

壓延爐の熱經濟監視装置*

富士電機 弱電部 木村群治

内容梗概

測ることは簡約である。精密測定計測器が一般工業に廣く利用されるに至つたがこれは我國工業技術が一段と進歩して來たことを示すパロメーターと謂える。瓦斯加熱工業に應用されてゐる精密測定計器を御紹介する意味で壓延加熱爐運轉の一例を擧げ、このプラントをどんな方法で監視するか又この目的のためにどんな計器を使用して居るかを述べたもので、壓延爐自體の場合のみに限らず其他の工業施設に對する計測要旨の御参考ともなることと思ひ記述したものである。

緒 言

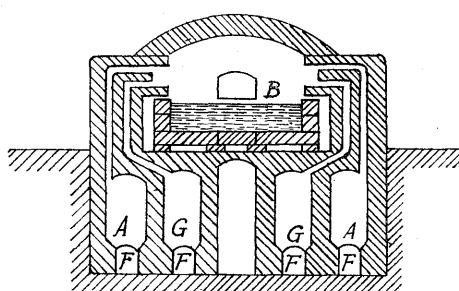
燃料とは可燃體が所謂燃焼して其の發生した熱を經濟的に利用し得るものと呼稱してゐる、この燃料を大別すれば申す迄もなく固體燃料、液體燃料、及び瓦斯體燃料に分類することが出来るが我々の使用してゐるものは薪材に始まり漸時工、鑛業の發達、交通機闘の進歩と共に薪材より石炭に、第二には石炭より駁炭及瓦斯、第三に液體燃料に移らんとしつゝあるがこの液體燃料とて天然產に恵まれず人工品の研究に待つて始めて工業的に使用せられることが期待されてゐる現状である、思ひ一度茲に及べば現在工業上廣く使用されてゐる瓦斯燃料の有効適切なる利用に意を用ひねばならない。茲に於て熱經濟意識を高調し、精密計器の利用を検討實施する必要が起つてくる、昨今は既に科學的或は基礎的研究區域を脱出して一般工業に精密計器の施設の擴大されてきたことは甚だ慶ばしいことで、斯種精密計器の一般工業への利用効果の理論検討の時代を離れ寧ろ實施期に移つて居ることを立証するものである、上に述べた瓦斯燃料が工業上廣く使用せられるに至つたことは他の燃料に比して幾多の利點を備へて居るが其の主なる原因是煙道瓦斯廢熱を利用する所謂蓄熱式加熱法を應用した加熱爐の頭臺に歸着する換言すればこれによる熱効率高上に歸因する、私はこの蓄熱式加熱法を併用した壓延爐の一例を掲げ茲で壓延爐の運轉上どんな精密熱經濟計器を使用するかを述べ

てみたい、壓延爐の運轉上不必要な過剰燃料の供給を防止するための監視用計器であるのみならず壓延爐によりて成生される鋼材製品の品位の撰定及び品質の均一性を期するがために與つて力あることは申す迄もないことでこの點から謂ふても廣義的の經濟的監視計器の名稱を冠しうる所以である。

I. 低溫加熱爐

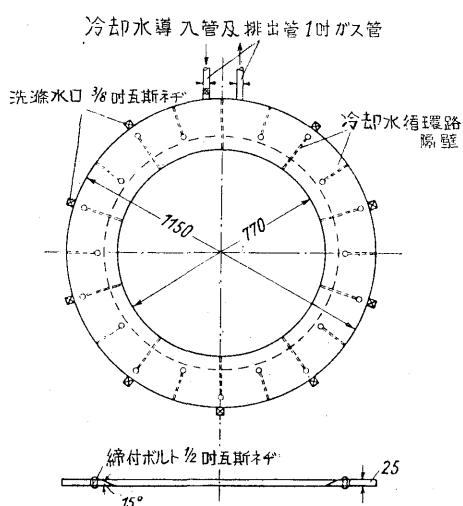
1. 壓延工場の作業操作

鍛造工場の壓延操作場に於ては製鋼工場から搬入されて次の工程に移すべき鑄鋼塊を加熱狀態に保持するもので、この鋼塊を低溫爐に入れ加熱して壓延溫度まで上昇させて、最後に粗ロールにかけて鋼片の形となる、更にこの鋼片は加熱狀態に於て水壓機或はハンマーによつて鍛鍊變形して所要の製品が得られるものもあるが更に高溫爐に入れて高溫加工を行ひ仕上溫度は



第一圖

* Supervisory Apparatus of Heat Economy for Rollingworks Furnace



第二圖

1,300 °C ~ 1,400 °C に到達すると云はれて居るこの仕上加工によつて例へば鋼線、プロファイル型鋼等が壓延される。最後に特殊の用途に向けられる優良鋼製品は焼鈍爐に挿入せられ特に指定された熱處理が行なはれる。

精密熱經濟測定工學の使命は壓延加工に與る加熱爐を監視し、以つて壓延材料及び壓延作業に應しい壓延溫度を撰定するの師表謂はばパイロットとなるものである。

2. 低溫加熱爐の概略

低溫加熱爐は主として瓦斯豫熱器及空氣豫熱器を備えた加熱爐である。燃料瓦斯としては廻轉格子發生爐瓦斯、高爐瓦斯或ひは發熱量 1,800 Kcal/Nm³ の混合瓦斯を使用する。第一圖に於ては加熱爐の配備關係を線圖的に示したものであるが廢瓦斯は AGなる蓄熱房(リゼネレーター)を通り茲でチエッカーに廢熱を與へ Fより煙突に遁れ、一方加熱瓦斯及空氣は蓄熱房に於て豫熱され爐内に導入される仕組みである、斯くして加熱爐の熱効率は高められ燃料瓦斯は節約される。豫熱瓦斯と豫熱空氣は低溫爐内で點火する。低溫爐は塊鋼を取出すため20至30個に區切られ夫々扉が設けられてゐる。

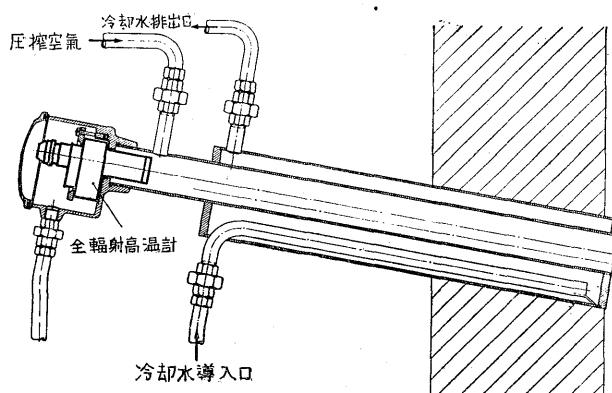
3. 燃燒爐の監視

加熱爐の運轉監視を行ふには加熱瓦斯流量計、加熱瓦斯壓力、空氣流量計、空氣壓力、豫熱瓦斯溫度、豫

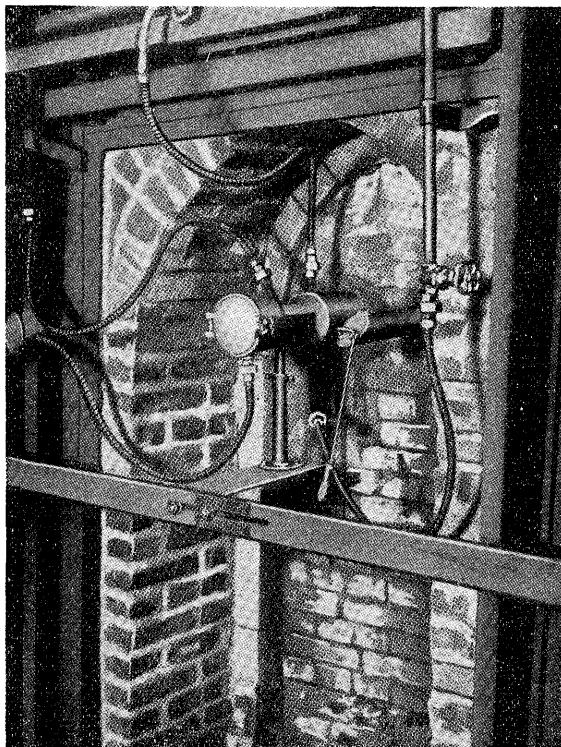
熱空氣溫度、廢出瓦斯溫度、煙道ドラフト及塊鋼溫度等である。瓦斯流量は差壓式測定法に依るオリフィス板及環狀管型横杆によつて測定し直ちに流量を讀むことが出来る、加熱瓦斯として回轉格子發生爐瓦斯を燃燒する場合には水冷式オリフィス機構を採用するのが望ましい、その構造及取付要領は第二圖によりその大要を覗ふことが出来る。瓦斯壓力、空氣壓力及び煙道瓦斯ドラフトを測定するための壓力計及負壓計としては環狀管型横杆指示計 (Ring Balance Type Indicator) が用ひられるが設備費低減の見地から場合によりては U字管が設けられる、後者に於ては指示計には水を用ひ監視に便ならしめるためにメチルオレンヂを注入して着色し更に加酸して着色効果の確實性を高めるのも一方法である。

燃燒空氣は自然通風爐に於てはベンチュリー管及環狀管型流量記錄計を使用することが望ましい、通風機を備えた加熱爐に於ては空氣量測定に使用する絞機構としてオリフィス板を使用してもよい、と云ふのはこの絞機構に因る風壓損失は通風機の運轉風壓に比して僅小なものでありこれがため通風機の設備費も差して嵩まないからである。蓄熱式加熱爐に於てはこの燃燒空氣量測定によつて瓦斯空氣混合割合を妥當に決定操作しうるのみならず故障防止の一助とするに役立つものである、例へばジョージ マリーン 製鋼法に依る低溫加熱爐を引用して見ると一日の使用空氣量は燃燒に必要な空氣量の二倍量を示してゐる。

燃燒室溫度を測定監視することにより燃燒爐の壽命を高めうるに與つて力あるもので、爐壁の消耗を殺滅することが出来る。この溫度測定には最近専ら水冷式輻射高溫計が利用されてゐるが二色記錄計に記錄指示させて置くのが便利である。輻射高溫計のレンズを保護するためにレンズの前方を壓搾空氣を使用して風の遮蔽層を設ける。取付要領は第三圖により又水冷式限鏡筒の工作要領は第四圖により覗ふことが出来る。シーメンス、マルテン爐の燃燒室溫度測定の場合使用されるものは同一構造のものである。風の遮蔽層を作るに壓縮空氣を使用するとせば壓縮空氣に包含されてゐ



第三圖 低溫加熱爐豫熱室の水冷式眼鏡筒及壓縮空氣導入管を備へた輻射式高溫計の取付狀態



第四圖 壓縮空氣接続管を備へた高溫計の水冷式眼鏡筒の構造を示す

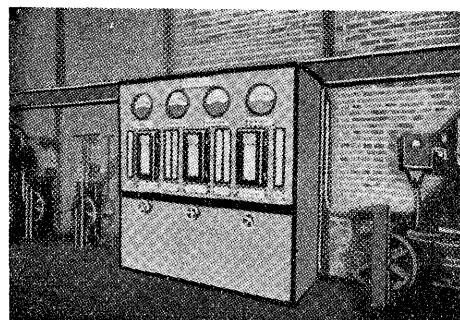
る水及油を分離するため圧縮空氣供給管路に濾過体を配備することが望ましい、若しこの保護手段を講ぜざれば高溫計レンズの前方に汚空氣層を生じ測定値は實際温度より低く指示されることになる、圧縮空氣濾過體は鐵製容器より成り、微細なコークス、飽脅、綿等を包藏させる、濾過水を排除するには栓を経て漏斗へ注出せらるが望ましい。濾過體の取替に當り温度測定を中斷することになるから一般には濾過體を二個

設け夫々管路に並列に配備して置き必要に應じ切換使用し他方の清掃を行ふ。記録計としては上述の如き二色記録計を二個使用し二個の内二つの測定點に瓦斯豫熱室温度を残りの二つの測定點に空氣豫熱室温度を測定する如く配備し、空氣及瓦斯豫熱室測定温度は夫々同一色にて記録する様に仕組んで置けば比較上又統制上便宜である、又二個の二色記録計の代りに六色記録計を一個使用するのも一方法である、この場合は六色記録計の機械的零位を目盛板の中心に置き左側目盛を空氣側とし右側目盛を瓦斯側とするのであるが六個所の測定點に對し二個所の餘裕が出來ることになるからこれを以つて廢出瓦斯温度を記録監視するのが便宜である、廻轉格子式發生爐瓦斯使用の加熱爐運轉のプラントに於ては瓦斯温度をこの六色記録計によつて併せ記録せしむるのもよい。廢出瓦斯温度の目的は豫熱室の状態を把握し同時に爐内の燃焼状態をも察知せんがためである。

4. 塊鋼温度の測定

塊鋼温度の測定には殆んど部分輻射高溫計が用ひられる、製鋼作業には多くの場合全輻射高溫計が用ひられるのは記録計に接續して迅速に記録に收められるからである、爐内に於て各房を夫れ夫れ隔離して塊鋼温度を擗むことが不可能であるから勢ひ爐外に取出して測定することになるが着火層の爲め誤測を生ずる虞があるから壓延軌條に於て塊鋼を二回 Prinking して始めて測定すべきである。

所定温度より外れて上下のある場合は勢ひ壓延加工費が嵩むから塊鋼の加熱温度は厳密を要するものであ



第五圖 低溫加熱爐の監視盤

る、この測定によつて同時に壓延すべき個々の材料に就いて Prinking の回数と壓延時間が決定されるのである。

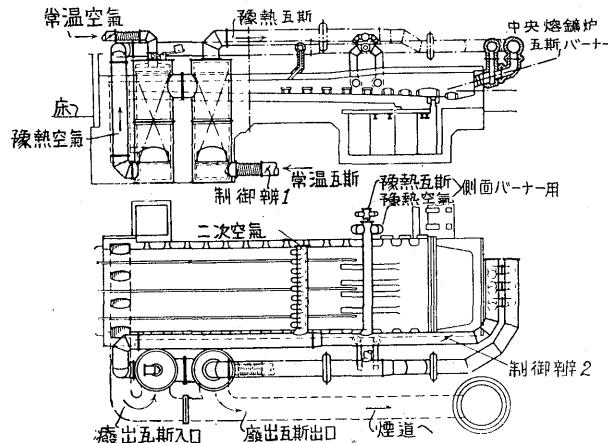
測定監視所には第五圖に示すが如き鐵板製監視盤を設け上下及兩側を密閉して、兩側扉となし更に測定導線ケーブル及計器接續の入口をも加工する。

II. 衝撃爐

1. 衝撃爐の概略

鍛冶工場の衝撃爐は一般に混合瓦斯燃焼用上方バーナーを備えた墜道爐で衝撃火床及引抜火床を兼ね備えたものである。鋼片は衝撃火床に於て壓縮機により壓縮せられ、引抜口より加熱壓延されて引出される。第六圖は最新式であると云はれるレキユペレーター式衝撃爐の一例を線圖的に示したもので瓦斯レキユペレーター及空氣レキユペレーターを備へ純溶鑄爐瓦斯加熱用である。瓦斯は逆流式豫熱法に依りて発出瓦斯により 400°C まで、空氣は 700°C まで豫熱せられる、發熱量僅か $950 \text{ Kcal/Nm}^3(\text{Hn})$ の貧瓦斯(熔鑄爐瓦斯)を使用するにも拘らず斯様な豫熱法兼用により壓延溫度 $1,350^{\circ}\text{C}$ まで到達し得ると云はれてゐる。熱消費量は壓延溫度によりて 330 乃至 430 Kcal/kg で熔鑄爐瓦斯の作用による材料減少量は混合瓦斯使用の場合の數分の一である、之を要するに熔鑄爐瓦斯使用の衝撃爐はシーメンス、マルテン 爐に使用される良質瓦斯一駁炭瓦斯の節約を裏書きするものである。

2. 衝撃爐の監視



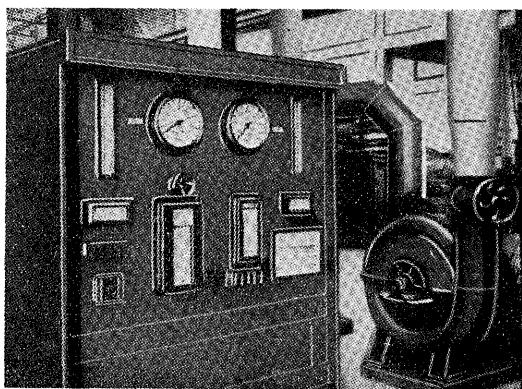
第六圖 瓦斯及空氣豫熱器を備へたレキユペレーター式衝撃爐

瓦斯流量測定の目的は燃料消費量の絶対値及比例値確定のためであるがオリフィス板及環状管型流量記録計を用ふる。空氣量も同種の測定装置を以つて計測されるがこれによつて云ふ迄もなく的確な燃焼状態に制御するための一つの監視機構である、衝撃爐に於ては厳密に一定の發熱量を有する瓦斯空氣混合體を供給することが肝要であるから所要の空氣量自動制御を燃焼空氣調節器によつて圓滑に實施せねばならぬ、この自動制御方式は兩種の瓦斯混合装置と同一機能を有するもので詳細は昭和十二年十二月號本誌を参照されたい。要約して申述べれば制御電流の送達器として空氣及瓦斯環状管型流量計を用ひ兩者の指示が常に同一割合を示す如く電橋繼電器より補助繼電器を経て空氣制御弁を調節する自動装置が必要となる。(第六圖参照)

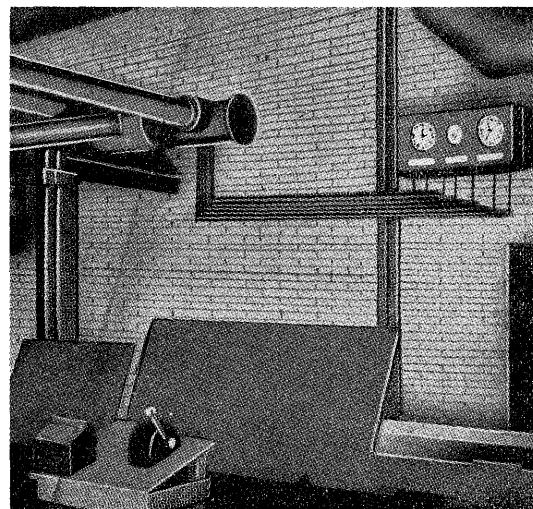
鋼片の壓延溫度を測定するには輻射高溫計を使用し壓延火床にある塊鋼を監視するもので、兩側及上方の三方面に取付けられる。輻射高溫計の保護方式は先きに第三圖に示した壓縮空氣導入管付き水冷式眼鏡筒を併用すべきである、この測定溫度は落下棒式記録計に指示記録させて壓延火床及衝撃火床の供給燃料瓦斯量のみならず燃燒空氣量の分配の指標となる。制御機構としては第六圖に示した絞り弁を取付ける。調整作業の實施例を示せば下記の通りである。壓延軌條に於て長時間加熱されたため引抜口の鋼塊が熱きに過ぎる場合には加熱爐作業員は調整弁²を絞る、然すれば上部バーナーの空氣量は減少して側面バーナー側に多量の空氣を送り、残餘は二次空氣として導入する、この結果火炎は後方に擴がり、豫熱器の溫度は上昇することになる。壓延休轉時間が長い時に始めて低溫瓦斯供給管路にある絞り弁を閉塞すべきである、更に合理的に且つ經濟的に運轉するには絞り弁²(加熱空氣供給管路に配備されたる)を塊鋼溫度によつて自動的に調整器を併用操作させる事である、衝撃電流送達器として輻射高溫計を用ひ自動調整器としては彈性的返信装置を備えた補助調整器が適當である、茲に返信装置を用ふるのは爐の墮性に制御機構の作動操作を順應せしめ、以つて自動制御から亂調現象を除去せんがためである。

レキユペレーター式蓄熱器の監視上必要な精密計測器は壓力計、溫度計及負壓計等である、第六圖に示されてある通りレキユペレーターは直列に接続されてゐる、即ち廢出瓦斯は先づ空氣豫熱器に入り次いで瓦斯豫熱器に向ふ、それ故溫度及負壓の測定點は次の三個所を撰定せねばならぬ。空氣レキユペレーターの前方、空氣及瓦斯レキユペレーターの中間、及び瓦斯レキユペレーターの後方がこれである。一方壓力測定點は空氣管路に於て空氣豫熱器の前後及瓦斯管路に於て瓦斯豫熱器の前後である、各所の壓力及負壓は夫々一個の環狀管型計器を用ひて切換え指示せしむることにして、も運轉上格別の支障はあるまい。溫度測定用として鐵コンスタンタン熱電對が適當であり指示計としては之亦切換開閉器を通して一個の可動線輪型指示計を共用してもよい。

加熱爐運轉上更に重要な要素として挙げねばならぬものは煙道ダンパーの制御である、調整器としては前述の電橋繼電器と類似の構造を有するもので只後者は電氣的測定素子を有するに較べ前者は機械的素子を具備するに過ぎず、作動構能に於て全く同一と見做しうるもので機械的素子としては瓦斯及空氣流量計として用ひられる環狀型壓力計が用ひられたもので、斯種機器は現在大容量發電所或は特殊發電所に於て汽罐のドラフト調整用として使用されつゝあるものである、加熱爐の場合には衝擊爐の末端に於て爐内風壓を導壓して自働調整器に導き、電氣的に並路煙道ダンパーを開閉制御する仕組みとなる、茲で附言すべきは概して



第七圖 衝擊爐の監視盤



第八圖 衝擊爐の引抜口の側に取付けられた加熱爐監視盤

廢出瓦斯は全部瓦斯及空氣の豫熱に流用せられるに非ず一部分並列煙道から廢出されるもので爐内風壓調整の役割を演ずるものである。

第七圖は衝擊爐監視盤及所要計器取付狀態の一例を掲げたものであるが尙重要計器は運轉作業員に見透しよき場所に配備する、第七圖よりその一端を覗ふことが出来る。

III. 燃 鈍 爐

1. 燃鈍爐の概況

燃鈍爐を分解してみると深溝に取外しの出来る天井蓋、火床を嵌め込んだ挿入爐から成るもので、爐の奥行きに沿ふて一列のバーナーが取付けられてゐる、使用燃料は常温の駁炭瓦斯或は發熱量 2,000 乃至 2,500 Kcal/Nm³ 程度のもので、燃焼に與る空氣は強壓通風式により導入される。

2. 燃鈍爐の監視

燃鈍爐の熱監視装置としては主として燃料消費量の指定、爐内壓力による燃鈍材料の保護及前記の燃鈍溫度の固定等に使用される計器に限定される。瓦斯の流量計としては周知のオフィス板及環狀管型記錄計が用ひられる、敏感な鋼材を庇護するために空氣量は多少少ないめに供給運轉する隨つて爐内壓力は下げるが鋼材に對しては少しも危険のない程度である、一方燃料瓦斯の完全燃焼に對する所要空氣量が判明して

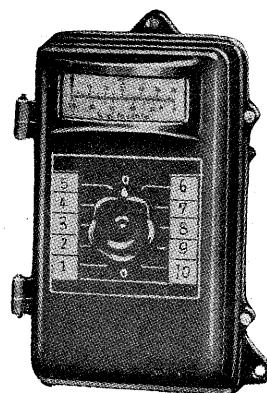
居るから送入空気量を測定することにより爐内の燃焼状態を知るに充分である。空気流量は茲でもオリフィス板及環状管型流量計を用ひ差圧法によつて測定出来る。

高級鋼の燒鈍に當つて最も意を拂ふべき關心事は溫度の監視であるが燒鈍爐の形狀に因りては6個から10個程度の熱電對が使用される、これらは爐の各部に全般的に分散配置され、各所の溫度差を監視せんがためである、前記の燒鈍し溫度は 5°C 乃至 10°C の超過は許されないから熱電對の冷接合點の室內溫度の影響は全然除去する必要がある。この室內溫度變化に對する補償方法としては次の二つを擧げることが出来る。

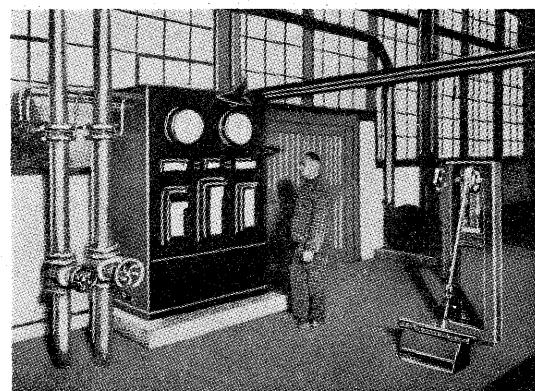
a) 冷接合點は補償導線を一つの一定溫度保持容器内に接續したもので室內溫度よりも稍高き溫度に電熱線と溫度調整器を併用して一定に制御する方法である。

b) 補償導線を冷接合點とした補償函に接續し冷接合點に於ては攝氏 20°C に於て平衡の狀態にある如く調整された電橋を設けその一邊に銅線コイルを捲き室內溫度變動に感應せしむる如くす、然すれば溫度變化に伴ひ電橋對角線に電壓誘起すこの誘起電壓が熱電對起電力に對して補正電壓となり計器の指示値を自働的に補償するものである、電橋の電源としては亞酸化銅整流器の使用が望ましい。

多數の測定個所を觀視せねばならぬ故爐監視に對しては切換開閉器を具へた指示装置が適當であらふ。(第



第九圖 切換開閉器を備へた防滴型
溫度測定裝置



第十圖 燃燒爐の監視盤

九圖参照)。

更に制御の目的のために多色記錄計を設け監視盤に配備すれば測定個所各般に亘り運轉狀態を手に取る如く監視することが出来る、上記の切換開閉器を併用した指示裝置は燒鈍爐の近側に取付けることが運轉上便利である。

(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。