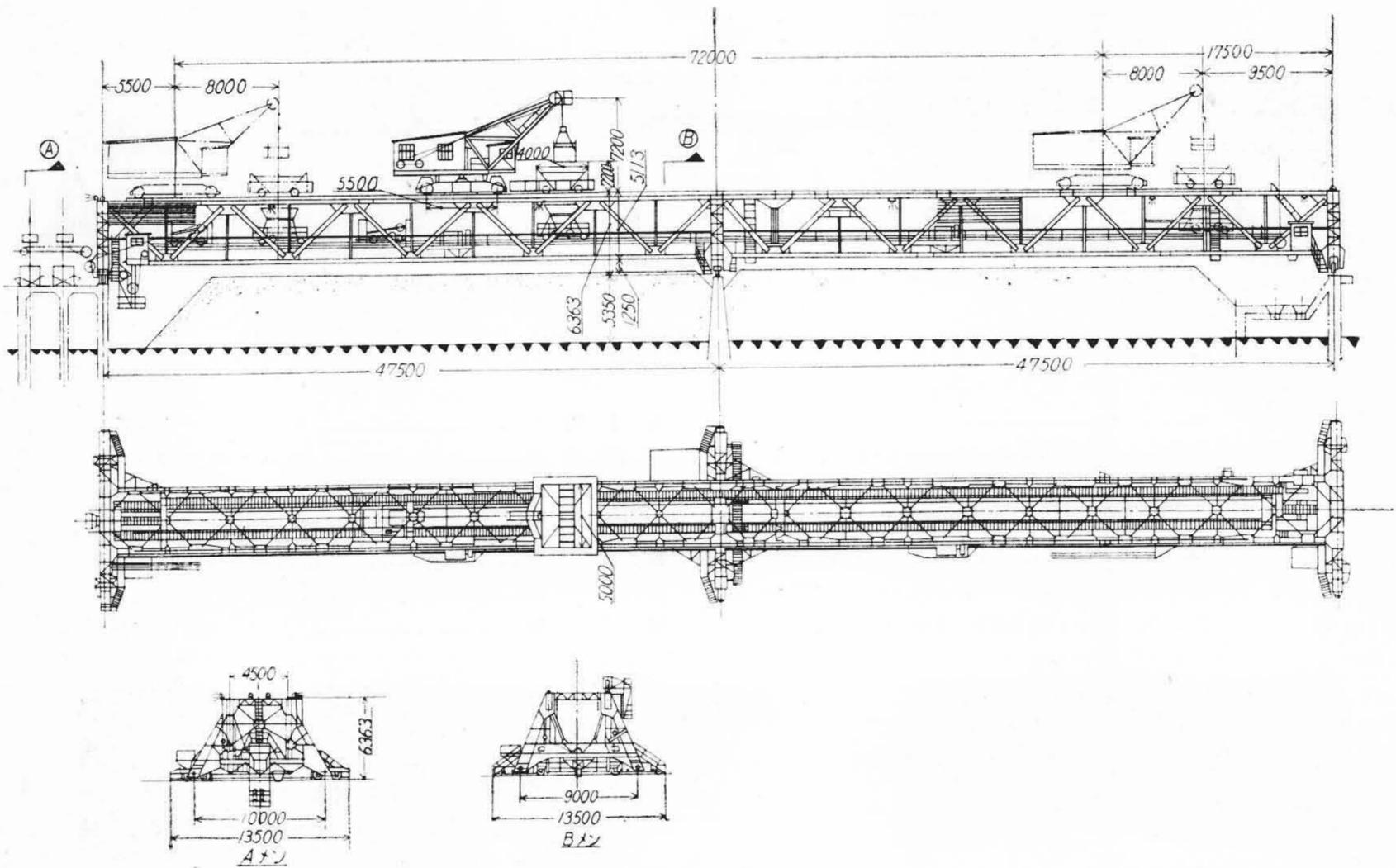
- (1) マントロリは下垂式としたため機械室を十分広くとることが出来、修理点検が容易となり、同時にガーダの強度を高め得る。
- (2) グラブの開閉操作は等容量2電動機式とし、構

造を簡単にした。

- (3) マントロリの横行には2重速度電動機を使用し、高速より低速に電気制動がかかる故、機械ブレーキの発熱や磨耗が少いと同時にガーダ末端の所定の限界迄安全に運転し得る。
- (4) 猛烈な突風を予想して、起重機の走行車輪は全輪ともブレーキを備え、又強力なるレールクランプも有している。

第13図 240 t/hr マントロリ式橋形起重機

Fig. 13. 240 t/hr Man Trolley Type Travelling Bridge Crane



仕 様

型 式	.....GJ-B-TB
径 間	.....47.5 m×2
ジブクレン移動距離	.....72m
桁 幅	.....4.5m
走行速度	.....25 m/min (50 kW×2)
電動軌条摺	.....容量40 t×3 3 kW×3
走行軌条	.....起重機用 74 kg/m
ベルトコンベヤ	容量.....石炭 400 t/hr
	ベルト.....1,000×7×(5+2)
	速度.....125 m/min
	機長.....92.4 m
	電動機.....40 kW

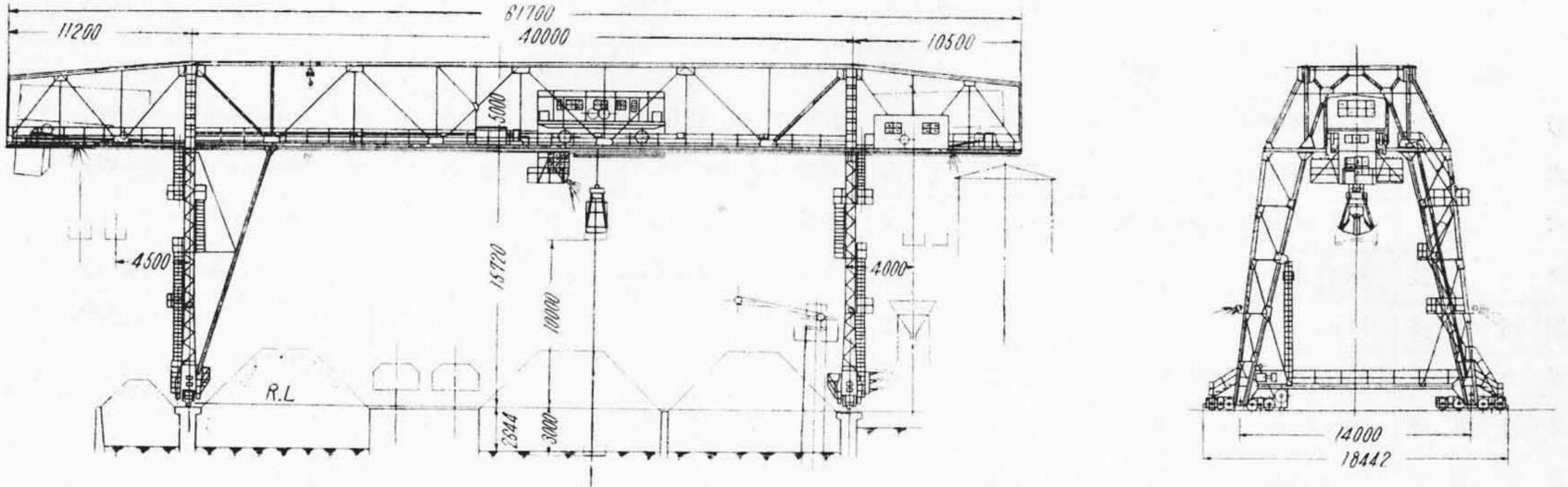
トリツパ	型 式	.....電動走行型
	速 度	.....10 m/min
ジブクレン	電動機	.....5 kW
		.....9 t×8 m (既設品転用)
移動ホツパ		.....15 m ³ (既設品転用)
電 源		.....220 V 60~

本機は2径間3本レール上を走行する橋形起重機で、次のような特長がある。

- (1) 3本のレールの高低の変化に応ずるため、桁の構造にゲルバー桁方式を採用した。
- (2) 3本のレールのスパンの変化に応ずるため、起重機の走行は中央脚の車輪で「ガイド」し、両

- 端脚の車輪を自由にした。
- (3) 走行車輪の軸受けはボール入りとして走行抵抗を少くした。
- (4) 保守点検を楽にするため、走行車輪はレールの方向に容易に抜出せる構造とした。

第14図 400 t/hr ジブ付貯採炭起重機
Fig. 14. 400 t/hr Coal Handling Bridge Crane with Jib Crane



仕 様

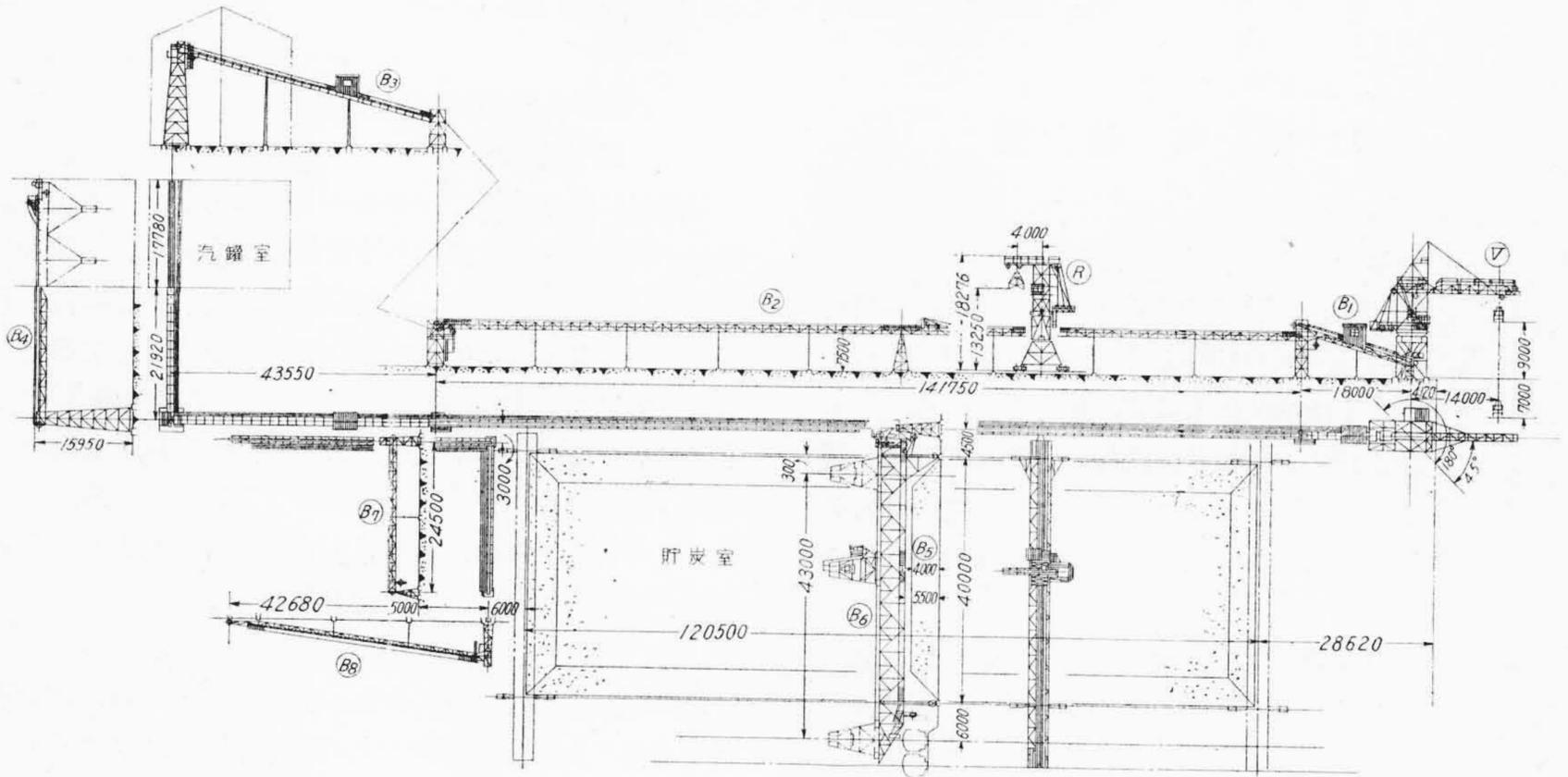
型 式.....	GM-CCTB	巻 上 速 度.....	60 m/min (2×60 kW)
能 力.....	250 t/hr	横 行 速 度.....	160 m/min (50 kW)
グラブバケット.....	容量 5 m ³	走 行 速 度.....	30 m/min (75 kW)
巻 上 荷 重.....	8.0 t	レールクランプ.....	2×3 kW
径 間.....	40 m	レ ー ル.....	50 kg
揚 程.....	13 m	電 源.....	440 V 60 ϕ
横 行 範 囲.....	48.5 m		

本機マントロリの特長はブロック作成法の採用である。即ち巻上及び横行装置はギヤボックスがフレームの一部を構成し、芯出しは殆ど機械作業によつてきまるため、取付組立が容易となり、保守が楽になる。

巻上機構は等容量2電動機式、横行にはコントローラによる押上機制動の他に、逆相制動による自動速度制御を併用している。

最も最新型のマントロリである。

第15図 250t/hr マントロリ式橋形起重機
Fig. 15. 250 t/hr Man Trolley Type Bridge Crane



第16図 (A) 60 t/hr 運炭設備
Fig. 16. (A) 60 t/hr Coal Handling Equipment

仕 様

① 陸揚機		② 貯採炭起重機			
形式	2.3 GR-FSU	形式	2.3 GL-B2-TB	巻上速度	50 m/min (30 kW)
能力	石炭 60 t/hr	能力	石炭 60 t/hr	引込速度	50 m/min (30 kW)
バケツト	容量 1.2 m ³ 自重 1.3 t	バケツト	容量 1.2 m ³ 自重 1.3 t	横行速度	20 m/min (5 kW)
揚程	9+7 16 m	揚程	13.25+0.5 13.75 m	走行速度	10 m/min (15 kW)
旋回半径	14 m	有効半径	4 m	コンベヤ (貯採炭共)	
巻上速度	60 m/min (40 kW)	径間	40 m	能力	60 t/hr
横行速度	60 m/min (7.5 kW)	カンチレバ	引込線側 有効 6 m	ベルト	500×5×(3+1.5)
旋回速度	0.5 r.p.m. 5 (kW)	桁下面高さ	地面上 5.5 m	速度	75 m/min
フイーダ	2 kW	フイーダ	2 kW	電動機	5 kW

	③ コンベヤ					
	B1	B2	B3	B4	B7	B8
用途	石炭					灰
能力 (t/hr)	60					10
ベルト	500×5×(3+1.5)					
速度 (m/min)	75					50
テーク・アップ	オモリ式 テーク・アップ					
電動機 (kW)	3	10	7.5	5	3	2
備考	傾・秤付	水平・ドリツパ付	傾・秤付	水平・ドリツパ付	水平・ドリツパ付	傾
電源	①②③ 共 200 V 60~					

本機は自家発電所用の運炭設備である。図中

U....固定旋回型ロープロリ式陸揚機

R....貯採炭クラブ付橋形起重機

B₁....陸揚用コンベヤ (メリック秤量機付)

B₂....水平ベルトコンベヤ

B₃....傾斜ベルトコンベヤ (メリック秤量機付)

B₄....ボイラ室ベルトコンベヤ

B₅....貯採炭起重機内貯炭ベルトコンベヤ

B₆....貯採炭起重機内採炭ベルトコンベヤ

運炭経路 貯炭 船→U→B₁→B₂→B₅→貯炭場

ボイラ室へ送炭 船→U→B₁→B₂→B₃→B₄→コールバンカー

採炭 R→B₆→B₂→B₃→B₄→コールバンカー

この設備は自家用小容量発電所の設備として典型的なものである。

第16図 (B) 60 t/hr 運炭設備

Fig. 16. (B) 60 t/hr Coal Handling Equipment

〔XI〕 電気設備

運炭設備用機器に使用される電気品は、電動機及び制御器共その用途の性質上下記の諸点が考慮されている。

- (1) 起動、停止、正転及び逆転が頻繁に繰返えされ、且つ過負荷回転力、逆相回転力が加えられるので、電氣的にも機械的にも頑丈に製作している。
- (2) 起動、停止、正転及び逆転が頻繁なるため、運転能率を良好にするためには、加減速時間を短縮しなければならない。このため回転子の慣性能率を極力小さくしている。
- (3) 電気品はガード上、マントロリ内、或いはコンベヤ機械側に取付けられるため、振動、衝撃が加えられるが、これに耐えるため、頑丈な構造としている。
- (4) 設置場所の関係上水滴、湿度、炭塵が多いが、これを防ぐ構造とし、且つ取付場所が狭いので、

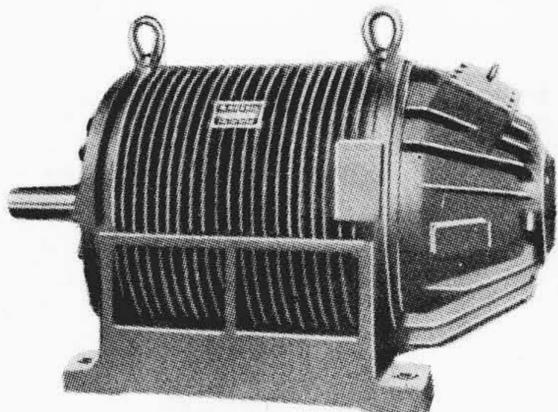
点検手入に便利な構造としている。

(1) 電動機

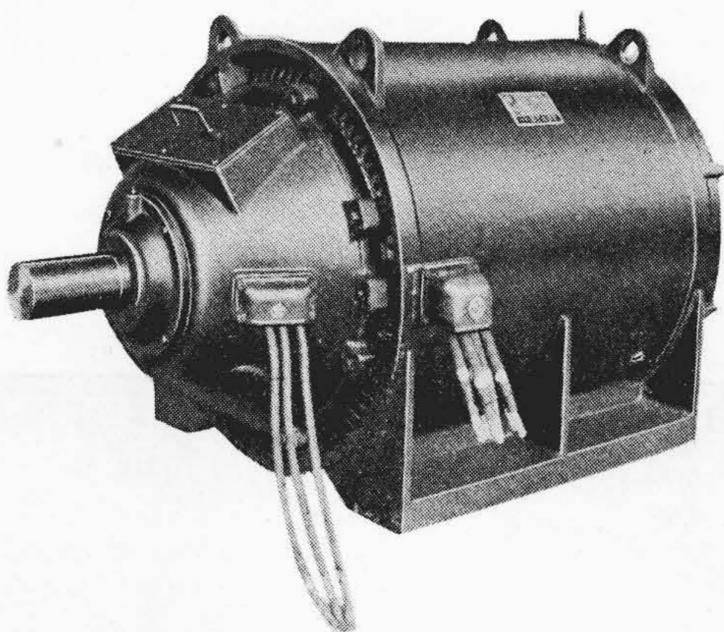
電動機には直流機、交流機の2種があるが、速度調整範囲、起動回転力、負荷の性質及び電源設備により決定される。直流機は大なる起動回転力と巻下し時に於ても安定なる速度制御が出来る等の優れた性能を有するが、直流電源供給に種々不便な点が多い。特殊の場合を除き、交流電源は供給が簡単であり、交流機自身も価格、構造、保守の点で優れているので、一般には交流機が用いられる。電動機の出力は数馬力より数百馬力までを使用し、台数も数台より十数台を使用する。

(i) 電動機型式

設置場所が水滴、湿度、炭塵が多いから、一般には全閉型が適当である。高頻度のものたとえば、クラブバケツト起重機の巻上用或いはコンベヤのごとく長時間連続運転する場合には、全閉外被通風型が適当である。密閉型にすると冷却効果が低下するため、高頻度大容量の電動



第17図 全閉型交流電動機
Fig. 17. Totally Enclosed Type A.C. Motor



第18図 全閉外被通風型交流電動機
Fig. 18. Totally Enclosed Type Fan Cooled A.C. Motor

機では別に冷却扉を設け、常に冷却する他力通風とし、併せて形態を小さくする方法も採用されている。第17図は全閉型、第18図は全閉外被通風型を示す。

(ii) 電動機回転数

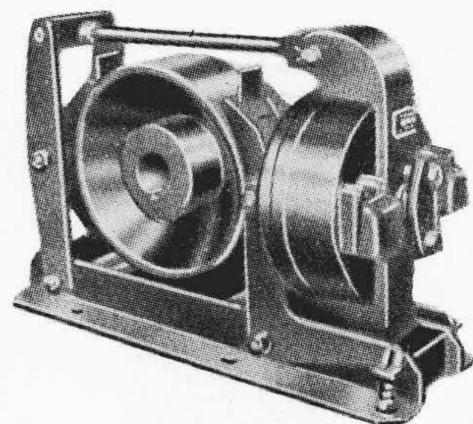
本用途に使用される電動機は起動停止が頻繁なため、定格回転数を低くした方が加減速に要する時間が短くなるので、低速度の電動機が有利である。電動機より考える時は回転数を高くした方がトルクが小さくなり、外形重量も小さくなる。これらの点を考慮し最も適当と思われる回転数を決定したのが JEM-C 1 号である。コンベヤは連続定格であるから、加減速時間があまり問題にならないので比較的高速で 4~6 極を使用している。

(iii) 回転子の構造

起動停止が頻繁なため、回転部分の慣性能率をできるだけ小さくしている。従つて径が小さく軸方向に少々長い形の電動機となつている。各部共運転時の振動に耐えるよう頑丈な構造となつている。特に巻下し時は同期速度以上に運転され、逆相制動も行うため十分な絶縁耐力を持たせている。

(2) 制御装置

運炭機中特に高頻度に起動、停止が行われるものは、



第19図 ポスト型直流電磁ブレーキ
Fig. 19. Post Type D.C. Magnetic Brake

陸揚機と貯採炭用に使用される橋形起重機である。従つて使用する制御器具も電氣的、機械的にこれに耐えるよう設計製作されている。

(i) 電磁ブレーキ

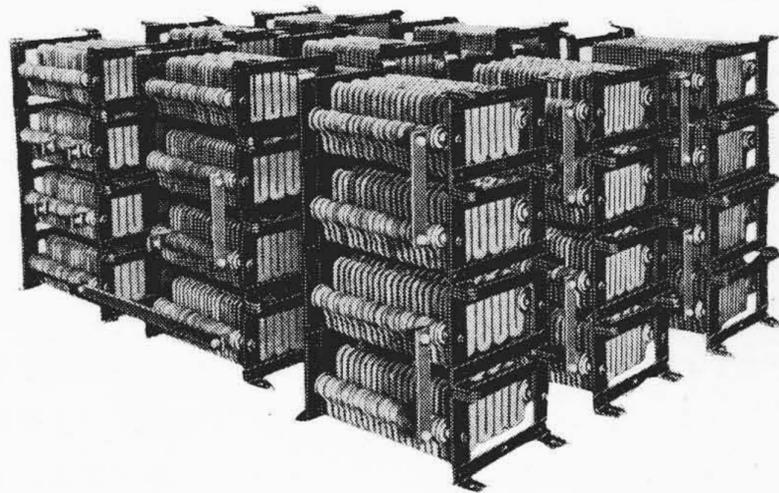
電磁ブレーキにはその電磁線輪が交流式と直流式のものがあるが、交流式ものは起動電流が大きく吸着時の衝撃もあり高頻度に使用すればブレーキ片の磨耗が甚だしいので、起動電流も少なく、吸着時の衝撃も少ない直流電磁石が推奨される。第19図はポスト型直流電磁ブレーキを示す。

(ii) 押上機ブレーキ

電磁ブレーキの代りに円滑な動作を行う押上機ブレーキが用いられる。従来その動作時間が比較的長かつたが近時非常に短時間のものが製作されるようになった。然し巻上用に使用すると、制動距離が長くなり工合が悪いので電気制動と併用しこの欠点を補つている。

(iii) 抵抗器

一般にはグリッド抵抗器が使用される。振動に十分耐える断面積を有し、高頻度に使用されても許容最高温度である 350°C 以下にしなければならない。設置場所は通風のよい、雨水のかゝらぬところにする。マントロリで機械室に設置する場合は、防熱壁、通風窓を設ける。第20図は開放型グリッド抵抗器を示す。



第20図 開放型グリッド抵抗器
Fig. 20. Open Type Grid Resistor



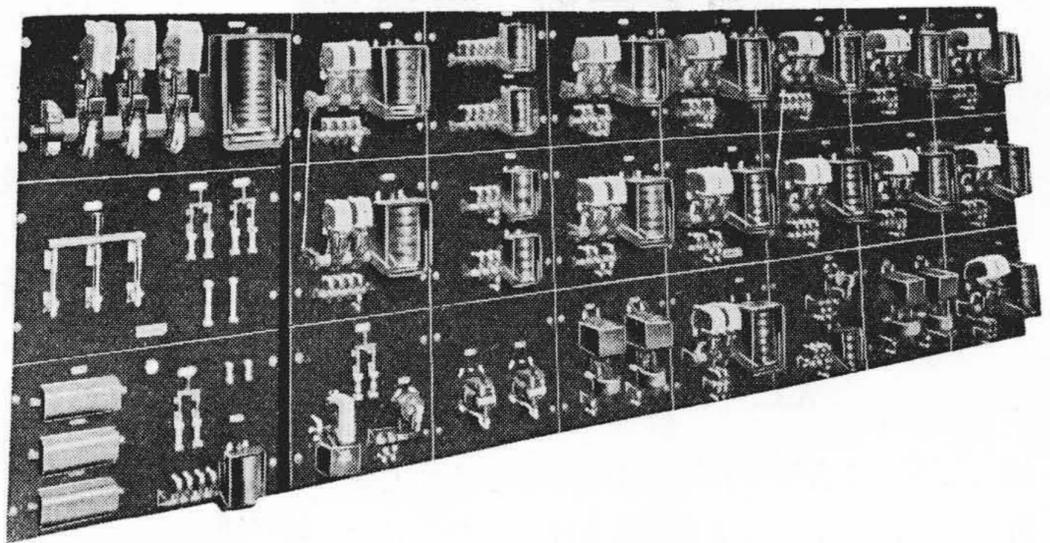
第21図 クランクハンドル式制御器
Fig. 21. Crank Handle Type Controller



第22図 レバーハンドル式主幹制御器
Fig. 22. Lever Handle Type Master Controller

(iv) 制御器

電動機の正逆起動並びに速度制御を行うもので、直接電動機の一次、二次の制御を行うものを可逆制御器、一次、二次の主回路は電磁接触器にて行い、その電磁線輪を制御するものを主幹制御器と呼んでいる。ハンドルの構造でクランク式、レバー式とに分けられる。バケツの開閉巻上又は水平引込起重機の旋回引込を1本のハンドルで同時に操作するユニバーサル型のものもある。何れも接点部分の構造を頑丈とし高頻度に耐えるようにしている。第21図はクランクハンドル式可逆制御器、第22図はレバーハンドル式主幹制御器を示す。



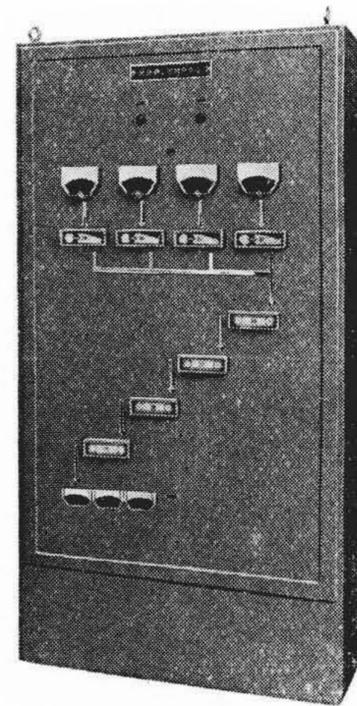
第23図 電磁接触器盤
Fig. 23. Magnetic Contactor Panel

(v) 電磁接触器盤

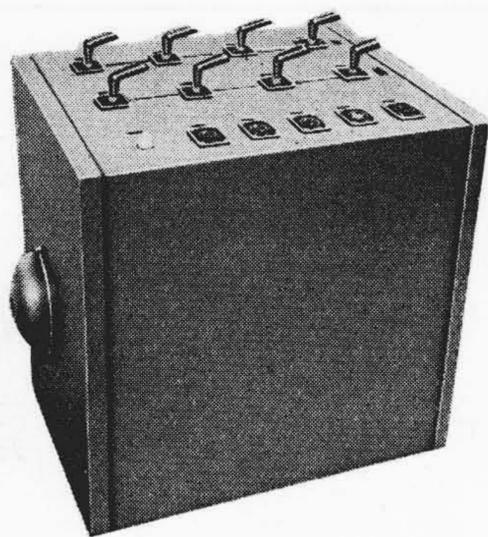
電磁接触器盤はフェノールレジジン板又はアスベストエポニ板上に電磁接触器、電流制限器、刃形開閉器等をつけた盤で、電動機一次回路の正逆転用接触器、二次回路の抵抗短絡を行う接触器群により速度制御を行わせるものである。電磁接触器は電磁ブレーキと同様高頻度用としては直流電磁線輪のものがよい。第23図に電磁接触器盤を示す。

(vi) 制御方式

船からボイラ室迄又は貨車からボイラ室までの間で、陸揚機又は貯採炭起重機類は各単独に運転されるが、貯炭或いは採炭コンベヤは、操作室の操作盤並びに照光盤により総括制御が行われている。これは運転すべき系統の選択を運転室に於て行い、次に系統毎の順序連動起動を操作盤の押釦により行うもので、単独の運転停止、連動の順序停止も可能である。この作業の全貌は照光盤の



第24図 照 光 盤
Fig. 24. Lighting Signal Board

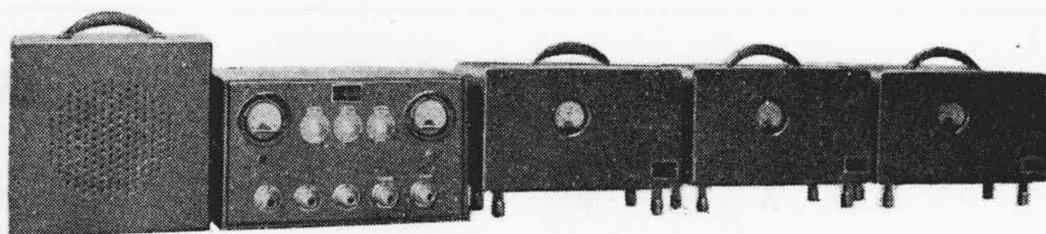


第25図 操作盤
Fig. 25. Controlling Desk

象形表示灯により知ることが出来る。第24図は照光盤、第25図は操作盤を示す。

陸揚機又は貯採炭起重機の制御方式としては、電動機の一次側の2線を切換えて可逆運転を行わせると共に、二次回路の抵抗の増減により、速度制御を行う。負荷の性質によつては巻下しの際電動機は負荷より駆動されて発電機となり、所謂回生制動を行つて電力を電源に送り返さず場合がある。交流電動機の色度制御は簡単で二次抵抗を制御すればよいのであるが、負荷が軽い場合及び巻下の負荷の場合には、二次抵抗を増しても低速は得られない。負荷の軽重にかゝらず安定した低速運転を必要とする方式としてはワードレオナード方式、極数変換方式、CFコントロール方式（この方式は押上機式制動機を使用する装置に於て、押上機に主電動機の二次周波数を添加し、その押上力を調整して、制動力を適当に加減することにより主電動機の色度制御を行うものである。）等の諸方式があるが、それぞれ用途に応じて撰採採用される。

又交流電動機の特珠減速方法としては、巻上装置には押上式制動機の遊び時間を巧みに利用して主電動機の逆相制動を行い、制動力が十分發揮されてから押上機連動スイッチにより逆相制動を解除するようにして、ブレーキの磨耗を減少すると共に制動距離の短縮を計つている。又マントロリの横行は一般に高速であり、ガード終端近くでは減速せぬと危険を伴うことが多い。この減速方法として、逆相制動式、極数変換式があり、前者は或予定減速点を通過するマントロリの速度が予定値以上の場合後者は或予定減速点でそれぞれ絶縁トロリの併用により自動的に制動、又は減速せしめるものである。起重機の横行及び走行運転の停止時にはその余力を活用して停止時の衝撃を緩和するよう制御器にコースチングノッチを設けてある。



第26図 信号装置
Fig. 26. Transmitting Apparatus

(vii) 保安装置

労務基準法により次の保安装置が定められている。すなわち巻上装置に対し、過巻上防止装置を設けること、感電防止装置を設けること。前者に対しては制限開閉器を使用し、後者に対しては配電盤の充電部分にカバー又は鉄柵を設け、又トロリ線は人の近づくない場所に設置するか、もし人が近接する場所では金網又は鉄板で保護カバーを設ける。この外橋型起重機等では、運転中又は運転休止中風圧で起重機自身が走行することのないよう、走行レールつかみ装置が設けられ、つかみが利いているときは走行できないよう鎖錠装置が設けられている。

(viii) 通信連絡装置

運炭能率の向上と作業員の警報のため、電鈴、ブザー又は小型サイレン、或は有線無線機の通信連絡装置が現場、運転室間に設けられる。コンベヤに於ける総括制御の場合は起動に先立ち約5秒間起動警報ベルを鳴らして作業員に機械の運転を知らせて後起動する。本船陸揚に際しては橋形機構の先端よりマイクを下し、舳より上部運転手にバケツ位置を連絡し荷役能率を上げる場合もある。第26図はこの装置を示す。

〔XII〕 結 言

以上により最近の火力発電所用運炭設備の概要を述べたが、今後益々設備費が安く、運炭能率がよく、維持費が少なく取扱操作も簡明で、耐久性のあるものが要求される。このためには、前述の特長を備えた軽量、高能率の起重機が採用され、更に起重機のみならず、他の適当な機械の併用も考慮し、機械、電気、土木その他全般に亘り、総合的な計画をしなければならない。

その神経系統である電気品も、炭塵、潮風、振動に耐え、操作も軽快で電流開閉部分の寿命も長いもので荷役能率の向上をはからねばならない。

火力発電所の運炭設備には、尙コールバンカーの問題、岩壁の護岸設備、起重機の走行軌道の問題があるが、今回はこれらを割愛する。

第35巻 日立評論 第12号

- ◎ 関西電力株式会社納丸山発電所用
70,000 kW 水車に就いて.....日立製作所・日立工場 {小森谷 亨一
深 栖 俊
- ◎ 関西電力株式会社納丸山発電所用
72,500 kVA 交流発電機に就いて.....日立製作所・日立工場 {菊地 弥十郎
高 橋 昭 吉
- ◎ 東京電力株式会社納白根発電所用
12,000 kW 縦軸ペルトン水車.....日立製作所・日立工場 {田中 重秀 三夫
鮎 沢
- ◎ 東北電力株式会社納沼沢沼揚水発電所用
ポンプの実物試験に就いて.... {東北電力株式会社 阿部 元 志博
日立製作所・亀有工場 寺 前 修 郎
附 一 隆 郎
- ◎ 分塊剪断機用電気品.....日立製作所・日立工場 {田西 政 隆 郎
西 一 隆 郎
- ◎ スチールグリッド抵抗器.....日立製作所・日立工場 {豊田 隆太郎
竹 村 伸 一
- ◎ 日立エレベータの標準運転方式.....日立製作所・日立国分分工場 酒井 真平
- ◎ 複式発条型刷子保持器の特性改善に就いて.....日立製作所・日立研究所 {武政 隆一郎
桑 原 繁 太
- ◎ 電話用ダイヤルの速度変化に就いて(第2報).....日立製作所・戸塚工場 {北条 政 徳 雄
軽 部
- ◎ 弾性変形を利用した
ウルトラマイクロームの微細送り機構.....日立製作所・多賀工場 黒羽 逸平
- ◎ 油入遮断器の電弧による油の分解に就いて.....日立製作所・日立国分分工場 藪野 亥石
- ◎ 高電圧ケーブル用油浸紙の含有水分量と電気的性質.....日立製作所 日立電線工場 {内藤 正 之 枝 朗
日立研究所 佐藤 史 朗
島 史 朗
- ◎ 糧波(10,000 Mc)による誘電率、損失角の測定.....日立製作所・中央研究所 {河合 麟次郎
佐藤 玄 樹

東京都千代田区丸の内1ノ4
(新丸の内ビルディング内)

日立評論社

誌代 { 1冊分 ¥100 丁12
6冊分 ¥490 (送料共)
12冊分 ¥840 (送料共)

「日立評論」綴込みカバー発売

(上製綴込み紐付) 特価1組 ¥100 (郵送料共)

「日立評論」の綴込み用として写真に示すような堅牢美麗な綴込カバーを発売致しております。

御希望の方には特に実費にてお頒ち致しておりますから、直接下記に御申込下さい。

日立評論社

東京都千代田区丸の内1丁目4番地
(新丸の内ビルディング7階)
振替口座 東京 71824

