



三菱電機

第19卷 昭和18年8月 第8號

礦山增强特輯號

內容目次

卷頭言	石黒九一	227(1)
I 總論(礦山關係機器概說)		228(2)
II 採炭機械		231(5)
III 切羽及片盤運搬		236(10)
IV 主坑道、斜坑道及豎坑運搬機		248(22)
V 遷炭及積込用設備		271(45)
VI 附帶動力設備		277(51)
VII 防爆構造		295(69)

三菱電機株式會社

内 容 目 次

第19卷 第8號 矿山增强特輯號 6213:622

卷 頭 言	長崎製作所長 石 黒 一	1	227
I 總 論 (各機器の梗概)		2	228
II 採炭機械 (コールカッター、同電氣機器)		5	231
III 切羽及片盤運搬			236
1. 概 説		10	
2. 減速電動機		11	
3. プーリーモートル		14	
4. 小型巻上機		16	
5. エンドレス巻上機		18	
6. 開閉器及起動器		19	
III 主坑道、斜坑道及堅坑用運搬機			248
1. 概 説		22	
2. 電氣機關車		22	
3. 電動巻上機		25	
4. 巷上機用誘導電動機		32	
5. 巷上機用制御裝置及安全裝置		34	
6. イルガーワー巻上機電氣設備		39	
7. 斜坑集團ベルコンペト の電氣設備		41	
V 選炭及積込用設備			271
1. 概 説		45	
2. 減速電動機		45	
3. 選炭及積込用誘導電動機		46	
4. 選炭設備の總括制御裝置		47	
VI 附帶動力設備			277
1. 概 説		51	
2. 矿山用通風機		51	
3. ポンプ用電氣設備		54	
4. 橫型空氣壓縮機		56	
5. 空氣壓縮機用電氣設備		60	
6. 矿山に於ける發電設備		65	
VII 防爆構造 (爆發事故と防爆構造説明)		69	295

三菱電機

第十九卷

昭和十八年八月

第八號

卷頭言

長崎製作所長 石 黒 九 一

前線に於ける戦闘形態が日毎に苛烈の度を加へ來ると共に、技術戦、生産戦に携はる銃後産業人に課せられたる責務も甚だ重大なるものとなつて來た。此の生産戦に於ても輝かしき勝利を得るためには、地下資源の開發が最大の急務である。而も總べての産業の原動力が石炭から生ずる事を思へば、石炭の増産こそ戦捷の鍵である。採炭が總べて機械化されたる今日に於ては、性能の優秀なる機械を而も多量に要する事は明かである。我社は既に數年前より種々の用途に對して各種の礦山用機械を製造して來たのであるが、而も今日程其の重要性の痛感される事はない。茲に於て多年の経験を基礎に日々新しき研究に邁進しつゝ性能の向上を計り、又量に於てもこの非常時局の需要に應すべく一層の努力を致してゐるのである。特に機械部門と電氣部門との綜合的設計を密接ならしむるに意を注いでゐる。幸にして昭和15年には國產嚆矢の記録品たる1550馬力イルグナー巻上機を完成して、聊か増産の一端に寄與し得たるを喜びとするものである。之等の技術を綜合して、切羽より運搬に到る迄の諸作業及び、この間に要する諸種の電氣機械より、附帶設備に要する電氣機械等の一般に亘り、作業と機器との關聯性及び機器各個の詳細なる解説をなし、我社が今日迄培ひ來りたる技術を公にし、以下礦山に關係ある人士のみならず、又他の一般技術者の参考に供せんがため、茲に礦山特輯號の一巻を編みて座右に送らんとするものである。聊か技術報國の一端ともならば幸である。

第一章 総論

礦山に於て石炭が切羽より採掘せられ、坑外に運搬され、此處で選炭が行はれる。そして最後に貨車積又は貯炭される迄の経路を概略を述べる。

此の経路の説明過程中に於て夫々の場所に必要な機器機具の名稱及種類を擧げて第Ⅱ章以下の詳論の豫備知識を記す。

1 緒言

衆知の如く我が政府は石炭業を現下に於ける五大重要産業の一として取上げ、國を擧げて其の増産に又其の運送に懸命の努力を拂ひつゝある。蓋し石炭の有する莫大なる熱エネルギーはあらゆる工業の將又凡ての運送機關の一大原動力なるが爲である。殊に決戦下一日も忽せにするを許されぬ戦力の增强、其の根底に横はるものこそ石炭であり、此の石炭無くしては國家總力戦も單なる掛聲に終るのである。

扱石炭の増産に至大の關係を有するものは勿論労力と機械力である。豊富なる労働力が石炭増産の絶對的要素たることは論を俟たないが、機械力を伴はない労働力は近代的優秀裝備を有しない軍隊と同じく其の言や壯なりと雖も其の成果に反比例して苦しみが倍加して行く。坑内外を問はず完備せる機械力なくしては今日の激増する要望には到底應じ切れないであらう。

當社が炭坑用機械の研究開發に本格的に着手して以來既に十年の歲月を経過し、其の間多數の製品を送り出して微力ながら斯界に貢献して來たが、今此處に其の跡を顧みつゝ我社にて製作しつゝある炭坑用諸機械の綜合的紹介を致して關係諸方面の御参考に供し度いと思ふ。

炭坑用諸機械を其の使用目的に依つて大別すれば

- ア、採炭用機械
- イ、運搬用機械
- ウ、選炭用機械
- エ、附帶動力設備（ポンプ、送風機、空氣壓縮機、發電所）

となる。之等機械の種類及其の容量の選擇、更に何れに主力を向けるか等の判定は専ら坑内外の特殊事情に依り決定される。例へば炭層の深度厚さ及其の傾斜度、炭質の良否、坑内出水量、メタン瓦斯の有無等幾多の諸條件に支配され誠に千差萬別である。之等は最も經驗豊富なる優秀なる炭坑技術者の手に依つて綿密に計畫實行せられるのであるが、其の計畫の良否が出炭能率に至大の影響あることは申す迄もない。

次に諸機械の原動力として考へられるものに蒸氣力、電氣力及び空氣力の3種がある。之の中蒸氣力は其の非能率的なること、施設に膨大なる場所を有すること等の爲現在にあつては殆んど其の跡を絶ち、僅かに舊施設の一部が使用されつゝある現状である。現在は動力の大部

分が電化され炭坑用機械と言へば殆んど電動機運轉を意味する程度に發達して居る。空氣力を原動力とする機械は之に電氣力が置換せられることを前提とするものではなく、特別の用途上の要求に基き發達せるもので今尚盛んに電氣力と併用せられつゝある。其の主なるものは

- ア、採炭機械殊にコールピック、ドリル等
- イ、メタン瓦斯多き炭礦の切羽諸機械
- ウ、水洗機
- エ、大型巻上機用制動装置
- オ、堅坑炭車操縦装置の一部

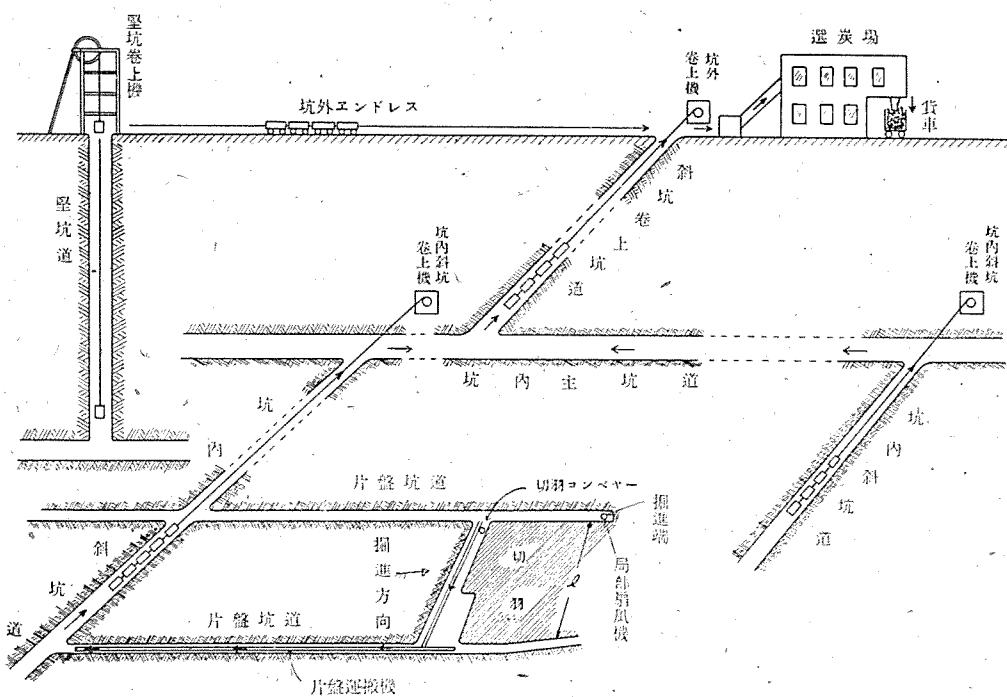
等であり之の中（イ）項の問題は用途上空氣力の優秀性に依るものでなく防爆上の見地から比較的危険なる電氣力を排斥することを根據とするものにして、第VII章に於て詳述する積りであるが、電氣機械の防爆装置の研究、發達が日を追ふて目覺しきものがある今日、之等も漸次電氣に置換せらるべきことが豫想され兩者の比較検討及び其の採否の如何は炭坑技術者に與へられた重要課題の一として現在は勿論將來にも残されるものであらう。

2 出炭過程

炭坑に於ては採掘された石炭を貨車積又は貯炭する迄の運搬作業が其の主要部分を占め、選炭場に於て精炭、二號炭、硬炭の選別に一部加工工程が存するのみで、其他は採掘後は殆んど運搬に終始する。此の點他の生産工場と異なり結局運搬設備及び其の運用の功拙が出炭能力の死命を制する。從而運搬機械其ものの優秀なるべき事は勿論であるが、坑内外の事情に適應した之等機械の配置、運用に最善の意を注がねばならない。



第1圖 切羽に於ける採掘作業



第 2 図 矿山構造 (切羽よりの運炭経路)

今石炭が採掘されてより貨車積又は貯炭迄の過程に就いて大体の説明を加へ各過程に於て使用せらるべき機械の名稱及種類を擧げて次章以下評論の前提としやう。

3 切 羽

石炭採掘現場を切羽（又は切端）と稱する。石炭坑の最前線であり、後方輸送力の大小が其の戦闘力に非常なる差異を生ずることそれは恰も戦場を髣髴たらしめる。此處に於ては何よりも採掘そのものに全力を注ぐ。炭質に依りては多くのハサミ（石炭層中に狭まれたる硬層を言ふ）があることもあるが、之等も石炭と一所に採掘され積み込まれる。採掘跡の充填、切羽面の支柱設備、切羽コンベヤーの設置、更に排水、照明設備等の諸工事も掘進と共に並行的に進めなければならぬが、要は採掘量の増加を目標とし多くの採炭夫が晝夜間断なく作業を續けて行くことである。切羽は多くの場合其の掘進と直角方向に傾斜したものが多く、此の傾斜は大体に於て炭層の傾斜と略々一致して居るのが普通であるが、状況に依り然らざる場合もある。傾斜度は 25° 乃至 30° 等急峻なものより 3° ~ 5° 等緩やかなもの等多種多様である。傾斜に沿ふ切羽面の長さ（第 2 図に於ける “l”）は 50~75 米程度が大部分であるが最近に到つては採炭技術の進歩と共に漸次長壁式に發展し 100 米乃至 150 米程度のものも珍らしくない。

切羽壁の高さは専ら炭層の厚さに依り決定されるが、低いものは 0.8 米位から高いものは 2 米に及ぶものもある。

切羽壁より切出された石炭は切羽面の下り傾斜に沿つて流下せしめ片盤坑道に移すのであるが、之が爲切羽面には各種のコンベヤー、トラフ等の設置が必要となる。

4 片 盤 坑 道

片盤とは坑内主要坑道から切羽面に至る枝状通路を指すもので殆んど水平である。主坑道と切羽位置との關係から直線の場合もあるが屈曲したものも多い。片盤坑道の長さは數十米から数百米に及ぶ。切羽面に對して上部及び下部の二坑道があり切羽面の通風を良好ならしめる様循環路を形成する。

切羽より流下する石炭は下部片盤坑道内に設けられた炭車に移され、之を坑内斜坑卷上坑道迄運搬する。之がためには主として逆轉式エンドレス卷機を利用するのであるが、最近ベルトコンベヤーに依る方式も取入れられついである。坑道の短い場合は勿論人力に依る。片盤坑道に於ては質炭車の運搬と共に空炭車を逆送する必要があり、而も掘進費、維持費の關係から單線路が多いから其の運轉管理には相當の技術を要する。

片盤坑道は切羽面の進出よりも一步先んじて掘進して置く必要があり、之の掘進先端に於ける空氣の流通を良好ならしめる爲局部扇風機の必要が起り、又出水ある場合には小型ポンプを必要とする。

5 斜坑、堅坑卷上機

片盤坑道より送られた炭車群は坑内斜坑道最下端に集められ斜坑卷上機に依つて坑内水平主坑道に送られる。斜坑卷は單一片盤のみならず 2 個所又は數個所の片盤より送られる場合がある。炭層位置が地表面下浅い場合には此の坑内卷上機が省略され直接坑外卷上機の負擔となる。數個所の片盤を対照とする坑内卷上機に在つては卷上機の負荷状態も種々雑多であり、電氣品殊に制御装置關係の設計に必要な デュティーサイクル の豫想が非常に困難で

ある。

坑内巻上機にて巻上げられた炭車は坑内主坑道に集められる。坑内主坑道は文字通り坑内の主要通路を形成するもので、普通は水平坑道であり坑道設備も片盤に比すれば遙かに完備して居り複線路が多い。主坑道の適當な箇所に坑外巻上機の巻端部を設備し、此處に向つて1個所乃至數箇所の坑内斜坑卷から引上げられた炭車群を運搬する。之が運搬には複線非可逆式エンドレス巻機に依るものが多いが、大容量になれば電車運転を採用して運搬能力を増加せしめる。

坑外斜坑卷上機は主坑道に集められた炭車群を坑外に運搬するものにして一般に坑内巻上機に比して坑道長く容量も大である。坑外巻上機は専ら單胴若しくは複胴巻上機に依ることが常識とされて居たが、近年ベルトコンベヤーの發達と共に斜坑道に於て巻上機の代りに集團式ベルトコンベヤー装置の利點が認められ之を採用する炭坑が激増の傾向にある。

坑内主坑道が地下或程度の深さに在る時は斜坑卷より主堅坑卷を有利とする。堅坑卷にすれば設備費は嵩むが巻上能力は斜坑卷の比でない。

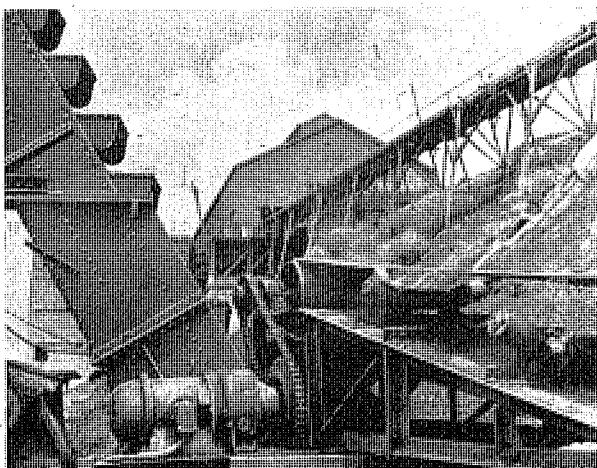
斜坑卷或は堅坑卷に依つて坑外に搬出された石炭は全部選炭場に集められるのであるが、巻上機と選炭場間との距離に應じて坑外エンドレス巻又は電車運転を採用するのである。

坑外斜坑卷上機の場合には一般に石炭専用巻上機の外に人員専用の巻上機を設備するを普通とする。人員巻上機に對しては其の安全裝置に對して特に考慮する必要がある。堅坑卷上機の場合には別に人員専用坑道を要せず人員の場合にもケージを共用する。

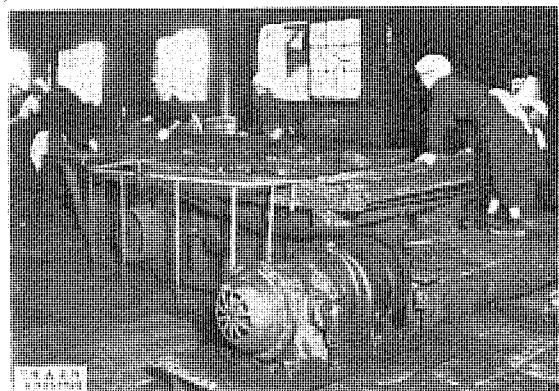
6 選 炭 場

各巻上機より巻上げられた石炭は全部選炭場に集積される。選炭場に於ける大体の基準工程を示せば

- ア、スクリーンに依り塊炭と粉炭とに篩分ける。
- イ、塊炭を手選場へ送り良炭、二號炭、硬炭に選別し良炭は直接積込場へ送り二號炭はクラッシャーにか



第3圖 磨山に活躍の各機器



第4圖 選炭場とピッキングバンドに使用の7.5
馬力軸回轉 33/毎分 減速電動機 #550728

けて粉炭とし水洗機へ送る。硬は直接捨場へ送る。ウ、スクリーン及びクラッシャーより出た二號炭は一括して主洗機にかける。此處ではポンプ及壓縮空氣を設備して良炭、二號炭、硬炭の三種に浮力を利用して選別される。良炭は直接積込場へ送り、二號炭は再びクラッシャーにかける。硬炭は捨場へ送る。エ、主洗機及びクラッシャーを通過した二號炭は再洗機に送られ、此處で主洗機と同様な作業をなす。良粉炭は直接積込物へ硬炭は捨場へ送ること主洗機と同様である。二號炭は其の炭質に應じて適當に利用するか或は捨てる。

オ、水洗機に必要な水はポンプに依り循環せしめて居るが、此の水の中には多量の微粉が含有される。依つて適當なる沈澱場を設けて水中に含まれた微粉の回収を行ひ之を利用する。

從つて選炭場に必要な主な機械としては、ベルトコンベヤー、バケットエレベータ、水洗機、ポンプ、送風機、スクリーン、フイーダー、クラッシャー等がある。

以上述べた出炭過程は運搬設備、選炭設備共に最も普遍的なものに就き説明したもので、各炭坑の特殊事情に依り採炭方式、運搬方式、選炭方式等には夫々獨特の方法があり千差萬別である。

唯炭坑界一般の技術的趨勢として

- ア、切羽が漸次長壁式となりつつあること。
- イ、之は出来るだけ片盤坑道の數を減じて其の開鑿費及び維持費を減少し且つ一個所からの出炭量を増加し能率を上げる。
- ウ、切羽、片盤、斜坑道の運搬機としてベルトコンベヤーを利用すること。
- エ、之は坑道の幅員を狭くして其の開鑿費及び維持費を減少する。輸送量の増加、騒音無く且つ危険度が少い等の莫大な利點がある。
- オ、選炭場に總括運轉方式を採用すること。
- 等は見逃すべからざる問題であらうと思ふ。要は出炭量の増加、人件費の節約が主目的であつて我々機械製造業者も須く之等の諸點を良く認識し設計製作することが肝要である。

第Ⅱ章 採炭機械

1. 概 説

採炭機械として主なるものはドリル、ピック及びカッターである。

ドリルは所謂鑿岩機と稱せられ、岩石坑道の掘進用又は比較的硬質の採炭に使用せられるもので、如何なる炭坑に於ても絶對的必要のものである。動力に依り空氣式と電氣式とあり、又穿孔方式に依り打撃式及び回轉式に區別される。何れも一長一短あり岩石や石炭の質に依り適當に選擇すべきであるが、一般に空氣式は動力費が大であり其の取扱が電動式に劣る。併し防爆保安上電氣の使用を禁じられた場所では勿論空氣式を必要とする。

コールピックは比較的軟質の採炭に使用するものであるが、又ドリルを使用した發破掘の透し及利き落しに使用することもある。ドリルに比して歴史も新しく我國に於ては大正末期頃より使用開始されたのであるが、現在に於ては取扱手軽なる點、發破掘に併用した場合火薬量の節約、從來の手掘式に比して採炭量の著しい増加等の點より益々廣く使用されつゝある。殊に瓦斯炭塵爆發の危険ある切羽に於て發破作業又は電氣式が禁止せられて居る所では専らコールピックが使用される。

コールカッターは別名截炭機とも呼ばれ現在尤も進歩した大容量の採炭機械であり、炭層下部を厚さ約120粍奥行約1.5~2.0米程度に切込みを行ふもので歴史はコールピックよりも稍々古い。使用の初期に於ては殆んど外國品のみであつたが昭和七年日立製作所に於てサリバン型の製作を開始したのが我國に於ける最初である。發破掘やピックに比して採炭能力の優秀なることは勿論で今後益々多量に使用されんとする傾向にある。唯ハサミ硬の多い處に於ては不適當とされ、又炭質軟き場所に於ては必ずしもカッターの必要は認めないと言はれて居る。塊炭採收率の



大きい事もカッター使用の一特徴であらう。ドリルやピックに比して重量が大で取扱が面倒であり又購入費の高價なことは止むを得ない。

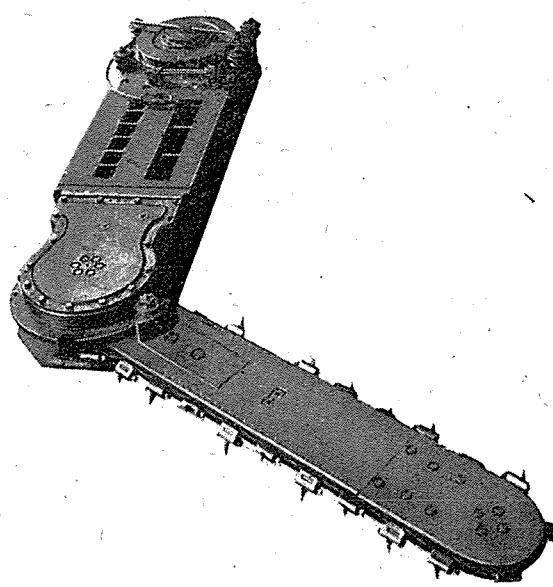
カッターの原動機は電動機が多く容量は30乃至50馬力である。型式も棒型及びチェーン型があるが現在使用されて居るものは殆んどチェーン型である。

コールカッターは其れ自体に直接式可逆開閉器を装備して居るものが多いが、使用頻繁なため別個に可逆式電磁開閉器を置き之をカッター作業場所より遠隔制御する方式が推奨されてゐる。

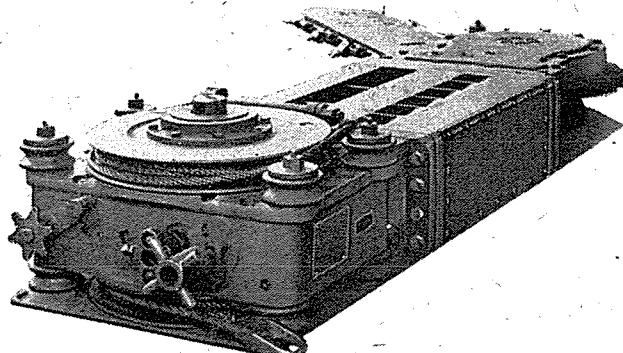
2. コールカッターの試作

ア、試作の沿革

鑿山で機械採炭法の必要が認められ機械の増設がやゝ盛になりつゝあつた昭和10年頃より鑿山用機械の製作に志したのであるが、特に截炭機に於ては在来品より性能の良い優秀品の出現に努力して來た。先づ古くから此の種機械の製作者として知られて居つた米國サリバン社の最新型長壁式截炭機 CLE-6型に就いて此の型の特徴とする驅動部の機構を研究調査した。勿論本品はサリバン社の特許であつて此の機構をそのまま直接採用する事は許されず、依つてこれと同等なる性能を發揮し得る機構の考究に努力を傾倒中であつた處、偶々大東亜戦争が勃發



第1圖 CLE-6型コールカッター外観 #51184



第2圖 CLE-6型コールカッター外観 #51571

するや商工省の指示により敵性國特許使用許可出願その専用免許権が許されるに至り早速試作に着手することになつた。其の後着々と研究を進め特に時局下材料の選擇及び製作方法に就て考慮し研究方針を確立し目下試作中である。

次に本機の性能を表記すれば下記の通りである。

サリバン社 CLE-6 型截炭機性能表

型式	ロープ フィード 鎖型長壁式截炭機
巻筒數	上下各1個
巻筒径	420mm
フィード ロープ寸法	太サ 16mm 長サ 24M
フィード ロープ張力	最大 5000kg 最小 3750kg
送り	
機体移動送り	6.5M/min
截炭送り	最大 0.85M/min 最小 ○M/min (連続變化)
ジグ	
幅(ピック先端間)	600mm
長(正味切込深さ)	1,800mm
厚(カーフ)	135mm
旋回(90°=要スル時間)	0.865~∞min
カッターチェイン	
ピツクライン数	7列
ピツク ボックス	26個(シングル型)
ピツク	26個
切削速度	120M/min
電動機	
電圧	220V
電流	145A
サイクル	60サイクル
極数	4極
回転数	1800R.P.M.

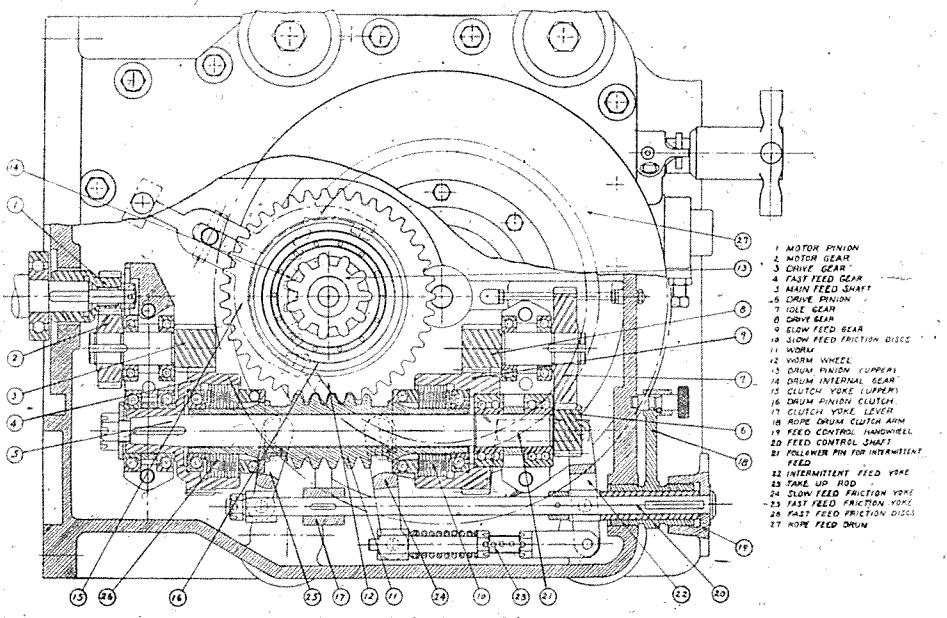
馬力	50H.P.
機体寸法(ジグヲ含ム)	
幅	690mm
厚	305mm
長	4,490mm
機体總重量	2,250kg

イ、新型截炭機の試作の目的

從來我國にて使用されて居る截炭機の大部分は多段齒車式或は ラッチエット式により其の驅動送り速度を加減して居るため構造が複雑であり又重量が大である、従つて取扱い不便で修繕其の他維持費が嵩む等の缺點がある様である。

又透截中堅硬な炭質に遭遇した場合に送り速度を調節して適當な速度に變へるのであるが、透截中容易にこの状態を前もつて豫知し得ないため往々にして機械に無理を生ぜしめる場合が多く、それがため、機械の一部を破壊するに至ることが多い、故に機械を安全に且つ能率的に運轉するには相當の熟練と経験を要する事になる。

然るに目下當社に於て試作研究中の新型截炭機に於ては、從來の如き齒車のみの變速に依らずして齒車と摩擦クラッチを巧妙に利用した機構により透截中炭質の硬軟に應じて自働的に送り速度を調節する構造となつて居る。即ち切炭部の荷重に應じて此の摩擦クラッチが滑りを生じ、カッターチェインが切炭して截炭機にかかる荷重が減少して始めて機械送りがかかる事となる故に機械部分に無理が無く、尚送り速度は自働調節なる故取扱ひが至極簡単で未熟練者でも容易に使用し得る能率的機械である。更に本機構を有する驅動部(第3圖参照)は一見して明かな如く至極簡単であるため、本機の製作に要する材料が比較的少量で済む事が明瞭である。重量に於ては在來の同容量機即ち多段齒車變速式の截炭機に比較して約半分にて足り従つて時局柄資材の節約の見地より見て



第3圖 駆動部組立図

A270856

益する所甚大である。

以上本機の利點を纏めて見ると次の事が云へる。

1. 切炭能率の良いこと。
2. 取扱い簡単で未熟練者でも容易に使用し得ること。
3. 維持費の低廉なこと。
4. 機械の重量が軽く坑内運搬の容易なること。
5. 同容量機と比較して資材が少量で済むこと。

當社は是等の諸利點に鑑みて此の優秀國產截炭機の製作に志し研究試作に着手した次第である。

ウ、パルシング モーション 式透截の利點

截炭機で截切の際は如何なる方法に依つて機体送りをしても一様な速度の進行を爲さず、常に間断的に進行するものなる事はよく認められてゐる事實であつて、其の原因は主として透截中に残存する切粉の状態に依るものである、即ち截切のため出來た切粉を充分に搔き出さずして機械が送られる時は、截切面とカッターチェインとの間に之が溜りピックは截切面に喰入る事が困難となり其の切粉が搔出される迄はジグは進行しない、従つて機械本体も進行出來ず其の間は専らロープが伸びて機体は停止して居り、やがて切粉が搔出されればカッターピックは石炭を切り始め緊張せるフィードロープが卷洞に捲かれる同時に短縮してピックは急激なる荷重を受けることとなる。本機に於ては機械自身が此の動作を爲し之れを適當に且つ緩漫に自ら行ふが故にロープにもカッターチェインにも急激な荷重を受けることなく、又カッターチェインに溜る切粉を充分搔き出される餘裕を與へるから此の送り方法は截切を合理的にならしめるに有効である。

截炭機の間断的機械送りをする方法としては他にラチエット式機構もあるが、本機の如く摩擦クラッチを介在せしめて成る機構に依り機械部分に無理なく行ふものは他に類なく、是れをパルシングモーション式透截と云ふ。

普通摩擦クラッチの役割は一時的に滑りを生じて緩漫に動力を傳達するものでこれを連續的に滑らす機構としては使用されないのが常識である。従つて本機構に應用せる如き場合には過熱する様にも考へられる。併し本機を永年使用せる實際の成績より見て此の様な心配はなく、或る特に惡質の潤滑油を使用した場合又は炭質が非常に堅硬で長時間惡條件にて連續使用した場合以外は問題なきことが報告されて居る。

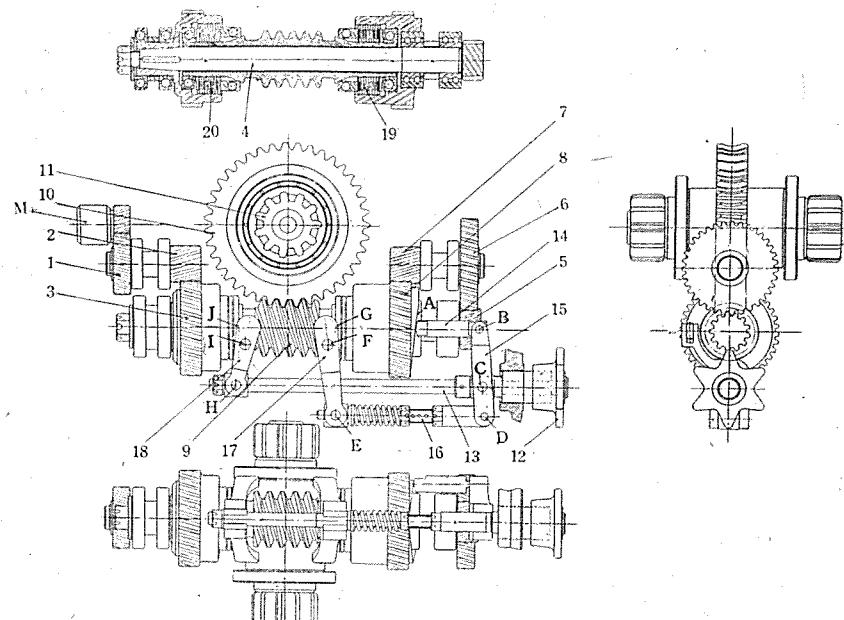
エ、驅動部機構

ジグ及びチェイン部 カッターヘッド 部電動機部等の機構及び構造は從來のものと類似して居る故此處では説明を省略して本截炭機の最も特徴とするパルシングモーションを起す駆動部の機構に就て述べる。

機体の引運動は駆動部の上側と下側に裝備しあるロープ卷洞の回轉に依つて行はれる。動力は電動機主軸の一端に取付けてあるモーターピニオンより駆動部の減速歯車群と摩擦クラッチ機構とを経て上側又は下側の各卷洞を回転する。卷洞の回轉は高速と低速の二速度に分れ、高速は機体の移動に使用せられ低速は透截作業をする速度であつて此の速度の調整範囲は0より0.85M/minである。然して此の變速は段階的ではなく連續的で上記範囲にて任意なる速度が得られる、尚透截中卷洞にかかる荷重の程度に應じ適當に而も自動的に變速する特徴を有する。

次に本機構の動力の傳達経路を説明する。（第4圖参照）

電動機主軸よりの回轉力は軸端にある小歯車（M）より減速歯車（1）及び（2）を経て高速運轉歯車（3）に傳達される。歯車（1）及び（2）は同一軸に固定されて居る。高速運轉歯車（3）は特殊な形狀をして居り此の歯車はウォーム（9）内を貫通する主軸（4）とキーで固定連結されおり常に回転する。主軸（4）の一端は歯



第4圖 駆動部機構説明圖

A 341189

車(5)を形成し主軸と同速度で回轉する。減速歯車(6)及び(7)は同一軸に固定され、歯車(5)の回轉動力は是等の歯車を経て低速運轉歯車(8)に傳達される。此の歯車も常に回轉する、即ち歯車(3)及び(8)には電動主軸の回轉が常に傳達されて居るが、歯車(3)より歯車(8)に至る間の減速により歯車(8)の方が遙かに低速となつて居る。是等歯車の内側は特殊形狀をなし、此の内側にはそれぞれ摩擦クラッチが納められ且ウオーム(9)の両端の支へのボールベアリング受をも兼ねて居る。回轉動力は上記の摩擦クラッチの介在により是等何れかの歯車よりウオームに傳達される。ウオームとウオーム歯車(10)とは互に噛み合つて回轉を傳動する。卷胴小歯車(11)の軸とウオーム歯車(10)の軸とはスライド軸構造であつて是等は數個の爪形片よりなるクラッチが歯車(11)の軸溝に食込むことにより連結され動力を傳達する。卷胴小歯車の回轉は卷胴内側に切られた内部歯車に傳はり卷胴を運轉する。

把手(12)は制御軸(13)の調整装置で此の内側はネジ仕掛けとなつており、その廻し具合により制御軸は右方又は左方に移動する、制御軸の左端は(I)點を支點とする高速運轉ヨーク(18)と連結す、此のヨークの一端(J)は歯車(3)の内側の摩擦盤を壓する接觸點になつて居る。

制御軸の右端には此の軸上に支點(C)を有するレバー(15)が取付けられて居る。レバーの一端は押棒(14)に又他端は連結棒(16)にとそれぞれ連結されて居る。制御軸の左右移動によりレバー(15)の支點(C)もこれと共に移動するので連結棒(16)が左右に變位し(F)點を支點として低速運轉ヨーク(17)を作動せしめて歯車(8)の内側の摩擦盤を作用せしめる。

摩擦クラッチ(20)及び(19)は各數枚の鋼圓盤を重ね合せた構造であつて、是等圓盤は外軸型と内軸型を交互に重ねたもので、ウオーム軸(9)の各両端が内軸圓盤を又歯車(3)及び(8)の内側が外軸圓盤を保持する。

a 高速運轉の場合

調整把手(12)を左に廻せばそのネジ装置により制御軸(13)は右の方に移動して其の先端に連結せられた高速ヨーク(18)の作用點(H)は右に引かれる。他の作用點(J)は高速歯車(3)内にある摩擦クラッチ(20)を壓してこれを作動せしめ動力をウオーム(9)に傳達する。之れよりウオーム歯車(10)を回轉して歯車(11)を経て卷胴の回轉となる。此の場合制御軸の右方移動と共に高速ヨークの作用點(e)がヨーク(15)を右方に動かし、一方連結棒(16)の移動により低速ヨーク(17)の作用點(E)も右方に引かれる。このヨークの他の作用點(G)は左方に動かされるので低速歯車(8)内の摩擦クラッチ(19)は弛み低速回轉の動力傳達を不能ならしめる。

b 低速運轉の場合(透截作業)

把手(12)を右廻しすればそのネジにより制御軸(13)が左方に移動する。この際高速ヨーク(18)は制御軸の左

方移動に依り高速歯車(3)内の摩擦クラッチ(20)が弛められる、一方低速ヨーク(17)の作用點(E)は連結棒(16)に押されてその作用點(G)は低速歯車(8)内に納められた摩擦クラッチ(19)を壓して低速歯車とウオーム(9)とを連結する。

低速歯車(8)の右側面にはカム面(A)が形成されて居つて歯車と共に回轉する。今把手(12)を更に右廻しすれば制御軸(13)は一層左方に動かされ此の軸上に支點を有するレバー(15)は左行しこれがため押棒(14)は上記カム面を壓す、低速歯車(8)の回轉はカム面の凹凸により押棒を左右往復運動せしめる。この運動がレバー(15)連結棒(16)低速ヨーク(17)へと傳達されこの作動により前記摩擦盤は壓せられ或は弛みを生ずる。即ちヨーク(17)の(G)作用點が摩擦盤を壓した時に動力は傳達され、弛んだ時には滑りを生じて遊びとなる。

斯様にして動力は間断的に傳達される、尚弛み即ち摩擦盤の遊びの時間は把手(12)の締め加減により調節される。ウオーム(9)に傳達された回轉動力は高速運轉と同じ經路を通じて卷胴を回轉することは前記と全く同じである。

オ 新型截炭機の諸問題

材質的問題

本機駆動部の機構を一見すれば明な如く至極簡単である。併し乍ら各部分の配置は巧妙を極め最大の機能を發揮し得る様に設計してある。即ち機構の占める場所は最小で而も其の性能は最大である。従つて重量は軽く取扱ひ容易なる利點がある、之等の條件を満足するには先づ各部分の材料を充分研究して設計に當らなければならぬ。適當なる材料を選択して最大にこの材料を利用する事が大切である。これを換言すれば機構の大部分は特殊鋼の良い性質を利用することである。現に本見本品を調査したる結果歯車軸摩擦盤等は總てNi-Cr鋼又はNi-Cr-V鋼を採用してより何れも特別なる熱處理を施して強度と磨耗の點を充分に考慮して居る。然しながら目下の情勢上此の様な高級材料を得る事は至極困難である事は改めて記する迄もなく、是等を適當なる材料で代用する必要がある。

現在種々の材料が俗に代用特殊鋼として市販に出されて居るが、中には性質が明瞭で無いもの或は判明しないものが多々ある。又一部の性質が解つて居つても之れを特殊用途に使用する場合には特に研究を要するものが多い。此の事實に鑑み當社では目下材料の研究に没頭し居り全機構を戰時下の材料にて出来る様に進めて来る。

工作上の諸問題

前述の如く機構の配置及び各部分の構造等が良く考慮されており最小の場所内に是れを納める關係上、特殊加工法を要する部分が多く特に傳動歯車は總て修正型にして限られた寸法に製作する様にし、又は等を取付ける軸受は特に精密に加工する事が肝要である。歯車自体も或るものは之れを内外共に加工して、其の中に或は外に別

個の機構を設ける等特に加工が複雑である。重要な部分の總ては特殊治具、又は取付け具を利用して加工する様工作技術の研究に努力して居る次第である。

3. コールカッター用開閉器

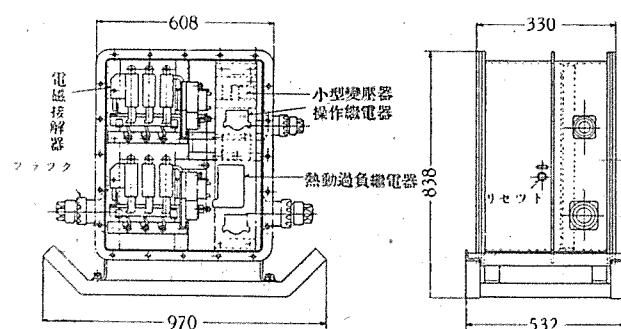
コールカッターに使用される可逆式電磁開閉器はその使用場所が坑内で最も條件の悪い切羽である為、嚴重な防爆型とし亂暴且頻繁なる操作に耐える如く電氣的機械的に頑丈で、操作容易、動作確實、運搬上極めて便利な構造である事が要求される。コールカッターが移動性なる為操作方法は遠方操作とし操作開閉器により開閉を行ふ方が便利で、導線引込部はプラグ式とすることが望ましい。保護装置としては低電壓及過負荷保護を必要とする。

當社標準 EX-14R 電磁開閉器は 50 馬力コール・カッター用に使用するもので、外函は厚き鋼板を熔接し頑丈なる構造とし、蓋との接合部分をフランジ式とした耐壓防爆型で運搬据付に便利なる如く檻台付として居る。内部取付器具は可逆電磁接觸器、熱動過負荷繼電器、小型變壓器操作繼電器等で導線引込部分はプラグ式とし操作電壓は 20V を標準として居る。

電磁接觸器は標準 FN-155 型で 600V 150A の定格

を有し強力な デイオン 消弧装置を有する為接觸部分の壽命が長い、常規電壓の 85~110% で完全に作動し 50% 附近に低下すると開路する、2 個の電磁接觸器は互ひに機械的、電氣的に インターロック されて居り同時に閉路する事はない。

過負荷保護として熱動過負荷繼電器と特殊變流器とを組合せて使用して居る、そのリセットは外部に設けた押釦により行ふ。(本繼電器及び操作開閉器の詳細は第II章、5 項参照)

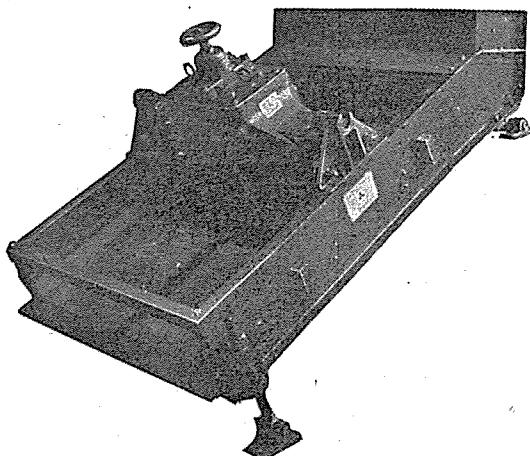


第 5 図 EX-14R 防爆型電磁開閉器

三菱ハンマー スクリーン

ハンマー スクリーン は鐵山に於て各種礦石の篩別をなすに使用するもので、交流電磁石と發條の聯動作用により金網に電磁的振動を與へ篩別の目的を達するものである。其の特徴は下記の通り

1. 高速度の上下運動の爲め大粒の材料は上層に小粒のもの程下層に移動し、迅速な篩別が行はれる。
2. 振幅及び金網の傾斜が材料に應じて自由に調節出来る。
3. 構造が簡単で運轉に熟練を要しない。
4. 動力の消費量が僅少である。
5. 金網の取換へが簡単で張力は適當に調節出来る。
6. 運轉に際し全然潤滑油を要しない。



VS-11型 ハンマー スクリーン
開放型(給餉口附)

7. 材料は乾性・濕性・脂肪性・粘着性のもの何れも取扱ふことが出来る。

本機は鋼目 30 約程度より 80 メッシュ 或は 100 メッシュの如き微細なものに至る迄廣範囲に使用し得るもので、鐵山・製鋼所或は化學工場等に於て各種礦石及其他の材料の篩別をなすに最も適して居る。

第Ⅲ章 切羽及片盤運搬

1. 概 説

切羽及片盤運搬の特異性は其の場所が非常に狭隘な爲徹底的な運搬設備を設け難いことで、換言すれば切羽及片盤坑道を可及的狭くして其の掘鑿費及維持費を減少せしめることが經營上必要であつて、其のため運搬設備が多少犠牲にされることとは止むを得ない。

切羽運搬機の現今使用されて居る主なものに次の諸方式がある。

- ア 構式の自然流下する方式
- イ 構水流式
- ウ セーカーコンベヤー（搖動式）
- エ チェーンコンベヤー
- オ ベルトコンベヤー

之等の諸方式の選擇は切羽面の状況主として其の傾斜が一つの要素に擧げられるが、一般に切羽運搬機の必要條件とされるものは

- a 移設作業が簡単容易に行はれること
- b 建設費、維持費の少いこと
- c 石炭の積込が容易で運搬能力大なること
- d 成るべく炭塵の飛散少しこと

等であらう。

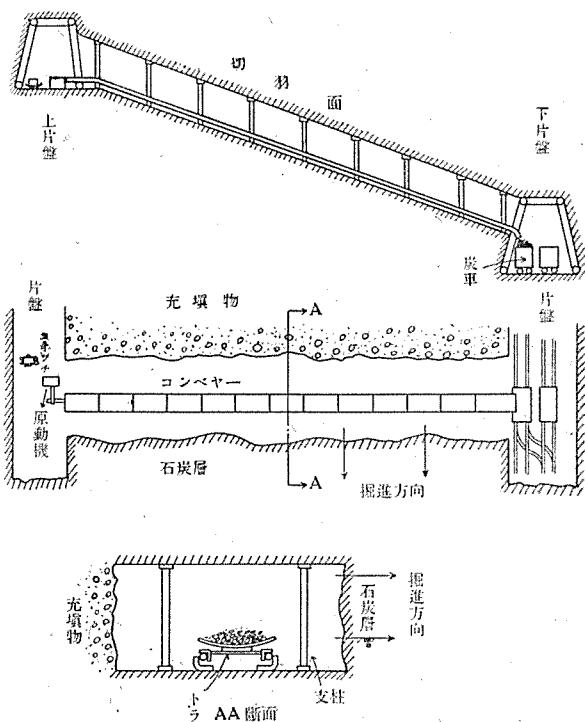
(ア) の構式自然流化式は運搬機械と稱し難いかも知れぬが、之は切羽面が石炭の自然流下に適當な傾斜を有する場合に用ひられるもの故普遍的ではない。

(イ) の構水流式はトラフ上に流水を利用して石炭を押流す方式で之も一定以上の傾斜を必要とし、且切羽内に水の引込設備を要する爲一般に行はれない。水流式は炭塵の飛散防止に對して効果的であるが、石炭重量増加の缺點がある。上記(ア)(イ) 方式は建設費少く移設簡単なことは申す迄もない。

(ウ) のセーカーコンベヤーはトラフを一定の周期を以て前後に往復運動せしめ慣性を利用して順次石炭を落下せしめる方式で、切羽運搬機械としては古くから盛んに使用せられて居たが衝撃のため機械的に損傷の多いこと、騒音大なること、炭塵の飛散大なること及び移設に時間を要すること等の諸缺點あるため近來漸次 チェーンコンベヤーに驅逐される傾向にある。

(エ) の チェーンコンベヤー は現今最も廣く採用せられて居る方式で、構中にチェーンを通し之を循環して輸送するもので、運轉中騒音無く從つて炭塵の發生が少い。構造簡単で移設が容易で、建設費、維持費が比較的少い等の特徴を有して居る。 チェーンコンベヤー の唯一の缺點は構が直線であるべきことの一條件で、若し下盤に凹凸又傾斜の緩急があり或は構が彎曲して居る様な場合には甚だしく輸送効果を減少し、場合に依つては使用不能である。 チェーンコンベヤー の輸送速度は毎分 25 乃至 30 米位である。

- (オ) ベルトコンベヤー



第1図 コンベヤーを設置せる切羽内断面圖の一例

現今最も進歩せる近代的方式であつて騒音なく又炭塵の發生が少いことは チェーンコンベヤー の場合と同様であるが尙其他に輸送量大なること、下盤の凹凸又は傾斜の緩急の場合にも何等差支なく且つ上り勾配の輸送に對しても可能である等幾多の特徴を有して居るが、又一方建設費並に維持費大なること、移設に時間と要することの大きな缺點もある。要するに ベルトコンベヤー は技術的には最新式なるが經濟的の問題で未だ一般に廣く普及して居ないと見るのが至當であらう。 ベルトコンベヤー の速度も切羽の状況に依り色々研究されて居るが、毎分 50 乃至 60 米位が適當と思ふ。 ベルト を使用する場合には切羽を成可く長壁式にし又色々の點を考慮して極力採炭量を多くしなければ、切角の輸送量大なることの特徴を殺してしまふことになる。

次に各種 コンベヤー 駆動用原動機に就て一言する。古くは空氣式が多く殊にシェーカーコンベヤー の發達當時は殆んど空氣式であつたが、其後空氣式の非能率なること及び防爆電氣機器の發達のため最近は殆んど電動式になりつゝある様であるが、特に切羽に於て メタン 瓦斯發生危險性大なる箇所には空氣式に依つてゐる。

電動機の種類としては シェーカー 及び チェーンコンベヤー 用は殆んど減速電動機であり、 ベルトコンベヤー 用は減速電動機も勿論使用されるが最近特に此の目的に製作した プーリーモータ が据付場所及移設の點から斷然有利であらう。

管制装置としては溫度繼電器附電磁開閉器が専ら使用せられ、之には直接及び遠隔操作の兩式がある。普通前

者で差支ないが、開閉器を片盤内に設置し遠隔操作による場合には後者を使用する。

切羽用電氣品は何れも最高級の嚴重なる防爆装置を必要とすることは言ふ迄もないが、此處に特に注意すべきことはプラグの要、不要の問題である。切羽コンベヤーは頻々として移設を行ふため外部ケーブルとの接続もプラグ式にすれば非常に便利であることは勿論であるが、實際問題としてはプラグの使用は未だ普遍的でない。此の原因は其の構造上頻繁亂暴な取扱に對して充分安全性を有するプラグの製作が困難であつたことと、使用者側に於ても其の便宜性に頼り過ぎて通電状態に於て酷使する結果故障が増加したこと等が挙げられる。従つて現今に於てはプラグの有利性は認めつゝも止むを得ず確實安全なるケーブルヘッド又は其他の方法に依つて居る實情である。併し乍ら目下電機製造協會に於てプラグの互換性を有する全國的標準型を銳意立案中に就き、何れ近き機會にプラグの普及も一段と廣められ増産の一役を買ふことを信する。

片盤運搬機として現今使用される主なるものに次の方式がある。

- ア テールロープ巻機
- イ 遠隔エンドレス巻機
- ウ ベルトコンベヤー

上記の中（ア）及び（イ）は炭車運搬を對照としたもので（ウ）は全然炭車を使用しない方式であつてベルトコンベヤーの特質に就ては切羽の場合と殆んど同様なるため此處には省略するが、之は近代的設備として其の有利性を認められ殊に片盤に於ては切羽の場合に於けるが如く頻々たる移動性を要求せられないため今後益々普及すべきものと思はれる。（ア）及び（イ）に對しては其の特別な坑内向構造より所謂小型卷上機が全面的に採用されて居る。小型卷上機に單洞及複洞の2種類あり片盤運搬裝置としての立場から夫々の長短を表示すれば次の如くなる。

様式	坑道曲線	可逆スキッチ	坂道延長	テンション装置	ロープ長	操作	据付自働化
複洞式	不適	不要	制限あり	不要	坑道の3倍	煩雑	大難
單洞式	適	要	制限なし	要	2倍	簡単	小易

之より明かな様に單洞式の方が遙かに有利である。單洞卷上機の使用法は傾斜坑道に於ける如くクラッチ及び制動の兩把手を使用して専属運轉者が直接制御を行ふ方法もあるが、現今一般に片盤に於ては卷洞を一部改良して之を自動運轉化して坑道の要所々々に制御釦を置き操作が直接に正轉、逆轉、停止を行ふ處の通稱自動式逆轉エンドレス式が非常に多い。

複洞卷上機の使用法は大抵の場合之を（ア）のテールロープ式とするものであるが、上表の如き色々の缺點あるため現在では餘り廣く使用されて居ない。

片盤坑道は一般に狭隘なため殆んど單線路であることは前にも述べたが、單洞では一般に逆轉させる必要があり之は電氣的には面白からぬことで、（複洞テールロープ式にすれば逆轉の必要のないこと勿論である）坑道の廣さと非可逆運轉の特徴との兩者を考へ合せて片盤坑道軌條を3線式にした實例もあり一考すべき價値あるものと思はれる。之は質炭車、空炭車を同時に運轉することは不可能であるが、普通の復線路に比して坑道幅狭く且つ非可逆式自働運轉可能なる特徴を有してゐる。

尙一般的ではあるが片盤坑道は水平坑道であり、假りに傾斜があつても極く僅かな爲制動装置は不要である。

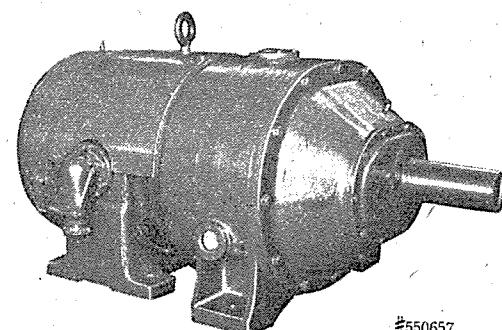
片盤坑道小型卷上機は直入式籠型電動機なることは勿論であるが、之に使用する開閉器は切羽コンベヤーの場合と同様の電磁開閉器であり其の特異性として

- ア 可逆式が多い
- イ 遠隔操作自働運轉とする
- ウ プラグ 不用

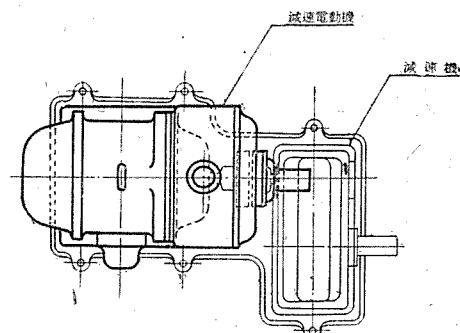
等が挙げられる。尙遠隔操作のために別に押釦を必要とし又操作回路の電圧降下に對しても作動完全な特別の繼電器を必要とする。

2. 減速電動機

一般に誘導電動機は低速のもの程大型となり特性殊に力率は極端に低下して行くものである。然るに普通動力用に使用される50馬力程度までの小型のものにあつては低速運轉を要する事が多いため、從來低速運轉を必要とする場合は調帶傳導に依るか又は減速機とを聯結子に



第2圖 15馬力 30回轉/毎分電動減速機



第3圖

從來の減速機と減速電動機の据付面積の比較

依り共通合床上で直結して所要の回転数を得る方法があるが之等は場所及び据付に度大な面積を要し且不經濟となる。(第3圖参照)

炭礦礦山に使用される機器の總ては其の据付場所が非常に重大視され殊に切羽片盤の様な狹隘な場所に設置するものは据付不可能なる場合が生じないとも限らない。

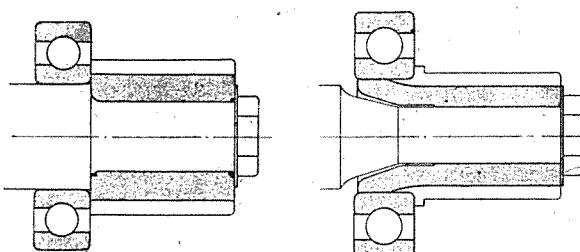
又切羽に使用する機器は度々移設を要するので其の運搬が困難となり増産計畫に支障を來す原因ともなる。減速電動機は此等の短所を補ひ、然も高速電動機の優秀な特性を以て低速運轉をする様坑山向を主眼として計畫されたものである。

ア、構造

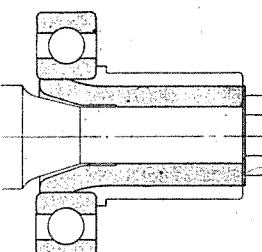
本機は第4圖に示す様に二つの部分に大別される。即ち電動機部分及び歯車部分に分け其の構造は至極簡単で組立分解も容易に行ぶことが出来る。電動機は全閉外扇型交流三相誘導電動機で二重籠型回転子を使用し起動回転力は200%以上起動電流は500%以下になる様設計し多量の瓦斯が発生する場所に使用するとも爆發の危険を懸念する必要はない。

歯車は歯車筐内に納め水滴や塵埃が絶対に入らぬ様密閉し又歯車筐と歯車筐蓋との合せ目を油密にするため精密なる仕上を施行して居るので油洩れの心配はない。

電動機外枠、歯車筐及び歯車筐蓋は高級鑄鐵にて製作し、且强度は充分なる安全度を保たしめて居るため落盤



第6圖 普通の構造

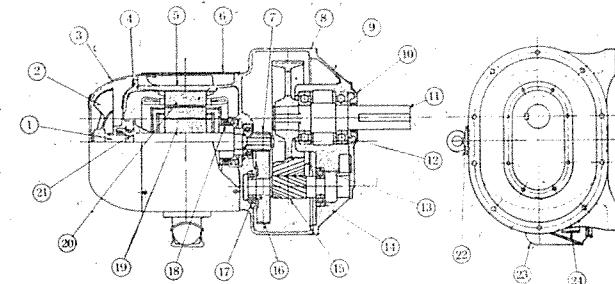


第7圖 特殊構造

爆發又は亂暴なる取扱いにも破損することはない。

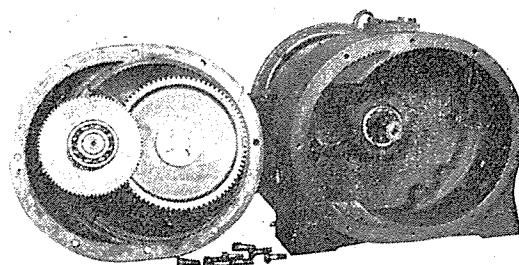
減速電動機の歯車装置に於ては可及的小さく纏める必要上第一歯車は出来る丈徑を小さく設計しなければ回転比の關係で他歯車の徑も必然的に大となり歯車部分が大きくなることは當然のことである。一般に歯車を電動機軸に取付ける方法は第6圖に示す様な構造であつて電動機軸には捩りモーメント曲げモーメントが同時に作用するので軸径が大となり且、歯車径も大きく設計しなければならないが、本機は第7圖に示す様な構造として居る。即ち電動機軸には捩りモーメントのみを作用せしめ曲げモーメントは歯車にかかる様な構造にして居るため、第一歯車の徑を小さくし從つて歯車部分を極力小さくすることが出来た。又此の種機械では歯車筐内の油が電動機内部に浸入し電動機故障の原因となることが往々ある故、特に此の點に注意し充分なる防止策を講ずると共に組立分解をも容易ならしむることを要する。本機に於ては當社考案による油切を使用して居るがその効果は顯著である。

端子筐構造は第8圖に示す如く電動機内部と端子筐との隔壁には端子絶縁を兼ねて温度又は湿氣の影響に依り變質しないマイカルタ板を端子筐体と共に外枠に固着密閉し、更に同質のマイカルタ板を重ね合せ三本の端子兼用のボルトに依り締付けボルトの一端はケーブル接続子として電源よりの引込線を締付接合し、他端即ち捻子の部分は二重ナットを附し一個は隔壁に取付用とし他は固定子引出線端子を締付接合し尚二重ナットの間にはクリムパワツシ

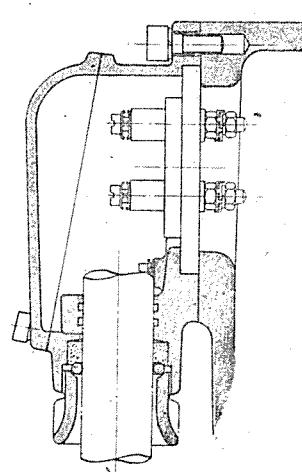


①	電動機軸	⑦	第一歯車	⑬	第四歯車	⑲	回送子鐵心
②	外扇ファン	⑧	歯車筐	⑩	タマ軸受	⑳	固定子鐵心
③	ファン覆	⑨	歯車筐蓋	㉑	タマ軸受	㉒	給油口蓋
④	肘軸受	⑩	軸受蓋	㉓	第二歯車	㉔	端子筐
⑤	枠外	㉑	低速軸	㉕	タマ軸受	㉖	油切リ
⑥	覆	㉒	タマ軸受	㉗	油面計	㉘	油面計

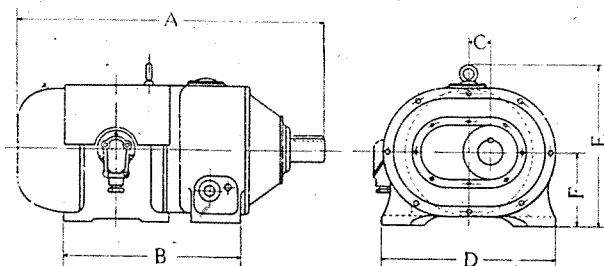
第4圖 減速電動機構造圖



第5圖 歯車部分の構造 #2329



第8圖 ケーブルヘッド詳細圖



第 9 圖 GM-WX 型 減速電動機寸法圖

型 式	電 動 機		主 要 寸 法 (吋)						標 稱 重 量 (磅)	
	馬 力	周 波 數	回 轉 數 每 分	A	B	C	D	E	F	
GM-3WX	3	50	1000	860	500	48	420	406	190	215
		60	1200							
GM-5WX	5	50	1000	930	515	66	580	490	235	330
		60	1200							
GM-7½WX	7½	50	1000	1015	555	66	580	490	235	380
		60	1200							
GM-10WX	10	50	750	1140	622.5	83	655	619.5	280	590
		60	900							
GM-15WX	15	50	750	1220	625.5	84	655	619.5	280	660
		60	900							
GM-20WX	20	50	750	1328	713	62	670	727.5	330	1000
		60	900							
GM-25WX	25	50	750	1328	713	62	670	727.5	330	1020
		60	900							
GM-30WX	30	50	750	1595	850	112.7	900	820	350	1300
		60	900							
GM-35WX	35	50	750	1595	850	112.7	900	820	350	1330
		60	900							

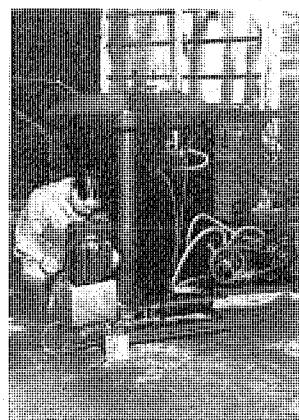
ヤ及びバネ座金を挿入して接觸を良好ならしめ、又弛みを防止し電機的に完全な構造として居る。

端子筐の外部引込線はキャブタイヤーケーブルを使用するを建前として引込口はキャブタイヤーケーブルに合せ筐体と締付螺栓との間にはパッキングを施し外部よりの塵埃又は濕氣の浸入を防ぎ、又端子筐内部に於て引込線を締付金を以て端子筐体に強固に保持させて居るため外部より引込線

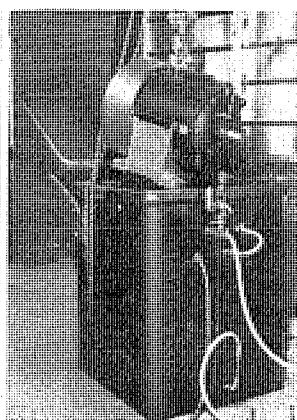
を亂暴に引張つても端子接合部には何等影響及ぼすことはない。尚締付螺栓口は喇叭状をして居るためキャブタイヤーケーブルが急角度に曲げられない構造になつて居る。端子筐体及び端子筐蓋は良質の鍛鐵製とし其の合せ目及び其の他は防爆構造として居ることは勿論である。

イ、齒 車

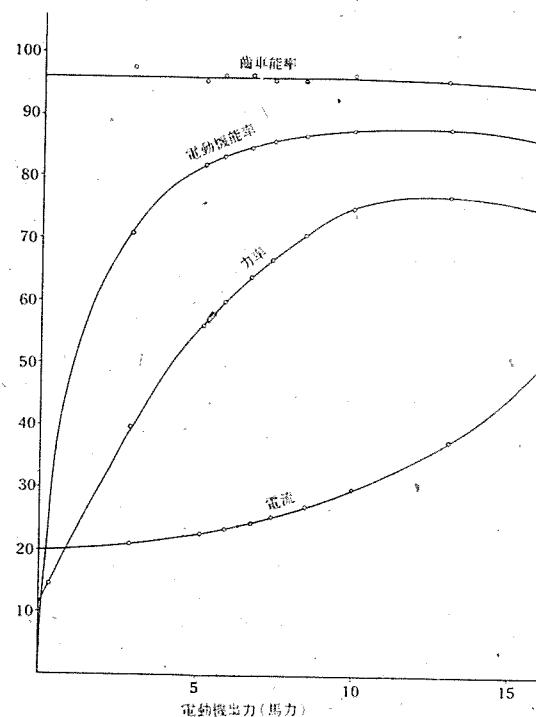
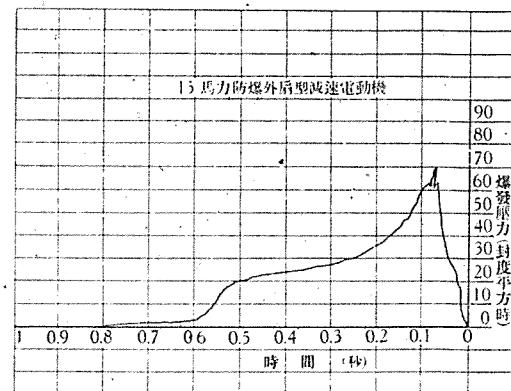
減速電動機の生命が歯車に左右せらることは言を俟たない處であつて、優秀な歯車の製作は歯型の選定、材質の良否、加工の優劣、熱處理の如何により決せられること亦明である。歯型にはフェロースタブティースヘリカルギヤーを採用して居るので、噛合せが圓滑で噪音や振動がなく能率が極めて良好であり、且又充分な強度を保たせて居る故如何なる衝撃荷重にも充分耐へることが出来る。第10圖は10馬力減速電動機の能率曲線である（歯車能率は機械部分全体の能率を示す）



第 11 圖 防爆試験状況 № 2507

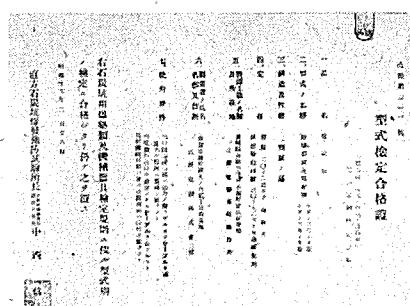


第 12 圖 防爆試験状況 № 2508

第 10 圖 10 馬力 減速電動機能率曲線
(220V 60Hz)

第 13 圖 15 馬力 減速電動機

試験番号	メタン瓦斯混合量 %		最高爆発圧力 電動機内 (kgf/cm²)	タンク内瓦斯 に引火の有無
	電動機内 %	タンク内 %		
1	9.2	9.3	30	引火せず
2	9.1	9.5	67.5	〃
3	9.25	9.5	62.5	〃
4	9.3	9.5	30	〃
5	9.15	9.5	70	〃
6	9.15	9.62	30	〃
7	9.4	9.6	70	〃
8	9.2	9.2	35	〃
9	9.3	9.7	—	〃
10	9.1	9.6	—	〃



第14圖 型式検定合格證

第一第三歯車には肌焼ニッケルクロームを歯切後滲炭焼入研磨仕上を施し第二第四歯車には高炭素鋼を適當の硬度に熱處理して歯切し强度並に對磨耗性の増大を圖り以て永年の使用に耐へしめて居る。

ウ、防爆試験

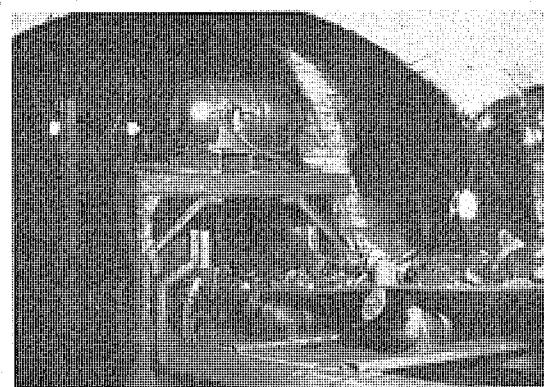
本電動機は坑内に於て主として瓦斯が最も多い切羽のコンベヤー電動機として使用されて居るので、其の構造に於ても完全な防爆構造として充分なる考慮を拂つて設計もし又實際に試験も施行して防爆の完全を期せねばならぬ。上記の理由に依つて當所に於ては第11圖及び第12圖に示す如き試験装置に依り、防爆試験を施行し第13圖の如き試験記録を得て製品の安全性を確認する事が出来た次第である。

尙最近供試品を商工省爆發豫防試験所に提出して防爆試験を施行し下記の如く型式検定合格證を得益々一般より其の安全性を認られるに至つた。

防爆型減速電動機	GM-5-WX	直検第141號
"	GM-7.5-WX	
" " "	GM-10-WX	直検第151號
	GM-15-WX	
防爆型減速電動機	GM-20-WX	直検第142號
	GM-25-WX	
" " "	GM-30-WX	直検第238號
	GM-35-WX	

エ、潤滑

本機の軸受は全部球入軸受を使用し電動機無負荷側は普通電動機と同様グリース潤滑として居るが、他の球入軸受及び歯車の潤滑は飛沫式潤滑法を採用して居る。此の方法は至極簡単で良好な結果が得られ且特殊な設備を要しないので構造が非常に簡単となる。即ち歯車箱の底部に油を湛へ一部を油に浸し歯車の回轉に依り油が搬上げられ其の飛沫は他の歯車及び軸受に直接かゝり又は軸受箱内に流れ込み完全なる潤滑が行はれるのである。此の場合注意しなければならないのは歯車箱内の油量であつて油が多ければ潤滑は充分行われるが、歯車が油を排除するために動力の損失を起し油の温度が上昇する虞れがあるから歯車箱には適當の油量になる様油面計を附して居る。本油面計は特殊の構造として居るため歯車の回轉に依り油が搔回わされても其の油面の位置が見難い様なことなく、又坑内の如く暗い場所に於ても油面が明瞭に見得る様にして居る。

第15圖 切羽に於ける チェンコンベヤー用
15馬力減速電動機 #550742第16圖 フキーダーの エプロンコンベヤー用
20馬力減速電動機 #550740

歯車の潤滑は性能壽命に多大の影響を及ぼすものである。設計工作材料が優秀であつても完全なる潤滑が行はれなければ所期の目的は達せられない。

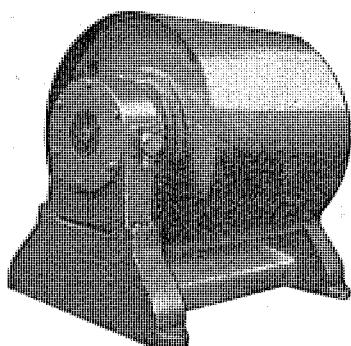
歯車の場合は滑り接觸が行はれるものであるから、歯の磨耗を完全に無くする事は不可能であるが、潤滑油に依り之を減少させねばならぬ。歯の潤滑を完全ならしめるためには歯面に薄い油膜が形成されて之が破れることなく回轉するを要するのであるが、歯車の単位壓力は比較的大であるから粘度の低い油を使用すると油膜は破壊され歯面は無媒接觸をなし損傷を受け磨耗を生じることになる。併し餘り粘度が高い油を使用すれば内部抵抗が大となり動力の損失となるから潤滑油の選定は其の粘度に依り決定しなければならぬ。

オ、用途

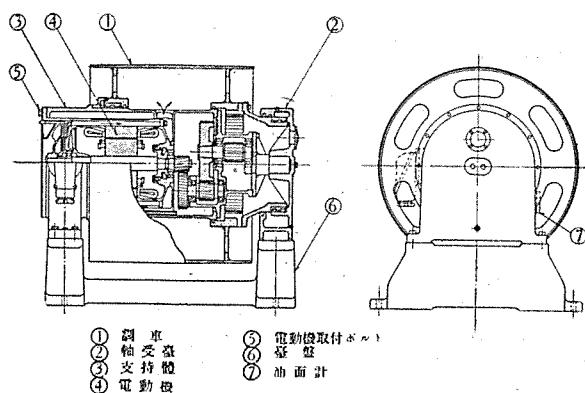
減速電動機の使用範囲は低速運轉を要するあらゆる機械の原動機として使用されて居るが切羽片盤に於ては主としてチェンコンベヤー、ベルトコンベヤー、エンドレスの原動機として大に活躍して居る。第15、16圖は其の使用例を示す。

3. ブーリーモーター

ベルトコンベヤー用原動機としては、從來より電動機及び減速電動機の回轉數を歯車装置、調車或は、鎖車により減速し、コンベヤーのヘッドブーリーを運轉する形式をとつて居たので、當然経費は嵩み、床面積は増大する等の不利



第 17 圖 ペリー・モーター #52282



第 18 圖 ペリー・モーター 構造図

益を生じて居たのであるが、これは恰好の原動機が手近くに求められなかつた事に起因すると思はれる。

當社 ペリー・モーター は此の點に鑑み、ベルトコンベヤーの原動機として特に考案製作したもので、原動機、歯車装置及びヘッド・ペリーを渾然一体に融合し、使用材質並に床面積を極度に切詰めた理想的なベルト・コンベヤー用原動機と稱する事が出来る。

ア、構 造

本機は第 18 圖に示す様に電動機及び歯車装置は凡て調車内部に收め全體を非常に小型に纏めて居る。

電動機は全閉外扇型交流三相誘導電動機で、回轉子には二重籠型を採用し、起動回轉力 200% 以上に設計して居るので、コンベヤーの最悪起動條件に對しても起動に何等不安はない。特に切羽、片盤の如く爆發性瓦斯の發生する場所に使用される關係上耐壓防爆構造とし、就中最

も問題を起し易い端子箱の構造には前節並に次節と同様の方法により萬全を期して居る。

尙最近當所標準型の一部に對して、供試品を商工省直方石炭坑爆發豫防試験所に提出し、防爆試験の施行を受けて下記に示す如く型式検定合格證を得た。他の容量のものに對しても目下受験準備中である。

防爆型 ペリー・モーター BM-7 $\frac{1}{2}$ ×型 BM-10×型 } 直検第 242 號

防爆型 ペリー・モーター BM-15×型 直検第 177 號

上記防爆検定品を使用するに就ての使用條件は前節に記載したものと同一である。

一般に此の種構造の機器に於ては、萬一電動機其他に故障を生じた場合修理、點検を迅速に行ふ爲解体が容易なる事が要望されるのである。此の點本機は第 19 圖に示す如く電動機として單獨に組立たものを調車支持体の内部に挿入して取付ける特殊考案になる構造を採用して居るので、本体は運轉状態の儘電動機のみ簡単に引出し保修し得る大なる特徴を有して居り、他の機械各部にあつても分解、組立には充分注意して設計製作して居る。

又往々歯車箱内の油が電動機内部に浸入し、絶縁を害し焼損の原因ともなるのであるが、此の點に關しても特殊の油切りを使用し、油が絶対に電動機側に浸入しない構造となつて居る。

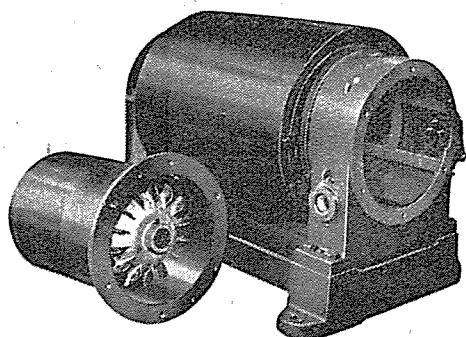
調車支持体の一端には取付足を設けて之を台床に頑丈に締付け、他端は調車軸受で支持され、電動機の回轉は三段減速歯車装置を介して調車を運轉する機構である。

歯車装置は支持体の密閉された油槽内に納め、絶対に塵埃や水滴が入らぬ様になつて居り、歯車は油槽内で廻轉し自働的に注油を行つて居る。

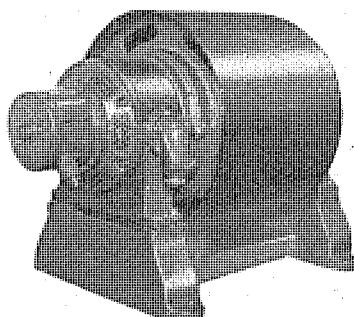
尚油槽内の油面は支持体の脚部に設けた油面計まで油を誘導し、外部からの點検に便ならしめ且油の補給、排出は支持体に鑄込んだ注油管、排油管を油槽内に連絡させて居るので外部から簡単に取扱ふ事が出来る。

電動機、歯車装置には凡て高級ボール・ベアリングを使用し、調車には筒軸受を使用して何れも自働的に給油が行はれる構造となつて居る。

歯車の歯形にはスタッズチーズ、ヘリカルギヤーを採用して居るので精密な工作、組立と相俟つて噛合せが圓滑で噪音や振動なく且能率は極めて大である。歯車材として親歯



第 19 圖 ペリー・モーター（電動機を引出せしもの）#550645



第 20 圖 ペリー・モーター（電磁ブレーキ附）#550620

車には炭素鋼を適當の硬度に熱処理したものを用ひ、子齒車には肌焼ニッケル・クローム鋼を使用し歯切り後溶接焼入を行ひ且研磨仕上を施して居るので、强度並に耐磨耗性は大である。

尚コンベヤー装置を傾斜に使用の場合は、第20図に示す如く電動機軸端に電磁ブレーキを取り付け、停止時荷重に依る逆轉を防止して居る。

イ、特 微

- (1) 電動機及び歯車装置を調車の内部に納めて居るので之を其の筐ヘッド・ブーリーとして使用する事が出来る。
- (2) 小型、軽量で据付面積が少くて済み、從つて狭隘な場所への運搬移設が容易に行はれる。
- (3) 電動機は二重籠型回転子を採用して居るので、起動回轉力は大きく起動電流は小である。
- (4) 電動機は單獨に組立られ挿入式となつて居るから、萬一電動機に故障を生じても本体は其の筐で電動機のみ取出す事が出来る。
- (5) 運轉装置は極く簡単で、操作には特別の注意を要しない。
- (6) ベルトの掛け外しが簡単に出来る。
- (7) 電力の消費量少なく經濟的である。
- (8) 運轉圓滑で音響及び震動がない。
- (9) 構造が簡単であるから分解、組立が容易である。

ウ、容 量

ベルト・コンベヤーの採用に當り、その計画には慎重を要するのであるが、大体次の如き順序、觀點のもとに行はれる。即輸送物の大きさから適當なベルト幅を選定し、次に輸送物の性質、大きさ、ベルトの幅、コンベヤーの機長、傾斜角度等を考慮し適切なベルト速度を決定する。然し

て槽型キャリヤー或は平型キャリヤー採用の決定により輸送量及びベルト速度からベルト幅の決定が出来る。斯くてベルト速度、幅が決定されるとコンベヤー用原動機の驅動馬力の計算を行ふ。

以上の如くベルト速度、幅は各種の條件に最も適する様に慎重に決定されねばならないが、普通石炭輸送の場合ベルト速度は50米乃至180米毎分、ベルト幅は300粍乃至1200粍の間で選擇される。

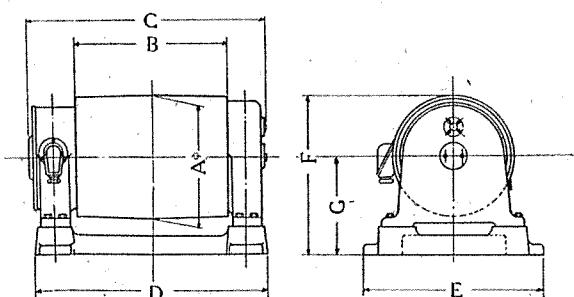
又驅動馬力、有効張力等から適切な最大張力を定めると、ベルト幅、帆布の安全強度からベルトの布層數が決定される。布層數が決まるとヘッド・ブーリー及び各ブーリーの直徑は、ベルトに誘發する内部應力を出来る丈少くし、その壽命を長く保ちたいと云ふ要求と反面經濟上、設計上の見地とから自ら一定の基準のもとに定める事が出来る。

當社製ブーリーモータの馬力、調車徑、調車幅の關係は以上の輻輳する各種條件に對し慎重検討の上決定せるものであるが、尙標準寸法外の如何なる調車徑、調車幅のものも製作可能で、然かもこれには本機主要構造部分に何等變更を加へることなく、單に調車及び一部の部分品の換装により極めて簡単に取行ひ得るし且又ベルト速度は歯車装置の減速比を變へることにより、希望通りの調車回轉即ベルト速度に應じ得る様に計畫して居る。

第21図及び附表に示す容量、主要寸法は當社製ブーリーモータの一標準である。

4. 小 型 卷 上 機

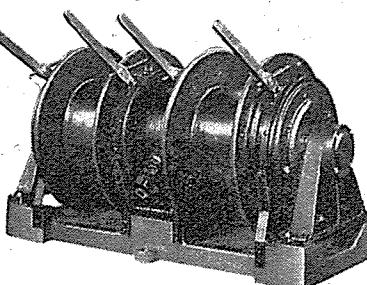
小型運搬方式は從來人手のみによつて頗る不生産的且不便に操作されて居たが、小型卷上機の出現により在來の運搬方式は根本的に改變され、現今にてはあらゆる方面に亘り本機の活躍は實に目覺ましいものがある。



型 式	電動機		主 要 寸 法 (粍)							
	馬力	周波数 回轉數 每分	A	B	C	D	E	F	G	
BM-3X	3	50	1500	550	600	952	920	650	695	420
		60	1800							
BM-5X	5	50	1500	550	650	1022	990	650	710	435
		60	1800							
BM-7½X	7½	50	1500	550	650	1022	990	650	710	435
		60	1800							
BM-10X	10	50	1500	650	750	1135	1110	740	820	495
		60	1800							
BM-15X	15	50	1500	650	750	1135	1110	740	820	495
		60	1800							
BM-20X	20	50	1500	750	800	1260	1240	930	950	575
		60	1800							
BM-25X	25	50	1500	750	800	1260	1240	930	950	575
		60	1800							

第21図 ブーリーモータ寸法図

第22図 單胴小型卷上機 #51717



第23図 複胴小型卷上機

片盤運搬に於てもこの例に漏れず、鋼索運搬機の原動機としてその特長を遺憾なく發揮して居る。

ア、構 造

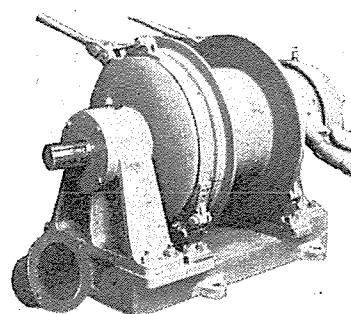
當社單胴及び複胴小型卷上機は第 22 圖、第 23 圖に示す様に機械部分と電動機部分とからなり、電動機の大半及び歯車は凡て卷胴内部に收め、全体を非常に小型に纏めて居る。

電動機は全閉型交流三相誘導電動機で、回轉子には二重籠型を採用して居る。特に片盤の如く爆發性瓦斯の發生する場所に使用する關係上耐壓防爆構造とし、中でも最も問題を起し易い端子箱の構造には萬全を期して居るが、第 1 節減速電動機に使用のものと同一構造であるから、こゝでの詳細説明は割愛する。

尚最近當所標準型の全部に對して、供試品を商工省直方石炭坑爆發豫防試験所に提出し、防爆試験の施行を受け下記に示す如く型式検定合格證を得た。

防爆型單胴小型卷上機	MH-7½-SX型 MH-10-SX型	直檢第 144 號
防爆型複胴小型卷上機	MH-7½-DX型 MH-10-DX型	
防爆型單胴小型卷上機	MH-15-SX型 MH-20-SX型	直檢第 166 號
防爆型複胴小型卷上機	MH-15-DX型 MH-20-DX型	

上記防爆検定品を使用するに就ての使用條件は第 1 節に記載したものと同一である。



第 24 圖 萬能小型卷上機

機械部分は卷胴、始動輪、台床及び軸受台から成り軸受にはポール・ベアリングを使用し歯車は油槽中で廻轉し自動的に注油を行はせて居る。

卷胴の運轉及び停止には強力で且確實な制動機を設けてあり、機械各部は優秀なる材質を選択し、特に歯車及軸には特殊鋼を使用して適當なる熱處理及び研磨を施して居るので、叮嚀且精密なる工作と相俟つて作動が確實で耐久力も大である。

尚當社に於ては第 24 圖に示す如く標準單胴小型卷上機の一部改造による萬能小型卷上機をも製作してゐる。本機は小型卷上機としても使用し得るのみならず、コンベヤーモートルとしても使用し得る特徴を有して居る。

本機も最近標準型の全部に對し防爆試験の施行を受け下記に示す如く型式検定合格證を得た。

防爆型萬能小型卷上機 MH-7½-GX型 MH-10-GX型 直檢第 239 號

防爆型萬能小型卷上機 MH-15-GX型 MH-20-GX型 直檢第 240 號

使用條件は前記載のものと同一である。

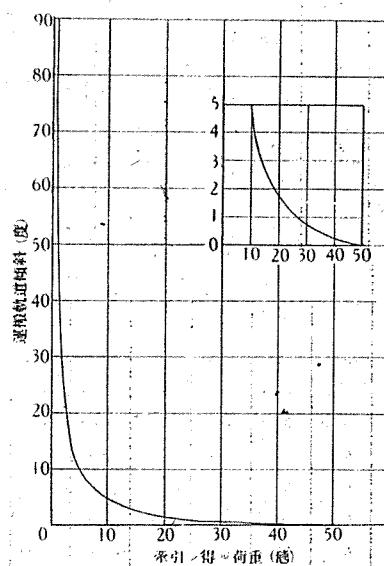
小型卷並に萬能小型卷最近の研究改良事項としては、從來單胴にあつては二本、複胴にありては四本の制動機把手を操作し運轉、停止を行つて居たので、例へば複胴小型卷上機に於ては把手操作の關係よりテール・ロープ卷用としてのみ使用されること多く他の用途に對しては特別の操作を要し、用途の制限と不便があつた。この缺點を除去し、操作の簡易化を圖る事に着目し研究の結果、簡単なる方法にて單胴にありては 1 本、複胴にありては 2 本の制動機把手にて操作する事に成功し目下實施計畫中である。

本方法を實施の場合は、簡便にして絶対に誤操作なく特に複胴小型卷上機に於ては用途は擴大され裨益する處蓋し大なるものがあると信ずる。

この外に歯車傳動装置に對しても現在の多段の遊星歯車聯動装置を、より簡単な機構により所望の卷上速度を得らるゝのみならず加工、組立容易で且形態小なる實効を有する方法に就き研究を進め既に成案を得て居る。又一方個々の歯車に對しても優秀なる特性を具備する特殊修正歯形を採用し、圓滑な回轉が傳達され且騒音並に振動の可及的減少と共に耐久度大なる様努める等、常に研究を怠たらず製品の向上に邁進して居る。

イ、特 徵

- (1) 小型で輕量である。
- (2) 据付面積が小くて済み、狹隘なる場所への運搬移設が容易に行はれる。
- (3) 誰にでも容易に安全に運轉が出来る。
- (4) 組立及び分解が容易である。
- (5) 電力の消費量少なく經濟的である。
- (6) 運轉圓滑で音響及び震動が極めて僅少である。
- (7) 機械が頑丈で永年の使用に耐え且卷上力は大である。



第 25 圖 傾斜と卷上機能力曲線

ウ、容 量

本機の容量、速度及び主要寸法等は第26圖、第27圖及び附表に示す通りである。

第25圖は垂直牽引力1000tの時牽引し得る荷重と運搬軌道の傾斜との関係を表示した曲線である。

エ、操 作

(1) 單胴小型卷上機

先ず各制動機把手を弛めて起動開閉器を閉じ、電動機を起動させて置いて、始動用制動機把手を締めれば卷胴は卷上の方向に回轉し、始動用制動機把手を弛め同時に制動用制動機把手を締めれば卷胴は停止する。

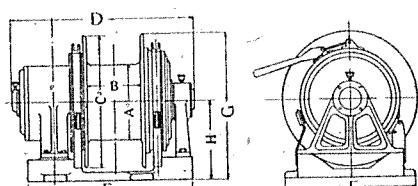
各制動機把手を弛めれば卷胴は荷重の爲に卷卸の方向に回轉するが、此の際卸速度が餘り速くなり過ぎる時には電動機を逆回転して始動用制動機把手を締めると過速を防止する事が出来る。又傾斜が緩いか或は荷重が軽いために卸りにくい場合にも、電動機を逆転する必要がある。

(2) 複胴小型卷上機

操作は單胴小型卷上機の場合と同様であるが、テールロープ卷として使用する場合には電動機を逆転する必要はない。

5. エンドレス卷上機

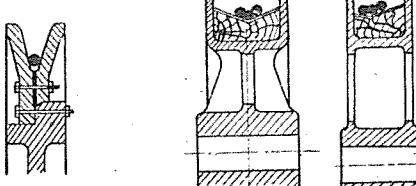
片盤運搬に使用される鋼索運搬機の一つに循環機があ



型 式	電 動 機			垂直牽 引 力 (t)	卷 上 速 度 每 分 (m)	鋼 索 全 長 (m)	鋼 索 徑 (mm)
	馬 力	周 波 数	回 轉 數 每 分				
MH-7½-SX	7½	50	1500	805	34	275	10
		60	1800	668	41		
MH-10-SX	10	50	1500	1070	34	275	13
		60	1800	892	41		
MH-10-SX	10	50	1500	1070	34	450	13
		60	1800	892	41		
MH-15-SX	15	50	1500	1245	44	350	13
		60	1800	1030	53		
MH-15-SX	15	50	1500	1245	44	450	13
		60	1800	1030	53		
MH-20-SX	20	50	1500	1650	44	350	13
		60	1800	1370	53		
MH-20-SX	20	50	1500	1650	44	450	13
		60	1800	1370	53		

型 式	主 要 寸 法 (mm)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MH-7½-SX	370	210	600	853	780	520	700	400
MH-10-SX	370	255	650	870	795	520	725	400
MH-10-SX	370	330	700	945	870	520	770	420
MH-15-SX	470	305	740	1035	940	650	880	510
MH-15-SX	470	495	790	1225	1130	650	905	510
MH-20-SX	470	305	740	1035	940	650	880	510
MH-20-SX	470	495	790	1225	1130	650	905	510

第26圖 單胴小型卷上機寸法圖

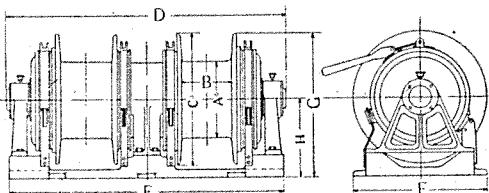
第28圖
クリップ型逆轉式
第29圖
圓錐卷洞型

る。この循環機は又單線の場合に用ひられる逆轉式循環機と複線の場合に用ひられる非逆轉式循環機に大別されるが、距離と運搬量が餘り大きくなれば片盤にあつては容量の比較的小さい逆轉式循環機が主として使用される。又逆轉式、非逆轉式共に曳綱が鑑車の上方に位置するか、下方に位置するかにより上綱式、下綱式と區別されるが、片盤にあつては専ら下綱式が採用されて居る。

原動機としては循環機専用として製作された各種の型の所謂 エンドレス 卷上機が使用される。エンドレス 卷上機を卷洞の型式により クリップ型、圓錐卷洞型、有溝卷洞型の三種に分類することが出来るが、以下各型の概略並に當社製品に就き記述する。

ア、クリップ型

クリップ型卷洞は第28圖に示す如く車のリムに兩側からセグメントをボルトで締付け其の間に軟らかい金属或は木片を挟み、鋼索が磨滅した時溝の調節が出来る構造と



型 式	電 動 機			垂直牽 引 力 (t)	卷 上 速 度 每 分 (m)	鋼 索 全 長 (m)	鋼 索 徑 (mm)
	馬 力	周 波 数	回 轉 數 每 分				
MH-7½-DX	7½	50	1500	805	34	275	10
		60	1800	668	41		
MH-10-DX	10	50	1500	1070	34	275	13
		60	1800	892	41		
MH-10-DX	10	50	1500	1070	34	450	13
		60	1800	892	41		
MH-15-DX	15	50	1500	1245	44	350	13
		60	1800	1030	53		
MH-15-DX	15	50	1500	1245	44	450	13
		60	1800	1030	53		
MH-20-DX	20	50	1500	1650	44	350	13
		60	1800	1370	53		
MH-20-DX	20	50	1500	1650	44	450	13
		60	1800	1370	53		

型 式	主 要 寸 法 (mm)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MH-7½-DX	370	210	600	1266	1260	520	700	400
MH-10-DX	370	255	650	1340	1320	520	725	400
MH-10-DX	370	330	700	1490	1470	520	770	420
MH-15-DX	470	305	740	1610	1590	650	880	510
MH-15-DX	470	495	790	1990	1970	650	905	510
MH-20-DX	470	305	740	1610	1590	650	880	510
MH-20-DX	470	495	790	1990	1970	650	905	510

第27圖 複胴小型卷上機寸法圖

なつて居る。此の型の卷胴では鋼索の摺みが確實で滑ることが少い特長を有して居るが、又反面V型溝の中に鋼索を嵌め込み締付けられる關係上鋼索が扁平にされる缺點がある。

尙此の型で幾分幅廣の溝を有し鋼索を數回巻きつける事により、必要な摩擦力を與へ滑りを除いたものもあるが、此の方法では鋼索の扁平化は防止出来るが、鋼索間に過度の側面摩擦を生じ鋼索の壽命が短い缺點がある。

イ、圓錐卷胴型

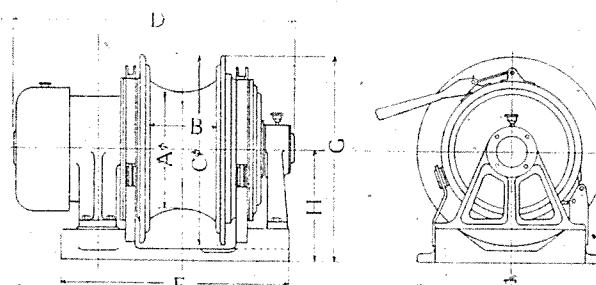
圓錐卷胴型は卷胴の大徑側から鋼索を巻取り小徑側から巻戻すもので、鋼索が卷胴の軸方向に滑ることを要する不利はあるが、裝置が簡単で廉價な特徴を有して居る。この式には第 29 圖に示す如く卷胴面がダブルコニカルの逆轉可能のものと、シングルコニカルの逆轉不能で専ら非逆轉式に用ひられるものとがある。

第 30 圖及び附表は本式になる當社標準 エンドレス 卷上機の容量、速度並に主要寸法にて、標準單胴小型卷上機の卷胴に鑄鐵製二つ割のダブルコニカルドラムを取付ける事により簡単にエンドレス 卷上機としての機能を發揮させたもので、小型卷上機の特徴を凡て有する外、卷胴摩損の場合は手輕に取替が可能で且卷胴にダブルコニカルを採用して居るために逆轉式循環機として使用出来る。

ウ、有溝卷胴型

有溝卷胴型にあつては、第 31 圖に示す如く主卷胴の外に副卷胴を備へ、各卷胴には鋼索の滑りを防止するため數條の溝を設け兩卷胴間に數回鋼索を懸けたもので、鋼索も傷めることなく且逆轉も可能で裝置としては全く理想的である。第 32 圖及び附表は本式になる當社標準 エンドレス・卷上機の容量、速度並に主要寸法を示す。

本機構造の概略を記せば、主卷胴と副卷胴を共通台床に設置し主卷胴の固定に反し副卷胴は台床上を摺動せしめ調節可能ならしめて居る。主卷胴の運動機構、操作等は單胴小型卷上機と全く同一である。



電動機			主要寸法(吋)													
馬力	周波数	回轉數 每分	垂直牽引 力 (噸)		卷上速度 度每分 (米)		鋼索 外徑 (吋)		A	B	C	D	E	F	G	H
7.5	50	1500	685	40	10	440	170	600	913	780	520	700	400			
	60	1800	570	48												
10	50	1500	910	40	13	440	215	650	930	795	520	725	400			
	60	1800	760	48												
15	50	1500	1100	50	13	540	260	740	1105	940	650	880	510			
	60	1800	910	60												
20	50	1500	1450	50	13	540	260	740	1105	940	650	880	510			
	60	1800	1210	60												

第 30 圖 エンドレス 卷上機 尺寸圖

尙本機は最近標準型の全部に對し防爆試験の施行を受けて下記に示す如く型式検定合格證を得た。

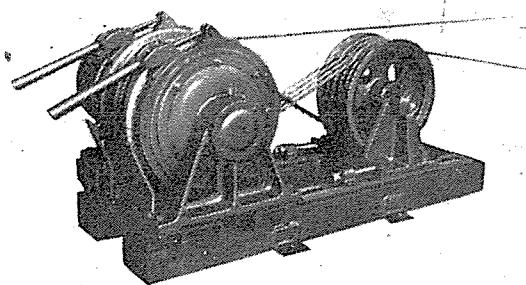
防爆型 エンドレス 卷上機 MH-7½-EX 型 } 直檢第 278 號
MH-10-EX 型 }

防爆型 エンドレス 卷上機 MH-15-EX 型 } 直檢第 241 號
MH-20-EX 型 }

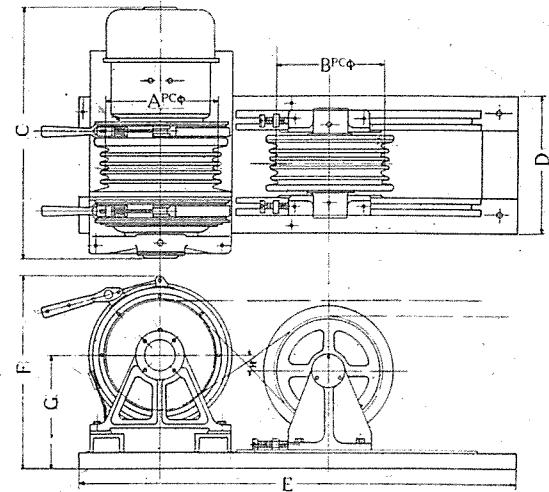
使用條件は前掲載のものと同一である。

6. 開閉器及起動器

切羽及片盤運搬に使用される電氣機械の起動、停止を行ふ開閉器具の使用上、構造上具備すべき條件並びに之等器具の防爆方式を論じ當社にて製作する切羽開閉器、配電函、起動器に就てその構造、機能等を述べる。



第 31 圖 エンドレス 卷上機 #1328



型 式	電動機			垂 直 牽 引 力 (噸)	卷 上 速 度 度 每 分 (米)	鋼 索 外 徑 (吋)
	馬 力	周 波 數	回 轉 數 每 分			
MH-7½-EX	7½	50	1500	730	37	10
	60	1800	615			
MH-10-EX	10	50	1500	975	37	13
	60	1800	820			
MH-15-EX	15	50	1500	1170	46	13
	60	1800	980			
MH-20-EX	20	50	1500	1570	46	13
	60	1800	1320			

型 式	主 要 寸 法 (吋)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
MH-7½-EX	400	400	913	515	1500	752	460	55
MH-10-EX	400	400	913	515	1500	752	460	55
MH-15-EX	500	500	1105	560	1800	915	545	65
MH-20-EX	500	500	1105	560	1800	915	545	65

第 32 圖 エンドレス 卷上機 尺寸圖

ア、切羽用開閉器**(1) 具備すべき条件**

切羽及其の附近に於て使用される開閉器の具備すべき条件は種々あるが、主なるものを擧げると

- 防濕、防塵且完全なる防爆型なること。
- 操作容易動作確實なること。
- 移動、運搬に便利な構造なること。
- 頻繁な操作、亂暴な取扱に耐へ電氣的にも機械的にも頑丈なこと。
- 點検、修理に便利なこと。

以上の條件を満足せしめるには函の構造及取付器具類の優秀な事が必要である。

(2) 防爆方法

防爆方法としては種々の方式があるが、製作上、使用上普通利用されて居る方法は次のものである。

耐壓防爆、狭隙防爆、油入防爆、安全増防爆構造等其の詳細は第VI章を参照され度し、切羽内に於て使用する開閉器函は防濕防塵型なるを要し、移動性である爲、金屬薄板を積重ねて小間隙を持たせる狭隙防爆及油入防爆方法は不適當であり、全閉構造として内部に於て瓦斯の爆發起るも其の壓力に耐へ、而も外部の坑氣に引火せざる耐壓防爆構造とする事が必要である。本方法とすれば外函は函内に起り得る最大壓力 (8kg/cm^2) に耐へる構造のものでなければならぬ。

現在切羽開閉器として使用されて居るものは氣中遮断式電磁開閉器を保護装置と共に耐壓函内に納めた構造のものである。

片盤又は主坑道に近い炭壁の比較的少い處に於て使用される配電函、又ポンプ送風機等の如く比較的移動回数の少いものに使用する起動開閉器の狭隙防爆方法としては、構造上から遮断器を油入防爆とし他の器具を狭隙防爆構造とした函内に納めたものが使用される。本方式とすれば函内の爆發壓力を著しく減少させる事が出来、函の構造も餘り頑丈にする必要はない。

油入式とすれば遮断容量を増加させる事が出来るが、頻繁に使用するものでは油の劣化、接觸部分の焼損が甚しく、遮断の際電弧により油の分解が行はれ、水素70%メタン、エチレン25%其他の瓦斯が発生し、之は空氣に對し5%~40%の範囲では僅かな火花で容易に引火し、爆

(第1表) EX型電磁開閉器標準表

型 名	電 壓 (V)	電 流 (A)	可 逆	大 約馬力 (220V)	重 量 (kg)
EX-1	550	15	非可逆	5	20
EX-2 (R)	"	30	"	10	60
EX-3 (R)	"	75	"	25	85
EX-4 (R)	"	150	"	50	100
EX-12 (R)	"	30	可 逆	10	85
EX-13 (R)	"	75	"	25	115
EX-14 (R)	"	150	"	50	160

(R) なき型は直接操作式 附のときは遠方操作式

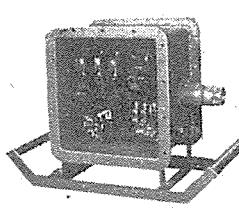
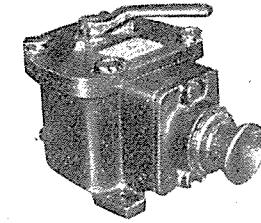
發を起すもので、使用中油面の低下により電弧が之に触れる事のない様、油面の維持及取換に不斷の注意を要する事が缺點で、頻繁に開閉を行ふもの、移動性のものには適當ではない。

イ、EX型電磁開閉器

本器は當社が種々の點より研究検討して製作した切羽開閉器で以下その種類構造特徴等に就て述べる。

(1) 種類及び應用

第1表に示す如き種類がありEX-1型は最も小型で重量も軽く主として局部送風機小型ポンプ運轉用に適して居る。EX-2,3,4型は切羽及片盤コンベヤー及片盤エンドレス(非可逆)等に應用されるものでEX-2R,3R,4R型は之等を遠方操作式としたものである。EX-12,13,14型は片盤可逆運動エンドレス用で、EX-14R型はコールカツタ用として使用されるものである。本器の取付品はEX2,3,4型のものは次の通りである。

第33圖
EX-3型電磁開閉器第34圖
ED型操作開閉器
#51632 #550622

3極電磁接觸器、2極熱動過負荷繼電器、聯動接觸子
2極押鉗開閉器、各1個

遠方操作式のものは押鉗を除き單相變壓器、操作繼電器を取付け可逆用のものは電磁接觸器、操作繼電器を2個としたものである。

(1) 構造及び特徴**(a) 外 觀**

本器は耐壓密閉型で外函は鋼板を熔接して作り8氣壓の耐壓試験に合格したもので、函と蓋との接合部分は入念に仕上をなし、最大間隙0.25耗最小巾30耗としたもので、蓋の締付はボックス・スペーを使用する。又運搬に便利なる如く橋台を附けて居る。

(b) 電磁接觸器

標準FL型を使用し強力な吹消線輪とアーチ・シールドを併用し弧光の消滅は極めて早く從て壽命が長い、作動線輪は常規電圧の85%~110%の範囲で完全に動作し50%附近にて開路するもので据付場所の傾斜にて閉路せぬ様反抗用發條を取付けて居る。

(c) 熱動過負荷繼電器

全電圧起動の場合起動電流は定格電流の4倍~5倍に達する、かかる場合に起動電流で働かず連續過負荷に對してのみ働く様にする事が必要である。本器は少量の過負荷であつても長時間に亘る時は動作し過大電流に對しては短時間で作動する。作動電流95A迄は本器を使用

し、之以上の場合は特殊變流器を併用する、本器は調整レバーに依り 80%~120% の範囲で加減する事が出来る、EX-1 型は自働リセットとし他は函の外側に設けた押鉗によりリセットするもので、加熱子は簡単に取換得る構造となつて居る。

(d) 操作方法

直接操作式のものはカバーに取付けた押鉗により操作する方式とし、遠方操作式のものは次に述べる操作開閉器又は押鉗開閉器に依り操作するもので、操作電圧は 20V を標準として居る、可逆エンジン用としては操作回路の導線を少くして 2 線可逆方式とする事も出来る。

(e) 操作開閉器

耐壓防爆構造とした EO 型操作開閉器及び PX 型足踏開閉器とがある、何れも定格 250V 5A で操作確實頑丈小型に出来て居る。

ウ、LM 型配電函及直入起動器

本器は遮断器及保護装置一切を小型に纏め防爆構造としたもので、切羽附近及片盤に於て電動機、變壓器、受電線の管制に使用されるもので、使用電圧に應じ高壓低壓用に分類して居る。高壓用に就ては第 IV 章第 5 項に於て述べ本文には低壓用のものに就て述べる。

(1) 構造

本器は 3 極單投遮断器は油入防爆とし他の保護装置を狭隙防爆構造としたもので、兩者間は防爆的に完全に仕切つて居る。狭隙防爆室は油槽上に設け電流計其他の器具を取付けて居る。計器前面の硝子は 10 精厚さとし露出部は扇形、目盛部分のみとして居る、函と蓋の接合面は仕上げた金属面を以てし防爆上遺憾なきを期して居る。

(2) 取付器具

標準 LM-2X 型の取付器具は下記の通りである。

3 極單投油入遮断器、電流計、表示灯、包裝可熔器
低電圧引外線輪過負荷引外線輪

本器を直入起動器として使用する時は以上の外に熱動過負荷繼電器を取付ける。

(a) 油入遮断器

梯形の可動接觸片を絶縁板に取付けたもので、開路の際の火花発生部分は油面より 100 精深さの所にあり、且強力な遮断用發條にて速切機構として居る、定格 550V 200A で遮断容量は 1,000A である。操作把手は特定者のみ操作し得る如く抜取り得る構造として居る。低電

圧、過電流の際に開路する兩引外線輪を有して居り、之が動作すれば把手は自動的に断の位置に戻る。

(b) 電流計

表示灯により背面より照明し、暗所にても目盛を読み得る如くして居る。

(c) 低電圧引外線輪

無電圧の際は遮断器の投入を不能ならしめ又閉路中電圧が 60% 以下となれば自動的に遮断するものである。

(d) 過負荷引外線輪

兩極型とし單相短絡の際にも動作する如くして居る、線輪には油入制動壺を附し反時限の性質を與へ起動時に流れる過大電流に對しては動作せぬ構造として居る。此の作動目盛は普通定格電流の 100%~200% として居るが其の上下に尚調整の餘裕がある。

(e) 聯動装置

起動器又は制御器と共に使用する場合に取付けるもので之等の把手を起動位置に置かねば本器の遮断器は投入出来ぬ様にするものである。

(f) ケーブル・ヘッド

安全増構造としたもので坑内より引出し部分には碍子を置きコンパウンドを充填し、外部導線はケーブルヘッド内にて接続する方式で接続を容易ならしめる爲充分の餘裕をとつて居る。口出部はベルマウスとし、コムパッキンを締付ける構造で、接続後コンパウンド注入は不要である。

(3) LM-12X 型直入起動器

本配電函を直入起動器として使用する場合は前述の如く熱動過負荷繼電器を取付ける。此の時過負荷引外線輪の制動壺には油を使用せず、之を瞬時作動の過負荷引外線輪として使用する。之は短絡電流の特に甚しい過大電流に對し瞬時に電路を遮断する爲で普通定格電流の 6 倍以上の電流で作動する様に調整してある。

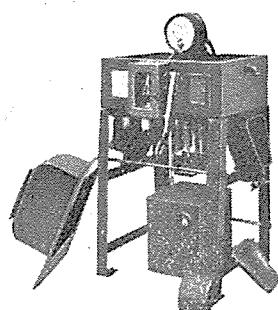
エ、結び

以上は切羽用開閉器、配電函及起動器の構造機能に於て概略を述べたもので、使用に際しては電動機の種類及び使用場所の状態等を考慮し適當なるものを選定し、使用中に於ては防爆性能の低下、滅失を來さぬ様充分の保守、點検を行ふ事が肝要であつて、製造者、使用者兩々相俟つて始めて爆発防止の目的を達し得るものである。

上記の各種器具類は商工省命による石炭坑用機械器具検定試験に多數提出中で、一部のものは既に下記の通り検定合格證を受けて居るものである。

参考迄に直検第 44 號、防爆型電磁開閉器、EX-1 型使用條件を擧げると

1. 口線の接続部に張力のかゝらない様ケーブルを橋台等の適當なる箇所に緊縛し置くこと。
2. 引込口に適合したケーブルを用ひること。
3. 被蓋締付部は常に緊密に締付け置くこと。
4. 被蓋を開放せんとする場合又は開放中は電源を遮断し無電圧状態に於て爲すこと。
5. ケーブル引込口の端子部は裸充電部及其の絶縁物に絶縁塗料を施し使用すること。



第 35 図 LM-2X 型配電函 # 550299

第Ⅲ章 主坑道、斜坑道及堅坑用運搬機

1. 概 説

坑内主坑道運搬機としては エンドレス 卷上機及坑内電車に指を屈せねばならぬ。勿論大部分複線路であるから運搬能力も大きく エンドレス 卷も非可逆式で差支なく、又殆んど連續運轉であり片盤 エンドレス の如く重負荷起動を頻繁に繰返へすこともなく、卷上機及び ロープ にかかる衝撃も少い。主坑道は大抵水平であるが、之を實炭車運搬方向に僅か傾斜せしめれば エンドレス 原動機の動力低下に役立つ。原動機は片盤用と異り巻線型誘導電動機を使用し自働起動遠隔制御を行ふのが普通である。

斜坑卷上機には坑内卷と坑外卷とがあるが、本質的には兩者の間には區別なく、唯坑内卷は大部分電氣部分を防爆型に製作する必要上電動機及管制装置の構造に相異を來す。斜坑卷には卷洞の構造上單洞、複洞の區別がある。坑内用は卷座設備の都合上又運搬能力から言つて殆んど全部單洞であるが、坑外用は特別の要求の爲複洞式としたものもある。又坑内坑外共に炭車を使用せずスキップ卷としたものもあるが、炭車卷とスキップ卷との比較は色々の條件に依り左右されるので一般には論じ難い。

斜坑卷上機の制御装置に就いて特に注目すべきことは水抵抗器の使用が最近非常に多くなつて來た事である。之は何も斜坑卷に限定されたものではなく、片盤卷、水平坑道 エンドレス 等巻線型を使用する場合には殆んど同様である。水抵抗器を使用する主なる原因は階段的でなく圓滑に制御可能なることの外に金屬抵抗器よりも防爆上遙かに安全なことであらう。水抵抗に於て厄介なことは特に冷却装置を要することで、坑内自然水ある場合には比較的簡単であるが然らざる場合には空氣冷却型を用ひなければならない。

今一つ斜坑卷に就いて考慮すべきことは制動装置の問題である。機械的制動装置の必要なことは言ふ迄もないが、制動部分の發熱、制動片の磨耗及びそれに由る制動力の變化等を考慮し、機械的制動機は出来るだけ其の使用時間を限定し要すれば荷重保持のみに使用し、減速又は速度調整の爲めには可及的電氣制動に依るもののが賢明である。電氣制動の方法としては

ア、同期速度以上の過速度防止には同期發電機として回生制動方式に依る。之の場合には回轉子抵抗は短絡し置くを要する。

イ、同期速度以下の減速及び速度調整には若し鉄方向の負荷が正であれば回轉子抵抗制御でよいが斜坑卷ではかかる事は稀なる故一般には固定子側に直流を送り回轉子側抵抗に運動エネルギーを吸收させる發電制動方式が採用される。

卷上機としての電氣制動方式には此の外色々あるが何れも一長一短あり未だ廣く實用の域に達してゐない。

堅坑卷上機は斜坑卷に比して大容量のものが多く、卷

洞は複洞もあるが多くの單洞である。着床に正確を要するため制御方法特に制動装置が優秀なることが必要である。800 馬力程度以上位の容量になると制御を容易且經濟的ならしめるため、又供給電源系統の尖頭負荷を避けるためハツミ車を利用した イルガナー 電動装置が推奨されるが、我國に於ては勝田礦業所の 1,550 馬力 イルガナー 卷上機が最大容量である。

堅坑卷には鋼索卷取方法に依り ドラム 卷と ケーブル 卷とがあるが、後者は深度大なる場合に有利であるが鋼索の滑りに對して注意せねばならぬ。

一般に卷上機の信號裝置は危険防止上重要なもので、特に堅坑に在つては信號裝置の不備に依る災害の程度が大なるため、裝置としては作動確實で絶対信頼性あるものを選定する要がある。

石炭を坑内から坑外へ搬出する方法として今迄述べたものは何れも炭車運搬式であつたが、恰も片盤運搬に於て ベルトコンベヤー が提唱された様に、炭車に依る主卷上機に代るべき新時代の寵兒として **斜坑集團 ベルト コンベヤー** の出現を見た。輸送量、安全性、原動機の性能其他何れの點から見ても炭車卷に比して優秀なことは既に各炭坑で経験済である。ゴム資源の入手、ゴムベルトの製造が豊富ならば、將來益々普及すべき可能性を有してゐる。斜坑集團 ベルトコンベヤー の場合には勿論自働遠隔運轉をする爲め其の制御裝置、信號裝置は非常に綿密複雑なものとなることは止むを得ない。

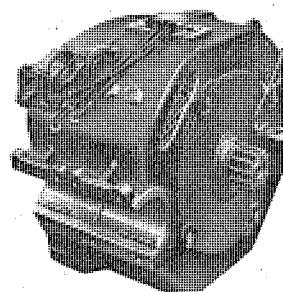
2 電氣機關車

ア、緒 言

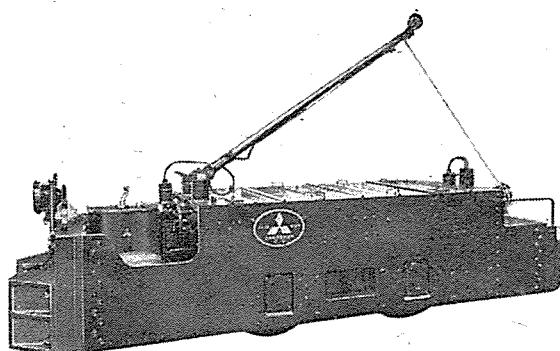
礦車、炭車、その他運搬用に電氣機關車を使用することに依り輸送の隘路を征服して増産の一翼を擔ひ得る事は明かであるが其の形式、自重、或は使用輌數等の選定に當を得て居なければ其の機能を十分に發揮せしめる事は出來ない。更にまた其の使用方法、保守状態等が適當でなければ徒に機關車を短命に終らせるにすぎないといふ事は言を俟たない所である。茲に之等に關して概略の説明を行ひ大方の御参考に供したいと思ふ。

イ、種類及形式

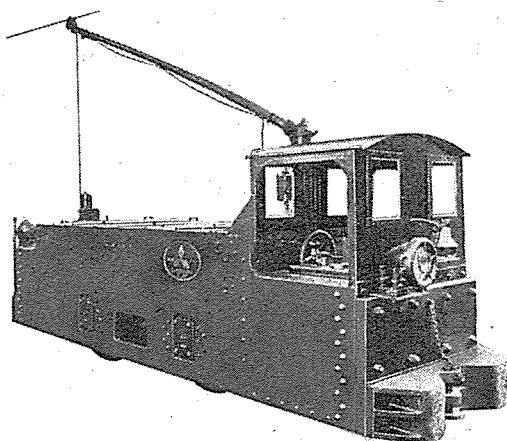
礦山用小型電氣機關車は坑内或は隧道等狹隘なる場所に使用される事が多い上に運轉中前方の見通しの良好な



第1圖
MB-238-AR型
電動機 M-307



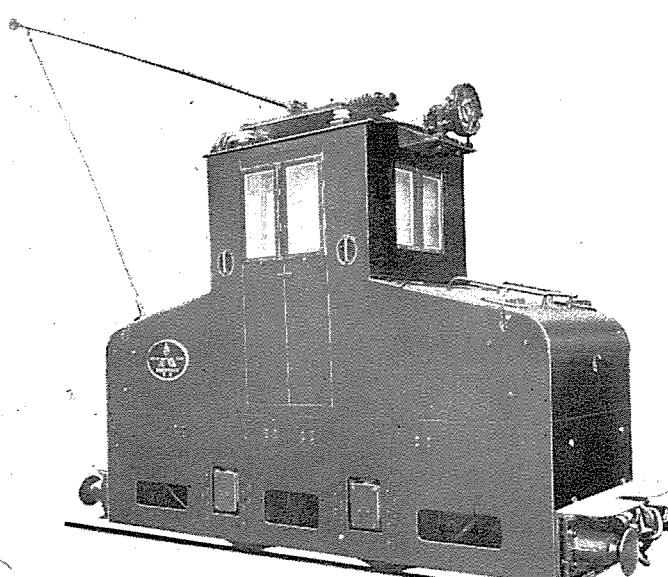
第 2 圖 6 輛電氣機關車 #22182



第 4 圖 6 輹電氣機關車 #22515

る事が必要であるから台枠の高さを出来得る限り低くする事が建前となつてゐる。又線路工事が餘り完全ではなくて然も急勾配の多い場所に使用する爲には出来得る支輪軸距離の小さい事が必要である。之等の條件より當然電動機の軸方向長さ及び外徑に制限を受けるのであるが、一方電動機自身は低速の相當大容量のものとする必要がある爲、この間設計上並に工作上相當の苦心が存するのであつて、例へば電動機と路面との間隙の如きは出来得る限り小なる寸法に切詰め、又電動機は軸承部を特殊構造とした太鼓状のものとなしてゐるが如きこれである。(第1圖参照)上述の事項よりして先づ考えられる形式は一端運轉台式で雨覆のない第2圖の如きものであらう。之は礦山用電氣機關車としては最も一般的のものであるが、若し坑外等に於て雨天の際運轉に不自由を伴ふ場合は場所の許し得る範囲に於ては雨覆附の第4圖の如きものを採用するのが望ましい。大部分を坑外に於て運轉し時には人通りの相當ある場所を通過する様な場合には5輌第3圖の如き中央車室型の見通しのよくきくものが好適と思はれるが之は小型電氣機關車としては特殊のものとなり設計製作に相當の手数を要するから是非共必要な際にのみ採用せらるべき形式のものと思はれる。

集電装置には如何なるものを採用すべきであるか、即



第 3 圖 無鉄打台枠を有する 5 輌機關車 #22713

ちパンタグラフ式となすか或はトロリポール式となすかは架線状態により自ら定まるものである。即ち架空線が線路の中央に設けられてあり其の高低の差の比較的小さい場合にはパンタグラフを採用して甚だ便利ではあるが、其の他の場合にはトロリポールを採用する方がよいと思はれる。

パンタグラフは其の構造よりしてトロリポールに比し架線より外れる機會が少く又運轉台より自由に操作出来るため運轉上利する所甚だ大ではあるが、之を使用する爲には是非共架線工事を入念に施す必要のある事を念頭におくべきである。

當社の標準集電装置を表示すれば第1表の通りとなる。

第 1 表

種 別	型 名	有効高範囲	シユウの幅
パンタグラフ	S-111-A型	500耗	800
	S-102-F型	900耗	800
	S-103-A型	1200耗	850
トロリ ポール	D-21 型	1100耗	—
	D-21-A型	1750耗	—

機關車の使用場所が坑内で、メタン其の他の瓦斯を甚しく發生し或は炭塵多き為電氣部分の火花により爆發の危険ある場合は勿論普通型のものは使用不可能であるから特に防爆式の蓄電池機關車を使用する必要がある。防爆の方式は機器により種々規定されてゐるが電氣機關車用機器には耐壓、狭隙、安全栓の各防爆構造が一般に採用されて居り、當社も此等防爆型機器の標準形式を既に決定し目下多數製作中である。近來防爆規格が制定せられ爆發豫防に一段と留意される様になつたのは誠に喜ばしい事で新設、既設を問はず一應防爆事項に就て十分検討する事が最も肝要と思はれる。

車輛統制會に於ては礦山用電氣機關車の標準制定を提唱せられ日本全國の何れの製造業者に

も共通な完全なる標準品を作る前提として暫定的に第2表に示す様な歯数別の仕様を定められた。然して今後は本表にない歯数のものは製作せぬ建前となつたので、新に計画せられる場合には此の點に留意せられ標準品制定の趣旨に沿はれん事を希望する次第である。

猶一つ注意すべき事は本表記載の電動機は何れも界磁線輪をアルミ化したものとして容量を定めてある事で、今後は小型電気機関車用電動機の如く切り詰めて設計したものに於てすらも必ず界磁線輪はアルミ化し、更に電機子線輪、刷子保持器等も研究完了次第逐次アルミ化し銅材を出来る文節約する事になつた。

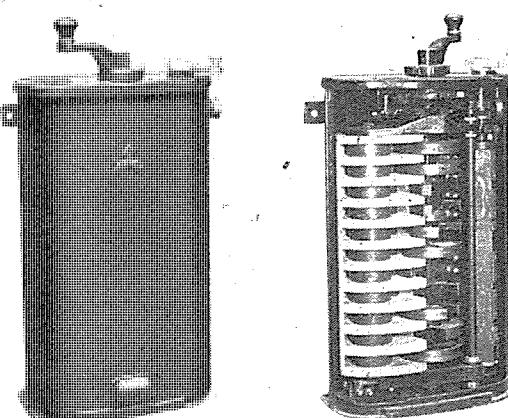
ウ、自重の選定

電気機関車用主電動機其の他の電気品の焼損事故は電気品自身の缺陷より生ずる事もあるが、又電気機関車の酷使により発生する事も甚だ多い。之は第一に計画の當初に於て十分注意すべき事であつて先づ運搬荷定總量及び一日の稼行時間等より一回の牽引荷重、所要輌數、一輌の運轉回数及び運轉速度等を決定し次に之等の條件と線路状態等を睨み合せた後適當なる自重を算出すべきである。

参考の爲電気機関車の自重と牽引荷重との關係式を擧げると次の通である。

$$W = \frac{L(R_L + G + A)}{1000 \times \rho - (R_w + G + A)}$$

但し W ……電気機関車の自重 輛
 L ……牽引荷重 輛
 R_w ……電気機関車の走行抵抗 輛/輌
 $(=5 \sim 10)$



(a) 外観 #25014
(b) 内部 #25012
第5圖 KM-31型制御器

- | | | |
|---|------------|-----|
| R_L | …荷重の走行抵抗 | 輌/歯 |
| $(=7 \sim 15)$ | | |
| G | …勾配による走行抵抗 | 輌/歯 |
| $(=10 \times \text{勾配} \%)$ | | |
| A | …加速に要する牽引力 | 輌/歯 |
| $(=31 \times \text{加速度} \text{ Km/Hr})$ | | |
| ρ | …粘着係数 | |
| $(=25\% \text{ 起動時})$ | | |
| $(=20\% \text{ 走行中})$ | | |

本式に據り任意の荷重に必要な電気機関車の自重を算出する事が出来るのであるが、大約の見當をつける場合は電気機関車1歯当たりの牽引重量を10歯とすれば大差ない様である。

新規計画の場合、以上により計算すれば適切なる自重を選定し得るし又既設のものに於ては電気品の焼損事故

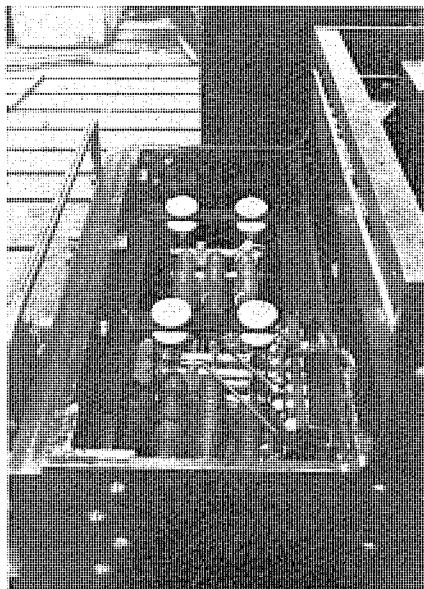
(車両仕事3100
- 3101附表)

第2表 小型電気機関車暫定標準表

車輛統制會

車種	軌間 (純)	508						610						762						備考
		主電動機 容量× 歯数 KW.	定格速度 km/H	定格 牽引力 kg	電壓 V	蓄電池 容量 AH		主電動機 容量× 歯数 KW.	定格速度 km/H	定格 牽引力 kg	電壓 V	蓄電池 容量 AH		主電動機 容量× 歯数 KW.	定格速度 km/H	定格 牽引力 kg	電壓 V	蓄電池 容量 AH		
小形電気機関車	4	7.5×2	10	530	500		7.5×2	10	530	500		7.5×2	10	530	500		250		1	
	6	13×2	12	770	500		15×2	12	890	500		15×2	12	890	500		250		2	
	8	—	—	—	—		20×2	12	1210	500		20×2	12	1210	500		250		3	
	10	—	—	—	—		25×2	13	1370	500		25×2	13	1370	500		250		4	
	15	—	—	—	—		—	—	—	—		35×2	13	1900	500		250		5	
小形蓄電池機関車	2	3×1	5	215	48	196	3×1	5	215	48	196	—	—	—	—	—	—	—	6	
	4	4×2	6	475	96	224	4×2	6	475	96	224	4×2	6	475	96	224	144	224	7	
	6	—	—	—	—	—	6×2	6	710	(96)	224	6×2	6	710	(96)	224	144	224	8	
	8	—	—	—	—	—	10×2	8	890	(144)	224	10×2	8	980	(144)	224	192	224	9	
	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15×2	10	1080	(192)	224	240	224	10	
	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20×2	10	1430	(240)	252	288	252	11	

(東京1600)



第 6 図 KM-31 型制御器

頻發するが如き場合、其の原因が過負荷によるものなりや或は電機品自身の缺陷によるものなりや計算結果を照して自ら明かとなるであらう。

然して電氣機關車の運轉に際しては最初の輸送計畫に基いた適切なる負荷を牽引する様嚴守せしめ、決して苛酷なる負荷をかけたり又は亂暴なる取扱をなさる様充分注意する事が必要である。

エ、運 轉、保 守

一般に礦山に於ては電氣機關車は兎角酷使され勝ちであるので其の構造は頑強を要する事は勿論で、設計製作の際は其の點に十二分の注意を拂ふのであるが（當社製電氣機關車の構造詳細に關しては「三菱電機」昭和 18 年 5 月號、及昭和 12 年 9 月號を參照せられ度い。）實地使用に當つても正確な規則正しい運轉及週期的な保守を勧行し、常に機能完全なる状態で使用すべきである。例へば電氣機關車の起動時に於て過負荷をかければ必ず自動遮断器が動作して回路を遮断するのであるが、此の際は遮断器が動作せぬ程度の負荷とする事が絶対に必要で遮断器が動作せぬ様把手を鎖錠して無理矢理に過負荷を牽引し之を度々繰返す場合は、直に焼損事故を惹起するから所定牽引車數の嚴守或は止むを得なければ電氣機關車の數量増加等適宜の處置を講ずる必要がある。其の他運轉に當り特に注意すべき事項を列記すれば次の通りである。

(1) 方行の場合

制御器主把手は徐々に正確に 1 ノッチ宛進め決して急速にノッチを進めたり或はノッチとノッチとの中間位置で止めたりしてはならぬ。然して連結走行する場合は直列の最終ノッチ或は並列の最終ノッチを使用する事を必ず勧行すべきである。（他の中間ノッチは起動用として設けられたもので此のノッチで連結走行すれば、電力の浪費となるばかりでな

く起動抵抗器を過熱焼損せしめる懼がある。）自動遮断器が動作した場合は先づ制御器の主把手を「断」の位置に戻したる上遮断器を「入」とする事。

(2) 制動の場合

機關車の速度と應じた制動力を與へる事即ち高速の時は強く、低速になるに従ひ漸次弛める事が最も必要で低速に於て強きに過ぎるとスリップする懼あり、スリップは制動作用を阻害するのみではなく車輪にフラットを生ずるから注意すべきである。又走行中は制動機構を充分弛めておく事即ち制輪子も出来る丈車輪より離しておく様にせねばならぬ。惰走を上手に利用すれば電力の節力と制輪子並車輪の磨耗減少等となり經濟的な運轉を行ひ得る事は言ふ迄もない所である。

次に保守は毎日検査、毎週検査其の他適當なる定期の検査要項を決定しあき、之により規則正しく保守點検を行ひ運轉に對し萬全を期せねばならぬ。

制動機構に異常はないか、軸箱の潤滑状態は如何、軸受金に甚しく磨耗したるものはないか、集電装置の滑部動に油は十分あるか、主制御器の機能は完全であるか、其の他諸機械部分の破損、磨耗の検査等は少く共毎日行はねばならぬ。

其の他電動機、自動遮断器、起動抵抗器、走り装置、砂撒装置等各部の詳細點検は毎週行ひ、他に大々的の補修を半年或は一ヶ年毎に行ふべきである。

斯くの如く計画的に點検保守を行へば常に事故なく計畫通りの輸送をなし得る事は明かであり、又電氣機關車を壽命長く使用し得る事になるのである。

オ、結 言

以上に於て電氣機關車を新に計畫する場合の注意及び現在所有せらるゝものゝ使用上、保守上の注意を簡単に述べた。勿論我々製作者は頑丈で故障少く機能優秀なる電氣機關車を製作すべく日夜努力してゐる次第であるが、使用せらるゝ側に於ても上述の如き事項を實施せられ益々増産の實を擧げられん事をお願ひする次第である。

3. 電動巻上機

巻上機は炭坑、礦山に於ける鋼索運搬機の内で最も重要なものの一つである。従つて其性能の優劣は直接出炭量に影響するのみならず場合によつては人命に災害を及ぼすことがあるため巻上機の計畫選定には充分慎重を要するのである。近時電氣事業の發達と共に電力が普及された結果現在炭坑、礦山に於て使用される巻上機は經濟的に有利で且安全裝置其他取扱上便利な電動巻上機が一般に廣く採用されるに至つた。

ア、巻上機の種類

巻上機の種類は極めて多く其用途及び使用場所の状況等により種々の條件を具備するものが要求せられるので

あるが、之を坑道の種類により大別すれば斜坑卷上機、堅坑卷上機、又鋼索の巻取方法により區別すれば巻洞型卷上機、滑車型卷上機、循環ロープ式卷上機等があり更に之等の内には單洞、複洞がある。

巻洞型卷上機は鋼索の一端を巻洞に結び之を巻洞に巻込み運轉するもので、巻洞の形状により之を分類すれば圓筒型、圓錐型、圓筒圓錐型扁平索巻梓型等がある。

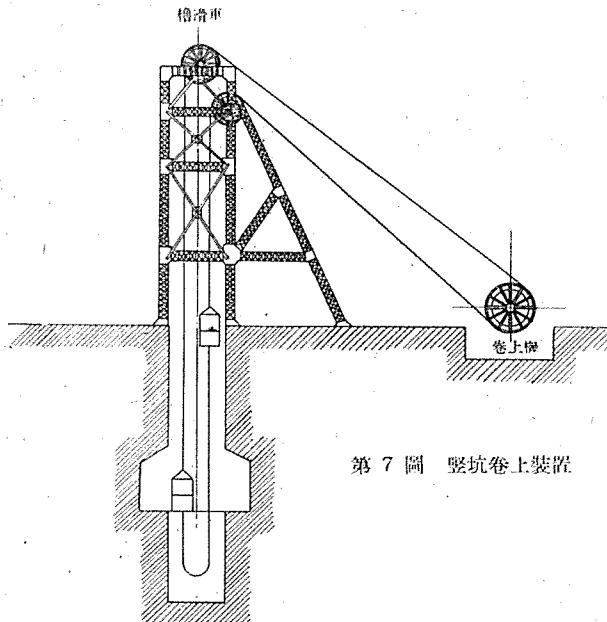
滑車型卷上機は滑車に鋼索を巻込むことなく滑車と鋼索間の摩擦によつて鋼索を移動せしめるものでケーペー式卷上機の如きものである。

循環ロープ式卷上機は所謂エンドレスロープを連續的に循環させ炭車はクリップにより鋼索に連結され運搬されるのである。鋼索の辺りを防ぐ目的で單洞型にあつては巻洞外周に緩かな勾配を持たせ又複洞巻には數條の溝を設けて居る。何れも鋼索を3乃至4回巻洞に巻付け鋼索と巻洞間の摩擦により運搬が行はれる。

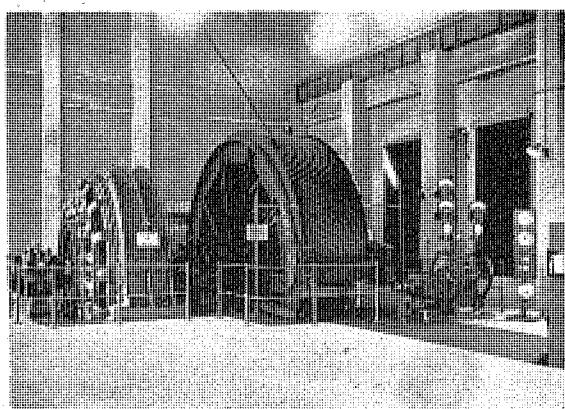
イ、堅坑卷上機

堅坑卷上機は堅坑坑口近くに設置し、坑底と坑口間の運搬をなすものでケージ巻とスキップ巻の二種がある。

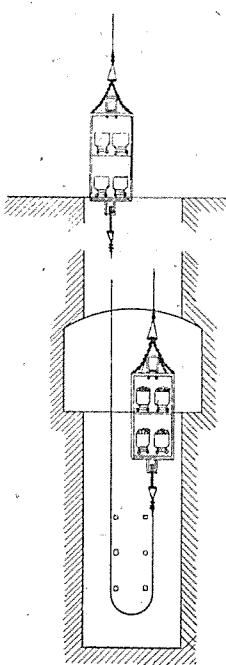
ケージ巻は採掘場所より坑底迄運ばれた實炭車又は實



第7圖 堅坑卷上装置



第8圖 1.550馬力イルグナー堅坑

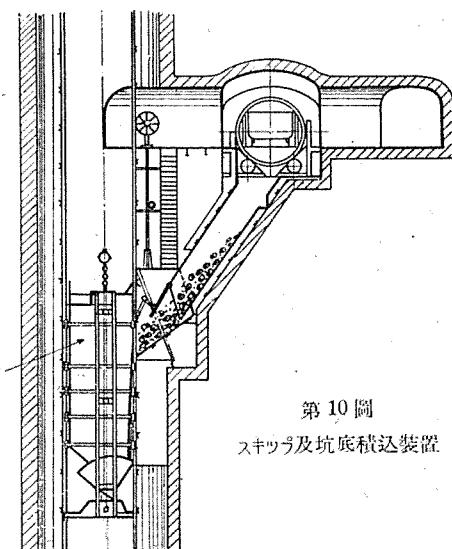


第9圖 ケージ及尾索

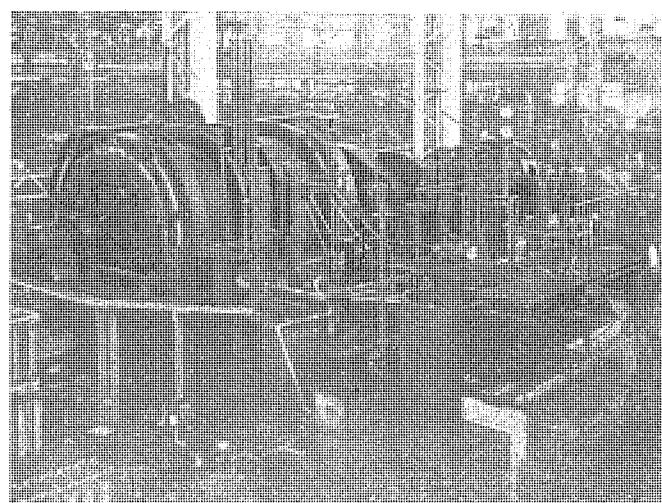
礦車をケージに積込み坑口へ巻上げ、同時に坑口のケージに積込まれた空車を坑底へ巻下すもので第9圖に示す如くケージ1段に1車又は2車、2段ケージに於て2車又は4車積込まれて居る。

スキップ巻は第10圖に示す如くケージの代りに長方形の鐵製箱を用ひ直接此箱に石炭又は礦石を積み込み巻上げられるもので、ケージ巻に比し運搬量は遙かに大きく、且積込み積出しが簡単である。即ち礦石又は石炭は坑底ではホッパーを利用してスキップに積まれ、坑口にて之をベルトコンベヤーに移し其儘選礦場又は選炭場に運ばれる方式になつて居るので、ケージ巻の如く實車と空車の入換へをする必要もなく從つて之等に對する坑口底、坑の設備及び人手を省略することが出来る。併しケージ巻の場合は坑内稼働者の昇降にも利用出来るに對しスキップでの場合は人間の昇降については特別の考慮を拂ふ必要がある。

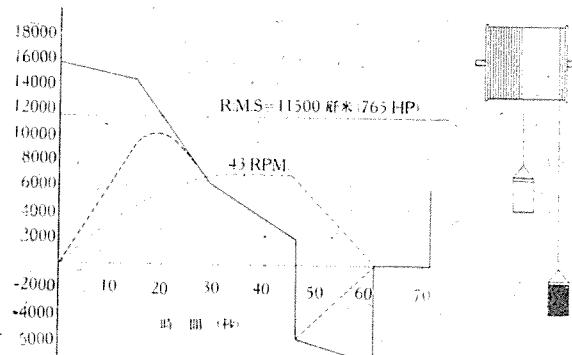
次に堅坑卷上機として現在使用されて居るものは圓筒型圓錐型、圓筒圓錐型及びケーペー式等種々あるが、之等は一長一短あり、且巻洞の形状により負荷の状態も一々異なる。而して如何なる型式の巻洞を採用するかは坑の状況、使用目的、運轉費、製作費等を比較研究の上最も適切なるものを選定すべきである。以下各種の卷上機に關する概要を述べ、併し之等巻洞の形状と負荷曲線の關係を示す。尙下記負荷曲線は最近當所が受注せる堅坑卷上機につき比較せるもので凡ての條件を同一としたものである。



第10圖
スキップ及坑底積込裝置



第 11 圖 350 馬力複胴卷上機(堅坑卷) № 52264

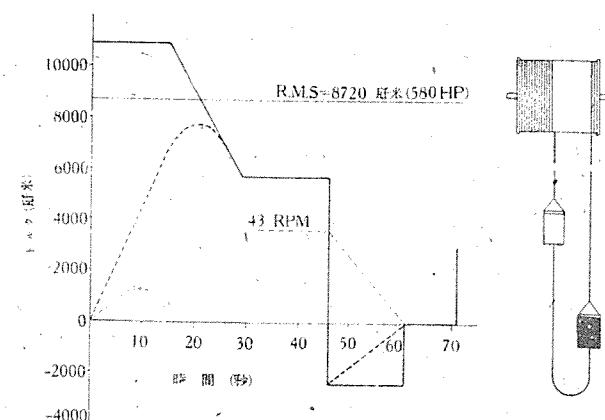


第 12 圖 圓筒型卷 脊

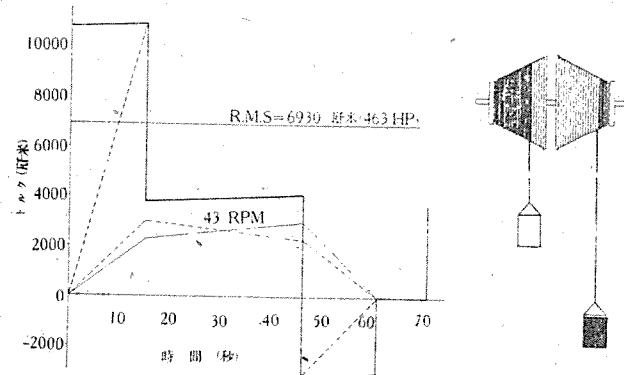
(1) 圓筒型卷上機

圓筒型卷上機は第 11 圖及び第 12 圖に示す如く圓筒型の複胴を有する最も簡単なるもので、單胴、複胴の二種があり本邦に於ては最も普遍的に使用されて居るものである。複胴の大きさは使用鋼索の徑及び巻上距離によつて定められ堅坑巻に於ては特に複胴表面は適當なる厚さの木製 ライ - を張り、又鋼索の巻込段數も 1 段又は 3 段以内に止めて極力鋼索の保護に努めて居る。

複胴型には普通強力な接子（クラッチ）を附し各巻胴が單獨に運轉出来る様な構造になつて居るので、一定の場所に限らず所要の個所より巻上げが出来る。又坑底一定の場合は第 12 圖に示す如き單巻型を使用する方が得策である。此場合は鋼索の伸びの調節を行ふために巻胴両端の内部に マガジンラム を設けて居る。何れの場合に於ても運轉は平衡巻を原則とする、即ち一方の鋼索にて貨車を巻上げ同時に他方の鋼索にて空車を巻下し荷重の不均衡を減少して負荷率を良好ならしめる。此型は次に述べる圓錐型、圓筒圓錐型に比し起動に際し大なる回転力を要し、殊に坑が深くなるに従ひ鋼索の影響による起動回転力は一層大となり、從つて電動機の容量も増大するため斯かる場合には第 13 圖に示す如くケージに尾索（テールロープ）を附し、鋼索重量による不平均を皆無とし負



第 13 圖 圓筒型卷胴テールロープ(有る場合)



第 14 圖 圓錐型卷 脊

荷率をよくして居る。第 12 圖は尾索なき場合第 13 圖は尾索を附した場合の負荷曲線である。

(2) 圓錐型卷胴

圓錐型卷胴は第 14 圖に示す如き形狀のもので、卷胴表面には鋼索に適合する溝巻式の溝を設け、鋼索は此溝を案内として 1 段づゝ巻かれるのである。

巻上げは卷胴直徑小なる方より巻始められ巻終りに近づくに従ひ直徑大となるため、鋼索重量による回転力率の變化を勘なからしめ、圓筒型卷胴に於ける尾索と同様に電動機の容量を小さくする効果があり、其直徑の比は次の式により求められる。

$$P = \text{巻上側鋼索張力} + \text{摩擦力}$$

$$Q = \text{巻下側鋼索張力} - \text{摩擦力}$$

$$L = \text{堅坑深さ}$$

$$R_1 = \text{小なる方の巻胴半径}$$

$$R_2 = \text{大なる方の巻胴半径}$$

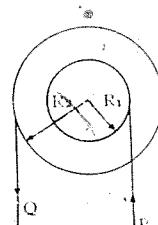
$$W = \text{鋼索単位長さの重量}$$

$$\text{巻始めに於ける回転力率} = (P + wL) R_1 - QR_2$$

$$\text{巻終りに於ける回転力率} = PR_2 - (Q + wL) R_1$$

$$(P + wL) R_1 - QR_2 = PR_2 - (Q + wL) R_1$$

$$\therefore R_2 = \frac{R_1(P + Q + 2wL)}{P + Q}$$



以上の如き關係よりして卷胴直徑の比を適當に選べば静的回転力は全行程を通じて常に一定にすることが出来る。只此型の缺點とする處は卷胴の工作が厄介なこと及

び坑道深き場合は卷胴の徑及び幅が著しく大となり且卷経り近くになるに従ひ高速となる爲過巻の危険がある。第 14 圖は其負荷曲線を示す。

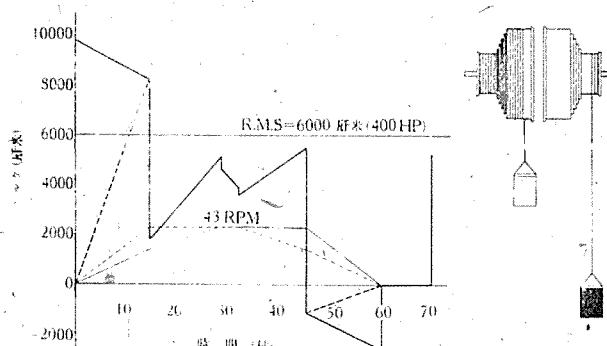
(3) 圓筒圓錐型卷胴

圓筒圓錐型卷胴は圓錐型卷胴の缺點を補ふ目的で徑の大なる部分を圓筒型とし此部分に鋼索を 1 段又は 2 段に卷いて使用する。斯くすれば坑道深き場合に於ても卷胴徑を或る限度に止める事が出来る。又第 15 圖に示す如く圓筒部分を圓錐形の兩端に設ける場合もある。此型に於ては卷上側は徑の小なる圓筒部分にて回轉体の加速を終る如くし、卷胴が全速に達した後は鋼索は圓錐部によつて尚加速され徑の大なる圓筒に移るに及んで全速となる其間卷下側は徑の大なる圓筒部分にて加速及全速を終り圓錐部を下ることにより鋼索は漸次減速が行はれ、徑の小なる圓筒に達せんとした時に回轉部分の減速が始まるのである。第 15 圖は其負荷曲線を示す。

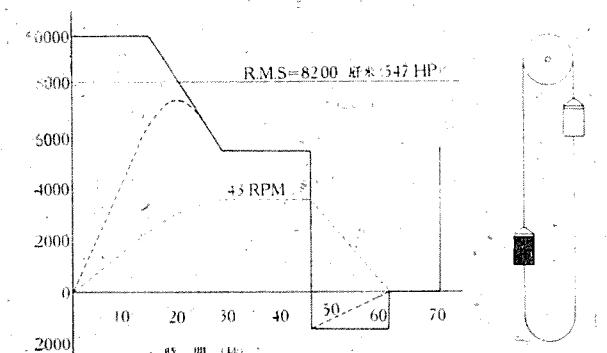
(4) ケーペ式

ケーペ式は第 16 圖第 17 圖に示す如く徑の大なる圓筒型滑車 1 個を使用して滑車に鋼索を釣瓶式に掛け滑車表面の溝と鋼索との摩擦によつて巻上げが行はれるのである。此型に於ては鋼索の走りが最も重大視される点で、特に加速、減速時の運転を圓滑に行はねばならぬ。鋼索の走りを防止する方法としては滑車と鋼索の接觸角を出来るだけ大きくとり、又溝のライニングは特に摩擦系數の大なる材料を選び、ケージには鋼索と同じ重量の尾索を附して不平衡荷重を極力小にして居る。

此滑車型が他の卷胴に比し有利な點は滑車の構造が簡単で、其幅は坑の深さに關係なく最少限度に止めること



第 15 圖 圓筒圓錐型卷胴



第 16 圖 ケーペ巻上機

が出来るので深い豊坑程使用條件が有利である、又使用鋼索の長さは他の尾索附卷上機の大約 $\frac{1}{2}$ にて済み且鋼索は軸方向の移動がなく常に一定であるため偏位より受くる鋼索の損傷がない。

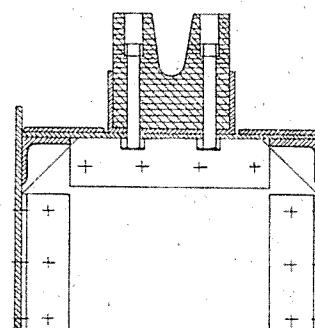
次に其缺點を擧げれば滑車と鋼索間に走りが起り走りによる鋼索の損耗が多い。特に浅い坑では此傾向が著しく普通 300 米以下の豊坑には此型は使用されない。又鋼索の伸びに対する調整が他の型の如く簡単に出来ぬこと及び鋼索切斷の場合兩側のケージ共墜落を免がれ得ぬ事等である。第 16 圖は本機の負荷曲線を示す。

以上は普通豊坑卷とし使用するものにつき其概要を述べ併而其負荷曲線を示したのであるが、以上の負荷曲線の計算の基礎は次の通りである。

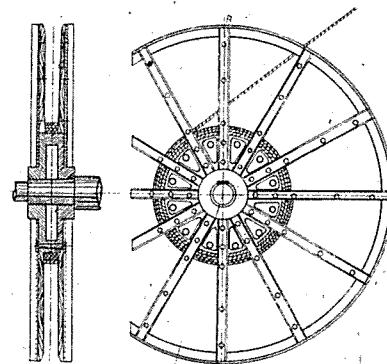
卷上側鋼索張力	9,500 磅
卷下側鋼索張力	4,938 磅
豊坑深さ	370 米
卷上速度	9 米/秒
鋼索直徑	40 粒
卷胴回轉數	43/每分
原動機回轉數	500/每分
一回巻上完結時間	71 秒

(5) 扁平索卷桿型

上記の外に扁平索卷桿型がある。此型は第 18 圖に示す如き卷桿に特殊な扁平鋼索を卷込むもので、卷始めは回轉力が少なくて済み 1 段卷込む毎に半径が大となるため圓錐型卷胴の場合の如く靜的回轉力は全行程を通じて略一定に出来る。併し坑道の深い場合は卷始めの胴を極力小さくする必要上胴索に無理な彎曲内力を



第 17 圖 ケーペ滑車



第 18 圖 扁平索卷桿型

與へるため比較的浅い堅坑のみに限られて居る。

ウ、斜坑卷上機

斜坑卷上機は斜坑坑道に於て炭車、礦車及び人間を巻くに使用するもので我國の炭坑、礦山に於て最も多數使用されて居り、型は圓筒型の單巻、複巻及び稀に循環ロープ式等が使用されて居る。大型機は主として坑外に中型以下は坑内に設置されて居るが、最近は坑内設置のものにて500馬力程度のものがある。巻上速度は堅坑巻の毎分300米乃至900米又は以上の高速なるに對し、斜坑巻に於ては毎分150米乃至250米を普通として居る。

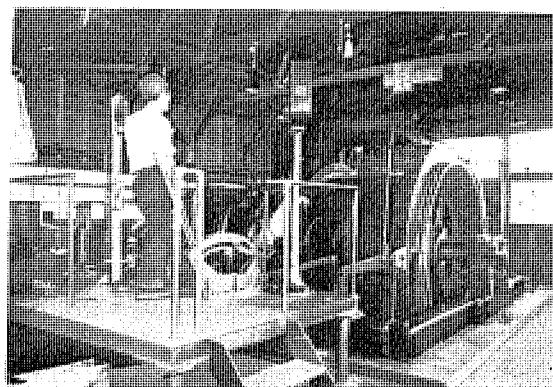
(1) 單胴卷上機

圓筒型巻胴1個を有し巻胴は電動機より齒車1段又は2段を介して運轉される構造となつて居る。最近は殆ど凡てが誘導電動機により運轉される關係上、巻胴には接子を設けず巻上げ巻下し共に電動機に電流を通じて行ふ、を普通として居る。斯くて巻下荷重が重くなれば電動機は同期速度より滑りだけ大なる一定速度に保持されるため過速の危険がなく且誘導發電機として電力を母線へ逆送することになる。然し巻下しの速度制御は之を電氣的に行ふことが出來ぬため、停止に際しては先づ電動機を電源より遮断し制動機を操作して徐々に行ふのである。

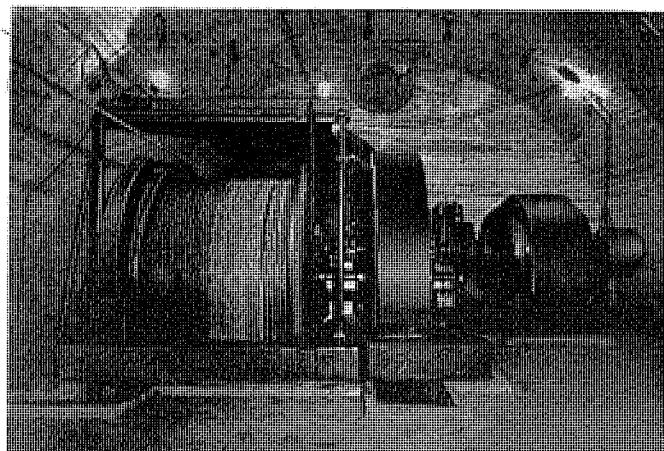
(2) 複胴卷上機

複胴卷上機は圓筒型巻胴2個を有し一方の巻胴にて實車を巻揚げ、他方の巻胴にて空車を巻下す所謂平衡巻運轉を行ふもので、炭量豊富なる複線坑道に使用されるのである。而して一般に複胴卷上機は單胴型に比して構造も複雑で且高價であるが、單胴の場合は巻揚げ巻下しを別々に行ふに對し複胴にしては上述の如く同時に之れを行ふことが出来るため運搬量は遙かに大で、而も平衡巻を行ふ關係上動力の消費量は比較的少くて済む。從つて大容量の巻上機は主として複胴型が採用されて居る。

次に斜坑に於ては巻上1回毎に實車と空車の切換へを行はねばならぬ。即ち巻上完了後新に連結さる可き空車又は實車の位置迄鋼索を巻出し或は巻込む必要がある。此目的のため巻胴には適當な接子を設け各巻胴が單獨に運轉出来る様になつて居る。尚接子には種々のものが使用されて居るが大容量のものには主として油壓操作の圓盤型摩擦接子が採用されて居る。



第19圖 260 kW 單胴卷上機(坑外据付) #550737



第20圖 400 kW 單胴卷上機(坑内据付) #550734

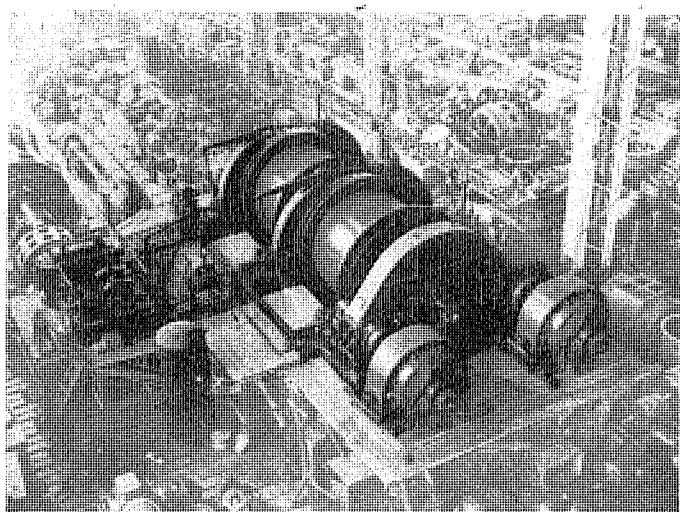
(3) 入車卷上機

入車卷上機は從業員の坑内外の交通機關として使用されるもので、入車卷専用として設置されることあり又普通の斜坑卷を入車卷兼用とする場合もある。何れにしても人命を掌る最も重要な巻上機であるため其性能の優秀なるは勿論、各部の構造も至つて堅牢に且過巻、過速、停電等の場合には敏速、確實に作動する制動機及び各種の安全装置を具備して居る。

入車卷は一般に複胴型が採用され巻胴の直徑も比較的大きく選定し、鋼索の安全率は静荷重に對し10以上にとるを普通として居る。巻上速度は最高毎分150米程度を限度とし運搬と入車卷を兼ねた巻上機にあつては、二段速度の誘導電動機を使用し入車を巻く場合は電動機を低速側に切換へて運轉する。又入車卷専用のものは巻下しに際し誘導電動機の固定子側を直流電源に切換へ所謂發電制動制御方式により運轉するものもある。

(4) 循環ロープ式巻上機

循環ロープ式は水平坑道又は緩傾斜の坑道に主として使用されるもので、斜坑卷としては比較的少い様に見受けらる。本機は一度起動を開始すれば長時間運轉が繼續され、他の巻上機の如く頻繁に起動、停止は行はず鐵車



第21圖 1000 馬力複胴卷上機斜坑卷 #52525

又は炭車はクリップにて鋼索に連結され運搬が行はれるのである。従つて巻上速度は他の型に比し遙かに低速で毎分50米位が普通である。尙斜坑に本機を使用する場合は停電其他事故発生の際、荷の逆行を防止するため制動機を設けねばならぬ。

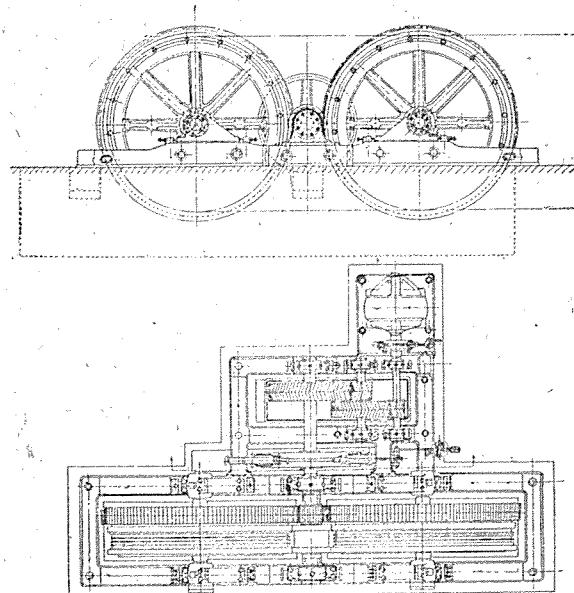
以上は炭坑、礦山に於て使用される堅坑巻上機、斜坑巻上機の概要を述べたのであるが、次に巻上機の主要部分の構造につき附言することとする。

エ、巻上機主要部分の構造

(1) 巷 脊

前述の如く巷脇には種々の形狀があるが、最も一般的に採用されて居る圓筒型巷脇は小型のものは鑄鐵製、大型は鑄鐵又は鑄鋼製兩フランジ間を適當の厚さの鋼板を以て連結し、内部より型鋼を以て補強したものである。フランジ及び巷板の厚さは鋼索の張力及巻込段数により定められ、又巷脇の直徑は鋼索の直徑より決定される。即ち鋼索の直徑に比し巷脇径の小なるものは鋼索に過大なる彎曲内力を與へ鋼索の壽命を短縮する故、普通に巷脇径は鋼索径の60~100位をとつて居る。次に巷脇幅は坑道の深さより決定されるのであるが、斜坑巻に於ては鋼索は5段又は6段に巻込まれ且、坑口と巷場迄の距離が相當大なるため幅の決定には大して問題ではないが、堅坑巻の場合は巷上橋と巷場間の距離が小さいため滑車に對し鋼索の巷脇表面を移動する角度即ち第23圖のα及びγなる偏位角が大ならざる様決定せねばならない。若し此偏位角が大となれば滑車と鋼索間及び巷脇表面に於て鋼索と鋼索間の摩擦が大となり結局鋼索の壽命を短縮するのみならず鋼索の配列が規則正しく行かぬ。従つて此偏位角は出来るだけ小にとり、普通1度30'位を限度として巷脇の寸法を定めて居る。

圓錐型及び圓筒圓錐型巷脇に於ては巷脇表面には溝巻式の鋼索案内溝が設けてあるため、此溝の進みと前記偏



第22図 複胴循環ロープ式巻上機

位角との關係を充分に考慮し全鋼索を巻取るに必要な巷脇の寸法を決定すべきである。殊に第24圖に示す圓筒圓錐型巷脇の場合は前記以外に加速、減速の間に巻取る鋼索の長さが考慮されるため、巷脇寸法の決定は一層複雑となるのである。以上の如く巷脇の寸法は諸種の條件の下に決定されるのであるが、巷脇が大となれば製作費は昂り又其慣性は起動の際電動機の尖頭負荷を大ならしめるから、許される範囲内にて小さく決定せねばならぬ。

(2) 制動機

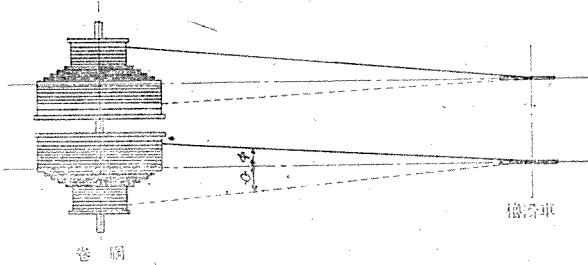
制動機は巻上機の運轉を掌る最も重要な部分であつて巻上機により起る種々の事故も制動機の缺陷に起因することが多い。従つて制動機各部分の機構、強度、制動力、摩擦面の壓力等に關しては充分に考慮し充分信頼性のあるものでなければならぬ。

制動機の種類には種々あるが炭坑、礦山に於て使用される中型以上の巻上機には主として第25圖に示す如き平行ポスト型が採用される。此型は鑄鋼又は鋼板製ポストを支柱にて支へ、摩擦面には良質の朴又は櫻をライヤーとして使用して居り、平行動作をするため制動片の僅かな動きによつて制動、弛緩が確實に行はれるもので、制動力の小なるもの（當社では鋼索張力5,000匁以下）は普通手動操作であるが、大型機は油壓又は氣壓により操作される。

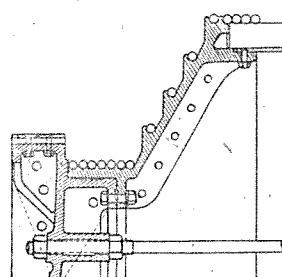
油壓操作装置

本装置は第26圖及び第27圖に示す如く復元挺機構を應用し制動作用は重錘により、弛緩は油壓による所謂ネガチーブ式のもので、運轉台上の小把手を操作し油壓を制動筒へ送入又は排出することによつて目的を達することが出来る。

本装置には、油ポンプ、蓄壓器、電磁弁、非常弁、調整弁等を備へて居り、油ポンプに發生した壓油を直接蓄壓器に送入して其シリンダーを押上げ、又油を放出する毎にシリンダーは降下するもので、蓄壓器内の油壓はシリンダー



第23図 鋼索の偏位角



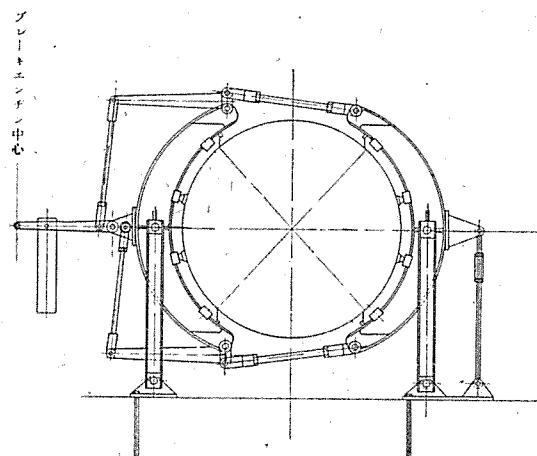
第24図
圓筒圓錐型巷脇

の重量により常に一定に保持されて居る。而して蓄圧器シリンダーの上下運動を利用して浮動開閉器を作動させ油ポンプの自動運轉を行ひ卷上機の運轉中は常に蓄圧器内に圧油を保有すると共にシリンダーの上昇及び降下の位置を制限して絶対に圧油が缺乏しない様になつて居る。若し萬一何かの故障で電動機が運轉を開始しない場合は直に非常制動を行ふ安全装置も具備して居る。

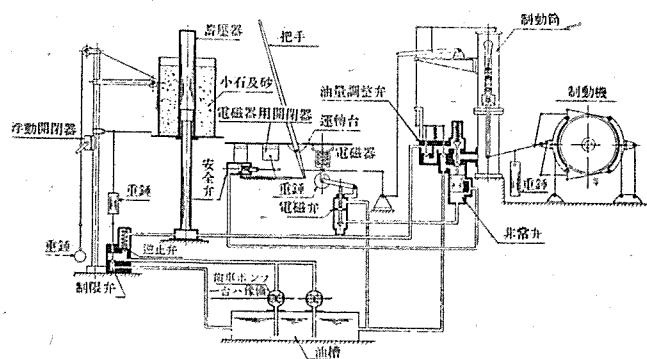
氣壓操作装置

本装置は油ポンプの代りに第28図に示す如き小型の空気圧縮機及び空気槽を備へたもので、制動は重錘により弛緩は氣圧により行はれるものと、之と反対に制動は氣圧により弛緩は重錘により行はれるものとの二つの方法がある。前者は制動の際衝撃を伴ふため制動筒には緩衝壺を附して重錘の降下速度を調整する必要があり、又後者は空氣の圧縮性よりして制動の際の衝撃は少ないが氣圧低下の場合制動力不足による危険があるため斯くの如き場合は重錘による非常制動が行はれる。

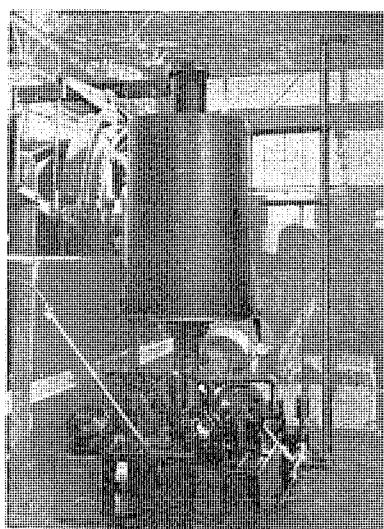
本装置に於ては空氣槽の壓力は空氣が放出されるに従ひ壓力が漸次低下するため最低壓力を定めて置き、制動機は此最低壓力の場合に於ても充分の制動力を發揮し得る様計画せねばならぬ。次に圧縮機は空氣槽に取付けられた壓力開閉器により自動運轉が行はれるのである。即ち空氣槽には運轉用壓力開閉器及び非常用壓力開閉器の2個を取り付け、運轉用壓力開閉器は空氣槽の壓力が 7 kg/cm^2 に達すれば圧縮機の運轉を停止し、壓力が $5 \text{ kg}/$



第25図 平行ポスト型制動機



第26図 複元挺機構油壓制動装置



第27図 油壓装置蓄圧器及制動筒 №51514

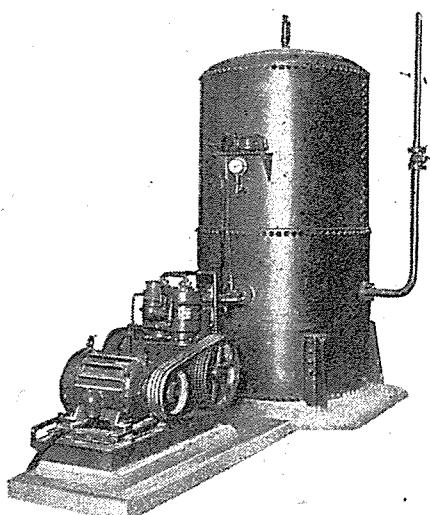
cm^3 低下すれば圧縮機を運轉する。若し萬一壓力が 5 kg/cm^2 以下に低下しても尚圧縮機が運轉せぬ場合は非常用壓力開閉器が作動し非常制動を行ふ方式となつて居る。

(3) 接子

接子は巻筒軸と巻筒の連結を保つ重要な部分であつて、噛合型接子、圓錐型摩擦接子、帶板型摩擦接子、圓盤型摩擦接子、齒車型接子等種々の構造のものがある。

噛合型接子は確實性はあるが離合が厄介で且鋼索の延びの細かい調整が出来ない缺點があり、又圓錐型摩擦接子は離合は容易であるが大容量のものには使用出来ない。當社は中型以上の巻上機には主として圓盤摩擦型接子及び齒車型接子を採用し、操作は手動又は油壓及び氣壓により行つて居る。

圓盤型摩擦接子は第29図及び第30図に示す如く制動輪に取付けられた摩擦板③を摩擦面に木片を張つたクラッチ板①②にて強く狹むことにより目的を達するもので、クラッチ板①②は軸と共に回転するスライダー⑨の左右の動きによりボルト⑩を案内として軸方向に移動し摩擦板



第28図 制動用小型圧縮機及空気槽

③との離合が容易に行はれるのである。

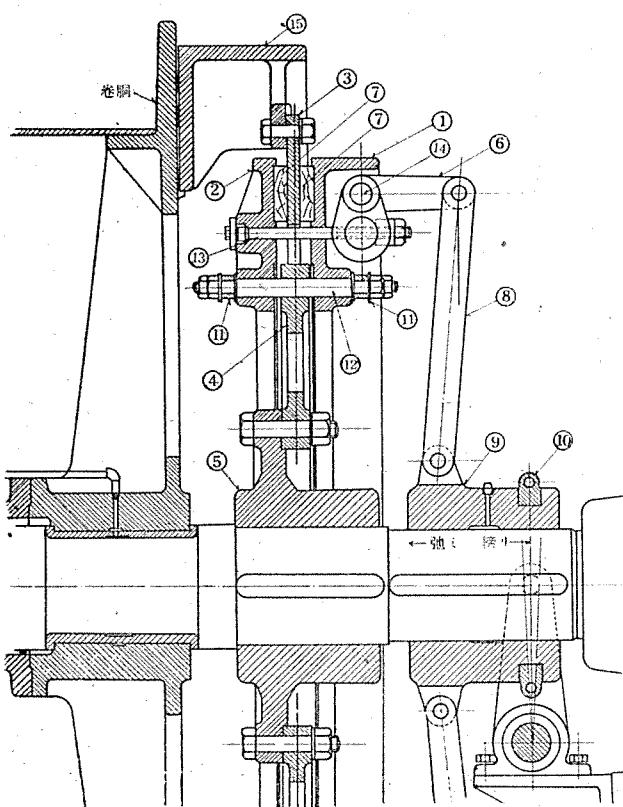
本接子は以上の如き構造なるため離合が敏速容易に行はれ、且鋼索の伸びに對する微細な調整を行ふことが出来る。又摩擦面の壓力を適當にして置けば過負荷衝撃を受けた場合摩擦面にて滑りを起し機體及び鋼索を保護する特徴を有して居る。尙油壓又は氣圧を以て操作する場合は確實性を有せしめるため重錘により掛合し、油壓又は氣圧により離脱せしむる如くし、且制動機と互鍵せじめて制動の状態でなければ接子の離合は行ひ得ぬ様にして居る。

次に歯車型接子は第30図に示す如く噛合型接子の一種である。噛合型と同様に接子の離合には不便であるが確實性があり、又歯のピッチを小さくすることにより或程度迄鋼索の調整も行ふことが出来る。然し歯車の一つのピッチも巻筒表面にては相當の長さとなるので、此型は鋼索の微細な調整を要せず、且頻繁に離合を行ふ必要のないものに主として使用されて居る。

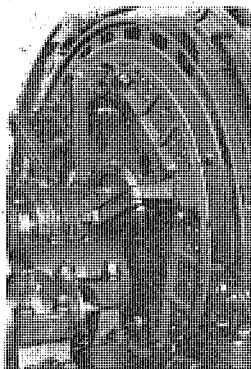
(4) 非常制動機と安全装置

非常制動機は非常の場合に敏速に制動作用を行ふ目的で主制動機とは別個に電動機 カップリング 軸上に設けるのが普通である。本機は制動は重錘により弛緩は押上機又は電磁石によつて行ひ電気的安全装置と關聯させ、下記の場合は直に非常制動を行ひ事故を未然に防止するものである。

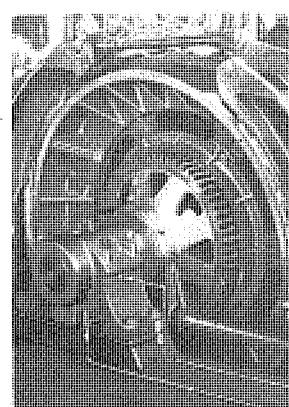
- 1 過速度の場合
- 2 過巻きの場合
- 3 過負荷の場合



第29図 圓板型摩擦接子



第30図
圓盤型摩擦接子 №52045



第31図 歯車型接子 №52524

4 停電の場合

5 電氣的故障の場合

6 蓄壓器又は空氣槽が無壓又は壓力低下の場合

7 配管内無壓の場合

8 押上機又は電磁石故障の場合

以上は巻上機の主要部分に關し大略説明したのであるが、電氣品並に各種安全装置に關しては別項を御参照願度い。

4. 巷上機用誘導電動機

一般に礦山用誘導電動機として要求される最大の要點は運轉上の信頼度が高い事である。特に巷上機は礦山に於て最も重要な機械の一つであるので、電動機の性能の優劣、故障の有無は直ちに時局下最も重要な増産能力に至大なる影響を與へるのみならず、最悪の場合には尊き多數の生命を失ふ危険さへ往々にして生ずる虞がある。

されば巷上機用誘導電動機の設計に當つては電氣的特性並びに機械的强度は勿論のことであるが、礦山の状態を充分に認識して取扱ひ簡単で掃除手入に便利な型式並びに構造を選定し、故障なく素人でも容易に取扱ひ得る様にすることが肝要である。以下巷上機用誘導電動機に就て考慮すべき點を述べる。

ア、型式

巷上機用誘導電動機は負荷の性質上最大回転力 250% 以上を要求され、速度制御或は逆相制動等を要する場合もあるので一般に巻線型を採用し、型式はそれぞれの据付場所の状態に應じて下記のものを使用して居る。

- (1) 防塵型集電環付開放型
- (2) 防塵型集電環付防滴型
- (3) 防塵型集電環付閉鎖通風型
- (4) 防塵型集電環付水切型
- (5) 防塵型集電環付全閉外被通風型
- (6) 防爆型集電環付閉鎖通風型
- (7) 防爆型集電環付水切型
- (8) 防爆型集電環付全閉外被通風型
- (9) 防爆型全閉外被通風型

之等の型式は何れも集電装置を電動機本体より隔離して遊び側軸受の外側に取付け、之に防塵型集電環覆又は防爆型集電環覆を附けた所謂 オーバーハング 型集電環附になつて居り、下記の如き長所を有して居るので、礦山向けとして推奨に値するものと思はれる。

- (1) 集電装置を電動機本体と隔離してあるので絶縁に有害な刷子及び集電環の粉末が固定子線輪並に回転子線輪に附着すること無く絶縁に對する信頼度が高いこと。
- (2) 集電装置の組立及び分解が容易にして點検、掃除手入等が簡単に出来ること。
- (3) 集電装置を肘軸受の内側に取付けた型式に比して軸受中心間隔が著しく短くなるので、機械的強度が頗る大となり、巻上機特有の振動、衝撃に對して極めて安全なること。

イ、防爆構造

金屬礦山に於ては爆発性瓦斯の存在は先づ考へられないが炭坑に於てはメタン瓦斯及び炭塵の存在を充分考慮する必要がある。防爆型電氣機器の構造の不備から往々にして坑内爆發の椿事を生じ、多數の人命に災害を及ぼした例は少くない。されば電動機の防爆構造に就ては特に慎重を期し爆発性瓦斯の存在の有無、危険の度合、坑内の通風設備等を充分に検討して据付場所の状態に適應した下記の防爆様式を選定すべきである。

(1) 防爆型集電環付電動機

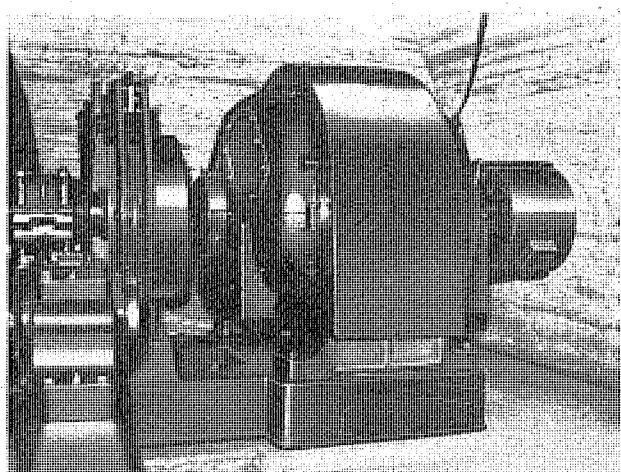
集電装置を電動機本体より隔離して肘軸受の外に出し、肘軸受に氣密に取付けたアダプターと軟鋼製覆とにより密閉して防爆型となし、電動機本体は据付場所の状態に應じて閉鎖通風型、水切型、或は全閉外被通風型を採用し何れも安全増防爆構造になつて居る。

(2) 防爆型電動機

集電装置、電動機本体共電動機全体を防爆構造にしたものである。

製品は全て商工省令に依る防爆検定構造品を採用して故障の絶滅を期して居る。猶防爆構造の詳細に就ては第 VII 章を参照され度し。

ウ、設計製作上考慮すべき點



第 32 圖 取付た所 #55735

礦山に於ては概して素人が多い關係上電氣機器の操作取扱ひが一般に亂暴である事は止むを得ないところである。加之巻上機用電動機は負荷の特質上起動及び停止が頻繁であり、過負荷、過速度、逆轉、急停止等運轉状態が非常に苛酷であるので、電動機の設計及び製作上特に留意すべき二三の點に就て述べる。

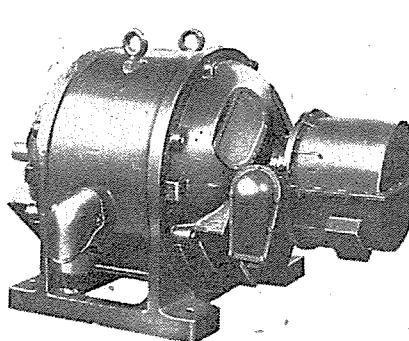
(1) 絶縁の優秀性

電動機に於て絶縁の故障は正に致命的であるので、線輪の形状、巻線方法並びに絶縁施行には格別の考慮を要する。又容量の大なるものは高壓、低壓を問はず型巻線輪を使用し、電氣的特性を多少犠牲にしても絶縁完全にして信頼度の高い修理に便利な様に考慮すべきである。

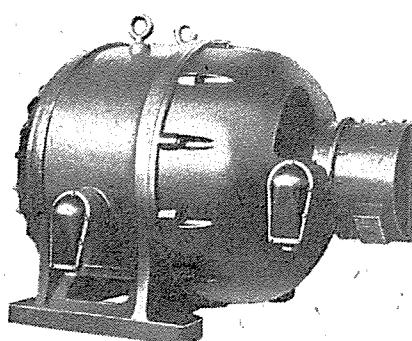
線輪の絶縁に對して最も有害なものは湿氣である。之が対策としては防濕絶縁ワニスの含浸並びに乾燥作業を數回入念に繰返して、湿氣に對しては勿論のこと一部の浸水等に對しても充分に安全ならしめることが肝要である。更に固定子線輪の端曲部は線輪支持環を以て頑丈に支持し急激な過負荷、逆轉等の場合に線輪端曲部に加はる大きな機械力の為、線輪の變形或は絶縁の損傷等が起らない様萬全の策を講じ、絶縁の故障より生ずる不慮の災害を未然に防止すべきである。

(2) 頑丈な回轉子構造

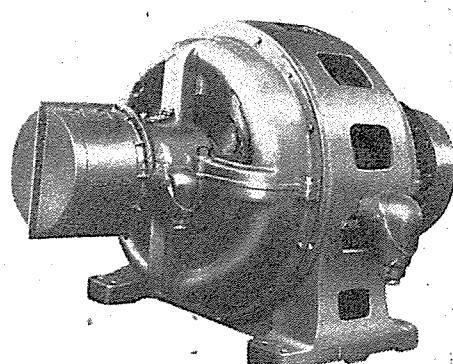
巻上機運轉に際しては電動機に加はる電氣的並に機械的衝撃の大部分は回轉子に集中し、往々にして故障損傷



第 33 圖
防爆型集電環付閉鎖通風型 #52405



第 34 圖
防爆型集電環付全閉外被通風型 #550598



第 35 圖 防塵型集電環付開放型 #550664

を起し勝ちであるから回轉子の設計製作に當つては特に下記の諸點に考慮を拂ふ必要がある。

- (a) バインド線施行に際しては材質、配列、巻数、絶縁等に考慮を拂ひ過速度、振動、衝撃等に充分に耐へしめると同時に速度制御等の場合に生じ勝つある渦電流に依る過熱を極力防止すべきである。
- (b) ファン、回轉子引出導線等振動、衝撃を受ける部分は材質、形状、構造或は取付方法等に注意を拂ひ破損、接地、相間短絡等の故障が絶対に起らない様にすること。

(3) 集電装置

集電装置の設計製作に當つては特に下記の諸點に留意し故障の絶滅を期すべきである。

- (a) 集電環の負荷耐量の決定に際しては仕様條件を充分に含味すると共に、刷子及び集電環材質の選定に當つては特に其の馴み性の良否に對して深甚なる考慮を拂はなければならぬ。馴み性が不良のため往々にして刷子及び集電環の間に過大なる磨耗或は溫度上昇を生じ、使用不能に至つた例は少くない。
- (b) 炭坑の如き濕氣、塵埃の多い所では集電環の絶縁が吸濕劣化して相間短絡を生ずることが少くないから集電環の絶縁の選定に際しては絶縁耐力の優秀性は勿論特に吸濕性の僅少な機械的強度の大なるものを吟味すべきである。猶完成品の絶縁部には萬全を期するため防濕塗料を入念に塗布して絶縁の信頼度を高めることが肝要である。
- (c) 如何に優秀な製品も使ひ放して保守手入を放置する時は遂に故障發生に至るのは當然の事である集電環廻りには濕氣、塵埃、刷子粉末等が累積し勝ちであるから使用者側に於かれても機會ある毎に極力掃除手入を勧行されて、故障發生を未然に防止されることを切望して止まない。

5. 卷上機用制御装置及安全装置

卷上機用制御装置としては直流電動機を使用したワードレオナード方式、イルグナー方式等優れた方法があるが、設備費の安い巻線型誘導電動機の二次抵抗制御方式のものが壓倒的に多く使用されて居る。この方式に於て制御装置は之が据付場所即ち坑外か坑内、又金属抵抗器か液体抵抗器に依るか等で種々異なるもので設置する卷上機に適切なる制御装置、安全装置を選定す可きである。完全な制御装置と機械各部の優秀な構造とにより始めて圓滑安全なる運転を行ふ事が出来るものである。

ア、卷上機用電動機の電氣的制動法

誘導電動機の電氣的制動方法には種々の方式があるが礦山卷上機に利用されて居るものは逆相制動、發電制動、回生制動等で、卷上始めに於ては誘導電動機として普通運転を行ひ卷終り及卷卸しの際に發電制動、回生制動を

利用する。複胴卷では回生制動は餘り利用出来ない。逆相制動は速度制御には餘り使用せられず僅かに停止時の制動法として用ひられる事がある。

(1) 逆相制動

電動機の回轉磁界の方向を逆にして逆方向の回轉力を與へて制動する方法で、此の制動回轉力は非常に大きく電動機の二次抵抗を加減して電動機の最大回轉力に等しい制動回轉力を出さし得る。此の場合二次抵抗が少いと電流は甚しく増加し制動回轉力は却つて減少するから必ず相當量の二次抵抗を挿入せねばならぬ。全電圧逆相制動の際入力は全負荷の際の2倍以上にもなり頻繁に行ふと電動機が過熱する懼れがある。

(2) 發電制動

運轉中の電動機を交流電源より切離し固定子に直流を通じ發電機として制動を行ふもので、二次抵抗を加減して制動回轉力を加減する事が出来る爲、停止過程中常に最大制動回轉力を出す様にする事が出来る。電動機の全負荷電流と等しい直流で勵磁した場合、最大制動回轉力は電動機全負荷回轉力の70%程度である。本制動方法は低速度に於ても大なる制動回轉力が得られるから極めて圓滑なる速度制御を行ふ事が出来るが、別に直流電源を要する事が大なる缺點である。此の方法は巻卸の速度制御に廣く用ひられてゐる。

(3) 回生制動

電動機の速度を同期速度以上とし誘導發電機として電力を電源に返還せしめる方法で、單胴卷上機に於て加速後電力卷卸しを行ひ本制動を利用する。併し此の方法は同期速度以下では全然無効である。

イ、金属抵抗と液体抵抗の比較

体誘導電動機の制御要素たる抵抗体に就て金属抵抗と液体抵抗を比較する爲液体抵抗器の得失を次に述べる。

長 所

- (1) 抵抗の増減が金属抵抗器の如く段階的でなく連續的である爲圓滑な起動及速度制御が出來、巻上起動時にブレーキの使用が減ずる爲之による電力損失が僅少となる。

- (2) 液体の比熱は金属に比べて甚だ大で熱容量大きく急激に多量の消費電力を吸收し、過負荷による破損の心配がない。

- (3) 抵抗液の温度及び濃度の加減により廣範囲に抵抗値を變化せしめ得る。

- (4) 火花發生部分なく防爆上優れて居る。

- (5) 構造簡単、小型で据付面積少く運搬容易である

短 所

- (1) 液の抵抗が非常に不安定で温度、不純物、蒸発漏洩により抵抗値が變化し抵抗の最大最小の比が小さい。

- (2) 抵抗液の爲腐蝕作用が起り壽命が短い。

- (3) 溫度上昇の制限範囲が狭く例へば金属の許容上

昇溫度の 250°C に比し 65°C 程度であり而も冷却効果が著しく少い。

(4) 移動器具としての取扱ひが出来ぬ。

以上の如き缺點を有するに拘らず液体抵抗器が礦山方面に於て大いに利用されて居るのは、適當なる構造と取扱ひにより其の缺點を最小ならしめ實用上差支へないからである。即ち抵抗液の濃度を適當に加減し一定範囲内の高溫度にて使用すれば、抵抗値の變化は少く、(使用前に抵抗液をヒーターにて加熱するが又はブレーキを繰付け電動機に僅かの電流を通じて温める等の方法もある。)水の蒸發量は少量であり、液の漏洩、抵抗の最大最小の比を増す事等は適當なる構造により解決出来るものである。腐蝕作用は材料の選定により或程度防止出来るもので、長期間使用の為電極面上に絶縁性皮膜を生ずる事があるが、斯くの如き場合は之を鏽で擦り落すか又は電極を取換へればよい。冷却効果を増す為には水又は空氣冷却器を取付ける。液体の性質上移動器具としての取扱は出来ぬが、移動回数の少い巻上機には問題でなく又運搬に際しては抵抗液を排除すれば軽量となる。

以上の如く構造取扱上注意すれば安心して使用出来、適當なる制御運轉を行ふ事が出来るもので、金属節約必須の際特別の場合以外は礦山巻上機用としては液体抵抗器の採用を推奨する。

ウ、制御方式及び器具

巻上機用電動機は凡て可逆制御で坑外設置のものは金属抵抗器、坑内設置のものは液体抵抗器を一般に使用するが、液体抵抗器は上述した特徴を有する為坑内のみならず廣く坑外にも使用されて居る。制御方式には種々あるが一般的なものを金属抵抗と液体抵抗とを使用する場合に大別してその使用器具を示せば

(1) 金属抵抗の場合

- (a) 油入制御器による方法
- (b) 電磁接觸器式主幹制御器による方法
- (c) 液体抵抗の場合
- (d) 直接式液体制御器による方法
- (e) 電磁接觸器式主幹制御器による方法

等に分けられ何れの場合にも電源用として配電盤又は配電箱を使用する。

(a) 油入制御器による方法

巻上電動機の容量が 200HP 以下位の場合に使用され制御器は横置型で油槽内に一次切換、二次抵抗短絡開閉器を設け之にて抵抗を順次短絡する方法である。使用頻繁なる為一次二次の接觸子は熱容量を大きくして焼損を少くし點検に便なる様油面計、油槽昇降装置等が必要である。第36圖は當社標準 FM-14 型を示す。

(b) 電磁接觸器式主幹制御器による方法

之は大容量のものに適當で一次側には氣中遮断式電磁接觸器、二次側には電磁接觸器盤及び之等を制御する主幹制御器とを組合したもので、直接一次切換、二次短絡

を行ふものは電磁接觸器で各々に消弧装置がある為頻繁に使用しても油入制御器の様には焼耗しない、操作は主幹制御器で行ふ為輕く制御出来疲れる事がない。二次側には限流加速繼電器を取付る為運轉者が誤つて主幹制御器を急速に高速 ノッチ に進めて必ず豫定の速度迄上升して二次電流が減少した後次の抵抗を短絡し起動電流の過大となる事を防止する特徴がある。本装置の例を第37圖に示す。之は 350 HP 複巻上機で炭車人車の 2段速度巻である。次に本装置に使用する當社標準器具を述べる。

一次側電磁接觸器 (FL-915 型)

三極氣中遮断式電磁接觸器2個を頑丈なパイプ、フレームに取付けたもので、強力を消弧線輪及びモールド製弧光除けを有し、又両方同時に閉路出来ぬ様な機械的、電氣的聯動裝置、橋絡弧光による短絡保護裝置を有する。第37圖中央はその一例で定格 3,500 V 125 A である。

二次側接觸器盤

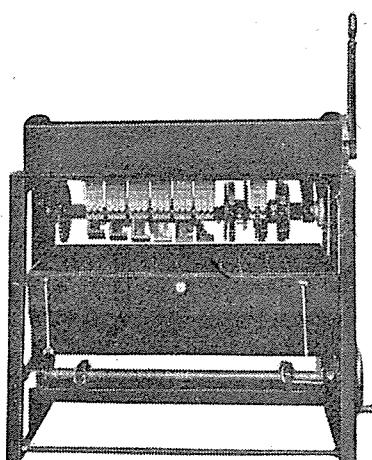
第37圖右側に示すもので次の器具を取付けて居る。電磁接觸器、限流加速繼電器、低電壓保護繼電器、制御回路用二極刃型開閉器及び安全可熔器

主幹制御器

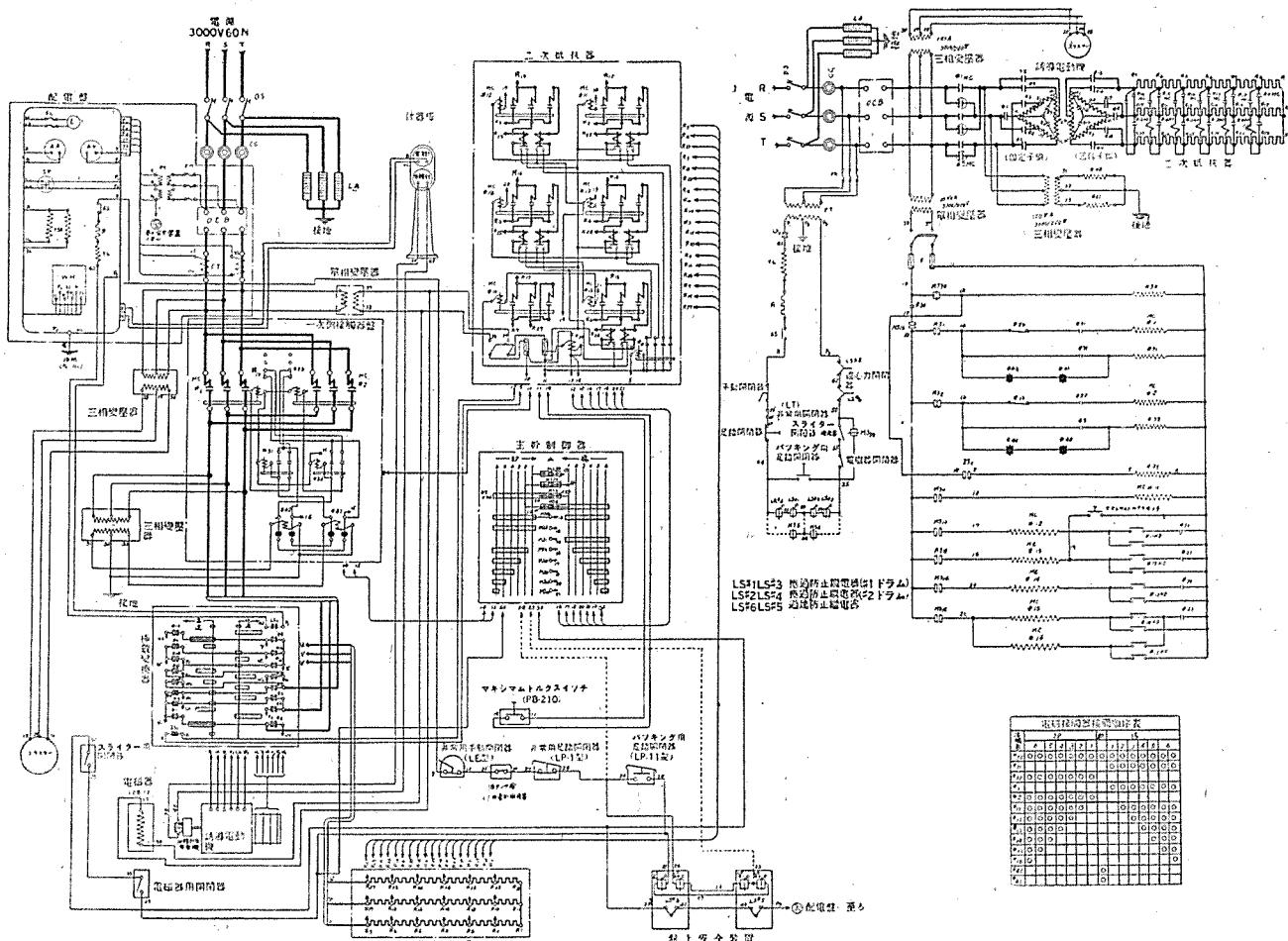
レバーハンドル式ドラム型制御器で動作正確輕快で接觸片は充分餘裕ある様設計して居る。ノッチ數は馬力に應じて異り最小 6 ノッチを標準として居る。(第39圖)

(c) 直接式液体制御器による方法

電動機の容量が 300 HP 以下位の場合に使用されるもので、一次切換、二次短絡開閉器を油槽内に納めたドラム型切換開閉器と液体抵抗器を組合せ、之を同一把手にて操作する液体制御器を使用する方法である。液体抵抗器は構造上、組立容易で取換作業が簡単な事、極板や液の状態が隨時監視出来且腐蝕に耐へる様頑丈にする事が必要である。抵抗液として使用されるものは食鹽、苛性ソーダ、炭酸ソーダ等で、食鹽は手輕に得られるが鹽素ガスを発生し鐵類を腐蝕する為避けた方がよく、苛性ソーダ、及び炭酸ソーダは共に鐵類を傷める事が少いが、苛性ソーダは衣類を傷める事があるので一般には炭酸ソーダ、洗



第36圖 FM-14型油入制御器 #1821



第37圖 卷上機接續圖

濯ソーダを使用する。濃度は炭酸ソーダで2%、洗濯ソーダで5%位が適當である。次に當社製液体抵抗器に就て述べる。

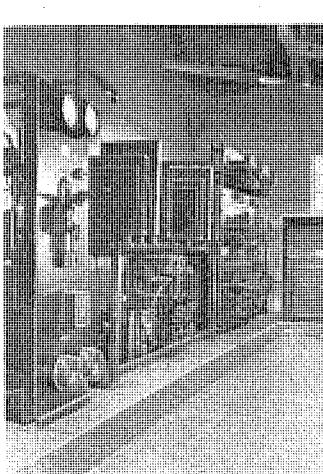
液体抵抗器

之は起動用及び速度制御用に分ける事が出来る。共に同一構造で後者は空氣又は水に依る冷却装置を備へて居る、圓筒形鐵槽内に3相の固定電極と3個の可動電極が相対して一本の操作棒により上下し、兩極間の抵抗を増減する構造で各相は磁器絶縁筒に包まれ之等はすべて上部カバーに取付け點検修理に便ならしめてゐる。冷却槽を水槽の内部に設け之に冷却水を通ずる様にして居る。極板や溶液の状態を監視出来る様液面計、覗孔を設け、冷却水の不純物を抜出す孔を下部に設けて居る。速度制御用冷却方法は小容量のものは空氣自冷式其他は水冷式を標準として居るが、水質の悪い所又は冷却水の得られぬ所では別に冷却器を設け强制空冷式とする事が出来る、本器は切換開閉器と液体抵抗器を切離して据付けレバーにて連結して使用し得る。從て運轉台上には切換開閉器のみ据付ければよい。第40圖は本器を示す。

(d) 電磁接触器式主幹制御器による方法

一次側に電磁接觸器、二次側には液体抵抗器の抵抗を最小ならしめた後短絡する短絡用電磁接觸器及び之等を

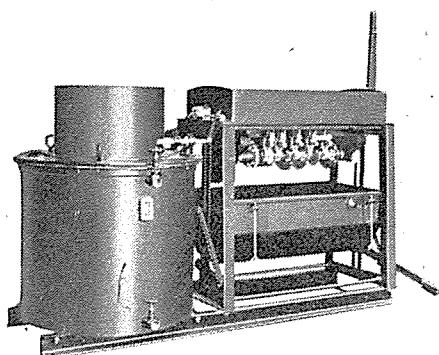
操作する主幹制御器とより成るもので、大容量のものに使用される方式である。坑内に設置する場合は一次二次の接觸器は防爆型とする。本方式では(b)項に述べた如き限流加速装置を有しない爲、運轉者の操作誤の場合過大電流が流れ圓滑なる加速が得難い危険性があるが、後述の油壓操作機關を以て運轉すればその危険性はない。本機關を設けた場合は之により液体抵抗器及び主幹制御



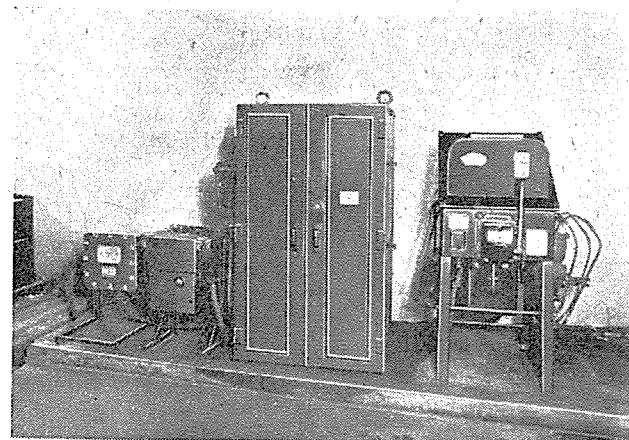
第38圖 左より配電盤



第39圖



第40圖 液体制御器 #51102

第41圖 左より操作機関用電磁開閉器函 #55073
高壓可熔器函一次側電磁接觸器函
LM-152X型配電函

器を操作するものである。

本装置に使用する標準機器を次に述べる。

一次側油入電磁接觸器函

防爆の必要ある場合に本器を使用する。接觸部分を油入とした電磁接觸器 2 個をアングル・フレームに相対して取付け之を函内に納めたもので、點検修理に便なる様函内より引出し得る構造とし、接觸部分は過激な使用に耐へる様特に電流容量を安全にとつてゐる。第 41 圖に示す定格 3,500 V 120 A である。

エ、制御用附屬設備

制御用附屬設備として電源用の遮断器及び保安装置を取付けた配電用器具、制御器の附屬機器及び制動機用設備等がある。遮断器は後述の安全装置と聯動させ運轉準備完了せねば投入は不可能であり、安全装置が働けば遮断器は開路し非常制動がかかる装置となつて居る。以下當社製品に就て述べる。

(1) 配電盤

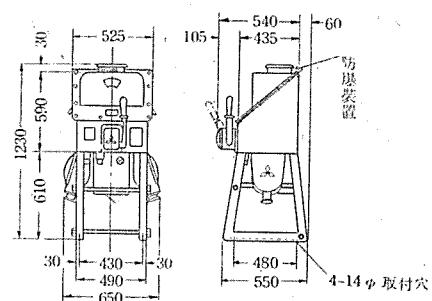
第 38 圖左端に示すもので其の取付器具を下記に示す。油入遮断器、電流計、電圧計、積算電力計、標示燈、過負荷繼電器、低電圧繼電器、變流器及計器用變壓器

(2) 配電函

本器は狭隘な坑内等で使用する爲形狀を小さく軽量にし、手荒な運搬取扱ひに耐へる様強固な鐵函中に全器具を取り付けて嚴重な防爆構造として居る。上部狭隙防爆下部油入防爆の兩部分より成り完全に防爆的に仕切られて居る。遮断器は油中にて開閉せしめ火花発生部分は油面下 130 精以上あり、狭隙防爆室は電流計其他の器具を收める所で上部カバーに金属狭隙を設け計器前面は 10 精厚さの硝子板を置き、ケース・カバーの接合面は 32 精幅の仕上金属面を以てし防爆上遺憾なきを期して居る。本器の定格は 3,500 V 200 A で標準 LM-102 X 型の取付器具を次に示す。

油入遮断器、電流計、表示燈、過負荷引外線輪、低電圧引外線輪、變流器、包裝可熔器付計器用變壓器

等で本器は以上の取付品の他に二極熱動過負荷繼電器を取り付け直入起動器としても使用する。第 41 圖右端は LM-152 X 型で上記器具の他に積算電力計を取り付けて居る。



第42圖 LM-102X型配電函外形圖

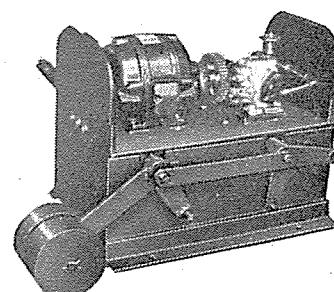
第 42 圖に LM-102 X 型の外形寸法図を示す。

(3) 油壓操作機關

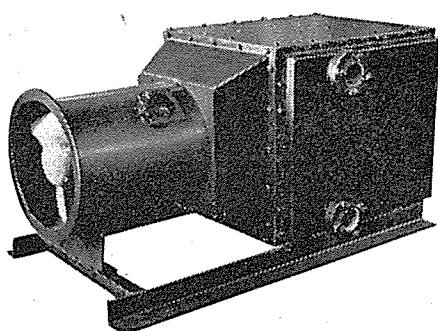
液体制御器は連續的に使用され運轉者を疲れさせぬ様其の操作の軽快と云ふ事が甚だ重要視される。液体抵抗器の容量が大きくなると可動部の重量も増し手動操作では重くなる。此の場合に本機関を使用するもので函内に歯車ポンプ、電動機を設け油圧をピストンに送り此の動きを以て電極を操作するもので、その動きは操作把手の動きに追従する構造で、此の装置の一つの特徴は自動起動が出来る點でシリンダーの油の入口の弁を適當に加減して置けば運轉者が如何に急激に把手を運轉位置にとつても抵抗器は或限時を以て起動する。尙本装置が故障の場合をも考慮しレバーにより直接操作し得る構造として居る第 43 圖に本機を示す。

(4) 空氣冷却器

液体抵抗器の設置場所が冷却水の得難い場合、又は坑



第43圖 操作機關 #550654



第 44 圖 空氣冷卻器 #550265

内天然水を利用する場合にも泥土其他を含有する不潔水である時は冷却効果を低下せしめる許りでなく冷却器そのものを腐蝕せしめる爲、漸次水冷式を止めて空氣冷卻式を採用される傾向がある。本器は冷却器と送風機を一体にしたもので高温の抵抗液をポンプにより引出し本器に導いて循環せしめるもので、冷却管は冷却効果を甚大ならしめる爲 L フィン管を使用してゐる。L フィンは普通の一耗徑の銅線を外徑 13 耗、ピッチ 3 耗の螺旋にして數個絡み合せたものを冷却管に接着したもので熱抵抗を低下せしめ熱移動量を増加せしめるもので、従來の鍔付管よりも非常に優れた性能を有してゐる。第 44 圖は本器を示す。

(5) 水冷却器

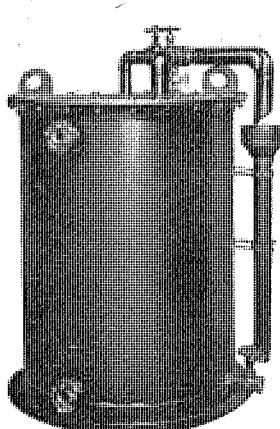
大型の液体抵抗器で冷却水の得られる場合に設置するもので金属管を多數並列に並べ、此の中に高温の抵抗液を通し外部を水にて冷却するもので、冷却効果最も良く比較的小型である。第 45 圖は本器を示す。

(6) 計器塔

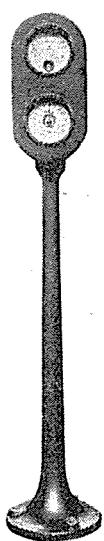
電流計、回転計等を取付け運轉者の見易い所に設置するものである。(第 46 圖)

(7) 油圧装置

油圧制動をなす場合は蓄壓器用として 3 HP 3 相誘導



第 45 圖 水冷却器 #550652



第 46 圖 計器塔 #51464

電動機 2 台を設備する。内 1 台は豫備用で各々に電磁接觸器を設け自動的に運轉する爲浮動用開閉器又手動運轉の爲に押釦を取り付け、蓄壓器が無壓の場合の危険を防止する爲制限開閉器を設ける。本装置の電源用として 3 極油入可熔器 (第 41 圖) 1 KVA 3 相變壓器 1 台が入用である。

オ、安全装置

安全装置として要求される點は動作の正確な事、維持上手数を要せぬ事等で、以下當社標準安全装置の種類、作用等に就て述べる。特に非防爆型と指定せるものゝ他は總べて完全なる耐壓防爆構造である。

(1) 非常制動用電磁器

油壓制動の場合に於て遮断器開路の際可動鐵心及び重錘を落下し油壓弁を操作して非常制動をかける役目もので、(2) の開閉器と聯動せしめる。本器は OB-1 型を使用する行程 50 粪索引力 5 kg で電源用として 3 KVA 単相變壓器を要する。

(2) 制動把手用聯動開閉器

前記非常用電磁器上に取付け非常制動がかり重錘が落下すれば本器は開路する。此の際運轉者が制動把手を制動位置に持来る時は再び閉路して次の運轉に備へるが若し制動把手を弛め位置に放置する時は本器は開路のまゝとなり遮断器の投入を不能ならしめる。換言すれば非常制動がかりた際運轉者をして必ず把手を制動位置に持来る様 インターロック したものである。

(3) 非常制動用 フラスター 及聯動開閉器

遮断器開路の場合電動機の カップリング に作用して非常制動を行ふもので、本器故障の場合遮断器を開く為聯動開閉器を附屬させる電源用として 5 KVA 3 相變壓器を要す。

(4) GL 型卷上安全器

本器は過巻、過速防止兼用の安全装置で大型巻上機には缺ぐべからざるものである。従来主として設備されたものは過巻にあつては深度計の一端に制限開閉器を取付け、過速にあつては高速軸端に遠心力開閉器を取付けるものであつたが、之等の方式は點検修理に不便で又機械部分の振動の爲誤作動を起し易い缺點がある。本器は之等の缺點を一掃する為過巻、過速兩要素を一体として一機構内に纏めたもので運轉上最も便利な位置に据付可能にして巻洞との間には チェーン を以て連絡する故振動が傳はる事なく又不斷の點検調整が極めて容易である。本器は第 47 圖に示す如く其の主要部分は カムホイール、フライボール 及び之と関連する 2 個の開閉器、警鈴等より成る。次に作動を説明すれば、

(a) 卷過却過の場合

カムホイールは巻上機の全揚程に相當する回転角度を有する回轉圓盤の終端近くに適當な カム を取付けたもので必要以上に巻過ぎ或は却過ぎた場合 カム により開閉器を開き遮断器を開路し非常制動を行ふものである。

(b) 過速の場合

フライ ボール は巻筒の回転速度に応じ鋭敏に作動するもので、過速の場合は之が作動により開閉器を開き上記同様の非常制動を行ふ。

(c) 減速時に於ける過速の場合

減速時に於ける過速防止としては回転圓盤に減速 カムを取付け若し適當の減速を行はない場合は、フライボルと減速カムの聯動により開閉器を開き前記同様非常制動を行ふもので、尚巻終り近くに於ては運轉者に注意を與へる爲單打 ベル を鳴らす。

尙炭車及び人車兼用巻で電動機を 2段速度に切換へて使用する場合は、極數變換器と インターロック して運轉台上にて極數變換器を切換へる事により 2段の速度に作動せしめる事が出来る。

(5) 非常用開閉器

足踏式と手動式とがあり何れも運轉台上に取付け非常の際に之を切つて遮断器を開き非常用制動機を動作せしめるもので、標準として次の種類のものがある。

P X 型 足踏開閉器

L P 型 足踏開閉器（非防爆型）

L E 型 手動開閉器（非防爆型）

(6) L J 型 電鈴用開閉器

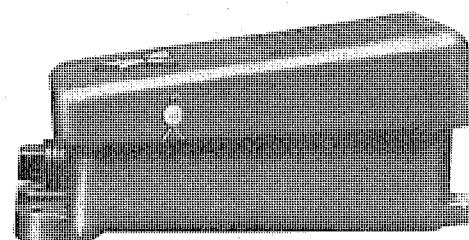
深度計に取付けるもので過巻に近づいた時本器を働かせ、警鈴を鳴らし運轉者に注意を喚起せしめるもので、自動復巻式である、本器の作動後更に巻続ける時は次の過巻防止開閉器が作動する。

(7) L Q 型 過巻防止開閉器

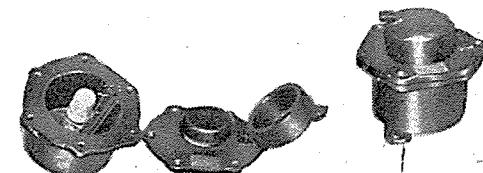
(6) と同様深度計に取付ける場合作動し遮断器を開き非常制動をかけるもので接觸部分は早切装置を附し確實に開閉を行ふ。本器は商工省令石炭坑用機械器具検定に合格し直方試験所第 52 號を受けて居る。

(8) パッキン用足踏開閉器

運轉台上に取付け過巻防止開閉器が作動した場合本器を閉路せねば遮断器は投入出来ず、過巻防止開閉器がリセットする迄本器は閉路しておかねばならぬ、標準として



第 48 圖 LP 型足踏開閉器 #2247



第 49 圖 PX 型足踏開閉器 #51463

次のものがある。

P X 型 足踏開閉器

L P 型 足踏開閉器（非防爆型）

(9) L R 型 過速度防止開閉器

卷上機高速側軸端よりベルト 又は チェーン にて本器を回轉せしめるもので從來のものが作動不確実なるのに比し本器は鋭敏確實に作動する、作動點は同期速度の 110 %としてゐる。

(10) L T 型蓄壓器用制限開閉器

蓄壓器が無壓の場合の危険を防止するため油槽に取付けたレバーにより作動せしめ遮断器を開き非常制動をかける。

(11) 制動靴減用制限開閉器

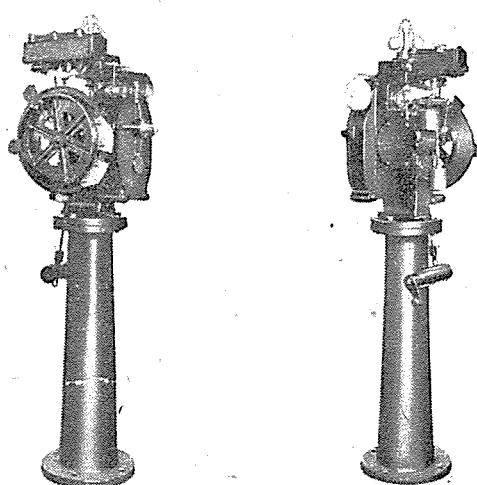
制動靴の磨滅が或程度以上となつた時動作するもので制動用 ピストン の衝程が一定値以上になれば本器は接觸を閉ぢ警鈴を鳴らす、此の場合非常制動はかかるしない。

(12) ガイドレール用制限開閉器

スキップ 卷の場合 ガイドレール に取付ける過巻防止開閉器で スキップ 自体に取付けたる レバー に依り本器を開路し非常制動を行ふ。

(13) 壓力開閉器

氣壓制動方式の場合氣壓が一定値以下に降下した時、本器が作動し非常制動を行ふ。

第 47 圖 GL 型 卷上機安全器
#52171 #52172

6. イルグナー 卷上機電氣設備

誘導電動機を使用する卷上機は、速度制御の困難と言ふ缺點があるが、經濟的見地から、中小容量の卷上機には盛んに使用されて居る。近年制動方式の改良進歩によつて容量は次第に増大し、既に 1,000 馬力の斜坑卷上機が記録されて居る。然し高速度、大容量の豎坑卷上機に於ては、制御方法の困難、電力の損失等から、直流可變電壓制御方式が採られて居る。

ア、イルグナー 式卷上機の特徴

直流可變電壓制御方式、特に イルグナー 式卷上機の特徴

の一は、速度制御の確實、安全且容易なことである。誘導電動機を用ひ、其の二次側に抵抗器を用ひて速度制御を行ふものにあつては、ハンドルノッチに對する電動機の回転速度は負荷によつて變化するために、制御器とブレーキとの併用によつて辛うじて所要の速度を得て居る状態である。イルグナー式巻上機に於ては、負荷の如何に關せずハンドルノッチと速度とは一定の關係を有し、特に速度調整装置（例へば調整勵磁機）を用ふれば極めて正確な速度を得ることが出来る。かくて加速、及び減速が、安全且確實に行はれることなり、結局高速運轉を可能ならしめるものである。今日誘導電動機を使用する巻上機の巻綱速度は毎秒5米乃至6米程度で、最高10米を出ないが、イルグナー式巻上機は毎秒10米乃至15米に達し20米以上のものも製作されて居る。之はイルグナー式の安全性を立證するものと言ふことが出来る。

堅坑巻上機、特に高速度の巻上機に於ては、全速運轉時間は、加速時間及び、減速時間に比較すれば、割合に短い場合が多い。一例を擧げれば次の通りである。

一定加速時間	12.2秒
減衰加速時間	8.9秒
全速運轉時間	3.8秒
減速時間	16.6秒
炭車入換時間	10.0秒
デッキ換時間	7.0秒
炭車入換時間	10.0秒
計	68.5秒

之は全速運轉時間が特に短い例であるが、若し之に誘導電動機を使用するとすれば、加速時に於ける二次抵抗器の熱として消費される電力は、全所要電力の40%以上に達するのである。イルグナー式の場合は加速及び、減速時に於ける損失電力は、誘導電動機の場合に比し極めて僅少である。

尙イルグナー式巻上機に於ては、速度制御範囲が廣く、低速度に於ても、強大な回轉力を發生せしめることが出来る。

イ、電氣設備

(1) **巻上用直流電動機** 巷上用電動機は正轉、逆轉を頻繁に繰返すものであるから、機械的に頑丈であることが必要である。

イルグナー式巻上機に於ては、電動機軸は巻上機軸に直結される場合が多い。從つて電動機は低速度となり、大形となるものであるから、輸送關係を考慮し、鐵芯を數個に分割し、點検、補修を便ならしむる様、構造に考慮を拂ふ必要がある。

(2) **電動發電機** 電動發電機は、誘導電動機、直流發電機勵磁機及びはずみ車を直結するのであるが、はずみ車は獨立の台床に取付けて接觸手で連結し、其の他は共通台床上に連結する。

誘導電動機は巻線型回轉子として二次抵抗に、滑り調

整器を使用する。滑り調整器は全自動式とすることが安全且便利である。

直流發電機に於て特に注意すべき點は殘留磁氣を成るべく少くすることである。此の爲に殘留磁氣打消用界磁線輪を設ける等特別の考慮を要する。

電動發電機は負荷の變動によつて、速度が變化するものであるから、勵磁機は速度の變化に無關係に一定電壓を保つ様に自動電壓調整器を必要とする。

はずみ車は尖頭負荷を抑制するに充分な容量とすべきは勿論であるが、尙電源停止の際にも二、三回の巻上が出來ることが望ましい。

電動發電機の急停止は機械的ブレーキによるものは手數を要し、且停止時間も長いが、逆相制動を行へば手數を要することなく、短時間で停止せしめることが出来る又發電制動により急停止を行ふこともあるが、別個の直流電源を要し、操作も簡単に出來ない缺點がある。

(3) **巻上電動機制御方式**

イルグナー巻上機は前述の通り高速であるから、炭車を巻く場合と人間を巻く場合とで速度を變更して、人間巻の場合の安全度を増す様にする。此の場合の人間巻の速度は毎秒10米位が普通である。

此の様に高速と低速と二段に切換へて運轉を行ふものでは、低速運轉の場合には坑底及び坑口に特別の開閉器を置くか、信號裝置と關聯せしめるか、或は此の兩者を併用して、誤つても高速運轉が出來ない様にすることが肝要である。

低速運轉の方法に二通りある。即ち前述の低速運轉用の開閉器によつて、電磁石等を作動せしめて、速度制御ハンドルを途中にて停止せしめて、夫れ以上の速度が出ない様に制限するか、或はハンドルは高速の場合と同様に動くが制御用抵抗は低速に相當する所までは變化するが夫れ以上には變化しない様にする方法と、發電機の界磁線輪の接續を變更するか、或は制御器の抵抗を適當に變更して低速を得る方法とである。前者は高速、低速共に加速度は同一であり、後者は低速の場合には加速度も小さい。

(4) **保護裝置** 誘導電動機による巻上機の保護裝置と異なるものは、直流主回路過負荷保護裝置と、巻上電動機の不足勵磁に對する保護裝置とである。前者は氣中遮斷器が作動すれば主回路を開放することなく、適當の抵抗を残す様にして、非常制動を行ひ、此の抵抗を通じて發電制動を行ふ様にする。後者は巻上電動機の界磁電流が一定値以下になれば非常制動を行はせる。

非常制動は原因の如何に拘らず、發電機を無勵磁にして發電制動を行ふと同時に、機械的に制動するのが普通である。

ウ、イルグナー巻上機の實例

國產イルグナー巻上機は極めて少いが、當社が三菱鐵業會社の御註文により製作した、1,550馬力イルグナー巻上

機の電気設備の要目を掲げて参考に供し度い。

電気設備要目

巻上用直流電動機

出力 1,550 馬力	電圧 0~600 ボルト
回転数 0~47.7 毎分	定格 連続
全重量 約 70 噸	

主電動発電機

直流発電機

出力 1,300 キロワット	電圧 0~600 ボルト
回転数 750 毎分	定格 連続

誘導電動機

出力 1,100 馬力	電圧 3,300 ボルト
周波数 50 サイクル	定格 連続

勵磁機

出力 35 キロワット	電圧 220 ボルト
回転数 750 每分	定格 連続

はずみ車

WR ² 35 噌・メートル ²	重量 約 35 噌
--	-----------

自動速度調整勵磁機用電動発電機

直流発電機

出力 0.5 キロワット	電圧
回転数 1,200 毎分	定格 連続

直流電動機

出力 1 馬力	電圧 220 ボルト
回転数 1,200 每分	定格 連続

補助電動機

主電動発電機起動用軸受油ポンプ電動機

軸受滑油ポンプ電動機

制動機用空氣壓縮機電動機

制御装置

配電及制御盤	1 組
直流遮断器盤	1 組
自動滑り調整器	1 台
發電機界磁制御器	1 個
電動機界磁開閉器	1 個
非常用開閉器	1 個

其の他制限開閉器、計器、補助電動機用起動器類等であるが、尙詳細は三菱電機第 17 卷第 3 號（昭和 16 年 3 月）を参照願ひ度い。

7. 斜坑集團 ベルトコンベヤの電気設備

從來は坑内から坑外への石炭運搬方法として斜坑巻上機或は堅坑巻上機によるものが普通であつて、ベルトコンベヤは切羽、片盤或は撰炭場等に於て、比較的短距離間の石炭運搬用として使用されるに過ぎなかつたのであるが數年前から之等巻上機に代つて、斜坑集團 ベルトコンベヤによる方式が諸所の炭坑で採用されるに至つた。

斜坑集團 ベルトコンベヤは、多くの場合、炭車をエンドレス或は電車等により、各片盤から斜坑坑底のポケット上に運びチップラによつて炭車内の石炭をポケットに移し、次にポケット下部のシート及びフイーダーにより斜坑最下部のベルトコンベヤに積み、次第に上部側ベルトコンベヤに移し、最後に、選炭場ポケット内に送り込む方式である。又坑内には全然炭車を使用せず、各片盤にベルトコンベヤを

使用して、石炭を直ちに斜坑ベルトコンベヤに積み込むことも出来る。

斜坑集團 ベルトコンベヤが、從來の巻上機に比して、大なる特徴とする所は、運搬能力が極めて大なることであるが、尙次の様な利點がある。即ち

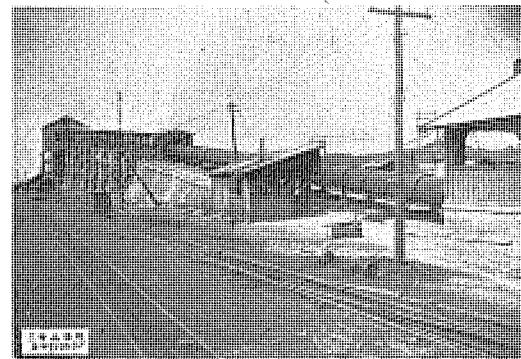
- (1) 自動運轉化されるから、人件費を減じ得る。
- (2) 構造が簡単で、取扱が容易である。
- (3) 炭車を使用せぬから危険が伴はぬ。
- (4) 運轉が合理化され、負荷率が良好となり、電源送電系統に悪影響を及ぼさぬ。

等である。一方建設費の點に於て、他の運搬設備より多少高価となるが、前述の特徴は此の缺點を補つて尚餘りありと云ふことが出来る。

ア、電動機

ベルトコンベヤの所要起動回転力は、大体、運轉回転力の 130 乃至 250 % とされて居る。普通斜坑ベルトコンベヤに使用される出力 100 乃至 200 馬力程度のものに於ては、所要起動回転力は、運轉回転力の 180 乃至 200 % 位を要するのではないかと考へられる。一般に電動機の定格出力は、負荷の所要入力の 120 % 前後に設定されるから、電動機の起動回転力は、其の全負荷回転力の 180 % あればよいことになるが、實際運轉に當つては、豫想外の起動回転力を要することもあらうから、電動機の起動回転力は、其の全負荷回転力の最大 250 % 位を出し得るもののが安全である。

此の様なベルトコンベヤ用誘導電動機としては巻線型、籠型の 2 種がある。籠型誘導電動機は信頼度高く、制御装置簡単で、且故障率も少いが、直入起動を行へば起動回転力過大の爲に、起動時の衝動の爲にベルトの壽命を短くする。一般に集團ベルトコンベヤの場合には、互換性及び豫備品の關係から、例へ各ベルトコンベヤの所要入力が異つても、電動機の定格出力を 1 種又は 2 種とするので、或るものに對しては甚だしい起動回転力の過大を招來する。從つて小型のもの以外は、起動回転力を自由に調整出来るものが望ましい。この籠型誘導電動機の起動回転力調整法としては、Y△起動法、單巻變壓器補償起動法、一次回路に起動抵抗又は、起動リアクトルを使用する法等がある。此の内、Y△起動法は、起動回転力が、Y 結線と、△結線の 2 種に限られるので實用價値が少い



第 50 圖 坑外ベルトコンベヤ全景 #550537



第51圖 坑外ベルトコンベヤ #550539

単巻変圧器補償起動法は任意の起動回転力を得ることが出来るが、切換装置を要するので、多少複雑となる。一次回路に起動抵抗、又は起動リアクトルを使用する法は起動回転力の選擇も自由であり、装置も比較的簡単である。

巻線型誘導電動機は、之に時限式加速装置を附屬せしめると、如何なる負荷状態に於ても、圓滑なる起動を行ふことが出来、ベルトの損耗も少くなる。此の場合の起動抵抗器としては、加速方法及び、防爆の點から電動操作式液体抵抗器が適當して居る。液体抵抗器には冷却装置の必要はないが、全負荷起動の場合にも、數回の連續起動に耐へる容量を有することが必要である。

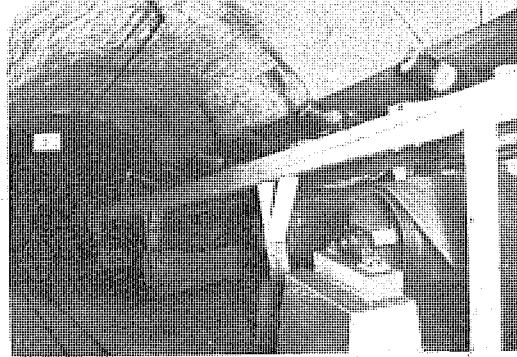
電動機の保護方式としては、斜坑坑内に使用するものであるから、防爆型としなければならない。若し爆発性瓦斯が全然ない所ならば防爆型の必要はないが、炭塵が発生するので、全閉型又は全閉外被通風型が適當である。

イ、制動装置

斜坑集團 ベルトコンベヤに於ては、その逆轉を防止する爲と、又全ベルトコンベヤの一齊停止の際、仕様及び負荷状態の異なる各ベルトコンベヤを略同一時間内に停止させて、縦目シートに石炭の堆積することを防ぐ爲め、電動機軸に制動装置を設けなければならない。制動装置としては、電磁ブレーキ或は油壓ブレーキを使用するのが普通で其の制動回転力は、積載石炭の荷重によつて逆轉することを完全に防止して、確實に電動機を静止の状態に保持し得ればよいので、急停止を目的としたものでないから巻上機等に比べて小さいものでよい。若し過大な制動回転力を、電動機が無電圧になると同時に、急激に作動せ



第52圖 坑口より坑外を望む #550538



第53圖 坑内斜坑ベルトコンベヤ #550540

しめると、ベルトは積載石炭の慣性で過大な張力を受けることになるから、制動回転力を逆轉を防止し得る最低に撰ぶか、或は作動時間が調整出来る様にして、徐々に制動を行ふ様にすることが望ましい。

ウ、制御方法及び監視

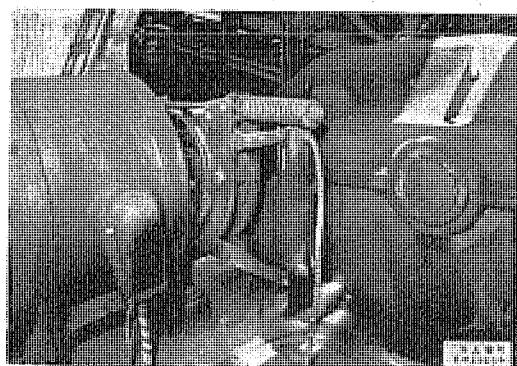
集團ベルトコンベヤは遠距離にある多數のベルトコンベヤを唯一一人の運転者が、一組の押鉗によつて、安全に、自由に制御し、各ベルトコンベヤが如何なる状態にあるかを監視し得ることが必要で、個々のベルトコンベヤには常時特定の監視人を要せず、隨時見廻りの程度で差支へない。之が爲に運転室と各ベルトコンベヤ間には完備した信号装置と、警報装置とを要し、又各ベルトコンベヤ相互間を電気的に聯動せしめることが必要である。

集團ベルトコンベヤの制御と監視の方法には色々の方式があるが、坑内又は坑外の適當の場所に運転室を設け、此の運転室には制御、及び監視に必要な、あらゆる信号燈、警報電鈴、押鉗開閉器、其の他必要な繼電器類を取付けた制御盤を置き、各ベルトコンベヤの起動、及び運転に必要な電磁制御函は、夫々の機械座に置くのが普通である。運転室の制御盤は照光盤を兼用せしめ、他の信号及び警報装置と共に、現場の状況を明確に監視し得る様にする。尚此の制御盤に電流計を取付けて置けば、各ベルトコンベヤの負荷の状態おも知ることが出来て便利である。

各ベルトコンベヤの制御器具としては、断路器、電磁制御函、速度開閉器、シートスイッチ、操作開閉器、警報電鈴、及び信号燈等を要する。此の中操作開閉器は、総合運転、停止及び單獨運転の切換へを行ふもので、單獨運転は當該ベルトコンベヤのみの運転を行ひ、停止は総合運転の場合には、非常停止を意味するものである。

集團ベルトコンベヤの制御の方法は、數台のベルトコンベヤと1台のフィーダーを有する極めて簡単なものと、各ベルトコンベヤ毎にフィーダーを有し、各々が一定の信号によつて任意に運転を行ふ、極めて複雑なものとがあり、簡単に述べることは出来ないが、次に共通的な一般事項に就て述べることにする。

(1) 起動。起動は石炭の流动方向と逆の方向に順序起動を行ふ。即ち最上部のベルトコンベヤが起動し、或る



第 54 圖 油 壓 ラ レ キ #550543

時間を経過して、次のベルトコンベヤが起動する。此の場合適當な時隔を持たしめる爲に、時限装置が必要であるが、其の方法としては

- (a) 電動操作主幹制御器を使用する方法。
- (b) 限時繼電器による方法。
- (c) 電動操作主幹制御器と限時繼電器とを組合せる方法。
- (d) ベルトの速度要素を取り入れる方法

等がある。此の中 (b) の一方法として、ベルトコンベヤの數の如何に關らず、唯 2 個の限時繼電器を使用する方法があるが、簡単で數個の限時繼電器を使用した場合と同様に作動し、何等遜色がない。

(2) 順序停止。ベルトコンベヤは全コンベヤを一齊停止しても、各ベルトコンベヤの惰走距離の相異は僅少であるから、ベルトコンベヤ 繼目シートの石炭堆積は、大抵の場合大した問題でない。勿論、停電或は非常の場合は、全部或は一部のベルトコンベヤは一齊停止を行ふのであるから、繫目シートは幾分大きく作り、多少の石炭堆積は實用上差支へない様にして置くのである。然し平常の停止の場合は成るべく順序停止を行い、繫目シートの石炭堆積をなくし、ベルトコンベヤ上の石炭を少くして、次の起動を樂にする方が、あらゆる點から考へて得策である。即ち起動とは逆に最下部から、石炭の流動方向と同方向に順次停止せしめる。時限装置は (イ) の場合と同様である。

(3) 一齊停止。必要の場合には全ベルトコンベヤを一齊に停止せしめる。然し坑道の途中等で全ベルトコンベヤを一

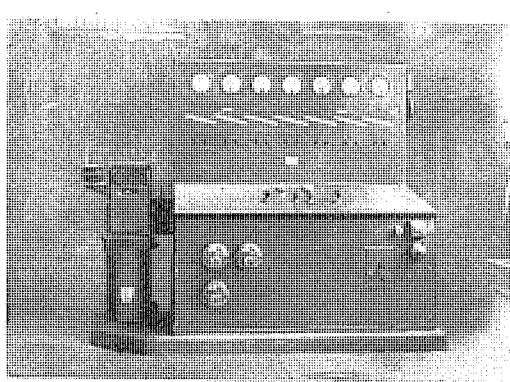
齊停止せしめる必要はあまり起るものでなく、多くの場合は或る特定のベルトコンベヤを次に述べる、非常停止を行へばよい。

(4) 非常停止及び再起動。綜合運轉中の或るベルトコンベヤを現場に於いて停止したい場合、又は異状を認めた場合には、所屬の操作開閉器を停止ノッチに入れ、其のベルトコンベヤを非常停止せしめる。此の時石炭送込側にある機器は、全部一齊停止せしめて、途中に於ける石炭堆積を防止しなければならない。此の様に入爲的に非常停止したベルトコンベヤを再起動する場合は、操作開閉器を再び綜合ノッチに入れることにより、自動的に順序起動と同様に、再起動を行ふ。故障の場合には保護装置により、自動的に上記と同様の非常停止を行はしめる。此の場合の再起動は故障除去の後、當該保護装置を手動復歸せしめるか又は押鉗開閉器との並用によらなければならない。

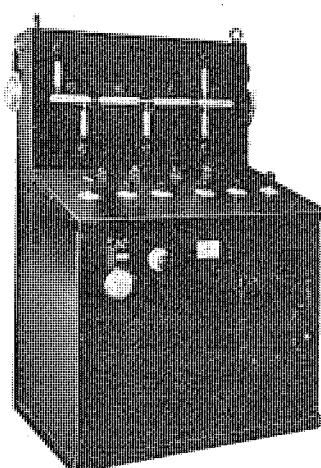
(5) 單獨運轉。他のベルトコンベヤとは無關係に、單獨に運轉を行ふ必要がある。此の場合は運轉室と連絡を執り制御盤の切換開閉器を單獨に切換へた後、現場機械座の操作開閉器を、單獨運轉ノッチに入れて、運轉を行ふ様にする。單獨運轉は頻繁に行ふものでないから、操作上多少の不便はあつても上記の手段を執り、濫りに集團ベルトコンベヤとしての秩序を亂さない様にすることが望ましい。單獨運轉の場合も、保護装置が作動すれば、運轉を停止せしめる。

(6) 監視。集團ベルトコンベヤ、選炭機等多數の機器を綜合運轉する場合の監視は極めて重要な事項で、殊に集團ベルトコンベヤの場合には、數台或は十數台のベルトコンベヤが遠距離に亘つて配置されて居るので、各機器の状態は、一人の監視人によつて知り得ることが肝要である。

監視事項の主なるものは、(a)順序起動準備完了、(b)順序起動中、運轉中、順序停止中、(c)非常停止、(d)單獨運轉中、等であるが、(c)の非常停止は如何なる原因により停止したかを知り得ることが望ましい。これらのことを監視人に了解せしめる爲には、信號燈、警報電鈴等を使用する。



第 55 圖 制 御 盤 #550546



第 56 圖 制 御 盤 #550716

信号燈は、色別、明滅、照度の変化等を利用し、警報は電鈴、ブザー等音色の違を利用し、或は又、之等を適當に組合せて監視を行はしめる。又各機器の状態を一目瞭然たらしめる爲に、制御盤を照光盤に兼用せしめる場合が多い。

照光盤はベルトコンベヤ及び其の附屬設備の形狀を表微せしめると共に、其の配置を成るべく實際に近くし、且つ石炭の流動方向を明瞭ならしめる様に考慮しなければならない。

エ、保護装置

集團ベルトコンベヤの運轉中に起る故障中、保護装置を必要とするものは次の如きものである。

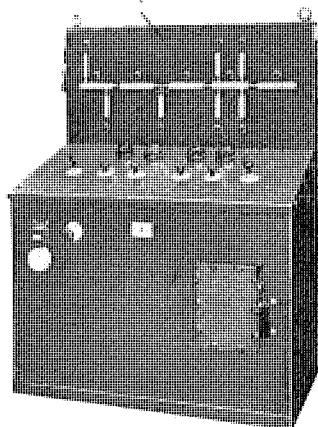
(1) 無電壓保護。ベルトコンベヤ自身の故障ではないが、運轉中に電源が、低電壓或は無電壓となれば、全部一齊停止を行ひ、電源復活後押釦を押して、再起動せしめる。

(2) 電動機の過負荷保護。或るベルトコンベヤの電動機が何かの原因で過負荷となつた場合は、夫れ自身及び石炭送込側にある機器を全部一齊停止せしめる。過負荷繼電器としては、熱動繼電器が適當である。

(3) ベルトの滑り又は切斷保護。集團ベルトコンベヤに於てベルトと動車間に滑りが生すれば、ベルトを傷め、其の壽命を短縮し、或は縦目シートの石炭堆積の原因となるが、甚だしくなればベルトを焼損するに至る。之は運轉方式によるものであるから、滑りを最小に保つ様に改良する必要があるが、尙ほ程度以上の滑りを生じた場合は、直ちに其のベルトコンベヤを停止せしめると共に、石炭送込側にある機器を一齊停止せしめなければならない。

滑り保護としては遊車に速度開閉器を取り付けて、運轉中遊車の回轉速度が或る限度以下に低下すれば、直ちに此の速度開閉器が作動し、ベルトコンベヤが停止する様にする。上記の速度開閉器の代りに、動車と遊車の回轉の差を利用して、此の差が或る限度以上に大きくなれば繼電器が作動する様にすることも出来る。後者は回轉數の差を利用し、回轉速度を利用するものでないから、調整等を要することなく、動作も確實で信頼度が大である。

運轉中にベルトが切斷した場合には、直ちに其のベルトコンベヤ及び石炭送込側の機器を一齊停止せしめなければ



第58圖 制御盤 #550717

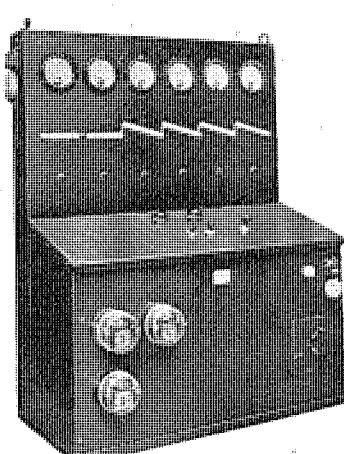
ならない。此のベルト切斷保護は前述の滑り保護を其のまゝ兼用せしめることが出来る。

(4) 縦目シートの石炭異常堆積保護。運轉中のベルトコンベヤの縦目シートに、坑木其の他石炭と共に投込まれた障害物が引掛り、石炭の流動を妨げて、異常堆積を生ずることがある。之に對しては縦目シートに制限開閉器を設け、或る量以上に石炭が堆積すれば、此の開閉器が作動して、石炭送込側のベルトコンベヤを一齊停止せしめる様にする。

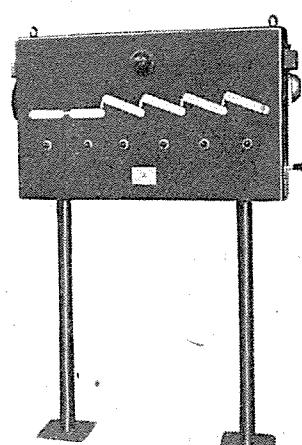
オ、操作回路に就て

集團ベルトコンベヤに於て、以上に述べた様な制御及び監視を完全に遂行する爲には、操作回路が複雑になり、運轉室と各ベルトコンベヤ間の操作線の數が多くなるが、遠距離に亘る坑道内に多數の線を張ることは、保安上からも經濟上からも、好ましからぬことである。これは完全な信号装置、警報装置及び保護装置を装備することと本質的に矛盾を來すもので、設計に當り最も苦心を要する處である。

操作回路の電壓に就ては、其の線路の電壓降下に對して慎重な考慮を要し、殊に最終端に設置される繼電器類に對して、電壓降下の爲め不作動を起さぬ様、注意が肝要である。此の電壓降下、或は前述の操作線の見地から、電磁接觸器或は繼電器類は、成るべくベルトコンベヤ現場の機械室に設置することが得策である。



第57圖 運轉室制御盤 #550715



第59圖 補助監視所用照光盤 #550714

第V章 選炭及積込用設備

1 概 説

各種工業の生産工場と同様に選炭場設備に於ても、ライシヤフト に依るベルト掛け運轉方法は既に其の跡を断ち、最近では大部分の選炭場が各機械毎の各個運轉を行つて居る。此處數年來更らに進んで所謂總括運轉装置の採用が目覺しく進出して來たことは注目に値する。この事實は近來に於ける人件費の節約、合理的科學的運轉方法に依る能率増進等の見地から當然發達すべき運命にあるものであつて、今後更らに機械設備、電氣設備に新機軸を出すであらうと想像されるし、又さうあるべきことは技術者の責務である。

選炭物各種機械の原動機としては殆んど誘導電動機であり、僅かに鐵粉分離用として直流發電機を必要とすることがある。ポンプ、送風機、クラツシャーを除いては殆んど減速電動機を使用する。此處では坑内用と異なり防爆の必要なき故其の構造も一般工場用のものと同様にて差支ないが炭塵に對しては特に考慮を拂はねばならない。

選炭場總括運轉装置に就て特に考慮すべきことは制御装置を可及的一個所の配電室（運轉室）に集め、塵埃多き現場と區割して其の故障率を少くすること、而して現場と運轉室との信號連絡を完全にし、全工場の運轉を一人の運轉手の制御下に在らしめることである。又各原動機の順序起動、順序停止等の運轉方式を石炭の流動系統に合致せしめ可及的無用の起動停止の機會を少くすることが必要である。

總括運轉方式には一般に照光盤を附屬せしめることが常識とされて居り、普通之を半裝飾的と考へらるゝ傾向があるが之は大なる誤りであつて數十台の機械の運轉状態を一見明瞭ならしめ、以てあらゆる場合に敏速に處置を執り能率的、合理的ならしめるために是非必要なるもので一工場の生産工程の科學的管理を行ふ場合に非常に役立つものである。唯現今資材的見地に鑑み照光盤も實

用本位とし徒らに外觀を良くすることの弊を止めねばならない。

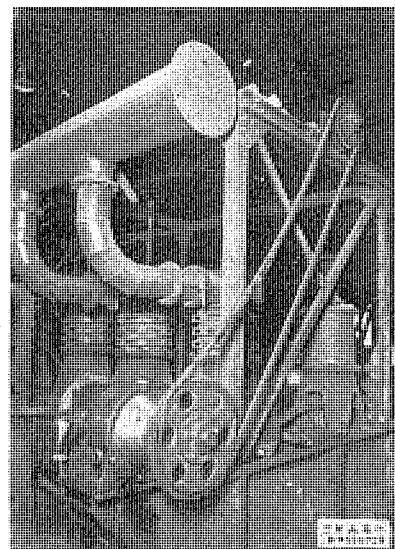
2 減速電動機

構造は第III章2節の減速電動機の項を參照願ふこととし、此處には減速電動機の實際使用例を示すこととする。

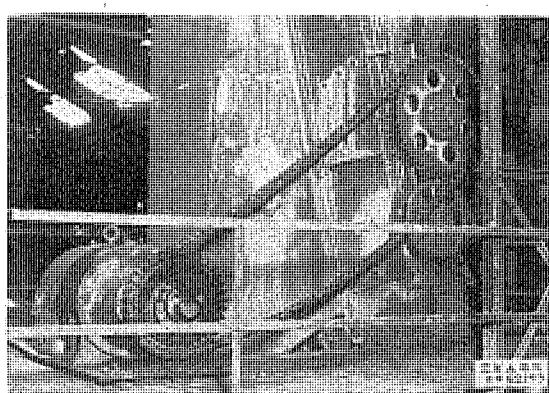
機器毎に専用の電動機を設けて運轉する單獨運轉方式が、大容量の電動機にて主軸より調帶にて運轉する集團運轉方式より優れて居ることは今更云ふまでもなく衆知のことである。

選炭場に於ても新規に計畫されるものは殆んど單獨運轉方式を採用され、既設のものも本方式に變更される状態で、從つて電動機の容量は比較的小容量のものが多く又低速運轉を必要とするものが大部分を占めて居る。

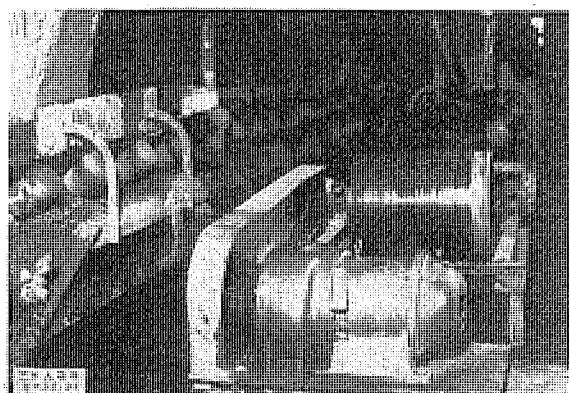
ベルトコンベヤー、バケットエレベーター、水洗機、チップラー、選



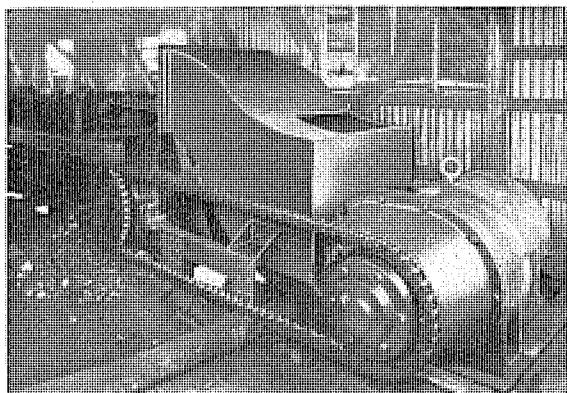
第2圖 バウム水洗機に使用中の 7.5 馬力
33回轉/每分 減速電動機



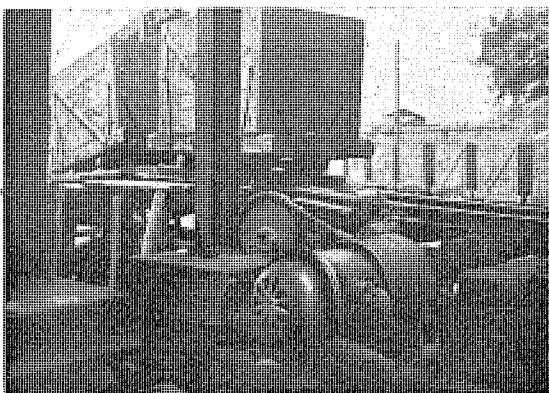
第1圖 バケットエレベータ運轉中の 20 馬力
33回轉/每分 減速電動機



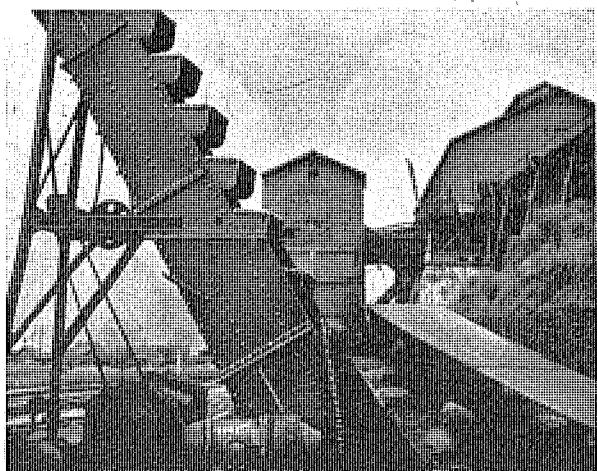
第3圖 ベルトコンベヤー使用中の 5 馬力
33回轉/每分 減速電動機



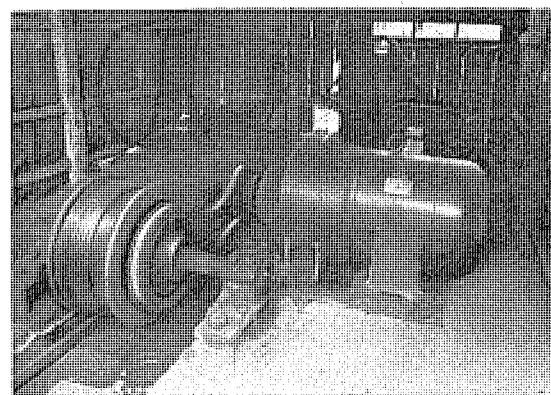
第4圖 ベルトコンベヤーに使用中の35馬力
30回轉/毎分 減速電動機



第6圖 炭車引上装置に使用中の5馬力
45回轉/毎分 減速電動機



第5圖 石炭積込装置に使用中の7.5馬力
30回轉/毎分 減速電動機



第7圖 エンドレス巻として使用中の20馬力
30回轉/毎分 減速電動機

炭機等で其の容量は3馬力～35馬力の30回轉毎分位が採用されて居る。之等に普通の電動機を使用することは経費の點や据付場所に於ても非常に不利となるが、減速電動機を使用することに依りかかる缺點を除去することが出来る。

又本機は全閉外扇型を採用して居るので炭塵及び湿氣多い選炭場又坑外に使用しても電氣的に何等故障を起す様なことはない。(構造第III章減速電機を参照のこと)

最近某炭坑の選炭場は完全に電化され然も系統立つた綜合運轉に依り大いに能率を上げて居るのであるが、其處に使用されて居る選炭諸機械や其の間の輸送機類の原動機には全部減速電動機が使用されて居る。

寫真は選炭場及び坑外に於て使用中の實例を示す。

3 選炭及積込用誘導電動機

炭坑に於ける選炭及び積込作業能率の良否は直ちに全炭坑の増産能力に影響する所頗る大である。然るに選洗炭場には湿氣、塵埃或は炭塵等が存在し電動機の操作及び保守上の條件が非常に劣悪なる故、特に信頼度の高い故障の無い電動機を使用して作業能率の維持向上を計るべきである。

ア、型式及び特性

選洗炭場に使用される電動機は普通100馬力以下の小

型であり、運轉並びに保守上の簡単を期するため籠形直入電動機が使用される。直入電動機の設計上特に考慮を要する問題は下記の諸點である。

- (イ) 起動電流を極力少なくすること。
- (ロ) 起動回転力を負荷に合致せしめること。
- (ハ) 運轉時の特性を悪くしないこと。

之が解決策としては負荷の性質に應じて回転子構造を普通籠形、深溝型或は二重籠形等とし設計上格別の工夫を拂ふ必要がある。

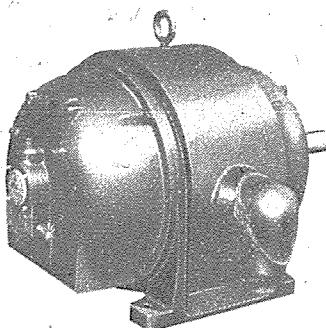
型式は据付場所の状態に應じて閉鎖通風型、水切型、全閉外被通風型等が使用されるが、要するに据付場所の状態に適應した型式を選定することが電動機の保守上最も肝要である。

イ、設計製作上特に留意すべき點

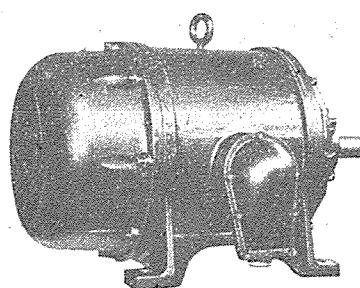
(1) 絶縁の優秀性

選洗炭場には線輪の絶縁に有害なる湿氣、塵埃或は炭塵等が存在する故線輪の絶縁施行には特に考慮を拂ひ、絶縁の大敵である防濕対策としては防濕絶縁ワニスの含浸並びに乾燥作業を數回入念に繰返して完璧を期すべきである。

低壓用拾込線輪の端曲部は往々にして相間短絡等の故障を起し勝ちであるから、線輪端曲部の絶縁強化には特に考慮を拂ふ必要がある。又線輪端曲部は頑丈な線輪支持環を以て強固に支持し起動電流に依る振動、衝撃等の



第8圖 MK水冷型三相誘導電動機 #51790

第9圖 MK防爆全閉外被通風型
三相誘導電動機 #550625

機械力に耐へしめ以て接地、相間短絡等の故障を未然に防止すべきである。

(2) 機械的強度を頑丈にすること

炭坑に於ける電氣機器の取扱者は概して素人が多い關係上亂暴な取扱ひを受け勝ちで有り、又粉碎機用電動機等は運轉中の振動、衝撃等のため端絡環と回轉子導体との鐵着部の剥離、フランジの折損等の不慮の故障を生ずることが、少くないから、特に機械的強度の大なる頑丈な構造とすべきである。

(3) 的確な互換性を保たしめること

電動機部品の破損、磨耗等のため修理を要する場合には極力現場に於て的確、且迅速に處理して作業能率の低下を防止せねばならぬ。

之が爲には電動機の各部品は治具、狹範を極度に利用した限界 ゲーチ方式作業に依り製作し、的確なる互換性を保たしめて置くことが肝要である。

(4) 保守手入の勧行

優秀な信頼度の高い電動機でも使ひ放しで保守手入を放置すれば故障發生に至ることは明かであるから、使用者側に於て休轉日其の他機會ある毎に極力掃除手入を勧行されることは、故障發生を未然に防止する秘訣であつて、切に御協力を御願ひしたい。

4 選炭設備の總括制御装置

從來の主軸による集團運轉を行ふ選炭場の電氣設備としては、電動機とその起動開閉器程度のもので充分用を足して居たのであるが、各個運轉を行ふ選炭場に於ては、多數の機器が、互に相關聯して集團的に運轉せられるものであるから、單なる起動開閉器を備へたのみでは、其の運轉と監視の爲に多數の人員を配置し、しかも機器相互間の連絡の爲には、尙多大の不便を感じることとなる。そこで機器の各個運轉が採用されると同時に、之等多數の電動機群を相關聯せしめて、合理的に運轉し、各個運轉の特徴を益々助長すべく、制御の集中化、即ち總括制御と言ふ新らしい方式が提唱せられ、數年前から新設せられるものは逐次此の方法を探り、何れも良好な運轉成績を擧げて居る。

集中化制御が提唱された初期には、單に起動開閉器の押鉗を、一個所に集めた程度のものも製作されたが、十

數台乃至百數十台にも及ぶ電動機を、個々の押鉗によつて制御することは、押鉗を押す手数のみならず、起動及び停止前の、各機器現物との連絡、故障による停止の場合の非常措置等運轉、監視が煩雑で、満足なる制御は期し難い。

選炭場の機械設備は、各系統を単位とした石炭運搬設備と考へることが出来る。従つて機器の配置は、石炭輸送経路を主眼として、最も能率よく選炭が出来る様に計畫されたもので、電動機の起動及停止には輸送経路に従つて一定の順序と、適當の時隔とを必要とする。又一台の電動機が停止した場合には、之に關聯した一群の電動機を一齊停止せしめる必要がある。之等の操作を間違なく、個々の押鉗によつて行ふことは困難で、高度に自動化した制御装置が必要になるのである。

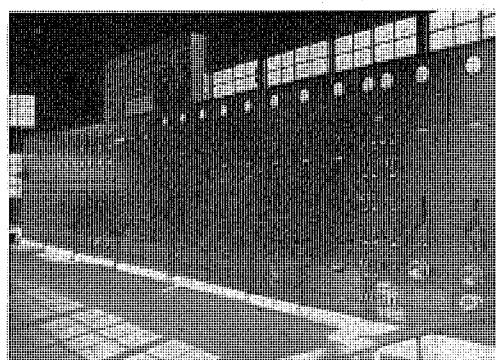
ア、選炭場の總括制御

選炭場の機器は直接連絡された機器を一群として、數個の系統に區分する。此の系統の區分は、ポケット又は沈澱槽等を境界とするのが普通であるが、機器の數が多く、石炭輸送経路が複雑な場合には、直接連絡ある機器群を二、三の系統に區分することもある。

選炭場は大別すれば、選炭系統と洗炭系統に區分されるが、大規模で、機器の數が多く、石炭輸送経路が複雑になれば、更に送炭、選炭（又は手選）、洗炭（又は水洗）、積込等に區分し、洗炭を尙、主洗、再洗等に細分する。

之等全系統の綜合運轉及び停止と、或る系統の綜合運轉及停止等は何れも運轉室で司るのであるが、綜合運轉中の各電動機は、必要に應じて或る電動機の現場停止を行ふ。此の場合停止した機器に關聯した石炭送込側にある機器を自動的に一齊停止せしめて、石炭輸送を止めなければならない。現場停止後の電動機を再起動すれば、石炭送込側の機器は再び自動的に起動する。又試運轉その他必要ある場合は、各電動機は他の電動機と無關係に現場に於て單獨運轉及び停止を行ふ。此の場合は運轉室から綜合運轉をすることは出来ない様にする。

選炭場内の電動機は各系統毎に互に連絡があり、各電動機單獨に起動することは出來ないが、全電動機或は一系統の電動機全部を同時に起動することは、起動電流の點から避けなければならないことで、石炭の輸送経路に



第10圖 制御盤 #51759

従つて、石炭の流動方向と逆に、一定の時間毎に次々に順序起動せねばならぬ。停止に際しては全部同時に即ち一齊停止してもよいが、成るべく隣接機器間の繼目における石炭の堆積を避けることと、次の起動を樂にする爲に、石炭の流動と同方向に、一定時間毎に順序停止を行ふがよい。

運轉室で選炭場全体の總括制御を行ふ爲には、全機器の運轉、停止其の他の状態を知ることが必要であるが、此の様な場所に運轉室を設けることは場所的に無理であり、立体的に配置された多數の機器を一個所から監視することは、甚だ困難である。此の爲に選炭場全体を平面的に縮圖し、石炭輸送経路を具体的に表現し、電燈を以て機器の運轉、停止の状態を一目して明瞭に知ることが出来る様にした照光盤を設けると便利である。照光盤に電動機の運轉、停止、故障停止、或は單獨運轉等の状況を、電燈の色別、點滅等により表示せしめると、運轉手は之に應じて、直ちに適當な対策を講じ、選炭場の運轉を圓滑に行ふことが出来る。

照光盤は視覚による監視装置であるが、重要事項に對しては聽覚による監視装置、即ち警報装置が必要である。警報としては電鈴、ザイ等を用ひ音色及び断續等により警報事項を區別するが、尚信号燈との併用により一層明確な警報を與へ、注意を喚起すると共に、対策に間違ひのない様にする。

イ、選炭場の電氣設備

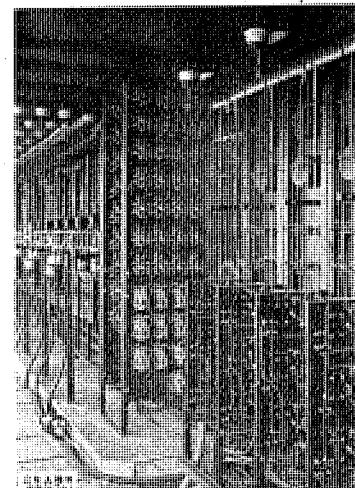
選炭場の機器駆動用電動機は籠型電動機で、直入起動を行ふものが大部分を占め、特に送風機等で200馬力以上にもなれば、巻線型電動機を使用する。

電動機の容量は、3馬力乃至20馬力が最も多く、クラッシャ、其の他に30馬力或は40馬力、ポンプ、送風機に30馬力乃至75馬力、或は夫れ以上の容量のものを使用する。大部分の電動機は低壓であるが、容量が大となれば高壓電動機を使用することは一般工場等と同様である。

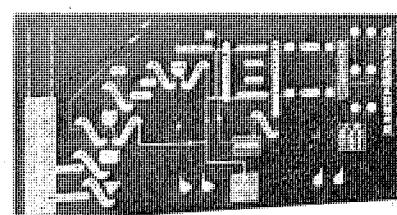
選炭場内の電動機用制御器具は、全部一緒に纏めて、運轉室内に設置する。之は多數の操作線と、大きな配電線を、廣い選炭場内に張り廻すより遙に經濟的である。

運轉室内に設備すべき電氣設備としては、

- (1) 受電盤（保安裝置具備）
- (2) 低壓電動機用變壓器盤



第11圖 制御盤内部 #51761



第12圖 照光盤 #550408

- (3) 選炭場内電燈用變壓器盤
- (4) 電燈用配電盤
- (5) 高壓電磁接觸器盤
- (6) 低壓電磁接觸器盤
- (7) 制御盤
- (8) 照光盤

等であるが、巻線型電動機使用の場合には其の起動器及び抵抗器を運轉室内に置くことが多い。

各機器現場には驅動用電動機の外に

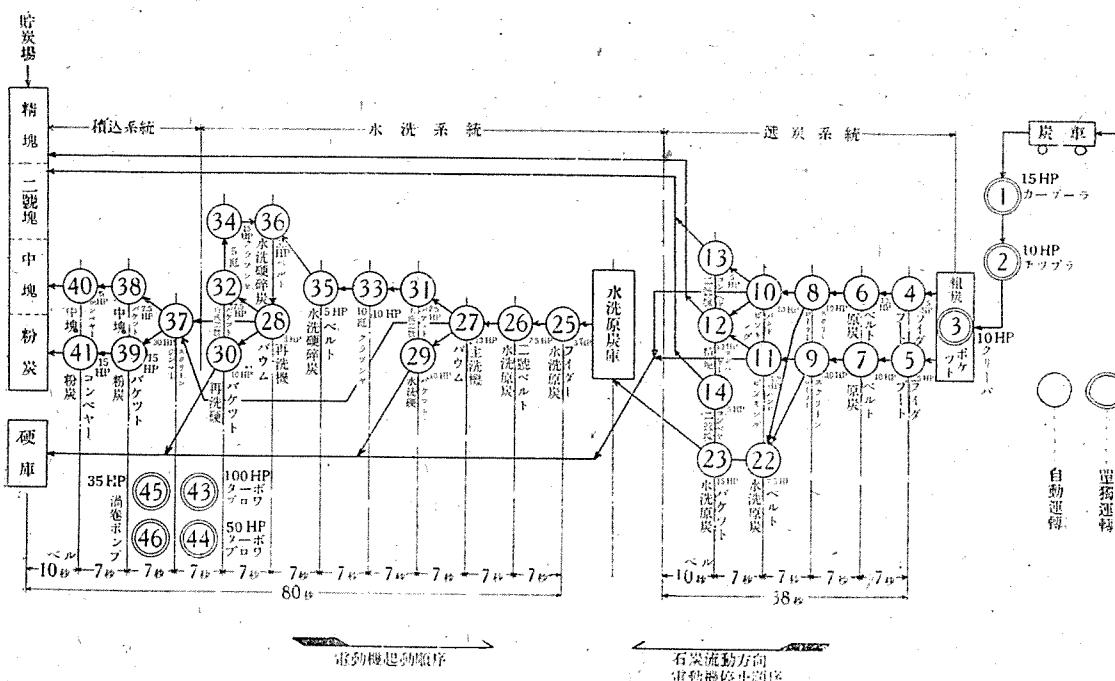
- (1) 現場用制御函 各系統毎に一個
 - (2) 操作開閉器 各電動機毎に一個
- 等を備へる。

ウ、選炭場總括制御の實例

選炭場總括制御の實例として、第13圖に掲げた運轉系統圖に就て説明して見よう。圖の通り電動機總數37台で、内高壓6台、低壓31台であつて、全体を4系統に區分する。即ち

- (1) 送炭系統 #1、#2、#3
- (2) 選炭系統 #4、#5、#6、#7、#8、#9、#10、#11
#12、#13、#14、#22、#23
- (3) 水洗系統 #25、#26、#27、#29、#31、#33、#35
#36、#28、#32、#34、#30、#43、#44
#45、#46
- (4) 積込系統 #37、#38、#39、#40、#41

である。然し之を制御の方式から區分すれば、送炭系統選炭系統、水洗系統の3系統とし、積込系統は水洗系統の一部と考へて差支へない。又送炭系統は何れも現場に



第13圖

於て單獨運轉を行ふものであるから、除外して、選炭系統と水洗系統につき説明することとする。

本装置の自動運轉の方法としては、總括運轉、選炭運轉及び水洗運轉の三つがある。總括運轉は全系統の電動機を運轉し、選炭運轉は水洗系統が故障其の他、運轉に支障を生じた場合、坑内からの送炭を停止することなく選炭系統に属する電動機のみを運轉し、水洗運轉は選炭系統が故障其の他の場合に、水洗系統に属する電動機のみを運轉する。選炭運轉及び水洗運轉は何れも、水洗原炭ポケットの貯炭能力により運轉時間が制限せられる。

工、總括運轉

(1) 起動の準備

各電動機所屬の操作開閉器を總括運轉 ノッチに入れる。各系統(選炭及び水洗)の現場用制御盤の切換開閉器を綜合 ノッチに入れたる後、起動要求押釦を押す。そうすると、運轉室の制御盤の系統所屬の白色信號燈と現場用制御盤の白色信號燈が點燈し、運轉室の警報電鈴が鳴る

押釦を放てば、警報電鈴は鳴り止むが、白色信號燈は點燈のまゝ残る。運轉室の系統所屬の應答用押釦を押せば、現場の應答用電鈴が鳴り、其の系統の起動準備は全く完了する。

(2) 起動

運轉室に於て、警報電鈴が鳴り、白色信號燈が各系統とも點燈すれば、制御盤の切換開閉器を總括運轉 ノッチに入れ、起動押釦を押す。そうすると、運轉室の制御盤及び各現場用制御盤の赤色信號燈が點燈し、同時に現場各系統の警報電鈴が鳴り起動警報を行ふ。約 10 秒後警報電鈴が鳴り止むと同時に、水洗系統の電動機 #40 及び #41 と、選炭系統の電動機 #12、#13、#14、及び #23 が起動し、以後第 13 圖に示す通り、約 7 秒毎に順次各系統毎に起動し、水洗系統は約 80 秒、選炭系統は約 38

秒で起動を終了する。

(3) 順序停止

運轉室の停止押釦を押せば、運轉室の制御盤及び各現場用制御盤の赤色信號燈は消燈し、電動機は各系統毎に起動とは逆の順序に、順序停止する。此の際水洗系統のクラツシヤ #33 及び #34 は限時繼電器により約 2 分間後に停止する。之はクラツシヤ 内に被粉碎炭を残さぬ様にして、次の起動を容易にする爲である。

ターボ送風機 #43 及び #44、ポンプ #45 及び #46 は何れも現場に於て適當の時に起動、又は停止を行ふ。

(4) 現場停止及び再起動

或る電動機所屬の操作開閉器を停止 ノッチに戻せば、其の電動機及び之に關聯ある、石炭送込側の電動機は一齊停止する。然し石炭送込側でも、クラツシヤ #33 及び #34 は自己の操作開閉器による外は、約 2 分間後でなければ停止しない。操作開閉器を再び總括運轉 ノッチに入れれば、停止した電動機は、再び順序起動を行ふ。

オ、水洗運轉

(1) 起動の準備

現場に於ける起動の準備は總括運轉と同様である。

(2) 起動

水洗系統の白色信號燈が點燈し、警報電鈴が鳴れば、運轉室の切換開閉器を水洗運轉 ノッチに入れ、起動押釦を押す。此の押釦は總括運轉の場合の押釦と同じものである。そうすると制御盤の水洗運轉の赤色信號燈及び現場用制御盤の赤色信號燈が點燈し、水洗系統現場の警報電鈴が鳴り起動警報を行ふ。約 10 秒後警報電鈴が鳴り止むと同時に、電動機 #40 及び #41 が起動し、以後總括運轉の場合と同様に順序起動を行ひ、約 80 秒で起動を終る。

(3) 順序停止

運転室の停止押鉗（総括運轉の場合と同一のもの）を押せば、制御盤の水洗系統の赤色信號燈及び現場用制御函の赤色信號燈が消燈し、電動機が順序停止することは総括運轉の場合の順序停止と同様である。

(4) 現場停止及び再起動

現場停止及び再起動は総括運轉の場合と同様である。

キ、選炭運轉

(1) 起動の準備

現場に於ける起動の準備は総括運轉と同様である。

(2) 起動

選炭系統の白色信號燈が點燈し、警報電鈴が鳴れば、運轉室の切換開閉器を選炭運轉 ノッチに入れ、起動押鉗（総括運轉の場合と同一のもの）を押すと、制御盤の選炭運轉の赤色信號燈及び、現場用制御函の赤色信號燈が點燈し、選炭系統現場の警報電鈴が鳴り起動警報を行ふ。約10秒後警報電鈴が鳴り止むと同時に、電動機 #12、#13、#14 及び #23 が起動し、以後総括運轉の場合と同様に順序起動を行ひ、約38秒で起動を終る。

(3) 順序停止

運轉室の停止押鉗（総括運轉の場合と同一のもの）を押せば、制御盤の選炭系統の赤色信號燈及び、現場用制御函の赤色信號燈が消燈し、電動機が総括運轉の場合の順序停止と同様に停止する。

(4) 現場停止及び再起動

現場停止及び再起動は総括運轉の場合と同様である。

キ、單獨運轉

試運轉其の外必要に應じて或る機器を單獨運轉し度い時は、其の系統の現場用制御函の切換開閉器を單獨運轉 ノッチに入れ、電動機所屬の操作開閉器を單獨 ノッチに入れると、其の機器のみ單獨に運轉する。

現場用制御函の切換開閉器を單獨 ノッチに入れると、運轉室制御盤の所屬系統の綠色信號燈が點燈し、起動押鉗の回路を開き、総合運轉を不能ならしめる。然し運轉室制御盤の切換開閉器を他の系統の運轉に切り換へると、切り換へられた系統は聯動運轉が可能である。

ク、保護装置

(1) 無電壓保護

或る系統が運轉中に、電源が低電壓又は無電壓となれば、運轉中の機器は一齊停止し、電源回復後は起動押鉗を押さなければ再起動しない。然し單獨括運中に無電壓

となつた場合は、電動機所屬の操作開閉器を停止 ノッチに戻して置かなければ、電源回復と同時に不時起動する。

(2) 過負荷保護

電動機が過負荷となれば、熱過負荷繼電器が動作して、停止する。勿論停止した機器に關聯ある石炭送込側の機器は一齊停止する。此の場合熱過負荷繼電器所屬の電磁接觸器盤に白色信號燈が點燈する。熱過負荷繼電器の復歸は手戻である。

ケ、運轉の切換

総括運轉中、運轉室に於て停止押鉗を押すことなく、切換開閉器によつて、水洗運轉に切換を行へば、選炭系統は順序停止し、水洗系統は其のまゝ運轉を続ける。此の時切換開閉器を再び総合運轉 ノッチに戻せば、選炭系統は警報電鈴を鳴らし、順序起動を行ふ。

又切換開閉器によつて、選炭運轉に切換を行へば、水洗系統は順序停止し、総合運轉に戻せば、水洗系統は順序起動を行ふ。

コ、監視

各系統の監視は運轉室に於て、照光盤、制御盤及び電磁接觸器盤によつて行ふ。即ち次の通りである。

制御盤

起動要求	系統所屬白色信號燈點燈、電鈴警報
総括運轉	総合運轉赤色信號燈點燈
水洗運轉	水洗運轉赤色信號燈點燈
選炭運轉	選炭運轉赤色信號燈點燈
單獨運轉	系統所屬綠色信號燈點燈
現場停止	電鈴警報
過負荷停止	電鈴警報
照光盤	
電動機運轉	所屬照光窓點燈
電動機停止	所屬照光窓消燈
電磁接觸器盤	
電動機運轉	赤色信號燈點燈
電動機停止	綠色信號燈點燈
現場停止	綠色及白色信號燈點燈
過負荷停止	綠色及白色信號燈點燈

電磁接觸器盤に於て、現場停止及び過負荷停止の際ば其の電動機所屬の信號燈のみ、綠色及び白色信號燈が點燈し、これと聯動停止した電動機所屬信號燈は、綠色信號燈のみ點燈する。

第Ⅵ章 附 帶 動 力 設 備

1. 概 説

前章迄に記述した事項は概ね石炭の運搬工程を主体としたもので、之に要する諸機械器具の必要性、其の保有すべき特性等の概略であつたが、炭坑には此の運搬工程の外に附帶動力設備として坑内の死命を制する重要なものが二三あり、本章に於ては此等に就き詳論したいと思ふ。

附帶動力設備として最も重要なものは通風機とポンプである。共に坑内に於ては絶対缺ぐべからざるもので、假令休日の場合作業を中止することがあつても此の兩者は絶対に停止を許されないものであり、文字通り年中無休の動力である。

通風機は言ふ迄もなく坑内の換気を行ふもので、坑内作業者の生命を預ることは勿論恐るべきメタン瓦斯の局部的停滞防止に缺くべからざるものである。一般には坑外適當な場所に大容量の排氣送風機を置き坑内を入氣側排氣側に大別して全坑内を一体として循環通風を行ふもので、容量としては1,000馬力、1,400馬力程度のものも珍らしくない。併し此の主送風機のみでは坑内の先端部特に片盤坑道掘進端や切羽等迄充分通風が行はれない虞れあるため、かゝる場所に於ては特に小容量の運搬機付に便利な小型扇風機（普通局部扇風機と稱す）を夫々設置して萬全を期してゐる。

ポンプは坑内自然出水を排出するもので各炭坑の地質に依つて千差萬別であり、極く僅かの動力で足りる場所もあり、又一方坑内出水非常に多くポンプ運動に莫大な労力と資材、電力を消費してゐる處もある。

ポンプの全自動運動方式も古くから行はれて居り人件費節約に役立つものであるから、之に適した條件の場所に於ては成可く自動運動を推奨し度い。ポンプは又坑内炭塵発生防止のため撒水用として使用するものもある。

通風機及ポンプの原動機としては籠形誘導電動機が信頼度の點から尤も適當であるが、大容量の主通風機では同期電動機、大容量のポンプでは巻線型を採用するのが適當である。

次に附帶動力設備として電力及び空氣力が必要であり電力は土地の状況に依り獨立の自家用發電所を設備する處もあるが多くの場合は買電に依つてゐる。

空氣力には専用の空氣圧縮機が絶対に必要である。数百馬力の大容量のものは同期電動機驅動に依る二段往復式で、坑外に設置する。小容量のものは回轉式として坑内に設置するものもある。圧縮空氣の主なる用途は切羽コンベヤー及び採炭機械にして水洗機用及大型巻上機制動装置には夫々獨立の圧縮機を設置するのが普通である。

2. 鎌山用通風機

通風機は鎌山の保安上最も緊要不可缺のものであり、

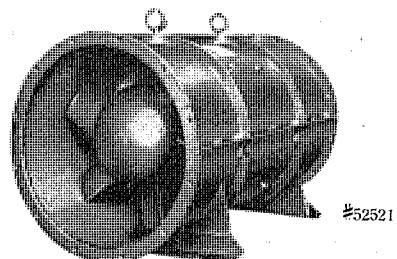
最近の急激なる増産計畫の下に坑内空氣の調整に當り炭坑爆發の豫防に、或は又人馬及び機械の作業能率の向上に至る所の礦山に其の使命を果しつゝある。其の型式も從來の歴史的存在である、キヤペル、ラト、ワードル等と言ふ舊式のものより資材の少い効率よいものに改良進歩を経て種々の構造型式のものが考案せられて使用場所の環境に應じて用ひられて居る。礦山に於ては採掘が進むに従つて最初の條件が次第に變遷するので、通風抵抗、漏風は次第に多くなり、完全なる通氣の計畫は將來を豫測して慎重なる計畫の下に行はなければ如何に優秀な通風機でも効率悪く不經濟な運轉をしなければならない。従つて其の理論と通風機の性能等を充分に理解して之に對處すべきである。以下當社に於て製作し標準化せるものに就いて述べる。

A. 局部通風機

使用場所より大別して局部通風機と主通風機に分つ。

(1) FP型 小型軸流通風機

第1圖に示す通り シルミン製羽根車を電動機軸端に直結させ、此等を圓筒風管内に納めて通風機自体が排送風

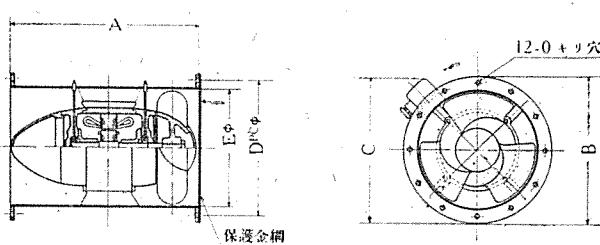


第1圖 FP型小型軸流通風機

第1表

型 式	馬 力	周 波 敷	回 轉 敷 每分	目	
				風 量 立 方 米 每 分	風 水 柱 耗
FP-33	0.5	50	3000	40	25
	1	60	3600	50	38
FP-38	1.5	50	3000	56	38
	2	60	3600	75	50
FP-40	2	50	3000	71	38
	3	60	3600	92	50
FP-45	4	50	3000	140	38
	5	60	3600	165	50
FP-50	6	50	3000	150	50
	7.5	60	3600	210	50

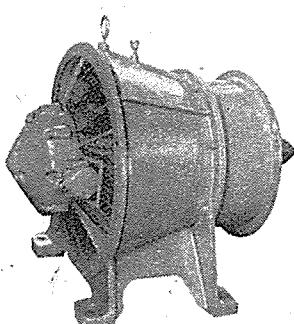
型 式	外 形 尺 寸 法 (吋)				
	A	B	C	D	E
FP-33	550	384	450	360	330
FP-38	600	450	500	420	380
FP-40	620	480	510	440	400
FP-45	700	540	600	500	450
FP-50	1000	600	700	560	500



管の一部を形成し、小型軽量で運搬取扱に便利である。効率及び特性も多翼型に比し遙かに良く可逆運轉及び數個の直列運轉も至極簡単に出来る、電動機は防爆型で流線形をなし其の前後に於ける乱流少く50サイクル60サイクル何れも使用出来る。其の外形寸法及び出量は第1表の通りである。

(2) FL型軸流通風機

此の型は電動機を吸込口圓筒部に於て支持させ風の流入損失の最も少ない構造としたもので、電動機軸端に羽根車を直結し、其の先に羽根車から壓出された風束を誘導する固定案内羽根を付けて居る。從つて高風圧高能率で又電動機の點検修理に便である。要目及び外形寸法を第2表に示す。



#550394

第2圖 FL型軸流通風機

第2表

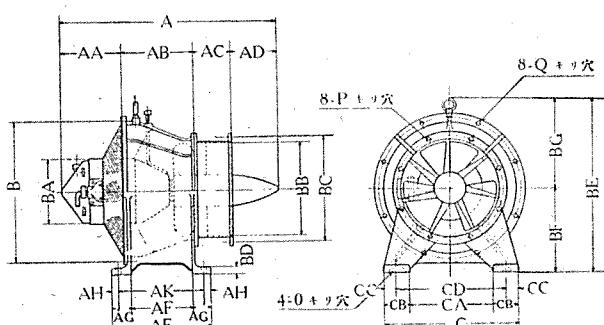
型式	目				外 形 寸 法 (吋)				
	風量 每分 立方メートル	風壓 水柱 mm	回轉數 每分 r/min	馬力	A	AA	AB	AC	AD
FL-14	62	38	2850	2.5	865	270	280	185	130
	100	38	3400						
FL-16	113	38	2850	3.5	960	260	315	185	200
	156	38	3400						
FL-18	127	50	2895	5	965	230	335	185	215
	187	50	3400						

外 形 寸 法 (吋)

型式	AE	AF	AG	AH	AK	B	BA	BB	BC	BD
FL-14	420	240	90	35	350	580	268	360	410	40
FL-16	455	275	90	35	385	615	305	410	455	40
FL-18	475	295	90	35	405	665	310	460	505	40

外 形 寸 法 (吋)

型式	BE	BF	BG	C	CA	CB	CC	CD	O	P	Q
FL-14	671	310	361	550	350	100	50	450	20	14	14
FL-16	762	360	402	600	380	110	50	500	28	14	14
FL-18	824	400	424	640	400	120	50	540	28	14	14

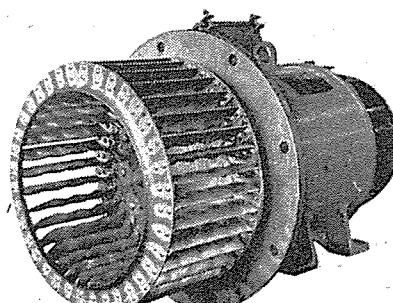


(3) オードナンス型及シロツコ型

此の型は何れも主通風機として使用されるが、小型のものでは、局部通風用として用ひる。従つて特に狭隘不便な場所に使用することを目標に電動機と組合せた共通台床の上に一体の構造として持運びに便ならしめて居る。

オードナンス型では翼は寫真に示す通り軸の方向に數回の波状をなし、之と直角の方向に更に彎曲したもので此の波の山及び谷は一種の案内板の役目をなすもので、吸入口より突入し来れる空氣は速度分布の相異により中央部が速いから自然 ポスの近くに片寄り羽根車出口に於て風速の不均一を生ずるので、之を整流する役目をなし、其の結果効率良く強度を増し騒音低減に役立つて居る。特性も シロツコ 型程の不安定な部分もなく並列運轉も可能である。

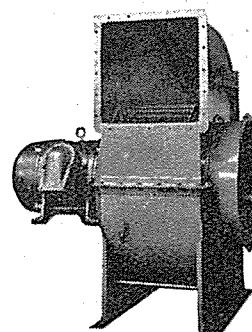
シロツコ 型は オードナンス 型に比し其翼數が5割位多いので、遠心送風機の内で容積効率（通風機一回転に排出される風量と羽根車容積の比）が一番大であり、此の事は機体が小さくて多くの風量を出し得る事になるので、其の特性及び効率は餘り良好とは言ひ難いが、資材が少くてすみ形が小さく値段が安い等の爲めに時局向きとして一般に廣く使用されている。



第3圖

オードナンス型
通風機扇車

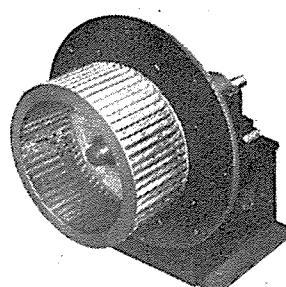
#2229



第4圖

オードナンス型
通風機

#20658

第5圖
シロツコ型通風機
扇車

#52676

イ. 主 通 風 機

(1) 大型軸流通風機

軸流通風機は過去數年間の翼理論に依り設計され、鑑山にトンネルに船舶に此の型の使用を願つて來たが、色々の難點の爲めに他の遠心送風機に比し其の利用率が比較的少い。併しエロホイルの採用、高い揚力係数を持つた翼質地に適合した空氣力学的な全体の構成により、低い周速度で騒音を低減し、しかも高風圧を出し得る様設計製作に努力して居る。原動機との組合せ要領は第6図及第7図に示す通り種々有るが、大別して電動機内装式と外装式とが有り、第8図は内装式を示し第9図は其の特性を示せるものである、外装式では、直結又は調速運転として坑内の諸條件が變つて風壓風量が變更されても電動機或は調速車を變へて新條件に適合せしめることが出来る又風壓の高低により羽根段數を1段或は2段3段とするこども出来る。

第8図に示すものは非常に狭隘な場所に据付ける爲電

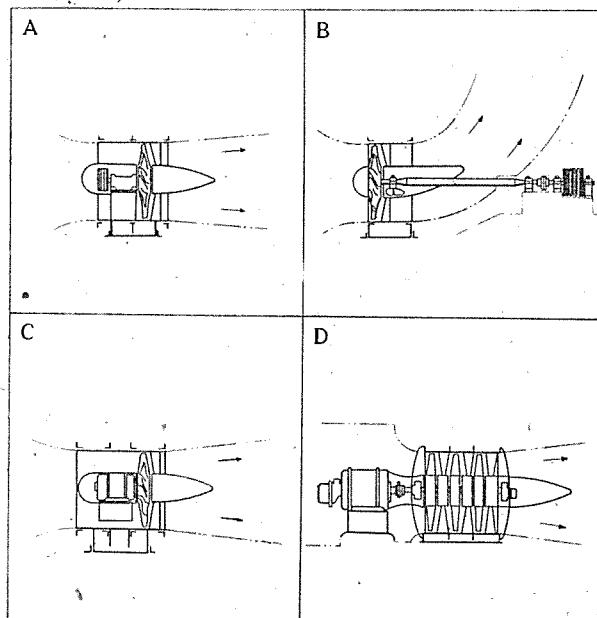
動機を中心納めたもので、高揚力の軽合金製10枚翼の羽根車を軸端に取付け、11枚の案内翼は電動機の支持脚を兼ねたもので、ケーシング兩側に適當なる人孔を設け點検注油に便ならしめて居る。従つて同一容量のものでは、他の遠心送風機に比して其の容積は $\frac{1}{2}$ にて足り効率は20%増加して居る。又逆回転して流れを反対にすることを考へると、遠心送風機ではダンパー或は補助ダクトを用ひなければ此の操作は出來ないが、軸流では此等の装置はその必要なく單に回転方向を逆にすれば良いので單に電動機のスイッチ結線を取換へれば事足りるのである。

(2) 三菱FP FD型 強壓通風機

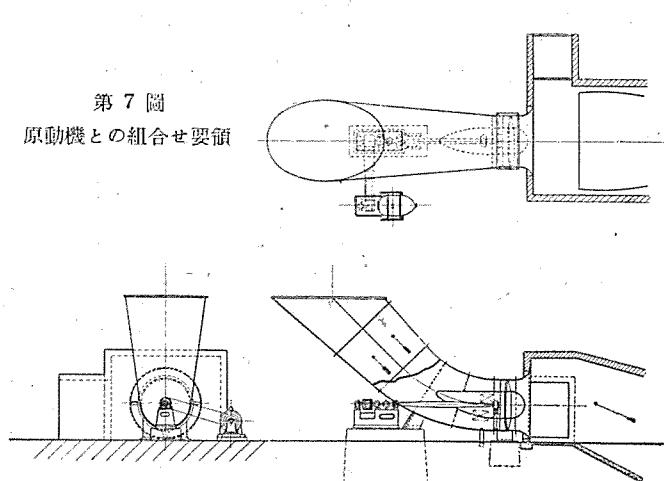
本機は主通風機として計画したもので、通風機番號No.50~No.220まで18種あり其の容量は風壓25粍~300粍風量50立米~6,200立米毎分迄を標準型として居る。

此の型では第10図に示す通り翼は後向きをなし、ターボ、ファンの分類に属するもので、効率良く其の特性も垂下曲線となり、不安定な部分なく並列運転も可能で騒音も比較的少い。入力曲線は無負荷特性を示し其の構造は大体第11図に示す如く、扇車は鋼板製の側輪に翼を鉄付け或は熔接とし其の中央の板を扇車殻に鉄付けしたものである。

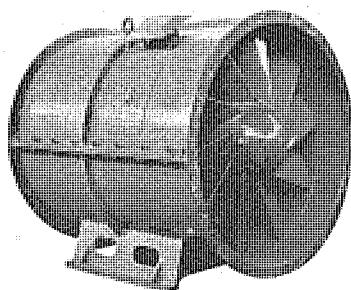
扇車筐は鋼板と山形鋼とを鉄付及び熔接にて渦巻型となし両吸込或は片側吸込として上下に分割し扇車の出入



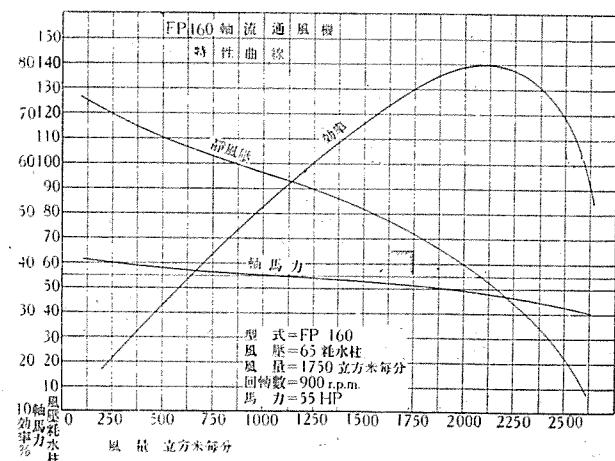
第6図 原動機との組合せ要領



第7図
原動機との組合せ要領



第8図 大型軸流通風機



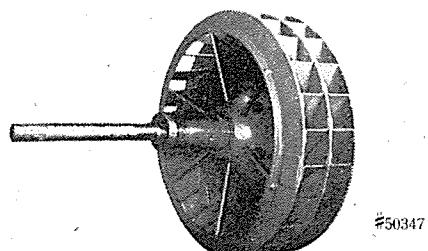
第9図 大型FP 160軸流通風機特性曲線

を容易ならしめて居る。切羽の進行或は通風抵抗の變動の甚しい所では速度調整も廣範囲ならしめるために、調帶運轉式は他の變速裝置を附して驅動して居る。第12圖は本型の特性を示す。

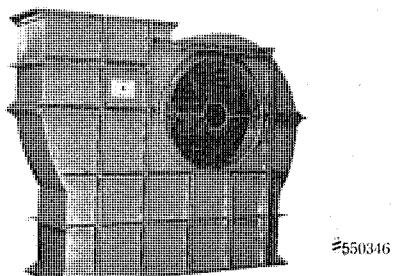
(3) オードナンス型及シロツコ型通風機

本機は大容量のものは主通風機として用ひられ小容量のものは前述の通り、局部通風機として用ひられる。其の構造、翼の形狀も大体小型のものを相似擴大したもので、片吸込或は兩吸込として居る。併し FFD型に比し風壓低く 100 焗程度迄で、回轉數も低く、調帶運轉或は低速電動機と直結して運轉する方が有効な使ひ方である。

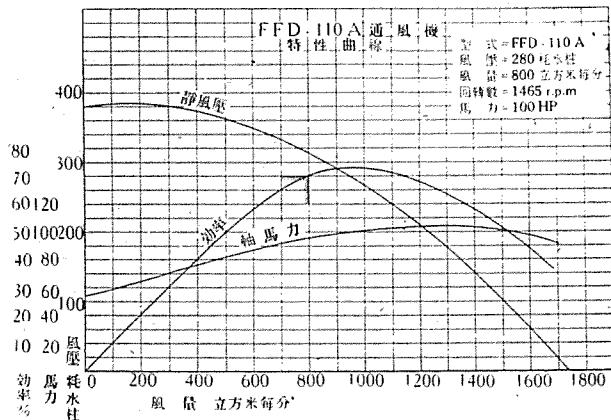
構造及び工作も上記に比して簡単で扇車及扇車筐共可及的薄板を使用し重量及び資材を節約して居る。從つて低壓で大風量のものでは廉價短納期と言ふ點で一般に廣く使用されて居るのである。第13圖は FOL-90型、第14圖は FOL-100 600 r.p.m. の場合の特性を示す。



第10圖 FFD型通風機扇車部分



第11圖 FFD型通風機



第12圖 FFD型強壓通風機特性曲線圖

3. ポンプ用電氣設備

排水設備は炭坑に於ける最も重要な施設の一であつて、坑内電力の大部分を排水ポンプによつて消費して居る所も少くない。

坑内排水ポンプは地下數百米乃至千數百米の坑底から揚水を行ふものであるから、其の揚程は 100 米から 300 米にも及び、揚水量も比較的大きなものが使用される。局部的に使用されるものは、電動機容量に於て 5 馬力乃至 30 馬力程度のものもあるが、地理的條件から、湧水量の多い所では、500 馬力以上にも及ぶものが可成り多く使用されて居る。

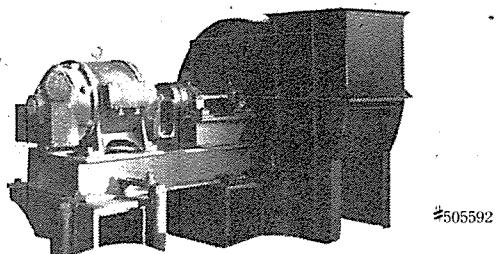
ア. 電動機

ポンプ用電動機としては、防爆構造と、信頼度の點から籠形電動機が使用されるが、電源の關係上 100 馬力位まで、夫れ以上は巻線形電動機が使用される。何れも防爆型にすることが必要である。

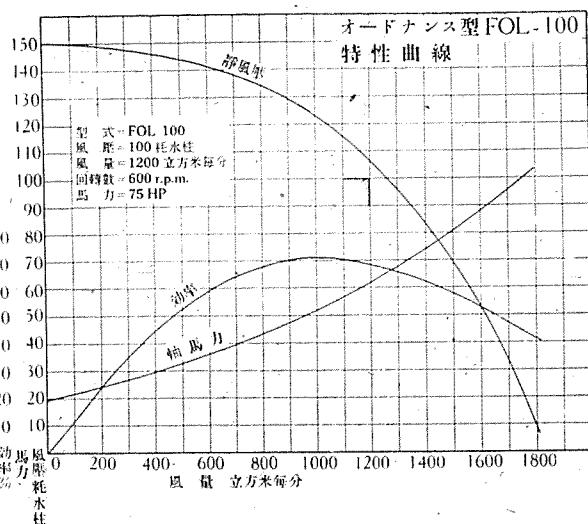
イ. 制御装置

籠形電動機の場合の制御装置は極めて簡単で、低壓の場合には切羽用電磁開閉器を其のまゝ使用することが多く、又油入開閉器を使用することもある。過負荷保護としては熱過負荷繼電器が適當である。之等起動用開閉器の前に、油入又は氣中遮斷型の断路器函を設けることが望ましい。

高壓籠形電動機の場合の起動開閉器としては、専ら油



第13圖 オードナンス通風機



第14圖 FOL型オードナンス通風機特性曲線

入閉閉器が使用される。

高壓巻線形電動機の場合は一次側に、油入開閉器を使
用し二次側起動抗抵抗器として、液体抵抗器又は金属抵抗
器が使用される。金属抵抗器の場合は從來防爆の點から
油入起動抵抗器が多く使用されて居た。之は ドラム型又
は表板型起動抵抗器を油中に收めた型式のものが多い。

ポンプは他の機械と異り頻繁に起動、停止を行ふことが
なく、又速度制御の必要もないから、起動抵抗器は少型
のものでよい。液体抵抗器は熱容量大きく、價格低廉で
資材の量も少くて済むので、ポンプの起動抵抗器として、
適當である。然し此の場合には集電環に短絡装置を附
するか、或は液体抵抗器に短絡用開閉器を要する。

ウ. 自動運轉装置

排水ポンプの容量は坑内の湧水量により決定されるも
のであつて、湧水量とポンプによる排水量とを一致せし
めることは不可能である。従つてポンプ座には湧水量に
應じて適當の水溜を作り、其の水位の高低を監視し乍ら
ポンプの運轉及び停止を人爲的に行ふのが普通である。之
を若し自動化すれば人件費を節約しえると共に、無駄な
運轉がなくなり、電力の節約ともなる。

ポンプの自動運轉装置で、最も大切で又最も厄介なもの
は満水装置である。小型のポンプには所謂自吸式と稱し
満水装置を要しないものがある、又堅型ポンプ等にてポンプ
自体を水面下に置く様になつたもの等は満水装置を要し
ないが、坑内排水に使用される中型以上のものは、満水
装置が是非必要である。

坑内排水ポンプの自動運轉方式は満水の方法によつて
次の二通りある。即ち

- (1) 呼水装置に真空ポンプを使用するもの。
- (2) 呼水タンクを使用するもの。

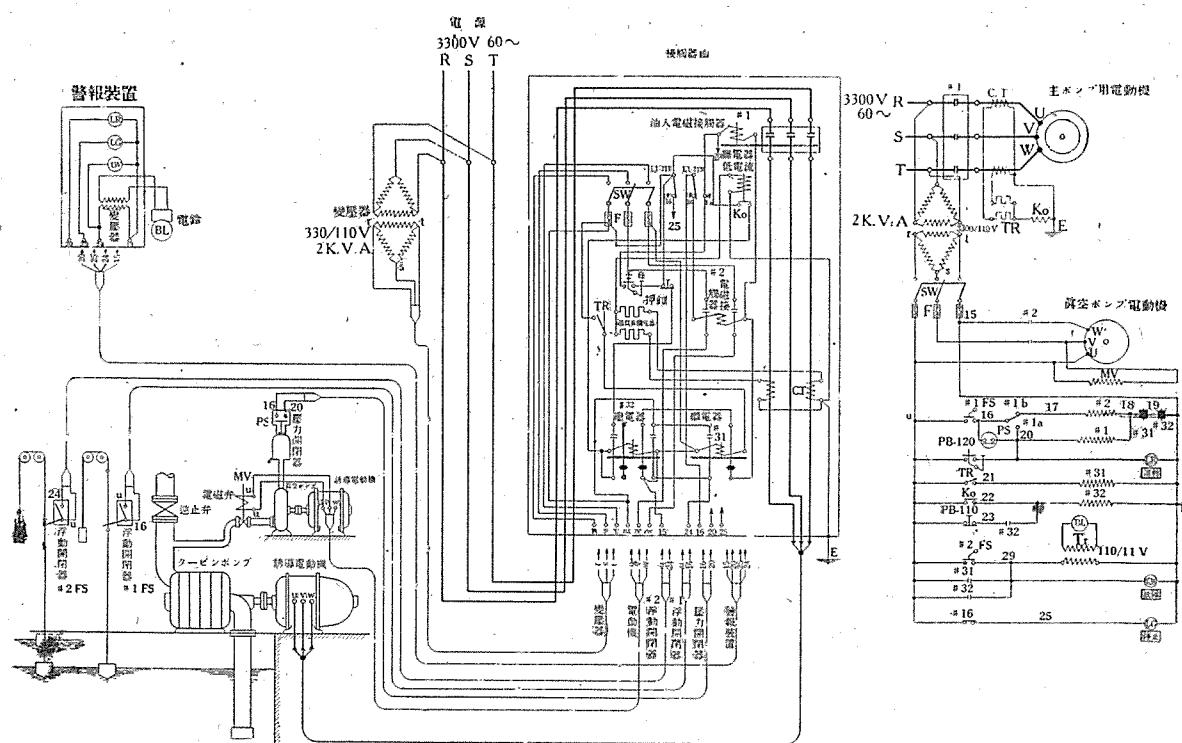
である。

呼水装置に真空ポンプを使用するものは、水溜の水位
が一定の高さに昇れば、先づ真空ポンプを運轉して主ポンプ
を排氣し、満水せしめた後、主ポンプを起動する方法で
ある。

第 15 圖は其の一例を示す配線圖である。水溜の水位
が一定の高さまで上昇すれば、浮動開閉器 #1 が閉路し、
電磁接觸器 #2 が作動して真空ポンプが起動する。之と
同時に電磁弁が作動して主ポンプの排氣を行ひ之を満水
する。主ポンプ満水後は水は真空ポンプに吸込まれて、
其の排氣管の末端にある壓力開閉器の壓力室に這入込む
此の壓力開閉器は真空ポンプから空氣が送られて居る間
は作動しないが、水が這入れば接觸を閉ぢる様になつて
居る。

壓力開閉器が閉路すれば、高壓電磁接觸器 #1 が作動
して、主ポンプ用電動機が起動する。此の時高壓電磁接
觸器 #1 の補助接觸により、電磁接觸器 #2 が無励磁と
なり、真空ポンプは停止する。主ポンプの運轉中は赤色
信号灯點灯して運轉中なることを表示する。

主ポンプが運轉して排水を行ひ、水溜の水位が或る高
さ以下に降れば、浮動開閉器 #1 は開路して主ポンプの
運轉を停止する。



主ポンプが運転するも、何等かの事故の爲に排水を行はない場合、或はポンプは排水中なるにも拘らず、湧水量が増加した爲に、水溜の水位が増え上昇した場合等は水位が或る高さ以上になれば、浮動開閉器 #2 が閉路して、電鈴を鳴して警報し、又信号盤に故障を表示する。電鈴は坑道の主要箇所又は現場係員の常駐する場所に置いて應急措置を探らしめる様にする。

此の満水法に使用する真空ポンプは、水を吸込むも何等支障を生じない形式のものでなければならぬ。

呼水タンクを使用するものは、自動吸水式の小型ポンプを使用した呼水用タンクを設備し、水溜の水位如何に拘らず此のタンク内の水位を浮動開閉器と自動吸水式ポンプとにより常に或る範囲内に保つ様にし、主ポンプには底弁を附して、呼水タンクにより漏水を補給して満水状態にして置き水溜の水位が上昇すれば、浮動開閉器によつて直ちに主ポンプを起動せしめるものである。

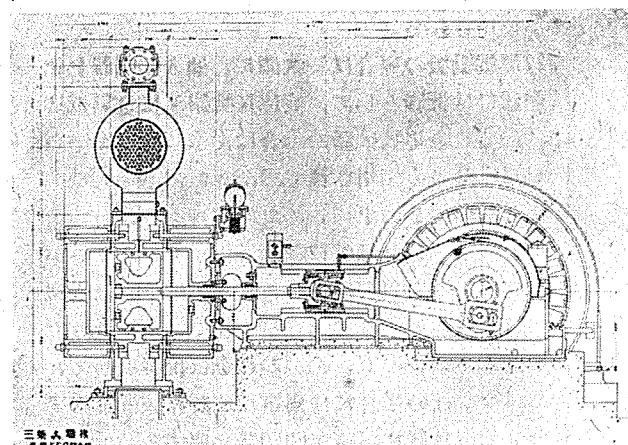
4. 橫型空氣壓縮機

當社が横型の大型空氣壓縮機の製作に着手して以來數年になる。製作開始當時には外國製品が相當に輸入されて居り。國産の此の種大型機も漸く製作されんとして居たが大型機の性能が現在の域に達するまでには技術的に相當研究を要する問題が多々あつた。是等に就て二三述べて見ることにする。

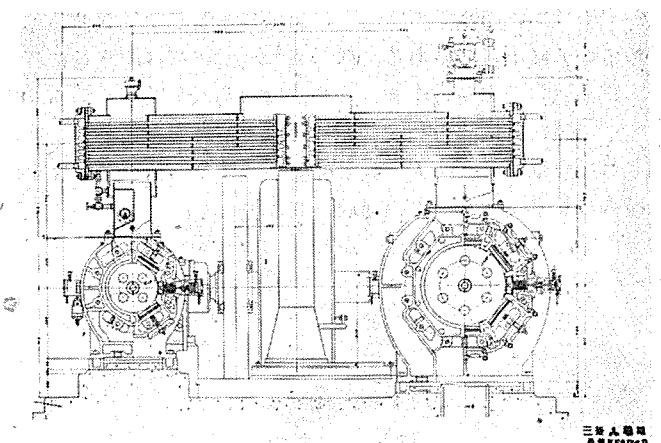
ア. 橫型2段往復動複動壓縮機

今簡単に機械の構造を説明する。第17圖及び第18圖は断面圖で内部の機構と其の構造を示す。高壓氣筒と低壓氣筒とは夫々別個のフレームによつて取付けられ、クラシク軸の中間に同期電動機の回転子を取付けて直結運動をする。中間冷却器を兩氣筒上に跨がらせた横型2段壓縮の複動式である。機械の高さを出来る丈低くし、又各部分の構造も至極簡単に取扱ひ點検等が容易に出来る設計である。

空氣は低壓側氣筒の下部より吸入され空氣弁を経て低壓氣筒内にて壓縮され吐出弁より出る。この壓縮作用によつて熱せられた空氣は中間冷却器中で冷されて高壓側



第17圖 機械の断面圖

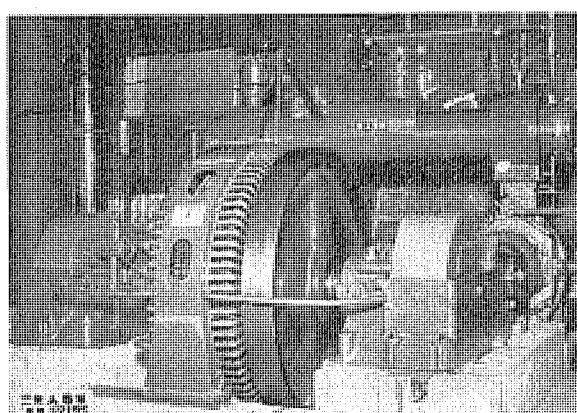


第18圖 機械の断面圖

氣筒の上部より空氣弁を通じて入り、此處で最後の壓縮を受けて後吐出弁を経て氣筒の側部より出る。中間冷却器は2個の管巢を有し冷却水は管内を流通する。管には熱交換率の良い又不銹性の高級なる黄銅管を使用する。尚冷却器は取り外し掃除點検等が容易なる様此の構造を選んだ。空氣弁は高壓低壓側共に同一構造の薄板形のものを採用して居る。弁に相當な作動を行はしむるため數個の發條によつて弁板を弁座に押しつけて居る。

壓縮機は同期電動機に依つて運動されるから、その回轉速度は一定である。従つて空氣の出量制御はこれの使用量によつて變化する空氣槽の壓力の上下を利用した配壓器の巧好な機構による。即ち空氣槽よりの壓氣を各氣筒に裝備してある制御弁に送り、これを作動せしめることにより壓縮空氣は氣筒の外周に設けたる空間に押し込められ餘分の空氣を外へ排出しない様な方式にしてある。この方式は同期電動機直結運動に最も適當で調整が確實に且均一に出来、動力の變動を比較的小さく出來るので機械の運動が圓滑になる。一方氣筒外周の空間に押し込められた壓縮空氣はピストンの復動の際エネルギーをこれに與へるから損失が少く動力が經濟的に利用される。

機械の始動の際電動機の過負荷を防止するため負荷輕減装置としてアンローダー弁及びレリーフ弁が備へ付けて



第91圖 現場据付運轉

ある、ピストン リングは最小の張力で空気の洩れ止めの役をするのが望ましいので、リングの構造を外側と内側の二部分とし外側のものは専ら真圓形を保たせ氣筒内壁に密着させる。これに比較的小さい値の張力を有する内側リングを組合せることに依り充分目的を達せしむることが出来る。即ちピストンの一溝中に 3 本を 1 組としたリングを採用して居る。

クラシック部分の潤滑方法は確実且簡単な自働搔上げ配油方式を使用して居る、第 19 圖の寫真はこれを示す。クラシックの下端がクラシック室の油溜中に浸つて居て機械が回轉すれば チスクの圓周に附着する油は上部の搔波器によつて各主要部分に分配される。潤滑の役割を果した油は再び クラシック室の溜に戻る。

氣筒給油は クラシック 軸によつて回轉せられるものと機械の往復運動を クラシック 及び ラチェット 機構の介在によつて回轉運動に直して行ふものと何れかの方法にて高壓油ポンプにより各氣筒に適量づゝ注入される。

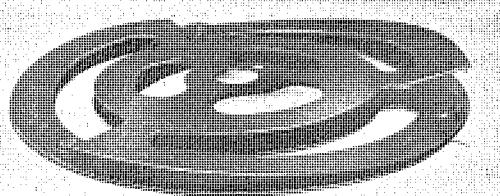
以上が本横型壓縮機の機構の大略であつて、この様な機械の性能曲線は第 20 圖によつて示されて居る。

イ. 空 気 弁

空氣弁は壓縮機の主要部分をなして居る。機械の運轉維持費を少くするにはこの弁の能率を高め、これの破損率を小にせねばならぬ。一般に廣く使用されて居る薄板型の自働式のものが本機に採用されてゐる。機械が大型になるに従ひ空氣弁も大型になるが、かかるものを圓盤に動かせるためには弁本体の構造と空氣通路の工合及び弁の材質が非常に大切である。この壓縮機の生命とも見られる空氣弁に就ては不斷の努力と研究を重ねて來た。第 21 圖の寫真は弁板と導板を鉄にて組立たるものとし第 22 圖は空氣弁の組立断面圖である。

寫真の上部の板は導板で、中心部にて弁棒に締付けられ下の板は弁板で導板に鉄にて懸垂せられて作動するのであるが、作動上から見て弁板は衝撃に耐える必要があり、導板は疲労に對し耐久性に富むものではなくてはならぬ。從つて材質をよく吟味し、衝撃又は疲労に耐へる適當な組織に調質されたものを使用してゐる。特に導板は耐疲労の対策として仕上は極叮嚀にし龜裂發生の起點除去に萬全の注意を拂つて居る。

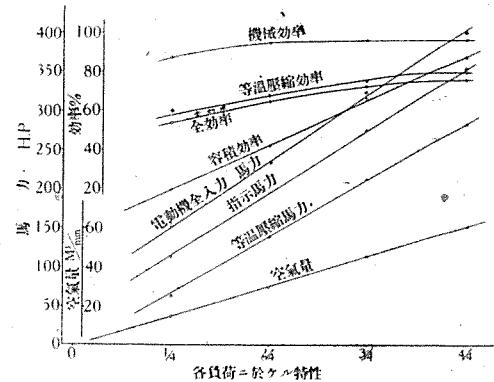
鉄は適當に調質された特殊鋼の用ひ生鉄めしてある。赤熱鉄めするときは折角調質された鉄が調質無効になるのみならず弁板導板は其の熱を受けて局部的に組織が變



第 21 圖 空氣弁の組立



第 19 圖 クランク 搔上げ配油装置



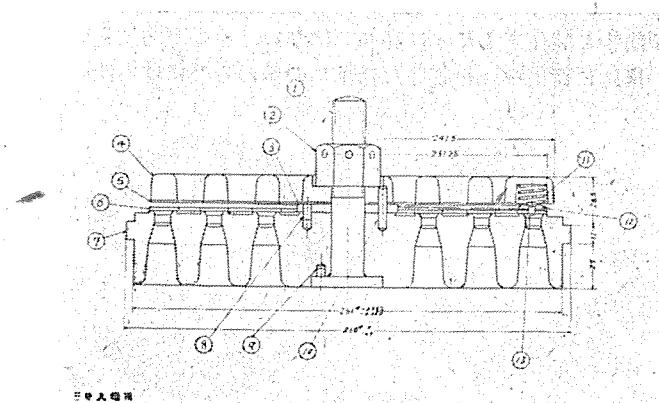
第 20 圖 壓縮機の特性曲線

るので熱鉄めは禁じて居る。

材質の選定には幾多のものを試作し、之等を實際使用中の機械に取付けて成績を調べて見た。其の結果弁板導板及び鉄等は何れも特殊鋼即ち Ni-Cr 鋼とし、其の部分の役割に應じて含有炭素の量を變へ適當なる熱處理を施してゐる。

弁座は鑄造品であるが絶えず弁板よりの衝撃を受けるのでパーライト組織の高級鑄物とし、之に適度の熱處理をして指定の硬度とし耐磨耗性を與へて居る。

製作開始當時には弁板導板鉄等は良質の外國製の材料



第 22 圖 空氣弁の組立圖

を使用したが、早くより弁の材料は手近に得られるものにする必要を感じその研究に着手した。現下の時局に鑑み全部國産の材料を使用してゐるが好成績を得て居る。又更に現在では時局の緊迫化と共に一層弁材料の特殊鋼に就ては吟味し種々の代用鋼に就いても研究を進めてゐる次第である。

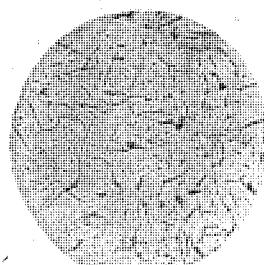
ウ. 壓縮機の氣筒

壓縮機に要する動力の約9割までは氣筒内で消費されるので、この動力を最も經濟的に利用するには氣筒の設計及び加工が非常に大切である、故に各部分の構造には周到な注意を拂つて居る、氣筒に最高能率を發揮せしめるには次の諸點に注意を要す、即ち

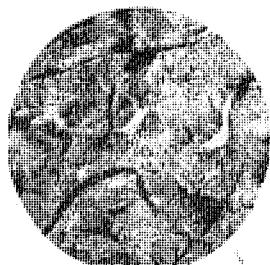
- (1) ピストン速度と各部分の材質
- (2) 空氣弁と空氣通路の關係
- (3) 適當な潤滑方法

ピストン速度に依つて機械の重要な部の寸法が決定されるが、此の速度を定めたるに當り先づ考慮すべきは各部分の材質である。特に氣筒は構造複雑で、運轉中は常にピストンが内面を摺動する。之がため摺動面は潤滑油とよく親和し得る材質のものであつて且永年の運轉に耐える耐磨耗性をものでなくてはならぬ、機關の氣筒に適當なる材質としては幾多の文献に記載してある如くパーライト鑄鐵で適當な硬度を有するものが最適とされて居る。このパーライト鑄鐵はグラファイト分布が微細で且均一である之は鑄鐵の含有炭素の或る一定量が炭化鐵となり残部の炭素がグラファイトとして析出して波状の組織をなすのである。顯微鏡寫真第23圖は上記鑄鐵の組織を50倍に拡大したものである、グラファイト分布状態が明かで、尙この一部分を300倍に拡大した寫真が第24圖で波状のパーライト組織が明瞭に看取出来る、かかる波状組織に油を施せば比較的軟かな部分のグラファイトと良く親和して潤滑が圓滑に行はれる。又第24圖の白い硬い部分は炭化鐵で受壓部としての役割をする。尙パーライト鑄鐵では析出したグラファイトが微細で比較的均一な組織をしてゐるので、この組織のものは強度の高い鑄物が得られる。この様な鑄造品を完全に作り上げるには高級鑄造技術を要することは言を俟たない。

大型機になると材質均一で而も一様な硬度を有する大型鑄物を製作することは容易ではない。そこで大型氣筒の構造に就て種々検討した結果この種のものには内側の



第23圖 鑄鐵組織圖
(50倍)



第24圖 鑄鐵組織圖
(300倍)

氣筒壁と外側の氣筒主体とを夫々別個のものにすることにした。即ち外側の複雑なる氣筒主体のものには強力鑄物に適する材質のものを選び、内側の氣筒壁には組織的に満足し得る比較的構造の簡単な部分を製作して、内外別個のライナーを挿入する方式を採用して居る、此の方式の利點は、

- (1) 大型氣筒の鑄造が容易になる。
- (2) ライナーを別に鑄造するため容易に所要材質の選定及び熱處理の施行をなし得る。
- (3) 氣筒の修理容易且低廉なこと。

等である。

エ. ピストン速度

氣筒の内壁を往復摺動するピストン速度を決定する上に於て種々の問題がある。多くの文献等を調べて見てもこれはその機種に依つて異つて居り又同じ壓縮機でも堅型か横堅かによつて異なる。又その時代の製作技術にも依る處で一概に定められない。即ち鑄造技術及び工作法の進歩或は潤滑油の研究等により過去のものに比較して最近はこの速度が著しく高められつつある。

ピストン速度を上げた結果として次の諸問題が考へられる。

- (1) 機械全体（電動機をも含む）が小さくなる。
- (2) 潤滑油及び潤滑方法の改良。
- (3) 空氣弁の設計。

近來一般に機械の大きさがその容量に比して小さくなつて居る、これは各部分に使用されてゐる材質が改良された點も多々あるが、同時にピストン速度を早めた結果に依る處も多大である。電動機直結運轉の機械にあつては從來の衝程のもの、回転速度を上げてゐる。從來の設計のものを調べて見ると機械の衝程と回転速度及び衝程と氣筒径の關係は次の様になつてゐる。

$$S = (1.15 \sim 1.20) D$$

$$RPM = 800 \sim 950 / \sqrt{S}$$

但し S = 衝程の長さ 時

D = 高壓側氣筒徑 時

RPM = 軸の回轉數 每分

然る處當社のものは次の關係になつて居る。

$$S = (0.96 \sim 1.00) D$$

$$RPM = (990 \sim 1050) / \sqrt{S}$$

即ち前記のものに比較してピストン速度が約20%程高くなつてゐる。

第25圖は横型壓縮機のピストン速度と衝程との關係を曲線にて示したものである、即ち横軸に衝程を時に表し縦軸はピストン速度を呎毎分にしたものである。圖のB曲線は從來安全であると推奨されて來たものでありA曲線が目下の當社壓縮機に就てのものである。一見すれば明かに如くA曲線はB曲線には比較して約20%程高くなつて居る。

壓縮機のピストン速度に關しては色々と研究を行つたのであるが、實際種々の條件のもとに運轉してその都度

機械の運転速度を變へてみた處、その結果がA曲線となつたのである。氣筒とピストンの關係に就て見るとこの速度で安全に運轉し得る機械を製作するには先づ材質を吟味する事である。これは前に述べた如くであるが、其の他各部分の熱處理により得られる硬度の關係に就ても調べた結果氣筒ライナーはツリネル硬度數200位としピストンはこれより約10度低く又ピストンリングは40度高くするを適當と認めた。

ピストンリングの構造は張力が均一になる様に前記の如く3本組としたのであるが、リングの張力は氣筒にて取扱ふ壓力に依つて變へ例へば低壓側にあつては壓力が比較的に低いため餘り強く張らせる必要なく、又之を無闇に強くする時は潤滑を妨げ一方動力を餘分に消費する事になる。尙高壓側にあつては壓力が高い丈にこの側の張力は高いが、氣筒の徑が小さいため摩擦による動力の損失は低壓に比較して少くこれも適當に定めて居る。

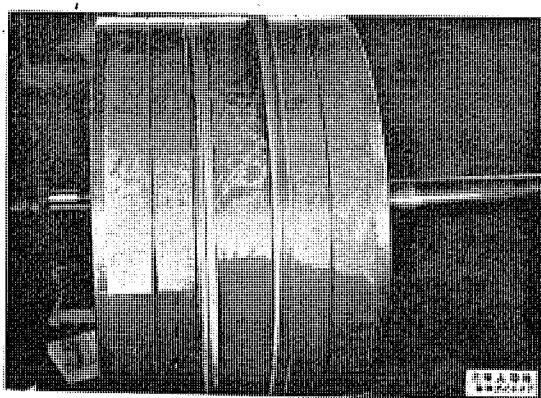
以上は材質と関連して色々と経験した結果により慎重に定めた速度及び構造であつて、今日の如く材質に關する研究が進み設計工作等あらゆる技術が進歩して居る場合當然の成果であつて現に運轉中の幾多の機械も何等の不安もなくその性能を發揮して居る。

第26図及び第27図の寫真は無事運轉中の機械のピストンとピストンリング及び氣筒との當り面の馴染状態を示したものである。

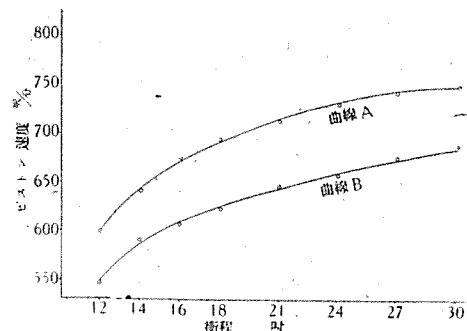
(2) 潤滑

潤滑法に就てはピストンが常に高速度で氣筒内壁を往復摺動する故に注油は寸時も怠る事が出來ない。このピストンの摺動は一般に想像する以上に悪条件下にある。普通の軸受の如く回転による油の搔込作用は無くむしろこの場合にはピストンやピストンリング等により搔き去られる作用を受ける、即ち潤滑はピストンの重量、リングの張力各部の材質油の性質氣筒の冷却法、ピストン速度、運轉状態等複雑な條件に支配される。

注油量は出来る限り少量にてすませる事が單に經濟的のみでなく又空氣弁の過熱破損を防止する、油の性質は最良のものを用ふる事は言をまたぬ事であるが、單に油の良質なるを以ては満足出来ぬ、即ち構造各部の材質が相互に適したものでなければならず特に磨耗に耐へるた



第26図 ピストン及 リングの摺動面



第25圖

めに考慮された材料である事を要する。其の上各部は入念に加工しピストンの受壓面積を増加し油を最も効果的に各部に行きわたらせる様な構造とせねばならぬ。

氣筒内壁に連續的に完全な油膜が保たれ得る様にした具体的構造又は特殊加工としては、先づピストンリングの張力を洩止めに必要と思はれる最小値とし、構造は少々複雑ではあるが前記の通り3本1組とした。又低壓側氣筒は空氣を下側より吸込み上側へ吐出する關係上特に大物になると上部1個所の注油孔のみでは完全に底部に行き亘らない傾向があるので上部の外、下部にも注油孔を設けた。

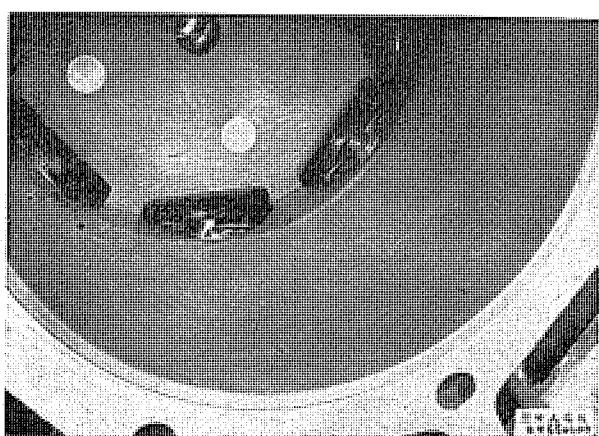
ピストンの加工には特に注意し兩端には適當な勾配をつけ或は下部の受壓面は特殊加工により氣筒内壁と約70度程密着する様にした、斯くの如く潤滑に就ては萬全を拂つて始めて良好なる運轉が得られるのである。

オ. 氣筒潤滑に就て

氣筒潤滑油には次の性質を有する油が適當である。

ナフテン性	パラフィン性
粘度(セイボルト法) 38°C 260~450秒	250~400秒
殘留炭素分	0.10%以下 0.50%以下
凝固點	-15°C以下 -2°C以下
引火點	190°C以上 205°C以上
酸價	0.10以下 0.10以下

上記の性質を有するものには從来外國製のヴァキューム油D T E ヘビーメデウム、又は國產油では田中源太郎製油のGTC 2265-A等が良く用ひられて居た。併し目下外國製



第27圖 氣筒内面狀態

品は入手不能となり又國産油が統制されて來た現状では使用可能の油も極力制限され、當社の調べによれば石油共販會社の出品高級内燃機油第 2 號が現在では最も適して居る様である。

氣筒潤滑に要する油量に就ては種々の疑問がある様で此の點について述べて見る。

油の消費量をピストンが氣筒内壁を毎分摺動する面積によつて表はせば、各注油孔に對し毎分油 1 滴が 50 平方米の表面を潤すことにして適當と考へられる。油 1 滴の量はまちまちで多少異なるが、今毎分 1 滴は 10 時間に 0.05 リットルとして計算すれば油量が得る。

油の消費量は夏と冬で異り又吸込空氣の狀態にもよるので一概には云へない、上記の油量は機械がよく馴染み合つた狀態で氣筒内に完全な油膜を保つに必要な最少量であつて塵芥の多い空氣或は湿度の高い季節には適當に量を増す。尙機械が比較的新しい間は當分上記の 2 倍の油量を使用して機械がよく馴染み合つて初めて徐々に減すると好い。近來油の性質がとかく低下した傾向があるから少々多く使用する方が好い様に思はれる。

以上の注油量を次の容量を有する機械に就て説明すれば下記の如くである。

2 段壓縮複復動機

氣筒徑 低壓側 740mm 高壓側 460mm

衝 程 455mm

クランク 軸回轉數 231 R.P.M.

この場合低壓側の氣筒には注油孔上下に各 1 個所を有し高壓側には上に 1 個所のみである。

ピストンが毎分摺動する面積は

低 壓 側 $0.74\pi \times 0.455 \times 231 \times 2 = 490 \text{M}^2/\text{mm}$

各注油孔の滴數 $490/50 = 9.8$ 滴/分

高 壓 側 $0.460\pi \times 0.455 \times 231 \times 2 = 302 \text{M}^2/\text{mm}$

注油孔の滴數 $302/50 = 6.03$ 滴/分

10 時間此の機械を運轉するに要する油量は、

$9.8 \times 2 + 6.03 = 25.63$ 滴/分

$25.63 \times 0.05 = 1.28$ リットル/10 時間となる。

以上當社にて過去數年間大型空氣壓縮機の試作・開發して得た主なる経験の二三を述べたのであるが斯様な諸點を充分考慮して始めて今日の如き安全に且經濟的に永年の使用運轉に耐えるものが出來たのである。

5. 空氣壓縮機用電氣設備

ア. 同期電動機

同期電動機が工業用電動機として誘導電動機に優る點は、力率調整の自由な點、運轉特性の良好な點であるが起動特性に就いては誘導電動機に少し及ばない。勿論誘導電動機の持つ起動特性と同期電動機の持つ運轉特性とを組合せ、起動特性運轉特性共に優秀なる電動機も種々考案されてゐるが、價格の増大、運轉操作の複雑化は免れない。然して現在空氣壓縮機用電動機として要求さ

れる起動回轉力の範囲内では、一般に用ひられる普通構造同期電動機に若干の工夫を施す事により充分満足されるものである。從つて空氣壓縮機用電動機としては同期電動機を採用し、壓縮機 クランク 軸に直結させ軸受を省き保守を容易ならしめ損失を少なからしめてゐる。

同期電動機は主に固定子、軸無し回轉子、固定子移動用装置より成り、回轉子勵磁用としては別箇に分巻直流發電機及び誘導電動機より成る電動發電機を具へてゐる。此の固定子移動用装置は固定子を軸方向に移動する事により据付點検を容易ならしめるものである。

又電動機は起動の際無効電力を出来るだけ小にし所謂起動能率をよくする様にし起動 kVA に對して著るしく起動回轉力の増加を計つてゐる。能率曲線も概して他の電動機に比して著るしく良好である。

空氣壓縮機は一般に一回轉中に不規則な回轉力の變化ある爲電動機の電機子電流に脉動を生ずる。此の電流の脈動をなる可く小ならしめる様回轉部分の蓄勢輪効果を選定する必要がある。此の電流の脈動は一般に 70% 以下なるべしと日本電氣工藝委員會標準規程 (JEC 35) に規定されて居る。之は勿論限度を規定して居るのであつて出來得れば相當の餘裕を之れに持たせた方が好都合なのであるが、蓄勢輪効果を大にすれば起動時間が長くなり運轉上種々の不利益を生ず。從つて適當な蓄勢輪効果を電動機の回轉子に持たせる様にした。此の場合電動機の回轉子自体では蓄勢輪効果が不足なので鑄鐵製蓄勢輪を回轉子に極めて要領よく取り付け資材の節約場所の節約を圖つてゐる。

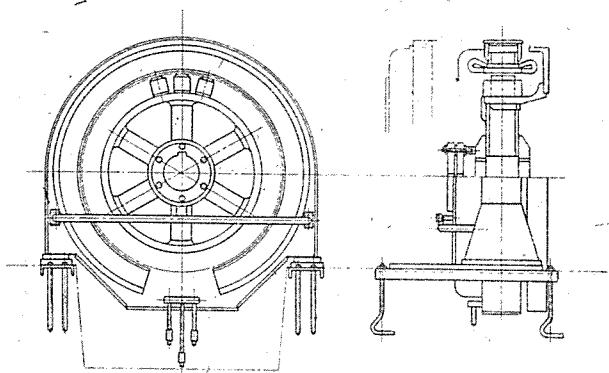
以上述べた如く空氣壓縮機用電動機としては蓄勢輪型同期電動機を標準に採用し總ての部分を激しい使用に耐え得る様に機械的に極めて頑丈にし出来得る限り簡単な構造にし、据付修理點検に便ならしめて居る。

第 28 圖は當社標準蓄勢輪型同期電動機の外形圖を示す同圖右側に見られる鎖線で書かれてある固定子は固定子移動用装置に依る移動限度を示して居る。第 29 圖は固定子第 30 圖はクランク の軸に取付けた回轉子の寫真を示す。

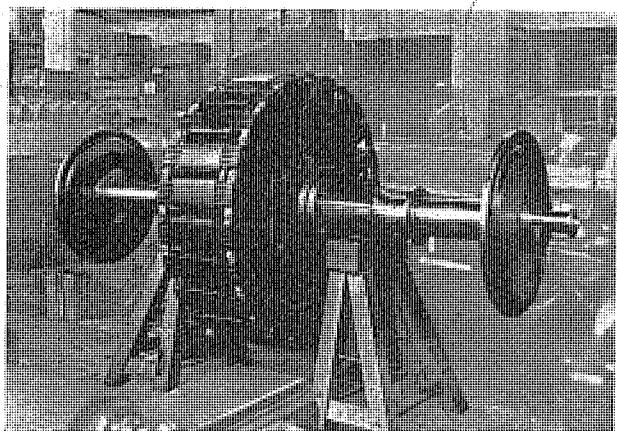
以下同期電動機の二三の問題を取り上げて簡単なる説明を試みよう。

(1) 蓄勢輪効果と電機子電流脈動との關係

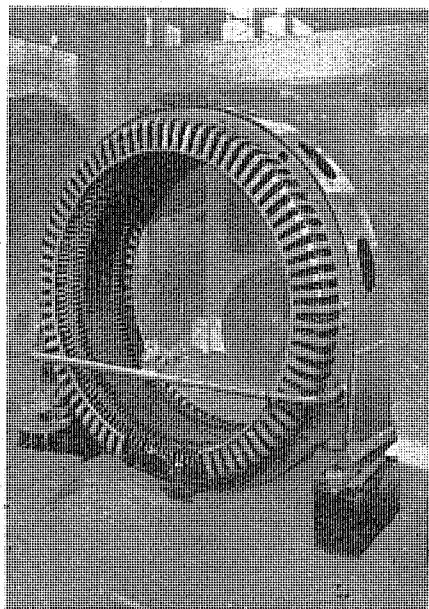
空氣壓縮機の如き往復動機械を運轉する場合には一回轉中に回轉力の變化ある爲電機子電流に脈動を生ずる事は既に述べた所である。從つて回轉部分に適當な蓄勢輪効果を與へる事に依り此の電流脈動を平均定格出力に於て 70% 以下にし且つ單獨運轉の場合其の周期的最大變位角を 3° 以下に成らしめる様にせねばならぬ。當社の空氣壓縮機は二段復動で、低壓側と高壓側のクランク角が 90° 異なつてゐる故 クランク 軸一回轉中の脈動回轉力は一回轉中に 2 サイクル 繰返す。此の回轉力の變化を第 31 圖に示す。圖の横軸はクランク 角を角度で表したものでクランク 角度に依り複雑な回轉力の變化をなす事が示され



第 28 圖 蓄勢輪型同期電動機外型圖



第 30 圖 回 転 子 #52011



第 30 圖 固 定 子 #51691

てゐる。

此の場合 クランク 軸の回轉力 $f(t)$ は一定部分即ち平均指示回轉力 T_m と同期的に變化する部分 $F(t)$ より成立すると考へられる。従つて各瞬間に於て次式が得られる

$$f(t) = T_m + F(t) \quad \dots \dots \dots (1)$$

平均指示回轉力線と回轉力曲線とで包まれる最大面積に等しい勢力を蓄勢輪が自在に供給しなければならぬ。

そして此の時の電流の脈動が 70% 以下其の周期的最大變位角度が 3° 以下になる様にせねばならぬ。

一般に空氣壓縮機の要求する回轉力と電動機の供給する回轉力が相等しければ、此の電動機は定速運轉を繼續する。運轉中の電動機の回轉力の平衡は次式で表される

$$I \frac{d^2\theta}{dt^2} + T_d \frac{d\theta}{dt} + T_s \theta = f(t) \quad \dots \dots \dots (2)$$

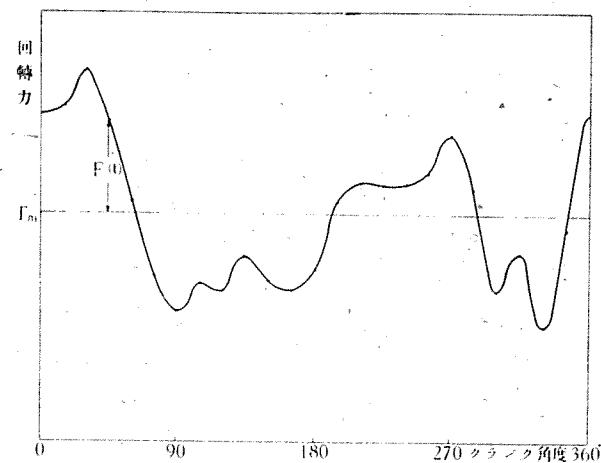
茲で I = 回轉部分の慣性能率

θ = 同期電動機の機械角度で表した動搖角

$$T_d \frac{dt}{d\theta} = \text{制動回轉力}$$

$T_s \theta$ = 同期化力

(2) なる微分方程式の解は容易に求められる。即ち微



第 31 圖 クランク 軸回轉力線圖

分方程式の特殊解と右邊を零と置きたる微分方程式の一般解との和として與へられる。

前者は此の振動系の強制振動を表し後者は自由振動を表す。此の場合蓄勢輪効果は振動系の強制振動に依り附加すべきものであるが故に強制振動のみを考へればよい事となる。實際の場合は $f(t)$ なる回轉力は第 31 圖に示す如く非常に複雑なる變化をなす故に、此れより平均指示回轉力を差引いた $F(t)$ なる回轉力を適當な方法で調波分析を行ひ各高周波に對する強制振動の解を求め、是を加算すればよろしい。此の時高調波は無限に續くが第 4 高調波迄取れば實用的に充分である。

結局此の解は次の様な函数形と考へる事が出来る。

$$\theta_p = \sum_n \phi (T_s, T_d, I, a_n, b_n, n\Omega, n\Omega t)$$

$$\text{茲に } I = \frac{GD^2}{4g}$$

$$GD^2 = \text{蓄勢輪効果 } \text{kg}\cdot\text{m}^2$$

$$g = 9.81 \text{ m/sec}^2$$

$$a_n = \text{正弦函数で表した } n \text{ 次高調波の振幅}$$

$$b_n = \text{余弦函数で表した } n \text{ 次高調波の振幅}$$

$$\Omega = \frac{2\pi}{60} S \quad S \text{ は一分間の回轉數}$$

θ_p は電動機の動搖角なる故此れに T_s を乘すると回轉

力を表す事になる。然して一定なる平均回転力で割れば % で表した回転力となる。換言すれば θ_p は % で表した回転力を表したものと考えて差支えない。更に一步進めて考えれば % 回転力は規準を變へれば定格電流に對する % で表された電流の脈動を表す事を知る。

従つて上式は電流の脈動と GD^2 即ち蓄勢輪効果との關係を表す事になる。即ち電流の脈動を或る値に決めると共に應する GD^2 は上式より容易に計算出来る。

蓄勢輪を電動機に附與した場合とせぬ場合につき電流の脈動が如何様に變化するかを、500 馬力 187.5 回轉毎分なる同期電動機で試験した。此の結果を第 32 圖第 33 圖の オッショグラム で示したが何れも全負荷時に於けるものである。

此の オッショグラム を見ると蓄勢輪を附與した場合は附與せぬ場合に比して電流の脈動が少なく 28.2% から 5.4% に減少して居る事が分る。又周期的最大變位角度は蓄勢輪を附與した時は電氣角度で 1.8 度附與せぬ場合は 2.7° なるを知る。

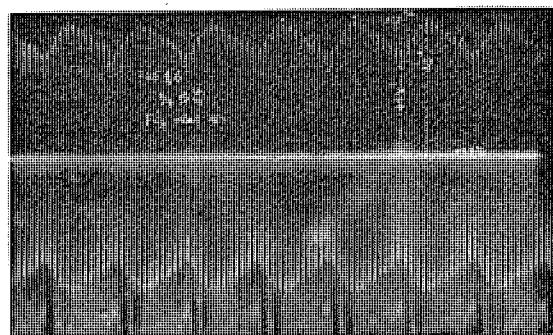
要するに電動機に適當な蓄勢輪効果を附與して電流脈動を小にし其の結果電源の擾亂を小にし機械の運轉を圓滑ならしめ且蓄勢輪を極めて手極よく附與してある爲何等据付面積の増大を來さない。是れが蓄勢輪型同期電動機の非常なる利點で、空氣壓縮機用同期電動機の標準に蓄勢輪型を採用してゐる所以である。

(2) 起動回転力と速度一回転力曲線

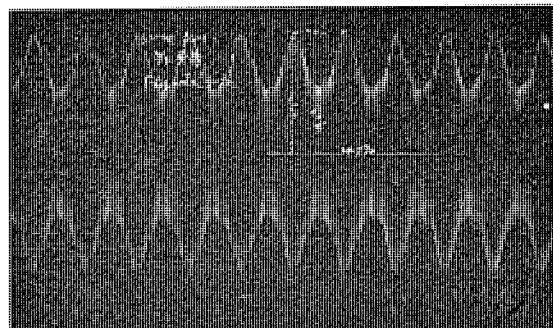
同期電動機が誘導電動機に比して劣る點は前に述べた如く其の起動回転力が少い點である。然し空氣壓縮機は其の性質として無負荷で運轉出来るから、其の要求する起動回転力は小さく 40% もあれば充分である。従つて普通構造の同期電動機に若干の工夫をなせば充分事足りる。

一般に同期電動機の回転力は制動巻線に依る回転力界磁巻線に依る回転力渦電流に依る回転力の和と考へる事が出来る。制動巻線に依る回転力とは籠型誘導電動機の回転子巻線に依るもので此の制動巻線に依る回転力が起動回転力の主要部である。而も此の制動巻線の抵抗大なる方が起動回転力が大なる事が知られてゐるが故に運轉中の同期化力の小なる事を犠牲にして抵抗大なる材料を用ひても其の配列を工夫し起動回転力を増す様圖つて居る。又起動に際して界磁巻線を開路すると非常に高い電圧を誘起するので普通是を放電抵抗を通じて閉路する事にしてゐる。是に依り空氣壓縮機の要求する起動回転力を充分出し得る様になつて居る。

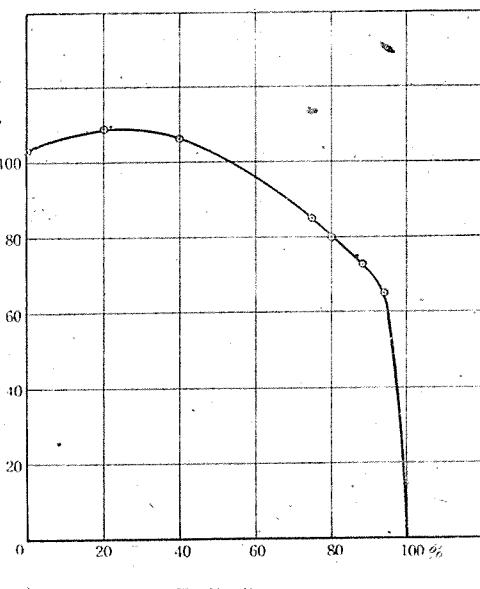
前に述べた 500 馬力同期電動機の全電圧起動励磁回路を放電抵抗を通ぜず閉路した場合の速度一回転力曲線を第 34 圖に示す。此の圖では回転力速度共に定格値の % で表して居る。即ち % 回転力とは全負荷時の回転力を 100% としたものである。此の場合起動時に流入する突入電流は定格電流の 4.1 倍であるから電源さえ充分大きければ全電圧起動は何等差支えない様になつて居る。而



第 32 圖



第 33 圖



第 34 圖 速度一回転力曲線

も此の際電流に依る過熱も充分考慮して居る。又同期化に要する時間は約 5 秒であつた。

然し乍ら實際空氣壓縮機を使用する場所の電源容量小なる時に此の突入電流の衝撃が他に悪影響を及ぼし又は電動機其れ自身への給與電圧が急に降下し起動を不能ならしめる場合も考慮する必要があるので、豫め起動補償器に依り全電圧の 65% 電圧を加えて起動せしめる方式をも採用してゐる。起動補償器を用ひて起動すると規定電圧の 65% 電圧が電動機に給與されるのであるから突入電流も全電圧起動式の場合の 65% となり従つて電機

子の過熱も小さく成る。従つて同期速度附近で全電圧に切り換へ以て直流勵磁を與へ初めて、同期電動機として運転してやればよい事になる。

以上述べた所に依り全電圧起動式に比べて起動補償器を用ひる方法は幾分操作の複雑化は免れないが電源系統への擾乱が少なくて済むといふ根本的の利益がある。其れ故操作が幾分複雑になる事を犠牲にして起動補償器に依る低電圧起動方式をも採用して居る。而も大体起動回轉力は給與電圧の自乘に比例するから規定電圧の65%の電圧を給與した場合も起動回轉力は充分である。

(3) 率入回轉力

以上述べた如く同期電動機の端子に給與電圧を加へると同期電動機は誘導電動機として起動せられ除々に速度上昇し誘導電動機として空氣壓縮機の要求する負荷に相當する滑りで運転を繼續する事になる。其の時勵磁回路に直流を流すと適當なる回轉力が發生して運転するのであるが正回轉力の作動するのは滑り周波數の前半で滑り周波數の後半になると負回轉力が作動する事になる。換言すれば滑り周波數の前半で加速されただけ滑り周波數の後半で減速する事になる。

従つて滑り周波の前半で同期速度に達しなければ線路電圧と永久に同調しない事になる。

此の場合勵磁電流を流した時に線路電圧と同調するに要する回轉力が所謂率入回轉力と稱せられるものである。

而るに前掲の第 34 圖に示された速度一回轉力曲線は外部抵抗即ち放電抵抗値に依り其の形が變るので従つて率入回轉力の定義が困難となる。日本電氣工藝委員會標準規程 (JEC 35) では普通同期速度の 95% に於ける回轉力を表すと定義されて居る。此の定義に従へば上記 500 馬力で率入回轉力は約 60% 程度なるを知る。

従つて蓄勢輪効果を電流の脉動といふ點と同期率入を容易ならしむるといふ點言換へれば互に相反する性質を慎重に考慮し最も適當なる蓄勢輪効果を回轉子に持たせるようにして居る。

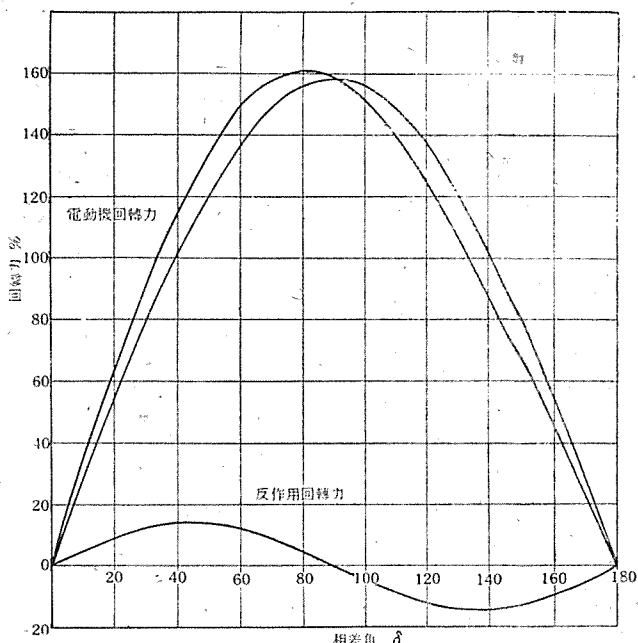
(4) 脱出回轉力

同期電動機で起動回轉力、脱出回轉力と共に今一つ重要な回轉力がある。即ち脱出回轉力がこれで定格電圧一定勵磁で同期運転した場合の電動機の負ひ得る最大回轉力である。此の状況を知る爲に出力一相差角曲線を第 35 圖に示す。此の圖は縦軸に回轉力を % で表し横軸に内部相差角を角度で表してある。圖より脱出回轉力は 160 % で其時の内部相差角は 80° なることが分る。又全負荷運転時の相差角は 33° なるを知る。

以上同期電動機の運転特性を知る爲に重要な種々の回轉力につき稍詳細に説明したのであるが、當社製空氣壓縮機用同期電動機の優秀なる性能の一半は之とて充分窺われるであらう。

イ. 制御装置

當社に於ては、200 馬力から 750 馬力程度迄の空氣壓縮機の機械部分驅動電動機制御装置等一切を一括して製



第 35 圖 同期電動機の回轉力一相差角曲線

作して居る。次に之等の制御装置に就いて述べる。

(1) 配電盤

前にも述べた如く、同期電動機は一般に制動巻線を利用して籠形二次誘導電動機として自己起動するのであるが此の場合電源の容量、所要起動回轉力其他の條件によつて全電圧起動を行ふか或ひは起動補償器を使用して減壓起動を行ふかが定められる。又空氣壓縮機は起動の際にはアンローダーによつて殆んど無負荷で起動するのが普通で、起動時の負荷としては各部の摩擦損と、比較的大きな慣性率を有する回轉子の加速に費される勢力のみであるから、起動回轉力は比較的小さくてもよく、又一般に斯種の空氣壓縮機を使用する場所は電源容量が小さくて起動電流を制限されるものが多かつたため從來は起動補償器を使用するものが廣く使用されて居た。然し全電圧起動を行ふものは資材の節約操作の簡単といふ點から最も好ましいものであるし、今日に於ては此の程度の容量の同期電動機を全電圧起動用として製作する事も容易であるから電源容量の増大と共に今後は全電圧起動を行ふものが益々増加するものと考へられる。

第 36 圖は開放型、第 37 圖は閉鎖型の起動補償器付の標準型配電盤を示し、第 38 圖は此の場合の接続圖である。開放型では起動補償器は外覆付の床置型とし、盤の背面の適當な位置に設置する。閉鎖型では各種制御器具は勿論起動補償器迄も内部に収納して居り極めて纏りよく出来よつて居る。尙取付計器類は必要な最小限度にとどめた。操作は資材の節約と標準品使用による生産増加といふ目的から、すべて手動操作を標準として居るが自動操作のものも製作して居る。以下手動の場合の操作を簡単に説明する。(第 38 圖参照)

先ず電動勵磁機を起動し勵磁機の界磁を調整して電圧を規定勵磁に相當する値に調整する。次に空氣壓縮機の

アンローダ・バルブを開き無負荷とすればアンローダ・レバに聯動する押鉗が閉じ油入遮断器の鎖錠線輪は勵磁されて鎖錠を解きこれで初めて起動運転油入遮断器の投入可能になる。起動運転油入遮断器とは起動用、運轉用各 1 本宛の操作把手を有する 4 極双投の油入遮断器であつて、操作は先づ起動側を入れて減圧起動し、電動機が相當加速するのを待つて起動側を開くと同時に運轉側を投入して全電圧に切換へるのである。尙各操作把手間には機械的に巧妙な聯鎖機構が施されて居り、起動側が入つた後でなければ運轉側は入らず、切換の際に切換が迅速に行はれぬときは運轉側は投入出来ぬ様になつて居る。又切換の際起動側と運轉側とが同時に閉路すれば起動補償器の巻線を焼損する懼があるから必ず起動側が切れてから運轉側が入る様に考慮されて居る。仮全電圧に切換後更に相當加速して同期速度に近づいたならば界磁開閉器を閉じ直流勵磁を與へて同期化せしめた上でアンローダ・バルブを閉じ負荷するのである。

押鉗操作の場合も操作は大体上記と同様で手動操作の起動運転油入遮断器の代りに油入電磁接觸器と限時繼電器又は特殊補助繼電器装置とを使用し、起動より直流勵磁迄を自動的に行はせるのである。但しこの場合もアンロ

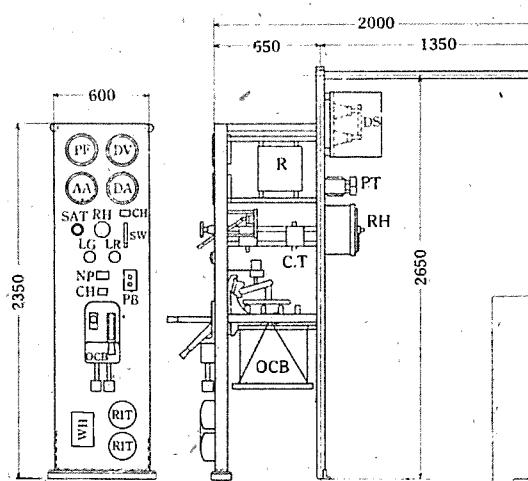
ーダ・バルブの操作は手動による。

減壓起動、全電圧起動何れの場合でも標準型の配電盤に使用して居る油入遮断器は操作を容易にするためとなるべく小型軽量にするためから遮断容量 20 MVA 程度のものを使用しこれ以上の遮断容量を要求される場合には最近發達した高遮断容量を有するデアイオン可熔器を併用する。即ち通常の回路の開閉及過負荷の遮断は油入遮断器で行ひ、事故による大電流の遮断のみデアイオン可熔器によつて行ふのである。かくする事によつて遮断容量 150 MVA 程度迄を要求される場合にも標準型の配電盤をそのまま使用することが出來一々大型の油入遮断器を使用するのに比べて資材納期費用等に於て著しい縮少を可能とするのである。

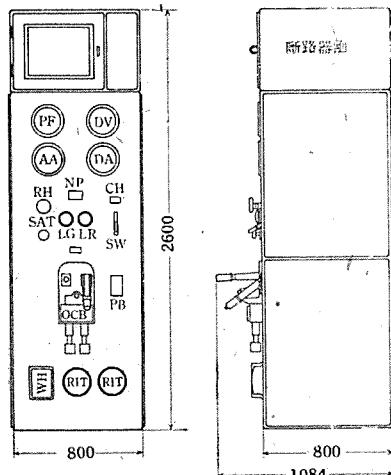
勵電源としては、當社の標準器は別に小型の電動勵磁機を設け、勵磁機の界磁の調整により間接に勵磁電流を調整するのを立前として居り、主界磁調整器は附屬せしないこととしている。電動勵磁機は特殊な設計になる分巻發電機であつて 45V~110V の間の電圧調整器が可能である。尙定格勵磁電圧は 95V である。直流電源が得られる場合には電動勵磁機を省き主勵磁回路に主界磁調整器を挿入して直接に界磁の調整を行つてもよい。

(2) 起動補償器

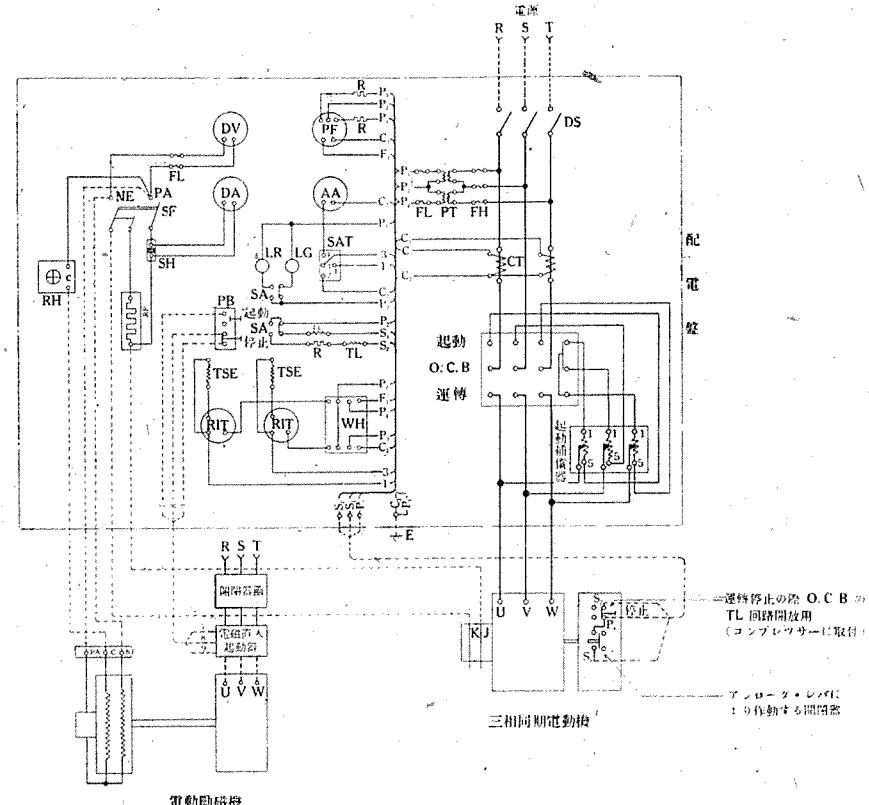
起動補償器の結線は從來中小容量のものは V 結線、大容量のものは Y 結線が用ひられて居た、周知の如く V 結線は利用率が 86.6% であるから巻線容量の 86.6% しか利用出来ない。即銅材は逆に約 15% 餘分に必要な事に



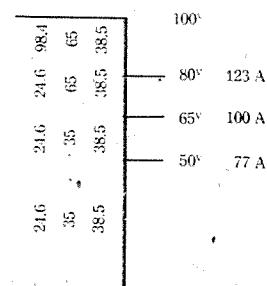
第 36 圖 開放型配電盤



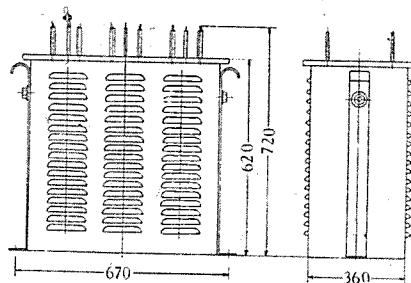
第 37 圖 閉鎖型配電盤



第 38 圖 配電盤配線図



第 39 圖



第 40 圖 650kVA 起動補償器外形圖

なる。V 結線が有利な場合は極めて小型で導体の切口面積に餘裕がある場合に限られるが、小容量の電動機は近年凡て全電圧起動される故普通起動補償器を使用する場合にはかかる場合は殆んど無いと考へられる。従つて當社に於ては標準設計には凡て Y 結線を採用してゐる。

起動補償器は勵磁も短時間負荷も同時にあたへられる故電流密度及び磁束密度は連續定格のものに比べて相當大きくとることが出来る。例へば 3 相 50~1500 kVA 1 分間使用の起動補償器に於て今假に電流密度を 5 倍、磁束密度を 1.5 倍にとつたとすれば、 $\frac{1}{5 \times 1.5}$ 即約 200 kVA の連續定格の變壓器と同一の鐵心を用ふれば所要の短時間定格の變壓器が出来る譯である。然るに又起動補償器は巻線の容量の點から更に小型な鐵心で定ることになる。今標準 タップ 50% 65% 80% の場合に就て説明すれば次の如くである。

今第 39 圖の如く Y 結線の一相分を

$$100A \times 65V = 6.5 \text{ kVA}$$

とすれば 3 相分では

$$6.5 \text{ kVA} \times 3 = 19.5 \text{ kVA}$$

巻線の容量は

$$20V \times 98.4 A = 1970 \text{ VA}$$

$$15V \times 65A = 975 \text{ VA}$$

$$65V \times 38.5A = 2500 \text{ VA}$$

$$\begin{array}{r} + \\ 2) 5445 \\ \hline 2723 \text{ VA} \end{array}$$

即一相分 2.72 kVA 3 相分では

$$2.72 \times 3 = 8.2 \text{ kVA}$$

第 3 表

同期電動機出力 HP	起式補償器 kVA
200	415
300	650
400	650
500	860
600	1360
750	1360

故に定格負荷に対する變壓器の等價容量は

$$\frac{8.2}{19.5} = 0.42$$

即起動補償器は前例 3 相 50~1500 kVA 1 分間定格に於て 50-65-80% タップ とすれば約 84 kVA の連續定格の變壓器と同一の鐵心に入れれば最も經濟的な設計となることになる。當社に於ては便宜上此の逆を行つて 1 分間定格、50-65-80% タップ のものに就ての標準鐵心に入れ得る最大容量の補償器を計算し之を各定格時間に對してその容量を決定して使用することにして居る。

空氣壓縮機用起動補償器の標準は第 3 表の如くであつて標準仕様は次の如くである。

タップ	50%	65%	80%
結線	Y		
定格	1 分間定格	50/60~共用	
定格容量	65% タップ に於ける容量を以つて呼稱する 50% タップ に於ては夫の約 60% 80% タップ に於ては夫の約 150% である。		
冷却方式	自冷		

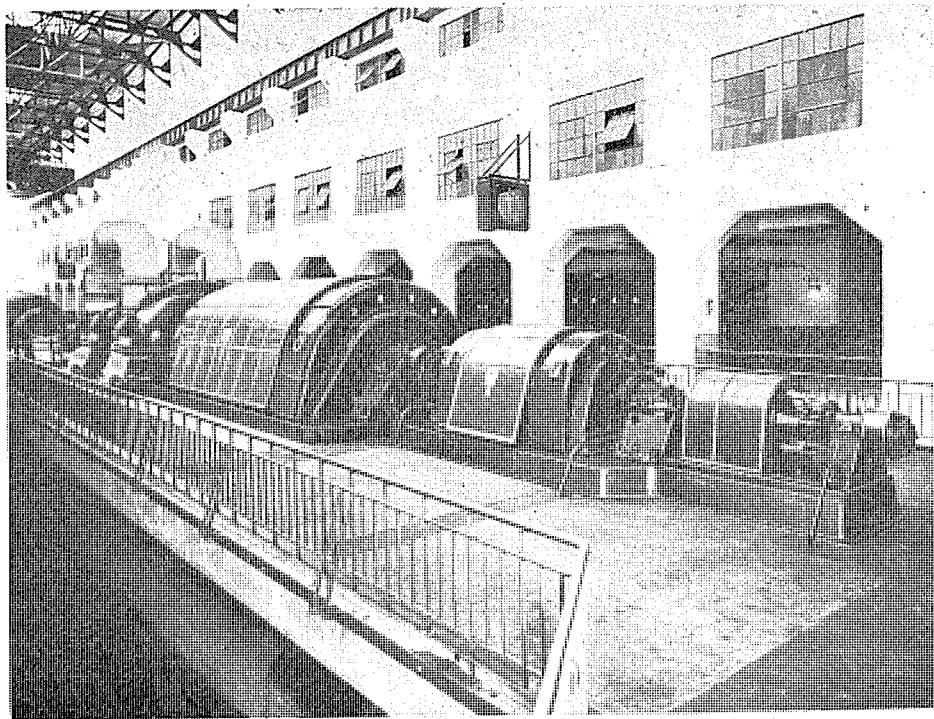
第 40 圖は之等の外形圖の一例である。

6. 鎌山に於ける發電設備

鎌山に於て使用される原動力は、殆んど總てが電氣である。鎌山機器の中には、例へば坑内に於ける揚水ポンプ空氣壓縮機、或は通風扇の如く一瞬なりとも停止を許されぬ重要な機器が存する故に、之等の電源は絶對的に信頼し得るものでなければならぬ。従つて一般に鎌山に於ては、自家用の發電所を持ち、自分の手で發電する事に依り全停電に對する危険を防いで居る。

又採掘された石炭は出来るだけ多く市場に送り出す事が戰時下の今日の急務であり且義務である。又過去に於ても營利的必要上、出来るだけ粗悪炭を利用して最も能率よく發電する事が、鎌山に於ける發電設備の特長の一つと云ふことが出来る。

一般に發電所設置に當つては、各種の必要條件を考慮して場所の選定を行ふのであるが鎌山の總てが燃料以外の條件を完備して居るとは云へない。大体に於て給水關係、冷却水關係に於て不満足な事が多く、従つて發電所計畫上不利な點が甚だ多い。斯かる條件の下に設置される機器は、勿論設計上獨特な計畫を要する。



第41圖 ○○炭礦發電所納入 (62,500 kVA)
(3,000 R.P.M) タービン 發電機械

ア. 蒸氣關係

燃料の供給に對しては他の如何なる發電所よりも有利な地位にはあるが、概して灰分、水分の多い粗悪炭を使用する故に、罐の能率は悪い。従つて出来るだけ能率を擧げる爲めには一般に微粉炭燃焼法を推奨するのである而して從來水分の多い石炭は概して石炭粉碎機に於ける故障の原因と成り勝ちであつたが、現在の技術では、熱回路中石炭を豫め煙道ガスで乾燥せしめて斯かる缺陷を打破し得たので比較的容量の大なるものに對しては微粉炭燃焼法を採用し、小容量のものに對しては、先づ石炭の水分を豫め除去せしめるが如き特種な給炭機燃焼法を採用する傾向となつて居る。又微粉炭を粗目にしたもの用ひて、粗目のものはロストル上にて燃焼せしめ、微粉炭はバーナで燃焼さすが如き混合方式も考へられて居る。要は斯かる粗悪炭を最も能率よく燃焼せしめる方策に過ぎない。

タービンの能率を上げる爲には、蒸氣壓力を上昇せしめる事が必要である。一般に現時の發電所は高溫高壓の傾向にあるが、鑛山に於いても近時高壓蒸氣を採用する向きが漸次増加しつゝある。

斯くの如く、出来るだけ少量の石炭で而も市場には送り得ない様な粗悪炭を用ひて、所要電力を確保しなければならぬ。

現在は鑛山機器の殆んど總てが電氣力又は空氣力に成つてしまつたが、坑外に於ける多數の從業員の生活に對し、又一部の機器に對し相當多數量の蒸氣を使用するの通例である。従つてそれ等の蒸氣を最も能率良く得る爲には抽汽タービンを用ひ、蒸氣交換器に依り壓力を低

下せしめて所要の蒸氣を得る方法が考へられる。

抑々蒸氣タービンの熱經濟上の損失の内で何が一番大であるかと云ふと、先づ復水器で失はれる潜熱の損失を指さねばならぬ。石炭の燃焼に依つて發生する熱量の60%にも達する熱量が、復水器の冷却水に依つて空しく持ち去られるからである。抽氣タービンが構造上普通タービンと相異する點は、先づ第一に抽出壓力を一定に保つ必要があるから、抽氣點を通つて復水器に入る殘餘の蒸氣を絞弇で調整する様にする。即ち、抽氣所要量が増加して壓力を一定に保ち、之と反対に抽氣所要量が減少して抽氣壓力が上昇した場合は、絞弇を開いて次段落への蒸氣量を増加して抽氣壓力を一定に保つ様にする。所が斯様に抽氣點と復水器との間で仕事をする蒸氣量に増減があれば、出力に増減が起る事は勿論であるから之を補ふ爲、壓力調整裝置と聯動的に調整弇を作用させて、蒸氣流入量を増減させ、出力を一定させる様な構造にして居る。近時此種タービンの發達は顯著であつて、抽出蒸氣量を多量に抽出した上安全に運轉出来る様になつた。

イ. 電氣關係

汽罐が高溫高壓になり熱効率を上げると同時に、タービンは高速運轉にして綜合能率の上昇を計つた。タービン發電機に於ても同様、高速運轉の利益は絶大なものであるから、2極機となし3,600 r.p.m 又は3,000 r.p.m にて安全且確實に運轉し、所要電力を確保してゐる。一概に高速運轉と稱しても發電機にあつては、其の回轉子軸材及び構造に於て技術上簡単なものではない。以下少し本問題に就いて述べる。

(1) 回轉子軸体

回転が増大し且出力が増加するに従ひ、軸体に加はる内部應力は非常に増大する。從来大容量機の軸材としては、最高級品たるニッケルクロム鋼を採用し、その大なる抗張力、伸び等の特性を利用して軸の主徑を増して居た。然るに戦時の今日ニッケルの入手は困難となり、之に代る軸材の研究は緊急問題として熱心に努力が續けられて居る。斯かる大型の鍛造物、就中タービン發電機回轉子軸の如き特種構造を有するものに於ては、決して實驗室結果のみにて満足出来ないのである。その質量効果を充分考慮せねばならない。即ち軸材内部組織に生ずる偏析或ひは不均一組織等、表面に深いコイル溝を切つた回轉体としては決してゆるがせに出來ない現象である。

(2) 檢査

斯かる軸材を採用するに當つては下記の如く嚴重な諸検査を行つた上、其等に合格せるものゝみを使用するのであつて、危険防止の爲には當社に於ては下記の如き試験を行ひ根氣強く努力して居る次第である。

(a) 化學分析

(b) 強度試験

コアドリルと稱する試験片採取工具に依つて、半径方向軸方向の試験片を多數に採り、内部の實際の強度を知り又その強度分布を確める事が出来る。特に最も應力のかゝる歯の根本部分に於ける強度分布は充分信頼の置けるものでなくてはならないから、斯かる深部に迄達するコアドリルに依つて試験片を採取する。

(c) 表面検査

表面を仕上げた後に、擴大鏡に依つて、表面に疵が現はれて居るか否やを検査する。

(d) 硬度測定

軸体表面及び各試験片に就き硬度を測定する。

(e) 内應力検査

内應力が存する場合には、一寸した表面疵又は銳角等の處からひゞ割れの原因を作るから警戒を要する。溝を切つてその寸法差の相異又はねじれ等を測定して内應力の検査を行ふ。

(f) 鐵心部兩端面の検査

鐵心部の兩端面は内部の組織分布を窺ひ知るには好都合な部分であつて、溝加工以前に硫黃寫真及油浸法に依つて取調べる。

(g) 組織検査

コアドリルで採つた試験片で以つて顯微鏡に依りその組織の状態を調査する。

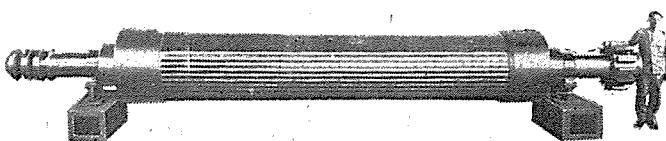
(h) 磁氣的検査

溝加工後の鐵心部は磁氣探傷器にて疵の有無を検査する。

(i) 中心孔の検査

中心孔を仕上げた後、検孔鏡に依つて内部より取調べる。

(j) 溝内部の検査



第 42 圖 ○○炭礦發電所納め (62,500 kVA)
(3,000 R.P.M.) タービン 發電機回轉子

溝加工終了後は、溝底、溝壁を屈折鏡に依つて表面よりの検査を行ふ。

以上の如き複雑な検査が續けられるが、これに通過した回轉子軸は安全を保證する事が出来るだけに、又一面失格するものも多い。此等の點が發電機製作者の最も頭を悩まさねばならぬ處である。

次に回轉体材料で重要な部分は線輪保持環であつて、從来ニッケルクロムモリブデン鋼を使用し、高速回轉に依り生ずる應力を打勝つ抗張力、伸び等を得て居たが、之も軸材同様ニッケル無しのものに變更しつゝあり、將來の高速發電機に對し何等懸念無い事を確信する。

(3) 回轉子の構造

高速度機の回轉子の構造は、その巨大なる遠心力に對する應力を如何にして最小にするかと云ふ事が基礎條件となる。又如何にして安全に高速運轉出来るか即ち如何にして回轉子の振動を最も安全を範囲に置くかと云ふ問題である。

(a) 集中應力を避ける溝の構造⁽¹⁾

前述せる如く、タービン發電機の回轉子の内部に起る機械的應力の中で最も重要なものは歯の根元に於ける應力である。此の應力如何に依つて出力は制限される即ち機械の寸法が決つて來るのである。此の應力を輕減する事は同一機械寸法に於て出力を増加する事になり、又同一出力に於ては回轉子軸の機械的強度に餘裕を持つと云ふ事になる。當社に於ては安全率を低下せしめる事なく、不充分な軸材を生かして用ゐる爲にも或は材料を切つめる爲にも歯の根元に生ずる集中應力の係数を小さくする様研究に努力し、歯の一部に適切なる切缺を設ける事に依つて其の目的を達し得たのである。此の爲に炭素鋼の軸材の出力範囲は増大し、或は不充分軸材の廢却を助け得る等著しい進歩をなすことが出來たと確信する

(b) 回轉子の振動

高速度機即ち 2 極タービン發電機回轉子の直徑は機械的應力上から制限される。一般に回轉子を同じ直徑にしても速度が 20% 増せば機械的應力は 44% 増す。從つて機械的應力を同じにすれば同一容量に於て長さを 44% 増さねばならぬ事になる。軸受間隔が長くなると振動特性が非常に面倒となる。その主なるものは軸斷面に於て、極中心及び之に直角な線に關する慣性能率の違ふ場合に起る現象である。即ち一般の構造では軸が一回轉する間に、極中心と之に直角な面ではその撓みが違ふ。其爲普通の臨界速度の他に之の約半分の速度で臨界速度様の振動が出ると同時に臨界速度附近では振動特性が不

安定となるので、當社に於ては其の缺點を除く爲に、軸の全周間に亘り等間隔に溝を切り、断面の何れの軸に對しても慣性能率が等しくなる様にし、且磁氣抵抗を増さぬ様鋼の墳物で埋めて居る。此の結果はすばらしく良好であるが何分にも製作上溝の加工費、墳物の材料能及び加工費、又は工程上等に種々の不利がある。此の不利を除く事は生産增强の爲めにも絶対に必要なのであるが、之は(2)磁極に横溝を切る事に依つて美事解決されたのである。即ち、磁極に數耗巾の半月形の横溝を只或る間隔に入れる事に依つて容易にその目的を達する事が出来る。此の方法では製作上遙かに有利であると同時に断面のいづれの軸に對してもその慣性能率の大体等しい結果を出し得る。

以上の如く礦山に於ける劣性粗悪炭を以て汽罐を焚き

高温高圧となし、抽氣 タービンを使用し、高速度 タービン發電機を運轉する事に依つて全綜合能率を高め、且信頼の置ける タービン 発電機械及び他の發電所機器を使用し、絶対の安全感の下に發電してこそ始めて採炭能率が舉り石炭増産の國策に沿ひ得るものと深く信する次第である。

文 献

(1) 井上八郎有衛門：

回轉子の歯の根元に於ける應力輕減に関する一考察
第 20 回聯合大會豫稿 120 頁

(2) 井上八郎有衛門：

横溝を有する軸の曲げ剛さ電氣學會論文集
第 2 卷 第 3 號 昭和 16 年 3 月

本 誌 參 考 文 献 (既刊 三菱電機)

1. 採 炭

三菱 コールピックに就て 中垣直人 第 17 卷 第 3 號 (昭 16-3)

2. 切羽及片盤運搬

最近の減速電動機 原千代一 第 15 卷 第 8 號 (昭 14-8)
三菱 BM プーリーモータ 吉村芳郎 第 19 卷 第 6 號 (昭 18-6)

3. 主坑道、斜坑道及堅炭坑用搬機

礦山並工業用小型電氣機關車	阿草春好	第 13 卷 第 9 號 (昭 12-9)
小型電氣機關車の戰時設計	近藤善通	第 19 卷 第 5 號 (昭 18-5)
450 馬力單胴卷上機及電動部分に就て	原千代一	第 14 卷 第 7 號 (昭 13-7)
350 馬力複胴卷上機及電機部分に就て	原千代一	第 16 卷 第 4 號 (昭 15-4)
1,500 馬力 イルグナー 式堅坑卷上機	原千代一	第 17 卷 第 3 號 (昭 16-3)
1,000 馬力 複胴卷上機	原千代一	第 17 卷 第 3 號 (昭 16-3)
最近の誘導電動機	山口良哉	第 15 卷 第 9 號 (昭 14-9)
1,550 馬力 イルグナー 卷上機信號裝置	大神朝喜	第 17 卷 第 3 號 (昭 16-3)
1,000 馬力 スキップ 卷上機制御裝置	大神朝喜	第 17 卷 第 4 號 (昭 16-4)
スキップ 卷上機自動運轉裝置	大神朝喜	第 7 卷 第 10 號 (昭 6-10)
5,000 馬力 イルグナー 裝置用滑り調整器に就て	大神朝喜	第 12 卷 第 10 號 (昭 11-10)
1,550 馬力 卷上機電氣設備	大神朝喜	第 17 卷 第 3 號 (昭 16-3)
斜坑集團ベルト コンベヤー 總括制御裝置	大神朝喜	第 18 卷 第 12 號 (昭 17-12)

4. 選炭及積込設備

選洗炭場總括制御裝置に就て 大神朝喜 第 15 卷 第 9 號 (昭 14-9)

5. 附帶動力設備

礦山用通風機	中村長一	第 17 卷 第 3 號 (昭 16-3)
礦山用輻流通風機	中村長一	第 13 卷 第 9 號 (昭 12-9)
礦山用空氣壓縮機に就て	鈴木勝之進	第 15 卷 第 8 號 (昭 14-8)
三菱空氣壓縮機に就て	鈴木勝之進	第 17 卷 第 3 號 (昭 16-3)
V S 型 ハンマスクリーン	吉村芳郎	第 17 卷 第 3 號 (昭 16-3)
石炭荷役用起動機の電氣裝置	常盤盛一	第 7 卷 第 10 號 (昭 6-10)

6. 防爆構造

防爆型電氣機器に就て 關野博 第 17 卷 第 12 號 (昭 16-12)

第Ⅶ章 防爆構造

敵を知り己を知ると云ふ事は、連戦連勝の要訣である。礦山に於ける敵とは何ぞや。戦慄すべき爆発事故を挙げて他にない。己とは何ぞや。施設である。夫々の施設機器の性能を十分認識し、而も爆發性物質の性情を呑めば、百戦して百勝すべく、戦時下増産の上に後顧の憂ひを無くするものと云はねばならない。

本章に於ては、先づ從來發生した爆發事故の統計を示し、更にその原因、爆發性物質の性質を極め、その結果防爆機器として如何なる性能、構造を必要とするかに就て述べることとする。

1. 坑内爆發事故

一寸した不注意から、一瞬にして數百の生命を奪ふ坑内爆發事故の實例は決して少くない。次に從來發表された文献により、その概略を示せば、第1表及第2表の通りである。

第1表は死亡者の多い順で並べたもので、第1位と第4位とを除くと第7位までは日本が獨占する結果となつて居り、世界的大爆發の過半を日本で占めてゐると云ふことは、特に注意を喚起する必要があらう。

第2表は、日本に於ける爆發事故を年代順に並べたものであるが、死亡者30名以上の爆發事故は殆んど毎年起つて居り、その復舊には多大の日數と労力を要する點から見て、増産增强の叫ばれてゐる折柄、誠に塞心に堪へない次第である。

2. 坑内爆發の原因

坑内爆發を爆發性物質の種類により分類すれば、ガス爆發と炭塵爆發であるが、それ等の爆發を起す點火源によつて分類すれば、第3表の如く、同時にその頻度も示されてゐる。

この表によれば、電氣に原因する事故が相當多い事が分るであらう。歐洲では、電氣に原因する事故を極度に嫌つて空氣機械が多く使用されて來たが、最近では電氣

第1表 各國の炭坑大爆發事故

順位	國名	炭坑名	死者数	年次
1	佛	クーリエ	1099	明 39
2	滿	撫順大山	917	大 6
3	日	方城	687	大 3
4	英	セングヘニーズ	439	大 2
5	日	新夕張若菜逸	423	大 3
6	日	大之浦	365	大 6
7	日	豊國	365	明 40
8	英	オーワス	361	1866
9	米	モノガラ	361	明 40
10	獨	ラドボーラード	360	明 41
11	英	ブレトリナ	344	明 43
12	日	高島	307	明 39

第2表 日本に於ける炭坑爆發事故

年月日	地方別	炭礦名	死者数
明 32. 6. 15	筑北長筑	豊道豊	國瀬坑島國
36. 1. 17	海	二夕高豊	張浦限坑
38. 1. 6	北	新大忠夕	斜
39. 3. 26	筑	張	第2斜
40. 7. 20	北	第2	第2斜
41. 1. 17	筑	夕之	夕之
42. 11. 24	北	張	第2斜
44. 6. 1	筑	第2	第2斜
45. 4. 29	北	張瀬	第2斜
大元 12. 23	筑	第2	第2斜
2. 2. 6	北	若方撫	第2斜
3. 11. 28	筑	桐新夕	第2斜
3. 12. 15	北	上入	第2斜
6. 1. 11	筑	北	第2斜
6. 12. 21	北	北	第2斜
9. 1. 11	筑	北	第2斜
9. 6. 14	北	北	第2斜
13. 1. 5	筑	常	第2斜
13. 8. 9	北	上入	第2斜
昭 2. 11. 12	筑	三上	第2斜
4. 8. 5	北	三空	第2斜
4. 12. 30	筑	豊道崎	第2斜
7. 8. 15	北	豊道盤	第2斜
8. 6. 3	筑	豊道盤	第2斜
9. 11. 10	北	彌茂入	第2斜
10. 5. 6	筑	三赤	第2斜
10. 5. 30	北	豊豊岡	第2斜
10. 7. 13	筑	豊岡道	第2斜
10. 10. 25	北	豊岡道	第2斜
11. 6. 11	筑	福	第2斜
11. 10. 12	北	筑	第2斜
13. 6. 8	筑	福	第2斜
13. 10. 6	北	北	第2斜
18. 1. 21	筑	大綱海夕	第2斜
		軍	新之

第3表 爆發事故の原因

點火線の種類	%回数	
	九州	北海道
裸	27.5	12.6
火	5.6	16.1
全	8.2	14.9
自	1.7	8.0
然	17.0	20.6
發	37.1	24.1
電	2.6	3.4
不		

第4表 電氣による爆發原因の内譯

電氣による點火源の種類	%回数	
	九州	北海道
電動	34.1	—
電開	12.9	19.0
信	9.4	—
電	16.5	24.0
電	2.3	9.5
電	3.5	—
電	3.5	4.8
電	12.9	9.5
電	1.2	—
電	—	9.5
電	—	9.5
電	—	14.3

機械の防爆性の向上、能率の高い事、経済的な點等から電気機械を採用する様になつて來た事は、注目すべき事であらう。

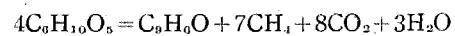
それでは、電気による事故の内訳はどうなつてゐるかと云ふと、第4表に示す通りである。

以上を要約すると、坑内爆発の約30%は電気に原因して居り、その中でもケーブル類の事故が非常に多い事を示してゐる。

3. 爆発ガスの性質

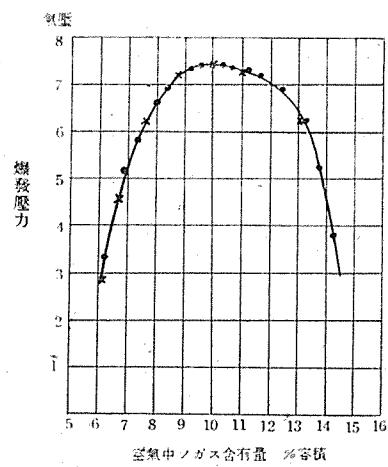
坑内で爆発ガス或は單にガスと稱せられるものは、メタンを主成分とする坑内ガス即ち坑氣である。その成分を調べたものが、第5表に示されてゐる。即ちメタンが大部分であり、一般に90%以上を含んでゐる。その他は極く微量で、窒素、酸素、炭酸ガスを含み、水素は極く稀に含まれてゐる。

メタンガス発生の原理は、次の化學方程式によつて知る事が出来るであらう。セルローズは植物の主成分である。



セルローズ 濾青炭 メタンガス 炭酸ガス 水

これ等の坑氣は、炭層内に於て生成され、相當の氣壓を有し、炭層内に深く進むに従つて増加し、數氣圧乃至



第1図 ガス濃度爆發壓力曲線

第5表 坑内ガスの成分

炭坑名	メタン	窒素	酸素	炭酸ガス	エタン	エチレン	一酸化炭素	水素
九州新原炭坑	94.38	3.32	0.79	0.79	0.72	—	—	—
北海道若菜邊	97.2	2.2	0.3	0.3	—	—	—	—
北海道若菜邊	90.5	7.9	0.9	0.7	—	—	—	—
北海道夕張	98.45	0.60	0.01	0.94	—	—	—	—
オーストリヤ炭坑(6坑平均)	89.76	7.14	0.39	1.98	—	—	—	0.23
獨逸エッセン地方噴出ガス	90.94	7.36	0.30	—	—	—	—	1.40
獨逸ザール地方噴出ガス	84.89	12.84	0.65	1.62	—	—	—	—
米國ウイルクスバーレ	94.20	3.30	0.90	1.10	—	0.40	0.10	—
米國ルゼンネ	91.31	6.57	1.59	0.49	—	0.04	—	—
米國ドルンス	90.65	9.21	0.05	0.09	—	—	—	—
英國諸炭坑9炭層	79.7~98.2	13~14.3	0~3.0	0.3~2.1	—	—	—	0~0.3
英國諸炭坑9坑	80.8~95.10	3.32~10.80	0~1.9	0.5~8.1	0~1.85	—	0.1~1.3	—
英國ボントヘンリー	95.80	3.07	0.25	0.68	—	—	—	0.20
英國ヒースフィールド	90.2	6.2	0.5	0.1	2.8	—	0.2	—

數十氣壓にも及ぶことがあると云はれてゐる。これが外部に出て来る状態により、泄出、噴出、突出、の三様に分けられる。泄出とは、炭壁全面から一樣に出てくるもので、時によると微かな音響を伴ひ、或は水氣を含む炭層では、ツツツツと小さな氣泡を作つて發生する。噴出とは炭層や炭盤の亀裂或は断層等の一部から繼續的には發生し、壓力の高い時には強大な勢で濃厚ガスを發生するものを云ふ。突出とは、突然又は短時間内に僅かな微候の後、一時に多量の瓦斯を發生するもので、炭壁や岩盤を押し出し、之を粉砕することすらある。

ガスの成分及び發生の状態は以上の様であるが、次に爆發した場合の諸種の特性を、防爆構造を決定する見地から、重要な物に就て二三述べる事にする。

ア、燃焼限界及び爆發限界

大体次の範囲と考へて大した違ひはないであらう。

第6表 燃焼及爆發限界

空氣中の含有量 %	
燃爆	4.5 ~ 6
燃燒	6 ~ 16
燃燒	16 ~ 30

イ、點火温度

ガスの濃度、點火源其他の條件によつて異なるので概には云へないが、熱した表面により點火する温度は 650~750°C 上見てよいであらう。

ウ、爆發壓力

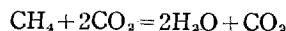
爆發壓力を種々の條件で一様にはならない。メタンの含有量、容器の形狀、點火源の位置等で夫々異なる。一例

第7表 瓶体の強度

内容積	内部壓力
2 cm ³ 以下	製作上の必要な強度
2 cm ³ 超過 100 cm ³ 以下	6 kg/cm ²
100 cm ³ 超過	8 kg/cm ²

を第1圖に示す。これは球状容器で球の中央で點火した場合である。其の他の形狀の容器では、爆壓が同時に筐壁に突き當る事がないから、これよりは低くなる。メタン含有量9~10.5%の時、約7.5氣圧を生ずるのが最大爆壓である。

メタン燃焼の化學式は

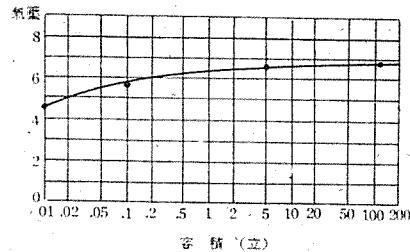


上式により明かなる様に、メタンガス1容が完全燃焼を行ふためには、酸素2容を必要とする。最大爆發はその様な混合割合の時生ずる譯である。酸素は空氣中の容積を20.9%含んで居る故、酸素2容を含む空氣量は9.57容となる。この混合氣体中のメタンの含有量は

$$\frac{1}{1+9.57} \times 100 = 9.46\%$$

即ちメタン含有量9.46%のとき最大爆壓を生ずる譯であるが、實際には高溫に於ける解離の影響により最大爆壓の點は之より少し高く約10.15%の所にある。

容器の大きさが小さい處では、爆壓は多少低くなるが、大きい處では、容器の大きさは爆壓に殆んど影響がなくなる。(第2圖)



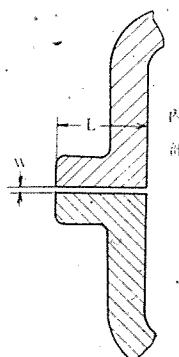
第2圖 容積爆發壓力曲線

エ、火災逸走限度

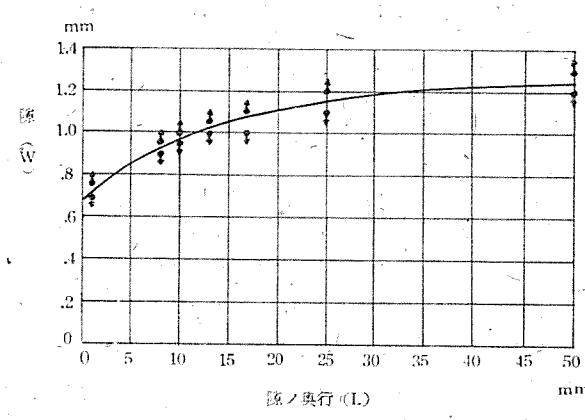
密閉容器の中で爆發を行はしめた時、内部の高壓ガスは容器の縫目を通して外部に逸出する。外部に引火性ガスが存在する時は、内部から逸出した高熱ガスのために引火の危険が生ずる。坑内であれば、坑氣に引火し坑内爆發の導火線となる惧れがある。この場合、容器の縫目に於ける逸出面間の隙間とその奥行の長さを適當に選べば、外部引火の危険を解消することが出来るのである。これ等の關係を第3圖及第4圖に示す。

オ、狭隙と爆發壓力

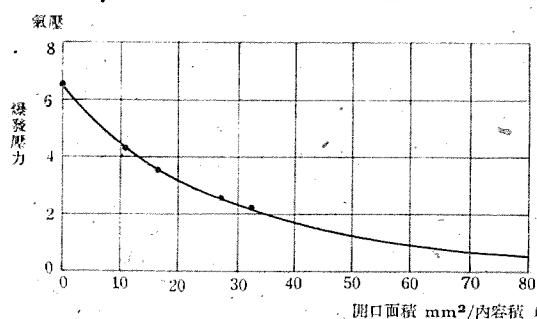
密閉容器に於ては、内部爆發により相當に壓力が上昇



第3圖 隙Wと隙の奥行L



第4圖 火焰逸走界限曲線



第5圖 狹隙開口部を有する時の爆發壓力曲線

するが、内部ガスの逸出口を大きくすれば、壓力は當然輕減する。第5圖にその關係を示す。

4. 炭塵の爆發性

一時に數十乃至數百の生命を奪ふ大爆發は殆んど全部が炭塵爆發を伴つてゐるものと見てよいであらう。然も炭塵の爆發に於ては、多量の一酸化炭素を生ずるため、何等の外傷なくして死に至るもののが意外に多い事を思へば、誠に慄然たるものがある。

一瞬にして1099名の死者を生じた世界最大の爆發たる佛國クーリエ炭坑に於ては、爆發ガスが存在せずその原因としては、發破の不良にありとされて居り、それが誘因となつて、炭塵の爆發を誘起したものである。最近の我國の例では、昭和14年の筑豊大之浦炭坑の爆發の如き、92名の死者の中、半數の46名は火傷も外傷もなく全くの一酸化炭素による中毒死と認められたのであつた。乾燥した炭塵がある濃度で空氣中に浮遊する時は、適當な熱源により、爆發を生ずるのである。坑内に於ける炭塵の點火熱源として考へられるものは、ガス爆發、發破の火薬過量、電氣火花等である。炭塵の大きさは如何なる程度から危險と見做されるかと云ふと、米國では、20メシ、英國では28メシ以下とされてゐる。微細になる程危險性が増すことは勿論である。では空氣中に浮遊する炭塵が如何なる濃度になれば危險となるかと云ふに、これは石炭の性質例へば揮發分の含有量或はその細度によつて一定しないが、略々坑内に存在する程度のもので1立方米の空氣中に110~130瓦位から危險とされてゐる。尚微細なる場合には、20~30 gr/m³程度で爆發せ

しめた例もある様である。石炭の種類により爆発性が異なることは前述の通りであるが、これは含有する揮発分に左右される。爆発性を持つためには16%以上の揮発分を含有することが必要とされてゐる。又水分30%以上含む場合、或は、不燃性物質50%以上含む場合は爆発の危険は非常に減少すると云はれてゐる。

密閉容器中に於ける爆発圧力は理論上5気圧であるが、實際は之より低く6気圧程度で、メタン防爆機器であれば、實際上炭塵に對しても安全である。

尙坑道に於ける炭塵爆発防止策としては、防爆機器を使用して炭塵點火の源を斷つことは勿論大事であるが、撒水法、或は岩粉法を實施して、炭塵の爆発性を減殺して置くことも重要な方法である。

5. 防爆構造の種類

前節までの説明により、炭坑の爆発事故、その原因、爆発ガス及び炭塵の諸性質の概略が分つた事と思ふ。從つてそれに適應する様に防爆構造を製作すればよい。この目的のために、この方面の専門家が長年に亘つて、その仕様の完成に努力されて來たのであるが、未だ發表の時期に至つて居ない。然し乍ら近く完成の上發表される事は間違なく、我々防爆機器の製作者としては、この仕様に充分合致したものを製作すれば、防爆上信頼度の高いもののが出來る譯である。茲では、爆発ガス及炭塵の諸性質、及び坑内の諸事情より考察して、如何なる程度に機器を製作すれば、先づ防爆の目的を達し得るかに就て述べて見度いと思ふ。

電氣機器の防爆構造の種類は、次の6種に區別することが出来る。

- (1) 耐壓防爆構造
- (2) 狹隙防爆構造
- (3) 油入防爆構造
- (4) 内壓防爆構造
- (5) 安全増防爆構造
- (6) 特殊防爆構造

以下節を追つて説明をする。

6. 耐壓防爆構造

普通の全密閉構造では、外部のガスが内部に侵入する

事を完全に防止することは困難である。運轉、停止の繰返しにより、内部空氣の加熱冷却が繰返され、その結果長時間の後には、筐体の縫目或は軸受等の間隙から外部ガスが侵入することとは必至である。従つて全密閉と云へども内部に點火源のある場合には、内部爆発を當然豫想すべきである。この場合の諸対策を煎じ詰め壓縮すれば次の二點に歸する。即ち、内部爆壓に耐へる強度を持たせることと、爆発時の逸出ガスにより外部ガスに引火せしめないことである。

(1) 筐体の強度

前述した様に、空氣中のメタン含有量9~10.5%の時、球状容器の中央で點火せしめた場合、最大爆壓を示すもので、その値は約7.5気圧、然し實際には斯様な場合は極く稀で7気圧に達しないのが普通である。筐体の設計に當つては、第7表の内部壓力が加はるものとして更に適當な安全率が加算される故、充分安全度の高いものが設計される。尙、實際の製品には、鑄造巣或は熔接不良等も起り得るので、完成後の試験及検査が必要である。

(2) 外部ガスの點火の防止

内部で爆發したガスは、非常な高溫度であり、その高壓ガスは筐体の縫目、軸受等の間隙から外部に逸出する

この場合、ガスの逸出は差支へないが、このため外部のガスに引火する様な事があつてはならない。逸出面間の間隙（これを隙と呼ぶ）及び逸出通路の長さ（これを隙の奥行と呼ぶ）を適當に選べば、外部への點火を阻止出来ることは前述した通りである。第4圖で明かな様に、隙の奥行25粍の場合、隙は1.2粍では外部に引火す

第9表 回轉軸に於ける隙及隙の奥行

寸法 mm

列 行	内 容 積	20 cm ³ 以下	20 cm ³ 超 過	100 cm ³ 超 過	500 cm ³ 超 過
			100 cm ³ 以下	500 cm ³ 以下	
I	軸 受 の 種 類	最大隙 W 転り軸受 隙の最小 奥行 L	0.45	0.45	0.45
II			5	10	15
III		最大隙 W 滑り軸受 隙の最小 奥行 L	0.3	0.3	0.3
VI			5	15	25
					40

第8表 隙及隙の奥行

寸法 mm

列 行	内 容 積	1	2	3	4	5	6
		2 cm ³ 以下	2 cm ³ 超 過 10 cm ³ 以下	100 cm ³ 超 過 500 cm ³ 以下	500 cm ³ 超 過 2000 cm ³ 以下	2000 cm ³ 超 過	
I	最大隙（直經差）W	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5
II	隙の動かぬ部分	5	5	8	15	20	40
III	最小奥行 L 稀に動く部分	5	10	15	20	25	40
VI	ボルト孔までの最短距離 L ₁	5	5	6	8	10	15

るが、隙を 1.1 精にすれば引火しない。然し製作に於ては安全性を考慮する必要があるので、隙を 0.3 精以下に保つのである。これ等の値を示せば、第8表及第9表の通りである。

7. 狹隙防爆構造

耐壓防爆構造では、ガスの逸出間隙はある事はあるが、それは内容積に比べ非常に小さい。随つて内部爆圧により瞬間的であるが、相當な高圧となり、筐体自身はそれに充分耐へる様に頑丈に作る必要があつた。逸出間隙は同じであつても、これを多數持てば、全体として開口面積は増大し、内部の壓力が上昇しないことは、第5圖によつて明かである。製作に當つては安全性を考慮して第10表の値を探る。

第10表 狹隙防爆構造の筐体強度

開口面積 (mm^2) 内容積 (l)	内部壓力 (ゲード) kg/cm^2
10 以上	7.0
20 ヶ	4.5
30 ヶ	3.5
40 ヶ	2.5
50 ヶ	2.0
60 ヶ	1.5
70 ヶ	1.0
80 ヶ	0.8

この構造は、筐体の一部に狭隙板層を取付けるのが普通であつて、狭隙板相互間の隙は 0.5 精以下隙の奥行は 50 精以上、狭隙間隙を作るための間隔片間の距離は 70 精以下として、外部に對する引火を防止してゐる。

8. 油入防爆構造

火花を發生する惧れある部分を全部油の中に漬けてしまひ、而もその火花が油面上に出ることが無ければ、それでも十分防爆性を保つことが出来る。この構造は、油入變壓器或は油入開閉器等に利用されるが、茲で注意すべき事は、油面上を普通の耐壓防爆構造とすることが危険なことである。これは油中の火花により油が分解し水素を發生するからである。この値は、水素 66~82% アセチレン 10~26%、エチレン 2.5~4.0%、メタン 4~7% と云はれてゐる。この混合ガスは、メタン空気混合ガスよりも爆發性激しく防爆構造としては困難である。従つて、坑氣防爆構造としては、ガス抜孔を設けて之等の危険ガスが内部に溜らぬ様にするのが普通である。又油面計、排油装置を付ける事が望しいが、之等の部分から油洩れが起らぬ事が絶対必要である。油洩れにより火花を發生する部分が、油面に近づき場合によつては油面上に露出する危険が生ずるからである。油面計に於ては特にこの點に留意して、油面計の一部が破損して油が流出しても、そ

の最低油位から危険部分までの距離を充分に取り火花又は火焰が油面上に出ないことを必要條件としてゐる。

尙油入開閉器或は制御器に於ては、開閉の際の電弧が油面上に出ない事を確保するために、次の試験を行ひ、定格遮断能力を決定する。即ち油面上にはメタン 9% の空気との混合氣体或は水素 30% の空気との混合氣体を充满せしめ、油の溫度は室温 35°C として運轉状態の溫度に保ち、油面は油面計破損の場合の最低油位に保ち定格電圧の下、回路の力率は 40% とし、連續 20 回の開閉試験を行ふ。その場合、外部に引火せしめざる最大の開閉電流又は電力を決定し、短絡電流を遮断すべき遮断器に於ては、その値の 75% 以下、その他のものでは 50% 以下を取り、定格遮断能力とする。

9. 内壓防爆構造

普通の全密閉構造では外部からガスが侵入することを防止する事が困難なる事は、前述の通りであるが、この構造に於ては、筐体内部に不燃性ガスを壓入することによりこの目的を達せんとするものである。筐体内部にガスが侵入する事がなければ、防爆上最も安全であり、理想的であるが、それを確保する事が中々面倒である。

先づ運轉開始前に筐体内の坑氣を清掃し、然る後、運轉を開始することが必要で、筐体の容積の約十倍の新鮮なる空氣或は不燃性ガスで清掃する事を條件としてゐる。

又内部の壓力が減少すれば、外部よりガスが侵入する惧れがあり、この時は警報を發するか、運轉を停止する必要がある。

内壓防爆構造では、之等の保護装置を使用する事がその性質上極めて必要で、その爲、管制装置が複雑となるのは蓋し止むを得ない。

機器の構造としては、外部より絶えず新鮮なる空氣を送り込み通風する風道換気型とするか、ポンベ其他により壓縮空氣或は不燃性ガスを常に壓入する全閉型とするか何れかによるのが普通である。

10. 安全増防爆構造

機器の内部に運轉中火花を發する如き點火源を有せず而も運轉する場所がガス或は乾燥浮遊炭塵の少い比較的安全な場所に於ては、防爆構造を左程嚴重にしなくとも安全である。この構造に於ては、普通の運轉状態では點火源が無いので、外部ガスが自由に出入りが出来、内部爆發が外部に波及する事を防止する何等の裝置をも有して居ない。従つて、内部には通常點火源が無いとは云へ絶縁充電部分等があるのであるから、事故の發生により點火源が生ずる様なことは、極力防止しなければならない。では如何なる點で、これ等の安全策を考慮してゐるか、以下具体的に二三述べて見る。

(1) 點火源

運轉中火花を發する様な點火源を持つことは絶対嚴禁

であることは云ふまでもない。従つて開閉器とか、巻線型誘導電動機の集電環或は直流機の整流子等には適用出来ない。

(2) 絶縁充電部分の保護

電動機の線輪の様に充分絶縁されてゐる様な處でも、外部からの接觸により損傷を受ければ、絶縁が破壊され電気的火花を發し點火源となる惧れがある。そのため外部から小型の固形異物が侵入し絶縁部を損傷せざる様通風口其他の開口部には盲蓋或は網目の蓋を必要とする。又水滴が直接觸れても絶縁性を低下せしめるので、防滴型とする必要がある。

(3) 裸充電部分の保護

端子筐の様に絶縁されない裸充電部分のある處は特に防爆上注意を要する處で、裸充電部分間に電氣的事故の起らぬ事が絶対に必要である。特に坑内に於ては炭塵、湯氣等が多く、これがそれ等の部分の電氣的事故を助長する事になるので、全閉構造にする必要がある。

籠形誘導電動機の回轉子棒、端環は裸充電部分ではあるが、完全に短絡されて居り、漏洩電流、電弧等も一般には生ぜぬ故、必ずしも全閉構造にしなくともよい。然し起動の際、鐵心と回轉子棒との間の電位差により火花を發する事がある。斯様な場合は、鐵心と回轉子棒とを完全に密着せしめるか、或は回轉子棒を絶縁するかして火花の發生を防止しなければならない。

(4) 沿面距離及絶縁間隙

裸充電部分相互間は、絶縁物で絶縁し且つ適當な距離を保つことにより、絶縁物の表面を流れる漏洩電流を防止すると共に、空間に於ける電弧の發生を防止しなければならない。このために必要とする距離は第 7.11 表に示す通りである。

(5) 溫度上昇の低下

爆発ガスは、絶縁部分、非絶縁部分に限らず常に接觸する惧れがあり、その部分の事故は、直接外部ガスへの引火の危険があるのであるから、絶縁部分の信頼度は特に高める必要がある。使用温度が 80°C を越へる場合に於ては、最高使用温度で 4 週間の連續試験を行ひ、その耐熱耐久性を確かめる。又未處理絶縁物は真空含浸、壓力含浸、或は充分なる浸漬を行ふ。更に 75 kW 以下の機器に對しては溫度上昇を一般的のものより 10°C 下げ安全性を高めてゐる。それ以上のものに之が適用されないのは、大型のものは据付場所も比較的安全な場所が多く又管理も充分行届くからそれ程しなくともよいからである。

(6) 篠形誘導電動機の許容拘束時間

籠形誘導電動機に於ては、裸の回轉子棒が直接外気に觸れるのであるから、回轉子棒の過熱のためにそれが點火源となる様な事があつてはならぬ。負荷が急激に増加し停動トルク以上になれば回轉子は拘束状態に陥り、定

第 11 表 裸充電部分間の絶縁間隙及沿面距離

寸法 mm

行	許容最高使用電圧 (V)		60	125	250	600	900	(1200)	1800	3500	7000
1 絶縁間隙	導体電流容量 25 A 以下	イ	3	3	3	4					
		ロ	4	6	6	6	12	(14)	20	30	60
2 絶縁間隙	導体電流容量 25 A 超過	イ	3	3	5	9					
		ロ	4	9	9	9					
3 金閉構造の場合	磁器 (導体電流容量 25 A 以下の場合に限る)	イ	4	4	4	6					
		ロ	4	5	6	10	18	(20)	30	50	90
4 沿面距離	磁器 (磁器以外にて漏洩面) が垂直なるもの 型造絶縁物リブ付	イ	6	6	8	12					
		ロ	6	9	9	12					
5 沿面距離	磁器以外にて漏洩面が垂直な らざるもの 型造絶縁物リブ無	イ	6	8	10	15	22	(25)	40	60	110
		ロ	6	11	11	15					
6 全以外閉外構の造場合	磁器 (磁器以外にて漏洩面) が垂直なるもの 型造絶縁物リブ付	イ	6	8	10	15	22	(25)	40	60	110
		ロ	6	11	11	15					
7 全以外閉外構の造場合	磁器以外にて漏洩面が垂直な らざるもの 型造絶縁物リブ無	イ	6	11	14	20	30	(35)	50	85	150
		ロ	6	16	16	20					

(1) 許容最高使用電圧 600V 以下に於ては絶縁せざる部分と導体部は (ロ) 捩により、其他部分は (イ) の擗によるものとす。

(2) 上表は吸収性少しが又は湯氣の吸収に對して適當に處理されたる絶縁物を使用せるものに適用す。

(3) 誘導電動機の二次回路に使用せらるゝ器具にありては本表によらざる事を得。

(4) 坑内に於ては、油入防爆構造以外の電氣機器は種々の傾斜をなして、使用せらるゝ機會多きを以て、垂直なる面とならざる面との區別は困難なり依つて微器以外のリブを有せざる絶縁物に對しては 5 行及 7 行の値のみ適用すべきものとす。

(5) () 内は、電動機の二次回路に限る。

格電流の4倍から6倍程度の短絡電流を流すことになる。このため、固定子、回転子共急激に温度上昇を始め危険状態に陥る。がる場合過負荷繼電器を働かせ電動機を電源から切離す必要がある。そのためには、電動機が拘束されてから危険温度になるまでの時間と、過負荷繼電器の作動するまでの時間とが一致しなければならぬ即ち、回転子を拘束し全電圧を加へた場合の温度上昇が、回転子 165°C、固定子 100°C に達するまでの時間を許容拘束時間と稱し、この時間内に電源から切離せばよいのである。この時間は10秒以上となる様設計されることが望ましい。許容拘束時間は實測或は算出により銘板に表示しなければならない。

(7) 誘導電動機の空隙

誘導電動機の空隙は一般に非常に小さい。これが餘り小さないと、組立不良或は長年月の使用による軸受の摩耗或は機械的衝撃等により、固定子と回転子とが接觸する惧れがある。接觸による火花によつてはガスに引火する惧なしとしない。一般に誘導電動機に對しては、空隙の規程が無いのであるが、安全増防爆型に對しては特に規定を設ける必要がある。一般の誘導電動機より空隙は擴大して安全性を増加すべきである。

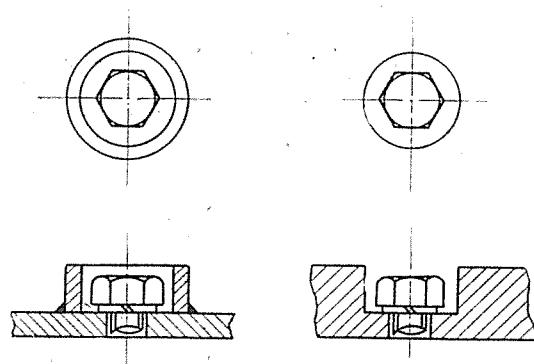
11. 特殊防爆構造

技術の進歩は常に止まる處を知らず生々發展すべきものである。防爆構造も、上述の耐壓、狭隙、油入、内壓安全増の5種に限定する必要はなく、防爆上優秀なるものが現れば、特殊防爆構造として認めるのが至當と考へる。この場合、諸種の防爆試験を施行してその防爆性が十分であるかどうかを確める必要がある事は云ふまでもない。

12. 錠締及端子箱

(1) 錠締(ジョウジメ)

坑内に使用される防爆構造としては、製品そのものが諸種の防爆試験に合格しただけでは未だ不十分である。坑内の特殊事情を充分加味することが必要であり、坑内に使用して防爆性が怪しくなる様なものでは駄目であるこの意味で、切羽等で頻繁に移動して使用される機器の



第6圖 錠締

如きは、防爆性を十分とする許りでなく、亂暴な取扱に對しても耐へる様、十分頑丈なものにしなくてはならない。又防爆上重要な部分は、特に責任者以外は開閉出来ぬ様に考慮することが保安上望ましい。この目的のために、重要部分には鍵をかける。これを特に錠締と稱し特殊工具例へば特殊のスパナー、箱スパナー、或は鍵等を使用しなければ緩めることが出來ない装置を總稱する。普通の方法は、普通の六角ボルトを使用し、普通のスパナーが使用出来ぬ様、ボルト頭の周囲に突起を設けるか、或はボルト自身を埋め込みとする方法である。

(2) 端子箱

端子箱は電源と電氣機器との接続點であり、この接続は現場で行はなければならぬ關係上、特に移動性のある機器に於ては、電氣的に種々の事故を生じ易く、防爆上の弱點の一つとされてゐる。

電氣機器と電源とを接続するためには導体が筐体壁を貫通する個所が必ず一個以上生じ、その個所の防爆性を如何にして保つかと云ふことが問題となる。

次の諸方式があり、何れも安全増防爆構造であるが、夫々長所短所を備へ、その優劣は俄には斷じ難い。

ア、スタッド式

絶縁物で被覆した導体で防爆筐体を貫通する方式である。(第7圖)

長所、導体被覆の絶縁物としては、磁器或は石炭酸樹脂系のものが用ひられ、熱による變形等少くすることが出来るので、防爆上優れてゐる。

短所、絶縁棒導体と導線との接続はネジ締めされ、裸のまま存在するので、塵埃、湿氣のため漏洩電流が生じ易い。

イ、パッキン式

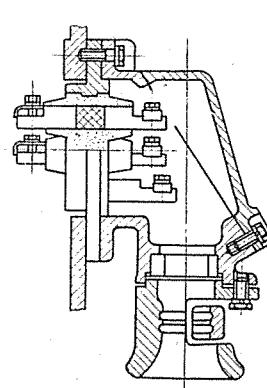
防爆筐体を貫通する部分にパッキンを用ひ導線と筐体間を氣密に保持する方式を云ふ。(第8圖)

長所、直接導体を筐体内部に引込めるから、構造が簡単で小型に出来る。

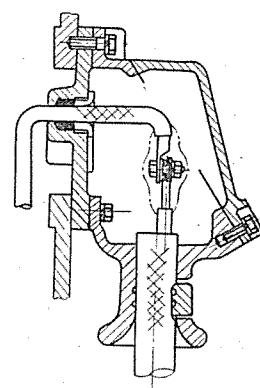
短所、パッキンの締め具合が防爆性に影響し、締めた時果して防爆性が十分であるかどうかの判定が困難である。

ウ、固着式

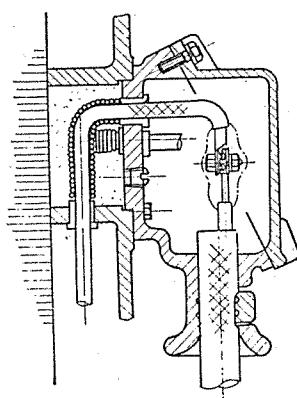
防爆筐体を導線が貫通する部分に部屋を設け、コンパウ



第7圖 スタット式



第8圖 パッキン式



第9圖 固着式

ンドの様な流動性物質を充填し固着せしめた方式である。(第7.9圖)

長所、パッキン式と同様、構造が簡単で小型に出来る。

尙、裸充電部分は絶縁テープで巻く事が出来るので電気的事故の減少が期待出来る。

短所 コンパウンドをコンパウンド室に充填した時、完全に充填されてゐるかどうかの判定が困難である。

エ、プラグ式

防爆筐体内に挿込接続装置により電流を導入する方式である。

長所、移動頻繁なる機器に於ては接續換へが簡単で且迅速である。

短所、挿込接続装置自身の構造が複雑で、現場の實情に則した信頼度の高いものを製作するには、かなりの技術を要する。

ホ、其他の方式

其他にも種々の方式があるが、茲では省略する。

13. 坑内用防爆機器の取締及検定

坑内の爆発事故の中で電気に基因するものが相當多い

と云ふ事は前述した通りであつて、我々電氣機器製造業者としては、防爆上出來得る限り完全なる製品を造るために努力してゐるのであるが、一方炭坑の使用者側も電氣機器の性能を充分認識され、その使用を誤らないことも亦必要である。

又我々が努力して優良製品の製作に成功しても、礦山に於て粗悪製品を撰定される様であつたら、折角の努力も役に立たず、亦幸にして優良製品を撰定されても、作業者が機器の一部を破損しそのまゝ使用を繼續する様な事があると、往々にして重大な結果を招くことになる。

これ等の心配を除き我々製造業者も礦山側も安心して増産に邁進出来るためには、其處に何等かの取締が必要となつて来る。この要望に應へたものが、昭和15年9月2日發令された商工省令第六十八號石炭坑用爆薬類及機械器具取締規則並びに商工省令第六十九號石炭坑用爆薬類及機械器具検定規則である。

防爆機器の型式検定は本令の發布と同時に開始され、商工省の試験所に於ける型式試験に合格した製品は優良製品と見做してよく、礦山側も安心して使用する事が出来るのである。この試験所は九州では直方市、北海道では札幌市にある。

可燃性ガス又は乾燥炭塵の存在する炭坑は商工大臣が指定することになつて居り、指定された炭坑に於ては、型式検定に合格した製品でないと使用することは出来ない。又破損或は故障した製品は坑内に於てはその使用が禁じられた。

以上の二つの商工省令によつて、我國の炭坑取締は強化された譯で、近く發表されんとする坑氣防爆仕様書の制定と共に、坑内保安上貢献する處極めて大なることを信ずるものである。

本誌 矿山特輯號 編輯者一覽

編輯委員 井上八郎右衛門、 大神朝喜、 前田幸夫

執筆委員 大神朝喜、 鈴木勝之進、 山縣満、 吉村芳郎
安松靖彦、 阿草春躬、 原千代一、 福山秀夫
山島一次、 中村長一、 加賀貞廣、 武田英男
岩橋歸一、 關野博 (執筆順)

庶務委員 中台一男、 二星潤

論文と講演

寄稿

正木良一	精密機械工業と戰時親格	工業國策	7月號
薄井廉介	並行線型發振器負荷結合法の解析	電學誌	8月號
木村久男	内鐵型變壓器に於ける異常渦流損	電學誌	
木村久男	衝益波形直視裝置に於ける波形分析に就て	電氣號	8月號
荒井潔	交流式輕合金抵抗熔接機の取扱に就て	電氣公論	8月號
井上八郎	氣中遮斷器の溫度上昇限度	製協誌	9月號
龜井吳	最近の無軌道電車とその電氣機器	製協誌	9月號
宗村平	金屬壓延に於ける電氣制御	電氣工學	

第19卷 第9號 内容豫定

兵器とゴム布	大久保貫一
堅型ポール盤の負荷試験	野口弘一
三菱新型鋼板製高周波爐	田宮利彦
ヘビサイド演算子法(VIII)	管野正雄
ミシン發達史(2)	伊東璋
スプライン・ホフの設計	岩田弘繁
	西島明

編輯室

明治38年神戸の三菱合資會社造船部の一部として電氣機械製作事業を開始したのにその端を發して居る。當時は僅かに艦船附屬及び三菱關係の炭坑鑛山用電氣機器の製作と修理とを爲すに過ぎなかつたが、年を閱するに従ひ聲價を高め、明治42年頃から一般の需要に應じ各種の電氣機器を製作する様になつた。

以上は電氣之友社編纂「日本電氣事業史」所載の我が三菱電機會社史の一部である。現今五大重點産業に指を屈せられる船舶と鑛山には創業のその當時から縁が深かつた事は一入興味がある。

本月號を鑛山增强特輯號として提供するのもその因縁淺からずと云ふことが出來様。

本特輯號を計畫するに當り、當社長崎製作所の絶大な努力の傾注があつたことを此處に特筆大書し、本號が些かなりとも、鑛業關係者各位の御参考となり、引いては戰力増強の一端ともなれば、我等の喜び之に過ぎるものはない。

◆ ◆ ◆
本號の編輯に當つて三菱鑛業會社飯塚礦業所の方々に絶大の御便宜を與へて頂いた。此處に厚く御禮申上げる。

◆ ◆ ◆
由來機器の使用者とその製作者とは唇齒の關係にあり。車の兩輪の如く相倚り相助けて、始めて技術の大進歩を爲す。

◆ ◆ ◆
此上共に鑛山當事者各位の御指導御鞭撻を得ることが出來れば幸甚である。

◆ ◆ ◆
現下の戰局は日一日とその様相を漸じく變轉しつゝある。思ふに技術者の責務今より重き秋は無い。

◆ ◆ ◆
大君の御楯とたゞに思ふ身は
名をも命も惜しまざらなむ 山本元帥

◆ ◆ ◆
「名をも命も惜しまざらなむ」と歌ひ切れる心境こそ銃後技術者に最も痛切に要望される精神ではあるまい。

(Y)

三菱電機株式會社

東京市麹町區丸ノ内二丁目四

神戸製作所	神戸市兵庫區和田崎町三丁目	東京工場	東京市芝區海岸通二丁目七
名古屋製作所	名古屋市東區矢田町	直方出張所	直方市大字下新入
長崎製作所	長崎市平戸小屋町	札幌出張所	札幌市北二條東一二丁目九八
大阪製作所	兵庫縣川邊郡立花村塚口	奉天駐在員	奉天大和區浪速通二八
大船工場	神奈川縣鎌倉郡大船町	新京駐在員	新京大同大街(康德會館内)
世田ヶ谷工場	東京市世田ヶ谷區池尻町四三七	京城駐在員	京城府黃金町一丁目一八〇

編輯兼發行者 三菱電機株式會社 神戸製作所内
中 台 一 男
發 行 所 神戸市兵庫區和田崎町三丁目
「三菱電機」編輯部
印 刷 者 大阪市東區北久太郎町一丁目一六
印 刷 所 大阪市東區北久太郎町一丁目一六
株式會社 日本寫真工藝社

〔無断轉載を禁ず〕
東京市神田區淡路町二丁目九
配給元 日本出版配給株式會社
昭和18年8月31日 印刷納本
昭和18年9月5日 発行
〔本誌代價〕 1付 金貳拾 錢
(郵 費 不要)
日本出版文化協會 會員番號 第132506號