

採炭機械用電動機とその動向

Recent Trends in Electric Motors for Mining Machinery Use

大和田 武義*
Takeyoshi Ōwada

要 旨

石炭業界は出炭能率のいっそうの向上をはかるため、各種の合理化が進められており、それとともに切羽機械も大形化しつつある。

切羽機械用電動機は、一般用と異なり坑内のきびしい環境下で過酷な運転が課せられるため、その使用状態をよく理解し、十分な性能を発揮させる必要がある。それらのうちカッタ用、コンベヤ用をとりあげて記述し、さらに今後多く使用されると考えられる採炭機用大出力電動機について、その内容を紹介しますとともに保守管理の点についても若干触れた。

1. 緒 言

基幹産業としての石炭業界は、世界的に出炭能率向上炭価低減のため種々の採炭機械が開発され、これらの採炭機械と組み合わせて使用される電動機も新材料の発達と、構造特性の研究改良により大幅に進歩している。

特に切羽の集約化と稼働能率の向上のために機械の大形化自動化の傾向があり、電動機としてはますます運転条件がきびしくなるとともに高い信頼性と安全性が要求される。

坑内用電機品については、従来より JIS-C-0901 で、構造特性が詳細に規定されていたが、安全性の向上を主眼として長年関係機関の審議の結果、65年4月に新規格が改正公布された。

これらの動きをみると、坑内使用電動機として一般に要求される事項を再検討し、本質的な認識を深めることは、製作使用の両面より有効であると考え、ここに概説する。

2. 炭坑内で運転される電動機の種類と特性

2.1 坑内機器の種類

出炭能率を向上するために切羽の集約化が進められており、これに合わせて使用機械も大形化され、それに使用される電動機も機械の使用条件に合った構造特性が要求される。

一般の坑内機械は次のように分類され、これらには保守操作の点から、三相かご形誘導電動機が多く使用されている。

(1) 採炭用機械

能率のよい出炭をするために炭層炭質に合った各種機械が開発使用されている。これらのおもなものを示すと下記のとおりである。

コールカッタ

中厚炭層用としてカッタチェーンおよびジブを使って炭層内に切透を入れ発破ピックの方法と組み合わせて採炭する。外観の一例を図1に示す。

ドラムカッタローダ

中厚炭層用としてカッタドラムを使用し、炭層に切り込んで採炭とともに積込みをする完全機械化採炭機で、種々の改良によりますます使用される傾向にある。外観の一例を図2に示す。

薄層カッタ

石炭層の薄い切羽に使用される採炭機で、ジブカッタやドラムカッタが使用され、炭層に合わせて特に機械全体が薄形にまとめられている。

ホーベル採炭機

* 日立製作所習志野工場

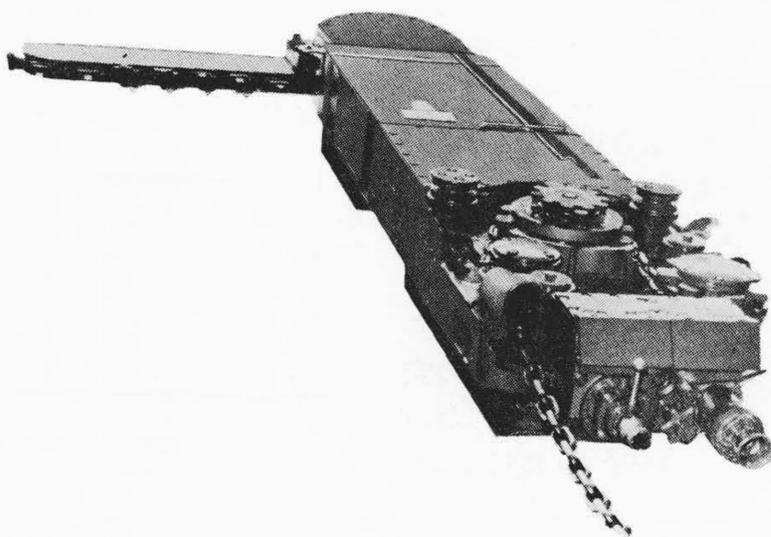


図1 コールカッタ

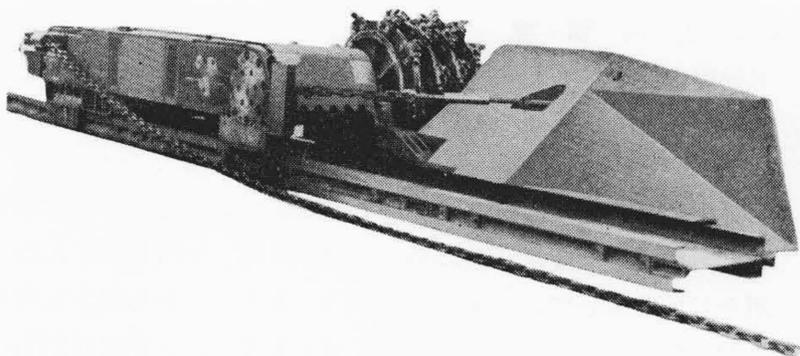


図2 ドラムカッタローダ

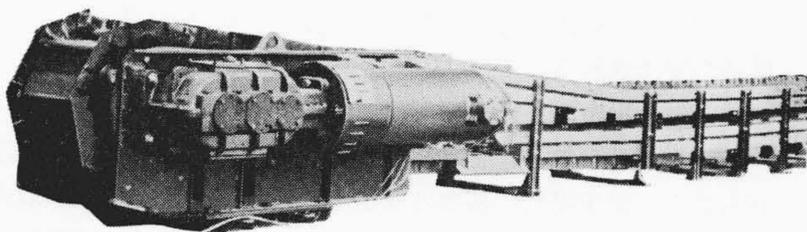


図3 片盤コンベヤ

主として薄炭層用でホーベルを炭層に押し付け削り取って採炭積込みを行なう完全機械化採炭機で、崩落性のよい炭層に適している。

そのほか前記各種の組合せ改良されたものが漸次使用されつつある。

(2) 運搬用機械

石炭の電動式運搬機械としてはコンベヤや巻上機が使用されており、使用場所目的によって次のように分類される。

コンベヤ

使用場所により、切羽コンベヤ、片盤コンベヤ、斜坑コンベヤなどに分けられる。これは切羽より坑口または選炭場まで切込炭

を運搬するもので、前二者はチェーンによりスクレーパまたはパン(運搬用板)をけん引する方式が多くとられているようである。後者にはベルトコンベヤが多く使用されている。

片盤コンベヤの外観の一例を図 3 に示す。

巻 上 機

炭車を介して石炭やズリ機材その他の運搬用として各種巻上機が使用されている。

(3) その他の機械

採炭切羽の環境整備または準備用として、坑道掘進機、塊炭処理機、ポンプ、ファンその他各種の機械があり、これらに使用されている電動機は、機械に合った構造特性をとっている。

2.2 採炭機用電動機の必要性能

採炭切羽で使用される電動機は、その環境より、JIS-C-0901 に定める防爆構造を満足し十分の安全性を保持しなければならないが、さらに電氣的にも機械的にも堅ろうで、使用条件に合った構造特性でなければならない。これらについて以下に述べる。

2.2.1 使用環境

電動機の使用される場所は地下坑道内で、一般地上用と異なった次のような特殊条件であることを考慮しなければならない。

(1) 湿度が高い

地中であるため周囲温度は地上用に比べて変化が少なく 30℃ 前後である。湿度は非常に高く、湧水の著しい所や炭じん防止用として散水している所では部分的に水中につかることも考えておかなければならない。また、ゴミも多く、ときには岩石中に埋まって運転されることもあるので冷却効果も低下する。これらの条件に耐えるように耐熱性の強化された全閉防じん防水構造が要求される。

(2) 据付場所が不安定である

移動機械としてときどき使用個所が変化する場合が多く、落石もあり、使用場所の基礎は安定していない。また機械の取扱対象が自然の岩石、石炭であるため、電動機の受ける振動衝撃も相当大きい。さらに下盤の状態によっては傾斜している場合もある。この傾斜角度は、特殊な切羽を除いて 28 度以下のものであるが、この傾斜した条件での使用にも耐える構造でなければならない。

(3) 負荷の変動が著しい

採炭機は炭質、運転目的などによって、その負荷特性は非常に変動するので、仕事量から単純に電動機出力などを決定することは困難である。よって諸条件をよく検討してこれに合った特性としなければならない。

(a) 採炭機

採炭機は、炭層の条件、切羽の状態によって負荷状況は変わり、インテグ操作も多くなる。図 4 はある炭坑におけるドラムカッタローダの稼動時における電動機入力電流の変化を示す

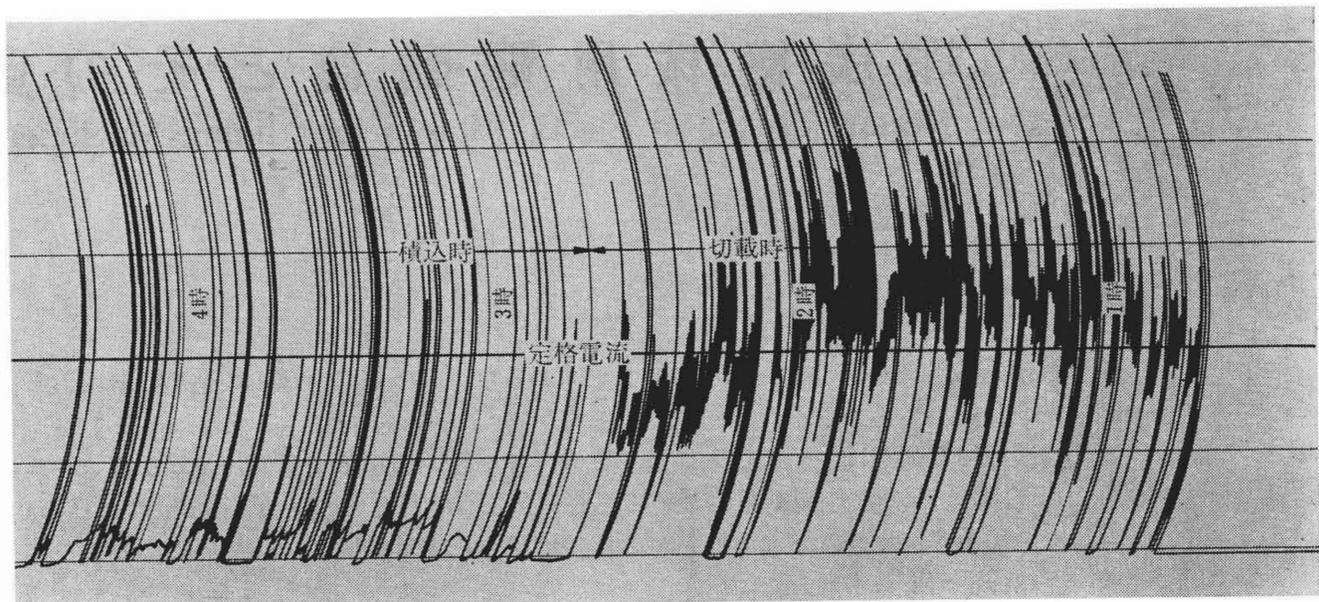


図 4 ドラムカッタローダ稼動時電動機入力電流変化記録

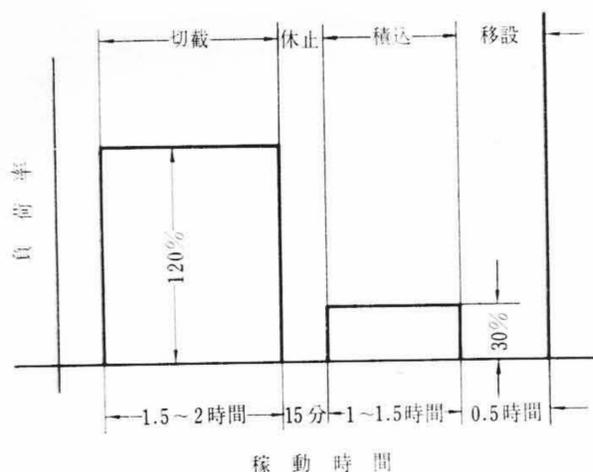


図 5 カッタ用電動機運転サイクル

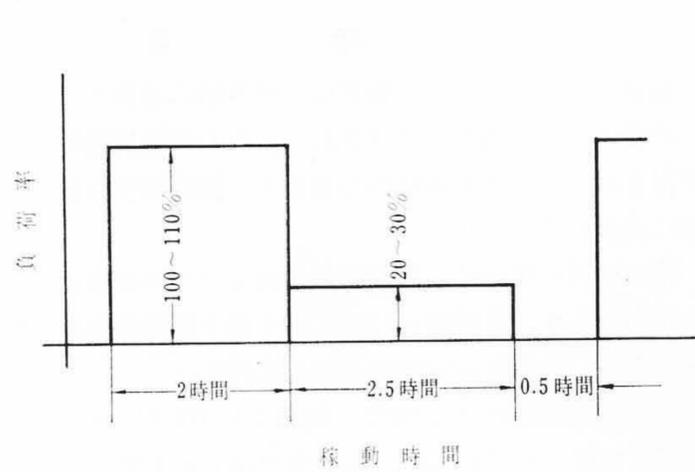


図 6 コンベヤ用電動機運転サイクル

例である。この例からも明らかのように、切さい時は負荷が大きいことはもちろん、拘束運転していると思われる場合もある。一方積込時は負荷は小さいが、種々の条件によって運転停止は高ひん度に繰り返されている。これらを検討の結果、カッタ用電動機としては図 5 に示すような運転サイクル程度は耐えられるように考慮されていなければならない。

(b) コンベヤ

切羽用と片盤用によって積込み条件が異なるため、負荷状態、運転停止のひん度も変わり、切羽用はいっそうきびしいようである。しかるに保守の面から、両コンベヤ用電動機は共用される場合が多いので、電動機としては切羽用を対象として検討する。

コンベヤは、機械自身のみならず、関連機器によって、次のような条件で高ひん度の運転停止が繰り返される。

- (i) 片盤コンベヤなどの運転停止に合わせて起動停止する。
- (ii) 切さい積込みの条件で運転する。
- (iii) 出炭状況で運転停止する。
- (iv) 移設のために停止する。

これらの条件で、電動機としては、30 回/時程度の起動は考慮しなければならない。

ドラムカッタなどと組み合わせて使用されるコンベヤは、切さいと積込みを交互に行なうので、負荷は一定時間ごとに変化し、平均的には図 6 のような負荷条件となるとみるべきである。

(c) その他の採炭機

前述のほかに採炭機として広く使用されているものにホーベルがある。これは、切さいと積込みが同時に行なわれ、深と肩(切羽坑道の端部)の電動機が交互に負荷を受けるので、コンベヤと似た負荷条件となる。

表1 カッタ用電動機標準仕様

用途	90kW カッタ用	75kW カッタ用	45kW 薄層カッタ用
電動機出力	90 kW	75 kW	45 kW
電動機極数	4 極	4 極	4 極
構造	全閉外扇形耐圧防爆	全閉外扇形耐圧防爆	全閉外扇形耐圧防爆
形式記号	TFOXX-KK	TFOXX-KK	TFOXX-KK
電圧	400/440 V	400/440 V	400/440 V
周波数	50/60 c/s	50/60 c/s	50/60 c/s
定格絶縁級	連統種 F	連統種 B	連統種 F
特異性	機械に合わせた角形構造で両側面を通路としている。電動機自身のGD ² を小さくするため回転子外径は小さい。	機械に合わせた角形構造で両側面を通路としている。電動機自身のGD ² を小さくするため回転子外径は小さい。	薄層用として電動機の高さを制限するため、22.5 kW 電動機2台を一つのフレーム内に納めた構造をとっている。

このほかに各種の採炭機が開発されているが、これらは前記二者の負荷特性の組合せと考えられる。

2.2.2 電動機の特性

以上は負荷条件よりみた電動機の必要事項であるが、さらに、電氣的に次の特性を保持することが必要である。

(1) カッタ用電動機

カッタ用電動機は採炭機械と一体となって切羽を上下に移動しながら運転されるため、広い意味での操作性のよいことが要求される。しかも、石炭やズリを直接切さい積込みするため前記のような運転条件が要求され、電動機自身としては次の事項の構造特性が必要となる。

(a) 小形で軽量であること

狭い環境で使用されるため、電動機はできる限り小形で軽いことが必要である。一方環境より冷却条件は低下しやすく、これらの相反する条件を考慮して、各出力に合った構造寸法をとっており、絶縁級もB種またはF種が使用される。

(b) トルクが大きいこと

石炭のみならず、ズリや下盤も切さいすることがあるため、切込時とかジブが岩石中に埋まった状態でも起動できることが必要である。特に電動機としては、起動完了時間を短くすることは種々の点より必要な事項である。

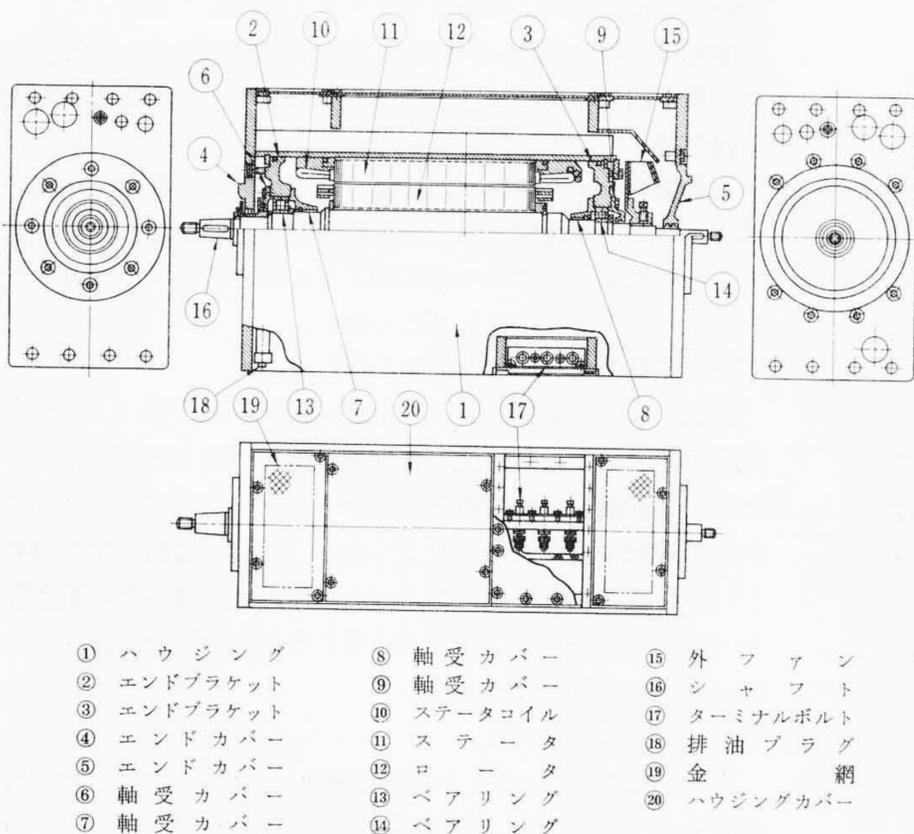


図7 カッタ用電動機構造

電動機の起動完了時間は、一般に次式によって示される。

$$t_{st} = \frac{GD^2}{4g} \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{1}{T_{ac}} \int_0^N dN = \frac{GD^2}{375 T_{ac}} \cdot N_0 \dots\dots (1)$$

ここで、 t_{st} : 起動完了時間

GD^2 : $4gI$

I : 電動機軸換算慣性能率

g : 重力加速度

T_{ac} : 加速トルク

N_0 : 到達最高回転数

加速トルクは電動機出力トルクと負荷トルクの差で(1)式からも電動機は高トルク特性であることが望ましい。

一方切羽においては操作上太いケーブルを使用することは困難であり、切羽が長くなるほどこの傾向は強い。このため細いケーブルであることが望ましく、電流が大きいと電圧降下も相当に大きくなりやすい。このため、電動機の特性としては、起動電流全負荷電流はできる限り小さく、一方、トルク特性はできるだけ大きいことが必要である。このため電動機には当然特殊なご形回転子を採用する。日立製作所においては、回転子構造について、長年各種検討を加え、二重ご形回転子を基本的に採用し導体材質とみぞ寸法の改良により好結果を得ている。

(c) 高ひん度起動時の熱に耐えること

起動時には、電動機内に大きな熱が発生するので、まずこれに耐えなければならない。

起動時の損失は次式によって計算される。

$$W_{st} = \left(\frac{\pi}{60}\right)^2 GD^2 n_s^2 \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \int_{S_1}^{S_2} \frac{dS}{1 - \frac{T_L}{T_M}} \dots\dots (2)$$

ここで、 W_{st} : 起動時電動機内発生損失

n_s : 電動機周期回転数

R_1 : 固定子抵抗

R_2 : 回転子一次換算抵抗

s : すべり

$s_1 s_2$: 初期または到達すべり

T_L : 負荷トルク

T_M : 電動機出力トルク

これらの熱量が導体内に蓄積されたとすれば、熱の放散を無視した場合温度上昇は次式で計算され、これにより余裕のある数値であることが必要である。

$$\theta = \frac{W}{CG} \dots\dots (3)$$

ここで、 θ : 導体の温度上昇

W : 各部に発生する損失

C : 導体の比熱

G : 導体の重量

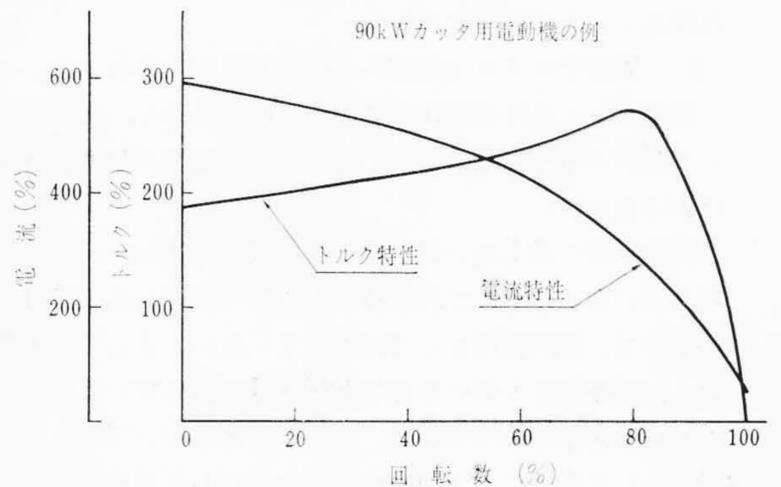


図8 カッタ用電動機特性曲線

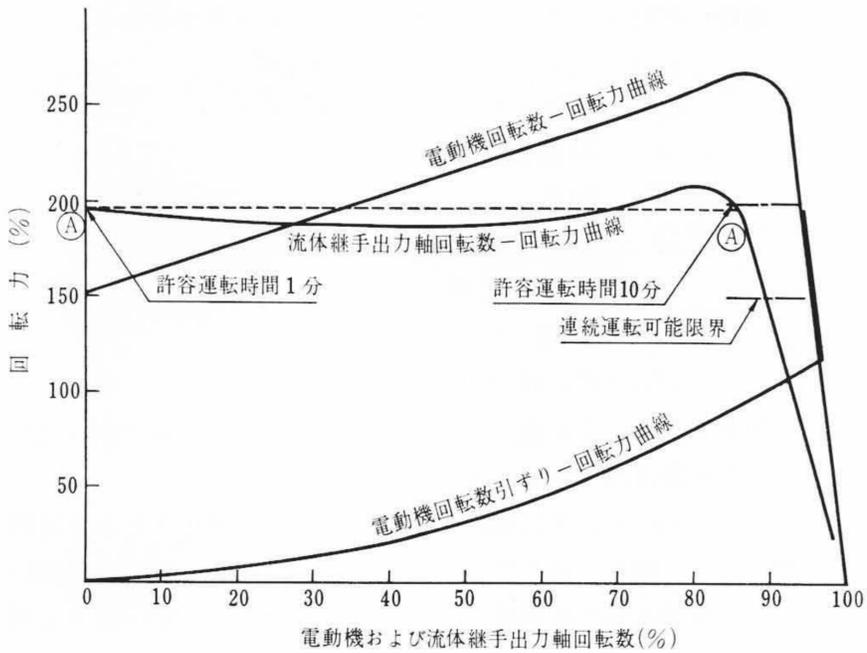
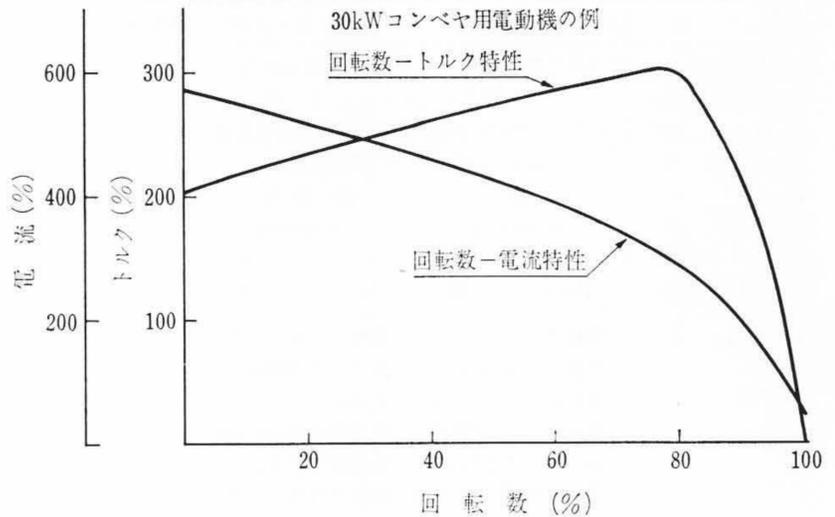
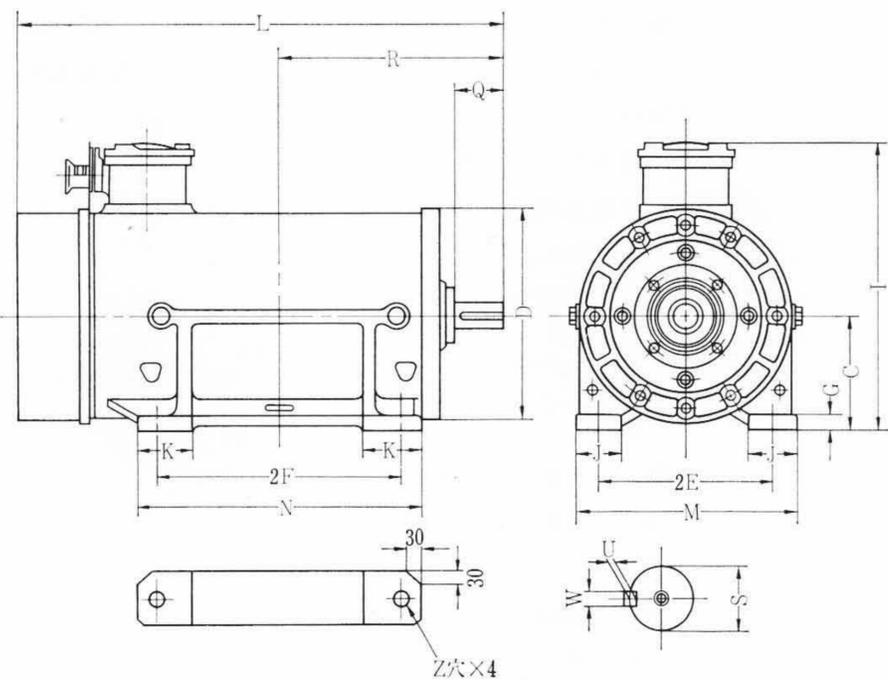


図9 流体継手特性曲線



(30kWモートルの例)

図11 コンベヤ用電動機特性曲線の一例



出力	極数	L	R	C	2E	2F	M	N	J	K
kW				+0 -0.5						
30	4	1100	460	250	400	500	500	560	100	110
40	4	1030	460	250	400	500	500	580	100	120

出力	極数	G	D	I	Z	S	Q	W	U
kW					φ	mφ			
30	4	30	410	581	28φ	60φ	110	15	5
40	4	40	495	631	28	60	110	15	5

図10 コンベヤ用電動機寸法表

回転子導体はこれらの温度による熱膨張、および遠心力による応力を受け、これが大きいと異常を生ずるので、これらを防止するためにも回転子導体は温度上昇を低くし、機械的に丈夫な構造としなければならない。

(d) 固定子コイルは熱的にも機械的にも丈夫なこと

固定子コイルは耐熱性の高いことはもちろん、運転停止によって受ける電磁振動にも耐えるようにじょうぶな絶縁構成でなければならない。

耐熱特性の最も高いH種絶縁は、現段階においては、ガラス材が用いられるが、これは機械的に特に繰返し応力に対しては弱いので、採炭機用としては適していない。よって、耐熱性もよく、機械強度も高いB種やF種絶縁が適している。

これらの諸条件を吟味して、日立製作所においては、カット用電動機として表1に示す標準仕様品を製作し好評を受けている。構造の一例を図7に、特性の一例を図8に示す。

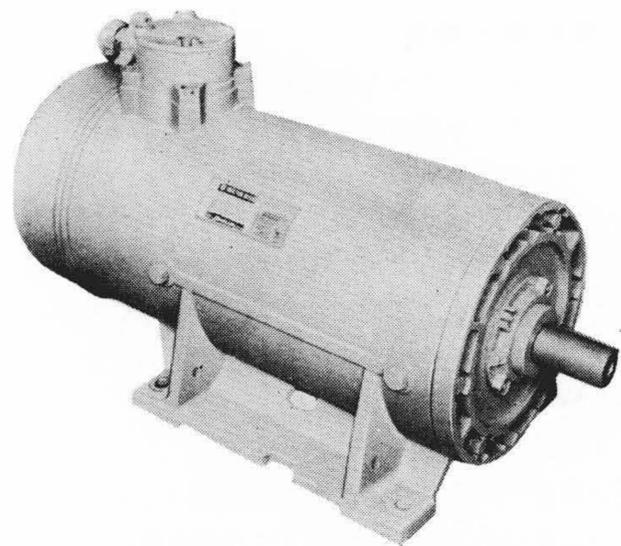


図12 コンベヤ用電動機

(2) コンベヤ用電動機

コンベヤ用電動機は、流体継手、減速機と組み合わせて、1台または数台並列でコンベヤを駆動する方式で運転されるため、起動時負荷トルクの電動機への衝撃は小さいが、慣性能率は大きいので、コールドカット用電動機とは若干違った次のような条件が要求される。

(a) トルク特性は流体継手のトルク特性より大きいこと

電動機と組み合わせて使用する流体継手のトルク伝達特性は、継手内の油量によって異なるが図9に例示するような特性曲線を持っている。

電動機のトルク特性が、起動時に流体継手の特性より低下すると、ストール現象を生じ、起動困難、過熱などの現象を生ずる。このため、起動時の電圧降下などを考慮して、最大トルクの大きな特性としなければならない。

(b) 電動機自身の慣性能率が低いこと

前記のように切羽コンベヤなどは起動停止が多い。しかるに流体継手のような慣性能率の大きい負荷が取り付けられているため、電動機自身の慣性能率が一般品と同様の数値をとっているならば、運転系全体として大きくなり、前記の起動条件を求める(1)(2)式からも不利である。よって、電動機自身の慣性能率をできるだけ低くし、前記(a)項の条件も合わせて、トルク特性は大きくななければならない。

(c) 耐熱性が高いこと

前記の条件のほかに、さらに電動機は、コンベヤの両端に取り付けられているため、崩落粉炭中に埋もれ、冷却条件の悪い中で運転されることもあるので、耐熱性は高くなければならない。

これらの各種条件を考慮して、日立製作所においては、採炭コンベヤ用標準電動機を準備している。これらの仕様を表2、寸法を図10、特性曲線の一例を図11、外観の一例を図12に示す。

(3) ホーベル用電動機

ホーベル用電動機は、ホーベルけん引とコンベヤ駆動とに使用されるため、前記二者の特性が合わせて要求されるが、機械との組合せおよび据付条件から、コンベヤ用に近い特性構造が必要である。日立製作所においては、ホーベル用として、次の仕様構造の電動機を製作している。外観、仕様は図13に示すとおりである。

表2 コンベヤ用電動機仕様

出力	30 kW	40 kW
極数	4 極	4 極
構造	全閉外扇形耐圧防爆	全閉外扇形耐圧防爆
形式記号	TFOXX-KK	TFOXX-KK
電圧	400/440 V	400/440 V
周波数	50/60 c/s	50/60 c/s
定格	連 続	連 続
絶縁級	F 種	B 種

3. 最近の採炭機用電動機

出炭能率の向上のために種々の改良と合理化が強力に進められていること前記のとおりで、採炭機とともに使用されている電動機も、種々紹介されている。ここでは、最近日立製作所で完成した大形採炭切羽用電動機について紹介する。

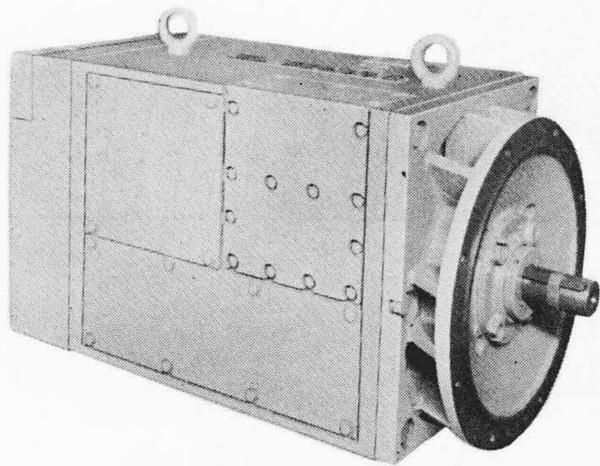
3.1 大出力カッタ用電動機

採炭の合理化のため、一切羽からの出炭の増大が図られる。このために時間当たりの切さい面積の増大が要求され、ドラムカッタなど機械の改良と大容量化が進められている。このような目的に合った電動機として、単機としては世界最大の出力を誇る200 kWドラムカッタローダ用電動機を完成した。本機は、すでに記した条件を満足する構造特性をもつとともに、次のような新方式が採用されている。仕様外観を図14に、構造を図15に示す。

(1) 水冷式の採用による小形軽量化

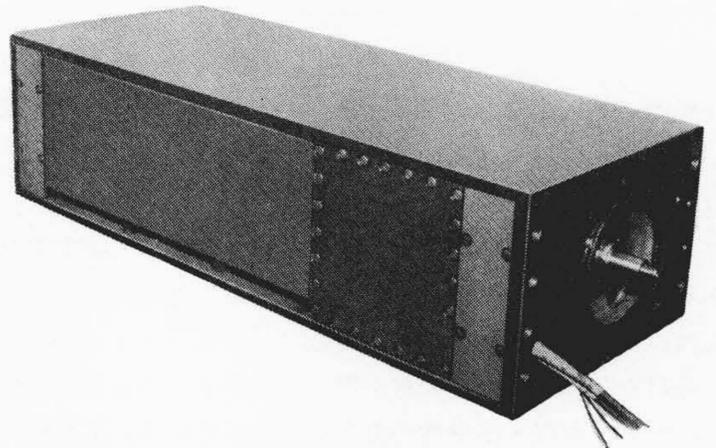
切羽機械としては、できうる限り小形軽量であることが必要であり、このためには冷却条件の改良が必要である。

本機はその形状より、電動機の両側面に蛇管状に冷却水を通し



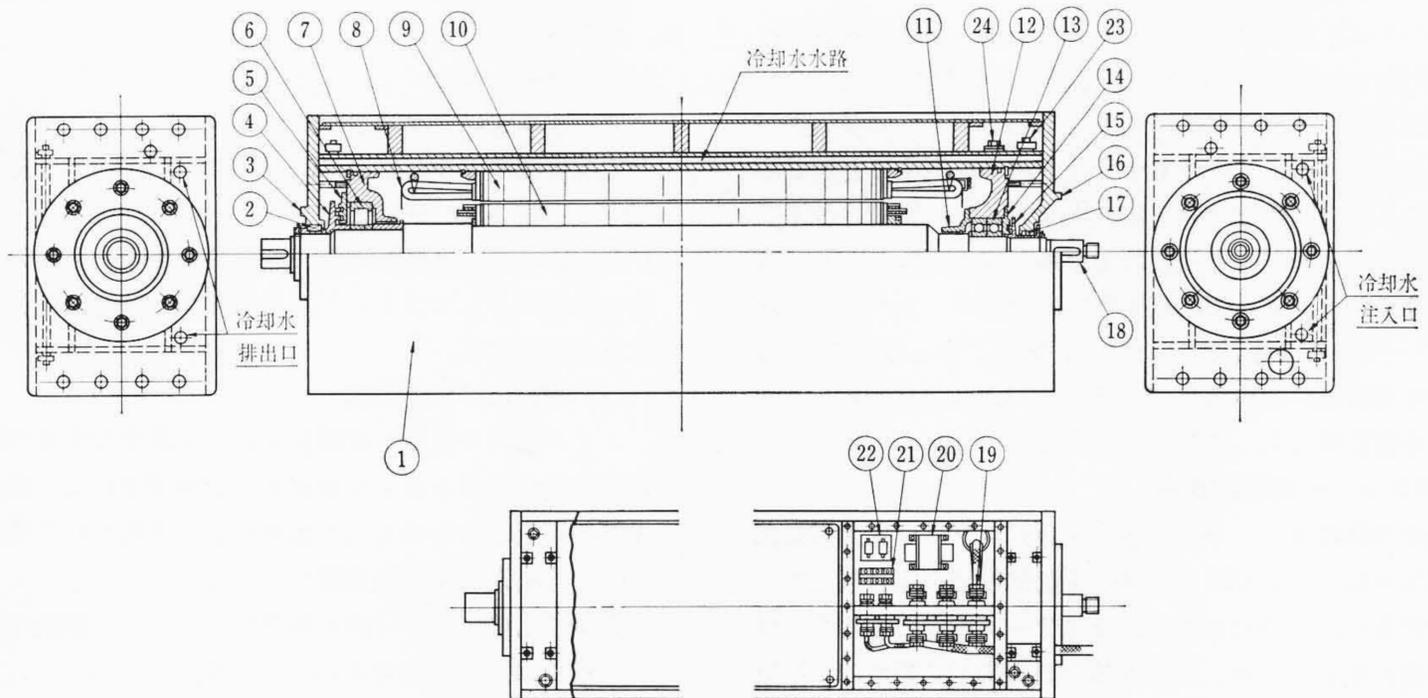
50 kW 4極 全閉外扇形耐圧防爆構造
フランジ取付F種絶縁連続定格
YTFOXX-KK 500/550V 50/60 c/s

図13 ホーベル用電動機



200 kW 4P 全閉水冷式耐圧防爆構造
F種絶縁 連続定格 温度警報装置内蔵
1,000/1,100V 50/60 c/s

図14 200 kW カッタ用モートル



- ① ハウジング
- ② メカニカルシール
- ③ エンドカバー
- ④ フリンガ
- ⑤ 軸受カバー
- ⑥ コロ軸受
- ⑦ エンドブラケット
- ⑧ ステータコイル
- ⑨ ステータ
- ⑩ ロータ
- ⑪ 軸受カバー
- ⑫ エンドブラケット
- ⑬ タマ軸受
- ⑭ 軸受カバー
- ⑮ フリンガ
- ⑯ エンドカバー
- ⑰ オイルシール
- ⑱ シャフト
- ⑲ ターミナルボルト
- ⑳ トランス
- ㉑ ターミナル板
- ㉒ 抵抗器
- ㉓ 排油プラグ
- ㉔ 水路清掃用水抜プラグ

注 メカニカルシール詳細 NR322098 参照

図15 200 kW カッタ用モートル構造

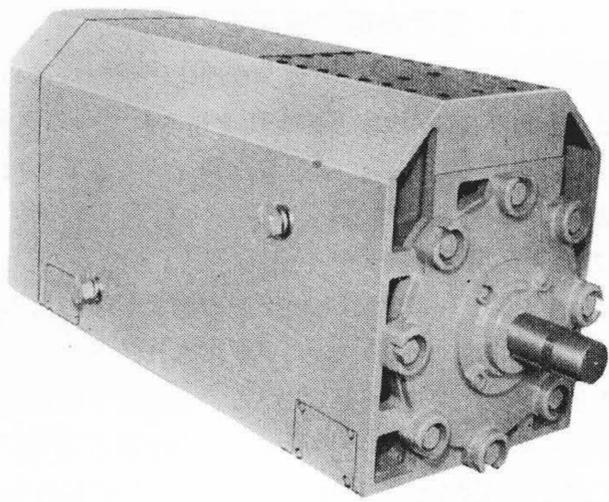


図16 100 kW コンベヤ用電動機

表3 100 kW コンベヤ用電動機仕様

出力	100 kW	電圧	3,000/3,300 850/950 500/550V
極数	4 極	周波数	50/60 c/s
構造	全閉外扇形耐圧防爆	回転子	特殊かご形
絶縁級	F 種	定格	連続
形式記号	TFOXX-KK		

て効果的に強制冷却する水冷式をとり、冷却後の水は粉炭抑制用としての散水に利用される。

(2) ポリイミド絶縁電線の採用

コイル関係に異常の生ずることは、採炭機として根本的な問題である。よって、耐熱特性を大幅に向上するために、コイル材としては、ポリイミド絶縁線を使用し、スロットライナなどにはガラス基材を主体とした絶縁材を用い、耐熱ワニス処理を十分に施して、耐油・耐湿・耐熱性の強化をはかっている。もちろん、コイルエンドは機械的にも十分強化しているので、過酷な運転にも耐えられるが、さらに、熱感应性の高いサーミスタをコイルエンドに埋め込んで、コイル自身の温度を直接検知し、ランプにより警報表示する温度検出警報装置を内蔵しており、異常時のコイルの保護をする方式がとられている。

(3) 特殊かご形回転子の採用

ドラムカッタは、石炭のみならずズリや下盤の切さいも行なうため、負荷変動が大きく、炭中での起動など負荷条件はきびしい。本機のような大出力カッタでは、特に長切羽とかズリの多い炭層で稼動されるため、電圧変動時も十分なトルクを出すことが必要で、電動機のトルク特性はできる限り大きいことが要求される。切羽が長い場合はケーブルも長くなるため、電流が大きいと、電圧変動が大きくなる。よって、電動機の回転子は、上バーに特殊銅合金、下バーに良質の銅材を使用した特殊かご形となっており、起動運転特性の向上がはかられている。図17は200 kW カッタ用電動機特性曲線であって好特性を示している。

3.2 大出力コンベヤ用電動機

採炭機の高効率化に伴い、その切込炭を運ぶコンベヤも大容量化されなければならない。この場合従来の電動駆動部の組合数を増すことが考えられるが、そのために大きなステーブルを要するなど種々の点で不都合が生ずるため、単機容量大出力化が必要で、この駆動用として完成したのが図16に示す100 kW コンベヤ用電動機である。本機も、切羽コンベヤ駆動用としてはわが国最大であるのみならず、世界的にも有数のものである。電動機の仕様は表3に示すとおりである。特性、構造は既述のコンベヤ用としての条件を十分満足するように設計製作されている。

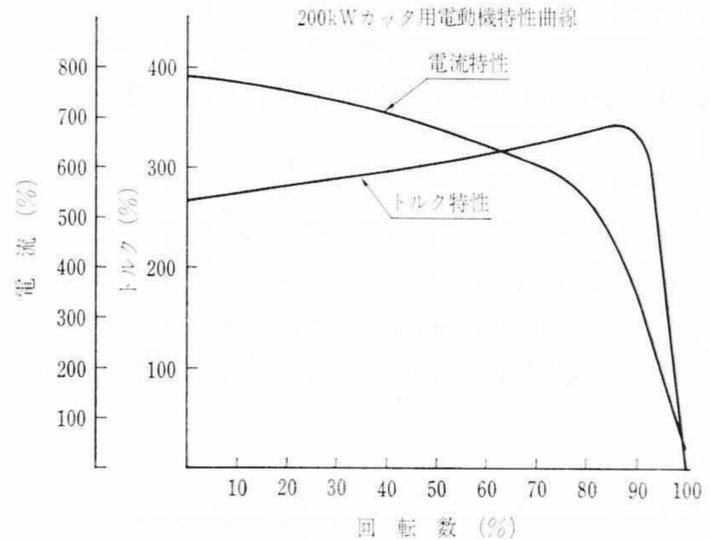


図17 200 kW カッタ用電動機特性曲線

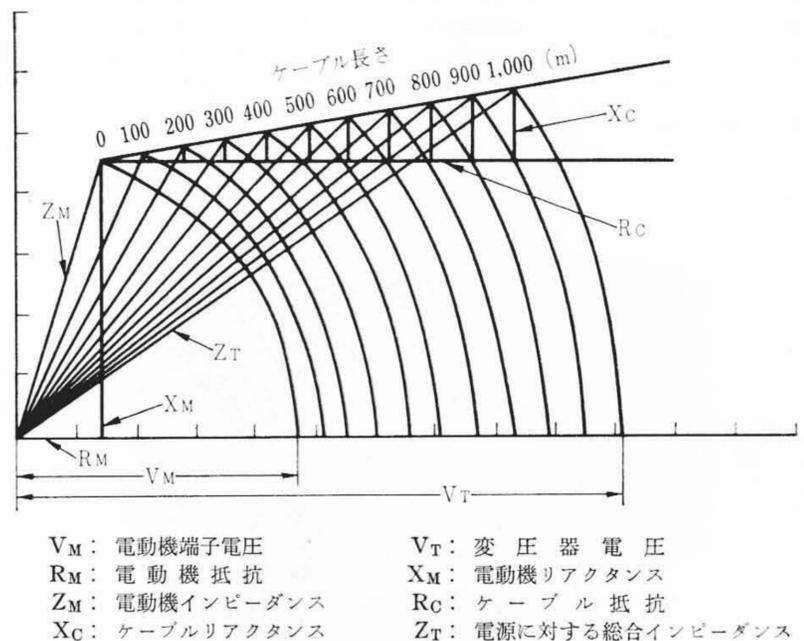


図18 電動機端子電圧算出図

4. 保護方式および運転管理について

4.1 保護方式

電動機が長期間満足な運転を続けるためには、有効な保護装置と組み合わせて使用されなければならない。過負荷防止方式としては、次の種類が考えられる。

(1) サーマルリレーによる方式

サーマルリレーは熱慣性があるので、高ひん度の起動停止を行なう採炭機のような用途には選定に特に注意が必要である。

(2) 過電流リレーによる方式

過電流リレーは異常電流の点での動作時間が短いため、拘束運転の保護用としてはよいが、過負荷運転保護用としては電流設定に注意を要する。

(3) 熱検出による方式

コイルなどの温度を直接検出して保護する方式のため、電動機の温度変化特性と合った検出素子を使用すれば、かなり広範囲の保護が可能となるので、今後相当広く使用されるであろう。

(4) 自動過負荷保護装置による方式

完全なものであれば最も理想的であるが、装置は最も複雑となる。種々の方式が開発されつつある。

日立製作所においては、先の200 kW ドラムカッタローダにおいて、サーミスタによる温度警報装置と、電動機の入力電流を信号として機械の送り速度を制御して過負荷運転を防止する定出力自動制御フィード方式をけん引機部に内蔵したオートフィード方式を開発併用して好結果を得ている。

4.2 運転管理

保護装置とともに、有効な運転管理が必要である。管理保守の二三の点について記す。

(1) 電圧降下をできるだけ少なくすること

切羽が長くなるほど、処理するケーブルも長くなり、操作上の問題から細いケーブルが使用される場合がある。この結果、運転および起動時の電圧降下が大きくなり、電動機の特徴が十分発揮されないばかりでなく、異常な負担をかけることもある。よって、ケーブル、電動機の仕様をよく検討して、ケーブル内の電圧降下が起動時は20%程度までにおさえるように、ケーブル仕様、変圧器端子電圧を決定することが望ましい。図18は電圧降下算定の例を示したものである。この図より電圧降下は、(4)式で求められる。

$$\Delta E = \frac{V_E - V_M}{V_E} \dots\dots\dots (4)$$

ここで、 V_E : 電動機の定格電圧
 V_M : 電動機端子電圧

(2) 冷却条件をよく保つこと

電動機の寿命は運転温度によって決定されるといっても過言ではない。採炭機械用電動機はその使用条件から、冷却効果が低下することが多い。よって定期的に巡回掃除するなり、分解手入れをしてできる限り正常な温度で運転することが必要である。

(3) 運転停止をできるだけ少なくして稼働率を向上すること

運転停止を繰り返すことは、電動機として負担を増すばかりでなく稼働率を低下し、出炭能率に影響する。切羽環境の整備、切さい条件の工夫により、停止の回数を低減することが必要である。

(4) 定期的な分解点検手入れをすること

機器は、異常の出るまで長期間稼働することはよい使用法とはいえない。特に坑内機器などでは3~6ヶ月ごとに分解して、通風冷却路、コイル、軸受などの点検手入れをすることは事故防止の点から必要なことである。

5. 結 言

採炭切羽で使用するおもな電動機について若干紹介したが、出炭能率向上のためにこのほかにも、坑道掘進機、連続採炭機など新機械が開発されている。またファン、ポンプなど補助機械にも各種電動機が使用されている。これらの目的に合った高性能の電動機を開発して、さらに石炭業界の発展に寄与できるように努力を重ねるつもりである。

参 考 文 献

- (1) JIS-C-0901
- (2) 牧野：採鉱と保安 Vol. 11, No. 7
- (3) M. Liwshitz: Elektrische Maschine



新 案 の 紹 介



登録実用新案第761390号(特公昭39-22046)

森 山 昌 和

車 両 用 リ ア ク ト ル 鉄 心

電気車両に使用され、車両の床下に設置するような直流リアクトルにおいては、この寸法や重量ならびにリアクトルを冷却する冷却風通路などの関係上、巻線を巻装したリアクトル鉄心は水平に置く必要がある。リアクトル鉄心はリアクタンスを増大させるため、鉄心脚部分に複数の空けきを設けるから鉄心脚が磁路方向に分割されるので、巻線を巻装する鉄心脚部分を継鉄部分と同様に積層したケイ素鋼板と平行に水平に配置した場合には中央部がたわむようになる。

この鉄心脚部分のたわみを防ぐため、従来は当板にじょうぶで大きなものを使用しているため鉄心脚の径の増大に伴ってリアクトル全体の重量増加がはなはだしく、経済的でなくなっている。

この考案は、鉄心の一部を形成する継鉄1部分の積層したケイ素鋼板をこの面が平行にかつ水平になるように配置し、また鉄心脚ブロック2に分割され空けき3を設けた鉄心脚部分のケイ素鋼板の積層面を、継鉄部分の積層面に対して互いに直交するように配置して当板によって一体の鉄心脚となるようにして車両用リアクトル鉄心を構成したものである。

この考案によれば、リアクトル鉄心の水平配置に対する鉄心脚部分の機械的強さが増大するため当板に簡単な構造の軽量なものを使

用できるから、鉄心脚や巻線の径を縮小してリアクトルの重量を軽減し、安価に製造できる。(白土)

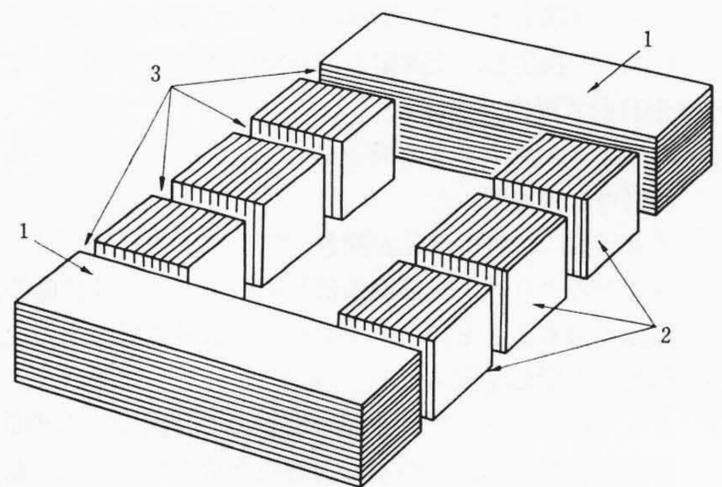


図 1