

往復動瓦斯壓縮機用電動機及び制御装置*

富士電機 製作部 蒲 生 朝 郷

梗 概

往復動瓦斯壓縮機の計畫に必要な各種運轉電動機の構造、特性、制御装置及び最近の傾向に就いての論述。

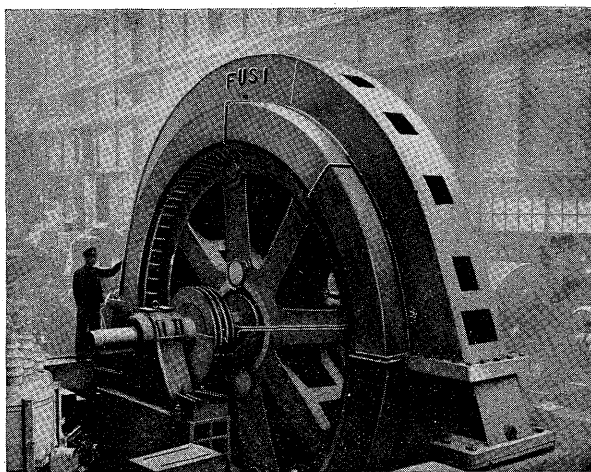
(I) 緒 論

化學工業の飛躍的進展に伴ひ往復動瓦斯壓縮機の需要は著しく増加し容量も次第に大なるものが必要となり、現在では數千馬力に達して居る。

當社が此の種電動機として最近製作したものには 5,000 HP 109 r.p.m. 2 臺(同期電動機) 3,000 HP 128.5 r.p.m. 2 臺及び 2,400 HP 125 r.p.m. 1 臺(捲線型誘導電動機・交流勵磁機附)等 1,000 HP 以上のもの多數あり何れも良好なる運轉を續けて居る。又目下製作中のものには 1,800 HP 128.5 r.p.m. 1 臺(籠形誘動電動機・靜電蓄電器附) 1,250 HP 136 r.p.m. 6 臺及び 900 HP 136 r.p.m. 6 臺(同期電動機)等があり現在計畫中のものも亦尠くない。以下これ等電動機及び制御装置に関する綜合報告に兼ねて此の種計畫に必要な壓縮機の特性及び最近の傾向に就いて併述する。

(II) 往復動壓縮機の構造及び特性

化學工業用高壓瓦斯壓縮機としては往復動壓縮機及び回轉壓縮機の二種がある。前者は吸入瓦斯容量約 12,000 m³/h 迄最終壓力15氣壓以上の場合に適して居り、後者は吸入瓦斯容量 10,000 m³/h 以上最終壓力15



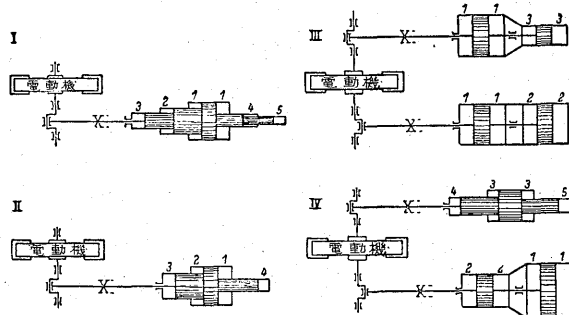
第 2 圖 日本窒素肥料株式會社納入
往復動瓦斯壓縮機用同期電動機
5,000 HP 3,000 V 60 C 109 r.p.m. GD²=350 TM²

氣壓迄瓦斯比重 0.8 以上の場合に使用されるのが普通である。

往復動瓦斯壓縮機の構造の一例として各段の壓縮比が平均 3:1 のものを列舉すれば第 1 圖の如くなる。同圖に於て (I) は最終壓力 200 氣壓の窒素瓦斯壓縮機、(II) は吸氣壓力 10 氣壓最終壓力 350 氣壓の混合瓦斯壓縮機、(III) は最終壓力 16 氣壓の石炭瓦斯壓縮機、(IV) は最終壓力 200 氣壓の空氣壓縮機を示す。(I) 及び (II) の壓縮機はシングルクランク、(III) 及び (IV) は電動機の兩側にクランクを有するダブルクランク壓縮機である。

(III) 及び (IV) に示したダブルクランク壓縮機に於てはピストンの運動に依つてクランク軸上に生ずる回轉力の變化は比較的僅少である故、速度不整率は遞減し、従つて電動機回轉子に要求すべき蓄勢輪効果はシングルクランク壓縮機の場合より小さくて済む。

所要蓄勢輪効果の値は壓縮機の構造及び電源網に於て許容さるべき脈動電流の値に依つて決定される。此



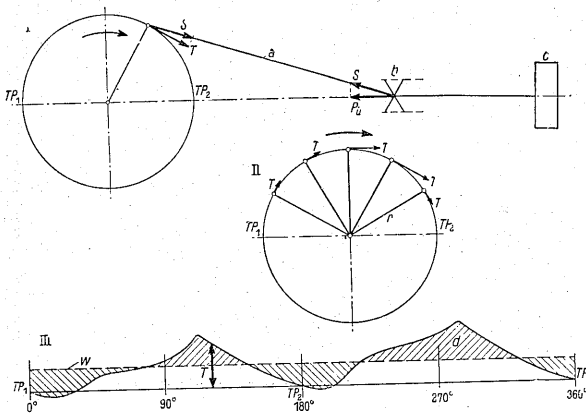
第 1 圖 往復動瓦斯壓縮機の基本的構造

- I = シングルクランク五段壓縮機
- II = シングルクランク四段壓縮機
- III = ダブルクランク三段壓縮機
- IV = ダブルクランク五段壓縮機

* Motor and Switch Equipments for Piston Gas Compressor

の脈動電流に就いては後に述べる事として茲では壓縮機の往復運動に伴ふ回轉力の變化に就いて考察する。

往復動壓縮に於てはクランクの運轉に依つてシリンダー中の瓦斯を壓縮するのである故一回轉中の回轉力は相當變化する。第3圖はこれ等の關係を示す。同圖(I)は連桿 a に作用する力 S 及び超過力 $Pü$ を示す。これ等は軸承の壓力及びクランクに必要な切線方向の力 T に分れる。尤も軸承壓力は此の場合無視し得べき



第3圖 往復動瓦斯壓縮機の切線壓力圖

程度である。此の切線力 T は同圖(II)に示す如く兩端の死點に於ては零となり、死點の位置より90度の位置に於て最高値を示す。そのクランクに作用する力は切線力 T とクランク半径 r との積に相當する回轉力で示される。クランクの描く圓周を直線に引延し、各クランクの位置に對して切線力を縱軸方向に取れば切線壓力圖が出来る。第2圖(III)はシングルクランクに對する切線壓力圖を示すものである。面積計に依つて平均抵抗線 W が決定され、平均値及び最大値(d)が知られる。此の平均値は速度不整率を決定するのに必要な値である。

次に起動時に於ける回轉力の變化を考察して見るに起動の瞬間に於て即ち定格速度の數パーセント以下の速度に於て所要回轉力は最も大きく定格回轉力の20—35%である。此の回轉力はそれより速度上昇と共に遞減し、10%速度附近に於て最小値約5—10%位に低下し、再び速度上昇と共に増加して95—100%速度に於ては回轉力は15—30%位となる。これ等の回轉力は第1圖に示す如き壓縮機の構造の如何に依つて相當異なる

ものであり又溫度に依つても可成り變化する。

(III) 電動機の構造

壓縮機運轉用電動機は壓縮機に直結して使用される爲め一般に 200 r.p.m. 以下の低速度である。従つてその外形は軸方向に短かくして固定子枠の直径が大きく、且つ重量が重い。即ち固定子枠直径は 5,000 HP 109 r.p.m. に對して約 6,500 mm 總重量約 50,000 kg 3,000 HP 128.5 r.p.m. に對して直径約 5,500 mm 總重量約 35,000 kg これを同出力の2極電動機に比較して見ると直径に於て約3倍重量に於て5倍位大きい事になる。

蓄勢輪効果 往復動瓦斯壓縮機に於ては前述の如くクランクの各位置に依つて所要回轉力は著しく變化する。此の回轉力の變化は一定の周期を以て繰返される爲め運轉電動機の手回力もこれに追隨して周期的に變化し、従つて電動機電流が脈動する事になる。此の脈動の値は壓縮機の構造、回轉部分の有する慣性能率及び電動機の磁氣的性質等に依つて決定される。同一電源に連る多數の壓縮機用電動機が同時に運轉して居る場合には更に是れ等の脈動電流が同調を誘起する事がある。同期電動機を使用する場合には特に此の脈動に就いては充分考慮しなければならない。此の脈動が成る可く小なる如く蓄勢輪効果を選ぶ事が望ましいのであるが、蓄勢輪効果も無制限に大きく取る事は經濟的並びに技術的に不可能である。日本電氣工藝委員會標準規程(JEC-35)では同期電動機に就いて此の脈動を平均定格出力に於て70%以下に制限して居る。即ち脈動電流の最大値と最小値との差が平均値に對する百分率を70%としたのであつて最大脈動電流は定格電流の135%最小電流は65%以下である。此の脈動の限度は電源容量に依つて異なるものであるが、上記の限度は電源容量が充分大きく電壓の變動無き場合に該當するものである。同期電動機に於ては定格運轉の場合その電機子電流は略回轉力に比例する。従つて脈動電流の最大値135%に對しては回轉力も略135%となり同期電動機の過負荷耐力150%15秒(JEC-35)に對する最大許容限度である。米國では此の脈動の値を66%

即ち定格電流の上下 33% に制限して居り獨逸ではより小さく取る事を妥當として居る様であるがこれは發送電設備及びその負荷状態に依つて生ずる相異であつて最近の如く電源容量に對して壓縮機の容量が比較的大なる場合には上記の如く電壓の變動無きを期し得ざる場合も尠からず、従つて大容量壓縮機の計畫に當つては此の種の條件も充分考慮する事が必要である。

此の脈動電流許容限度より電動機の蓄勢輪効果が決定される。誘導電動機では固定子と回轉子との電磁的結合には滑りがある故回轉子の機械的脈動が固定子電流に及ぼす影響は滑りに依つて緩和され固定子電流の脈動は遞減するのであるが同期電動機では此の滑りが全然無い故その影響は大きい。即ち同じ電流の脈動に對して同期電動機では誘導電動機に比して大なる蓄勢輪効果を必要とする事になる。一例を舉げて見ると、4,000 kW 往復動壓縮機用同期電動機に於て蓄勢輪効果 900 TM² の時電流の脈動を 30% とすれば容量及び蓄勢輪効果の等しい誘導電動機を使用した場合には電流の脈動は 20% 位になる。

従つて回轉部分には相當大なる蓄勢輪効果を必要とする故回轉子に贅肉を付け特に大なる蓄勢輪効果を必要とする場合には蓄勢輪を固定子枠の側に迄突出せし

出 力 (HP)	r.p.m.	GD ² (TM ²)
5,000 (同期)	109.	350
3,000 (誘導)	128.5	200
2,400 (誘導)	125.	164
1,800 (誘導)	128.5	120
1,250 (同期)	136.	83
800 (同期)	136.	78

第 1 表 蓄勢輪効果の一例

むる事もある。此の蓄勢輪には齒を設けて起動位置の聯動に使用する事が出来る。

第一表は最近製作せる往復動壓縮機用電動機の蓄勢輪効果を示すものであつて大體の概念を與へるものである。

防爆的構造 往復動瓦斯壓縮機には屢々爆發性瓦斯を取り扱ふものがある。此の場合瓦斯の種類に依つては爆發に關して充分考慮されねばならぬ。

耐爆規程は我國に於ては目下準備中であつて未だ統一ある制定を見ないのである。従つて一般に獨逸の

VDE 耐爆規程に準じて居る。VDE 耐爆規程は鑛山用耐爆と一般瓦斯耐爆とに大別されてゐる。壓縮機に於て問題になるのは勿論一般瓦斯耐爆に關する部分であつて、現在實施されてゐるものは VDE 0165/1935 であるが、目下草案中の VDE 0171 は 1939 年 10 月 1 日以後製作の機械に實施される事になつ居る。此の原案は ETZ Heft 42, 1938. S 1116-1123 頁に紹介されて居り猶本誌本年二月號にも詳細なる説明が記載され居る故茲では要點のみを擧げる事にする。本原案では爆發性瓦斯を引火力と引火温度の兩方面より規定し前者に對して 1. 2. 3 の階級を付け後者に對して A. B. C. D の等級を附して居る。引火力は壁の厚味 25 mm, 容積 5 立の容器中に於て瓦斯が爆發する場合此の壁に設けられた狹隙の距離が何 mm 迄火焰を逸走するかと云ふ點に於て階級を附けたのである。

假令へば石炭ガスは此の方法に依れば 0.5 mm 以上に於て火焰を逸走するがそれ以下なら火焰は出ない故引火しない事になる。第 2 表はこれ等の標準に依る各種ガスの分類である。

これ等の爆發性瓦斯に對して規定されて居る耐爆構造としては耐壓被蓋、油入被蓋、及び安全度を増加せる構造の三種が同等の効果あるものとして擧げられて居る。油入被蓋は器具關係に主として使用されて居るものであつて電動機に關するものとしては耐壓被蓋及び安全度を増加せる構造の二種となる。前者は小容量のものに適用され大容量の電動機には専ら後者が適用される。安全度を増加せる構造として規定されて居る條件は下記の通りである。

1. 絶縁を施した導電部に對しては金網(鋼目 8 mm 以下)を以つて保護し絶縁を施さざる導電部に對しては上記の外更に防滴的構造としたるもの (DIN P22) 及びこれと同等以上の効果ある保護方式とする事
2. 各部の温度上昇は引火温度に依る等級に應じて規定された最高許容温度上昇以下である事
3. 使用状態に於て火花を發する部分は耐壓被蓋を以つて保護する事

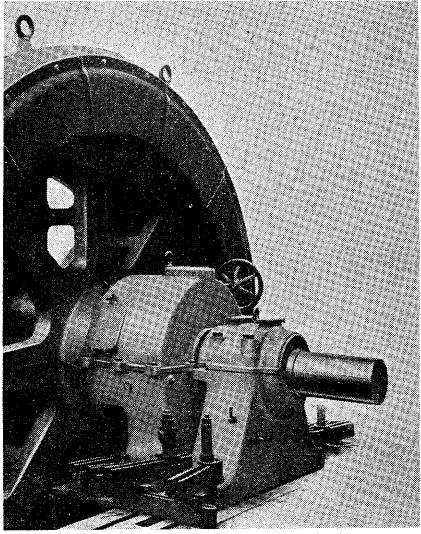
第1の條件は大型壓縮機の如く比較的清淨な屋内で使用される電動機に於ては左程重要視すべき條件ではない。

第2は第3表記載の通りであつてA B及C級の瓦斯に對しては目下實施中の戰時規格に對しても餘裕ある條件である。猶籠形誘導電動機に於ては起動過程に於ける溫度上昇の規程があるがこれも問題にならぬ。但しD級の瓦斯に對しては常に溫度上昇に就いて考慮する必要がある。従つて第3の條件即ち滑動環を耐壓被蓋を以て保護する事のみが問題となる。

第2表 引火溫度及び引火力に依る瓦斯の分類

引火力に對する等級 (25mm狹隙長にて 火焰の逸走する狹隙 距離mm)	引 火 溫 度 に 依 る 等 級			
	A (450°C以上)	B (300°C以上)	C (175°C以上)	D (120°C以上)
1 (0.8mm 以上)	アンモニア ベンゼン メタン等	アセトアルデヒド		
2 (0.5mm 以上)	石灰ガス		アセトン	
3 (0.5mm 以下)	水素	アセチレン		二硫化炭素

猶本規程の除外例として特殊構造と稱すものがある。これは監督官廳の規定する試験に合格した構造であつて次に述べる當社の防爆造はこの範疇に屬するものである。即ち當社に於ては此の種大型電動機の滑動環は密閉函中に收め外部より新鮮な空氣を壓入する防爆的構造に依つて技術的並びに經濟的に良好なる結果を得て居る。第4圖は此の方式に依る滑動環の防爆的



第4圖 加壓通風に依る防爆滑動環

構造を示す。

耐爆に關する規程は上述の通りであるが實際の計畫に當つては主電動機及び簡単な制御装置のみを防爆的構造として壓縮機室内に裝置し補助勵磁機、遮斷器及

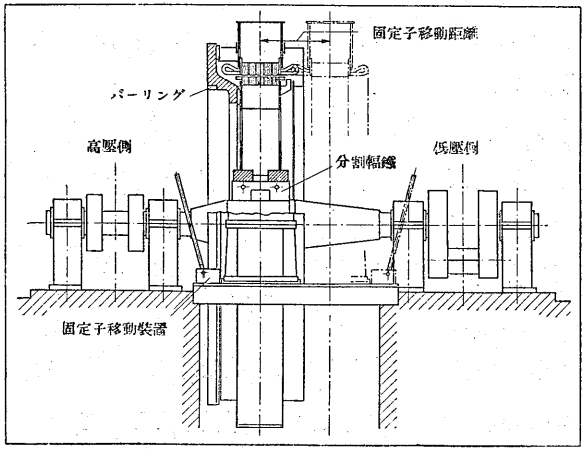
第3表 最高許容溫度上昇

引火等級	連續負荷に於ける		10秒迄の短時間過負荷に於ける	
	最高許容溫度	溫度上昇	最高許容溫度	溫度上昇
A	200°	165°	300°	265°
B	155°	120°	220°	185°
C	105°	70°	140°	105°
D	80°	45°	100°	65°

び配電盤等は爆發の危險なき別室に配置して押釦操作方式とする事に依つて合理的に本問題を解決する事が出来る。

更に耐爆に關する問題の解決は使用電動機のみに依存する事無く設備全般に亘つて吟味考究すべき性質のものである。即ち壓縮機室の漏洩瓦斯を可及的に減少する事及び爆發性瓦斯の混合率を或る程度以下に限定し得る様に室内の換氣を良好にする事並びに注意深い運轉を行ふ事等に依つて經濟的且つ合理的に解決し得るのであつて總てを電動機の構造のみに依つて解決せんとするのは妥當ではない。

固定子移動裝置その他 壓縮機運轉用電動機は前述の如く外形が大きく且つ回轉子軸がクランク軸と共通である故、分解及び組立は相當手数を要する。當社に於ては分解する事無くして點檢及び手入れが容易に出



第5圖 固定子移動裝置

来る様に固定子枠を軸方向に移動出来る構造とする。
第5圖は此の構造を示す。

回轉子軸はクランク軸と共通である故軸及び軸承は壓縮機製作者側に於て供給するのが普通である。

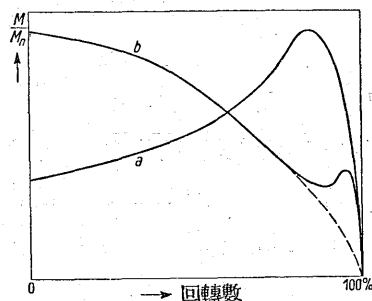
大型電動機の固定子及び回轉子は屢々二つ割として、運送及び据付けに便ならしむる事がある。

(IV) 電動機の所要起動特性

往復動瓦斯壓縮機の起動に際しては起動用アンローダーを使用する事に依つて殆んど無負荷で起動する事が出来る。起動時に於ける負荷として考慮されるものは壓縮機の無負荷起動回轉力及び回轉部分の蓄勢輪効果である。壓縮機の無負荷起動回轉力は前述の如く速度に依つて相違するのであるが大略平均 20—35% 程度であり、加速時間を10—20秒位に取れば電動機の所要平均起動回轉力は50%位となる。猶同期電動機に於て必要な牽入回轉力は40%程度である。然し乍ら零下數十度と云ふ如き氣温の低い場所に於ては低温グリースを使用しても尙且つシリンダー中の低抗大きく電動機の所要回轉力は80%以上にも達する事がある故斯る特殊使用状態に就いては豫め考慮する必要がある。

所要起動回轉力は上述の如く比較的小なる故、誘導電動機は勿論比較的起動回轉力の小さい同期電動機をも容易に使用する事が出来、直接起動並びに間接起動の何れをも採用し得るのであるが、直接起動に關しては電源容量及び他の負荷の状態に依つて決定される許容起動 kVA を吟味すべきである。

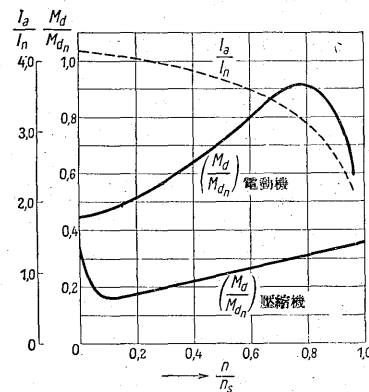
直接起動 同期電動機の起動は回轉子磁極片に有する制動捲線に依つて籠形誘導電動機として起動し、誘導電動機としての最高速度に於て直流勵磁を與へて同期化する。牽入回轉力は普通95%速度に於ける回轉力を以つて示すのであるが、起動



第6圖 同期電動機の起動過程に於ける回轉力の變化の一例

a: 起動回轉力小にして牽入回轉力大なるもの
b: 起動回轉力大にして牽入回轉力小なるもの

回轉力を大きく取れば牽入回轉力は遞減し、牽入回轉力を大きく取る場合には起動回轉力は減少して起動條件を悪くする。第6圖はこれ等の關係を示す。同期電動機の起動及び牽入回轉力は電動機の容量、回轉數及



第7圖 往復動壓縮機及び直接起動同期電動機の起動特性

び力率等に依つて相違するものであるが、經濟的設計に於ては一般に起動回轉力 50% 起動電流 400% 牽入回轉力 40% 程度である。起動回轉力は界磁回路に適當なる抵抗を

挿入して起動する場合は幾分大きくなる。第7圖は直接起動同期電動機及び壓縮機の起動過程に於ける回轉力の變化を示す。

籠形誘導電動機に於ては起動は著しく簡単である。直接起動の場合起動回轉力100—120%に對して起動電流 400% 程度となり、力率補償に靜電蓄電器を使用すれば起動時の力率が良好になり起動 kVA は遞減する

直接起動は最も簡単な方法であるが起動時の突入電流は定格電流の約 400% となる故その電源に及ぼす影響に就いて吟味し此の起動電流に耐へ得るか否かを考究する必要がある。此の限界は電源の電壓降下に依つて決定されるのであつて、電壓降下は電源發電機の勵磁容量、過負荷容量及び電壓變動率等に依つて相違する。起動時の力率は10—30%程度である故此の力率と他の負荷との綜合力率に於て起動時の突入電流に對する電壓降下を算定すべきである。此の電壓降下の許容限度は他の負荷の性質に依つて異なるのであるが、電動機に對しては日本電氣工藝委員會標準規程では10%を許容して居る故大體に於て10%以内なら許容出来ると考へられる。此の突入電流の値は時間と共に減少する故、實際の電壓降下は相當短時間であり、速應勵磁方式の場合は勵磁容量以内に於ては瞬時にして回復する。

壓縮機は連續運轉を原則とする故起動回数は非常に少く、又起動に際しては豫め発電機の勵磁電流を調整して電圧を高くして置く事も出来る故、實際には直接起動が可能なる場合も尠くない。以上は最も簡単な場合で電源として一臺の発電機を考へたのであるが、並行運轉をして居る場合には各発電機への過度的影響を考慮しなければならぬ。現在では數百 kW 以上は間接起動を原則として居る様であるが電源特性を吟味すれば直接起動が出来る場合が可成り存すると思はれる。

間接起動 大型低速度電動機の間接起動としては下記の如き方法が一般に使用されて居る。

- 起動補償器に依る起動
- リタクターに依る起動
- スターデルタ起動
- 特殊捲線に依る起動

起動補償器に依る起動は最も廣く使用されるものである。起動補償器は一種の單捲變壓器であり、定格電壓の 50—70% 程度の電壓に依つて起動し、突入電流が減少した後全電壓に切り換へて常規運轉常態に入る。従つて起動回轉力は 50—60% 位が普通である。第 8 圖は 70% 電壓

に於ける起動特性を示す。

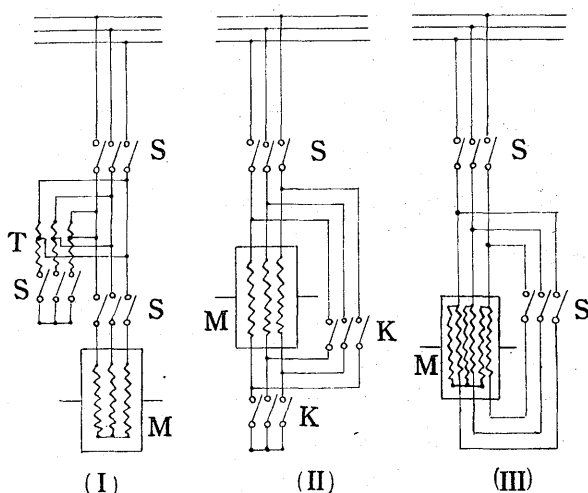
リタクター起動は、起動時の力率が低い故起動補償器に依る起動に比して、同一起動回轉力に對して起動電流が多くなり、電源への影響も大きい。

スターデルタ

起動は起動時の電壓は定格電壓の $1/\sqrt{3}$ となり、回轉力及び電流は直接起動の場合の $1/3$ に遞減する。従つて 58% 電壓に調整した起動補償器に依る起動と同様

の特性となり、起動回轉力 50% に對して、起動電流 130% 位となる。力率補償に靜電蓄電器を使用する場合には更に起動 kVA を減少する事が出来る。従つて壓縮機運轉用電動機の起動方法としては經濟的且便利な方法である。

特殊捲線に依る起動は固定子捲線を二群に分け第一の捲線に依つて起動し、突入電流が遞減した後第二の捲線を挿入するのであつて、捲線の分割に依るインピーダンスの増加に依つて起動電流を抑制せんとする方法である。比較的經濟的方法であるが起動回轉力 50% に對して起動電流 250% 位となる。



第 9 圖 間 接 起 動 法

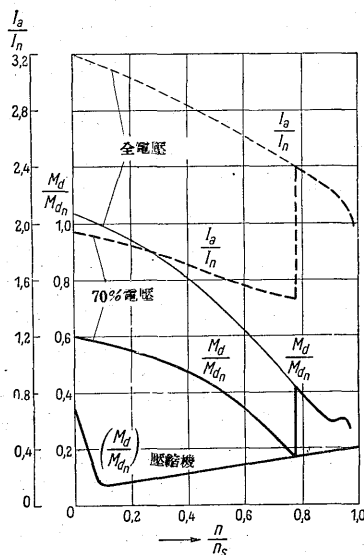
- I = 起動補償器に依る起動
- II = スターデルタ起動
- III = 特殊捲線に依る起動
- S: 油入遮斷器
- K: スターデルタ開閉器
- T: 起動補償器
- M: 電動機

(V) 電動機の運轉特性

化學工場内に於ける壓縮機用電動機の容量は他の負荷に對して相當大なる故その計畫に當つては運轉特性を充分吟味する事が必要である。

能率 電動機の能率は一般に容量が大なる程良好であつて低速度交流電動機的全負荷運轉に於ける能率を 5,000 HP で 95% とすれば 3,000 HP では 94% 1,000 HP では 92% 500 HP では 91% 位となる。同期電動機に就いては力率 100% に相當する勵磁用電動發電機の損失を加算し、捲線型誘導電動機に就いては力率 100% に相當する交流勵磁機セットの損失を考慮

第 8 圖 起動補償器(70%電壓)に依る同期電動機の起動特性



するものとし、籠形誘導電動機では静電蓄電器に依つて力率制御を行ふものとすれば、これ等三種の電動機セットの能率はこの種の大型低速度電動機に對しては大略同等である。同期電動機セットは容量小なる場合に於て能率は他の二者に比して幾分低く、容量大なる場合に於ては他の二者より稍々良好になる傾向を有して居るが實際には起動回轉力及び力率の取り方如何に依つて多少相違して來る故、結局これ等三者の能率は差無いと考へて良い。

力率 同期電動機は力率 100% を標準とするものである。全工場の力率を改善する必要がある場合には進相力率 95% 又は 90% に取る事も出来るが此の場合同じ出力ならば電動機の型が大きくなり不經濟になる。低速度誘導電動機では力率約 70% 位で、力率を高く設計する場合は電動機の外形が大きくなり従つて高價になるが力率補償装置をも含めて考へるならば補償装置の方が小容量で済む故、兩者間に最も經濟的な關係が存する。

籠形電動機に静電蓄電器を附加したものでは全負荷力率を 100% 迄に補償する場合は無負荷に於て自己勵磁に依り異狀電壓上昇を來す處がある故無負荷の場合力率 100% 迄の補償を以て最大補償限度としなければならぬ。全負荷力率 95% (遅相) 程度に取るのが普通である。

捲線型誘導電動機に進相機を以て力率補償を行ふ場合には殆ど 100% 迄改善する事が出来る。

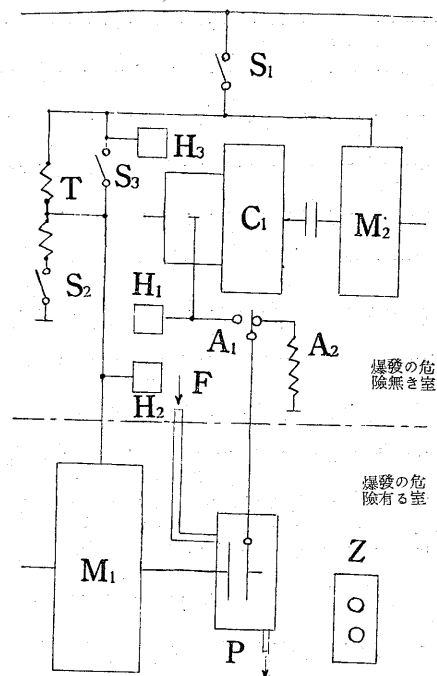
脈動電流の同調 運轉時に於ける電動機電流の脈動に就いては蓄勢輪効果の項にて既に述べたのであるが、數臺の往復動壓縮機用同期電動機が同一電源に接續されて運轉して居る場合には、各電動機の脈動が同調して更に脈動を助長する事がある。各壓縮機のクランク軸は普通多少變位して居るのであるが、運轉中に幾分變化して同調運轉となる事があり、上記の如く大なる脈動電流を生ずるものである。此の現象は同期電動機を使用する場合には特に著しいのであつて、此の同調運轉より離脱する爲には勵磁電源の極性を切り換へて極間隔だけスリップせしめる方法が使用される。

無負荷運轉の場合には極間隔だけスリップせしむる事は容易であるが、全負荷運轉の場合には一時的に經過する非同期運轉中に固定子電流は定格電流の數倍となり、勵磁電流に大なる脈動が起るが、暫時にして極間隔だけスリップして再び同期運轉に入り、過度的脈動は消滅する。

(VI) 制 御 装 置

往復動瓦斯壓縮機は前述の如く屢々爆發性瓦斯壓縮に使用される故、斯る場合には制御装置は爆發に對して危險無き様計畫する事が必要である。

防爆的配置 油入遮斷器を主體として保護及び指示計器を含む全制御装置を耐爆構造とする事は經濟的に殆んど不可能と云つて良い。従つて遠隔操作として制御装置の大部分を爆發の危險無き別室に取り付け、簡



第10圖 爆發性瓦斯壓縮機用直流勵磁機附同期電動機及びその制御装置の配置

爆發の危險ある室内に裝置される機器

- M₁ : 主同期電動機
- P : 加壓通風式防爆滑動環
- Z : 制御柱又は制御箱(防爆構造)

爆發の危險無き別室に裝置される機器

- A₁ : 切換電磁接觸器
- A₂ : 勵磁回路用抵抗器
- C₁+M₂ : 直流勵磁機
- F : 送風装置より來る清淨なる空氣
- H₁ : 電壓繼電器
- H₂ H₃ : 電流繼電器又は時限繼電器
- S₁ S₂ S₃ : 油入遮斷器
- T : 起動補償器

單なる制御函のみを防爆構造として電動機の附近に置き機械の状態を注視しながら起動運轉及び停止の各操作を行ふのが最も合理的方法である。此の爲めには油入遮斷器及び起動装置は何れも電動機操作又は電磁操作とする事が必要である。防爆構造の制御函はピラー型又は函形とし起動及び停止の押釦の外に電流計、信號燈等を取り附けた極く簡單なものを使用するのが普通である。

第10圖は爆發性瓦斯壓縮に使用される直流勵磁機同期電動機及び制御装置の配置の一例を示す。

滑動環には前述の如く加壓通風を應用した防爆被蓋を使用する事は賢明な方法であつて、此の場合起動装置と加壓通風装置とを聯動せしむる事が必要となる。勵磁機セットに送風機を直結してこれに依り加壓通風を行ふ様にすれば此の聯動は頗る容易である。

所要遮斷容量 普通遮斷容量は電源容量及びその特性に依つて決定されるのであるが、壓縮機運轉の場合の如く蓄勢輪効果の大なる大型電動機が多數同時に同一電源より給電されて居る場合には短絡の生じた瞬間に於て電動機は一時發電機として短絡電流を供給する故、斯る場合各電動機に使用すべき油入遮斷器は電源並びに他の電動機が發電機となつた場合に生じ得べき綜合短絡電流に對する遮斷容量を有しなければならぬ。一例を挙げれば1臺の發電機がその1/10の容量に相當する電動機10臺に給電して居るとすれば、その中の1臺が短絡した場合起り得る最大電流を遮斷すべき遮斷容量は發電機のみに對する遮斷容量の約1.9倍と考へねばならぬ。此の現象は誘導電動機よりも同期電動機に對して特に考慮すべきである。

(VII) 壓縮機運轉用電動機セットの選擇

以上説明せる如く往復動瓦斯壓縮機運轉用電動機セットとしては

- a) 同期電動機+直流勵磁機
- b) 捲線型誘導電動機+交流勵磁機
- c) 捲線型誘導電動機+靜電蓄電器
- d) 籠形誘導電動機+靜電蓄電器

の四種類の電動機セットが使用される。此等は各々

特徴あり、何れも壓縮機運轉用として使用されて居る。

爆發性瓦斯中に於て使用する場合は、滑動環を有する同期電動機及び捲線型誘導電動機は、その部分だけ防爆的構造にする事が必要となる故、滑動環を有しない籠形誘導電動機はそれだけ有利である。

力率に關しては同期電動機に於ては進相力率に於て使用出來ると云ふ利點を有するが電動機を調相機として使用する事は電動力應用の見地よりすれば妥當なる方法とは云へない。

固定子回轉子間の空隙は同期電動機は一般に誘導電動機より廣いのであるが最近では特に大なる空隙の必要は殆んど無い。誘導電動機に於ては空隙を廣く取れば力率が低下する故大なる空隙を要求するのは不利である。

價格の點に就いて考慮して見るに從來(b)は相當廣く使用されたのであるが一般に捲線型誘導電動機は高價な爲最近は(b)及び(c)は餘り使用されなくなつた。斯かる低速度運轉に於ては誘導電動機の力率は前述の如く70%前後である故力率100%を原則とする同期電動機に對して40%位電流容量の大なる機械となる。

此の電流容量は價格に關係するのであつて、容量の比較的小さい範圍では同期電動機の方が高價であるが大なる容量に於ては同期電動機の方が安價となる。その限界は材料の價格各社の製作技術及び防爆的條件の有無等に依つて各々異なるのであるが3,000 HP以上に於ては同期電動機が安價であると云へよう。

從つて最近に於ては起動運轉及び價格の點に於て有利なる籠形電動機セット(d)が可成廣く使用され、特に容量が大なる場合には同期電動機セット(a)が多く使用されて居る。

起動方法は電源の状態並びに經濟的立場よりして次の順序に選擇すべきである。

- 1) 直接起動 起動電流 400%
- 2) 特殊捲線起動 " 250%
- 3) スターデルタ起動 " 130%
- 4) 起動補償器起動 " 100-150%

(完)



＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。