

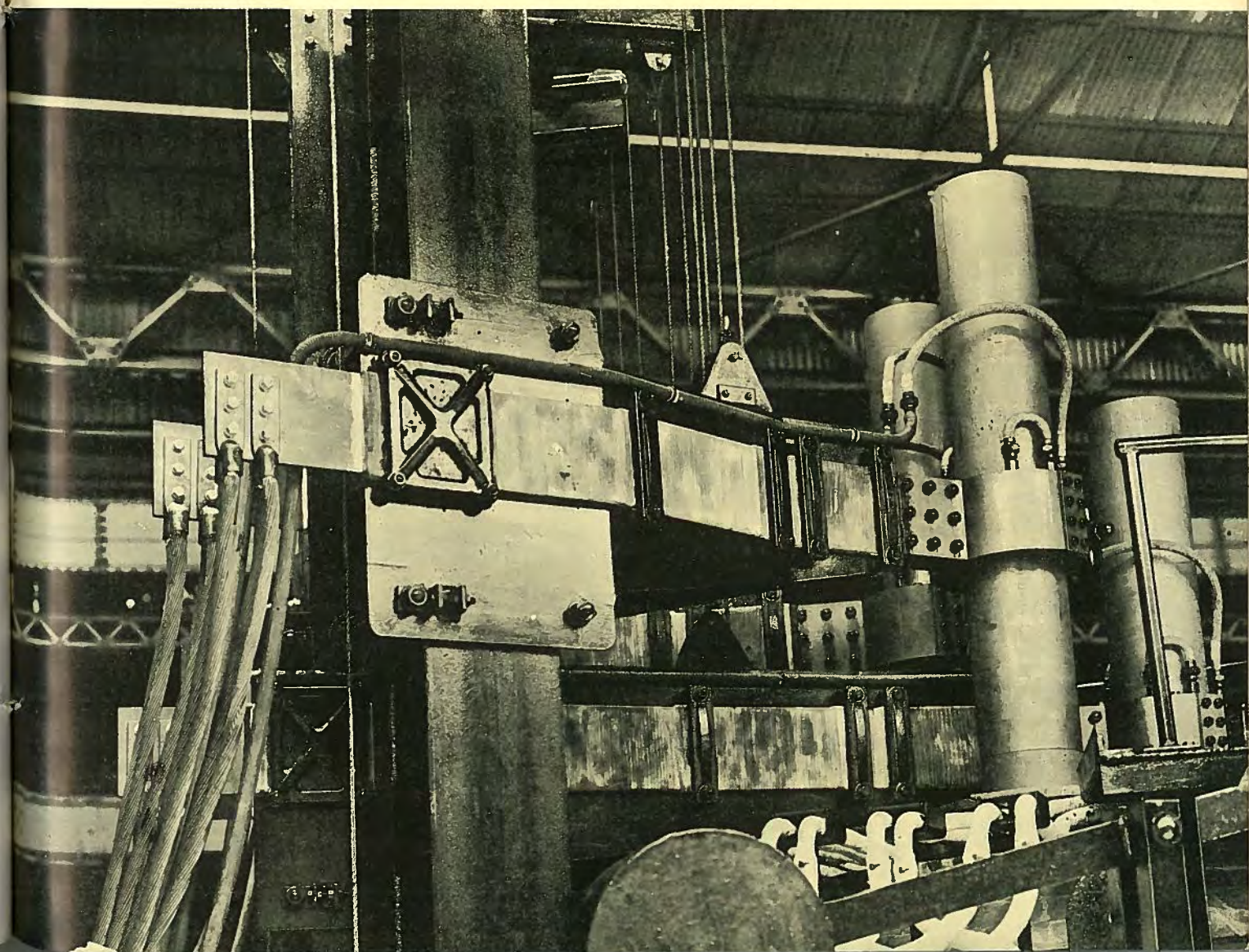
三菱電機

昭和十年 第十一卷 第六號 八-九月

電氣爐特輯號

三菱弧光式電氣爐並に其の電氣設備 69

電氣爐附屬電氣設備 77

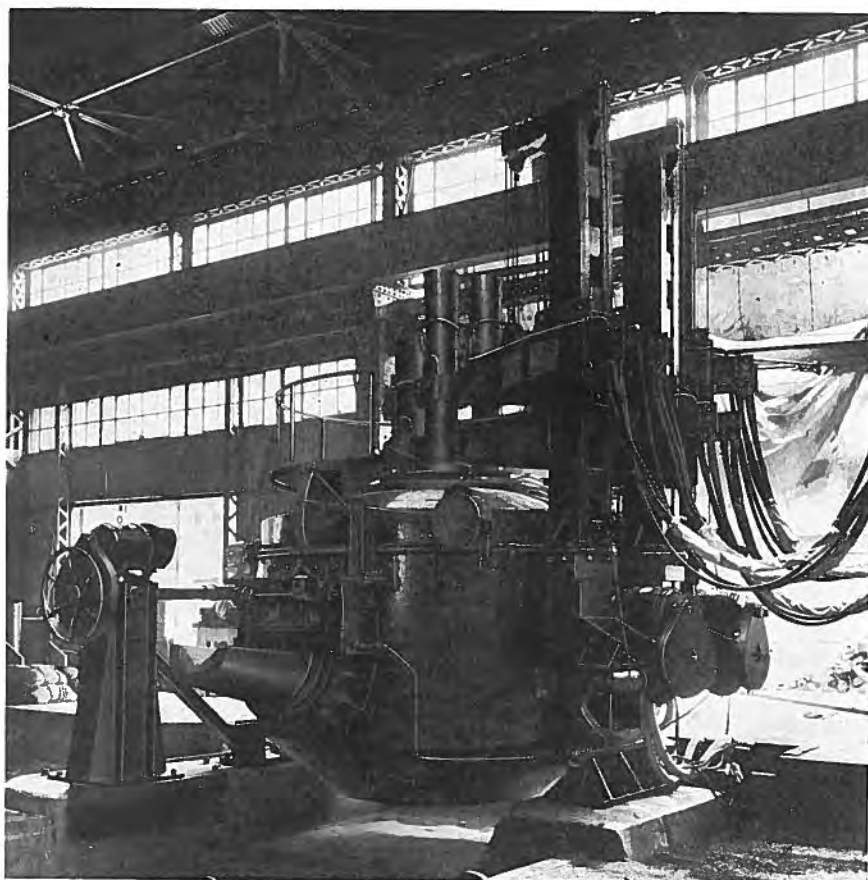


三菱電機

第十一卷

昭和十年八月九月

第六號



三菱弧光式電氣爐並に其の電氣設備

設計係 田宮利彦

概 説

重工業に於ける近時の發達は特殊鋼材其他高級材料の製造上に著しい進歩を見るに到つた。此の進歩は電氣爐の使用により著しく促進されたものと云ふことが出来る。そして電力供給の自由性が増した事が更に電氣爐の使用を盛ならしめ、金屬熔解はその種類の如

何を問はず電氣爐を使用する傾向になつて來た。

今電氣爐使用による利點、特徴を擧げれば下記の通りである。

1. 安價な原料を使ふことが出来る
2. 精鍊を容易に行ひ得る故、高級品を作ることが出来る。
3. 温度の調整が自由である。

4. 有用材料の酸化、燃焼が少く、従つてメルテイングロスが少い。

5. 不純物の混入、惡瓦斯の影響が少い。

6. 上記の利點は直ちに特殊鋼の製造に有利である。

7. 充分高温に爲し得るため良質鑄鋼、特に薄物にも適する。

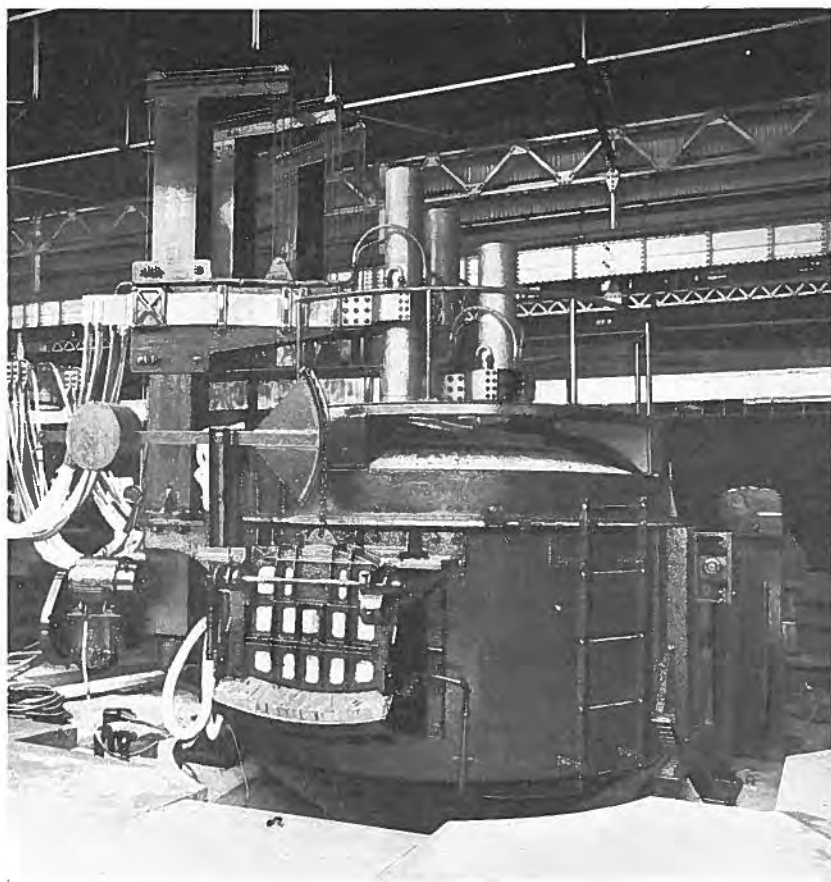
8. 合成鉄の製造並に鑄鐵に適する
9. 熔解速度が迅速であるため、小設備で多量の生産を行ひ得る。
10. 従て工場設備が狭少で足りる。
11. 作業が簡易で、且つ爐外は低温なるため作業者は樂であり、作業能率を向上し得る。
12. 工場は清潔となり、衛生的である。

三菱弧光式電氣製鋼爐

電氣製鋼の研究は夙に弊社の力を致した所で電氣爐並に之が電氣設備一式は自ら製作の上之を使用して居つたのであるが、其後時運の進展と共に益々此の方面の研鑽を進め、ウエスチングハウス式自動電極調整装置、電氣爐用シェル型變壓器其他電氣品一式を完成して市場に送り、既に十年、その頑丈な構造と、精細な動作は苛酷な此種の用途に對し充分満足すべき成績を示し好評を博して居る次第である。

元來電氣爐とその電氣品は製作者を異にするのが一般で、之は敢て我國のみならず、外國に於ても同様である。併し電氣爐とその電氣品との關係は甚だ密接なもので、兩者の特性を充分知悉して完全融合した綜合設計を施行したものでなければ満足なものと云ふことは出来ない。弊社では之に鑑み、從來の豊富な經驗と優秀な技術とを以て電氣爐並にその電氣設備一式を製作するに至つた。

三菱型電氣弧光爐は三相エルー式(Heroult)の一種であつて、各型式の粹を集めた製鋼爐としては最適のものである。既設の爐の80%が此のエルー式であることによつても本式の優秀なことは明かである。尙三菱電氣爐は更に一層の改良を加へ、電氣爐運轉上の生命とも云ふべき電極上下装置は



第2圖 電氣爐裝入口側

AF型自動電流裝置を以て全部電氣的に操作を行ひ、その動作の鋭敏、迅速且つ調整の自在なことは到底水壓式其他の型式の及ばない所である。従て爐は始動から全自動式で操作することが出来、操業は平易であり、電氣技術者や熟練者を要することがなく、普通の電氣爐に起り勝ちな尖頭負荷を絶対に防ぎ、電力費をも軽減し得る利益がある。

爐 体

爐 胴

爐体は電氣爐の主体をなし、その設計構造は爐の優劣、能率の良否を決定する重要な要素をなすものである。弊社の爐体は最も熱効率のよい球狀をなし、その底部は深い椀形構造で、完全な精鍊が出来る様に設計されて居る。爐胴外板は厚い硬質鋼板を電氣溶接

で接合し、更に適當な補強用型鋼を加へて堅牢第一とし、高熱による變形や歪に對して充分の注意が拂はれて居るから鉸鉸式に比べて弛みが少く、又内面に凹凸がないため裏積に便利である。

材料裝入口、出鋼口は各々別々に設けられ、前後反對側に配置する。尙大型爐では2個以上の裝入口が設けられる。此の部分の枠部は頑丈な鑄鋼で作られ、爐体の變形を防ぐ補強材となるもので、爐の高熱による變形や焰による腐蝕を除くための通水冷却裝置が設けられ、又左右の金物には適當な熔滓掻出用デレツキ受けが設けられて居る。尙爐扉は鑄鋼で作られ爐口を完全に密閉し得る様適當な扉押へ裝置を備へて居る。(第2圖參照)

裝入口、出鋼口の大さとその取付位置は作業上又熱能率上重大な關係があ

る。装入口は爐の大きさに適應し、最も合理的な寸法であつて、且つ作業床面から適當な高さに配置されて居るから材料の装入にも便利であり、爐内の點檢、補修を容易に行ふことが出来る。又適當な形狀と裏積とによつて多大の爐熱の放出を防止して作業を樂にし、一方電力費を低下し得る利點がある。又熔滓は僅かの倒動で容易に此口から排出し得られる様になつて居る。

出鋼口及び流下桶の寸法、位置、角度等も一々實狀を考慮して出鋼量を適當ならしめ、流下を良くし、熱度降下を最少ならしめる様注意されて居る。

爐壁と天井の煉瓦積み

爐壁と天井の煉瓦積みの構造及寸法は爐の設計上主眼をなすもので、製鋼の良否、難易は之によつて左右されると云つても過言でない。弊社は多年の經驗と合理的な設計とによつて爐室の内徑と高さ、電極中心距離と爐壁との關係、鎔鋼面の廣さと深さ、天井の曲面等を決定して居るから、他方之等の寸法は主變壓器の電壓、電流、リアクタンス並に電極自動調整裝置等とも密接な關聯があつて、兩者融合して始めて完全な機能を發揮し、迅速な鎔解と完全な精鍊が得られる。斯くして熱効率を高め、運轉費を低減し、且又煉瓦の壽命をも永續せしめることが出来るのである。尙精鍊を充分ならしめ、良好な鋼を得るために熔滓との反應面を廣くし、爐底を浅くする結果、爐の内壁は勢ひ擴げられ、爐の寸法は大きくなるが、一方鎔解時は二次電壓を高め電弧を長くして擴散せしめ、熱の分布を均等にし、多量の電力を與へて鎔解時間を短縮し、爐壁外側の完全な斷熱構造と相俟つて熱効率を良好ならしめて居る。

又爐室は充分廣くなつて居り、輕量材料でも一回に多量を装入することが出来るから、追加装入による手數と熱損失を防止し得るのみならず、天井の損傷を除去することが出来る。特に天井の構造は適當な曲率半徑を有して居り、電弧の反射を有效ならしめ、局部過熱を防止し、煉瓦の膨脹、收縮による變形破損を少くして居る。

尙爐蓋煉瓦は周圍の環狀枠のみで支持せられ、自由に安全な形狀となり、又爐胴に對してもその位置を自由に且つ容易に調整し得られるから、電極を常に正確な位置に保持し得るのみならず、天井の取外し、取替へが簡単に出来る様になつて居る。

爐壁及び爐底は充分な厚さの特製煉瓦を使用し、特に外層は良質煉瓦で圍み、熱損失を最少にし爐外作業者を安樂ならしめて居る。更に爐の上部内壁及び天井並に爐底には特殊煉瓦を使用し、爐床は強固にスタンプして搗き固めてある。最も破損、浸蝕し易いスラッグ面附近及び装入口、出鋼口、セリ

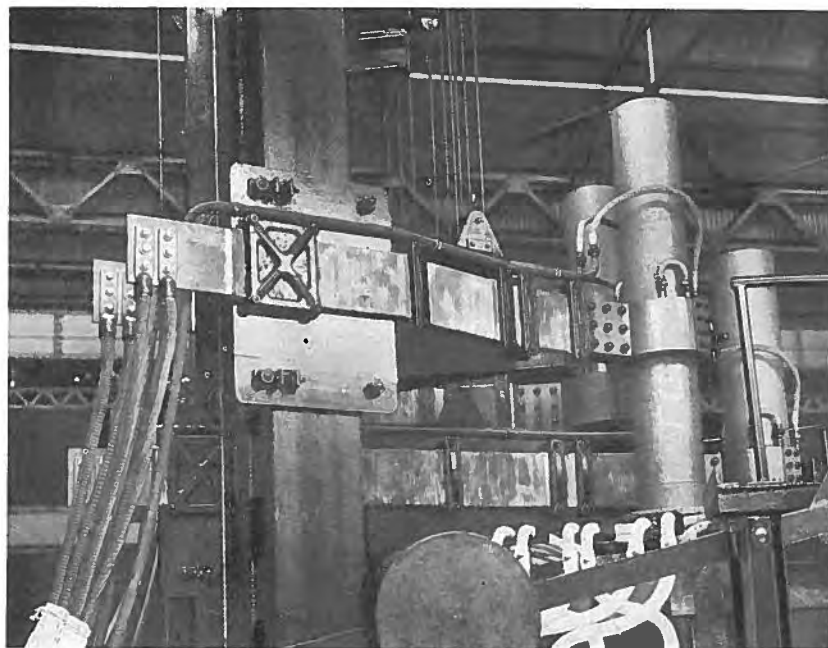
モチ部分等には特に注意を拂ひ、必要に應じて高級耐熱煉瓦を用ひて特殊設計が施してある。

電極上下裝置

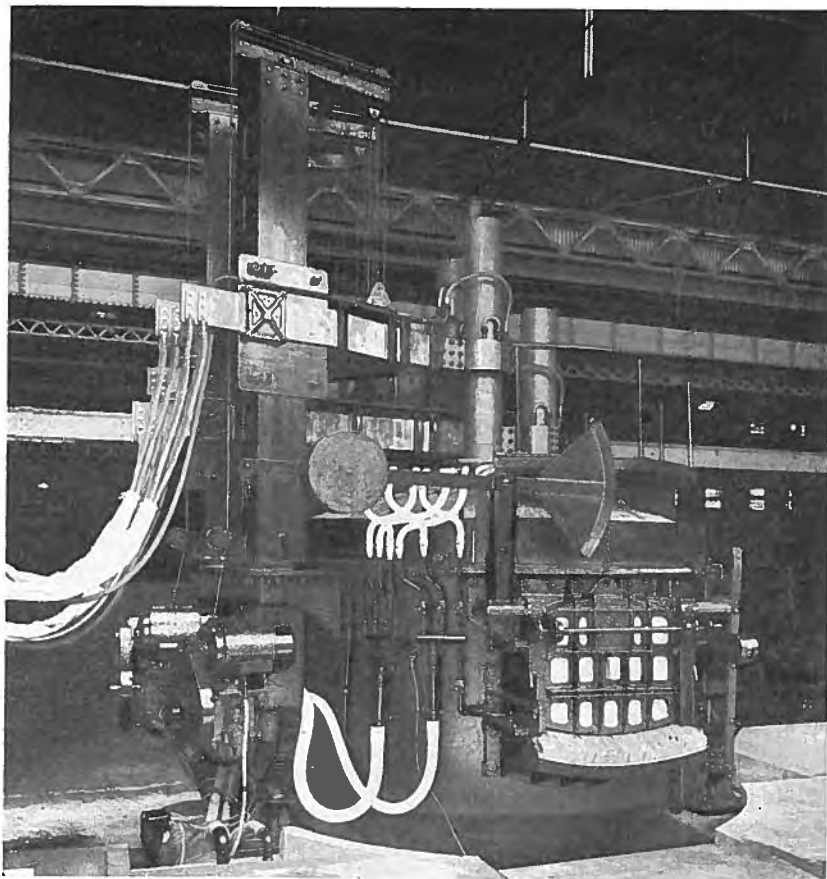
電極上下裝置も亦爐の設計、構造上重要な部分で、日々間斷なき苛酷な使用に對して支障なく、且つ取扱の簡單なものでなければならない。従て構造の複雑なものや、理論的設計のみで實際の伴はぬものは駄目で、かういふものはかへつて故障の原因となり、取扱及び保守が困難となる。

弊社は之に鑑み、第3圖に示す様に堅牢を旨とし、可動部分を可及的輕快として電極の昇降運動を敏速ならしめ又各部分共よく接近し得て點檢、保守上到つて便利である様に作られて居る即ち第4圖の如く各極別々の主機を爐体に固着し、その基部で前後左右自由に移動、調整し得られ、爐及び爐蓋の狂ひに適合し得て常に正しく電極を保持することが出来る。

電極支腕は鋼板を銲接して作り、之に導電用電氣鋼板を兩面から支持して



第3圖 電極保持器



第4圖 電極上下装置

電極保持器に直結してあり、至つて輕量に出来上つて居るから、電極の偏心及び、落下突入による折損を完全に防止することが出来る。又主柱の基部には各極別々に電動ウインチを設置し、數個の滑車を経て鋼索で昇降し得る様にし、別に適當な反錘を主柱中に吊下げて電極の上下運動を圓滑ならしめ、その速度も自由に調整し得られるのみならず、特に上昇速度を早からしめる様に加減してある。之は銻鋼面が急騰した場合、極めて迅速に電極を揚げて電流の突入を避けるため甚だ重要なことである。

電極保持器は電極を緊密に把握すると同時に、大電流を通す必要のあるものであるから特殊の合金を使用し、機械的に頑丈なことは勿論、充分な通電容量を有し、接觸面積を廣くして此の

部分の電力損失を少くし、有害な過熱を無からしめて居る。尙把握部の圓筒は三等分せられ、よく開閉することが出来るから電極の取付けが容易である又締付けも1本の特殊ボルトで簡單、確實に行ひ得る様にしてあるから、電極の締め替へ作業が最も容易である。

尙爐の高熱焰による腐蝕を防ぐために水冷装置が施してある外、耐蝕性のライナーを氣密的に接着してあるから電氣抵抗が少く、此の部分の過熱、引いては電力損失を少くし、且つ長く使用に耐える様になつて居る。

孔口冷却器及び電極パツキング

電極が天井煉瓦を貫通する部分には特殊の構造を有する孔口冷却環が設けられ、之を通水冷却して天井煉瓦の歪や電極の燃燒を防止して居る。此の装置は出来るだけ輕くして天井煉瓦に荷

重を與へない様にし、又電磁的損失が生じない様注意が拂はれて居る。

尙此の上面の傾斜に沿ふた底面を持ち、且つ適當に分割された環狀の耐火煉瓦を載せて電極との間隙をその重力によつて常に密接せしめる様自由に調整出来る電極パツキングを使用して居るから、此の部分から高熱瓦斯の上昇を阻止し、又大氣の侵入を防ぐことが出来るから熱損失及び精鍊期に於ける鋼滓の酸化を防止し、併せて電極の酸化消耗を最小ならしめる利點がある。

電極上下装置の制御

上記の電極上下装置と組合せ、電弧電流を一定に調整するためには、電動ウインチを制御し電極を上下して電弧の長さを或る値に調整するのであるが之に手動式と自動調整式とがある。

手動式——之は爐邊又は配電盤の前で電流計、電壓計を見乍ら3本の電極の電流を所要の値に一定ならしめる様制御開閉器を手で操作するもので、敏活な動作を要し相當の熟練が必要である。特に銻解初期の電流の變動が甚しい時には到底充分に操作することが出来ず、不平衡尖頭負荷をとり、電路を度々遮斷して能率の悪い操作となることは免れ難いから、本式は大型爐では絶対に採用が出来ず、精々2噸以下の小型爐のみに使用される。

本式に使用する電動機は交流、直流何れでも差支へがないが、交流の時は電磁石制動機を使用するのに反し、直流の時は電氣制動を採用し得るから動作が鋭敏で且つ、將來自動式に變更する場合そのまゝ流用し得る利點がある

自動式——下記三菱AF型自動電流調整装置を採用し、上記の操作を全然自動的に行ふもので、爐は始動から出鋼まで何等支障なく平靜な運轉が出来

る。現在多種ある此種装置中最も完備したものである。本式には直流電動機を専用するが、起動回轉力が大きく、又可逆が容易で其上電気制動を採用することが出来るから動作が甚だ敏活である。電動機は分捲式で全密閉構造であり、爐に近く設置して始、終、正、逆運轉を繰返し使用して少しも支障のない様特殊の注意が拂はれて居る。特に其の回轉子は可逆變換を迅速ならしめるため慣性率の小なる様設計が施してある。

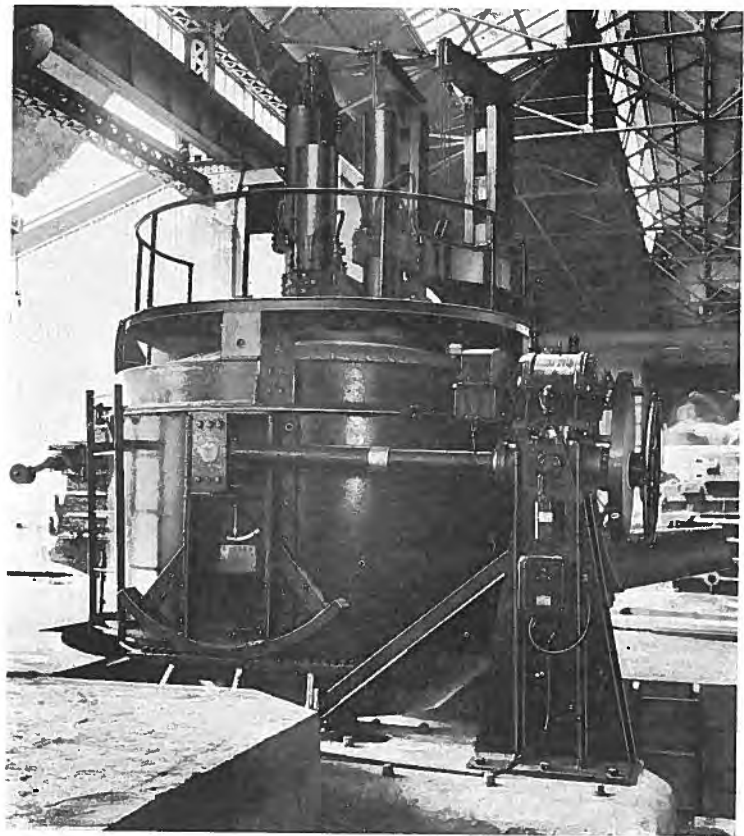
爐体傾動装置

爐体傾動装置は構造が頑強で操作の確實なことを第一條件とし、傾動速度も亦出鋼上迅速なことが肝要である。交流又は直流電動機によつて操作し、出鋼上最も便利な所から之を制御し得る様にしてある。又非常の場合手動でも操作し得る様接把手が設けてある。

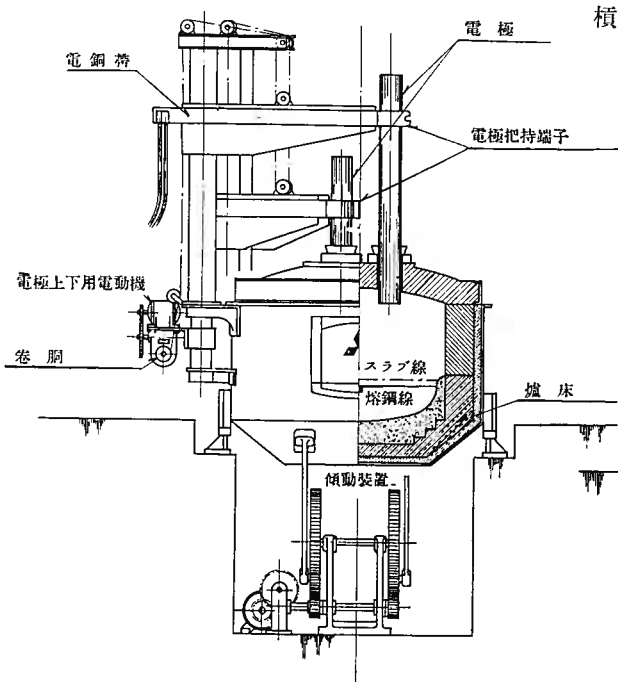
普通前傾38度、後傾12度（最大）の傾斜度を有し、爐底のホレに對しても完全に倒出得る様になつて居る。又

正しい傾斜度を知るために指針を附加してあから、爐床角度の變化や運轉中の水平度をも知ることが出来る。傾動槓桿によつて引張り出し又

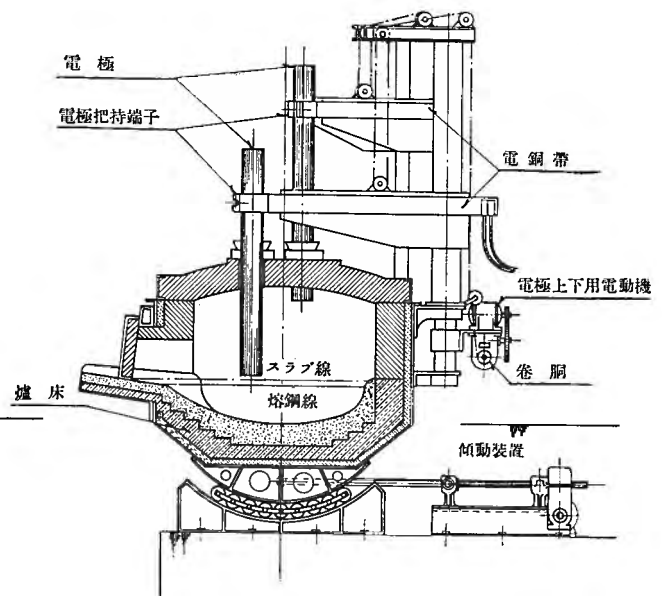
装置としては第5圖に示す様に爐体兩側面に固定した扇形の足と、之に適合する齒付き台によつて爐を支持し之をば押出すもので、輕快迅速に傾動の出



第5圖 爐体傾動装置



第6圖 大型爐構造説明圖



第7圖 大型爐構造説明圖

來ること、構造が簡単で狂ひのないこと、各部ともよく接近し得られ保守、點檢に便利なこと、床面積が少く、基礎工事が簡単で深く掘り下げる必要のないこと等の利點がある。

然し本方式は爐の片側から作用するため大型爐では爐体を片寄せる傾向があつて不向である。又材料裝入口を2個以上設ける場合には本式を採用することが出来ない。従て本方式は中、小型爐に對して専ら採用せられ非常に便利である。

第6圖及第7圖に示す様に爐の下方に裝置したものは主として大型爐に採用されるが、本方式のものは基礎工事が複雑となり、又機構が床面下にあるため點檢保守に不便で、操作に多くの動力を要する欠點はあるが、爐洞に無理を生ぜず、又裝入口を2個以上設けることが出来る。第6圖に示すものは傾動し過ぎても自然に復位する様になつて居る。

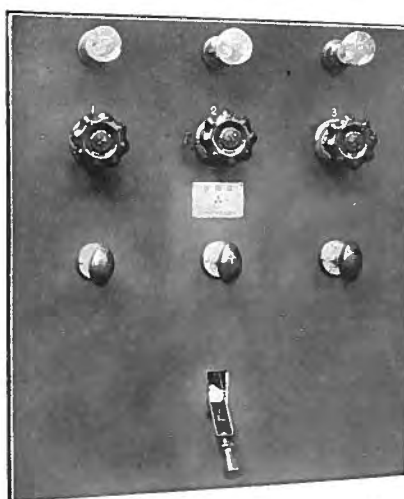
以上二方式は一々實際に則して最も適切な型式を採用することにして居る

AF型自動電流調整裝置

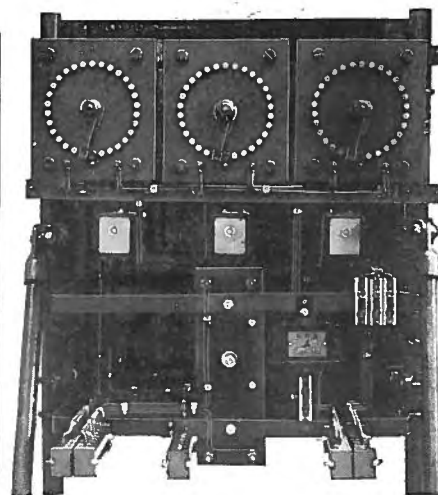
AF型 電氣爐用自動電流調整裝置はウェスチングハウスに於て多年の研究と經驗の結果完成されたもので、現在



第8圖 AF型自動電流調整器



第9圖 制御盤（表面）



第10圖 制御盤（裏面）

最優秀なものとして廣く使用せられ、定評のあるものである。弊社に於ては更に多年の經驗と實績に徴し一層の研鑽と改良を加へ我國に最も適當したものを完成し、發賣以來既に十年に及び1噸から40噸迄大小40餘台の電氣製鋼爐に採用せられ好評を博して居る。

AF型 自動電流調整裝置は全電氣式であつて、その動作の鋭敏且つ確實なことは本式の最も特徴とする所で、水壓式又は水壓電氣併用式の如く鈍重で磨損し易いものとは全然趣を異にして居る。

本裝置の特徴は電流線輪と電壓線輪の兩要素を有し、常に電弧電流のみならず、電壓をも一定ならしめ、電力の不動を10%以内に保持し、爐内の如何なる状態に於ても満足な自動操作が出来る様になつて居る。

本裝置の主な特徴は

1. 動作が鋭敏で如何なる裝入材料に對しても爐は始動時から全自動式に使用することが出来、過電流の突入なく圓滑な運轉を行ふことが出来る。
2. 従て爐の運轉には何等の經驗も技術も入用でなく、全く電氣技術

者の手を煩さずして終始完全に操業することが出来る。

3. 電力の變動がなく、平靜な運轉が出来るため操業時間を短縮し、爐の能率が良好なことは勿論、電氣的にも負荷率、力率が良好となるため電力量は低下するのみならず、電力料金も有利に契約し得るから電力費を大いに輕減することが出来る。
4. 水壓式の様にバルブ、ピストンパッキング等の消耗部分がなく、従て故障や保修の事故もなく、又豫備品を多く備へる必要もない。
5. 別に水壓タンク、補助空氣タンク、水壓唧筒等の附屬品を必要とせず、又之等の故障や水壓力の變化で動作に影響する様な欠點はない。
6. 本裝置は直流電動式であつて電氣制動が採用されるから敏速に且つ圓滑に急停止が出来、騒音や衝撃がなく、又操業上最も避けるべきハンチングを防止する様特殊の注意が拂はれて居る。交流電氣式のものとは鈍感で、操作が不確實であり到底本式とは比較にならない

7. 又他の直流電気式は電流線輪のみで操作するが本式は電弧電流と電圧双方の線輪を保有するから、一極が鎔鋼中に突入する様なこともなく、又爐内の如何なる状態に於ても全く自動的に支障なく運転する。此點は他の電気式では全然無い大きな特徴である。
8. 従て電弧の安全、操業の平易、製品の優良は勿論、電流の變動が少いから、爐及び電気品並に電源動力に對しても悪影響を及ぼさない。之は爐及び電気品の壽命を長くし得ることとなる。
9. 寒冷な地方、又は水質の悪い地方に於ても何等束縛を受けることなく使用することが出来る。
10. 電極上昇速度は下降速度より早くし、1 鎔面の急騰に對して電極を急に上昇し、電極の消費と電流の奔流を防止することが出来る。

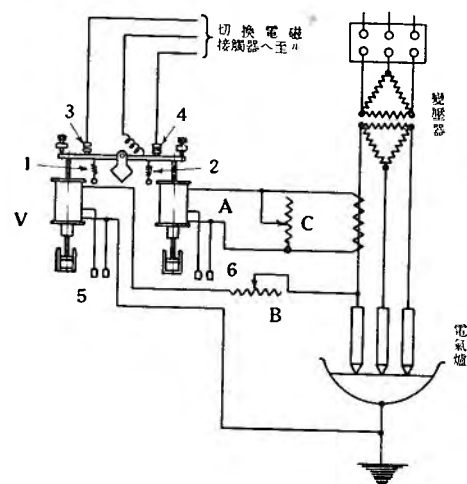
構 造

AF 型 自動電流調整器は制御盤と調整器盤とから成立つて居る。而して制御盤は制御に必要な器具を取付け、電

氣爐室又は爐の制御に容易な場所に配置し、調整器盤は配電盤室其他適當な場所に据付けければよい。

(イ) 制御盤——制御盤には電流調整抵抗器、筒型制御開閉器、表示燈並に双型開閉器を取付けて居る。而して之等の器具は夫々次の様な目的に使用するものである。即ち電流調整抵抗器は自動電流調整器の調整すべき電流値を調整するものである

又筒型開閉器は「自動」「遮斷」「上昇」「下降」の四ヶ所の位置に置くことの出来るものであつて「自動」の位置に於ては電極昇降電動機を自動電流調整器の制御の下に置き、「上昇」又は「下降」の位置に於ては手動の場合に電極を上昇又は下降、即ち電流を減少又は増加せしめ、「遮斷」の位置に於ては電動機を制御電源から切離すことになる。表示燈は各相と爐体即ち中性點との間に接続せられ、電弧間の電壓降下を表示するものであつて、電極が湯中に侵入すれば表示燈は消滅するに反し、電極が長ければ長い程明るく輝くから、之によつて電弧の状態をあらま



第13圖 AF型自動電流調整器制御要素接続圖

し知る事が出来る。

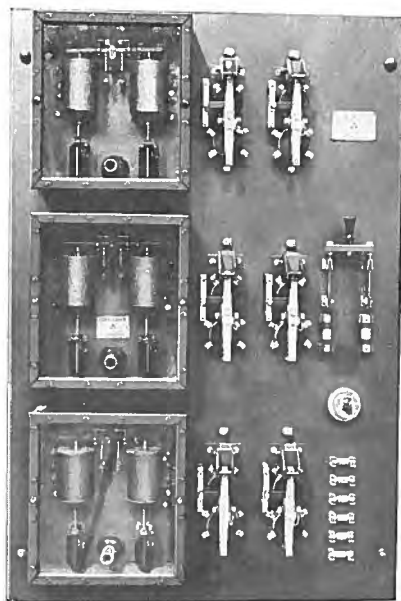
双型開閉器は非常の際に爐の操作者が電動機並に制御電源を遮斷する目的に使用するものである。

(ロ) 調整器盤——調整器盤には自動電流調整器の主要部分、電極昇降電動機用切換電磁接觸器、他の必要な抵抗、靜電蓄電器、双型開閉器、可熔片等を取付け、變壓器室又は配電盤室に設置するのが便利である。此盤は爐室から相當離れた比較的煙塵の少い場所に設置するものであるから、一度設置すれば殆んど注意を要しない。此の盤の裏面には小さな加減抵抗器が取付

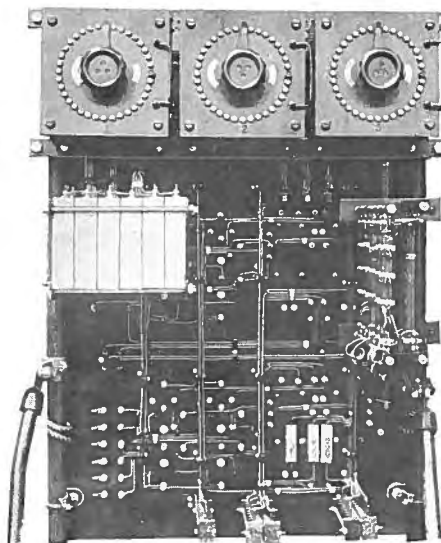
けられ、自動電流調整器の電圧線輪に直列に接続されて居る。此の抵抗器は電流制限抵抗器と稱せられ、自動電流調整器の最大電流を加減するために用ひ、或は電流調整抵抗器の一定の位置に對する各相の電流の不平衡を補正する爲めに使用するものである。

動 作

第13圖は一相分の制御回路の略圖を示すものである。自動電流調整器は電流線輪A及び電圧線輪Vより成る平衡繼電器であつて、横



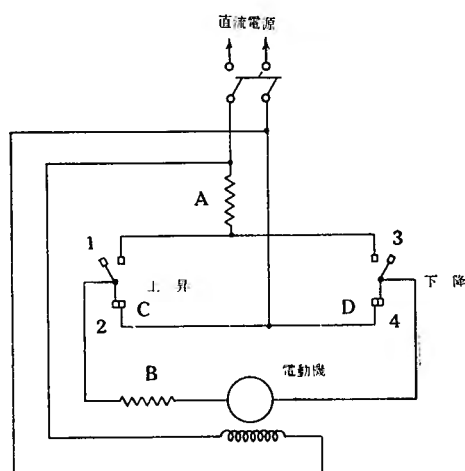
第11圖 調整器盤（表面）



第12圖 調整器盤（裏面）

桿上に3及び4の2組の接觸子が設けられ、何れか一つの接觸子が閉成すれば切換電磁接觸器を経て電極昇降電動機を回轉せしめる様に成つて居る今電氣爐の操作を開始せんとする場合を考へればV及びA兩線輪共附勢されて居ないから、槓桿は發條1及び2に依つて水平位置を保ち、接觸子3及び4は開放して居る。其處で油入遮斷器を閉ぢれば、各電極と爐体間には電壓が加はるから、Vが附勢せられその鐵心を吸引し、接觸子3を閉ぢて電極を下げる方向に電動機を回轉せしめる。而して電極移動の速度は適當に決めてある斯くして電極が被鎔解体に觸れればVに加はる電壓は急に低下するから、Vの吸引力を減少し、槓桿は水平位置に復歸して電動機を停止する。然し電流は二極以上が被鎔解体に接觸するまでは流れないから、此の間Aには吸引力を生じない。次に二極が被鎔解体に觸れて初めて電流が流れ、Aに吸引力を生じ、接觸4を閉成して電極の上昇する方向に電動機を回轉せしめ從つて茲に電弧を生ずることとなる。他の二相の動作順序も亦同様である。斯くして電極は上昇し、VとAとの吸引力が平衡を保つまで電流は減少し、電壓は上昇して停止する。此間電弧に變化を生ずれば、V及Aの吸引力に不平衡を生じ、電動機をして此の不平衡を補償する方向に回轉せしめる。

電流調整抵抗器CはAと並列に變流器の二次側に接續されて居るから、之を加減する事によつて一定の線電流に對しAの電流値を或る範圍内に變化せしめることが出来る。普通此の範圍は定格電流から其の約20%に至るまでである。補助接觸子5及び6は電磁接觸器に附屬せるものであつて、5は「下



第14圖 AF型自動電流調整器
電極昇降電動機接續圖

降」の接觸器が閉ぢた時に閉ぢ、夫々V及びAの線輪の一部を短絡するものである。故に今假りに電流が増加し槓桿が「上昇」の接觸器を動作せしめる方向に働いたとすれば、Aの線輪の一部を短絡し、其の吸引力を減じて槓桿を水平に復歸せしめ様とするから、此の間電動機が電極電流を充分減少せしめるだけの距離を移動せしめ得なかつたならば、槓桿が水平位置に復歸した後もAの吸引力は尙Vの夫れに打勝ち再び「上昇」の接觸器を閉成せしめるであらう。從て茲に振動が起るのであるが、電流が整定値の約 $\pm 15\%$ 以上ならば、A若くはVの一部が補助接觸子に依つて短絡されても、鐵心が降下するには尙充分の吸引力があるから、電動機は電流が整定値に復歸する方向に回轉する。而して電流が整定値の約 $\pm 15\%$ 内に近づけば、補助接觸子6によつて短絡したAは最早鐵心を吸引し得ず、槓桿は水平位置に復歸する。即ち整定値の約 $\pm 15\%$ 内に於ては調整器は振動状態に陥り、電動機は連続的に衝動を受けて漸次整定値に復歸することになる。斯の如く整定値の約 $\pm 15\%$ に達するまでは極めて迅速に電動機を

回轉せしめ且つ $\pm 15\%$ 内に達した後は何等亂調を起すことなく動作するから、茲に鋭敏にして而も精細なる自動電流調整器が得られる譯である。

第14圖は電動機回路の結線略圖であつて、C及びDは夫々電動機を電極の「上昇」若くは「下降」の方向に回轉せしめる電磁接觸器である。又Aは起動抵抗、Bは制限抵抗であつて、分捲界磁は直流電源に直接接續されて居る。斯くの如き結線に

於ては電磁接觸器C若くはDの上部接觸子が閉成するに従ひ、電動機の電機子の極性は夫々轉換するから其の回轉方向も變化する。而して兩接觸器共去勢されれば直ちに下部接觸子が閉成し電機子は抵抗Bを通じて短絡せられ、電磁制動作用が與へられる。第13圖に於て補助接觸子5及び6と稱したのは此の電磁接觸器C及びDに附屬した補助接觸子を意味するものである。

電磁接觸器C及びDは双投式であつて、上下に夫々線輪があり、下部線輪は更に2個の線輪から成つて居る。而して上部線輪は動作線輪、下部線輪の内一つは保持線輪、他の一つは中和線輪と稱せられ、中和線輪と動作線輪とは直列に接續されて居る。此内保持線輪は常に附勢せられ下部接觸子を閉成して居るが、中和線輪と動作線輪とが附勢せられると、中和線輪と保持線輪とは互に磁束を打消す様な極性を有するから、可動鐵片は動作線輪によつて引き附けられ、上部接觸子を閉成せしめる。斯の如く三線輪を設ける所以は動作を敏速、確實ならしめる爲めである。

電氣爐附屬電氣設備

神戸製作所

伊藤 義 光

電氣爐の電氣設備はその使用場所の高熱と塵埃、悪瓦斯の多いこと、使用状態が普通動力に比べて非常に苛酷なこと等によつて特別の設計と工作が必要で、單に電力用として良い電氣品でも實用上駄目なものが多い。従て優秀な且つ經驗の多い製作者のものを採用する必要がある。爐の事故の大部分は爐本体ではなくして附屬電氣設備の故障によると云ふ事實は注意すべき事柄である。

電氣設備として主なもの、受電設備、主變壓器、リアクター、一次電路及二次電路諸設備、タップ變換裝置等である。

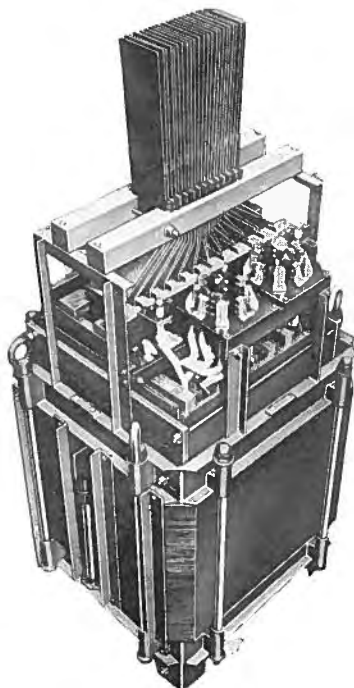
受電電壓は電源の都合により2200V., 3300V., 6600V., 11000V., 22000V. 又は之以上を採用し、之に必要な各種の器具、計器を完備する。之等は凡て弊社の製品を使用し、器具の設計計器の配置に到るまで實際操業に最も便利な様考察を拂つて居つて、その性能の良好なことは云ふ迄もなく、特に主油入遮斷器は背後の全電力を遮斷し得る充分な容量を有して居る。

之等の諸設備は別の電氣室に納め、爐室からの高熱と塵埃から蔽遮し、電流は變壓器二次側から中間壁を隔て、爐に導く様になつて居るが、その距離は出来るだけ短縮すべきである。

又制御盤のみは爐の運轉に最も便利な見易い場所に設置して全ての操作は電氣室に入ることなく、該盤上で出来る様にすることがよい。

二次電路は變壓器から爐の電極に到るまでの回路を指すのであるが、その電流は大きいから特別の注意を拂ふ必要がある。即ち強大な電流による電磁力に耐える様、支持を頑丈にし、又誘導作用に起因する電壓降下及び銅損失を可及的減少せしめるため銅板の寸法形狀、配列に特殊の設計を施し、變壓器から電極迄の回路を正負に二分し、電極保持器に於て始めて之を三角形に結線して居る。

又爐と固定銅板を繋ぐ可撓電纜は0.8 耗以下の素線より成る純良極軟撚線を多量に使用し、溫度上昇も低く、電極上下裝置に大なる荷重を及ぼさぬ様に注意が拂はれて居る。



第 1 圖

4,450 kVA 電氣爐用變壓器中身

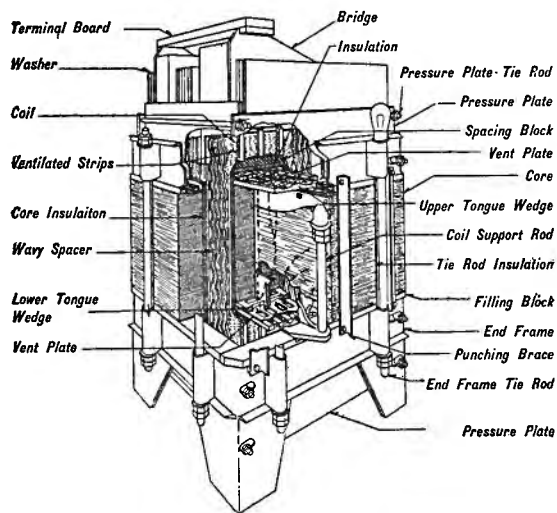
電氣爐用變壓器

變壓器は電氣爐用電氣品中最も重要なもので、その設計、製作には特別の注意が必要である。弊社の電氣爐用變壓器は特に外鐵型（シェル型）の普通は三相式油入自冷型を採用して居る。電氣爐用としての弊社のシェル型變壓器は既に幾多の成績を有し、600kVA から 12,000 kVA 迄の製鋼用電氣爐に好成績を以て運轉されつゝある。

弊社製シェル型變壓器の特徴は特殊の設計により爐の運轉中度々起つて而も避け得ない所の爐内の短絡に對して安全な様、電氣的並に機械的に頑丈なこと、冷却作用が良好で一時的の過負荷に充分耐え得ること、能率が良好で電力費を輕減し得ること等である。

三相式を採用することは單相式3台に比べて價格が低廉であり、据付寸法が狭くて済み、二次銅板配置並に取扱が簡便で、能率の良好な利點がある。往時は豫備品を考察して單相式が採用されたが、變壓器製作技術の進歩と信頼度の向上によつて現在は専ら三相式を採用せられる傾向がある。又萬一、一相分の故障の場合に於ても、弊社のシェル型三相變壓器に於ては他の二相分で支障なく運轉し得る利點がある。

又水冷式は据付寸法を幾分縮少することが出来るが、冷却水の費用、唧筒費、監視、故障率、能率等の點は自冷式に劣るから15噸爐以下は普通自冷式を採用せられる。

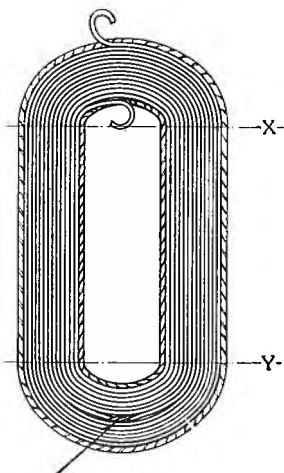


第2図 シェル型変圧器の構造説明図

一般構造並に機械的耐力

一般のシェル型変圧器に於ても同様であるが、特に電気爐用変圧器に於ては比較的低電圧で電流が大きい為、特に絶縁の問題よりも、寧ろ大電流に依る電磁力及び短絡に依り発生する機械力に對して形状の變化、移動等の虞れ無き様充分なる支持機構を必要とする。

シェル型一箇の線輪は第3圖に示す様に單に四隅を小さな曲率の半径を以て織がれた矩形であるが、上下兩端を更に曲率の大なる半径で織ぎ作られて



上下銅帶の撚替を示す

第3図 シェル型變壓器コイル

居る。從て屈曲部の絶縁上無理を生ずる處がなく、懸念さるべき直線部のXYなる間の耐應力は全く鉄心中に圍まれて居るから、線輪の強さは完全な圓型コイルと全く變りがない。然し實際コイル一個に就て働く力はコイル自身が容易に耐え得られる程度に止り、如何なる場合でも大したものではないが、之等コイル

の集りである線輪群間に作用する反撥力は相當に大きく、之によつてコイルの變形や絶縁破壊の原動力となるものがあるが、之に對しては線輪群の適當



第4圖

區分銅帶の撚替を行ひたる
コイルの斷面圖

な配列をなす事によつて中間の線輪群間の反撥力を相殺せしめ、殊に兩端線輪の外方に開かんとする力のみに對しては強大なプレシュア・プレートを用ひて各コイル面全体を締付け完全に保持せしめ得られる。

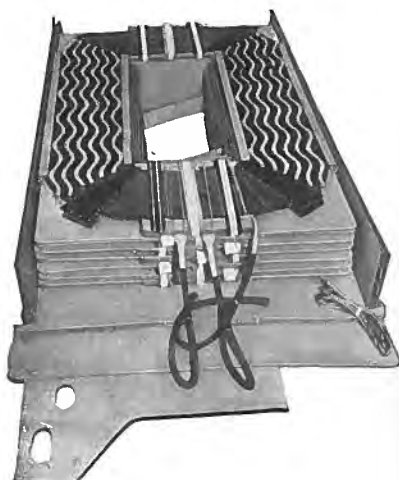
尙又、變壓器捲線内のタップを使用した場合、又は設計及工作上の不精密の爲めに兩線輪群の磁氣的中心が移動する場合には線輪相互間に水平方向の反撥力以外に垂直方向の反撥力を生ずるものであるが、此の垂直力は往々非常なる値となり、單に線輪兩端を狭少な面で支持しなければならぬ構造のコア型に於ては此の爲めにコイルの變形、絶縁破損等を來し易いものである

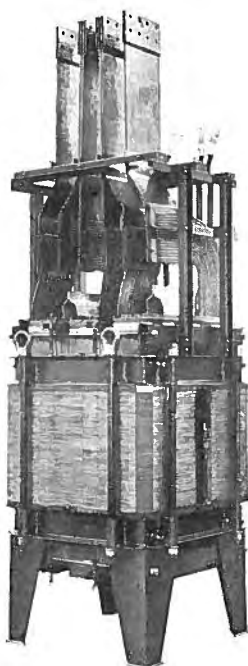
が、シェル型に於ては第2圖に示すコイル・サポート・ロッドに依つて全線輪を上下に突張つて確保する構造となす事が出来るから、水平垂直何れの機械力に對しても完全に耐え得るものである。

線輪の構造並に絶縁

高壓コイルは絶縁銅帶を使用し、その銅帶を第4圖の様にAB二つに區別し、各々と絶縁した上一緒に合せて其上に充分紙巻を施す。之を一コイル内一、二ヶ所、第3圖、第4圖の様に撚ち替へてABを上下に入れ替へ、以て渦流損失を大いに減少することが出来る。各コイルは特殊の締具で保持した上、數回耐油性絶縁塗料に含浸及び乾燥を繰返して強固な一個体となつたものを絶縁物と共に第5圖の如く組立てるもので、各コイル間は波形間隔片を以て何れの銅帶をも等しく均等に支持せられる様に作られてある。

低壓コイルも高壓コイルも同様に絶縁銅帶を使用するが、或は大容量のものでは第7圖の様に銅板を使用し、此等の銅帶相互間並に銅板に接續するには從來の様に半田鐵着或は鋲附等を行はず、第6圖第7圖及第1圖に示す様

第5圖 154,000V シェル型
變壓器線輪並に絶縁の構造



第 6 圖 3,240kVA 三相自冷式
シエル型変圧器 (8噸製鋼爐用)

に全部電気鍛着又は鋸接を採用して居る。(本考案は登録新案第169672號である)



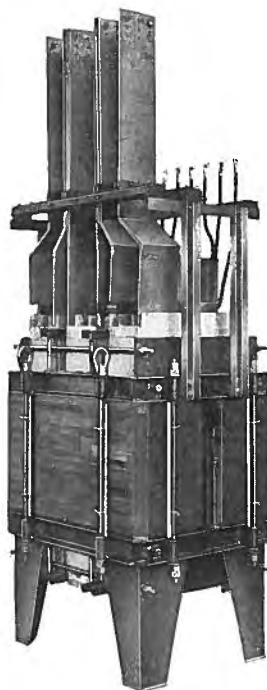
第 7 圖 大電流用變壓器線輪

鋸接接續法は接續部の抵抗損失が少く、又過負荷耐量が甚だ大きく屢々短絡的強電流が流れても半田鐵の融解、接續部の焼損等に起因する故障は絶対に起らない。

線輪の冷却

シエル型變壓器の各線輪の両面は第 2 圖の様な波型間隔片でよく寒冷な絶縁油が流れる様になつて居るから線輪

の溫度上昇は甚だ低い。特に第 7 圖の様な銅板線輪ではより簡単な間隔片を使用して冷却面積が増大されるので冷却作用は一層著しい。殊に油隙の方向は垂直方向のみで、油の自然對流と同方向であり、油の通路が廣くて短いから常に寒冷な油が線輪の両面に接して居て僅少時の過負荷に對しても安全である。



第 8 圖 電氣爐用
1,200kVA シエル型三相變壓器

コアー型變壓器の場合に於ては圓盤形線輪が水平に多數積重ねられてあるから油隙は水平方向となり、油の通路も長く、從て通油も不充分である。

尙油泥は水平な線輪面には沈澱し易いから一層冷却作用を減じ、局部過熱を起して線輪の焼損の起因となり易い

低壓導体の出し方

強大な電流を通ずる口出導体の出し方は又注意を要する事項であつて、その巧拙如何によつて銅損並にリアクタンスを相當増減し得るものである。

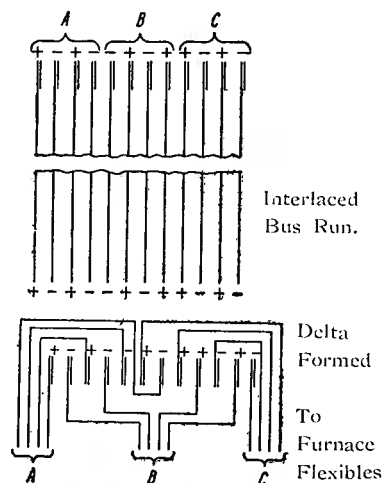
銅板線輪に鋸接接續された口出導體

は第 6 圖の如くコイルから直接上方に眞直に出し得るので、從て其の長さを短く、又工作を簡単にすることが出来る。此の爲めにコアー型變壓器の如く全導線を一旦コイルの上方に出してから 90 度曲げて更に上方に導くと云ふ構造上の複雑さと、銅帶の長さ、從て銅損並にリアクタンスの増加を省くことが出来る。

變壓器低壓側端子から爐に到る迄のブス・バーの配列も亦注意すべきことで、大電流の場合のリアクタンスの増大を防止するためには第 9 圖の如き方法が採用されて居る。即ち三相銅帶 A、B、C は + - を交錯のまゝ導いて爐の直前に於てデルタ接續をなし可撓電纜を以て爐に到る様にすればよい。

容量及型式の撰擇

シエル型三相變壓器は各相共磁氣回路が別個になつて居るから、各相獨立した三相爐にも單相變壓器 3 個と同等に使用し得られ、又萬一、一相が事故の場合にも他の二相捲線を V 型接續とし應急使用し得る便利、從て單相變壓器 3 個に比し床面積、配線費並に價格を低減し得るから、三相爐に對してはシエル型三相變壓器を使用されるのが最も有效である。



第 9 圖 ブス・バー配列圖

冷却方法としては水冷、自冷式何れも採用することは可能であるが、一般に自冷式は水冷式に比して能率が遙によく設計され、他の冷却装置例へば唧筒、送風機の様なものを要せず、之等附属装置の事故等によつて変圧器の運転に影響せられることがないから安全率が大で始終監視点検の必要がなく、人件費並に電力費を省くことが出来るので、5,000 kVA 以下の場合には自冷式を採用されることが多い。

電気爐と変圧器容量との関係は、爐の種類や作業上の條件、操作時間の長短及電源の都合等により変圧器容量は異なるものであるが、一般に最近著しく増大され往時の二倍近くになった。従て鋸融時間が短縮され、精煉が意のままに完全に行ひ得るのみならず、熱効率が高く、生産高が増大し、且つ運転費が低減され得る等の利益がある。

下表は爐の大きさと変圧器容量並に附記するリアクター容量との関係を示す一例である。

爐容量 (噸)	變壓器容量 (kVA)	全リアクター容量 %
1	400~600	30~35
2	750~1000	25~30
3	1200~1500	25~30
5	1800~2000	20~25
7	2500~3000	20~25
10	3000~3500	15~20
15	4500	10~15
20	6000	None
30	10000	None
40	12000	None
100	2×12000	None

第1表 弧光式電気製鋼爐標準表

弊社は上記の如く水冷式及自冷式、單相及び三相變壓器とも電気爐用變壓器としてシエル型を採用して居るが、電気爐用電力の特性から考へれば此型は全く最適のものである。即ち捲線の大部分を外部鉄心及び上下エンド・フレーム内に納め、機械的に完全なる耐應力を有せしめた Steel clad Trans-

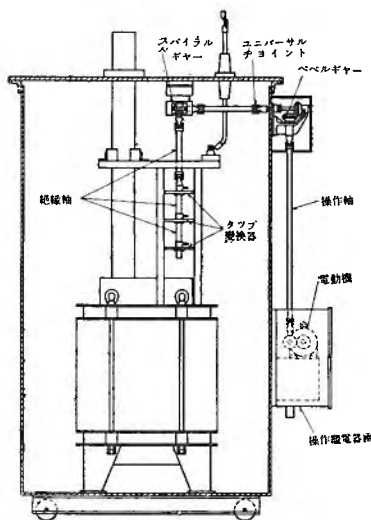


第10圖 12,000kVA電気爐用變壓器(タップ變換器付)

formerとも稱すべく、又獨得の工法による大電流線輪及口出導体の構造は電氣的にも優秀な成績を示し得るもので、何れの立場から見ても完全な電気爐用變壓器と稱する可きであらう。

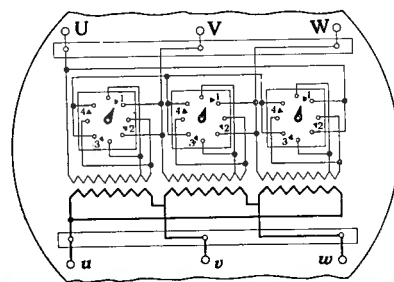
電壓調整方法及電動操作式 タップ變換裝置

電気爐の運転上、一操作中必ず變壓器の二次電壓を變更する必要がある。之は一次側のタップの變更及び Y-Δ



第11圖 タップ變換器函外接続操作機構

の接続の變更によつて得られるが、之等の變更はタップ・リードを變壓器函外に導き出して區分開閉器又は油入開閉器等を用ひて無電壓の状態で手動で行はれるのが普通である。併し一次電壓が高くなり、(11kV 以上) 又はタップの数が多い場合は上記の方法では大變取扱いが複雑で、絶縁上危険が多く事故の原因となる。

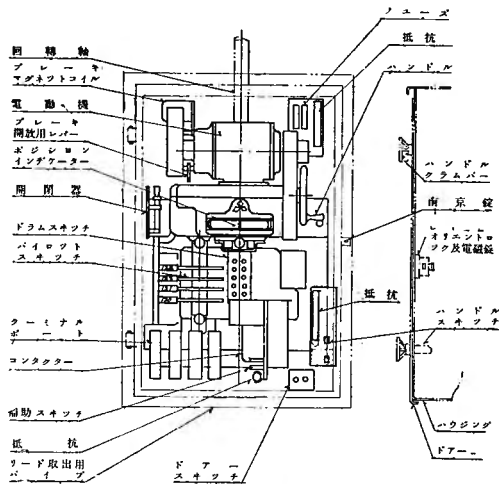


電 壓	電 流		タップ 變換器 接續番號
	高 壓	低 壓	
Δ11,000	220	237	1
	180	237	2
Y11,000	127	173	3
	104	142	4

第12圖
變換器結線圖及接續圖

此の複雑さと危険とを除くために考案されたものが三菱 TM型 電動操作式タップ變換裝置で、之は變壓器函内に Y-Δ及びタップ切換をなすタップ切換盤を備へ、それを爐邊又は任意の處から、正確に且つ簡易に、遠方制御をなすべくしたもので、第10圖に示すのは 12,000 kVA 40 噸電気爐用變壓器に取付けた變換裝置を示すものである。

變壓器函内に於ける裝置は第11圖に示す様に端子導線に接続されたタップ切換盤は數段の双型開閉式の接觸片を有して居り、之を強靱なベークライト板上に配置して變壓油槽中に固定し、マイカルタ絶縁棒、ユニバーサルジョイント、ベベル・ギヤ等の機構によつて主タンク外側に直接取付けられた



第 13 圖 変圧器タップ切替電動機操作機構

ハウジング内電動機に連結されたもので、普通の電力用のものに比較して著しく丈夫で、且つ充分な安全率を有して居り、電気爐用の如く常時の苛酷な使用に永久に耐え得る様に設計されて居る。

第12圖は三相変圧器のタップ変換並に Y-Δ 接続を上記操作により変換する場合の接続用の一例を示したものである。

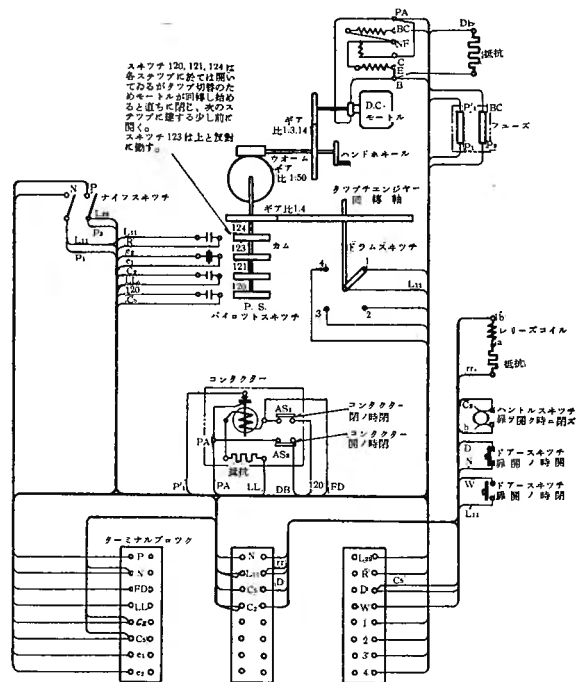
従て本装置を採用する時は爐邊の制御盤上から單に一把手によつて Δ-Y の接続及びタップの変換を迅速に行ひ得られ全操作に要する時間は僅々30秒以内で爐の運轉能率を大に向上することが出来る。又絶対に危険の虞れがなく不注意によつて誤つた操作が出来ない様後述の様な各種の聯鎖、保安装置が施されて居るから完全に事故を防止することが出来る。

電動操作機構

第13圖は本機構の正面圖を示したものであるが、機構全体は薄鉄板製の函内に納められ、共に變壓器の主タンクに直接取付けられて居て、回轉は本機構の主軸から ユニバーサル・ジョイント、ペベル・ギヤ等を経て變壓器

内のタップに傳へられる。第14圖は内の結線、第15圖

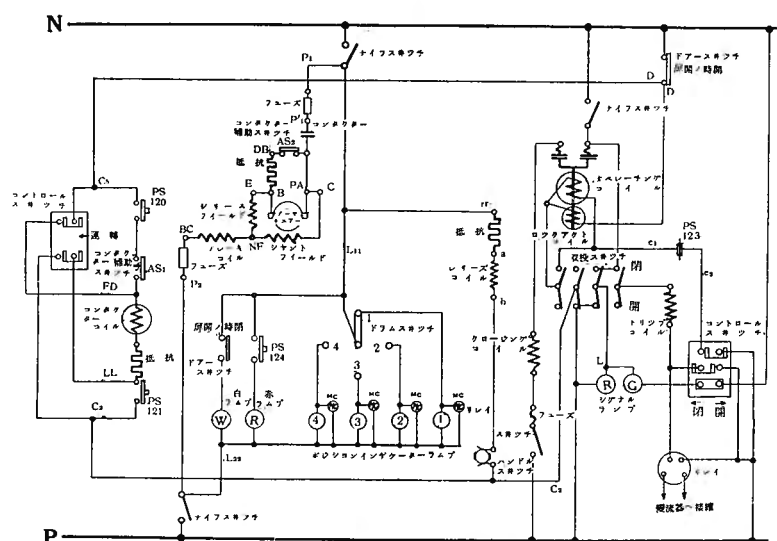
は油入遮斷器操作回路と本機構操作回路との關係を示す結線圖である。第15圖に就て其の操作を説明すれば、今タップを第一の位置から第二の位置に移すものとする、遠方操作の場合には必ず油入遮斷器が開路して居ること、及び此の機構の扉が完全に閉じて居ること、尚内部のナイフ・スイッチが閉じて居ることが必要である。それで先



第 14 圖 タップ切替機構函内結線圖

づコントロール・スイッチを廻すとコンタクター・コイルを勵磁する。即ち P→双投スイッチ→C₂→コントロール・スイッチ→LL→抵抗及コイル→FD→コントロール・スイッチ→C₃→D→ドア・スイッチ→N、そしてコンタクターが閉ぢると電動機が回轉し出す。

即ち P→ナイフ・スイッチ→フュー



第 15 圖 タップ切替電動機操作機構結線圖

ズ→ブレーキ・コイル→電動機→コンタクター→フューズ→ナイフ・スキツチ→N、すると直ちにパイロット・スキツチ Ps 120 及び Ps 121, Ps 124 が閉じる。(Ps 124 が閉じると制御盤上に赤ランプが点火して進行中なることを示す)するとコントロール・スキツチから手を放して之を開いてもコンタクター・コイルの回路は閉じて居る。即ちコントロール・スキツチの代りにC₂→Ps121→抵抗及コイル→As→Ps120→Es となるから電動機は回轉を續けタツプは進行する。

斯くて次のタツプに完全に移るとPs 120, Ps121 が開いてコイルの回路を開くから電動機は止る。(此時Ps124 も開くから赤ランプは消え、代りにポジション・インデケーター・ランプが点火する)此處で更にコントロール・スキツチを廻すか、或は始めからコントロール・スキツチを廻したまゝ握つて居れば電動機は尙回轉して更にタツプを進めて行く。そこで所要のタツプに変更せんとする時はコントロール・スキツチを廻して一つ以上飛ばすと所要の一つ手前のポジション・インデケーターランプが点火して進行を表示する赤ランプが点火するから、此時コントロール・スキツチを開けばタツプは目的の位置に来て自動的に静止する。タツプ切替を終了した後に油入遮斷器を閉路するのである。

表示燈回路——タツプ切替装置の各タツプ毎にドラム・スキツチの接觸子(その際のタツプに相應する接觸子)

が閉じて制御盤上にあるMC型繼電器を働かし、又ポジション・インデケーター・ランプを點火する。即ちN→ナイフ・スキツチ→L₁₁→ドラム・スキツチ→MC リレー・コイル及びポジシ

ョン・インデケーター・ランプ→L₂₂→ナイフ・スキツチ→Pである。尙制御盤上に赤ランプと白ランプとがあつて、赤ランプはタツプ切替機構が働いて居る間點火し、(Ps124に依り)白ランプは扉が開いて居る時に點火する様(ドア・スキツチに依る)に結線してある。即ちN→ナイフ・スキツチ→L₁₁→Ps124→赤ランプ及ドア・スキツチ→白ランプ→L₂₂→ナイフ・スキツチ→P。

聯鎖裝置

扉の開閉：—扉にはハンドル・クラムパー及び南京錠の外に、オリエンロック及び電磁錠及ハンドル・スキツチが附いて居て、扉を開くためには電磁錠が動かないと出来ない様になつて居る。即ちN→ナイフ・スキツチ→rr→抵抗→リリース・コイル(電磁錠操作)→ハンドル・スキツチ→C₂双投スキツチ→P

扉を開くには油入遮斷器が開路してその双投スキツチが開く方の位置に接觸して居ることが必要である。此時ハンドル・スキツチを開く位置に廻すと此のリリース・コイルが働き電磁錠が外れ扉は開かれる。扉が開けばハンドル・スキツチの接觸は切れる。(若し油入遮斷器の閉路中に非常の場合として扉を開かねばならぬ時はオリエンロックの方をその錠を用ひて外すことが出来る)扉が開くとドア・スキツチが開かれて油入遮斷器の操作回路及び此の機構の操作回路を開き之等の電氣操作は出来ない。

油入遮斷器操作回路との關係：—油入遮斷器が閉路中は双投スキツチによりタツプ切替の電氣操作は出来ない。此の機構の扉が開いて居る間はドア・スキツチに依り油入遮斷器投入の電氣

操作は出来ない。タツプ切替操作進行中はパイロット・スキツチ Ps123が開くから油入遮斷器投入の電氣操作は出来ない。

タツプ切替操作機構の手动操作：—

手动操作をするには先づ油入遮斷器を開路する。そこで扉も開き得る。次に電動機のブレーキをそれに附いて居る開放用レバーによつて緩めておいて、電動機のシャフトをハンドルによつて回轉せしめ所要のタツプに切替へする但し機構の正面にポジション・インデケーターがあるから、之によつて望むタツプ番號のものを正しくその中心に置くこと、而して扉を閉ぢ然る後油入遮斷器を閉路する。

尙機構正面のポジション・インデケーターは扉に硝子窓が設けてあるから扉の外からでもその位置が知られる様になつて居る。

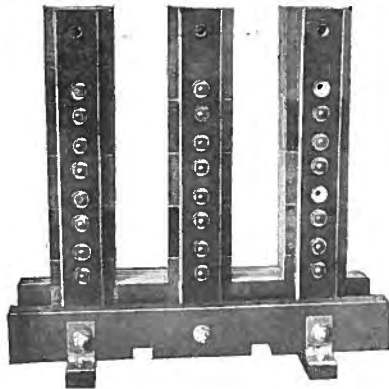
以上の如く本機構の操作は簡單、確實であつて、且つ各部に電氣的インターロックが施されて居るから、假令誤まつた操作をなさんとしても操作が出来ないから絶対に危険や故障を醸す憂はない。

尙圖示結線はタツプの數4點の場合であるが、必要の場合には6點、8點等のタツプを切替し得る様に機構を作つたものもあり、又タツプの切替を一方向のみでなく、正逆兩方向に任意に切替し得る様にすることも出来る。

電流制限弧光安定用

リアクター

操業中電弧の安定、特に鎔解時の初期に於ける電流の激變を防ぐために變壓器一次側に直列に挿入するもので、銅滓が出来上り、電弧が平靜になると之を短絡、開放するものである。近時



第 16 圖
鐵心冷却式リアクターのコアー組立圖

は電弧の電圧を高め、變壓器容量を増大し、鎔解を迅速ならしめて熱効率を向上せしめる傾向がある。一方送電線路網の容量も尠大となり、その電圧も亦高いものが採用せられる様になつたので此のリアクターは必要缺く可らざるものとなつた。而して適當なリアク

ターの使用によつて爐の運轉は容易となり、尖頭負荷を防止し、鎔解の初期から充分電力を課することが出来るから鎔解時間を短縮し能率を良好ならしめるばかりでなく、短絡時には故障電流を制限し他の電機品を保護する役目をも兼有する。

本リアクターの容量は電源の容量及び電壓、爐の設計等によつて適當に決定されるものであるが、大略は前掲第1表に示す通りである。

變壓器自身に固有のリアクタンスを有せしめる場合は、その値を調整することも、又取除く事も出来ず、常に電路の力率を必要以上に低下し、又變壓器自身の價格も増加する不利益があるから單獨のリアクタンス・コイルを設置する方が有利である。弊社は之に對

しては鐵心油入式のリアクターを製作して居るもので、之の油入式の方は無鐵心氣中式のものに比べて形狀、重量が著しく小さく、從て据付面積を節減し得る外に、絶縁上又取扱上甚だ信頼度が高いことは云ふまでもない。

その構造は第16圖の如く各鐵心脚には數多の間隙を作り、之にベークライトの間隙片を挟んで間隙の變動を無くしてあり、又鐵心の締付には圖の如く頑丈なベークライト板と特別なベークライト・ボルトを使用し、鐵類の如き磁性体や、其他金屬体を使用して居ないから、漏洩磁束による過電流損失及びヒステリシス損失を小ならしめる。又エンドフレーム等にも同様の方法を施して浮游損失を無くし、從て能率を良好ならしめて居る。

弧光式電氣爐用 AF型 自動電流調整裝置納入經歷表

(昭和十年八月)

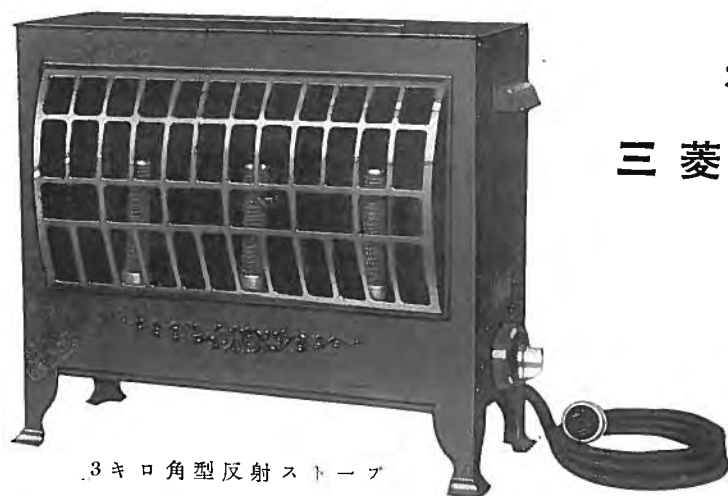
使用電氣爐容量		組 數	納 入 先	使用電氣爐容量		組 數	納 入 先
(瓩)	(kVA)			(瓩)	(kVA)		
2	1,000	1	吾 矯 製 鋼 所	10	3,000	1	日 本 鋼 管 會 社
2	1,000	3	小 松 製 作 所	3	1,400	1	住 友 伸 銅 鋼 管 所
6	1,800	1	菱 長 崎 造 船 所	3	1,200	1	三 池 製 作 所
8	3,240	1	全 上	—	—	1	横 須 賀 海 軍 工 廠
3	1,400	1	全 上	2	800	1	宇 部 鐵 工 所
25	5,450	1	全 上	3	1,200	1	川 崎 造 船 所
—	—	3	吳 海 軍 工 廠	18	4,500	1	全 上
3	1,200	1	浦 賀 船 渠 會 社	3	1,200	1	日 本 火 工 會 社
10	2,500	2	尼 崎 製 鋼 所	6	1,800	1	大 阪 製 鐵 所
15	4,500	1	住 友 製 鋼 所	—	—	1	日 本 鋁 工 業 會 社
—	1,800	1	横 須 賀 海 軍 工 廠	3	1,200	2	豊 田 鐵 機 會 社
—	1,800	1	吳 海 軍 工 廠	15	4,500	1	日 本 特 殊 鋼 會 社
—	900	1	廣 海 軍 工 廠	6	3,000	1	東 京 鋼 材 會 社
3	1,200	1	日 本 鑄 鋼 上	3	2,400	1	全 上
5	1,500	1	全 上	4	1,200	1	三 菱 重 工 業 神 戶 造 船 所
1	500	1	函 館 船 渠 會 社	—	—	1	佐 世 保 海 軍 工 廠
15	4,500	2	川 崎 車 輛 會 社	3	1,200	1	日 本 砂 鐵 會 社
3	1,000	1	久 保 田 鐵 工 所	6	2,400	1	住 友 伸 銅 鋼 管
2	750	1	鐵 道 省 大 宮 工 場	15	4,500	1	日 本 製 鐵 所 (八 幡)
3	1,200	1	大 阪 製 鋼 所	—	—	1	吳 海 軍 工 廠

弧光式電氣爐及電氣化學用強電流變壓器經歷表 (昭和六年以降昭和十年八月迄)

容量 (kVA)	相	型式	冷却法	一次電壓 (V)	二次電壓 (V)	二次最大電流 (A)	台 數	納入先	納入 年度
12,000	3	シエル	水冷式	11,000	260-107	28,300	2	—	7
12,000	3	"	"	11,000	260-107	28,300	1	—	8
5,450	3	"	"	3,500	110-150	21,000	1	長崎造船所殿	9
5,000	3	"	自冷式	6,600	136-105	27,500	1	日満アルミニウム殿	9
4,500	3	"	"	11,000	220-104	15,000	1	住友製鋼所殿	8
4,500	3	"	"	11,000	220-92	15,000	1	川崎車輛殿	8
4,500	3	"	"	11,000	220-92	18,750	1	"	9
4,000	3	"	水冷式	3,430	396	3,370	2	大日本人造肥料殿	6
4,000	3	"	自冷式	3,430	396	3,370	1	"	9
4,000	1	"	水冷式	11,000	160-130	30,700	7	日本窒素肥料殿	10
3,250	3	"	"	3,500	180-104	10,400	1	長崎造船所殿	6
3,000	3	"	"	3,300	180-104	12,000	1	日本鋼管殿	8
2,500	3	"	自冷式	22,000	180-104	10,000	2	尼崎製鋼所殿	7
2,400	3	"	"	11,000	160-75	10,500	1	住友伸銅鋼管殿	10
2,150	3	"	"	3,820	190	3,770	2	大阪曹達殿	9
1,800	3	"	水冷式	11,000	173-80	10,400	3	—	8
1,800	3	"	"	11,000	173-80	10,400	1	—	9
1,800	3	"	自冷式	3,300	140-81	7,500	1	大阪製鐵造機殿	10
1,620	3	"	"	3,820	190	2,840	2	大阪曹達殿	9
1,500	3	"	"	3,300	100-70	7,080	1	日満マグネシウム殿	9
1,400	3	"	"	11,000	160-92.5	7,000	1	住友伸銅鋼管殿	9
1,250	3	コアー	"	3,835	190	2,370	1	大阪曹達殿	7
1,200	3	シエル	"	3,300	180-81	5,000	1	浦賀船渠殿	6
1,200	3	"	"	3,300	120-80	5,000	1	長崎造船所殿	6
1,200	3	"	"	3,300	160-61	6,000	1	大阪製鐵鎖殿	8
1,200	3	"	"	2,200	140-63.5	6,000	1	三池製作所殿	9
1,200	3	"	"	2,200	140-63.5	6,000	1	川崎造船所殿	9
1,200	3	"	"	11,000	160-120	5,500	1	神戸造船所殿	10
1,100	3	"	"	3,720	152	2,410	1	大阪硫酸殿	9
1,050	3	"	"	3,300	80-60	10,000	1	三菱鑛業殿	8
1,000	3	"	"	1,100	156-90	3,700	1	—	9
900	3	"	水冷式	3,300	120-60	5,200	1	戸畑鑄物殿	8
900	3	"	"	3,300	120-60	5,200	1	"	9
800	3	"	自冷式	2,200	130-75	4,000	1	宇部鐵工所殿	9
750	3	"	"	6,600	140-81	5,350	1	鐵道省殿	8
500	3	コアー	"	2,200	140-81	2,400	1	函館船渠殿	8
500	3	"	"	3,300	180-70	1,800	1	旭硝子殿	7
400	1	シエル	"	3,300	240-80	8,700	3	宇治川電氣殿	8
300	1	"	"	3,300	100-40	7,500	12	日満アルミニウム殿	10
200	1	"	"	3,300	60-40	5,000	2	"	9
200	1	"	"	3,300	60-20	10,000	4	"	9
200	1	"	"	3,300	120-60	2,000	4	三菱鑛業殿	10

計 155,800 kVA

計 72 台

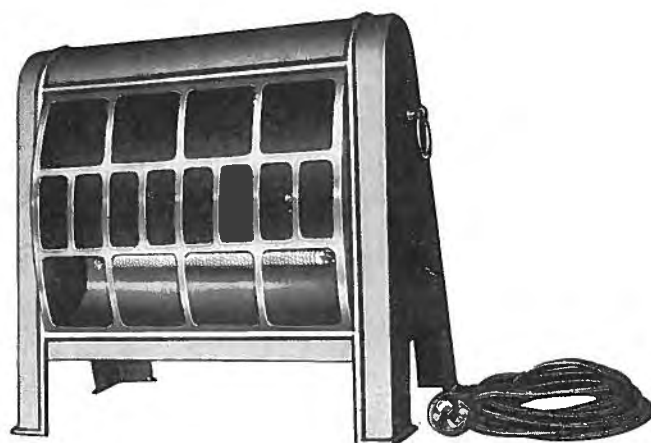


3キロ角型反射ストーブ

本年度型 三菱電気暖房器



2キロ高級反射ストーブ



500ワットダイヤストーブ

種	類	型 名	寸 法 (耗)		
			高 さ	幅	奥 行
ダ イ ヤ ス ト ー ブ	500 ワ ッ ト	R—6	344	365	178
	1 キ ロ ワ ッ ト	R—6	435	365	210
	2 キ ロ ワ ッ ト	R—6	550	400	265
角 型 反 射 暖 房 器	1 キ ロ ワ ッ ト	R—7	340	290	150
	2 キ ロ ワ ッ ト	R—8	500	436	190
	3 キ ロ ワ ッ ト	R—8	530	580	195
高 級 反 射 暖 房 器	2 キ ロ ワ ッ ト	R—5	535	600	260
	3 キ ロ ワ ッ ト	R—5	550	640	270

昭和十年十月三日 印刷
昭和十年十月四日 内務省納本
昭和十年十月五日 發行

本誌 代價	壹部=付 金貳拾錢
	郵 税 不 要

編輯兼
發行者

印刷者

印刷所

發行所

神戸市須磨區天神町五丁目五一
鈴木 貢 一
大阪市東區北久太郎町 サン製版印刷所
久 保 專 治
大阪市東區北久太郎町一丁目一六
サン製版印刷所
神戸市兵庫區和田崎町三丁目
三菱電機株式會社 神戸製作所