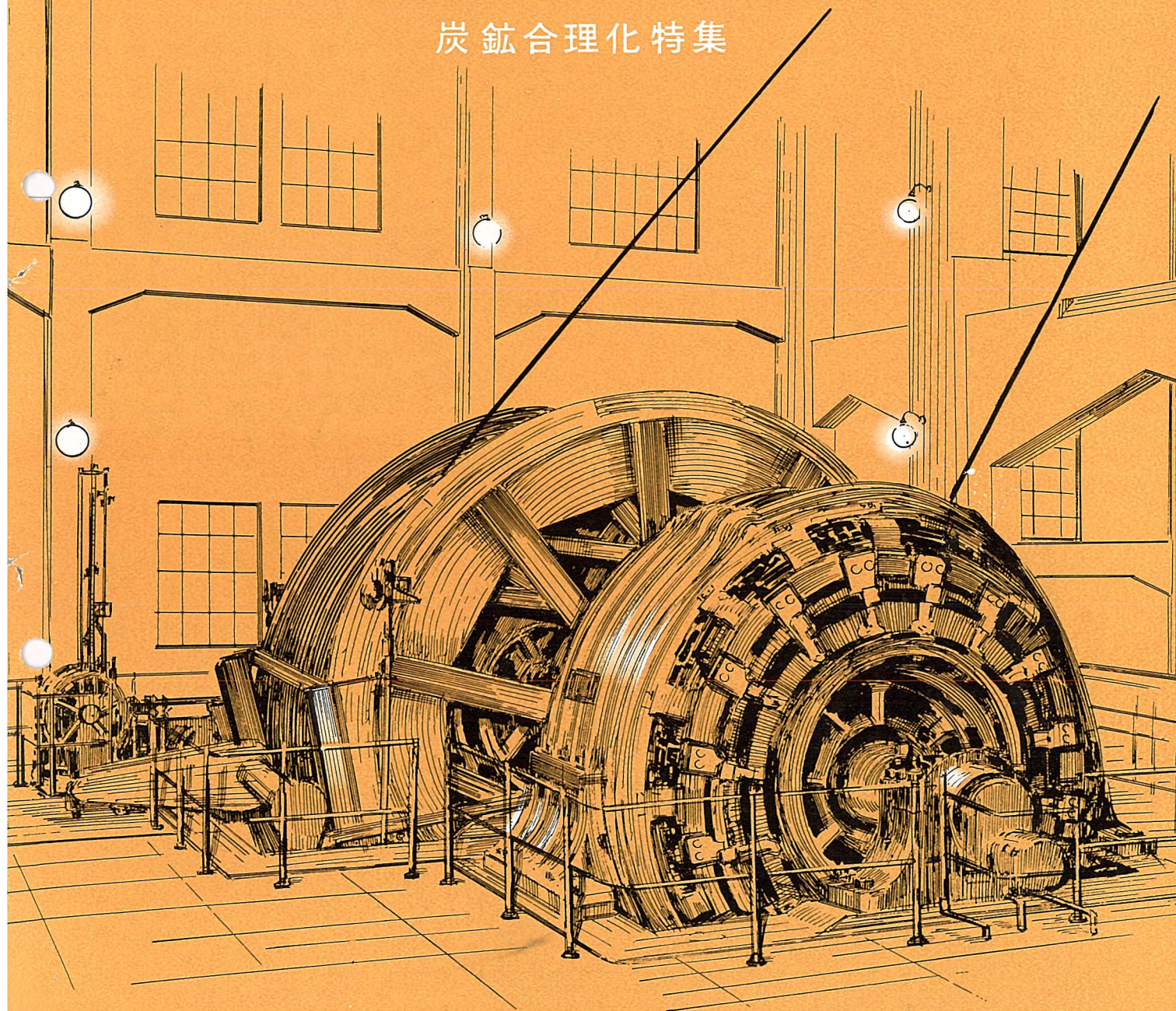


MITSUBISHI DENKI

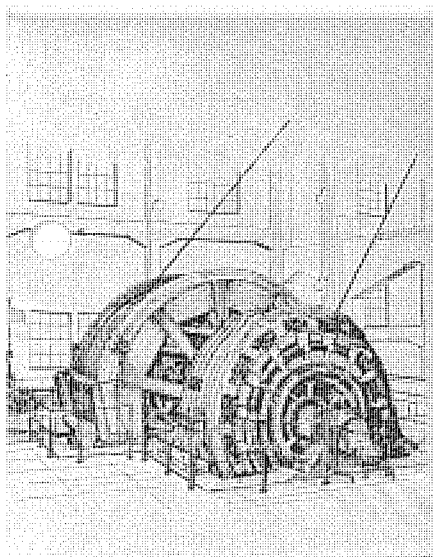
三菱電機

炭 鉱 合 理 化 特 集



Vol. 29 1955

9



MITSUBISHI DENKI

三菱電機

表紙説明

石炭は諸産業の源動力であり炭価の通減は工業の発達、輸出振興の根元である。

表紙は貝島炭業所納入 1,100 kW スキップ巻上機で、ロートロール制御方式を採用し、全自動運転を行う最新式のものである。

巻上機直流電動機

1,100 kW 600 V 31.8 rpm 連続定格

常用最大回転力 145%

非常最大回転力 250%

直流発電機

1,100 kW 600 V 750 rpm 連続定格

常用最大出力 145%

非常最大出力 250%

同期電動機

1,100 kW 3,300 V 60 c/s 900 rpm

力率 0.8 脱出回転力 250%

昭和 30 年 第 29 巻 第 9 号

(炭坑合理化特集)

目次

巻頭言 中野光雄... 2

特別寄稿

大之浦炭鉱東部大之浦開発工事立坑計画 阿部敬二郎... 3

全自動運転直流立坑巻上機電気設備 竹内真一・片岡高示... 14

立坑巻上機 岩原二郎・水流吉雄... 20

立坑巻上機の付属設備 永尾俊衛... 30

立坑巻上機用信号装置 武田英夫... 37

交流巻上機のリアクトル制御 武田英夫・森屋貞夫
浜岡文夫・馬場準一... 40

鉱山用電気機器の紹介 48

三菱電機株式会社

本社

東京都千代田区丸の内(東京ビル)

(電) 和田倉 (20) 代表 1631・2331

研究所 兵庫県尼崎市南清水

神戸製作所 神戸市兵庫区和田崎町

名古屋製作所 名古屋市東区矢田町

伊丹製作所 兵庫県尼崎市南清水

崎製作所 長崎市平戸小屋町

無線機製作所 兵庫県尼崎市南清水

大船工場 神奈川県鎌倉市大船

世田谷工場 東京都世田谷区池尻町

郡山工場 福島県郡山市宇境橋町

福山工場 福山市仲野上町

姫路工場 兵庫県姫路市千代田町

和歌山工場 和歌山市岡町

中津川工場 岐阜県中津市駒場安森

福岡工場 福岡市今宿青木

静岡工場 静岡市小島 110

札幌修理工場 札幌市北二条東 12

大阪営業所 大阪市北区堂島北町 8 番地 1

(電) 大阪 (34) 代表 5251

名古屋営業所 名古屋市中区広小路通

(電) 本局 (23) 6231—5

福岡営業所 福岡市天神町

(電) 中 (4) 7031—7036

札幌営業所 札幌市大通り西 3 の 5

(電) (2) 7236・7237

仙台事務所 仙台市東一番丁 63

(電) 仙台 2573・8057

富山事務所 富山市安住町 23 の 2

(電) 富山 4692・5273・2550

島事務所 広島市袋町 1 (明治生命ビル)

(電) 広島中 (2) 2211—3 2214

高松出張所 高松市南紺屋町 34 の 3

(電) 高松 3178・3250

小倉出張所 小倉市京町 10 の 281

(電) 小倉 3614

品質奉仕の三菱電機

巻 頭 言

本社電力技術部長

中 野 光 雄

現在炭坑界の不況は、まことに深刻であります。かかる時期に炭坑に関する特集号を刊行することは、やや奇異の感がないでもありませんが、業界の不況は永続するものではありませんし、浮沈盛衰を繰返えすことは歴史が物語っております。しかしわれわれは好転の時期を拱手して待っているものではなく、好転の周期をいかにして早めるかに努力を集中しなければなりません。技術面および労働面の高度の合理化が当然考慮すべきでありましょう。

当社は、終戦後いち早く米国 Westinghouse 電機会社との技術提携を復歸し、米国の新しい技術を導入消化し、とくに巻上機の自動制御には豊富な経験をいかし、真重な考慮と研究を続けてまいりました。

幸い、このたび貝島炭鉱株式会社新菅牟田坑の全自動運転直流立坑巻上機が完成し、続いて北海道大夕張炭坑立坑巻上機のリアクタ制御装置の完成を見、いずれも好調に高能率の運転を行っていますので、この機会に、炭坑合理化特集号を刊行することにいたしました。斯界好転の一助ともなればこれに過ぐるよろこびはありません。

今後ますます自動運転方式の採用が多くなるものと確信し、今回の経験を基礎にしてさらに万全を期し、期界のご要望に副いたいと思っております。

関係各位のご批判、ご指導を賜わり、今後一層の研究努力をいたし、もって斯界の進展に寄与せんことを念願する次第であります。

大之浦炭硯東部大之浦開発工事立坑計画

貝島炭硯株式会社

大之浦炭業所所長

阿 部 敬 二 郎

A Project for Developing Shafts of the Onoura Coal Mine

Keiji ABE

Kaijima Coal Mining Co. (Onoura)

To cope with unfavorable circumstance under the depression a new project has been taken up to improve the working facilities of Onoura Coal Mine. Principal items of the scheme are: concentration of the pit-mouths, improvement of ventilation, mechanization of working faces, rationalization of transportation and revision of working hours. Salient points of the work are the development of new shafts with epock making automatic operation of winders, which has been successfully completed as a first half of the plan.

1. ま え が き

終戦を契機としてわれわれの炭坑界も未曽有の困難に遭遇し、これを乗切するためには好むと好まざるとにかかわらず、技術面にも労働面にも旧套を脱して新しい感覚をもって望む必要に迫られた。わが大之浦炭坑もこの例に洩れず、戦事中の強行出炭の影響も重なって非常な困難に遭遇し、これに打ち勝ち合理的経営を行うためには、深部にある未開発区域の採掘に移行の止むなきに至り、その結果つぎの問題の解決が必要となった。

- (1) 坑口の集約
- (2) 通気の改善
- (3) 切羽の機械化
- (4) 運搬の合理化
- (5) 労働時間の改善

よって昭和 25 年春以来見返資金、開発銀行資金の融資を受け、関係諸官庁ならびに諸会社の多大のご支援の下に、いわゆる東部大之浦開発工事として東部大之浦深部区域の開発と共に、運搬設備の合理化工事に着手したのである。もともと炭坑事業の大部分は切羽出炭の運搬業といっても過言でない程に運搬が重要であるので、本開発工事も重点をこれに注ぎ根本方針を「立坑」と「水平坑道」の運搬方式に決定し全力をこれに傾中した訳である。計画の内容については後に記すとおりであるが、立坑としては 2 本の立坑設備を設け 1 本を石炭専用のスキップ巻とし、他を材料・人員・硬用のケージ巻として出炭の高速化を計り、合せて人員配置および労働時間の改善を企図したのである。なかんずく立坑設備は本計画

の中樞をなすものでこれが製作者の選定には慎重審議あらゆる角度から検討を重ね、当時わが国において豊富な経験と卓越せる設計陣ならびに優秀なる工場能力を有する有数の製造会社の一つである三菱電機株式会社へお願いした次第である。

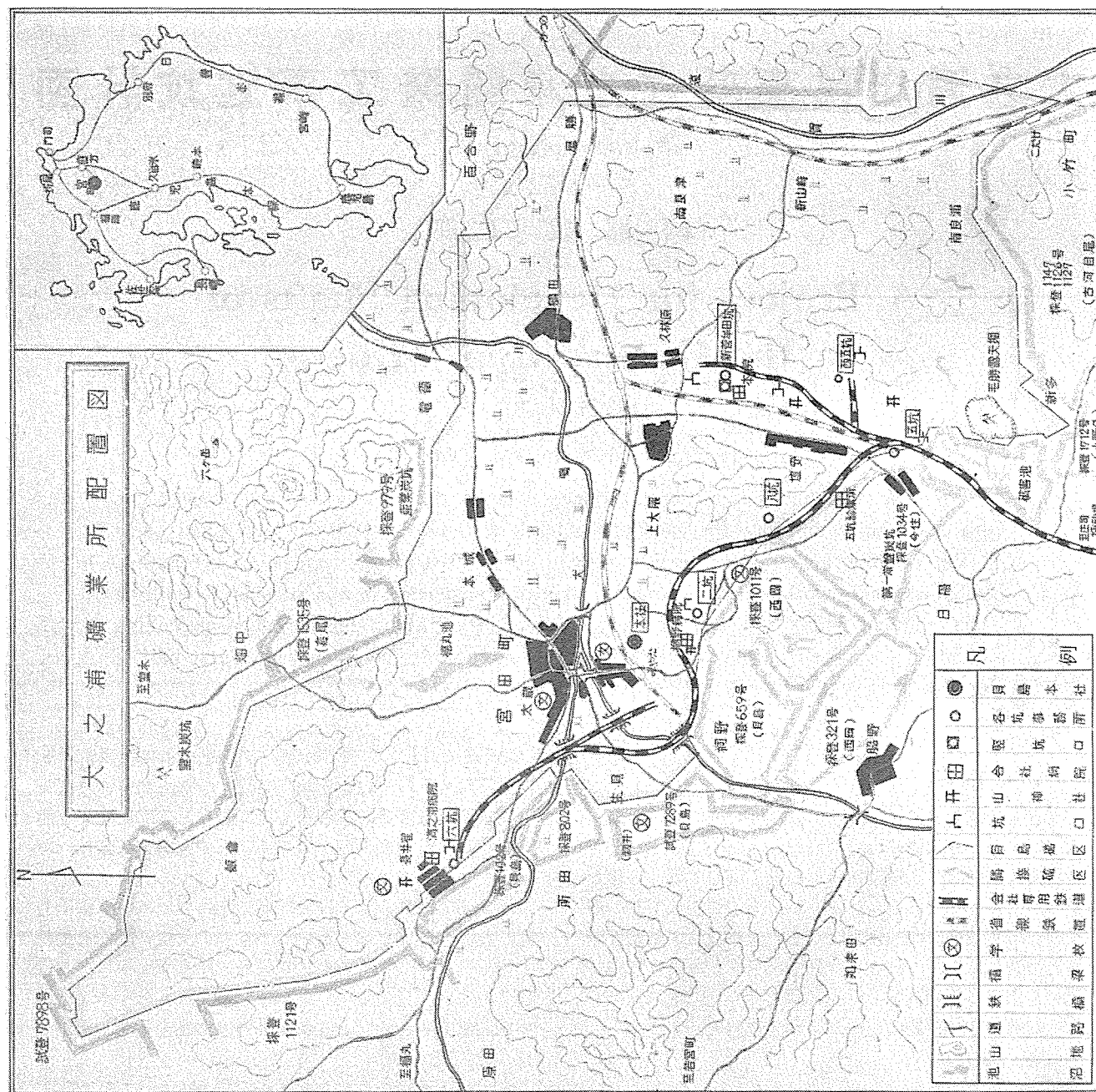
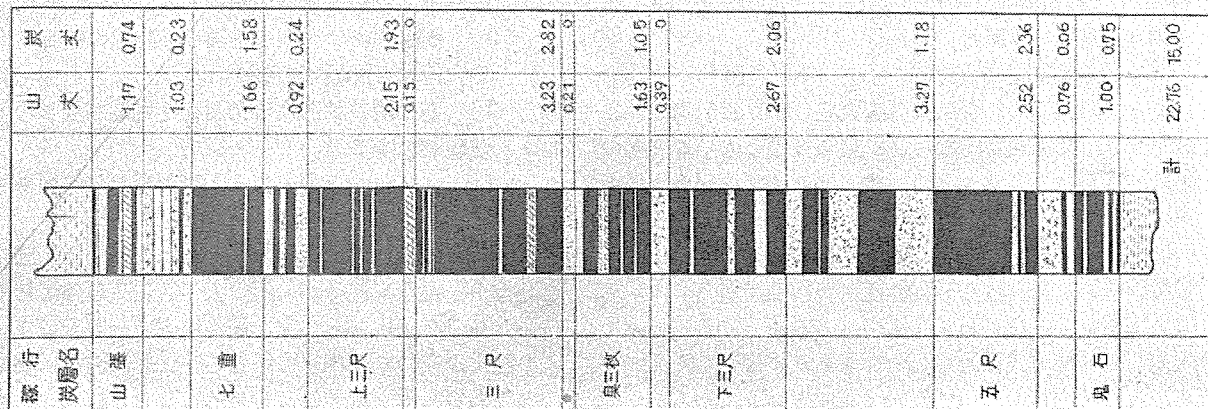
爾来朝鮮動乱による経済的変動を始め幾多の困難に遭遇したが、関係官庁・会社の不変のご支援と製作者側の全力をあげての犠牲的努力により、昭和 28 年 12 月遂にその完成を見るに至ったのである。そもそも本工事の立坑設備計画に際しとくに関係者の考慮を希望したことはつぎの点である。

- (1) 国家資金すなわち国民の資金によって行う工事であるのであくまで公正であること。
- (2) 技術的には将来を見透して時代の進歩に応じ得る合理的な計画であること。
- (3) 巻上機の制御は自動運転を可能ならしめ能率的運転を行うこと。
- (4) 立坑設備を利用する人およびこれに従事する作業員の安全を最高度に考慮すること。

以上の理想は経済的理由その他により完全に達し得られなかった点もあるが、その大半は達せられ炭界不況の今日新営牟田坑として大之浦の出炭の一翼をにない、その能力を充分に発揮していることは誠に愉快に感ずるものである。本立坑設備は容量的にはそれ程大きいものではないが、内容的には自動運転を可能ならしめている点を始め、三菱電機株式会社が技術の粋を集めその蘊蓄を傾けたあらゆる装置と、立地条件からきた立坑タワーと巻室を一体構造とした設計は従来にその例を見ないもの

大之浦炭礦

圖 米 荳 屬 炭



1 図 大之浦炭鉱配置図および炭層柱状図
Fig. 1. Arrangement of coal mine pits.

で、自動運転方式と共に一つの新機軸を画したものと思う。今日わが炭坑界は一段の合理化を必要とすると共に漸次深部採掘に移行の傾向にあり、朝野に立坑計画が論議されている際、三菱電機株式会社の手によりこのように新機軸をもった設備が完成されたことは、わが社はもちろん業界のためにもっとも喜ばしいことと思う。

2. 開発工事の概要

大之浦炭坑は直方市の西南部に隣接して位し、明治17年創業以来現在まで約70年の長期にわたり、総出炭量は5,000万tに達している。現在鉱区面積約560万坪あり、東西に8km、南北に4kmの細長い鉱区で、炭層の賦存状態は西部から東部に進むに従って深く、かつ密度も高くなっている。残存の確定可採炭量はなお7,000万t以上（指定統計による。）あり、出炭は西部の六坑、中央部の二坑、東部の五坑、三坑、東三坑、西五坑から行っているが、このうち東部にある三坑、東三坑、西五坑は採掘箇所も接近して鉱区面積約110万坪のうち3,000万t以上を埋蔵し、かつ深部には炭質炭層条件共に優秀な1,000万t以上の未開発区域を有している。

多年にわたる操業と戦事中の強行出炭により全体的には上部炭層の大部分を掘りつくし、炭層条件としては比較的悪い炭層や坑口から遠い箇所の採掘を行っている大之浦において、終戦後の困難を克服し炭坑の若返り更生を行い経済的出炭をなすには、炭層密度高く未開発の深部区域を有する東部大之浦の開発を行うことが唯一最善

の途であると決定し、ここに東部大之浦開発工事の発足を見たわけである。

このように東部大之浦開発工事は東部区域、とくに深部区域の石炭を「能率良く安全に採掘し」これを「合理的」に迅速に運搬し「より良い製品として」出炭するために計画されたもので、開発方式としては「立坑開発方式」を採用し大要つぎの内容からなっている。

(1) 出炭計画は最小年産60万tとす。

(2) 坑口の集約と水平連絡坑道。

現在の三坑、東三坑、西五坑の坑内を地下413mの水平坑道（総延長8.7km）で連絡し、これに6tジーゼル機関車と2m³鋼製炭車を走らせ全出炭を立坑に集める。

(3) 立坑掘さくおよび巻上設備

現在深さ263mの三坑北立坑を150m掘下げると共に、深さ413mの中央立坑を新に掘さくし、前者に1,100kWスキップ巻上設備、後者に900kWケージ巻上設備を設置する。

(4) 選炭、水選設備

立坑巻上設備と連絡して毎時原炭400tの処理能力を有する選炭設備と、300tの処理能力を有する水選設備を設置する。

(5) 60c/s受電設備

以上新設備の電源として60c/s、12,000kVAの受電所を設ける。

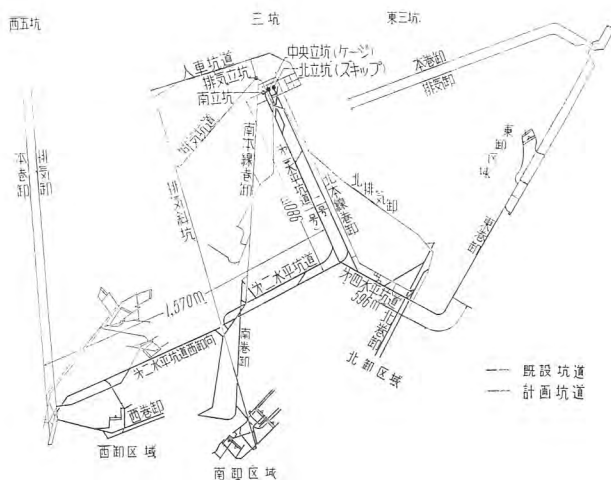
以上の工事により当初に記したつぎの問題を解決し、もって大之浦全出炭の過半を担わんとするものである。

- (1) 坑口の集約
- (2) 通気の改善
- (3) 切羽の機械化
- (4) 運搬の合理化
- (5) 労働時間の改善

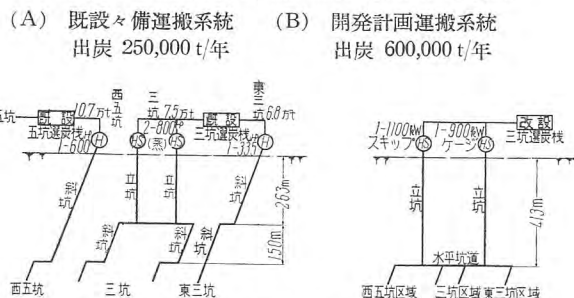
3. 運搬計画の概要

開発計画の中心をなすものは運搬の合理化であり、しかもこれの達成により「坑口の集約」「通気の改善」「労働時間の改善」も達せられるので、ここに運搬の合理化計画について述べることにする。

開発工事着手前の東部大之浦の坑内運搬坑道およびその系統は2図細線および3図(A)のとおりで、三坑、東三坑、西五坑の三坑口は2段または3段ステップ



2 図 東部大之浦開発工事坑道計画図
Fig. 2. Planning of the development of pits.



3 図 東部大之浦運搬系統対照図
Fig. 3. Transportation system.

1 表

項 目	開 発 前	開 発 後
出炭量	1,000 t/year	250
1人当出炭量	t/month	6.4
従業員総数	3,255	2,675
t当経常費比率	100	55
炭車回転率 1 day	0.9	3.0
運搬設備馬力	19,891	22,700
t当電力量 kWh/t	102.5	47.7
坑内夫1日平均入昇坑時間 min	139	67
製品品位向上 %	100	110

からなる四つの運搬系統を持ち、三坑、東三坑の出炭は三坑選炭場へ、西五坑の出炭は五坑選炭場へ送って処理していた。しかしこのようにステップの多い多系統の運搬方式はつぎの欠点を有するので、これらの欠点を除去し深部の炭を合理的かつ迅速に運搬する方法として、2 図太線および 3 図 (B) のように「立坑」と「水平坑道」による運搬方式を決定し、中央立坑と北立坑を中心として坑内水平坑道により全出炭を集め、これをスキップで一気に巻上げ総合選炭水選設備で処理せんとするものである。

- (1) 炭車の回転率が悪い。
- (2) 作業場までの往復時間が長くなる。

- (3) 坑道の保守に多大の人員と経費を要する。
- (4) 巻上装置の効率が悪い。
- (5) 選炭工作上不利が多い。
- (6) 坑内外の間接的人員が多い。

ア. 北立坑掘下および巻上設備

立坑径	4.85 m
深 さ	現在 263.00 m
計画	413.00 m
巻上機	ロードレオナード方式 1,100 kW
スキップ	5 t
用 途	石炭巻上

イ. 中央立坑掘さくおよび巻上設備

立坑径	6.00 m
深 さ	413.00 m
巻上機	ワードレオナード方式 900 kW
ケージ	2 段デッキ 2 函積
用 途	人員、硬、材料用

ウ. 水平坑道掘さく

- (1) 第一水平坑道 立坑と第二第四水平坑道連絡用坑道断面×延長
15.2 m²×1.000 m
- (2) 第二水平坑道 三坑南卸および西五坑西卸行坑道断面×延長
15.2 m²×1.600 m
- (3) 第四水平坑道 三坑北卸および東三坑東卸行坑道断面×延長
15.2 m²×600 m
- (4) 坑道総延長 8.7 km

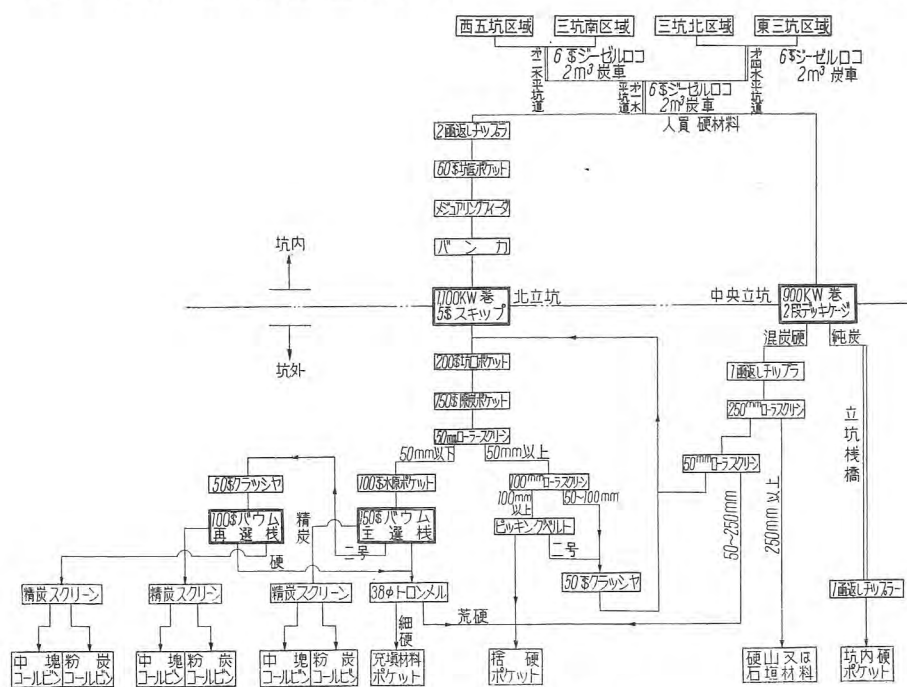
エ. 水平坑道運搬

機関車	6 t ジーゼル機関車
炭 車	現在 0.76 m ³ 木製炭車
計画	2.00 m ³ 鋼製炭車
レールゲージ	現在 560 mm
計画	610 mm

オ. 総合選炭水選設備

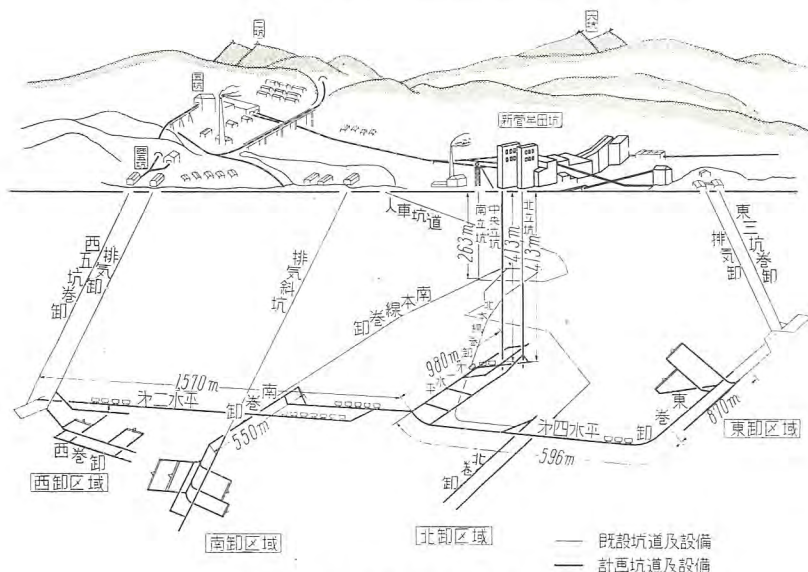
現在	共益社式水選機
主選機	35 t/h~2 基
再選機	35 t/h~2 基
計画	パウム式水選機
主選機	150 t/h~2 基
再選機	100 t/h~1 基

1 表は本工事計画前と計画後の諸能力の比較を表わしたもので、4 図は本計画の系統を表わし、5 図は坑内外の計画を鳥瞰的に表わしたものである。



4 図 運搬および選炭系統図

Fig. 4. Transportation and selection of coal.



5 図 東部大之浦坑内立体図

Fig. 5. Vertical arrangement of mine.

4. 立坑計画の内容

立坑計画は運搬設備の中心をなし、本

開発工事において最大の関心を集め多大の資金と資材を費したもので、つぎの条件の下に計画を進めた。

ア. スキップ巻とケージ巻の決定

年間出炭	600,000 t
1 日最大巻上屯数	4,000 t
立坑道径および深さ	
北立坑	4.85×413.4 m
中央立坑	6.00×413.0 m
サンプ深さ	
北立坑	32.8 m
中央立坑	16.5 m
石炭巻上立坑	北立坑
石炭巻上方式	スキップ
人員・硬・材料昇降立坑	中央立坑
人員・硬・材料巻上方式	ケージ
立坑ガイド	

北立坑	トップレールガイド
中央立坑	ワンサイドレールガイド

坑口炭車デッキ面高さ 9.0 m

立坑巻の長所はあくまで高速運転にあるので、この特長を極度に生かすべく、石炭巻上はスキップ方式によることにし、人員、硬、材料の昇降にはケージ巻を使用することにした。

(1) 石炭が粉碎する。

(2) 炭塵が立つ。

スキップ巻に対しては上記の短所が認められているが、ケージ巻に比べつぎの多くの長所を有するのでこれらの点を取上げて採用することにした。

(1) 1 c/s の運転時間が短い。

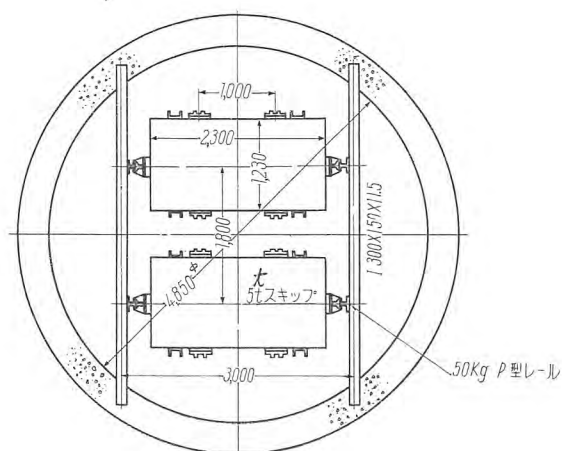
(2) 操作が簡単である。

(3) 同一巻上荷重に対し有効荷重が大きい。

(4) 炭車の回転率を良くする。

イ. 中央立坑の位置決定

立坑は中央立坑と北立坑の2本立であるが、中央立坑の位置はつぎの理由により既設南北両立坑の中央に決定した。



6 図 北立坑断面図

Fig. 6. Cross section of the north shaft.

- (1) 新立坑は保安炭柱内に掘さくすること。
- (2) 既設南北両立坑開さくの記録により地質条件が明確でかつ良好であること。
- (3) 南北両立坑の連絡横坑を利用して水抜ボーリングができるので掘さくが容易であること。
- (4) 北立坑と接近して併列するので巻上機配置が整然とし、クレーン設備が共通にできること。

しかして北立坑は口径が小さいのでこれにスキップ巻を装置することにし、中央立坑はケージ巻にした。6 図、7 図は各立坑の断面を示した。

ウ. 巻上機容量決定の基礎

巻上機容量はつぎの数値を基礎とした。

(1) スキップ巻上装置

1 日巻上屯数	4,000 t/day
1 日運転時間	21 h
1 日最大巻上回数	800 回
1 時間最大巻上屯数	230 t/h
巻上距離	455 m
スキップ容量	通常 5 t
	最大 6 t

巻上速さ 10 m/sec

加速度 0.7 m/sec²

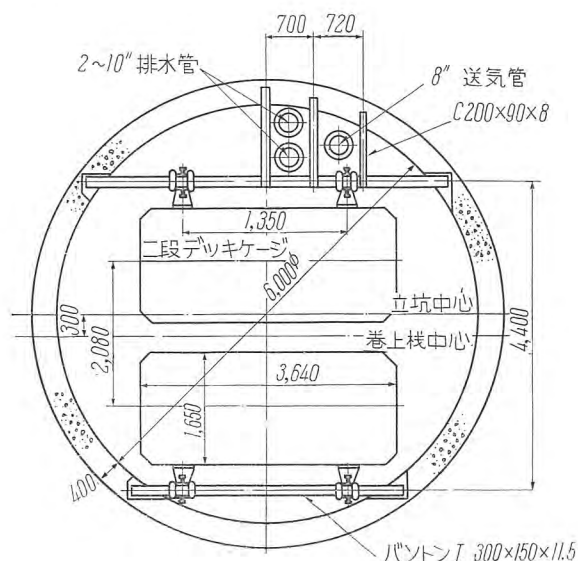
減速度 0.8 m/sec²

デューティサイクル 78.4 sec

以上の数値に基づいて R. M. S. HP を算出し、結局スキップ巻上機容量 1,100 kW を決定した。

(2) ケージ巻上装置

1 日昇降人員	1,736 名
1 日取扱硬車数	250 車
1 日取扱材料車数	60 車
1 日石炭巻上量	1,200 t
	800 車
1 日運転時間	21 h

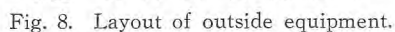


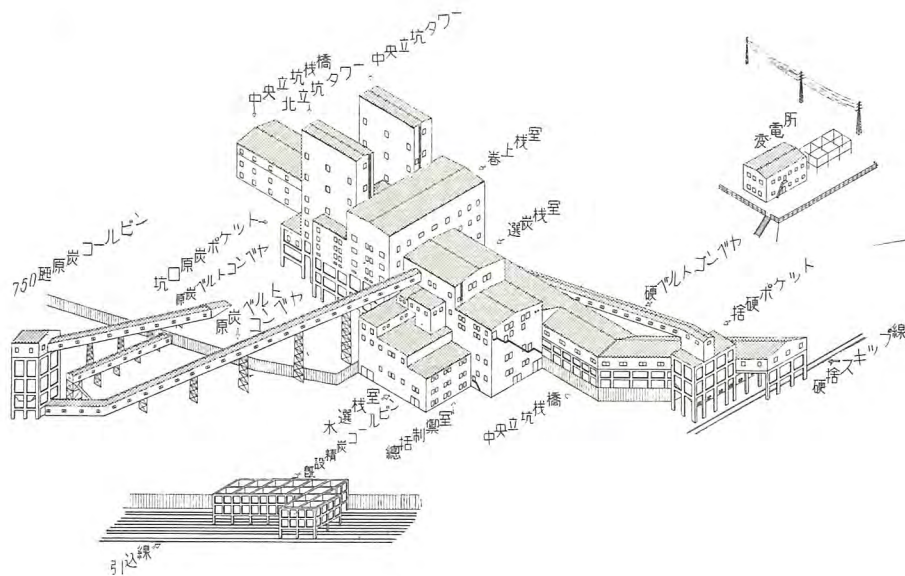
7 図 中央立坑断面図

Fig. 7. Cross section of the Central shaft.

(1) ロープ

制御方式の特色としては自動運転を計画しているので精密な制御のできるワードレオナード方式を採用し、これに自動制御を組合せた。自動制御を採用した理由は人件費の節約もその一つであるが、主な理由はつぎのことによるものである。すなわち今日の進歩した機械装置の制御は自動総括制御の傾向にある。これら進歩した装置





9 図 東部大之浦開発工事 坑外設備外観図
Fig. 9. View of outside equipment.

は、これを計画どおり能率良くかつ安全確実に働かせるため、程度に不同のある不安定な人間の熟練や感に依存するには余りに機能の精度が高い。したがって機能的にみて装置と一致しない不安定な人の技術に頼るよりは、むしろ一定の精度を有する装置に依存した方が安全確実

である。従来はこれら装置自体にも不安があったが、今日においてはすでに極度に進歩し、人件費と合せ考えた時経済的にも充分成立つ程度に達している状況である。

今日保安のならびに技術的に多くの要求を受けて複雑精巧となり、大なる進歩を來たしている立坑巻上装置において、これを計画どおり安全確実に運転するには、自動制御がもっとも理想的だと考えられるのでこれを採用することにしたものである。しかも立坑巻は運行区間が一定しておりかつ動作も一定しているので、自動制御としては単純であることが考えられる。

よって操作方法としては坑口、
坑底において信号の釦を押すこ

とにより、巻上機は自動的に運転を始め、所定のデューテサイクルを終れば自動的に停止するよう、機能的には巻室において熟練せる運転手が運転する場合よりも、明らかに安全確実かつ円滑である装置を計画した。これがためには完全にして必要充分なる運転装置と、二重三重の保安装置を考慮して完璧を期したことはもちろんである。

キ. 巻上機の位置およびタワーの決定

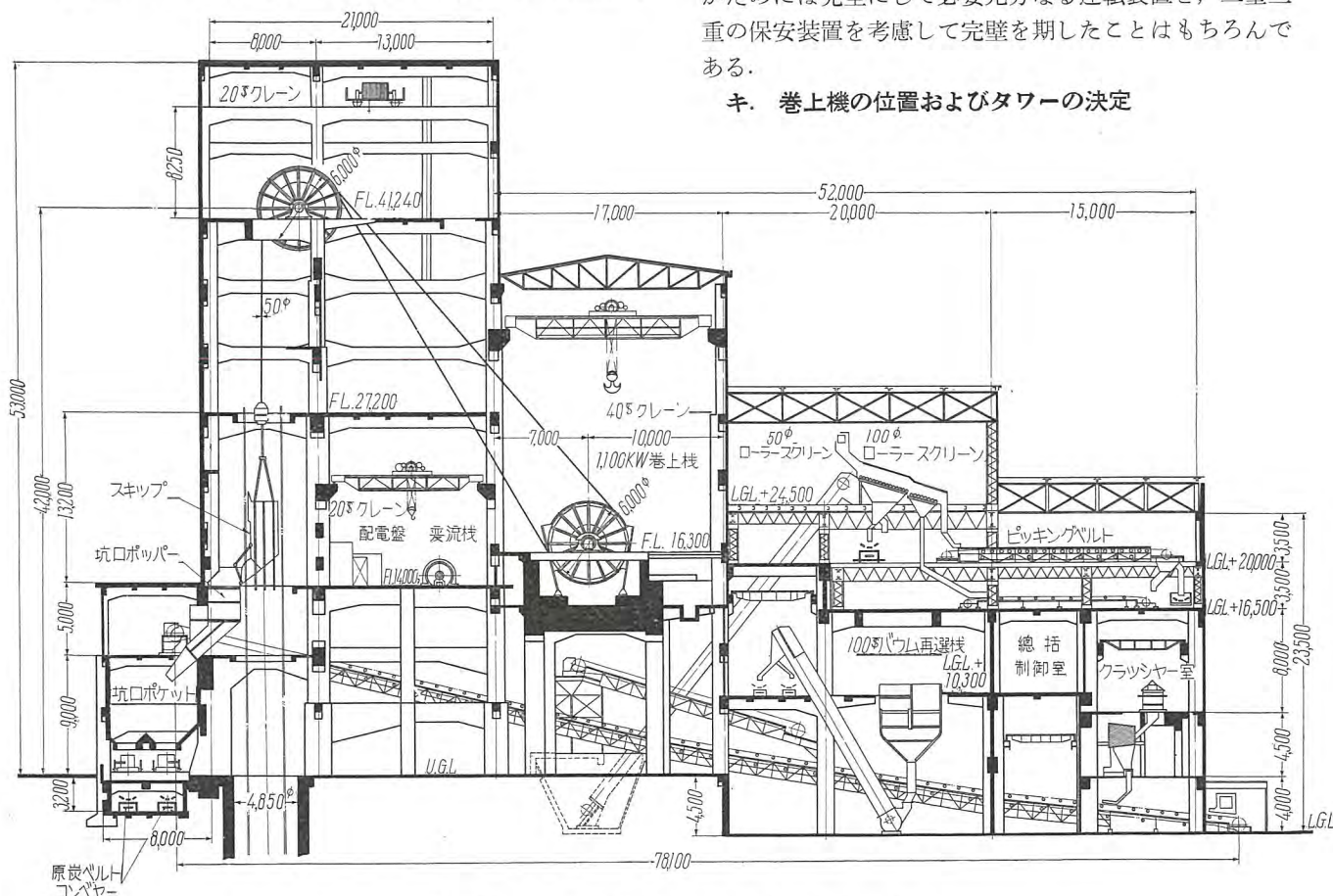
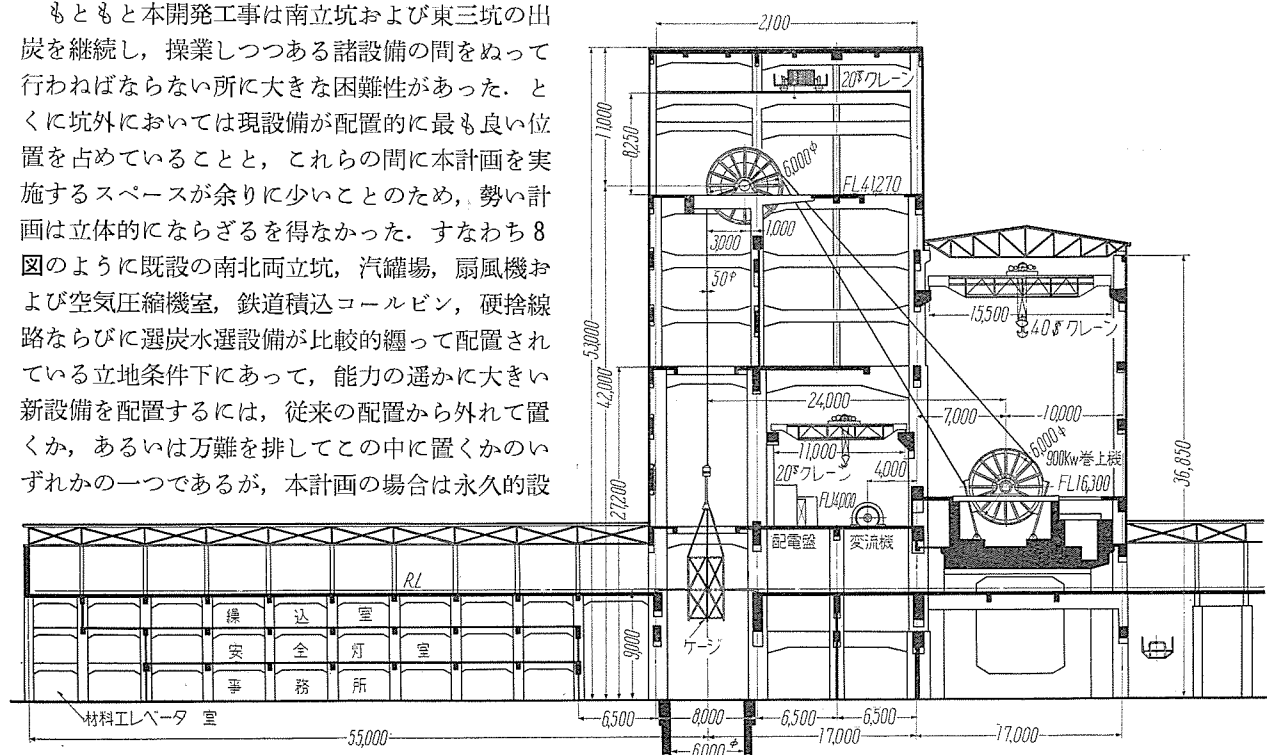


Fig. 10. Cross sectional view of winding machine room at the north shaft.

もともと本開発工事は南立坑および東三坑の出炭を継続し、操業しつつある諸設備の間をぬって行わねばならない所に大きな困難性があった。とくに坑外においては現設備が配置的に最も良い位置を占めていることと、これらの間に本計画を実施するスペースが余りに少いことのため、勢い計画は立体的にならざるを得なかった。すなわち8図のように既設の南北両立坑、汽罐場、扇風機および空気圧縮機室、鉄道積込コイルビン、硬捨線路ならびに選炭水選設備が比較的纏って配置されている立地条件下にあって、能力の遥かに大きい新設備を配置するには、従来の配置から外れて置くか、あるいは万難を排してこの中に置くかのいずれかの一つであるが、本計画の場合は永久的設



11 図 中央立坑巻上機室断面図 ケージ

Fig. 11. Cross sectional view of winding machine room at the central shaft.

備としてこれを合理的能率的たらしめ工事効果の大きいいわゆる「使い良い」「使い易い」設備たらしめるため、万難を排して後者の配置を選んだ。その結果その配置は9図のような立体的配置になった。

ケージ巻上機はこれに連絡する坑外運搬線路がつぎの理由により、現在の地盤より高く棧橋上に布設せねばならないようになったことと、

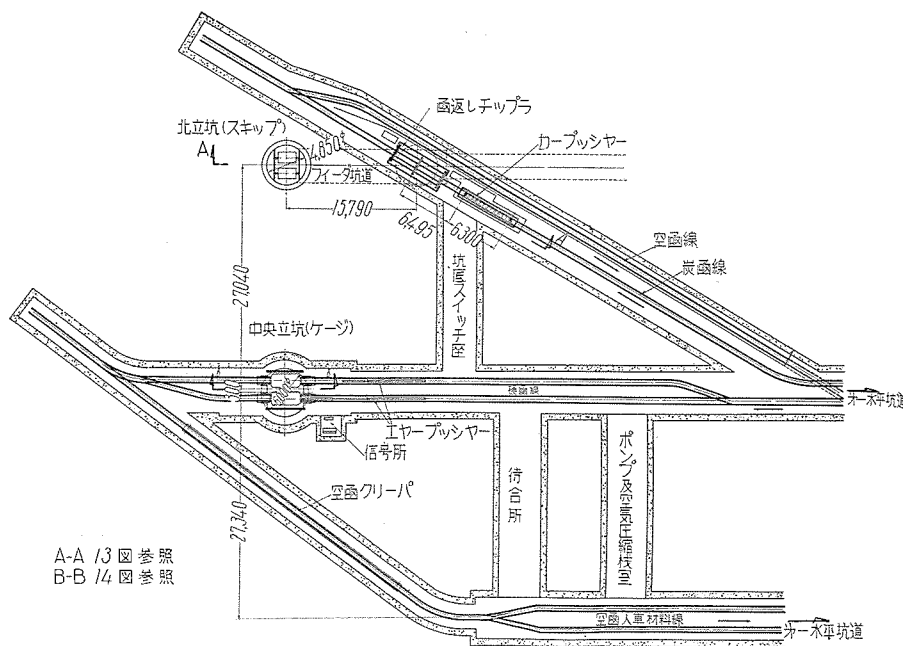
- (1) 坑内炭車の回転率を良くするためと、坑外深夜業廃止に備え一定容量の硬ポケットを必要としたため、ポケットに一定の高さを必要としたこと。
- (2) ケージがダブルデッキであること。
- (3) 将来の保安の在り方から考えて炭車デッキと人員デッキを別々にできるように考えたこと。
- (4) 安全燈室、操込室は坑口近くに当然設けなければならないこと。

さらにつぎの理由によりこの棧橋上に設置しなければならない結果となった。

- (1) 既設の南立坑および東三坑からの運搬路線は操業を続けるので、立坑西側地上には据付けられないこと。

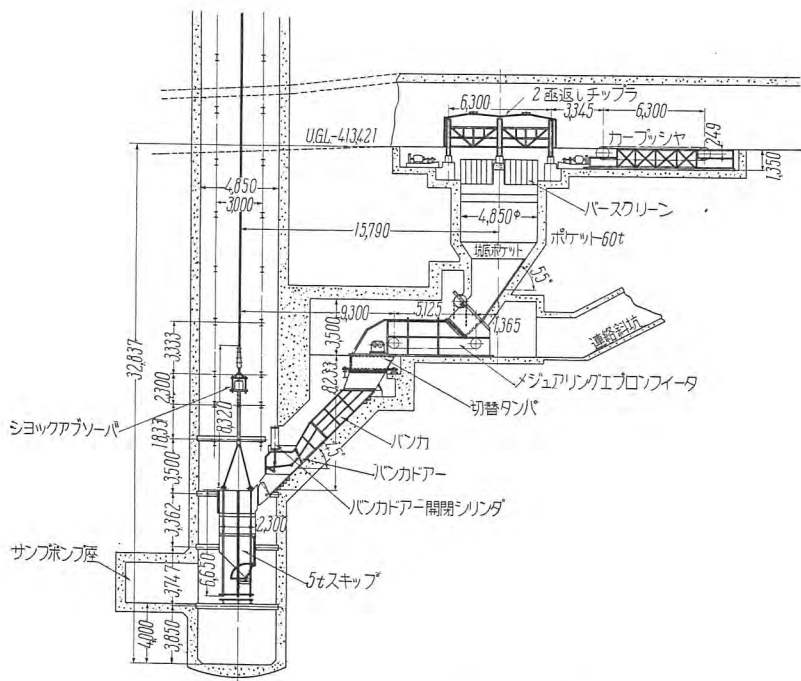
- (2) 立坑東側は立坑掘さく設備、諸材料置場として必要であること。

このようにケージ巻上機の位置が立坑西側の棧橋上に決定したので、スキップ巻上機も管理上これに揃えた。故に両立坑共バックステアを有するタワーは全然考えられず、フリートアングルの許す範囲で巻上機室および整流機室とタワーを結合した9図および11図に示すような一体構造のものが生れ出た。なおヘッドシープにもク



12 図 立坑々底平面図

Fig. 12. Plan of the bottom of shaft.



13 図 北立坑（スキップ）坑底設備
Fig. 13. Skip equipment at the north shaft.

レーンを設備することにしたのでタワーはタワーマシンを思わせるような形と高さになったが、これがためロープは風雨に曝られることなく完全に屋内に収まることになり、保守面からいって非常に利益する結果となった。またスキップ巻室とケージ巻室はすべてを同一に揃えたので、巻上機室、整流機室共クレーンを共通にすることができると共に監視点検にも便利となった。

巻上機室およびタワーを鉄骨構造とするか、鉄筋コンクリート構造にするかは大きな問題となった点であるが、各機器の振動とくにヘッドシープの振動がロープに与える影響を考慮して全面的に鉄筋コンクリート構造を採用した。

ク. 坑口坑底設備

(1) スキップ巻上装置 (北立坑)

a. 坑底設備 (12・13圖参照)

坑底設備においてとくに考慮した点はスキップの自動運転に関連してメジュアリングフィーダを設備し、これを自動的に一定時間運転することにより一定量をバンカへフィードするようにしたことである。故にスキップが着床すればスキップへの積み込み、スキップの上昇、バンカへのフィード等のデューティが全く自動的に確実に行われる結果となった。またチップラとメジュアリングフィーダとの間には容量60 tのポケットを設けてチップラとスキップの運転のピークを緩和した。

b. 坑口設備

坑口には中央立坑々口棧橋と同じ高さ（地盤から9 m）のポケット（容量 200 t）を設け、スキップが坑口に着床すれば自動的に底部のドアが開いてこ

れに吐出するようにした。

(2) ケージ巻上装置 (中央立坑)

a. 人員デッキと炭車デッキ

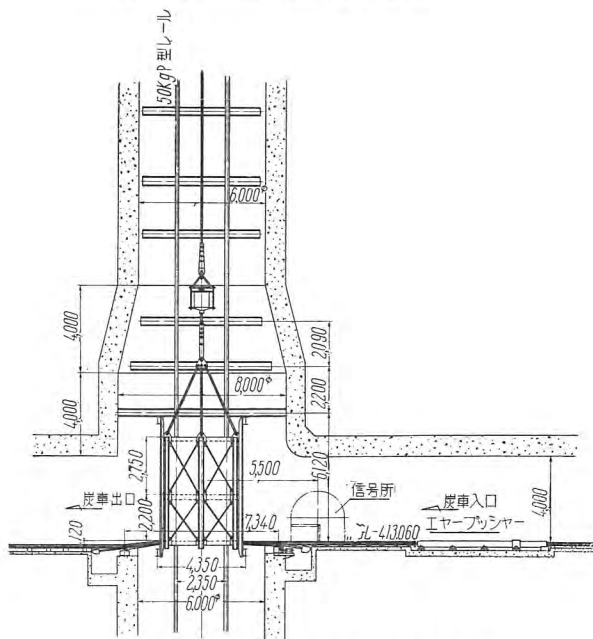
ページ巻上装置において重点的に考慮したことは人員昇降の安全確保の点である。これがため人員デッキと炭車デッキを全く別にし、炭車のデッキはデッキチェンジを行うが、人員デッキはダブルデッキとしてデッキチェンジを行わず、同時にデッキングのできるよう計画したが、ボーリングの結果立坑坑底付近の地質が非常に脆弱であることが予想されたので、本計画は一応見送らざるを得なかった。故に実際計画は人員デッキと炭車デッキは同一としどちらもデッキチェンジを行うことにしたが、実際掘さくの結果地質的には本計画の実現が可能に考えられるので、近い将来これを実現することに考えている。

b. 炭車デッキ

坑口デッキ面は地盤より 9 m の高さとし、坑口坑底共圧縮空気を動力とするつぎの機械を設備してケージの自動運転に合せ、人の手により操作できるように計画した。

- a. エアーブッシャー
- b. ジャンクシヨンレール
- c. シャフトドアー
- d. デッキストッパ

14 図は坑底設備の断面を示した.



14 図 中央立坑（ケージ）坑底設備
Fig. 14. Cage equipment at the central shaft.

5. 工事経過および実績

ア. 工事経過

東部大之浦開発は多年会社内で懸案になっていたことであるが、正式に組上に上ったのは昭和 23 年の秋である。終戦後三坑を一時休山して深部区域の炭量確認に力を注ぎ、昭和 23 年確認を終ると共に開発工事計画の構想を決定し、同年 10 月 25 日特殊工事指定の申請を九州石炭局に提出したのがその第一歩である。それよりさらに計画を練ると共に石炭庁や在京各界の権威者を集めた石炭庁諮問の技術審議会の審議を受け、さらに日本銀行の厳重な査定を経て昭和 25 年 3 月見返資金対照工事として正式に認定を受けたのである。工事はその一部をすでに昭和 24 年 4 月から着手していたが、昭和 25 年 3 月対照工事と決定してからは本格的に着手し、爾来 20 億円になんなんとする資金を費し、朝鮮動乱による経済界の影響で工事の一部を繰延べるなど幾多の迂余曲折を経て昭和 28 年 12 月完成を見たものである。

立坑計画もまた昭和 25 年 3 月から着手し、中央立坑の開さくは同年 5 月、北立坑の掘下げは同年 10 月に着手した。巻上設備については同年 3 月 30 日三菱電機株式会社へ注文の決定をみ、その後幾度となく設計組立上の打合せを行い実際現場の組立に着手したのは昭和 27 年

6 月である。開発工事は前にも記したように朝鮮動乱の影響により、工事の一部すなわち選炭水選設備の半分および坑道の一部を繰延べこれを第二期工事に送ったが、立坑設備のみは開発工事の根幹をなすので既定の方針どおり進めた。

もともと開発工事は三坑（南立坑のみを使用）東三坑、西五坑から通常の出炭を続けながら工事を進めたので想像以上の困難に遭遇し、ことに坑外および立坑々底においては場所の狹隘なことも重なって、坑道掘進と構築物工事と基礎工事が非常に錯綜し工事の進捗を幾度か阻んだ。したがって立坑設備組立工事もこれらのしわ寄せを受けて突貫工事に迫込まれたが、関係者一丸となって万難を排し第一期開発工事の完成期限である昭和 28 年 12 月遂に間に合せることができた。立坑設備組立工事の実際工程は 2 表、3 表に示すとおりであるが、巻上設備は従来に例を見ない自動運転をも計画しているので、組立ならびに試運転調整に対する関係者の労苦は想像に余りあるものがあつたと信じている。

イ. 実績

(a) 開発工事全般について

開発工事は昭和 28 年 12 月第一期工事を完成したが、朝鮮動乱の影響により工事の一部を繰延べたこと

2 表 北立坑 1,100 kW スキップ巻上装置工事工程実績

No.	工 事 名	27 年												28 年											
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
1	40t クレーン 組立 (巻室)																								
2	20t クレーン 組立 (変流機室)																								
3	巻上機および主電動機台据付																								
4	軸受シャフトセンタリング																								
5	巻 胴 溶 接																								
6	予 備 メ タ ル 摺 合 せ																								
7	巻胴木片取付機械仕上																								
8	主電動機据付乾燥																								
9	電動発電機ロータールール据付																								
10	制動機ポスト溶接据付																								
11	制 動 機 関 据 付																								
12	空気圧縮装置および配管																								
13	深度計およびカム装置																								
14	配 電 盤 関 係																								
15	配 線 工 事																								
16	ヘッドシーブ 20t クレーン																								
17	ヘッドシーブ取付																								
18	坑 口 収 塵 装 置																								
19	坑口ホッパおよびフィーダ																								
20	坑底メジャリングパンカ																								
21	チップラ装置 (バースクリーン共)																								
22	ブ ー ラ 装 置																								
23	結 線 検 査																								
24	巻上機無負荷試験																								
25	ロープおよび預台取付																								
26	ス キ ッ プ 取 付																								
27	坑口補助ガイド装置																								
28	坑底補助ガイド装置																								
29	部分的試験および調整																								
30	自動運転および調整																								

と、完成後の一般の需要が活発でない上、手直し工事も終えて本格的に立坑設備が機能を発揮できるようになった 29 年下期からは出炭抑制の状況にさえ立至ったので、開発工事自体も立坑設備自体も、十分にその能力を発揮するに至っていない。したがって当初の計画には到達しないが第一期工事計画に対しては出炭能率共に充分その効果を挙げているといえることができる。と共に、第二期工事完成の上は優に当初の計画に達するであろうといえる。つぎに当初計画および第一期工事計画と昨年度の実績の比較を示す。

第一期

当初計画 工事計画 29,12 実績

1 カ年出炭量 t/year	600,000 t	450,000 t	
1 カ月出炭量 t/month	50,000 t	37,500 t	37,500 t
1 人当出炭量 t/month	18.7 t	17.6 t	17.85 t
従業人員総数	2,675	2,125	2,101
屯当り電力量	47.7	71.8	69.6

ウ. 立坑巻上装置について

立坑巻上装置は 28 年 12 月使用開始以来なお若干の改造補強や自動運転に対する調整等を行った結果、29 年 8 月に至り当初の計画にほとんど合致するまでに完成した。すなわち北立坑スキップ巻上装置は完全

なる自動運転を行い充分なる性能を発揮しており、また中央立坑ケージ巻上装置は荷重条件が広範囲にわたるので自動運転の調整に多大の苦心を要したが、現在一定の荷重範囲に対しては完全なる自動運転を行っている。つぎに昨年 12 月の巻上回数の実績を示す。

	北立坑 (スキップ)	中央立坑 (ケージ)
1 日最大巻上回数	435	242
1 日平均巻上回数	364	189
昨年度最大 1 日巻上回数	457	265

6. む す び

以上大之浦炭硯東部大之浦開発工事立坑計画の概要について述べたが、なお第二期工事を残しているの、立坑設備はまだその能力を発揮していない。第二期完成の暁には完全にその機能を発揮しその真価を示すものと信じている。

最後に本計画の全般にわたり格別のご配慮を蒙うした関係諸官庁ならびに諸会社に深甚の謝意を表すると共に犠牲的努力を賜った三菱電機株式会社および関係者各位に満腔の敬意を表する次第である。

3 表 中央立坑 900 kW ケージ巻上装置工事工程実績

No.	工 事 名	27 年												28 年											
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
1	20t クレーン組立(ヘッドシーブ用)																								
2	ヘ ッ ド シ ー ブ 組 立																								
3	巻上機および主電動機台据付																								
4	軸受シャフトセンタリング																								
5	巻 胴 溶 接																								
6	予 備 メ タ ル 摺 合 せ																								
7	巻胴木片取付機械仕上																								
8	主 電 動 機 据 付 乾 燥																								
9	電動発電機ロータール据付																								
10	制 動 機 ポ ス ト 溶 接 据 付																								
11	制 動 機 関 据 付																								
12	空気圧縮装置および配管																								
13	深 度 計 装 置																								
14	配 電 盤 関 係																								
15	配 線 工 事																								
16	坑外空気圧縮機																								
17	坑内空気圧縮機																								
18	坑口補助ガイド装置																								
19	坑底補助ガイド装置																								
20	坑口ジャンクションレール																								
21	坑口扉閉装置およびブッシャ																								
22	坑底ジャンクションレール																								
23	坑 底 扉 閉 閉 装 置																								
24	坑 底 ブ ッ シ ャ 装 置																								
25	ロ ー プ 取 付																								
26	ケ ー ジ 取 付																								
27	巻上機無負荷試験																								
28	結 線 検 査																								
29	部 分 的 試 験 調 整																								
30	自動運転および調整																								

全自動運転直流立坑巻上機電気設備

神戸製作所

竹内真一*・片岡高示**

Full Automatic D-C Control of Electric Winders for The Mine Shaft

Shin-ichi TAKEUCHI・Takashi KATAOKA

Kobe Works

The automatic control of mine shaft winder has been improved of its operating characteristics a great deal by eliminating varied defects met with in the old manual operation with an amplifying generator that has made a marked development of late. Mitsubishi is the first in Japan to have completed a Ward Leonard type skip winding and a cage winding of full automatic control by means of push-button switches.

1. まえがき

戦後すべての生産設備に対し生産の合理化、能率の向上がとくに重要視せられているが、石炭運搬設備としての立坑巻上機においても、従来の手動操作による運転方式より押釦による全自動運転方式への理想のもとに、今般当社によってわが国初めての全自動運転直流立坑巻上機が貝島炭硯株式会社新菅牟田坑巻上機において完成せられ、好調に高能率の運転を行っている。

巻上機の自動制御も最近発達した増幅発電機の応用によって、従来の手動運転における種々の欠点を補い運転特性の改善が行われてきたが、押釦による全自動運転に対してはさらに、精密自動速度制御装置、制動装置関係と機械部分との精密着床に対する関連性、安全装置に対する考慮および信号装置等全般にわたり慎重な考慮を払い万全を期して製作したものである。

2. 巻上設備概要

本立坑巻上設備は2本の並行した立坑坑口に建設された鉄筋コンクリート建屋内に設けられ、1台はスキップ巻上用、他はケージ巻上用でいずれも円筒型巻胴式巻上機である。

両巻上機とも直流電動機によって駆動され、同期電動発電機を電源とするワードレオナード制御方式で、坑口および坑底の付属設備と関連してスキップならびにケージを自動的に昇降を行わせる全自動運転方式である。なお非常の場合には手動運転をも行い得るよう計画されている。

両巻上機の要目は下記のとおりである。

スキップ巻上機

立坑深さ 475 m

立坑直径 4.85 m

巻胴直径 6 m

巻上速度 10 m/sec

巻上ロープ直径 50 mm

巻上ロープ重量 10.83 kg/m

1 回巻上量 石炭 5 t

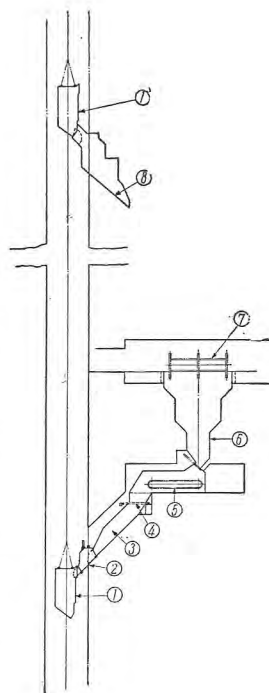
正味巻上時間 71 sec

積込時間 14 sec

1 回巻上所要時間 85 sec

付属設備 坑底 チップラ装置、原炭ポケット、メジュアリング装置、積込ホッパ、収塵装置

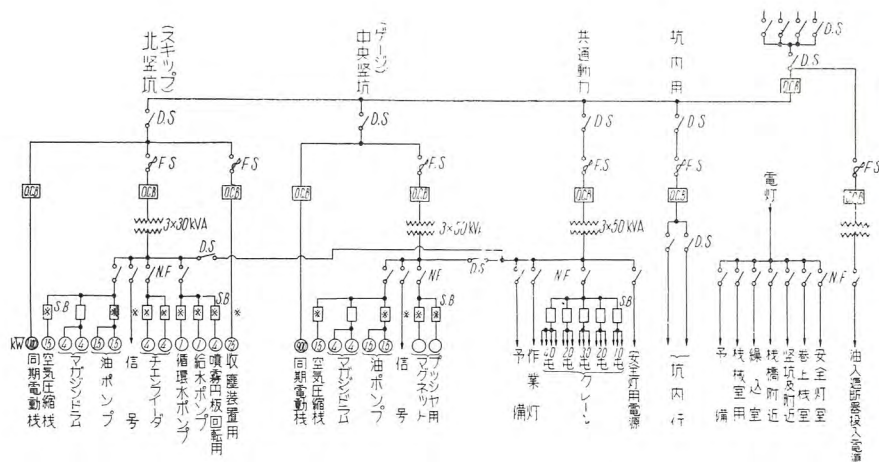
坑口 吐出ホッパ、原炭ポケット、収塵装置



1 図 スキップ巻 (自動運転) 概略図

Fig. 1. The layout of automatic skip winding.

- | | |
|--------------|------------|
| ① スキップ本体 | ⑤ エブロンフィーダ |
| ② 積込ホッパ | ⑥ 原炭ポケット |
| ③ メジュアリングバンカ | ⑦ チップラ |
| ④ 切換ダンバ | ⑧ 吐出ホッパ |

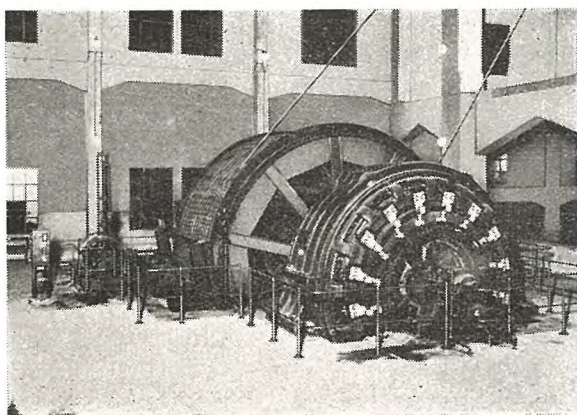


2 図 電気設備系統図

Fig. 2. Skeleton diagram of electrical equipment.

ケージ巻上機	
立坑深さ	427 m
立坑直径	6 m
巻胴直径	6 m
巻上速度	9 m/sec (炭車および人員巻共)
巻上ロープ直径	50 mm
巻上ロープ重量	10.83 kg/m
1 回巻上量	
炭車数	2 両
炭車自重	1 t
硬 1 両重量	3 t
人員 40 人	2.4 t (1 デッキ 20 人)
正味巻上時間	70 sec
積込時間	28 sec (2×14 sec)
デッキチェンジ	10 sec
1 回巻上所要時間	108 sec
付属設備	坑口および坑底 シャフトドア ジャンクションレール 炭車押込装置

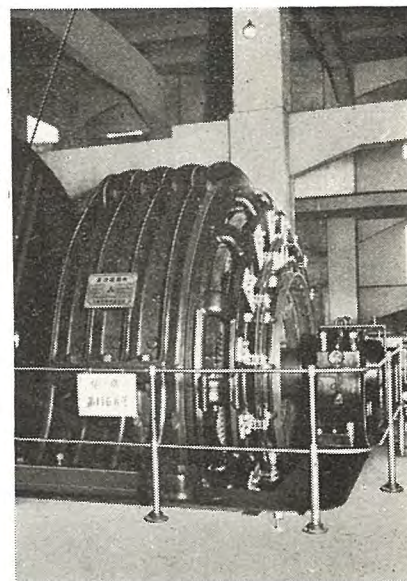
立坑巻上機関係に必要な電気設備は 2 図にその系統図を示す。



3 図 貝島炭鉱立坑自動運転巻上機

Fig. 3. Automatic control electric winder for Kaijima Mine.

全自動運転直流立坑巻上機電気設備・竹内・片岡



4 図 スキップ巻上機用 1,100 kW 直流電動機

Fig. 4. 1,100 kW D-C motor for skip winder.

3. 主要回転機の仕様

ア. スキップ巻

(1) 巻上直流電動機 (4 図)

定格 1,100 kW 600 V 2,030 A 31.8rpm 連続定格
型式および枠番 AO-LS (開放自己通風型),
295H100

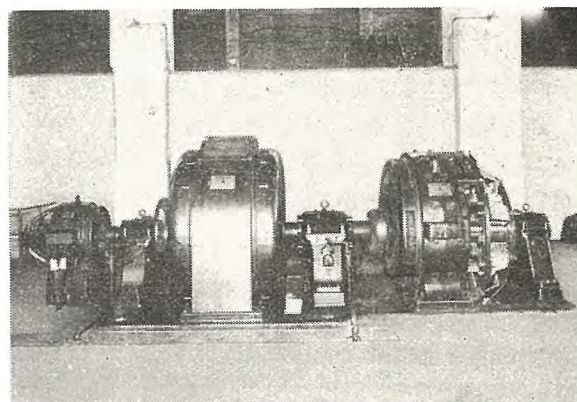
絶縁および温度上昇	A 種	45°C
最大回転力	常用	145 %
	非常	250 %

(2) 主電動発電機 (5 図)

a. 直流発電機

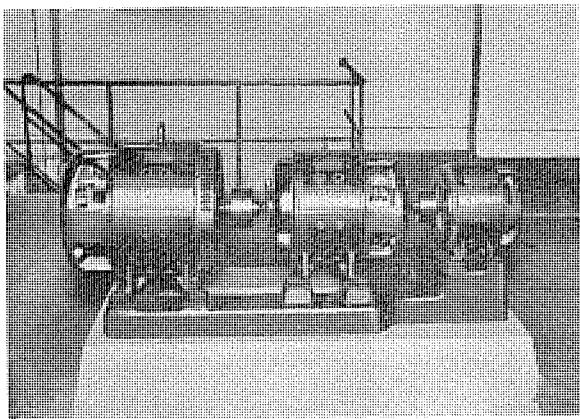
定格 1,100 kW 600 V 1,840 A 900rpm 連続定格
型式および枠番 AO-LS (開放自己通風型)
105D32-11

絶縁および温度上昇	A 種	45 C
最大出力	常用	145 %
	非常	250 %



5 図 スキップ用主電動発電機

Fig. 5. A motor generator set for the skip hoist.



6 図 スキップ用ロートトロール MG

Fig. 6. A Rototrol MG set.

b. 同期電動機

定格 1,100 kW 3,300 V 60 c/s 900 rpm 連続定格

型式 RM 型 力率 0.8

絶縁および温度上昇 A 種 45°C

脱出回転力 250 %

c. 励磁機 (定電圧)

定格 55 kW 220 V 250 A 900 rpm 連続定格

自励複巻

型式および枠番 AC-HS (自己通風ブラケット型) 41C.

絶縁および温度上昇 A 種 45°C

過負荷耐力 150 %

(3) ロートトロール MG (6 図)

a. 速度制御ロートトロール

定格 5 kW 220 V 22.7 A 1,800 rpm 連続定格

型式および枠番 AO-KS 220

b. 電流制限ロートトロール

定格 45 W 20 V 2.25 A 1,800 rpm 連続定格

型式 AO-KS

c. 駆動用直流電動機

定格 10 HP 220 V 39.5 A 1,800 rpm 連続定格分巻

型式および枠番 AC-KP 192

以上のほかに回転機用補助設備として電動発電機起動用軸引上げ装置 (Oil Lift) としてつぎのものがあ

電動油ポンプ 1 組 油圧 100 kg/cm² 2 HP

220 V 60 c/s 1,800 rpm 誘導電動機

油タンク 1 箇

イ. ケージ巻

(1) 巻上直流電動機

定格 900 kW 600 V 1,650 A 28.7 rpm 連続定格

最大回転力 常用 150 %

非常 250 %

(2) 主電動発電機

a. 直流発電機

定格 900 kW 600 V 1,500 A 900 rpm 連続定格

最大出力 常用 150 %

非常 250 %

b. 同期電動機

定格 1,000 kW 3,300 V 60 c/s 900 rpm 連続定格

c. 励磁機

定格 55 kW 220 V 250 A 900 rpm 連続定格

記入以外の項目についてはスキップ巻と同一である。

つぎにロートトロール MG および軸引上げ装置についてもスキップ巻と全然同一であるから省略する。

巻上電動機は加速、減速、正転逆転の苛酷な使用に充分たえるような強固な構造とし、また加速、減速時の尖頭電流に対しても整流の良好な設計になっている。巻上電動機は自己通風であるにもかかわらず低回転で冷却効果が悪いからその出力の割に直径の大きな設計とし冷却をよくするようにしてある。

巻上電動機と巻胴とは直結式であるから電動機の負荷側の軸受は省略して巻胴用と共通になっている。潤滑油は巻胴用と共に強制循環式であるが油環をそなえて自己潤滑もできるようになっている。

直流発電機も巻上電動機と同一の最大出力にたえる設計になっている。駆動用同期電動機は自己起動方式であって起動を容易にするために油圧による軸引上げ装置を併用している。また同期電動機の軸受の冷却は軸受メタル中に鑄込んだ冷却管による水冷式とした。

交流電源は 60 c/s であるが停電時には 50 c/s 電源より給電することがあるので 55 kW 励磁機は 750 rpm でも定格電圧の出るような設計である。

ウ. ロートトロール励磁機

ロートトロールとしては速度調整用と電流制限用との2台を使用した。巻上機としての性質上強い強制励磁を必要としないから発電機用励磁機は設けず、ロートトロールによって直接励磁すると同時に速度調整を兼ねている。

すなわち一般のロートトロール励磁方式において励磁機を省略した形式になっている。

つぎに電流制限ロートトロール (以下 CLR とす) を併用して過大な負荷電流を自動的に制限するようになっている。CLR の効果をみるために、ケージ巻用 900 kW 発電機を電源として 1,000 kW MG (当社設備機) の直流発電機を直流電動機としてレオナード起動をしたときのオシロが 8 図である。7 図は CLR を使用しない場合、8 図は CLR を使用した場合で、使用しないときの尖頭電流は 2,640 A (定格の 176 %) であるが使用したときは 1,980 A (128 %) に減少する。両オシロを一つにまとめたものが 9 図である。CLR を使用して過電を防ぐと回転数の上昇は遅くなるがそれによって主機は十分に保護される。

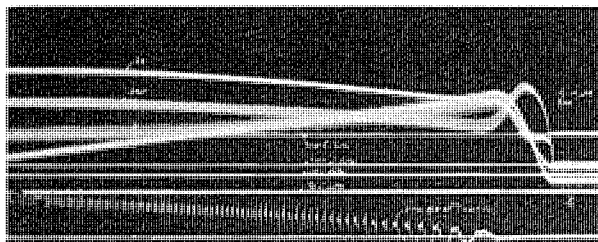
4. 制御装置

スキップ巻およびケージ巻電動機の制御用主回路結線図は 10 図に示すように同一であるが、とくに巻上機の運転に対し下記の点を主な要点として設計されている。



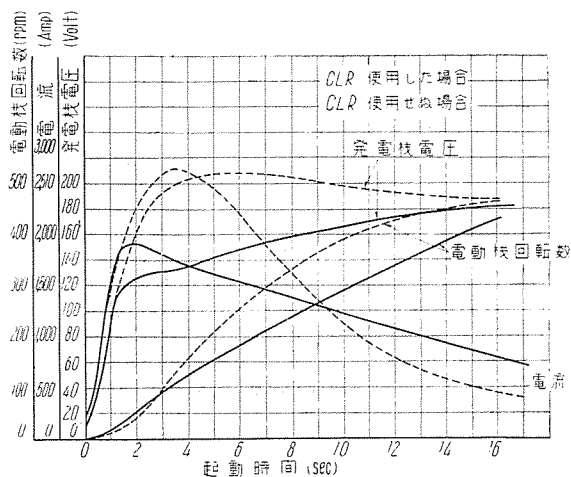
7 図 900 kW 発電機起動試験 (CLR 使用せず)

Fig. 7. Starting characteristic oscillograph of the 900 kW D-C generator without current limit devices.



8 図 900 kW 発電機起動試験 (CLR 使用)

Fig. 8. Starting characteristic oscillograph of the 900 kW D-C generator with current limit devices.



9 図 CLR を使用した時と使用せぬ時との起動特性の比較

Fig. 9. Comparison of starting characteristics between the case where CLR used and not used.

- (1) 運転時の負荷変動による速度変動率を最小に保つこと
- (2) 着床時の確実なる低速度の確保ならびに精密着床
- (3) 加速ならびに減速時の最大電流の制限
- (4) 自動運転に対する安全装置

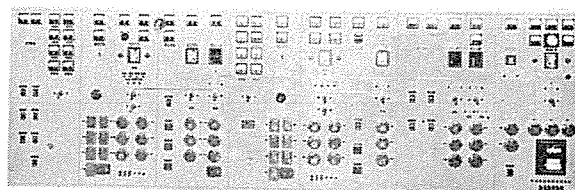
(1) レオナード制御方式においては巻上電動機の世界は直流発電機の電圧にほぼ比例して変化し、電圧一定の場合速度はほぼ一定であるが負荷の変動により主回路の電圧降下が変化し、したがって速度も変化する。この割合は発電機電圧が低い時にはことに甚だしいので着床時にはこの速度変化が着床に影響する所が大きい。この補償装置としてロートロール増幅発電機を使用して負荷の変動にかかわらず巻上機の世界を自動的に調整し、ロートロールの基準界磁 (PF) によって決定

される速度でつねに運転を行うよう制御され、1 回の巻上時間と着床前の低速度が正確に保たれる。

(2) 自動運転においては手動運転と異なり 1 回の停止によって正しい着床が得られねばその特長の主目的が失われる。このためには着床前の最低速度の値と、常用制動機の作動時間の正確が問題となる。着床前の最低速度は少なくとも $0.3 \sim 0.5 \text{ m/sec}$ 以下に安定させねばならないが、停止前の発電機の最低電圧付近においては正荷重による電流あるいは逆荷重による制動電流による電圧降下の割合が発電機電圧に及ぼす影響が非常に大きく、したがって前述の電圧降下補償を正確に行わねばならない。

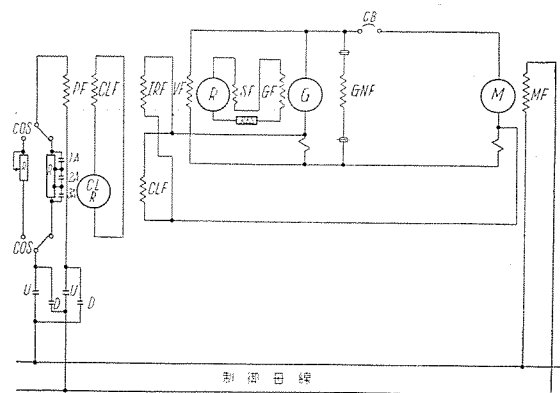
また常用制動機の作動時間は最低速度を 0.5 m/sec とすると 0.1 sec の誤差でも 50 mm の着床誤差を生ずることになる。スキップ巻の場合においては負荷も通常運転においてほぼ一定であるが、ケージ巻の場合には負荷の変動が大きくかつデッキチェンジを行う必要があり、なおまた負荷の大小によるロープの伸びの関係を考慮せねばならぬ点において一層の困難があるが、今回の場合スキップ巻において着床誤差 25 mm ケージ巻において 100 mm 以下に制御することができた。したがってケージ巻においてもジャンクションレールおよび自動炭車押込機によって容易に炭車の操作を行うことができ自動運転の効果を発揮することに成功した。

(3) 巻上機の加速および減速時は負荷に要する電流のほかに加速あるいは減速に必要な電流が電動機に流れる。運転手による手動運転の場合急激に操作把手を操作した場合には大なる尖頭電流が流れ、発電機および電動機の整流を悪化せしめあるいは尖頭電流によって遮断器



10 図 (a) 配電盤前面

Fig. 10. (a) Mine hoist switchboard.



10 図 (b) 主回路接続図

Fig. 10. (b) Schematic diagram of automatic Ward Leonard winder.

を開いて急停止を行わしめる場合も起る。自動運転の場合においては自動的に起動用抵抗器（ロートトロール基準界磁制御用抵抗器）を制御するので、その抵抗段数を適当に選ぶことによって手動操作の如き欠点は補われるが、最大電流制限装置（電流制限用ロートトロール）を付加することによって抵抗段数を減少せしめ制御装置を簡単ならしめると共に自動、手動いずれの運転に際しても一層安全な運転を行うことができる。

(4) 自動運転に対する安全運転としては手動運転の場合に設けられる安全装置はもちろんのことであるが、押釦による自動運転に対してはさらにつぎの点に慎重な考慮がなされ設計されている。

- (A) 減速開始点の確実な作動
- (B) 減速時の確実な減速制御

上記(A)、(B)は巻上機の過巻事故の防止に対して自動運転においては最も注意せねばならぬ点で、本制御装置においては二重の異った方式によつて制御を行うようにし、もし万一常規の制御がなんらかの故障によって作動しない場合にも他の方法によって減速を行い確実に停止を行わせ過巻が起らぬように設計されている。

5. 制御回路

10 図に示す主回路接続図において巻上電動機(M)は直流発電機(G)によって電力が供給せられ両電機子は遮断器(CB)によって接続される。電動機界磁(MF)は定電圧直流励磁母線よりつねに一定励磁が与えられる。発電機界磁(GF)はロートトロール増幅発電機(R)によって励磁され、ロートトロールの電圧に比例した励磁が与えられる。

ロートトロールは基準界磁(PF)、電圧界磁(VF)電圧降下補償界磁(IRF)、電流制限界磁(CLF)および自励界磁(SF)を有しており、基準界磁(PF)と電圧界磁(VF)とは極性が反対で同一励磁量が与えられる。なお電圧降下補償界磁(IRF)および自励界磁(SF)は基準界磁と同一極性に、電流制限界磁(CLF)は反対極性に接続される。これらの各界磁ならびに回路の抵抗を適当に設計することによってつぎの関係式を満足する特性を得ることができる。すなわち

$$N = K \frac{I_p}{\Phi} \dots\dots\dots (1)$$

- N: 電動機回転数
- Φ : 電動機界磁(一定)
- I_p : ロートトロール基準界磁電流
- K: 常数

(1) 式は電動機の回転数すなわち巻上機の場合はロートトロール基準界磁電流に正比例することを示し、負荷の変化、電動発電機の回転数の変化、直流発電機の電圧飽和曲線に関係なく成立する。したがってロートトロール基準界磁に直列に制御抵抗を入れ、これを加減することによってこの電流値に比例した速度を得ることがで

きる。

この回路は切換開閉器(COS)によって手動運転と自動運転とに選択できる。手動運転の場合には通常用いられる方式として深度計に取付けられた加減速カムと連動して操作される手動界磁調整抵抗器によって制御される。

自動運転の場合には制御抵抗を順次電磁接触器(1A, 2A, 3A)によって短絡あるいは開放されて加速、減速を自動的に行わせる。なお巻上機の正逆運転は方向選択電磁接触器(U, D)によって制御される。

電流制限用ロートトロール(CLR)はその界磁は発電機電流に比例した量として発電機補極および補償線線の電圧降下より与えられるが、このロートトロールの特性は発電機負荷電流が規定電流値以下では電圧を発生せず、規定電流値以上に増加すれば急激に電圧を発生してロートトロール(R)の電流制限界磁(CLF)を励磁してロートトロール(R)の電圧を抑えるように作用して発電機界磁を通じて発電機電圧を抑制し発電機の電流を制限するように作動し前述の加速、減速時の尖頭電流を制限する役目をする。

なお発電機には残留磁気打消界磁(GNF)を設けて最低速度運転における安定な低電圧を得るのに役立たせている。

6. 運転方式

手動運転における運転は従来の巻上機の場合と同様で、巻室に設けられた速度制御把手、常用制動および非常制動把手によって運転者は坑口、坑底よりの信号を受けて深度計を監視しつつ運転を行うものである。

自動運転の場合は下記のように運転される。

ア. スキップ巻自動運転

互に連動した坑口、坑底双方から押釦により運転信号を送り、両信号が完了すれば運転表示を行うと共にスキップは自動的に起動を始め坑口、坑底設備を含む所定の下記運転を繰返す。

スキップ上昇→坑口着床→スキップ底扉開→石炭吐出→スキップ下降

スキップ下降→坑底着床→積込ホッパ開→石炭積込→スキップ上昇

上記スキップの昇降運転する間に坑底では自動的に坑底原炭ポケットより、エブロンフイーダを運転し一定量を計量して積込ホッパ内に送り込み、スキップ下降により積込ホッパ底部の自動扉は開かれ石炭をスキップに積込む。スキップが再び上昇するとき自動扉は閉じる。坑口では坑口設備のガイドレールとスキップ底部自動ダンバのリンク装置が関連動作しダンバを開き石炭を吐出する。スキップが下降すればダンバは自動的に閉じる。

運転中停止用押釦を押せばスキップは規定位置まで運転をつづけて停止する。

非常停止用押釦を押せば非常制動により直に停止するがつぎの運転に際しては運転盤の自動一手動切換開閉器

により手動運転に切換えたのち、運転台において非常制動および非常制動表示を復元して手動運転を行う。

イ. ケージ巻自動運転

スキップ巻同様坑口、坑底双方から押釦により運転信号を送り、両信号が完了すれば運転表示を行うと共にケージは自動的に起動を始め所定の停止位置にきて、坑口では上デッキ（坑底では下デッキ）が常規位置に停止する。

炭車の積出および積込を行った後信号によりケージは低速度運転で同方向にデッキチェンジを行い、坑口では下デッキ（坑底では上デッキ）が再び常規位置に停止する。つぎに再び運転信号により運転を開始する。

運転中停止用押釦を押せば減速を行い停止し、つぎの運転信号により運転を始める。

非常停止の場合はスキップ巻同様手動運転に切換えて規定位置まで運転する。

なおケージ巻の場合にはインテング運転をも行うことができるようにインテング用押釦を設けてある。

炭車の操作はケージ着床と共にシャフトドアが開きジャンクションレールが掛り炭車押入の作動が自動的に行われる。

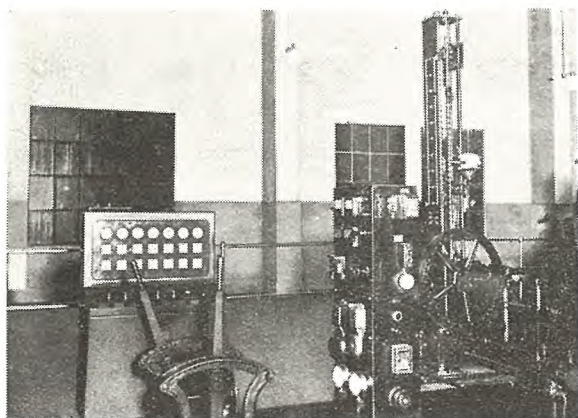
7. 配電盤および運転設備

ア. 配電盤

2 図電気設備系統図に示すスキップ巻およびケージ巻用の受電盤、同期電動機盤および変圧器一次盤等の配電盤を一例に配列し、両側面はコンクリート壁として電気室を作り、内部を高圧側と低圧側とに分ち高圧側には断路器、電磁操作油入遮断器および起動用リアクトル等を、低圧側すなわち配電盤裏面側には低圧交流電動機制御盤およびワードレオナード制御盤を設置し、運転準備の操作はすべてこの配電盤において行うことができる。

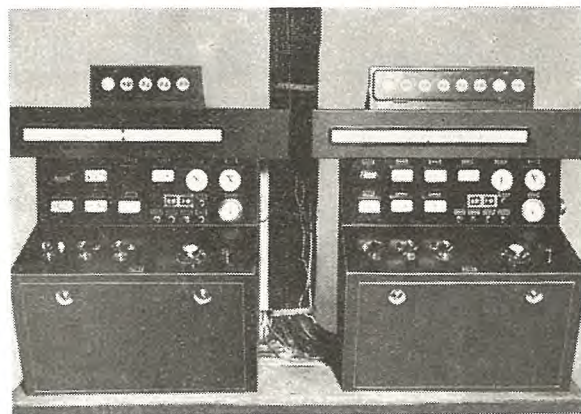
イ. 運転盤

手動運転の場合には巻室の巻上機および深度計の前面に設置された運転台において運転を行う。このために運



11 図 手動運転用運転台

Fig. 11. Operator's stand for manual control.



12 図 自動運転監視盤（右ケージ巻、左スキップ巻）

Fig. 12. Supervisory control desk. (right for the cage winder, left for the skip winder.)

転台には速度制御、常用制動および非常制動用の各把手を設け、運転台の傍に信号表示盤および巻上電動機用電圧計・電流計・速度計等の諸計器および切替開閉器・警報電鈴・押釦等の器具を取付けた運転者盤を設け、運転者はこれらによって手動運転を行うことができる。

ウ. 監視盤

自動運転の場合には巻室とは別に運転監視室を設け、スキップ巻およびケージ巻の自動運転の監視を行う。ここには監視盤を置き巻上機の運転状況を監視できるように運転者盤同様信号表示器および計器類を取付け、なお上部にセルシン駆動の深度計を設けてある。自動運転の運転操作は坑口、坑底の信号用押釦によって信号と共に運転がなされる。

8. むすび

以上全自動運転方式による立坑巻上機電気設備について述べたが、外国においても未だ実施例の少ない全自動運転方式が今回貝島炭硯株式会社のご英断によって発案せられ、関係者一同十数回にわたり慎重に検討、打合せの上設計、製作されたのであるが、ここにわが国最初のレオナード式スキップ巻およびケージ巻の全自動運転が完成されいづれも至極好調に高能率の運転をつづけている。

炭坑巻上設備合理化の上に今後ますます自動運転方式が採用されることと思う。しかしケージ巻の自動運転に対しては要求される負荷の状態、立坑の深度、付属設備の性能等をよく考慮して計画しなければ自動運転の効果を収めることができない点に技術的にむずかしい問題がある。今後は今回の経験によりさらに改善に努力し斯界の要望に副いたいと思う。

最後に本立坑巻上設備全般にわたり製作者と一体となって自動運転完成にご指導ご協力を頂いた貝島炭硯株式会社の技術関係者各位に深謝の意を表する次第である。

立 坑 卷 上 機

長崎製作所

岩 原 二 郎*・水 流 吉 雄**

Vertical Shaft Winders

Jiro IWAHARA・Yoshio TSURU

Nagasaki Works

In 1952 at the Kaijima Coal Mine, Kyushu, one 1,100 kW skip-winder and one 900 kW Cage-winder, both built by Mitsubishi, were installed to the north shaft and to the central shaft respectively. The former is full automatic, while the latter semi-automatic. Both the machines are capable of being operated manually where the case demands. They have been in marvellous conditions since they were put into services.

1. ま え が き

炭坑合理化の一端として、立坑巻上機の自動運転は、古くからわが国においても研究されていたが、完成品としての実施例は見受けられなかった。しかし、最近になってこれらの機械が、方々に設置されるようになってきたことは、この種機械産業に関係ある者として、喜びにたえない。自動運転の特長として、人件費の節減と、運転の安易な点があげられている。後者に対して管理者の間には、機械作動の確実性について、疑問を持っておられる向が多い。しかし立坑巻上機事故のうち、運転者の誤診・誤操作・保守の不備等によるものが案外少ないことを了解されると共に、作動確実な機械の製作が、不可能でないことを悟られたならば、おのずから解消される問題である。

当社が貝島炭鉱に納入、すでに営業運転中の 900 kW ケージ巻上機、および 1,100 kW スキップ巻上機は、いずれも自動手動兼用に設計されており、運転開始後すでに 1 年半になっている。以下本巻上機機械部分の、本体・制動機・安全装置・深度計等の構造および作動について述べる。

2. 仕 様

900 kW 巻上機は、ケージにより硬・材料・機械類の

運搬、および人員昇降用として使用され、運転は硬運搬だけが半自動運転で、他は手動運転になっている。

1,100 kW 巻上機は、スキップにより、もっぱら石炭運搬にのみ使用され、坑内における積込みより、坑口における吐出まで、すべて自動運転になっている。ただし、材料運搬・ロープ取替・立坑スキップガイドへの給油・および立坑内点検等の特殊運転の場合には、手動運転に切替えて運転できる。

両巻上機は 1 図に示すように、同一建屋内に設置され、いずれもワードレオナード制御方式による円筒型複式単胴巻上機である。

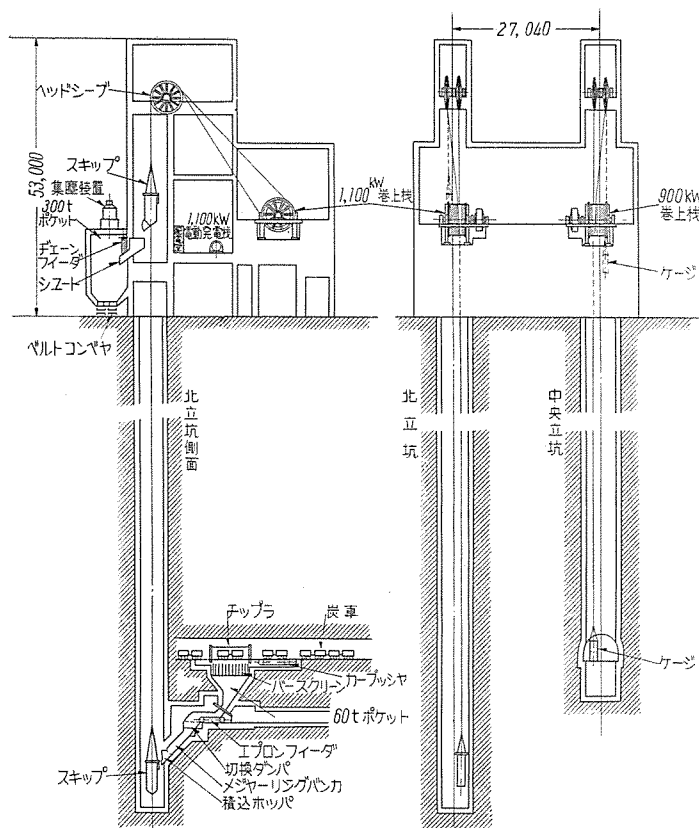
両巻上機の仕様要目を 1 表および 2 表に、速度曲線を 2 図および 3 図に示す。

3. 巻上機本体

ア. 概要

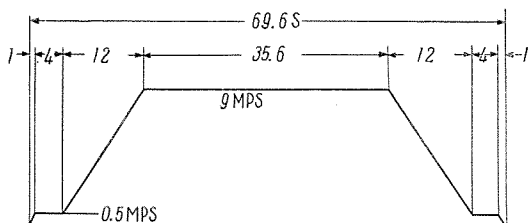
両巻上機共、本体の構造大きさは同じであるが、1 図に示すように配置が互に勝手違いになっている。巻胴および直流電動機は、それぞれの軸と一体に作られたつば接手によって直結され、共通台床上に 3 箇の軸受で支えられている。

制動機は、巻胴両端に各 1 組を設け、床下に設けられた 1 組の気圧制動機関、および同操作機構によって操作される。手動運転は、操作盤の選択開閉器を手動に切替



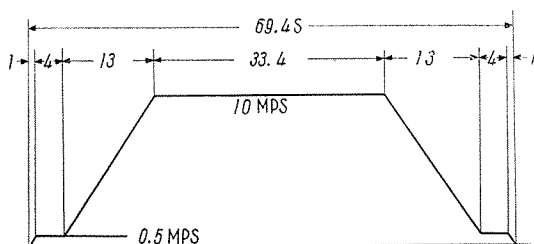
1 図 貝島立坑巻上および積込設備

Fig. 1. Winding and loading equipment at the vertical shaft, the Kaijima coal mine.



2 図 900 kW 速度曲線

Fig. 2. 900 kW speed curve.



3 図 1,100 kW 速度曲線

Fig. 3. 1,100 kW speed curve.

え、制動把手の固定を解き、制御把手および制動把手を操作して行う。

深度計は運転台側巻胴の反電動機側に設け、巻胴より傘歯車を介して運転する。

巻上機本体周囲には、危険防止のため、磨丸鋼製の手摺を設けた。

立坑巻上機・岩原・水流

1 表 900 kW 巻上機仕様要目

要 目	仕 様
巻上深さ	427 m
巻上速度	9 m/sec
ケージ重量	(付属品共) 7,510 kg
炭車重量	960 kg
1 回巻上炭車数	2
硬 1 箱分重量	3,000 kg
1 回巻上硬車重量	7,920 kg
1 回巻上人員重量	(40 人) 2,400 kg
ロープ直径	50 mm
ロープ重量	10.83 kg/m
ロープ全長	(地巻共) 570 m
ロープ張力	20,200 kg
不平衡張力	12,650 kg
巻胴直径	6,000 mm
巻胴の幅	3,200 mm
巻胴回転数	28.7 rpm
1 回巻上所要時間	107.6 sec

2 表 1,100 kW 巻上機仕様要目

要 目	仕 様
巻上深さ	475 m
巻上速度	10 m/sec
スキップ重量	(付属品共) 8,150 kg
1 回巻上石炭重量	5,900 kg
ロープ直径	50 mm
ロープ重量	10.83 kg/m
ロープ全長	(地巻共) 620 m
ロープ張力	18,400 kg
不平衡張力	10,150 kg
巻胴直径	6,000 mm
巻胴の幅	3,200 mm
巻胴回転数	31.8 rpm
1 回巻上所要時間	83.4 sec

イ. 巻胴

巻胴は円筒型1箇で、直径はロープ中心で、6,000 mm。幅はヘッドシープ配置とフリートアングルの関係で、深度の割に広く 3,200 mm 全幅 3,750 mm である。

巻胴セルは鋼板製とし、内部から山形鋼・T 形鋼・および鋼板で補強し、さらに中央部は溝形鋼の突張りを入れて全体的に補強している。4 図はこれらの構造図である。

巻胴アームは、鋼板で補強した溝形鋼を使用し、巻胴ボスへの取付は溶接を採用し、円弧状厚板によって補強している。

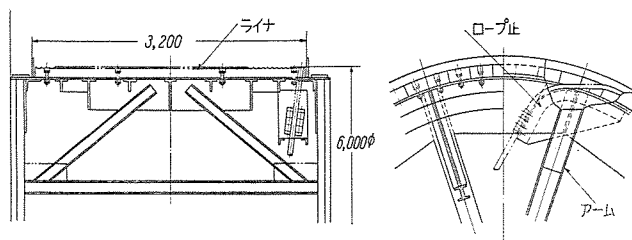
巻胴ボスは鋳鋼製二つ割りとし、ボルトおよび焼嵌環により一体に組立て、接線キーで軸に固定している。

巻胴外面には、けやき材のライナを張り、ロープ案内溝を設け、内面両端にはロープ止を溶接して、ロープをこの部分より内部に引込み、押え金によってロープ止に固定し、なおその端部はマガジンドラムに巻込まれる。

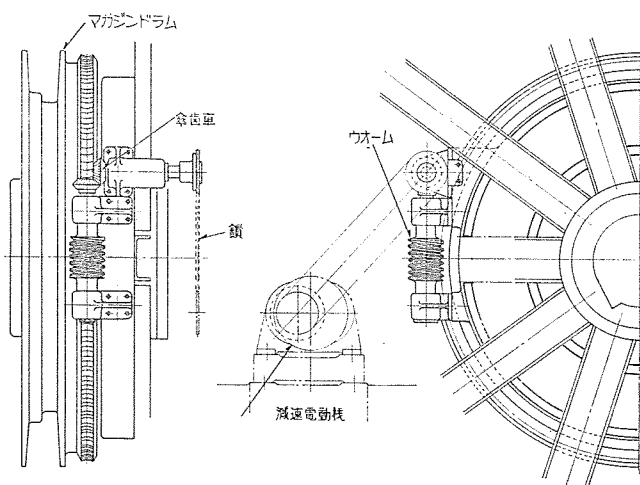
巻胴は、運搬の都合上解体して発送し、現場組立溶接後ロープ案内溝・制動輪表面仕上・端部切断等の機械加工を行った。

ウ. マガジンドラム

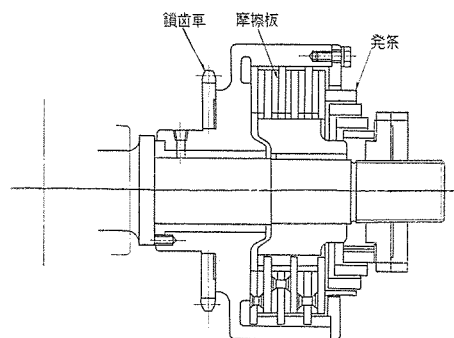
ロープは新しい程張力により永久伸びを起し、左右ケージあるいはスキップの着床位置が、両ロープ伸びの和だけ違ってくる。ロープが古くなるにつれて、永久伸び



4 図 巻 胴
Fig. 4. Winding drum.



5 図 マガジンドラム
Fig. 5. Magazine drum.



6 図
摩擦接手
Fig. 6.
Friction clutch.

は少くなるが、最も疲労破損を起し易い鋼首元の定期切替のため、ロープは次第に短くなる。したがって単胴複式の巻上機では、時々ロープの調整を行う必要があり、この作業を容易にするため、巻胴内両端部に 5 図に示すマガジンドラム各 1 組を設けている。

マガジンドラムは、巻胴軸に滑り嵌合になっており、これにロープの一端を固定し、共通台床上に置かれた減速電動機より、摩擦接手・鎖歯車・傘歯車・ウォーム歯車等を介して運転される。摩擦接手は 6 図に示すように、減速電動機の軸端に設けた。

ウォーム歯車はセルフロックするようになっているが、安全のためウォーム軸を固定するようにし、巻上機運転中は、鎖および同歯車・主動側傘歯車および同用軸は、取外すようになっている。

エ. 巻胴軸

巻胴軸は、鍛鋼製のつば接手付で、電動機軸との接合は、キーおよびリーマーボルトになっている。

オ. 軸受および同給油装置

(1) 軸受

軸受は給油環付軸受であるが、給油ポンプにより、常時給油する構造になっている。軸受裏金はホワイトメタルを使用し、各軸受とも丸型温度指示計、および温度継電器を備えている。

(2) 軸受給油装置

軸受給油装置は、7 図に示すように、給油ポンプ・油槽油冷却器・浮動開閉器より成っている。

給油ポンプは、油槽上に据付け、電動機より撓み接手を介して運転される歯車ポンプで、2 台 1 組になっており、内 1 台は予備である。給油ポンプより吐出された油は、逆止弁および安全弁を経て、油冷却器内に送られる。

油冷却器は、立型内冷多管式で、黄銅管内側に冷却水を通し、油はその外周ケーシング内を矢印のように蛇行し、冷却されて軸受上部に出て行く。

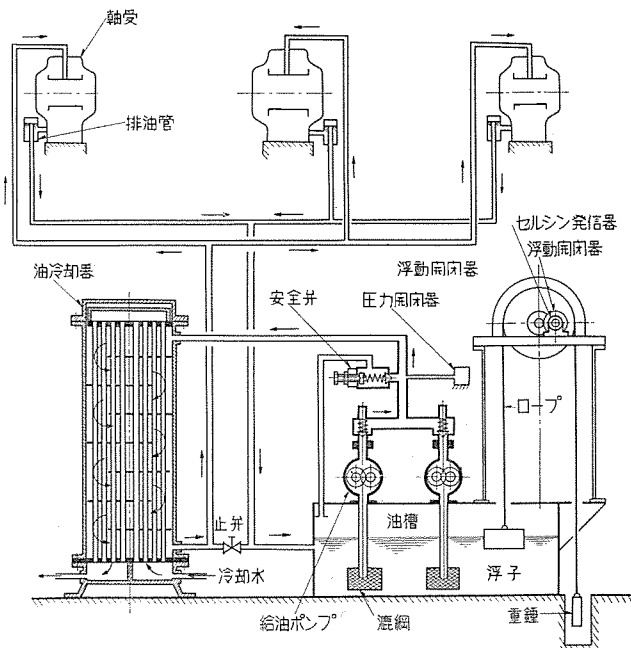
軸受上部に出た油は、軸受および軸を冷却潤滑して、軸受排油管に出、自然落差により油槽内に帰る。軸受排油管は、油環給油に支障のない高さに定められており、万一給油ポンプ故障の場合でも、巻上機の運転は可能である。油槽内の油は、ポンプ吸込口濾網によって濾される。排油管と油冷却器出口間の止弁は、油冷却器および排油管の掃除の場合、これら内部の油を、油槽内に帰すために設けられたもので、運転中は閉じられている。

給油装置の運転は、管理室および巻室において行われる。

(3) 安全装置

軸受および同給油装置部分の安全装置としては、つぎのようなものがある。

a. 軸受温度が規定以上に上昇すれば、温度継電器の作動により、管理室・坑口・および巻室に警報を発



7 図 軸受給油装置
Fig. 7. Bearing lubricating equipment.

する。

b. 給油装置油圧が、規定以下に低下した場合には、圧力開閉器の作動により、1 項同様警報を発する。油圧が、規定以上に上昇すれば、安全弁が作動して、電動機の過負荷を防止する。

c. 油槽内油量が、規定以下に減じた場合には、浮動開閉器の作動により、1 項同様警報を発する。なお浮動開閉器と同一機構内に設けられた、セルシン発信器により、管理室および坑口に常に油面を指示している。

カ. 共通台床

共通台床は、運搬に便利なように適当に分割された鋳鉄製で、合せ目は、キーおよびボルトにより連結されている。

4. 制 動 機

ア. 概要

制動機は、下方支点ポスト型気圧操作式で、巻胴両端に各 1 組を設け、1 組の制動機関および同操作機構によって運転される。

制動は直接気圧によって行われるため、制動に際し衝撃が少く作動は敏速である。

制動機の主要部分は、制動機本体・制動機関・操作機構・安全装置・および気圧装置より成り、制動力は、最大不平衡荷量の 3 倍以上に定め、減速度は、最悪条件の下で 2 M. P. S^2 以上としている。

イ. 制動機本体

(1) 構造

制動機本体は 8 図に示す構造で、制動ポストは鋼板で補強した I 形鋼を使用し、4 箇所、制動開放時開き勝手になるように傾斜支持されている。図の前後にある各ポストは、枠組された形鋼によって連結補強され、上部外側には、制動軸および支持軸が、軸受によって支えられている。

ポストの内側には、けやき材の制動裏張が取付けられ、運転台側両ポストには、制動解放時、制動輪と制動裏張りの開きを調整する調整台が、共通台床側面に設けて

ある。

制動軸の中央および両端には、制動腕およびクランクが、接線キーによって固定され、クランクに連結されたタイロッドにより、反対側支持軸に繋がっている。

制動腕と制動機関とを連結する連桿両端には、自在接手を使用し、両中心の多少の違いによるこじれを防止している。軸受およびポスト支持台には鋳鋼を使用し、その他の部品はすべて鍛鋼品である。各部接合用栓には、高周波焼入を施し、耐磨性を持たせた。

軸受および栓の給油には、サイフォン式給油壺を使用し、油は定期的に補給することになっている。

(2) 作動

制動機関によって、制動腕の自由端が押上られると、制動軸は時計方向にまわり、クランクにより、重量の軽い支持軸側ポストが、始め制動輪に引付けられ、つぎに制動軸側ポストが、制動輪に圧着されて、制動作用が行われる。制動解放の場合には、作動がこれと反対になり、ポストの外側に倒れる力、制動腕の自重、制動機関主制動筒ピストン自重、等によって開く。

ウ. 制動機関

(1) 構造

制動機関の動力には、前記のように、圧縮空気を使用し、その主要部分は、8 図に示すように、主制動筒・支持筒・制動主錘・制動横桿・圧力調整弁・非常弁・および台床等より成っている。

(2) 作動 (13 図参照)

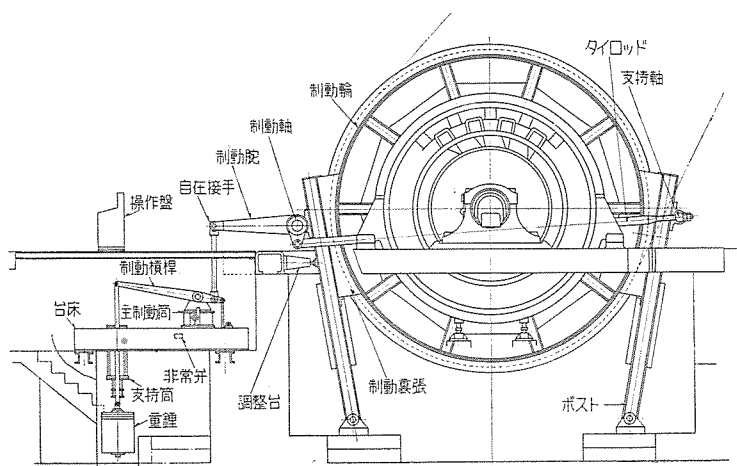
巻上機運転中、支持筒内には、非常弁を介してつねに圧気が送入され、制動重錘は持上られ、制動横桿の支持筒側端部は、固定されている。

制動中主制動筒ピストンは、圧力調整弁によって送入された圧気により、支持筒側端部を支点として、制動横桿を押上げ、他端に連結された制動連桿を介して、制動機本体に制動力を起させる。つぎに圧力調整弁を操作して、主制動筒内の圧気を大気中に放出すれば、ピストンの押上力はなくなくなり、イ項記載の重量によってピストンは下り、制動機は弛む。

非常制動の場合には、操作機構の作動によって、圧力調整弁が操作され、主制動筒内に圧気を送入すると共に、非常弁を操作して支持筒内の圧気を大気中に放出し、制動重錘は降下する。したがって、制動連桿の上昇速度は、主制動筒ピストンの上昇速度によるものと、重錘降下によるものとの和になり、急速に制動作用が始まる。

主制動筒内の圧力が上昇し、制動横桿の本体側端部を支点として、制動重錘を持上げ得る大きになれば、制動重錘は始めの位置まで押戻される。

制動完了の状態で非常弁を操作し、圧気を支持筒内に送入すれば、非常制動は解除され

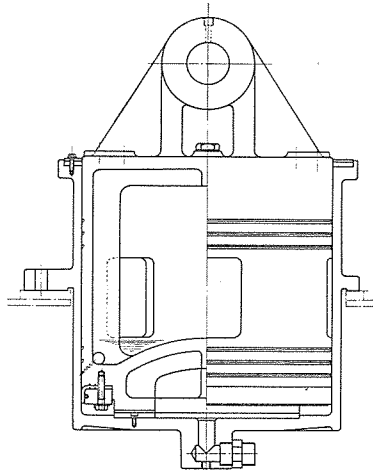


8 図 制動機本体および制動機関
Fig. 8. Brake body and brake engine.

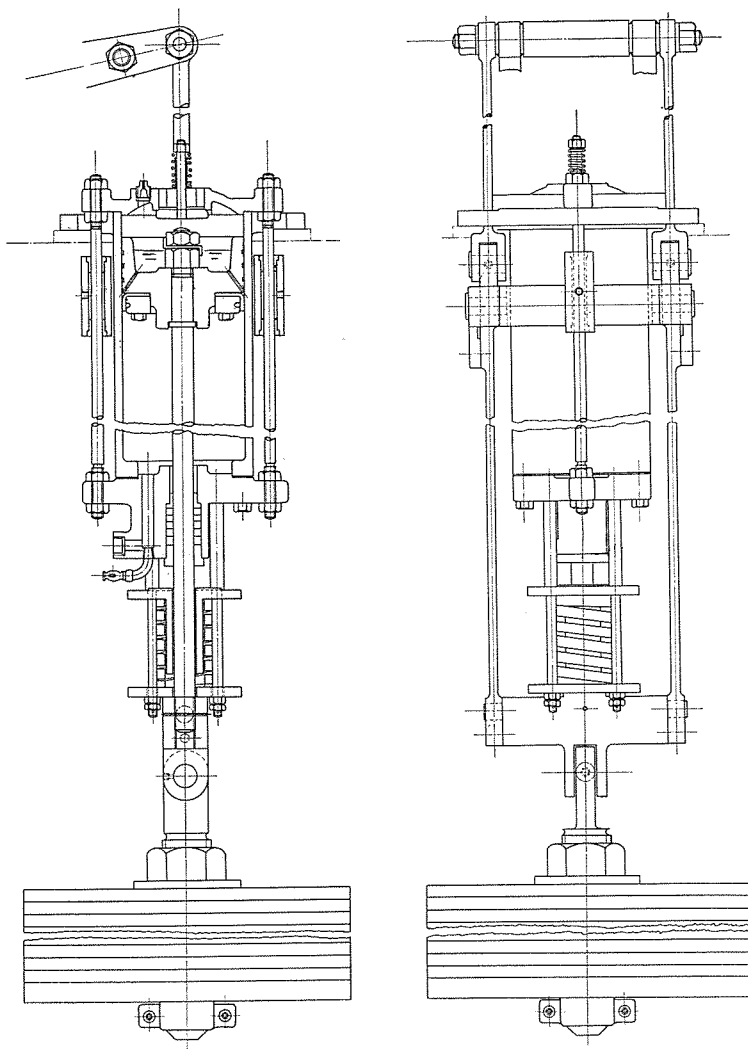
る。

(3) 主制動筒

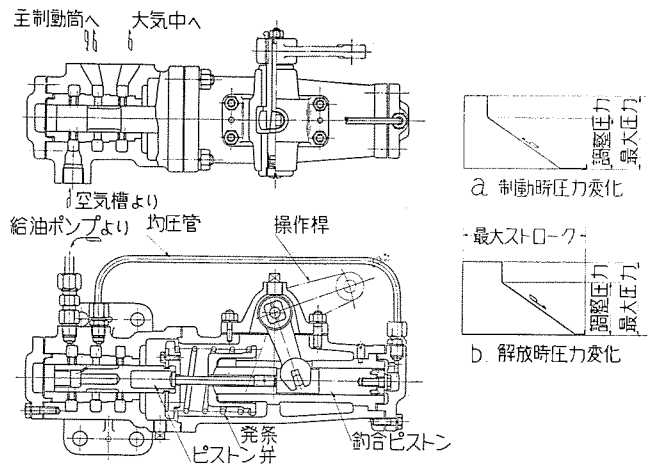
シリンダには耐磨耗性の点より、歯車用鋳鋼を使用し、ピストンは鋳鉄製で、その周囲には、ラビリンスパッキングを設け、下部洩止パッキングには皮革製 L 型パッ



9 図 主制動筒
Fig. 9. Main brake cylinder.



10 図 支持筒
Fig. 10. Supporting cylinder.



11 図 圧力調整弁
Fig. 11. Pressure regulating valve.

キングを使用し、発条環により、シリンダ壁に圧着している。ピストン内部は密閉して潤滑油を入れ、L 型パッキング外周に給油し、ピストン潤滑と気密を保たせている。

シリンダ上部には、皮革製平パッキングを設け、ピストン外周に圧着し、空気洩れを防止し、その底部には、ピストン防衝板、圧力調整弁への通気穴、等がある。

(4) 支持筒

ピストン、シリンダ共鋳鉄製であるが、ピストンロッドは耐食性を考慮して、アームスブロンズを使用し、ピストン洩止パッキングは、主制動筒と同一構造にした。ピストンロッドに直接制動重錘を取付けることは、その端部のねじあるいはコッタ等の弛みにより、制動重錘が落脱するおそれがあり、10 図に示すように、別に重錘支持用の連桿を設けてすべて栓接合にしている。

重錘吊棒の下部支えは、ねじをやめつばによって支え、重錘は積重ね式とし、上部より大径ねじのナットによって押えている。

シリンダ底部には、重錘上昇時の衝撃吸収用発条、ピストンロッドパッキング箱、非常弁への通気穴等がある。

(5) 圧力調整弁

圧力調整弁は、復帰式弁で、11 図に示すように弁箱・シリンダ・釣合シリンダ・ピストン弁・釣合ピストン・発条・発条受・同用ボルト・レバー・操作桿・均圧管・等より成っている。

ピストン弁と釣合ピストンの直径は等しく、ピストン弁左側圧力と、釣合ピストン右側圧力は、均圧管によって連結されているため、つねに釣合っている。

操作機構により操作桿を操作して、釣合

ピストンを左に移動すれば、発条を介して、ピストン弁は左に押され、空気槽と主制動筒の通路が開き圧気が主制動筒内に入る。ピストン弁左側小穴より出た圧気は、発条を圧縮して、バルブ自身を右に押し、空気槽と主制動筒間の通路を閉じる。この作動と同時に、均圧管を経て、釣合ピストン右側に出た圧気は、これを左に圧して、ピストン弁の押圧と釣合う。したがって、操作桿には、その作動時弁およびピストン等の摩擦力が加わるだけで、圧気による力は作用しない。さらに操作桿によって、釣合ピストンを左に動かせば、空気槽と主制動筒間の通路は再び開き、圧気は主制動筒内に流入して圧力は上昇し、発条はその圧力に相当するだけさらに圧縮され、ピストン弁は閉じる。この動作は左右発条受が互に接着するまで繰返され、この制動期間における圧力と釣合ピストン位置との関係を 11 図 a に示す。

釣合ピストンを右に動かすと主制動筒と大気間の通路が開き、主制動筒内の圧気は大気中に放出され、圧力は降下して行く。これと同時に、左右両ピストン端面圧力も降下するため、発条によって、ピストン弁は、左に押されて大気への出口を閉じる。この制動解放時における圧力変化を、11 図 b に示す。

11 図 a, b の左上直線部分は、左右両発条受が接着した状態の圧力で空気槽内圧力に等しく、斜線は調整圧力を示す。制動における圧力上昇始点および発条接着始点と、解放におけるこれらの位置が、互に違うのは、ピストン弁洩止用重なり代によるものである。

圧力調整弁の構造および作動が、上記のようになっているため、主制動筒の押上力は、操作桿の位置および作動速度に比例して、圧力および同上昇速度が定まり、円滑な制動作用を行うことができる。

(6) 非常弁および絞り弁

非常弁は、12 図に示すように、絞り弁と一体に組立てられ、操作機構によって操作されるピストン弁である。弁の図示位置は、運転中の状態であって、非常制動時には、操作機構によって、左方向に押され、支持筒と絞り弁間の通路を開き、支持筒内の圧気を、絞り弁を介して大気中に放出する。

絞り弁は、主制動筒ピストン、深度計に設けられたカムによって操作され、非常制動の場合、無気圧の時および巻終り近くの時には急速に、全速巻上期間中は割に緩慢に、支持筒内の圧気を放出して、制動重錘の降下速度を調整する。弁箱はいずれも鋳鉄製であるが、弁は耐食性を考慮して、不銹鋼および銅合金を使用した。

エ. 操作機構

(1) 構造

操作機構は、13 図制動機全説明図に示すように、操作機関 (WE)・操作電

磁弁 (MV1・MV2・2 箇中 1 箇は予備)・手動把手 (BH)・非常用操作機関 (E.WE)・非常用電磁弁 (MV3) 等より成っている。

操作機関は、自動運転中の圧力調整弁操作用機関で、差圧作動式になっている。シリンダの右側は空気槽に通じ、ピストンはつねに左に押されており、左側は安全弁 (SV) を経て、坑口操作開閉器によって操作される操作電磁弁に通じている。

ピストンは、連桿および横桿を介して圧力調整弁 (CV) に連り、途中横桿 (A) の一端は、非常用操作機関によって支持される重錘 (W2) に連結され、さらに他の横桿 (B) の中点は、手動把手に連結されている。

非常用操作機関は、非常用電磁弁・安全弁を介して、常時空気槽に通じ、圧気によって重錘 (W1・W2) を支持し、横桿 (A) の一端 (C) を固定すると共に、非常弁 (EV) を操作して、支持筒 (BWHC) 内に圧気を送り、制動重錘 (BW) を支持させている。

(2) 自動操作

手動把手を固定把手 (LH) によって固定すると同時に、開閉器 (LS3) により、電氣的インターロックを閉じ、運転台操作盤の選択開閉器を自動運転に切替えると、操作電磁弁 (MV1・MV2) は、坑口操作開閉器によって操作されるようになる。

操作電磁弁が坑口操作開閉器によって、励磁されると、圧気が操作機関左側に入り、ピストンをその面積差圧によって右に押し、圧力調整弁を操作して、主制動筒 (MBE) 内の圧気を大気中に放出し、制動機は弛む。

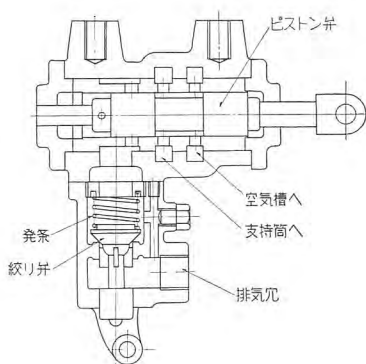
この作動中に、主制動筒内の圧力が、不平衡荷重を支える程度に降下した点で、開閉器 (P1・P2) を操作し、巻上電動機を起動する。

巻終りになって坑口操作開閉器の作動により、操作電磁弁の励磁が解かれると、操作機関左側の圧気は、大気中に放出され、ピストンは左に押されて圧力調整弁を操作し制動機を締めると共に、制動解除と同一圧力点で、開閉器 (P1・P2) を操作して巻上電動機の運転を停止する。

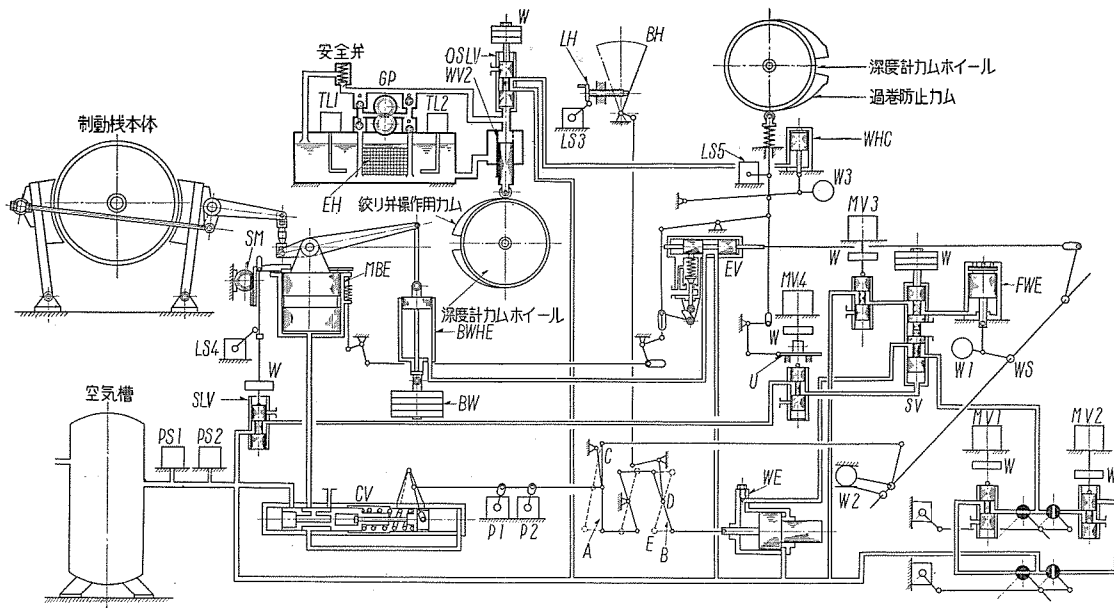
(3) 手動操作

自動操作の場合と反対に、手動把手の固定を解き、選択開閉器を手動に切替えると、操作電磁弁と坑口操作開閉器との接続は断たれ、操作電磁弁は励磁を解かれたままになる。したがって操作機関の左側はつねに無圧となるため、ピストンは左に移動したままとなり、横桿 (B) の一端 (E) は固定される。これと同時に、開閉器 (P1・P2) によって、巻上電動機を操作することはできなくなる。

手動把手を操作すれば、横桿 (B) は (E) を支点として作動し、圧力調



12 図 非常弁および絞り弁
Fig. 12. Emergency valve and throttle valve.



13 図
制動機説明図
Fig. 13.
Diagram
showing the
operation of
brake.

整弁を操作して運転ができる。

(4) 非常操作

電氣的非常制動の時は、非常用電磁弁の励磁が解かれ、機械的非常制動の場合には、安全弁底部の圧気が大気中に放出されてピストン弁が降下し、非常用操作機関内の圧気を大気中に放出して、重錘 (W1・W2) の支持を解き、(W1) によって非常弁を、(W2) によって圧力調整弁を操作して、ウ (2) 項記載の非常制動が行われる。

非常制動が運転停止中に行われると、圧力調整弁はすでに作動しているため、重錘 (W2) は降下しない。

自動運転中における電氣的非常制動の場合には、非常用電磁弁と同時に操作電磁弁も作動するため、操作機関左側の圧気は、大気中に放出されて、ピストンは左に押され、圧力調整弁を制動方向に操作する故、重錘 (W2) はほとんど降下しない。

オ. 安全装置

(1) 電氣的安全装置

下記の場合には、電氣的に非常制動が行われる。

a. 過巻した場合

深度計過巻防止開閉器 13 図 (LS5) の作動による。

b. 過速の場合

巻上電動機軸端の過速制限開閉器の作動による。

c. 過負荷の場合

過負荷継電器の作動による。

d. 停電の場合

MG 電動機側油入遮断器の作動による。

e. 空気槽および配管内圧力が規定以下に下った場合

非常用圧力開閉器 13 図 (PS1・PS2) による。

f. 自動運転中誤って制動把手を動かした場合

固定把手の開閉器 13 図 (LS3) の作動による。

g. 深度計軸接手を離切した場合

軸接手用開閉器 (17 図) の作動による。

h. 坑口・坑底・巻室において、非常停止押釦を押した場合

i. 制動裏張が磨耗して、主制動筒ピストンストロークが規定以上になった場合

13 図制限開閉器 (LS4) の作動による。

つぎの場合には、電鈴によって警報を発する。

a. 深度計目盛と、実際の動きにずれを生じた場合
ケージあるいはスキップに設けたカムおよび坑口開閉器と、深度計に設けたずれ防止用開閉器の作動による。

b. 軸受温度が規定以上に上昇した場合

3. オ. (3) a. 項記載

(2) 機械的安全装置

本巻上機には、とくに安全を期するため、電氣的安全装置に重複して、つぎの機械的安全装置を設けている。

a. 安全弁 (SV)

安全弁は、13 図に示すようなピストン弁になっており、弁の上部は非常用電磁弁 (MV3) および非常用操作機関に、下部は操作機関および操作電磁弁に通じ、底部は過巻過速防止電磁弁 (MV4) およびストローク制限弁 (SLV) を経て空気槽に連り、常時その圧気によって、頭部重錘を支持している。

過巻過速防止電磁弁およびストローク制限弁が作動するか、あるいは配管内圧力が規定以下に下れば、頭部重錘によって弁が下り、機械的非常制動が行われる。

b. 過巻防止弁 (MV4)

過巻防止弁は、過速制限用と兼用になっており、常時重錘を支持板 (U) で支えて置き、過巻した場合に深度計カムホイールに取付けられたカムによって、重錘の支持を外し、安全弁下部圧気を大気中に放出して非常制動を行う。

電磁器は、弁作動後の復帰用に使用すると共に、手動運転時運転者が過巻を意識して行う場合にも使用され、その操作は、運転台上の足踏開閉器によって行われる。

c. ストローク制限弁 (SLV)

制動裏張が磨耗して、主制動筒ピストンのストロークが大きくなると、圧気の浪費・作動時間の遅延等種々不具合の点が生ずるため、その大きさがある限度以内に、強制的に保持するように、ストローク制限弁を設けた。

ストローク制限弁は、13 図に示すような、主制動筒ピストンによって操作されるピストン弁で、そのストロークが、連桿に設けられた長手穴よりも大きくなれば、ピストン弁が持上られて、安全弁底部圧気を大気中に放出し、同時に制限開閉器 (LS 4) を操作して、非常制動を行う。非常制動は、本体タイロッドの長さを縮めることによって解除される。

d. 過速制限弁 (OSLV)

過速制限弁は、全速および減速期間における過速を防止するために設けたもので、13 図に示すように、歯車ポンプ (GP)・電熱器 (EH)・温度継電器 (TL)・制限弁 (OSLV)・絞り弁 (WV 2)・重錘支持筒 (WHC)・等より成っている。

歯車ポンプは、巻胴によって運転される可逆式油圧ポンプで、油は、温度継電器および電熱器によって、つねにある温度範囲内に保たれしなくてはならない粘度はほぼ一定している。

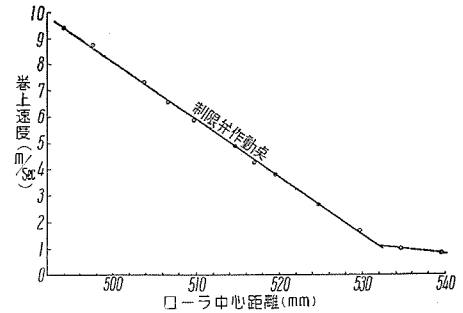
制限弁は、重錘の付いたピストン弁で、常時空気槽と重錘支持筒間の通路を開き、圧気によって重錘支持筒ピストンを押上げ、重錘 (W 3) を支持させている。

絞り弁は、円周に数多くの小穴を設けたシリンダに、深度計カムホイールに取付けられたカムによって操作されるピストンを嵌合したもので、カムは、巻上期間各点における歯車ポンプ吐出量すなわち、巻上速度に応じて、その出口穴の数を加減し、制限弁底面に作用する油圧をつねに一定に保つように作られている。したがってもし任意の点で過速すれば、歯車ポンプの吐出量は、その点における規定吐出量よりも多くなり、絞り弁の抵抗は増加して圧力が上り、制限弁は押上られて重錘支持筒内の圧気を大気中に放出し、過巻防上弁 (MV 4) を操作して、機械的非常制動を行うと同時に、制限開閉器 (LS 5) を操作して、電氣的にも非常制動が行われる。

14 図は絞り弁操作カム調整時実測した、制限弁作動

14 図 巻上速度とローラ中心距離

Fig. 14. Winding speed vs. distances from the roller center.



点の巻上速度と、カムホイールと絞り弁操作用ローラ中心距離の関係を示すものであるが、これによって、相当の低速まで、本装置は有効に作動することがわかる。

非常制動作動後の復帰は、過巻防止の場合と同様にして行う。

(3) ストローク指示装置 (13 図 SM)

ストローク制限弁上部に、主制動筒ピストンによって操作される、セルシン発信器を設け、ピストンストロークを、坑口および巻室に指示し、その管理を容易にしている。

カ. 給油装置

運転開始前および運転中、制動機関および全操作機構各部分の作動を円滑にすると共に、これらよりの洩気を少なくするため、15 図に示すような給油装置を備えている。

給油ポンプは、運転開始前に把手を回して給油する手動ポンプと、運転中主制動筒内圧力の変化を利用して作動する、自動給油ポンプの二つより成り、同一油槽内に取付けてある。

主制動筒・支持筒・および両操作機関への給油は、それらの操作弁を通過する圧気によって行われる。

キ. 気圧装置

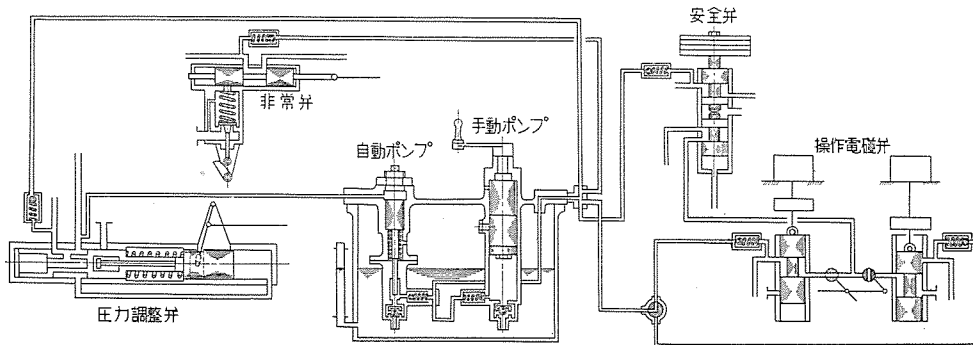
気圧装置は、16 図に示すように、空気圧縮機・同自動運転装置および負荷軽減装置・空気分離器・不還弁・空気槽より成り、圧縮機を出た圧気は、空気分離によって水分および油等を分離され、不還弁を経て空気槽に蓄えられる。

(1) 圧縮機自動運転

不還弁横の止弁を閉じ、自動運転圧力開閉器入口の止弁を開いて、圧縮機を運転し、空気槽内圧力が規定圧力

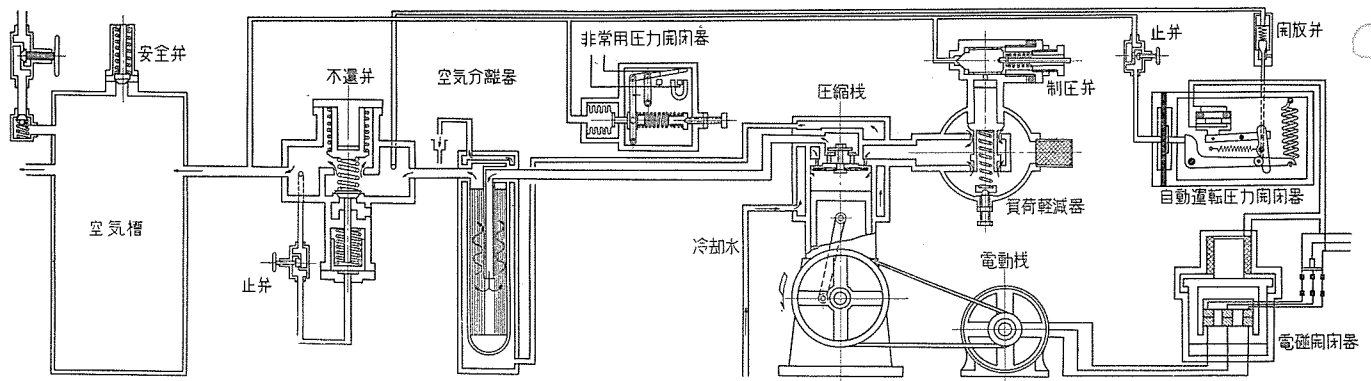
になれば、自動運転圧力開閉器が開いて、電動機の電磁開閉器を操作して運転を停止すると共に、その L 型横桿によって、開放弁を開き、圧縮機より不還弁間の圧気を大気中に放出して、次回起動を容易にする。

空気槽内圧力が規定圧力まで低下すれば、



15 図 制動機関および同操作機構給油装置

Fig. 15. Oiling equipment for brake engine and operating mechanism.



16 図 気圧装置 Fig. 16. Pressure-air equipment.

圧力開閉器は閉じて、圧縮機は起動する。

(2) 負荷軽減装置

上記圧力開閉器その他に万一故障があって、圧縮機の自動運転ができない場合には、この負荷軽減装置によって運転することができる。

不還弁横の止弁を閉じ、自動運転圧力開閉器入口止弁を閉じて圧縮機を運転し、空気槽内圧力が規定圧力に達すれば、自動制圧弁左側圧力は、発条に打勝って弁を右に押し、右側大径弁座に弁を押え付けると同時に、負荷軽減器を操作して圧縮機の給気を断ち、圧縮機を無負荷にする。

空気槽内圧力が降下すれば、制圧弁の弁は、発条によって左に押され、左側小径弁座に押え付けられる。

この作動によって、負荷軽減器内の圧気は大気中に放出されて弁を開き、圧縮機は負荷運転される。

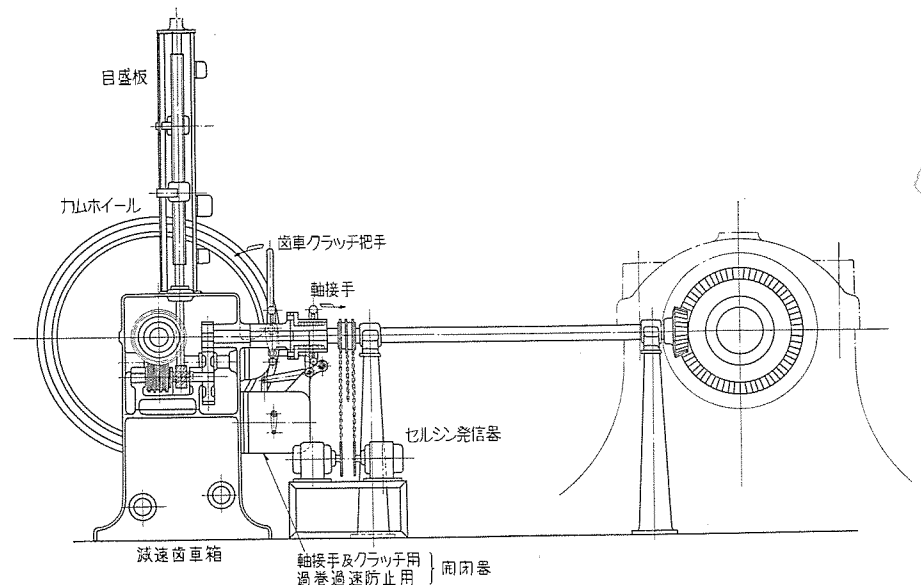
不還弁横の止弁は、手動運転の場合、次回起動を容易にするために設けたものである。

図の中央に示す圧力開閉器は、非常用圧力開閉器の説明図である。

(3) 他圧縮機との連結

気圧装置は、各巻上機におおの1組を備えているが、これらの空気槽は互に連結され、さらに、他の大型圧縮機にも連結して、制動機運転の安全を期している。

空気槽には安全弁および他圧縮機連結用不還弁を設けた。



17 図 深度計 Fig. 17. Depth meter.

深度計伝動軸と、減速歯車箱間には、図に示すような軸接手を設けると共に、減速歯車箱内に、歯車式クラッチを設けて、指針の調整・カム調整等を容易にし、さらにこれらを切離した場合には、前記開閉器を操作して非常制動を行い、安全を期している。

深度計目盛板裏面支柱には、減速開始誘導型開閉器の励磁用開閉器・電鈴用開閉器・ずれ防止用開閉器等が取付られている。

深度計伝導軸の途中にセルシン発信器を設け、管理室・坑口および坑底に、ケージあるいはスキップの位置を指示する。

6. 着床指示器

深度計指針の指示する目盛は、全深度の何百分の一という非常に小さなものであり、さらに荷重の変化によって、ロープの伸びが異なるため、仮りに大きな拡大装置を設けても、正確な位置を指示することはできない。

これらの点を考慮して本巻上機には、坑口・坑底着床前の規定位置に開閉器を設け、ケージあるいはスキップによってこれを閉じ、18図に示す着床指示器の電磁器を励磁して、摩擦車を制動輪に押え付け、この回転によって指針を動かし、着床位置を明確にしている。

5. 深度計

手動運転時の深度指示と、各種制限開閉器操作のため、巻室に立型深度計を設け、巻胴より傘歯車によって運転される。深度計は、17図に示す構造になっており、下部減速歯車箱には、手動運転時の速度制御用カム・過速防止用カム・過巻防止用カム・終点操作開閉器用カム等を取付けるカムホイール、および過巻過速防止用開閉器・軸接手用開閉器等が取付けてある。

7. 速度制御装置

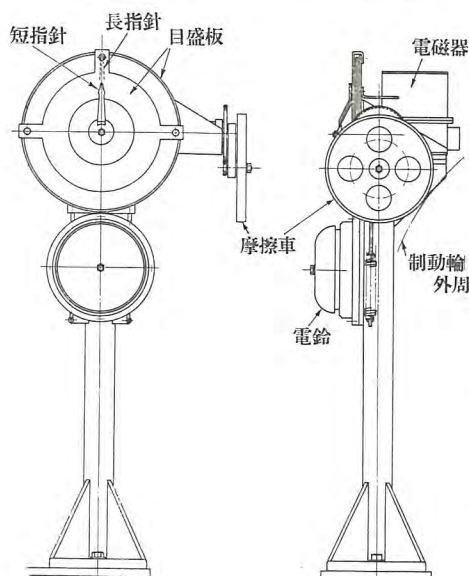
手動運転の場合、深度計減速歯車箱に設けられたカムと、制御把手とを関連させ、巻上速度を制御するもので、19 図に示す構造になっている。

制御把手の中性点は、図に示すように前後作動角の中央にあり、前進あるいは後進の加速時には、制御把手の動きが加速カムによって制限され、そのカムのあたえる加速曲線にそって加速され、減速時には、制御把手が減速カムによって自動的に押戻され、そのカムのあたえる減速曲線にそって減速停止する。

意識して過巻する場合には、深度計 T 型槓桿と、把手間の連桿内に設けられた発条を圧縮して、制御器を操作する。

8. 運転台

手動運転時の運転台は、制動機関および同操作機構上



18 図 着床指示器
Fig. 18. Landing floor indicator.

の、巻室床面に設け、制御把手・制動把手・操作盤等を取付けている。制御把手と制動把手間には、20 図に示すインターロックを設け、運転に誤りのないようにしている。

(1) B 図

速度制御把手が最大速度の位置にある場合には、制動把手は操作できない、すなわち制動はできない。

(2) C 図

制動把手が全制動位置にある時は、制御把手は操作できない、すなわち起動はできない。

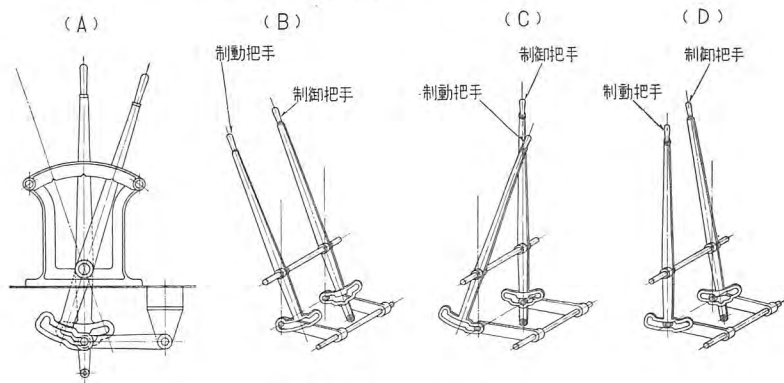
(3) D 図

制動把手が半ば制動位置にある時は、制御把手は半ば動かし得る。全速位置まで動かすには、制動把手を完全に弛めねばならない。

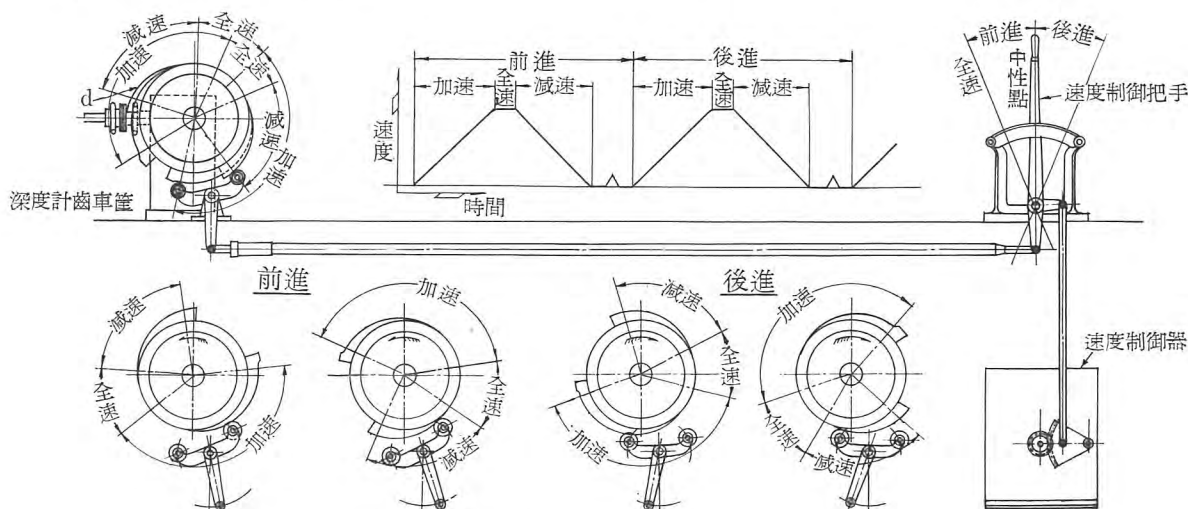
9. むすび

立坑巻上機の自動運転は、当社として最初の試みであり、その試運転の結果、二、三改造するところはあったが、ほとんど最初の計画どおりでその目的を達し、現在異常なく運転されている。

試運転結果を総合すれば、各部品の構造および性能において、改造研究しなければならない点があり、今後これらの研究に努力したい。



20 図 把手インターロック装置
Fig. 20. Handle interlocking device.



19 図 速度制御装置
Fig. 19. Speed control device.

立坑巻上機の付属設備

三菱造船株式会社 長崎造船所

永尾 俊 衛

Auxiliary Apparatus for Shaft Winding Machines

Toshie NAGAO

Mitsubishi Nagasaki
Shipbuilding Company

In spite of long years research for the automatic operation of shaft winding machine as an ideal setup, it has been hard to materialize it. A design of an epock making equipment for the shaft of the Kaijima Coal Mine, however, has solved the question pretty well. The coal at the working face in the depth was conveyed by coal tups to a pocket, from where it is loaded to skips and sent up to the pit mouth through a number of automatic apparatus. They are for a 900 kW cage winder and for a 1,100 kW skip winder.

1. まえがき

立坑巻上機の自動運転は、古くよりその研究が続けられ理想とするところは充分認められながら、実現は容易でなかった。幸いこのたび、貝島炭砒の立坑計画に際し、画期的な自動運転方式のご採用を得て、すでに好調な運転を続けている。本稿はこの900 kW ケージ巻上機および1,100 kW スキップ巻上機の付属設備の詳細を述べ、一般巻上設備の参考に供したい。

2. スキップの坑口および坑底設備

ア. スキップの坑口坑底に装備する品名とその数量

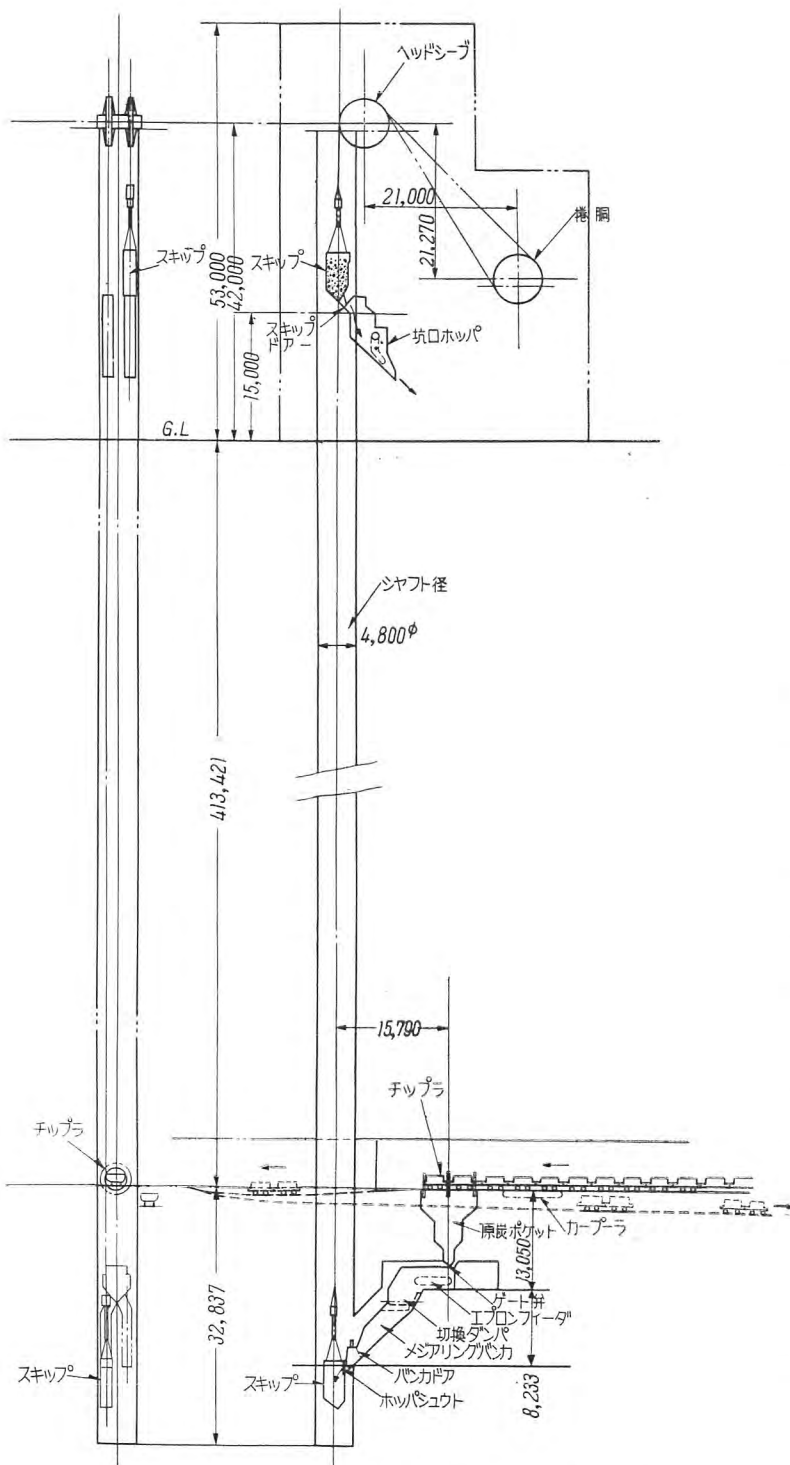
品 名	数 量
(1) 坑口タワーおよびガイドレール	1 式
(2) スキップ扉のガイドレール	2 組
(3) 坑口積込ホッパ	2 箇
(4) 坑口スキップ預台	2 箇
(5) 坑口収塵装置	1 式
(6) 坑口スキップ制御装置	1 式

(7) 坑底チップラ装置	1 式
(8) 坑底原炭ポケット	1
(9) 坑底エプロン・フィーダ	1 台
(10) 坑底メージュアリング・バンカ	2 台
(11) 坑底積込ホッパ	2 台
(12) 坑底補助ガイド	1 式
(13) 坑底着床受台	2 台

イ. スキップ積込装置の説明

本装置は坑底に集められた石炭を坑口へ搬出するために使用されるもので本機の場合は深度約465 m、ロープのスピードは10 m 毎秒、出炭の量を毎日5,000 t として各機種の内容量を決定した。〔1日は20時間作業とする〕すなわちスキップのデューティサイクルをつぎのとおりとしてスキップ本体の内容量ならびに各機の力量を決定した。

停止後各機作動時間	2 sec
石炭積込時間	6.6 sec
余裕	9 sec
計	85 sec



1 図 スリップ装置 Fig. 1. Skip loading apparatus.

85 sec を基準として
 スリップの容量 5t より最高6t まで
 チップラの容量 2t 炭車2 函返 45 sec
 エプロン・フィーダ 6t 搬出 60 sec
 各機の容量および荷重全部6t とす

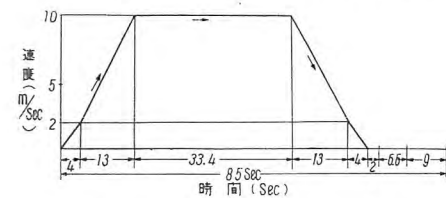
本設備は従来の各設備に自動運転を取入れ機械的にまた電氣的に一貫した方針のもとで計画を進めた。

以下スリップ全般について計画の概要を述べる。

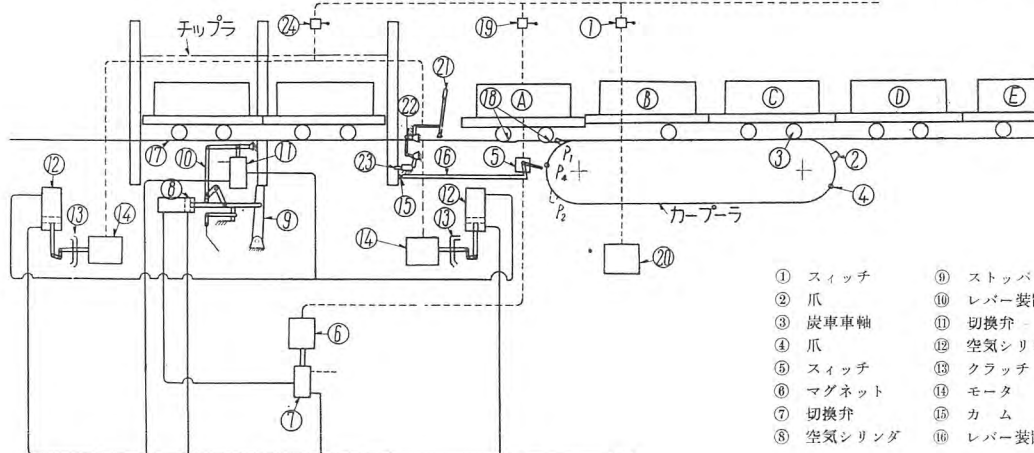
本機のガイド方式はレールガイドでシャフト内をサイドガイドとした。それで補助ガイドはトップガイドとなって坑口シャフト上に高さ約 30 m のガイドレールを取付け三槽を設置した。併せてスリップ下端の取出口扉を開閉するための扉ガイドレールも本槽に装備した。坑口に上昇してきたスリップの扉は本レールにより正規の位置で扉を開いて坑口ホッパへ石炭を排出する。排出された石炭は一時ホッパ内に溜り坑口にある原炭ポケットへと集積される。次降はベルトコンベヤにて順次選炭設備の方へ輸送されるようになっている。

なお本立坑は入気口となっているので収塵装置を置きスリップよりホッパへ積込時に発散する炭塵を吸収させ坑口サイクロンに導き集炭する。

また巻上機の保全を期するためにスリップ本体にカムを設け坑口タワーには制限開閉器を取付け、スリップ本体の精密着床、



4 図 速度曲線 Fig. 4. Speed curve.



3 図 スリップ装置
 Fig. 3. Skip loading apparatus.

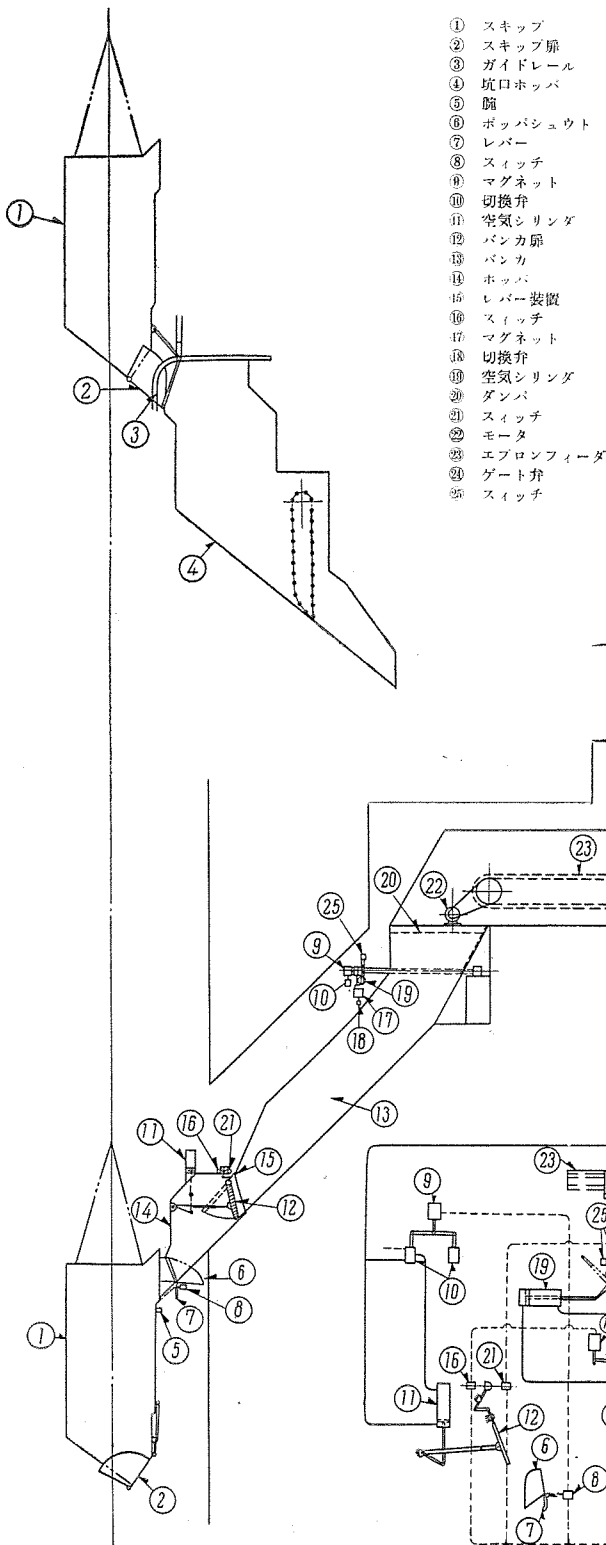
- | | | |
|----------|----------|---------|
| ① スイッチ | ⑨ ストップ | ⑰ 炭車止 |
| ② 爪 | ⑩ レバー装置 | ⑱ 炭車止 |
| ③ 炭車車軸 | ⑪ 切換弁 | ⑲ スイッチ |
| ④ 爪 | ⑫ 空気シリンダ | ⑳ モータ |
| ⑤ スイッチ | ⑬ クラッチ | ㉑ 手動把手 |
| ⑥ マグネット | ⑭ モータ | ㉒ レバー装置 |
| ⑦ 切換弁 | ⑮ カム | ㉓ 止 栓 |
| ⑧ 空気シリンダ | ⑯ レバー装置 | ㉔ スイッチ |

停止，過巻防止を備えとくに安全正確を保たしめる。また坑口にはスキップ預台を設けて置きスキップの修理また取換え等に使用できるようにした。

坑底設備としてはまず切羽よりくる 2t 炭車はチップラ前に集結されて順次 2 函ずつカーブラでチップラに入れ 1 回に 4t の石炭を約 45 sec のサイクルにて坑底ポケットへ移す。空になった炭車は自走して一箇所に集結する。ポケット内に貯炭された石炭は出口のゲート弁

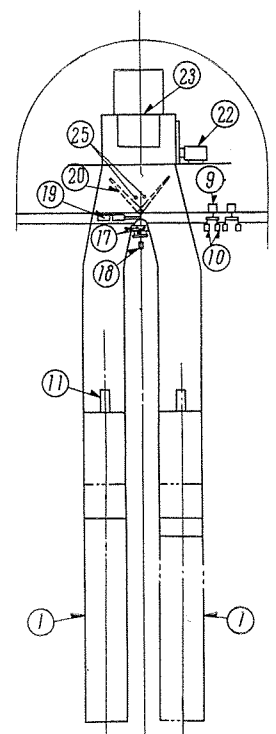
にて一定の流出炭量を保持されつぎのエプロン・フィーダを経てメージュアリング・バンカに搬入される。スキップ積込の準備をするバンカは 2 箇併列され左右のスキップに交互に積込み得るように配備した。坑底にきた空スキップは本体に付着するカムによって積込ホップのシュートを開き，ホップとスキップを継ぐ。同時にまたスイッチを入れてバンカ扉を開く。用意したバンカ内の石炭は 6.6 sec にてスキップ内に移動する。積込みを終れば 9 sec 間のタイムを置いて巻揚機は自動的にスキップ本体を坑口へと上昇さす。スキップ上昇の折には開いたカムでホップシュートを元どおりに戻し，また空気シリンダは切換えられてバンカドアは閉鎖して上昇する。バンカ・ドアの閉鎖が確認されるとつぎの切換えダンパが作動して空のバンカ側に石炭のガイドをなす。少しおくれてエプロン・フィーダが回転を始め一定時間 (60 sec) 空のバンカ内に補給して停止する。バンカは以前の如く積込貯炭をなしてつぎのスキップ降下を待つ。左右とも交互に本操作を繰返して自動運転をなす。本スキップの操作時間は交代，休止を差引き 1 日に 20 時間で 840 回，5t の時の出炭は 4,200 t で 6t の時が 5,000 t となる。

また坑底には着床台を設けてスキップへ石炭積込時に



2 図 スキップ装置

Fig. 2. Skip loading apparatus.



起るロープの伸を本台にて受けさせホッパ・シュートとスキップの継ぎが放れることを防止する。その他坑底にも坑口と同様補助ガイドを設けて積込を容易ならしめた。

(1) 坑口タワーはシャフトの上面に基礎を置き高さ約 30 m 幅 3,800 mm 角にて 300 mm の I 型鋼を銑接にて組立て両側の振れは建家のビームで支持する。これの櫓にスキップガイド用の 30 kg 軌条レールを取付けてガイドシュートにてスキップ本体と連結される。

(2) なお上記櫓にはスキップの扉を開くための溝型鋼製のガイドレールを設けて上昇してくるスキップの扉(両端にローラを付す)をガイドにて誘導して開閉をする。

(3) 坑口積込ホッパはこれも櫓に取付ける。鋼板製でその容量は約 6 t スキップと同積で左右両方に配備する。

(4) 坑口スキップ預台は鋼板、型鋼製にてシフト坑口に設けられ常時はタワーに立て掛け使用の際はこれを倒してスキップを預け補修点検あるいは取換等を使用する。

(5) 坑口収塵装置は坑口にて発生する場所に吸入管(鋼板製)を配備し坑口サイクロンに収集し空気汚濁を除く。

(6) タワーの定位置に制限開閉器を装備しこれに関連してスキップ本体にカムを設けて本体精密着床、停止、過巻防止を指示する。

(7) 坑底チップラ装置

鋳鋼タイヤ型鋼、鋼板製の本体とこれを駆動させるモータと伝動装置より構成されている。チップラ前には炭車止めおよびカープーラが配備されて集結された炭車を順次 2 函ずつチップラに入れて回転 1 回に 4 t の石炭をポケットに貯炭する。サイクルは約 45 sec で行う。

(8) 坑底原炭ポケット

容量は 60 t の鉄筋コンクリート製で出口には鋼板製のゲート弁を設けて取出量を限定する。

(9) 坑底エプロン・フィーダ

鋼板製のエプロンに鍛鋼製の減速装置を組合せて型鋼のフレームに取付けられ全面覆板で囲まれる。原動機はモータを使用する。本機はゲート弁より流れ出る石炭を一定時間(60 sec)輸送してバンカに運ぶ。エプロンの上部には制限板を取付けて炭層の高さを一定に限定し輸送量の確実を期す。

(10) メージュアリング・バンカ

鋼板製のバンカは厚さ 1,500 mm×幅 1,000 mm×高さ約 6,600 mm で左右併列に装置され上部は一体となってエプロン・フィーダに連結されている。左右の積込みには切換ダンパを使用して空気シリンダにより操作する。下端の出口には扉を設けて本器内に所定の石炭を準備する。

(11) 積込ホッパ

立坑巻上機の付属設備・永尾

本機も鋼板製で大きさは幅 1,200 mm×厚さ 1,950 mm×高さ約 3,000 mm でバンカに連結する。ホッパ内にはバンカ扉が収まって扉を開閉するレバー装置と作動シリンダをホッパ台に取付け装備する。なおホッパの出口にはシュートを付けてスキップとの接続をなす。

(12) 坑底補助ガイド

坑口と同様坑底にも 300 mm の I 型鋼を使用して高さ 10.5 m の補助ガイドを設けてスキップの着床をなす。

(13) 坑底預台

本台は上記補助ガイドのバントンを利用して型鋼製の台板を設置する。発条を入れてスキップ着台時のショックを取る。装備位置は正常床位置より 200 mm 放しホッパシュートとスキップ入口との間隙を保って着台させる。

3. スキップおよび付属品

ア. スキップ本体とその付属品名ならびに数量

品 名	数量
(1) スキップ本体および付属品	2 組
(2) 吊上げチェーン	2 組
(3) ロープ調整金具	2 組
(4) ショックアブゾーバ	2 組
(5) ロープソケット	2 組

イ. スキップ本体構造と説明

(1) 本機の石炭積載量は 5 t から 6 t で大きさは幅 1,200 mm×長さ 2,300 mm×高さ 6,500 mm の箱型立吊の構造で本体の上端に取入口を下端に取出口を設けている。取入口は開放のままとし取出口には自動開閉扉を設けている。鋼板と型鋼よりなり全重量 5,200 kg である。取出口自動扉は坑口でガイドレールに誘導されて扉を開き下降の時には元どおり閉める機構となっている。

(2) スキップの上端四隅に吊下げ金具があり 4 本のチェーンでフックを経てロープ調整金具に至る。

(3) 調整金具は鍛鋼製品でワイヤロープの使用伸に対して定位置に合せるため設けられその調整長さは 150 mm ピッチで 900 mm までに調整することができる。

(4) ショックアブゾーバは鍛鋼および発条製にてワイヤロープの保全を目的とする。器体中には緩衝ばねと鉱油を入れてオリフィスにより衝撃を除いてロープの寿命を永く保つ。

(5) ロープソケットは鍛鋼製にてロープと吊金具を結ぶテーパー金物と外側にある締付リングにてロープをクランプする。

なお上記の金物類は全部スキップが石炭満載の時のロープに掛る動荷重約 14,650 kg、ケージの動荷重約 17,200 kg となるので大きいケージ荷重を取り設計した。

4. ヘッドシープ

ア. ヘッドシープ部品名とその数量

品 名	数量
(1) ヘッドシーブ本体および軸	2 箇
(2) ヘッドシーブ軸受	4 組
(3) 軸受台板および据付ボルト	3 組

イ. ヘッドシーブの説明

(1) 本機も互換性の必要上ケージ巻の最高荷重を基本として計画した。

直径 6,300 mm の鋳鋼製二つ割リムと中心ボスを山形鋼材のフォークで結び全重量 11,610 kg である。

(2) これを支える鋳鋼製軸受けには日本で初めてのボールベヤリングを使用することとし充分検討の結果回転 30 r/min 荷重 27,500 kg およびサイドスラスト 3,000 kg を併用できて、また据付にも容易であるスヘリカルボールベヤリングを選定することとした。地上 42 m の屋上にて使用する故常時監視、点検また注油の取換えを除き得て安全性のあるものを選定した。本ボールベヤリングは使用後 1 年半今日まで 1 回の異状もなくほとんど使い放して変らぬスムーズな回転は非常に喜ばれている。

(3) 取付台板は鋳鉄製品にして、中央の分は共通として両側を単独としこれを固定する 3 in のボルトは鉄筋コンクリートのビームを通して締付け充分強固なる構造とした。

5. ケージ本体

ア. ケージ本体とその付属品ならびに数量

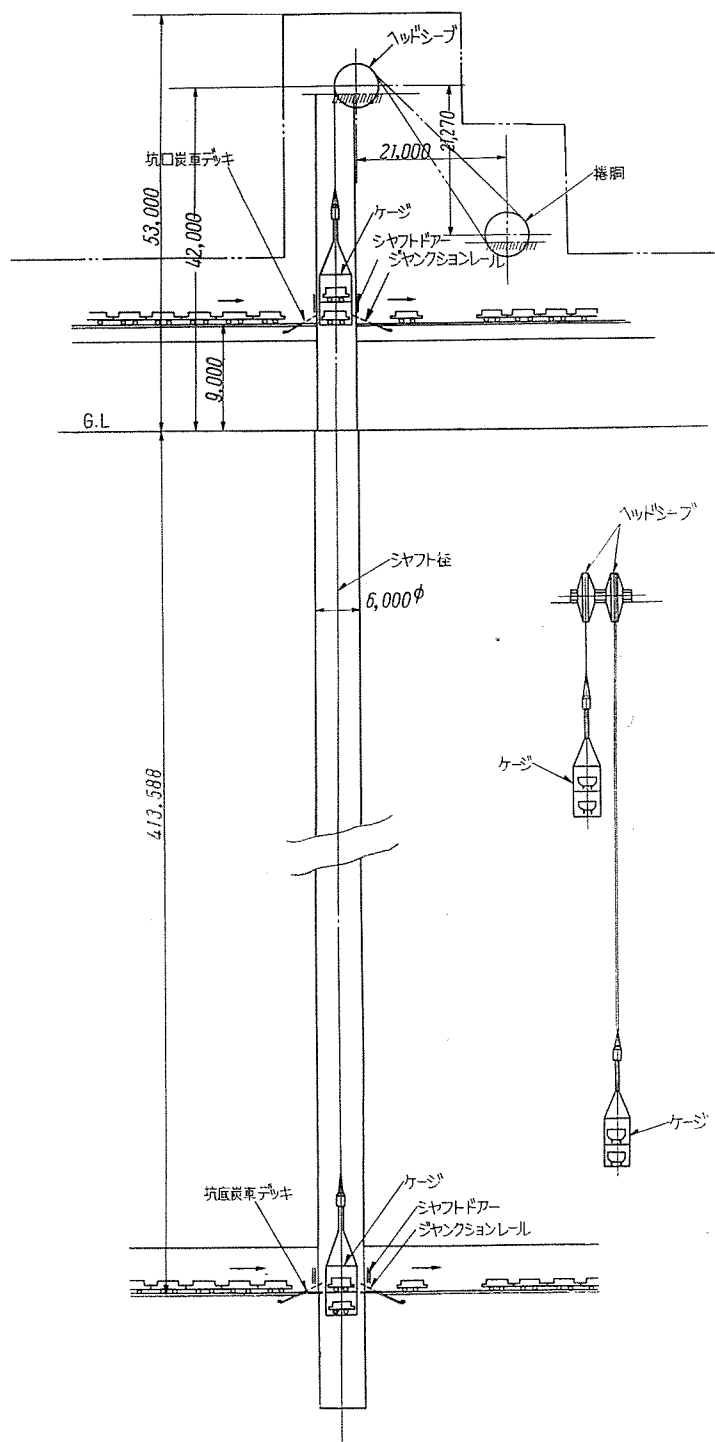
品 名	数量
(1) ケージ本体および付属品	2 組
(2) ケージ内炭車止め装置	4 組
(3) ケージ扉	8 組
(4) ケージ内炭車止掛外し装置	8 組
(5) ケージ吊上げチェーン	2 組
(6) ロープ調整金具	2 組
(7) ショックアブゾーバ	2 組
(8) ロープソケット	2 組

イ. ケージ本体の説明

(1) 本機の型式は二段デッキケージのレールガイド方式とし炭車塔載量は 2 台、人員の場合は上段 20 名、下段 20 名、計 40 名でその大きさは高さ 5,800 mm×長さ 3,600 mm×幅 1,700 mm で、鋼板および型钢を钣締にて製作し、自動が 5,700 kg である。レールとの接続は 6 箇の鋳鋼製ガイドシューによって保たれ昇降している。

(2) ケージ内には当所特殊考案のバッファ式炭車止めおよび戻止装置また動揺止めを設け搭載炭車を完全にキヤッチさせケージの運行に対して安全を保つ。鍛鋼、棒鋼および発条よりなり完全にケージ本体に固着されている。爪は車軸を受ける方式で 2 軸通過後は自動的に復

28-11-10 ケージをロープに取付け
昇降試験
28-11-16 鉄車 150 台ジゼルロコ 6 台
坑内搬入



5 図 ケージ装置

Fig. 5. Cage apparatus.

帰しつぎの炭車を止める機構になっている。

(3) ケージ内には搭載人員の安全設備として天井および両側板に手摺を設けなお前後の出入口には鋼板製の扉を装備して内部よりロックする。

(4) 炭車止の爪外しは炭車止め装置に関連して装備し坑口、坑底において外部よりの操作により爪を放して

炭車入換えをなす。

(5) ケージの上端は6本の鍛鋼製のチェーンで吊り一箇所にフックで集め調整金具に連結する。6本中四隅の4本は常用、中央の2本は補助チェーンとして使用する。

(6,7,8) その他のロープ調整金具、ショックアブソーバ、ロープソケットはスキップ用と同様にして巻上機のワイヤロープに連結する。

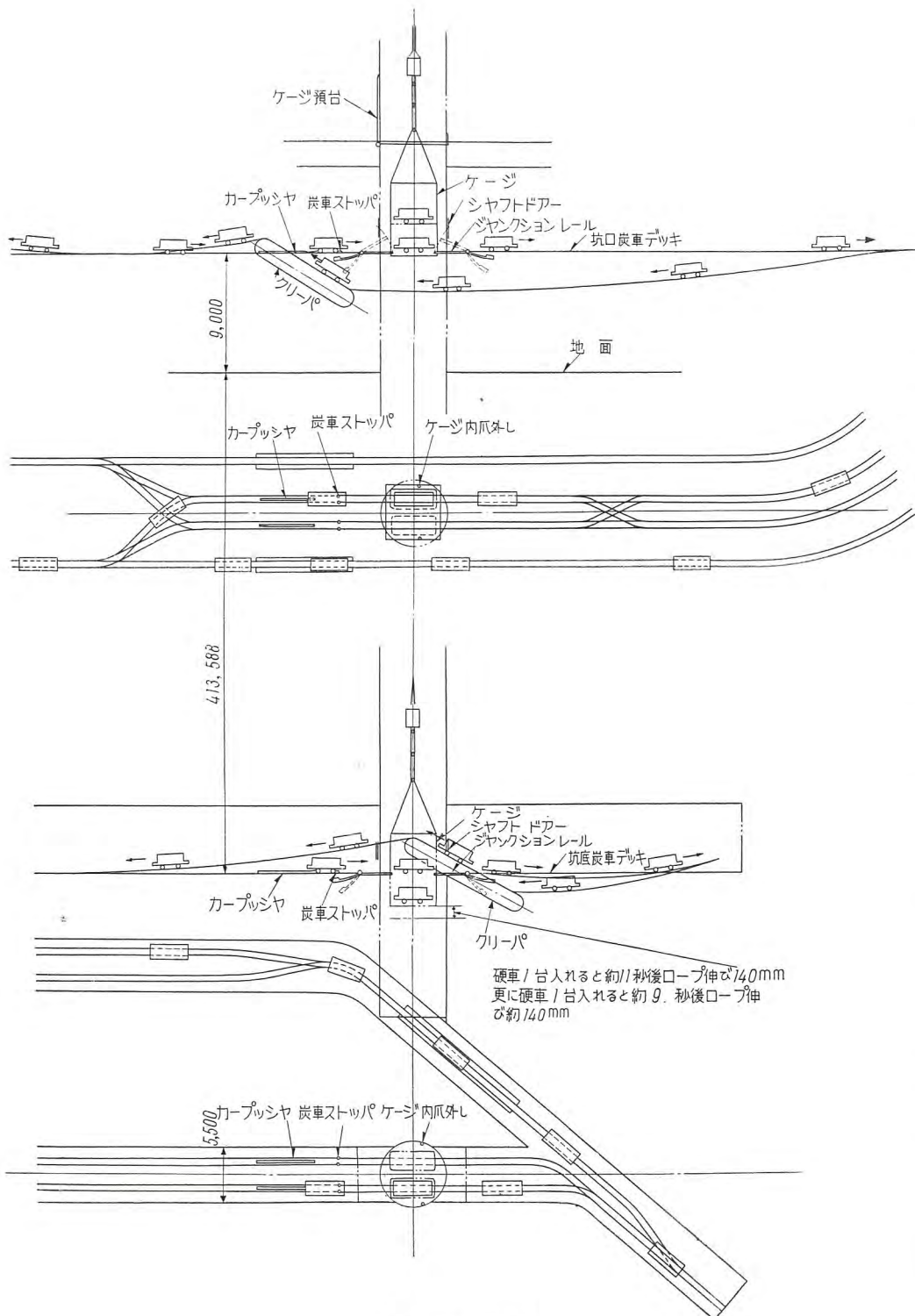
6. ケージの坑口坑底設備

ア. ケージの坑口坑底設備品名とその数量

品 名	数量(坑口, 坑底)
(1) シャフトドア	4組 4組
(2) ジャンクションレール	4組 4組
(3) 炭車掛外し装置	2組 2組
(4) デッキ主ストッパ	4組 4組
(5) プッシャ	2組 2組
(6) デッキ補助ストッパ	4組 4組
(7) 操作盤	1組 1組

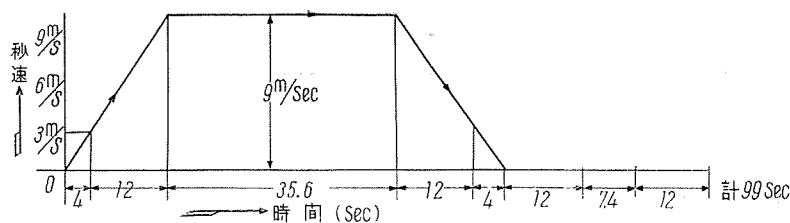
イ. ケージの坑口坑底設備の説明

本機もスキップ設備と同様全自動運転を目標として計画を進めてきたがケージ内に搭載する種類が人員、炭車、空とつねに変わり操作系統も範囲が異なるため非常に複雑した機構となり切換えその他でかえって充分の取扱い認識を要するので一応3種の操作を分析し同じ操作ができる部分を合せて第一、第二、第三、第四と分類した。すなわちケージが着床してシャフトドアが開きジャンクションがケージに掛るまでを三つの操作に併用できるので第一作動とした。(人員搭載せる場合は第一で終る)炭車の場合は第二操作でケージ内の車止め爪を外す。空ケージの時には第二操作は止



6 図 ケージ装置

Fig. 6. Cage apparatus.



7 図 速度曲線
Fig. 7. Speed curve.

める。第三操作はケーシング前の主ストッパを外してプッシャによりケーシング内に炭車を押上げ、復帰の時に主ストッパを締めて後部補助ストッパを開き補助ストッパの炭車は1台主ストッパまで自走して止り同時に後部の補助ストッパも1台を送り出して閉となりつぎの炭車を止める。第四操作は第一と逆な作動でシャフトドアを閉じジャンクションを開く。これが終わってケーシングのデッキチェンジを行う。以下は第一より第四までを繰返しケーシング内の出し入れを行う。すなわち半自動方式とした。

なお本機の1日の人員搭載は約3,000人および硬の搬出は約900函でそのデューティサイクルはつぎのとおり

デッキ操作時間	12 sec
デッキチェンジ	7.4 sec
デッキ操作時間	12 sec
計	99 sec

(1) シャフトドアは保安装置にてケーシングが上下に移動中に坑口坑底の入口が開放のままとなるのでこの時は閉り着床してから開く。製品は鋼板製で重量は80kgの扉口で空気シリンダによって作動させる。坑口は上開とし坑底は機構上横開きの様式を用いた。なおエアーアクションを作り衝撃を避けたが使用空気圧力の変動のため合せて発条のショック止めを追加した。

(2) ジャンクションレールはシャフトドアと同時に作動にてケーシング内レール面とデッキ面のレールを接続するもので、人員の場合には道板となり炭車の場合にはレール接続となる出入口共にレバーにより結び同時作動とする。動力は空気シリンダを使用し本体は鋼板と山形鋼よりなる。以上ジャンクションとシャフトドアのシリンダはケーシング着床と同時にスイッチとカムにより作用する空気元弁を開くことにより作動する。

(3) 炭車掛外し装置は第二操作にてケーシング内に炭車を認めた時のみ使用し、炭車入換えできるようケーシング内の爪を外してやる操作には空気シリンダを使用し、ケーシング着床デッキの側に装備されている。

(4) デッキ主ストッパはケーシング内に炭車を押入するために待機の状態に置いてケーシング着床後に第一および第二操作が終れば第三操作の最初に本ストッパが両側に開いてつぎにくるプッシャの押込を待つ。本機はとくに衝撃が大きいので鍛鋼、ニッケル鋼を用いて発条によるショックアブソーバ型式の車輪受装置になっている。台板はレールに強固に取付けられ

れ両側レールはこれを結び一体となっている。両側開きの動力は空気シリンダを使用して止の場合も空気圧力にて車輪を抱込み止めの操作を充分ならしめている。なお本ストッパは閉を建前とし空気なき場合も発条にて止めの状態を維持する機構となっている。

(5, 6) プッシャは炭車をケーシング内に押込む装置で動力には圧搾空気を使用している。レールとレールの中央に配備されてデッキ主ストッパの開が確認されると同時に炭車の後車軸を押してジャンクションの上まで行くケーシング内に炭車を収めて帰りに主ストッパを開き元に復帰する。補助ストッパは1炭車が通過して閉となりつぎの炭車を止める。構造は主ストッパと同様である。

(7) 操作盤は炭車デッキの全監視ができる場所に配置して空気系統の切換弁、電磁系統の切換スイッチを装備し併せて指令系統の通信燈を設備することにて各機種の操作を行い監視する。

本系統は連動運転となるので各操作順序もとくに第一作動の確認されていない時には第二操作を起さないよう機構的にあるいは電磁的に考慮されている。すなわちケーシングが着床せねば空気元弁は開かない、あるいはデッキストッパが開かないとプッシャは作動しないように連動確認方式を採用した。なおまた単独操作のバイパスも一応考慮使用できるようになっている。

7. むすび

以上立坑巻上機のケーシングおよびスキップの本体、坑口、坑底設備ならびにヘッドシーブの詳細について述べたが、全自動運転設備に適合するこれら付属設備は、なお幾多のむずかしい技術的問題が残されている。今回の尊い経験により一層の改善に努力し期界のご期待にそいたいと思う。

最後に本設備に関し終始ご協力を賜わりご指導を頂いた貝島炭磁株式会社および三菱電機株式会社の技術関係者各位に深謝の意を表する次第である。

立坑巻上機用信号装置

長崎製作所

武田 英夫*

Electrical Signalling Equipment for Vertical Winders

Hideo TAKEDA

Nagasaki Works

A new system of electrical signal for vertical winders has been adopted for a skip winder and cage winder of automatic operation. It involves both audible and visible indications. In sending out signals a bell and indicating lamps are in the employment. At receiving ends are used bells of single striking and lamps together. An emergency stop is alarmed by an emergency bell and is indicated by lamps. The employment of indication by lamps is a novel design. The signal circuits are operated at 48 volts d-c, being free from the failure of a-c power sources.

1. まえがき

この巻上機は 1,100 kW スキップ巻, 900 kW ケージ巻とも自動運転を立前としているので, 信号装置の計画に当ってはとくに動作が確実なものと信号が明瞭なように考慮した。

信号は聴覚信号と視覚信号を並用し, 発信信号に普通ベルと信号表示燈, 着信信号は単打ベルと信号表示燈により表わした。また非常停止は非常ベルと非常停止表示燈により警報するようにした。このうち信号表示燈による信号方式は従来にない方式であるから後で簡単に説明する。

信号伝達の方式は, いわゆる並行信号方式を採用した。すなわち運転信号は, 坑口, 坑底よりそれぞれ巻室へ信号を送り, 両者の信号が一致したとき始めて巻室に到着信号を表示し, あるいは自動運転回路が始動するものである。

信号回路の電源は直流 48 V (蓄電池) を使用したので, 交流電源の停電のさいにも信号連絡は途絶することはない。

なお, スキップ巻上機には, 坑口, 坑底, 巻室 3 者間に磁石式電話器による有線電話を設けた。またケージ巻上機には有線電話の他に, さらに坑口, 坑底, 巻室, ケージ(左右)間に無線電話を設けた。これらについてはここでは割愛する。

2. 1,100 kW スキップ巻用信号装置の概要

スキップ巻の信号装置は, 1 表の如き構成で, 1 図のように配置した。

信号は運転状況の表示と運転信号の表示の 2 群に分

れ, 制御盤に取付けた表示燈群のうち上段の丸穴(写真参照)は前者を, また中段および下段の角穴は後者を表わすものである。

ア. 運転表示

運転状況の表示はつぎの 5 種である。

自動, 手動, 運転休止, 通常停止, 非常停止, 予備 2

イ. 運転信号

運転信号の表示はつぎの 7 種である。

1 自動, 2 (予備), 3 常速上, 4 常速下, 5 微速上, 6 微速下, 7 (予備)

上記のうち「3 常速」以下は手動運転用の信号である。

3. 900 kW ケージ巻用信号装置の概要

ケージ巻の信号装置の構成, 配置もほぼスキップ巻と同様であるが, 運転方法の相違のため, 運転表示および運転信号が相違している。

ア. 運転表示

運転状況の表示はつぎの 8 種である。

自動, 手動, 運転休止, 通常停止, 非常停止, 人員, 材料, 予備 3

イ. 運転信号

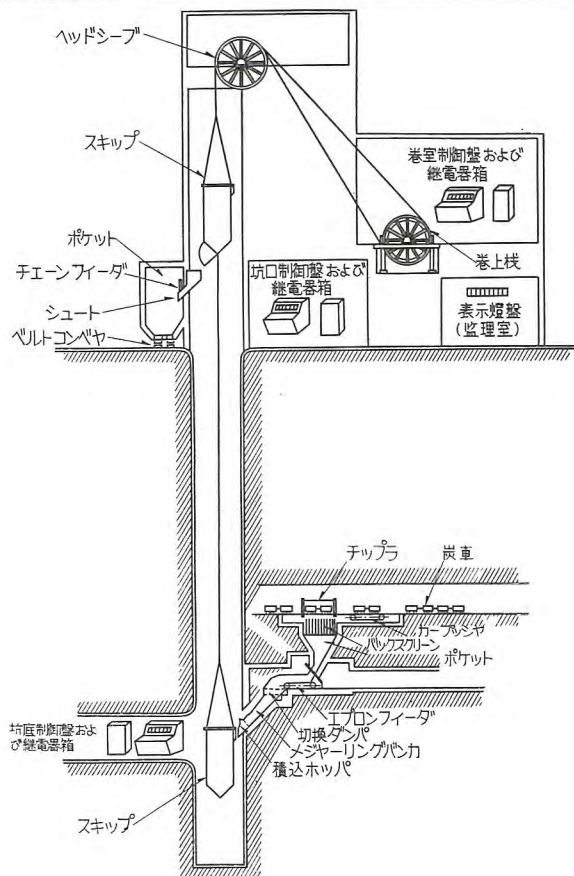
運転信号の表示はつぎの 11 種である。

1 自動, 2 手動, 3 デッキ・チェンジ, 4 インチ上, 5 インチ下, 6 常速上, 7 常速下, 8 微速上, 9 微速下, 10 (予備), 11 (予備)

上記のうち「2 手動」「3 デッキ・チェンジ」および「6 常速上」以下は手動運転専用の信号である。また「4 インチ上」「5 インチ下」は自動, 手動両用の信号である。

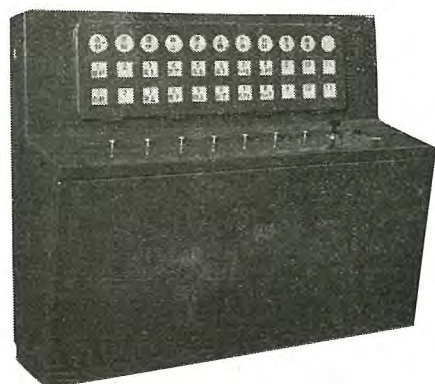
1 表 スキップ巻用信号装置の構成

名 称	台数	設置箇所	備 考
監理室運転表示灯盤	1	監理室	運転表示のみ
巻室制御盤	1	巻室	運転表示と 運転信号発受信装置一切
巻室継電器箱	1	〃	
坑口制御盤	1	坑口	〃
坑口継電器箱	1	〃	
坑底制御盤 (防爆型)	1	坑底	〃
坑底継電器箱 (防爆型)	1	〃	



1 図 スキップ巻信号装置配置図

Fig. 1. Arrangement of signalling equipment for skip winders.



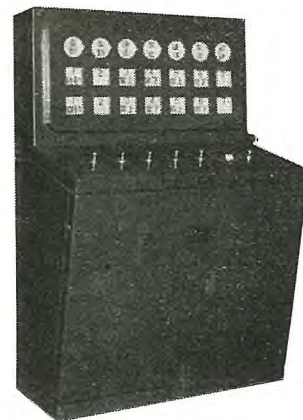
2 図 スキップ巻室制御盤

Fig. 2. Skip winder Winding room controlling panel.



3 図 ケージ坑口制御盤

Fig. 3. Cage winder Pit-mouth controlling panel.



4 図 ケージ坑底制御盤(防爆型)

Fig. 4. Cage winder Pit bottom controlling panel (Explosion proof type).

4. 運転表示の説明

前述した運転状況を表示する運転表示の作動を説明する。

ア. 自動および手動運転の表示

巻上機が、現在自動、手動いずれの方式で運転しているかを表示するものである。巻上電動機制御回路の自動、手動切替開閉器の操作により点滅する。

イ. 人員、材料、炭車運転の表示

ケージ巻にのみ設けたもので、現在人員、材料、炭車のいずれを巻上中であるかを表示するものである。坑口制御盤の切替開閉器の操作により点滅する。したがって、巻上品種を変更する場合には、かならず事前に坑口の信号手に連絡する必要がある。

ウ. 非常停止表示

巻室、坑口、坑底のいずれかで非常停止押釦を押せば、電動機の制御回路が開路し、巻上機は非常停止する。この場合には、非常ベルが鳴り、非常停止表示灯が点燈し、非常停止したことを警報するとともに表示する。ベルは押釦を放せば鳴りやむが、表示灯は電動機制御回路の復元操作（非常制動後はかならず巻上機を手動運転に切替えたのちリセット押釦を押す）が行われるまで点燈しつづける。

巻上機の各種保安装置が作動して、非常制動を行った場合も、同様に、警報および表示を行う。

エ. 通常停止の表示

(1) 巻上機の自動運転中に通常停止押釦を押せば、



5 図 ケージ坑底継電器箱(防爆型)

Fig. 5. Cage winder Pit bottom controlling panel (Explosion proof type).

スキップ巻ならばその1 c/s の運転を終って正規停止位置に停止してから運転を停止する。(スキップ巻は、1度起動すれば以後は全く自動的に巻上巻下を繰返す計画となっている。) またケージ巻ならば直ちにその位置から通常停止を行う。

この操作により非常ベルが鳴り、通常停止表示燈が点燈し、通常停止が行なわれたことを警報し表示する。ベルは非常制動の場合と同様に押釦を放せば鳴りやむ。また表示燈はつぎの運転信号の発信によって、運転が再開されるまで点燈しつづける。

(2) 巻上機が手動運転中は通常停止押釦によって非常ベルが鳴り表示燈が点燈するが、巻上機は停止しない。巻上機の停止は運転手の操作による。

オ. 運転休止の表示

巻上機を比較的長時間停止する場合には巻上機の停止中に運転休止押釦を押せば、巻上機の電源の電動発電機が停止する。また運転休止表示燈が点燈する。この表示燈の復元は、押釦のリセットにより行う。電動発電機の再起動は巻室の配電盤において行う。

5. 運転信号の説明

ア. 自動運転の場合

(1) 信号の発信 (坑口)

坑口制御盤の信号押釦を1回押して運転信号「1 自動」を送る。坑口制御盤では普通ベルが1回鳴り、発信信号表示燈「1 自動」が点燈する。坑底制御盤では信号インパルスが1回受信され、単打ベルが1回鳴り着信信号表示燈「1 自動」が点燈する。また巻室ではこの信号インパルスを受けて単打ベルが1回鳴り、着信信号表示燈「1 自動」の回路が用意される。(坑底より同じ信号インパルスが到着すれば点燈するように回路が半分閉成される。) また同時に巻上機の自動運転回路も用意される。

(2) 信号の発信 (坑底)

坑底からも同様にして、坑口と巻室へ運転信号「1 自動」を送る。

(3) 電動機の起動

坑口、坑底両者よりの運転信号「1 自動」が一致すれば、巻室制御盤に着信信号表示燈「1 自動」が点燈し、一定時間後、巻上機の自動運転回路も閉成され巻上機は起動する。スキップ巻では前述の如く、1度起動すれば停止信号があるまで終日運転をつづける。ケージ巻はその1 c/s を終れば自動的に停止する。

なお巻上機の起動とともに、運転信号は自動的にリセットされる。

(4) 信号の取消

運転信号は前述の如く、巻上機の起動により自動的に取消されるが、この他取消押釦を押すことによっていつでも取消しができる。

イ. 手動運転の場合

手動運転の場合も、ほぼ自動運転と同じ要領で、「2」以

上の運転信号によって運転を行う。(最初の計画は、坑口、坑底よりの信号の一致した後、かならず応答信号を送り、3者の信号が一致して初めて運転可能な如くしていたが、その後運転能率を高めるために応答信号を廃止した。)

ウ. その他

(1) ケージのデッキ・チェンジ

自動運転中はケージ巻は、巻上、デッキ・チェンジ、巻下、デッキ・チェンジを繰返すのであるが、これらはすべて同一の信号「1 自動」によって自動的に繰返され、特別にデッキ・チェンジの操作を行う必要はない。手動運転の場合は運転信号「3 デッキ・チェンジ」による。

(2) インチング

自動運転中のインチングは、坑口または坑底のいずれか先にインチングを要求した場所においてのみ操作可能である。インチングは信号連絡ののち、別のインチング押釦によって行う。手動運転の場合は信号のみとし、インチングは巻室で運転手の操作による。

6. 信号表示燈による運転信号表示方式

従来の巻上機の信号指示計は歩進式が広く用いられており、これは指針が信号インパルスに応じて1. 2. 3. ……と歩進して、信号に応じた位置で停止するものであるため、時とすると誤読する恐れがある。また一般にこの方式によるものは信号の追加が可能であり、これも誤操作の誘因となることがある。

そこで今回の信号表示装置は若干費用は嵩むが、計数回路を使用して信号インパルスを計数し、信号終了と同時にじかにその運転信号たとえば「3 常速上」を表示するようにした。また1度送信を終れば送信回路は自動的に閉塞され、信号の追加は全く不能となるようにした。この閉塞は巻上機の運転開始による運転信号回路のリセットか、取消信号による運転信号回路のリセットにより解除され、運転信号の送信が再び可能となる。

さてこの信号表示燈による信号表示方式の唯一の欠点は、ランプの断線による信号不能であるが、これに対してはランプ断線警報回路(信号が入来し、当然点燈すべき信号燈が点燈しない場合にブザーにより警報する)とランプ・チェック回路(ランプ・チェック押釦を押せば、ランプは全部点燈する)を設けて、断線の検出を容易にするとともに、制御盤の構造もランプの取替を極めて容易にするように考慮した。

7. むすび

以上 1,100 kW スキップ巻、900 kW ケージ巻の信号装置の概要を紹介した。これらの装置は使用開始以来すでに2年近く無事故で使用されており、ほぼ所期の目的を達したものと考えている。

なお末筆ながらこれらの信号装置の製作に当り熱心なご協力を得た沖電気工業の関係者の方々に厚くお礼を申上げる。

交流巻上機のリアクトル制御

長崎製作所

研究所

武田英夫*・森屋貞夫**・浜岡文夫***・馬場準一***

Reactor Control of A-C Winders

Nagasaki Works

Hideo TAKEDA・Sadao MORIYA

Engineering Laboratory

Fumio HAMAOKA・Junichi BABA

A 400 kW a-c winder provided with automatic speed control equipment using a saturable core reactor and a magnetic amplifier has been supplied to Oyubari coal mine, the Mitsubishi Mining Co. An unbalanced voltage control of the induction motor for the winder by means of the foregoing set-up has made feasible of a stable micro speed running under no load and light load which was thought impracticable. A constant speed operation with an arbitrary load and speed in case of unloading has followed suit.

1. まえがき

誘導電動機で駆動する巻上機には、直流機を使用するものに比べると、つぎのような欠点がある。

(1) 軽負荷の場合には、機械的制動機を併用しない限り安定な低速運転ができない。

(2) 負の荷重（押し荷）の場合には、同期速度以下での安定な速度制御ができない。

これらの欠点を補うため、発電制動その他各種の方式が試みられているが、いずれもまだ満足とはいえない。あるものは負荷の正負による電動運転から制動運転へあるいはその逆の転換はかならず主回路の切替を必要とし、またあるものは単一の低速運転しかできずしかもそのさい主回路の切替を必要とする等、とうてい直流可変電圧式のような円滑かつ自動的な制御は望めない。

しかし誘導電動機は直流電動機に比べて高価な変流装置を必要としないこと、および保守も容易なことから、誘導電動機を使用して所望の特性を得ようとする努力が絶えずなされている。

当社において今回三菱鉱業大夕張鉱業所向、単胴巻上機用 400 kW 誘導電動機に可飽和リアクトルと、磁気増幅器を使用した特許方式の自動調速装置による速度制御を実施し、現地試験を終了したのでその大要を報告する。

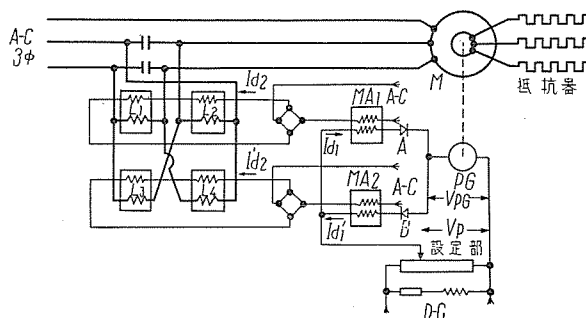
2. 原理の説明

ア. 構成

1 図は本制御方式の根幹を示すものである。すなわち L_1, L_2, L_3, L_4 なる 4 台の直流励磁可飽和リアクトルの交流巻線をブリッジ接続し、図の如くその二つの相対する頂点へ電源の 2 相、たとえば R, S を他の二つの頂点へ電動機の端子の 2 相、たとえば U, V を結び、電源の 1 相 T は直接電動機の端子 W へ接続する。

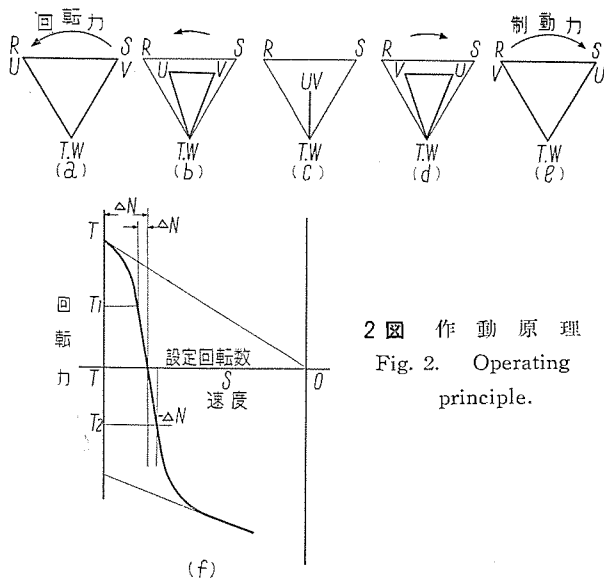
可飽和リアクトル L_1, L_2 は磁気増幅器 MA_1 により、また可飽和リアクトル L_3, L_4 は磁気増幅器 MA_2 により励磁し、磁気増幅器 MA_1, MA_2 はパイロット発電機 PG の誘起電圧と、ポテンショメータ P の定電圧との差によって、 A, B なる整流器で選択的に励磁される如く接続する。

パイロット発電機は他励分巻とし、分巻界磁は適当な



1 図 基本回路

Fig. 1. Fundamental circuit.



2 図 作 動 原 理
Fig. 2. Operating principle.

定電圧直流電源より励磁し、その励磁は制御器によって制御し、制御把手をあるノッチたとえば 200 rpm に置けば、パイロット発電機が 200 rpm で 200 V を出す如く励磁する。この場合ポテンシオメータの出力端子電圧はつねに 200 V に保たれている。また電動機 M の二次側には適当な抵抗を挿入する。

さて 1 図において L_3, L_4 は無励磁として最大リアクタンスに保ったまま、 L_1, L_2 の励磁を最大から無励磁まで、すなわち最小リアクタンスから最大リアクタンスまで変えれば、電動機の端子電圧のベクトル図は 2 図の (a) (b) (c) のように変化する。

つぎに L_1, L_2 をそのまま最大リアクタンスに保ったまま L_3, L_4 の励磁を漸増して、そのリアクタンスを漸減すれば、電動機の端子電圧のベクトル図は 2 図の (c) (d) (e) のように変化する。すなわち上記の如く L_1, L_2 および L_3, L_4 の励磁を制御することにより、電動機にかかる端子電圧はほぼ平衡正相定格電圧から漸次不平衡の度を増し、ついに単相となり、ついで逆相となり、不平衡の度を減じ、ほぼ平衡逆相定格電圧まで連続的に調整できる。

したがって電動機が発生する回転力も二次抵抗と滑りによって定まる正最大回転力から逆相制動力の最大まで連続的に調整できる。

イ. 作 動

制御器把手を第 1 ノッチに置けば、運転開閉器が閉じ、1 図のような回路が成立する。電動機は速度は零、したがってパイロット発電機 PG の誘起電圧は零であるから、ポテンシオメータ P の電圧 V_p により整流器 A を通じて矢印の方向に電流 I_{a1} が流れ、磁気増幅器 MA_1 を最大に励磁する。したがって可飽和リアクトル L_1, L_2 の励磁電流も最大となり、その交流巻線のリアクタンスは最小となる。一方磁気増幅器 MA_2 は整流器 B のため阻止されてポテンシオメータ P の電圧 V_p では励磁されず無励磁である。したがって L_3, L_4 も無励磁であ

りその交流巻線のリアクタンスは最大である。

この状態はほとんど 2 図 (a) のように、電源電圧をそのまま電動機端子に印加した場合に近く、電動機はほぼ二次抵抗により定る起動回転力で起動する。加速と共にパイロット発電機 PG の誘起電圧 V_{PG} は増大し、磁気増幅器 MA_1 の励磁電流 I_{a1} 、したがって可飽和リアクトルの励磁電流 I_{a2} を減じ、 L_1, L_2 のリアクタンスを漸増させ、2 図 (b) のように電動機の端子電圧の不平衡度を増し、回転力を減少し、正の負荷の場合には第 1 ノッチの設定回転数に近くやや低い速度に達し、負荷回転力に応じた所要の回転力を発生するような不平衡電圧の状態で釣合う。2 図 (f) 参照。

負の負荷回転力すなわち卸し荷の場合には、さらに加速をつづけ設定回転数に達し、パイロット発電機 PG の誘起電圧 V_{PG} はポテンシオメータ P の電圧 V_p と等しくなり、磁気増幅器 MA_1 の励磁電流 I_{a1} は零となり 2 図 (c) のように弱い単相制動の状態となる。荷よりさらに加速されて設定速度を超せば、パイロット発電機 PG の誘起電圧 V_{PG} がポテンシオメータ P の電圧 V_p より大となり、整流器 B を通じて磁気増幅器 MA_2 に励磁電流 I_{a1} が矢印の如く流れ始め、設定速度よりへだたと共に大となる。したがって、磁気増幅器 MA_2 の出力 I_{a2} も漸増し、可飽和リアクトル L_3, L_4 の交流巻線のリアクタンスは漸減し、2 図 (d) のように電動機端子電圧は逆相となり、励磁電流 I_{a2} の増大と共にその不平衡度を減じ、設定回転数よりやや高い速度で所要の制動回転力を発生するような逆相不平衡電圧の状態で釣合うに至る。2 図 (f) 参照。

以下同様にして制御器把手の操作に応じて上述の動作が自動的に行われて、電動機はある負荷回転力の範囲内では負荷の正負大小にかかわらずつねにノッチに応じた速度で運転され、広範囲にわたり安定な速度制御が可能である。

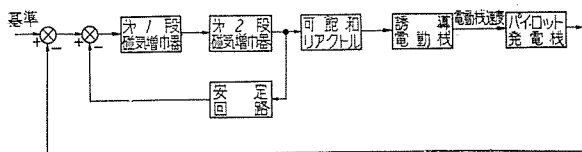
3. 特 長

前節の原理の説明から推察されるように、この制御方式はつぎに述べるような従来の方式にない特長を持っており、後述の試験の結果もこれを実証している。

(1) 制御が円滑で微細な調整が可能である。すなわち自動調整装置は開閉部分を全く使用していないから制御は円滑であり、また設定速度はポテンシオメータの電圧、あるいはパイロット発電機に分巻界磁の制御により変更できるから、制御段数は必要に応じていくらかでも多くとり得て微細な調整が可能である。

(2) 運転中の負荷の正負の変化あるいは制御操作による電動運転から制動運転へ、あるいはその逆が回路の切替を要せず全く自動的に行われ、かつ円滑である。

(3) 磁気増幅器の増幅率を大きくとれば、速度変動率が小さくなり、ある負荷の範囲内では負荷の正負大小にかかわらず、ほぼ一定の速度で運転できる。



3 図 ブロック線図

Fig. 3. Block diagram.

なお本制御方式は不平衡電圧制御であるから、実施にあたってはつぎの2点に考慮を要する。

(1) 電源容量に比して電動機容量が大きい場合には不平衡負荷電流が、系統の他の機器および電源発電機に及ぼす影響。

(2) 電動機の振動と局部過熱

これらの点も後述するように試験の結果は予想以上に良好であった。

4. 回路の設計

この制御回路は磁気増幅器、可飽和リアクトルおよび誘導電動機の縦続回路で、その制御系の数値計算はきわめて困難であるが、われわれはコンピュータの使用によって、その特性を適確に求めることができた。

その解析の概要を述べるとつぎのとおりである。

ア. 制御系のブロック線図とコンピュータの応用

制御系のブロック線図を示すと3図のようになる。

つぎに各制御要素の伝達函数を示せば、つぎの如くである。

(1) 磁気増幅器または可飽和リアクトル

磁気増幅器の入力電圧を e_i 、出力電圧を e_0 とすれば、その伝達函数 $G(p)$ はつぎのように表わしうる。

$$\frac{e_0}{e_i} = G(p) = \frac{K}{1 + pT}$$

すなわち、磁気増幅器は、利得 K 、時定数 T なる増幅器と考えられる。

(2) 安定用変圧器

入力電圧を e_i 、出力電圧を e_0 とすれば、その伝達函数 $G(p)$ は

$$\frac{e_0}{e_i} = G(p) = \frac{\mu_D p T_D}{1 + p T_D}$$

で与えられる。ただし μ_D は安定用変圧器の利得、 T_D は安定用変圧器の時定数である。

(3) パイロット発電機

回転数 n と、その出力電圧 e_0 との関係を示す伝達函数 $G(p)$ は

$$\frac{e_0}{n} = k_g$$

で与えられる。

変化分を考えれば、

$$\frac{\Delta e_0}{\Delta s} = -k_g \cdot n_s$$

ここに、 s は主電動機の滑り、 n_s は主電動機の同期速度、 k_g はパイロット発電機の電圧係数である。

(4) 三相誘導電動機

a. 誘導電動機の慣性モーメントを J とし、回転数を n 、滑りを s 、電動機のトルクを T_M 、負荷トルクを T_L とすれば

$$J \frac{dn}{dt} = T_M - T_L$$

$$n = n_s(1-s) \quad n_s \text{ は同期速度}$$

いま変化分のみを考えれば

$$-J \cdot n_s \cdot p(\Delta s) = \Delta T_M - \Delta T_L$$

すなわち

$$-\Delta s = \frac{\Delta T_M - \Delta T_L}{J n_s p}$$

b. 電動機のトルク T_M は滑り s と、制御用可飽和リアクトルのリアクタンス X の函数であるから

$$T_M = f(X, s)$$

と書くことができる。

変化分を考えれば

$$\Delta T_M \frac{\partial T_M}{\partial X} \Delta X + \frac{\partial T_M}{\partial s} \Delta s$$

$$\frac{\partial T_M}{\partial X} = K_i, \quad \frac{\partial T_M}{\partial s} = K_s \quad \text{とおけば}$$

$$\Delta T_M = K_i \cdot \Delta X + K_s \cdot \Delta s$$

この式と a 項で示した

$$\Delta s = \frac{\Delta T_M - \Delta T_L}{J n_s p}$$

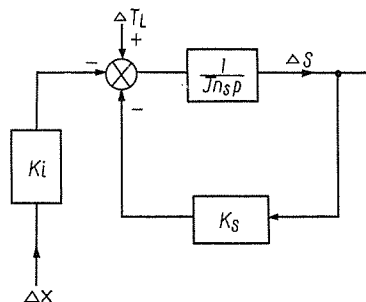
とが三相誘導電動機の伝達函数を与えるものであり、そのブロック線図を示せば、4 図のようになる。

c. K_i , K_s の求め方

可飽和リアクトルによって制御されている誘導電動機は速度回転力曲線を、 X をパラメータとして求めるには、まずこの等価回路を定めねばならぬ。

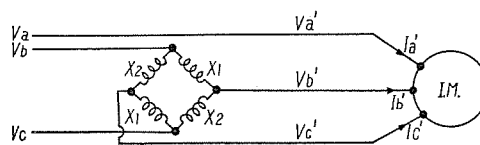
5 図に関しては下式が成立する。

$$\left. \begin{aligned} V_a &= V_a' \\ \frac{V_b - V_b'}{X_1} + \frac{V_c - V_b'}{X_2} &= I_b' \\ \frac{V_b - V_c'}{X_2} + \frac{V_c - V_c'}{X_1} &= I_c' \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$



4 図 誘導電動機のブロック線図

Fig. 4. Block diagram of the induction motor.



5 図 誘導電動機の等価回路

Fig. 5. Equivalent circuit of the induction motor.

(1) 式を変換して

$$\left. \begin{aligned} V_a &= V_a' \\ \frac{X_2 V_b + X_1 V_c}{X_1 + X_2} &= V_b' + \frac{X_1 X_2}{X_1 + X_2} I_b' \\ \frac{X_1 V_b + X_2 V_c}{X_1 + X_2} &= V_c' + \frac{X_1 X_2}{X_1 + X_2} I_c' \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

電源電圧 V_a, V_b, V_c は平衡しているものとし、かつ、 $V_a', V_b', V_c'; I_a', I_b', I_c'$ の対称分をそれぞれ $V_0, V_1, V_2; I_0, I_1, I_2$ とすれば

明らかに $I_0 = 0$

$$\left. \begin{aligned} \text{かつ } \frac{X_2}{X_1 + X_2} V_a &= V_1 + \frac{2}{3} Z I_1 - \frac{1}{3} Z I_2 \\ \frac{X_1}{X_1 + X_2} V_a &= V_2 - \frac{1}{3} Z I_1 + \frac{2}{3} Z I_2 \\ O &= V_0 - (I_1 + I_2) Z \\ Z &= \frac{X_1 X_2}{X_1 + X_2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

誘導電動機に関しては

$$\left. \begin{aligned} V_1 &= I_1 Z_1 \\ V_2 &= I_2 Z_2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

ただし、 Z_1, Z_2 はそれぞれ誘導電動機の正相、逆相インピーダンスである。

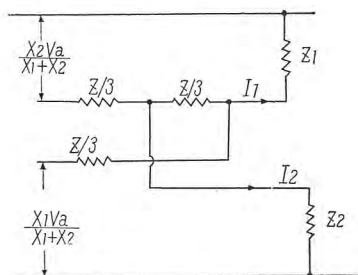
また、電動機のトルク T_M は

$$T_M = 3 |I_1|^2 \frac{r_1}{s} - 3 |I_2|^2 \frac{r_1}{2-s} \dots\dots\dots (5)$$

ただし、 r_1 は一次一相に換算した二次抵抗値である。

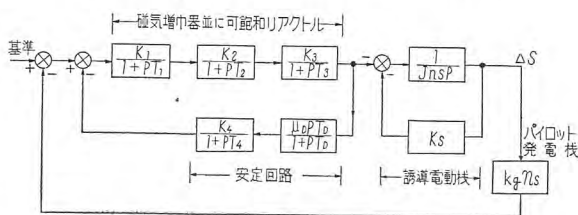
(3), (4), (5) 式より速度回転力曲線を求めるには交流計算盤を利用すれば容易である。この時の回路を示せば6図のようである。

以上に求めた制御系の伝達函数を3図のブロック線図に入れて示せば7図のようである。さて、この制御系においては、そのループの利得は速度変動率より定まるものであるから、これを一定として各部の常数を種々に変化



6図 リアクトルの等価回路

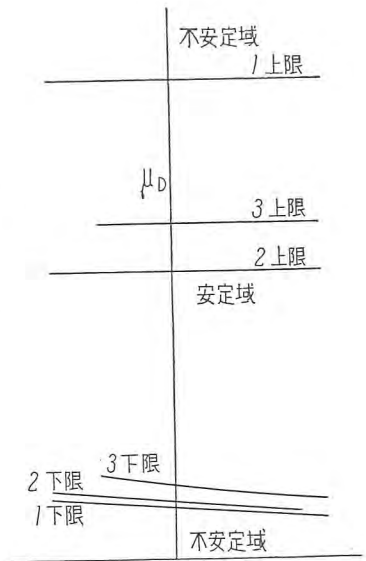
Fig. 6. Equivalent circuit of the reactance.



7図 制御系の伝達函数

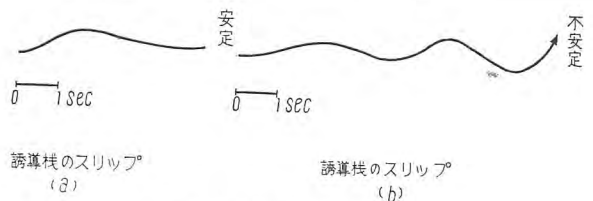
Fig. 7. Transmission function of controlling system.

交流巻上機のリアクトル制御・武田・森屋・浜岡・馬場



8図 安定回路の利得と安定度の関係

Fig. 8. Relation between the gain of stable circuit and the stability.



9図 制御系の応答

Fig. 9. Response of the control system (analog computer).

させて、コンピュータによりその応答を求め、これに基づいて各機器を設計した。たとえばループの利得が一定で、磁気増幅器の時定数が与えられた時の、安定回路の利得と系の安定度との間には、8図のような関係がコンピュータによって計算され、これによって安定回路の利得を決定することができるのである。

安定回路の利得および時定数の選定よろしきを得たときの、速度基準の切替に対する制御系の応答を示せば、9図(a)のようである。また選定のよろしからざる時の応答を示せば、同図(b)の如くで、これらはいずれも現地試験においても確められたところで、安定回路を付加しない場合の系の振動状態を10図(a)に、また安定回路によって系を安定せしめた時の回路の動作状態を同図(b)に示す。

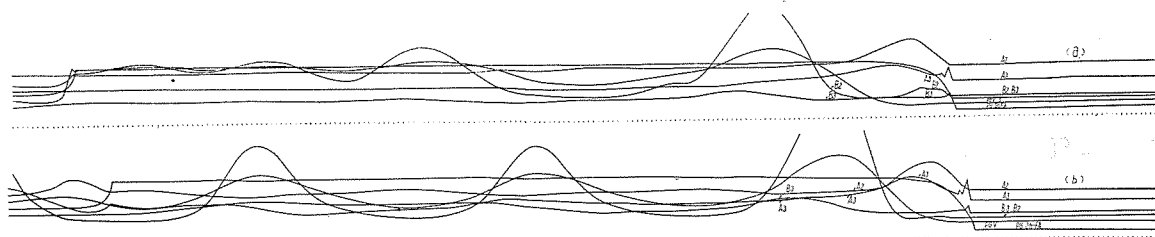
イ. 可飽和リアクトルおよび磁気増幅器の特性

以上の計算より求めた各常数にしたがって、設計製作された可飽和リアクトル、磁気増幅器および安定回路の特性を示せばつぎのとおりである。

(1) 可飽和リアクトル

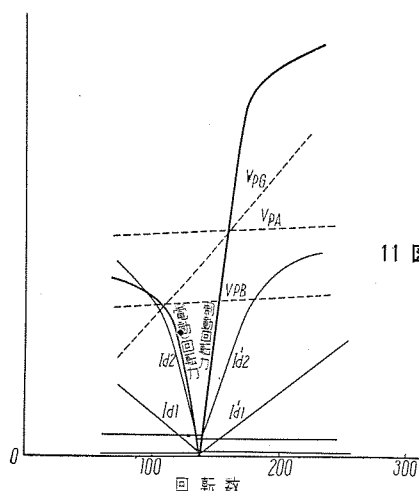
誘導電動機と電源の間にブリッジ接続して挿入される可飽和リアクトルは、三脚鉄心からなり、その諸元は下記のとおりでである。

最大端子電圧	3,300 V	50 c/s
最大電流	100 A	
直流励磁電流	18 A	
時定数	0.4 sec	



10 図 制御系の応答 (実測)

Fig. 10. Response of the control system (actual measurement).



11 図 出力特性

Fig. 11. Output characteristics.

(2) 第2段磁気増幅器

第2段磁気増幅器は2台の可飽和リアクトルに最大20Aの直流励磁電流を供給する出力磁気増幅器である。増幅率が比較的小さく、応答速度を早くするよう設計され、三脚鉄心を使用している。

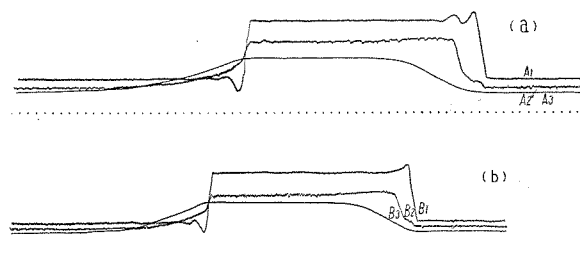
電源電圧	800 V 50 c/s
有効出力電流	18 A
入力電流	2 A
電力増幅率	80
最大出力	16 kVA
時定数	0.2 sec

(3) 第1段磁気増幅器

第1段磁気増幅器はパイロット発電機の出力電圧 V_{PG} と基準電圧 V_P との差で動作し、第2段増幅器に直流励磁を与えるものである。増幅率および応答速度ともに相当良好なことが要求され、しかも有効出力が比較的大きなことが必要であるため巻鉄心型とした。

電源電圧	200 V 50 c/s
有効出力電流	2 A
入力電流	0.3 A
最大出力	400 W
電力増幅率	400
時定数	0.05 sec

以上の可飽和リアクトル、第2段および第1段磁気増幅器を実際の回路に接続した場合のおおのの出力特性を11図に示す。また実際のA系列(正トルク制御系)およびB系列(制動トルク制御系)の各磁気増幅器の応



12 図 制御系の応答 (実測)

Fig. 12. Response of the control system (actual measurement).

答を12図(a), (b)に示す。

(3) 安定回路

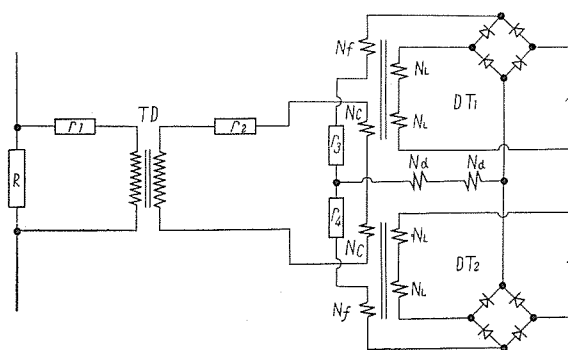
低速運転における速度変動率を、小さくするために、制御系のループの利得を大きくとれば、前述のようにそのままでは系は不安定になる。所望の速度変動率に対して系を安定にするために、コンピュータによる計算よりつぎのような常数を有する13図の如き乱調防止用安定回路を設けた。

安定変圧器時定数	0.7 sec
安定用磁気増幅器時定数	0.15 sec
安定回路電流利得	80

安定用変圧器 T_D は図のように、第2段磁気増幅器の出力すなわち、可飽和リアクトルの直流励磁入力回路に抵抗 R と並列に挿入され、その出力をプッシュプル接続の安定回路用磁気増幅器 DT_1 DT_2 によって増幅し、第1段磁気増幅器の乱調防止巻線に負饋還している。

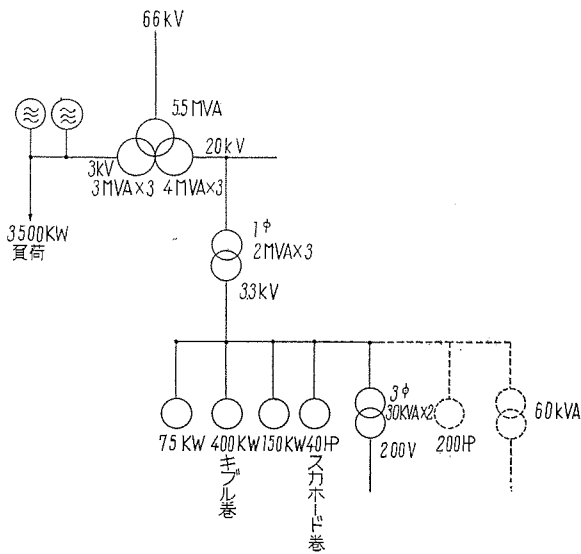
プッシュプルに接続された磁気増幅器は巻鉄心型の直列外部饋還型でその特性はつぎのようである。

電源電圧	200 V 50 c/s
------	--------------



13 図 安定回路

Fig. 13. Stable circuit.



17 図 配 電 系 統 図

Fig. 17. Diagram of the distribution system.

斜溝 D-C 220 V 他励

イ. 速度回転力曲線

速度回転力曲線は、16 図のように巻上機用としては満足すべきものが得られた。巻上に対しては、ほぼ 70% 負荷回転力から無負荷までに対し、10%, 20%, 30% の微速が安定に得られた。

なお 50% 負荷以上の負荷に対しては二次抵抗によって充分安定に制御し得るのでこの巻上機では、この部分はリアクトル制御を行わなかった。

巻下に対しては 50% 程度の巻下げ方向への電動回転力から 100% 程度の制動回転力まで 10% から 100% 速度にわたり各種の速度が安定に速度変動率小さく得られた。

速度変動率は各ノッチともほぼ 10% にセットした。

ウ. 電源電圧の不平衡

試験の範囲で測定された電源電圧の不平衡は可飽和リアクトルの直流励磁の最大の場合に起り、この時の不平衡の最大値は 3% である。これは一般にいわれている限度 5% 以下である。参考のため現地の配電系統を 17 図に示した。

エ. 逆相電流

電源に与える逆相電流の最大は実測の結果 28A であった。これはこの系統では全く問題でない。なお参考のため工場試験の結果を示すと、電源に用いた 2,000 kVA 交流発電機にかかる逆相分電流の最大は各ノッチとも可飽和リアクトルの直流励磁最大の場合に起り、それらのうちの最大は発電機定格電流 350 A の 8% であった。特性曲線の直線部分では逆相電流は 4% 以下である。

なお、リアクトル制御と二次抵抗制御により同一電動機を使って同一の条件で行った比較試験のさいの発電機の温度上昇は、1 表のように両者ほとんど同様で差異は認められない。この場合約 5% の逆相電流が連続的に流れたが、このための磁極片表面の特別な温度上昇は認め

1 表 温度上昇試験結果比較表

項 目			リアクトル制御の場合	二次抵抗制御の場合
回 転 数 (電動機軸)	rpm	%	75 10%	75 10%
交流発電機	電 圧 U-V	V	100×30	100×30
		U-W	96.7×30	99.8×30
		V-W	97.2×30	99.8×30
	電 流 U	A	1.76×40	1.47×40
		V	1.73×40	1.46×40
		W	2.36×40	1.48×40
	励磁電圧	V	59.3	64.8
	" 電流	A	54.1	58.3
	周 波 数	c/s	48.5	48.5
	温 度 上 昇 °C	電機子巻線(温度計)	6.0 停止直後 9.0	5.0 停止直後 8.0
		" (埋入熱電対) 1	20.5	20.3
		" (") 2	21.0	20.2
		" (") 3	20.0	20.2
		界磁巻線(温度計)	停止直後 13	停止直後 13
	°C	" (抵抗法)	35.5	35.5
		磁極片表面(温度計)	9	10.5
		固定子フレーム(")	6	7
	振 動		不 認	不 認
誘導電動機	電 圧 U-V	V	81×30	100×30
		U-W	51.5×30	99.8×30
		V-W	81×30	99.8×30
	電 流 U	A	1.15×40	1.47×40
		V	1.69×40	1.46×40
		W	1.10×40	1.48×40
	周 波 数	c/s	48.5	48.5
	温 度 上 昇 °C	固定子巻線(温度計) 点 1	29.0 停止直後 31.5	48.5 停止直後 52.0
		" 点 2	30.5 " 31.5	46.5 " 47.0
		" 点 3	28.5 " 29.0	47.5 " 48.0
		" 点 4	26.5 " 27.0	42.0 " 48.0
		" (抵抗法) U	43	69.4
		" V	47.2	73.8
		" W	44.5	71.0
		固定子鉄心(温度計) 点 1	45.5 停止直後 47.0	73 停止直後 74.0
		" 点 2	46.5 46.5	71.5 72.0
		" 点 3	46.0 46.0	72.5 74.0
		" 点 4	47.0 47.0	71.5 72.0
		回転子巻線(温度計)	停止直後 32.0	停止直後 38.0
		" (抵抗法) u	36.2	48.8
		" v	"	"
		" w	"	"
		回転子鉄心(温度計)	停止直後 30.0	停止直後 42.0
		滑 動 環 (")	" 12.0	" 11.0
		固定子枠 (")	25.5 " 26.5	42.5
		軸受(負荷側)(")	4.0	9.5
		" (反負荷側)(")	2.5	8.0
	振 動 mm	負 荷 側 プラケット 先端	0	0
		反負荷側 " 1	100	0
		固定子枠 上 部	1	0
		" 中 側 部	5	0
		" 下 部	1000	0

られなかった。

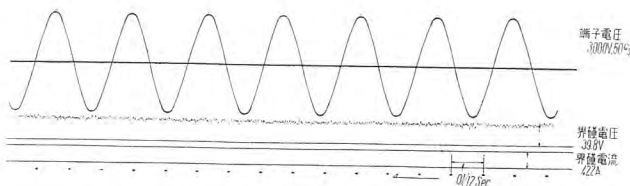
なおこれらの場合の各相の負荷電流は普通いわれているターボ発電機に対する不平衡負荷の許容範囲内である。

オ. 電動機の振動

電動機には局部的に $\frac{1}{100}$ mm 以下の振動を認めたが、これはもちろん実用上まったく差支えない。

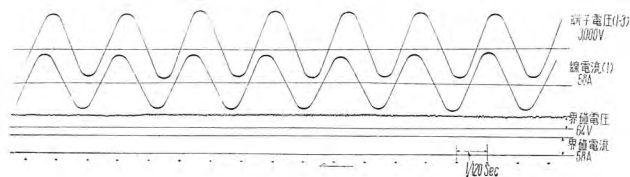
カ. 電動機の温度上昇

リアクトル制御の場合と、二次抵抗制御の場合との同一電動機、同一条件による比較試験の結果の一例を 1 表

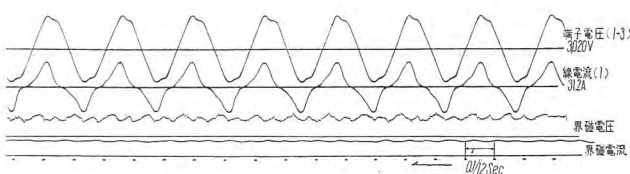


18 図 (1) 2,000 kVA Syn. G. の無負荷電圧
リアクトル制御のさいの波形

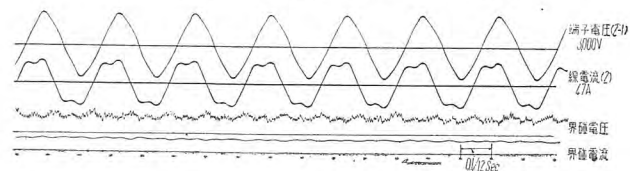
Fig. 18. Wave forms of reactor control.



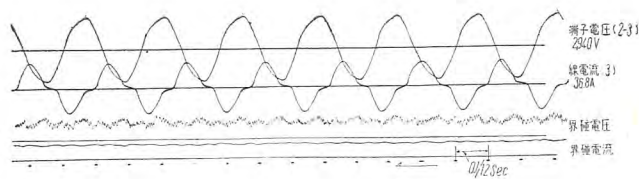
18 図 (2) 2,000 kVA Syn. G. の端子電圧, 線電流
(600 kW I.M. のみを負荷とする場合)



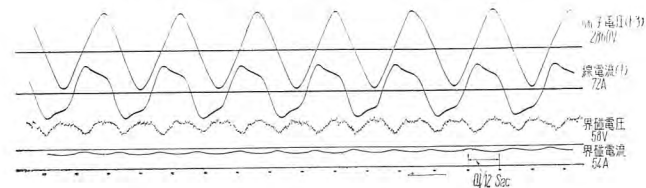
18 図 (3) 2,000 kVA Syn. G. の端子電圧, 線電流
(600 kW I.M. の最大逆相電流時における)



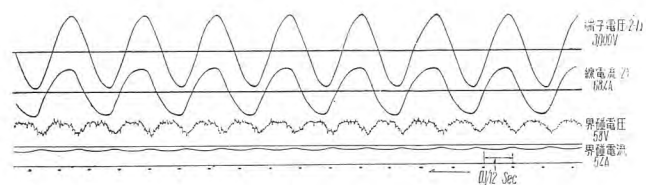
18 図 (4) 2,000 kVA Syn. G. の端子電圧, 線電流
(600 kW I.M. の最大逆相電流時における)



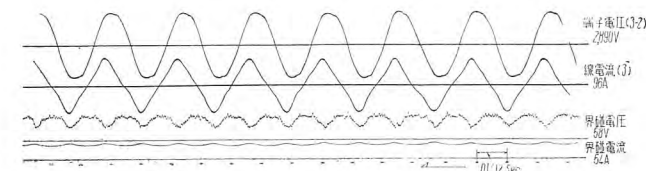
18 図 (5) 2,000 kVA Syn. G. の端子電圧, 線電流
(600 kW I.M. の最大逆相電流時における)



18 図 (6) 2,000 kVA Syn. G. の最大逆相電流時の
端子電圧, 線電流



18 図 (7) 2,000 kVA Syn. G. の最大逆相電流時の
端子電圧, 線電流



18 図 (8) 2,000 kVA Syn. G. の最大逆相電流時の
端子電圧, 線電流

2 表 調 波 分 析 表

オシロ No.	基本波	第 2 調波	第 3 調波	第 4 調波	第 5 調波	第 6 調波	第 7 調波	歪率
No. 1	100%	—	0.3%	—	0.24%	—	—	2.1%
No. 2	100	—	1.2	—	1.4	—	—	2.4
No. 3	100	—	4.4	—	6.0	—	—	7.3
No. 4	100	—	8.0	—	3.9	—	—	11.6
No. 5	100	—	6.4	—	3.2	—	—	5.5
No. 6	100	—	5.2	—	2.9	—	—	6.8
No. 7	100	—	1.0	—	2.9	—	—	9.3
No. 8	100	—	6.0	—	1.8	—	—	6.1

に示す。この例ではリアクトル制御の場合が著しく温度上昇が低かった。これは電動機端子電圧の低下のための鉄損の減少に基づくものと考えられる。現地試験の結果は両者はほとんど差がなかった。

キ. 電圧, 電流の波形

発電機の端子電圧, 線電流の波形はリアクトル制御により 18 図に示すように歪んでいる。

図の (1) は発電機の無負荷端子電圧, (2) は二次抵抗制御の場合の電圧, 電流, (3)~(8) はリアクトル制御の場合の各相の電圧, 電流のオシログラムである。2 表は

上記オシログラムの調波分析の結果である。

6. む す び

この制御方式は今回が最初の製品であり、なお研究改善を要する点も残っているが、上述の試験および現地試験の結果からも明らかなように、その性能はきわめて優秀であり、巻上機あるいは類似の用途に対しては広い将来が期待される。われわれは試験の結果および今後の使用実績に基づいて、さらに種々の改良を行い、本制御方式の完成に努力するつもりである。

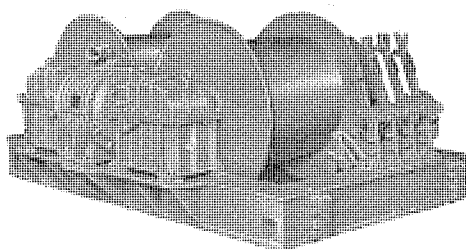
擧筆するに当り本制御方式のように全く新規な方式を採用していただき、かつ試験に充分な時日を与えていただいた三菱鉱業会社の関係者の方々に厚くお礼申し上げる。また本制御方式の開発に当りご指導を賜った本社宗村部長、長崎製作所進藤技術部長、研究所横須賀参事および種々協力された伊丹製作所荻野氏、室賀氏、長崎製作所木内氏、宇野氏、研究所今出氏その他協力を受けた同僚諸兄に深く感謝の意を表する。

文 献

- (1) 武田英夫：巻上機用誘導電動機の可飽和リアクトルによる速度制御「連合大会」昭 29. 2. 18

~~~~~ 鉱山用電気機器の紹介 ~~~~~

40 HP タンデム型小型巻上機



40 HP タンデム型小型巻上機

三菱鉱業崎戸鉱業所向として 40HP タンデム型小型巻上機を製作し、昭和 30 年 3 月末納入した。この巻上機はタンデムに配置された両巻胴に動力を伝達する構造に一つの特徴を出した新製品である。

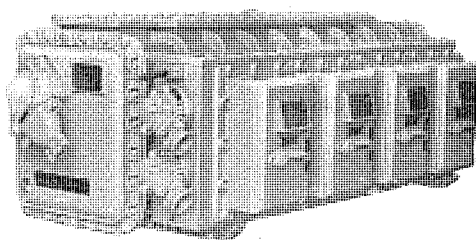
構造と特長

- (1) 巻胴側方に電動機中心に減速機を対称に設けており、減速機は巻胴軸の軸受台を兼用し上下二つ割

式であるので、オープンギヤー式巻上機の保守点検の容易さ、および歯車内蔵式の場合の小型軽量の特長を兼ね備えている。

- (2) 減速機の歯車および軸受は HDS-40 型コンベヤ原動機の第一段および第二段と同一であり互換性を有する。
- (3) 巻胴軸は減速機およびその反対側の軸受台にスベリカルローラベアリングを介して支持され、巻胴はボールベアリングを介して巻胴軸に支持されているので機械効率は大である。
- (4) 動力は電動機より減速機を介して遊星歯車装置に伝達されるので、内歯車を制動すればクラッチ入りの状態となり巻胴が回転する。
- (5) ブレーキ輪およびクラッチ輪は巻胴の反電動機側に設け、操作ハンドルは機体後方にまとめている。
- (6) 機体はすべて分割式鋼板台床上に設置し移設の便を図っている。

マインパワーセンタ

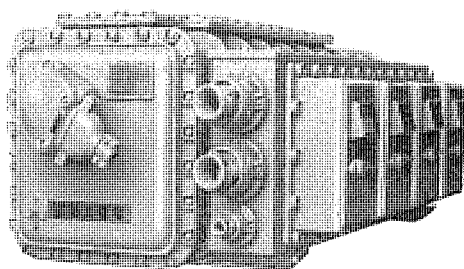


MPC-150 X 型マインパワーセンタ 耐圧防爆型 (引出口ケーブルヘッド)

乾式変圧器と開閉器群を一体化したマインパワーセンタは坑内の合理化促進に必要欠くべからざるものとしての認識が高まり需要は遂次増大しつつある。

本器の採用による利点

- (1) 乾式変圧器で油を使用しないため、防火設備が不要で点検、保守が容易である。
- (2) 移動が簡単にできるため、切羽近くに設備でき、このため電圧変動が少く、安定した運転が得られる。
- (3) 高圧線を深部まで引き込むことができるため、キャブタイヤケーブルの節約となる。
- (4) 一時的な過負荷に耐え、このため絶縁物が劣化することがない。



MPC-150 X 型マインパワーセンタ 耐圧防爆型 (引出口プラグ)

ご使用家の声はつぎのとおり。

1. 坑内関係者は一様に満足している。
2. 坑内配線が少くなり、坑道が広くなった感じがする。
3. 長い間悩まされた電圧降下の問題が解決した。
4. 全負荷で運転する時間が少いためか外箱の温度上昇は問題にならぬ程低い。(使用実績では外箱の温度上昇 18°C)
5. 台車上に設置し引込線線上にしているので運搬は 1 人でよい。
6. 手持の油入変圧器があるとケーブルの購入のみを考えるが、マインパワーセンタを採用してケーブルの節約を計った方が経済的である。

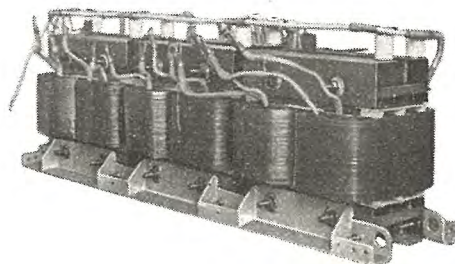
7. 一切羽がすまないうちにマインパワーセンタの購入費はタダになる。
8. 油入変圧器は坑外用とし、坑内は乾式変圧器に逐次切替えてゆきたい。

ある炭坑における比較例

(* 本欄の所要金額を 100% とした)

	油入変圧器を採用	マインパワーセンタを採用	備 考
変圧器および開閉器類一切	*100%	230%	このばあいのマインパワーセンタは乾式変圧器と集団切羽開閉器とよりなっている。
操作用キャブタイヤケーブル	69%	23%	
高低圧用主要回路ケーブル	370%	150%	
所要費用合計	539%	403%	

上記はマインパワーセンタを採用し切羽近くに設置したため低圧側キャブタイヤケーブルの所要量が少くなり、従来の方式よりも経済的になった例で、その他、電気坐の作成費・架線費・移設費などの設備費用があるがこれらの比較は除外している。



MPC-150 X 型中身三相変圧器 150 k VA(H 種絶縁)

坑内の合理化に開閉器の集約化!

CCX 型集団切羽開閉器

特 長

- (1) 個々に買うより安価となる
- (2) 電気坐が狭くてよい
- (3) 移設が簡単
- (4) 点検手入れの迅速化
- (5) ケーブル配線の簡素化

坑内の使用機器に応じつぎの機器を組合わせる。

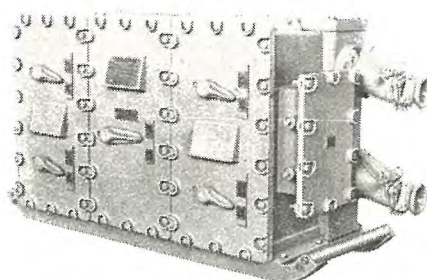
気中遮断器 600A 200A 100A 50A

電磁接触器 300A 150A 100A 50A

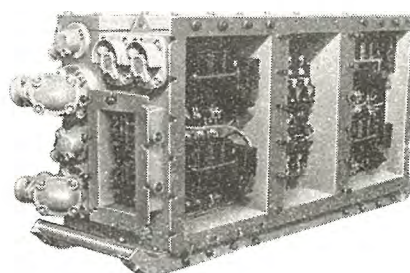
保護装置 瞬時遮断 過負荷 低電圧

接地継電器 交流電流計

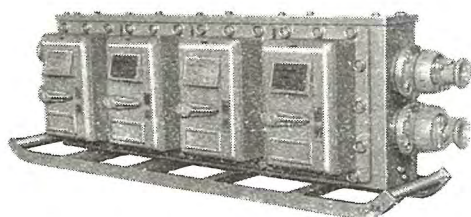
引 出 口 プラグまたはケーブルヘッド



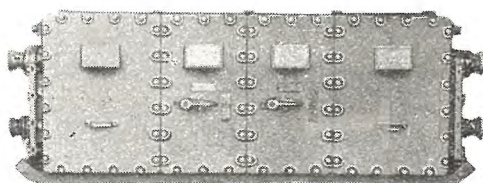
CCX-1104 D 型九検第 2079 号 (圧)



CCX-1154 R 型九検第 1644 号 (圧)



CCX-0204 D 型九検第 2133 号 (圧)



CCX-2154 R 型九検第 1965 号 (圧)



CCX-0104 D 型 (電流計付) 九検 1966 号 (圧)

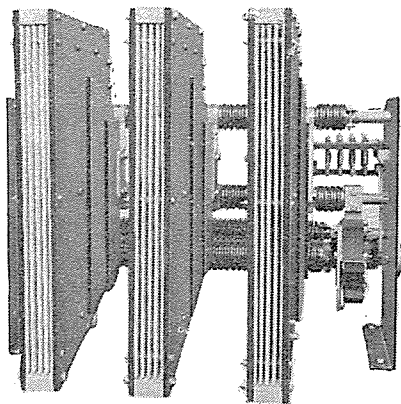
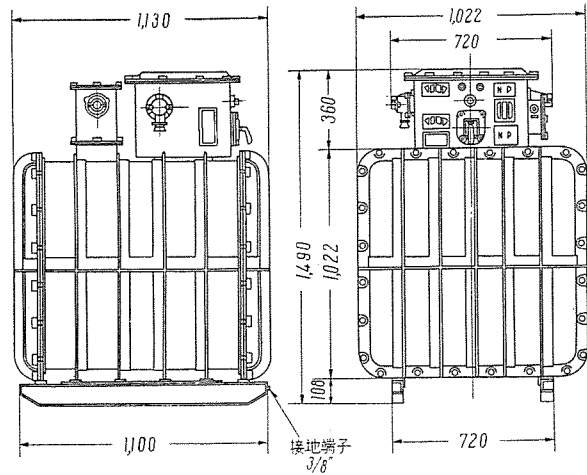
AHX 型防爆型高压気中電磁開閉器

保安上坑内には油入機器を使用しない傾向になりつつある今日、坑内用変圧器の一次側用として防爆型高压気中電磁開閉器の製作を強く要望されていたが、近々製品を出すこととなる。本器に使用する高压電磁接触器はすでに鉱山・石油精製工場などで多数使用されており、優秀な性能を発揮している。本器はこれを耐压防爆構造としたもので、取付品は諸計器を備えているほかは現在坑内で使用されている防爆型油入開閉器と同様のものを具備している。防爆型としては大型機器であるため、点検・手入れなどをできるだけ不要とするよう信頼性の向上に努力している。

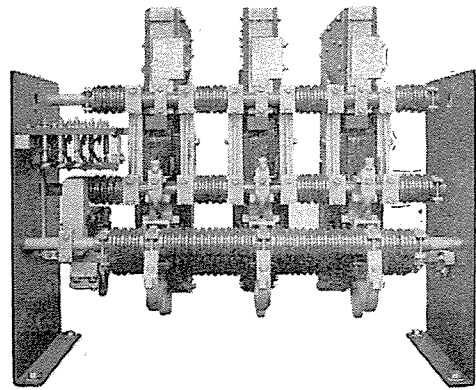
仕様

- 主接触器 AH-205 型高压気中電磁接触器
 定格 3,450V 200A
 計 器 交流電流計 電圧計 積算電力計
 保護装置 過負荷および過大負荷時の短時間遮断装置 低電圧保護 非常停止用押釦

- 表示装置 入切の表示および信号燈
 操 作 レバー操作または押釦による遠方操作
 操作電圧 200V
 遮断容量 約 25 MVA



AH-205 型高压気中電磁接触器 (正面)



(裏面)

新しい浮動開閉器の完成

特殊防爆型水銀浮動開閉器 九検 2134 号 (特)

250V 5A

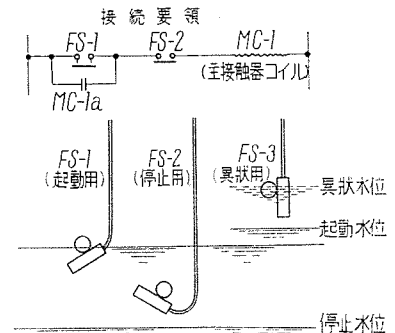
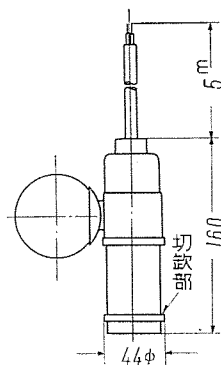
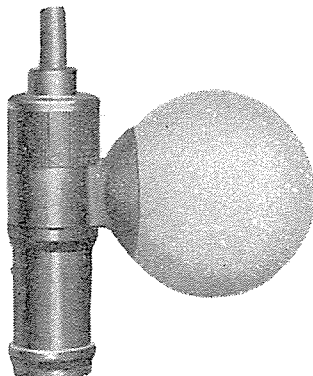
(出願中)

ロープ滑車などがなく、わずかな水位の変化にも確実に作動する。構造材料に金属を使用していないため浸食性の水中で使用するのに適している。

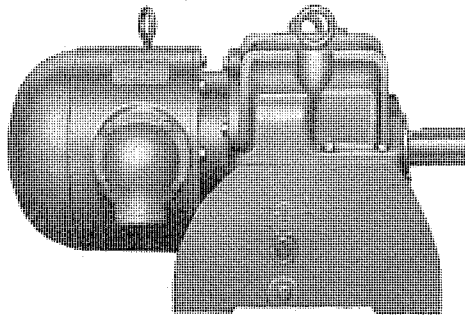
水銀開閉器を樹脂製の円筒に入れ、特殊成形材料で一

体に埋込んだもので、水銀スイッチが防爆構造である点を生かし、欠点であるリードの断線、漏気、ガラスの破損などを防止し、たとえガラスにひびが入っても気密を保つ構造である。

特殊防爆型水銀
浮動開閉器



新 型 減 速 電 動 機



新型減速電動機

- (1) ギヤケースは上下二つ割構造なので下記の利点がある。
 - a. 歯車および軸受の保守、点検が便利である。とくに負荷に連結した状態で上部ギヤケースを取外し内部の点検と部品の取替えができる。
 - b. 構造上重い部品集団を同時に引出す分解、組立作業はなく順次に分解、組立をすればよいので時間が早いだけでなく特別の道具立の必要がない。
- (2) 電動機はフランジ型でロード側ブラケットを有し単独に完全組立を終ったものをギヤケースに強固に取付ける構造としているので下記の利点がある。
 - a. 電動機のための単独運転ができる。
 - b. 電動機を取外した場合 コイルおよび鉄心の露出がなく外傷を受けることがない。
- (3) 電動機の外扇ファンによる冷却構造を従来のリップ付フレーム胴を介する間接冷却方式からコアバツ

仕 様

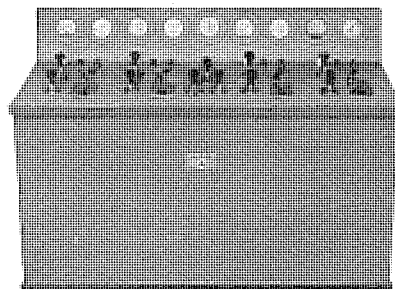
型 名		E 型				K 型	
減速段数		二 段 減 速					
減速比		$1/48 \sim 1/32$	$1/32 \sim 1/19.2$	$1/19.2 \sim 1/14.5$	$1/14.5 \sim 1/7.2$	$1/7.2 \sim 1/4.8$	
電動機極数		8	6	6	4	4	4
電動機容量 (馬力)	非 防 爆 型						
	安全増防爆型	$1/2 \sim 25$	$1/2 \sim 30$	$1/2 \sim 50$	$1/2 \sim 50$	$1/2 \sim 50$	$1/2 \sim 50$
	耐圧防爆型	$1/2 \sim 5$	$1/2 \sim 7\frac{1}{2}$	$1/2 \sim 7\frac{1}{2}$	$1/2 \sim 10$	$1/2 \sim 10$	$1/2 \sim 10$

ク直接冷却方式にしたので冷却効果がよく温度上昇の大幅低下ができた。

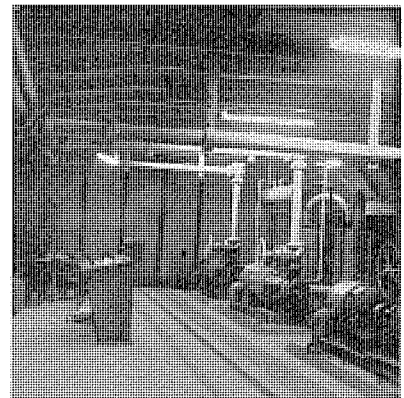
- (4) 歯車は 20° 並歯によるハスバ転位歯車であり下記の工夫その他により円滑なる噛合による騒音および振動の防止と耐磨耗性の増大を図った。
 - a. 第一段歯車においてはつねに 3 枚ないし 4 枚の歯が噛合っており、第二段歯車においてはつねに 2 枚ないし 3 枚の歯が噛合うようにした。
 - b. 適量の土歯形転位を行うことにより噛合初めと終り付近の滑り接触を大幅に抑制し純転がり接触に近いものとした。
- (5) 軸受は高速で負荷の小さい電動機には主として 6300 番型深溝単列グリース 密封 ボールベアリングを使用し、低速で負荷の大きい減速機の方には主として小型にして強力なる 32200 番型および 30300 番型テーパローラベアリングを使用した。

ポンプの自動運転装置

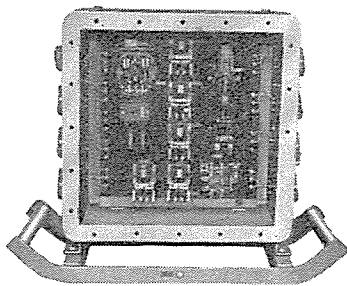
最近では鉱山におけるポンプ運転の自動化はもはや常識となった。当社では信頼度の高い機器を使用し、いかなる運転方式にも応じうる態勢にある。最近の新しい機器としては、新型高圧油入開閉器の採用、水銀浮動開閉器の実用化、高ヘッドにおける小型バイパス電磁弁の完成などがあり、従来のバイパス呼水方式では停止時間が長いとフートバルブから水がもれ呼水不能になる恐れがあったが、本器を使用することにより排出管内の水の減少量は僅少となった。



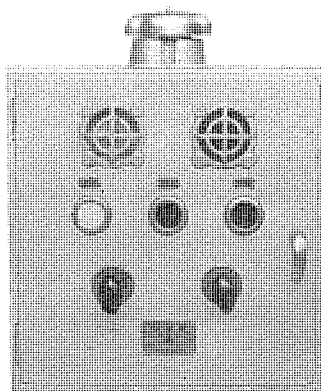
CY-4 型操作盤



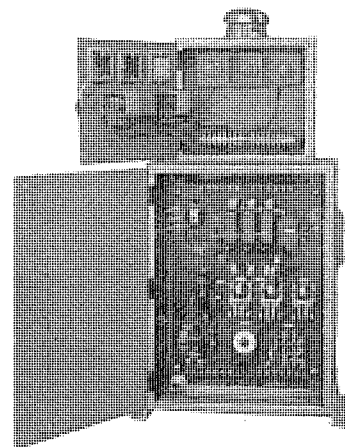
使用状況



TX-663 F 耐压防爆電磁接触器箱

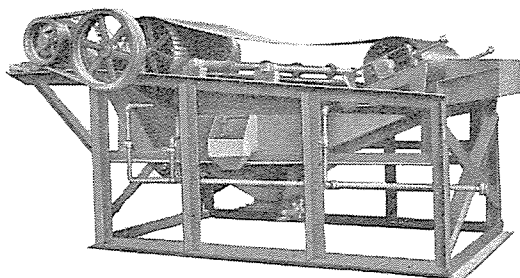


AL 型操作盤



信号箱と低圧接触器箱

重液選炭用磁気選鉱機



MF-36 型磁石選鉱機

石炭の品質向上と原価削減の目的に近來重液選炭が各社において採用されつつある。その媒剤として微粉の磁鉄鉱を用い繰返し使用している。このため媒剤回収は必須であり、回収率のいかんは選炭原価に大なる影響を及ぼす。

当社においては多量の泥水中に含有されている媒剤の回収用として、高能率な磁気選鉱機およびそれに付随する磁化器、減磁器を製作している。

(1) MF-36 型磁石選鉱機

重液選炭、媒剤回収用

磁束密度 1,000 ガウス

処 理 量 15 t/h

外形寸法 2,060×1,980×4,900 mm

(2) SL-66 型電磁選鉱機

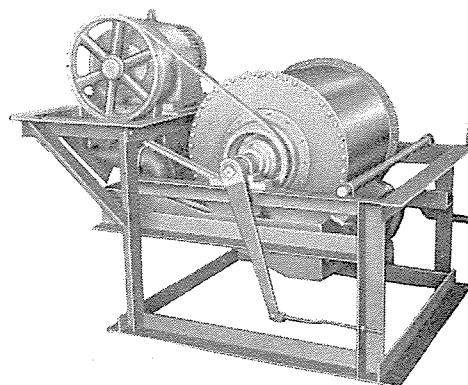
重液選炭、媒剤回収用

D-C, 200V 0.6 kW

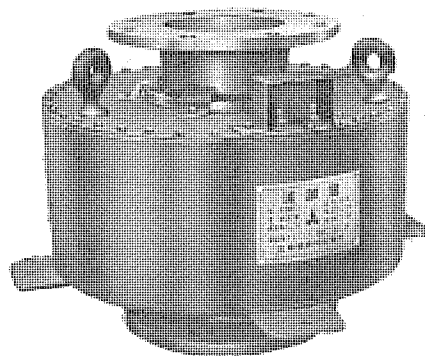
外形寸法 950×800×900 mm

磁束密度 1,200 ガウス

処 理 量 6t/h



SL-66 型電磁選鉱機



DM-6 型減磁器

(3) DM-6 型 減磁器

残留磁気 150 ガウスの磁鉄鉱を 10 ガウス以下とする。

A-C, 200V, 9A

内径 150φ

外形寸法 500φ×360L

EP型接地継電器

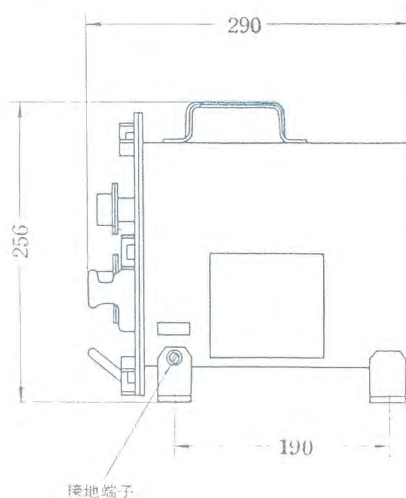
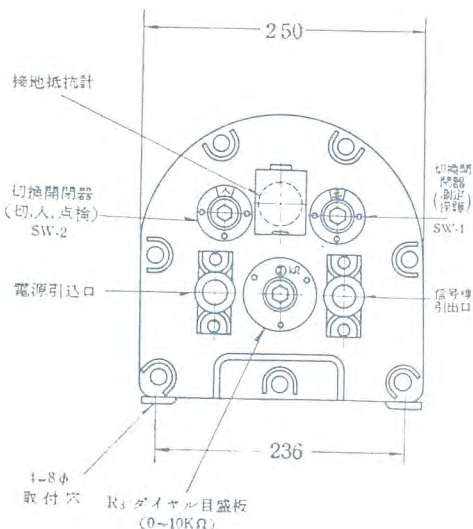
坑内線路の無言の監視人として、EP型接地継電器の需要は逐次増大し、変圧器坐の必需品となりつつある。

特長

1. 直流計器により活線時に、線路の絶縁抵抗が、測定できる。(0~50 k Ω まで)
2. 動作絶縁抵抗値が 10 k Ω 以下任意に設定できる。
3. 点検装置により、簡単に動作を確かめることができる。
4. 平衡、不平衡接地のいかなを問わず正確に動作する。

5. 零相回路に接地検出装置を挿入しているため、回路に異常電圧を発生することがない。また常時零相電流が流れない。
6. 電源変圧器のタップ切替により異った回路電圧で利用できる。
7. 電鈴、遮断用の ab 接点を備えている。
8. カバーを取外すと、内部取付品はすべて外部に取り出せるため、点検、調整が容易である。
9. 小型軽量であるため、坑内での持運びが便利である。

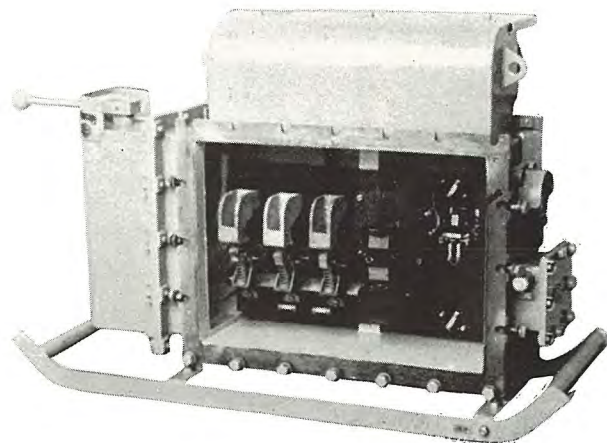
EP型接地継電器外形寸法図 (mm)



EX-300型防爆型電磁開閉器

定格 600V 300A
九検(圧) 1851号

- 大容量の電動機用として長期間手入れ不要で、安心して使用できる。
- 主接触子には銀タングステンを使用しているため寿命が長い。
- ドラム型開閉器により可逆運転ができる。
- ドラム型開閉器は活線を切らないよう、電磁接触器と連動している。



昭和30年9月13日印刷

昭和30年9月15日発行

「禁無断転載」 定価1部金60円(送料別)

雑誌「三菱電機」編集委員会

委員長 大久保 謙
副委員長 石川辰雄
委員 浅井徳次郎 荒井 潔 石橋英樹 市吉惟浩
伊東祐義 薄井廉介 大久保夙郎 岡屋精二
菅野正雄 木村武雄 小林治一郎 小堀富次雄
進藤貞和 田宮利彦 津村 隆 成富公一
中野光雄 毎熊秀雄 松田新市 松尾又一
松尾米太郎 宗村 平 横須賀正寿
幹事 市村宗明 前田幸夫 (以上50音順)

編集兼発行人 東京都千代田区丸の内2丁目3番地 市村 宗明
印刷所 東京都新宿区市谷加賀町1丁目 大日本印刷株式会社
印刷者 東京都新宿区市谷加賀町1丁目 長久保慶一
発行所 三菱電機株式会社内 「三菱電機」編集部
電話和田倉(20)1631
日本出版協会会員番号 213013
発売元 東京都千代田区神田錦町3の1 株式会社オーム社書店
電話(29)0915・0916 振替東京 20018