

## 論 說

## 製鋼用弧光爐の設計に就て

林 達 夫\*

## DESIGN OF THE ARC FURNACE FOR STEEL MANUFACTURE

Tatuo Hayasi

**SYNOPSIS:**—Most of the efficiency of the arc furnace for steel manufacture depend on the ingenuity of the design. However, there has been scarcely found any announcement of the design and any dependable standard especially with reference to the situation of Japan. The author described Heroult arc furnaces of the 0.05 to 20t capacities which are most currently used for steel manufacture and informed of the actual numerical data.

## I 緒 言

各種製鋼用弧光爐中、現今最も廣く使用され、且重要な役割を果してゐるのは三相三線式直接弧光爐の内エルー式爐である。この爐の技術的検討は、同時に他型式の爐に對しても適用し得られる爲、製鋼用弧光爐の設計とは、エルー式爐の設計と看做し得られる。

製鋼用弧光爐の構造上の問題は、已に多くの研究者に依り吟味せられたが、爐の設計技術に就き研究せるものは、寡聞にして、稀に見る設計方式は所謂技術的常識を基調として工學的に取扱つたもので、實際問題と懸隔した假定を含む爲に、これを用ひて好結果を得る事は期待出來難い。又設計方式を解析的に取扱つたものは、數學的興味に終り實際に役立つ結果に到達したものは見當らない。

一般に弧光爐の設計技術が、他の機械のものに比して取残された主なる原因は、次の諸點に在るものと考へられる。

- (1) 爐壁の形狀を單純なる數式を以て表す事が困難である事。
- (2) 耐火材料の物理的、化學的研究が不十分なる事。
- (3) 溫度並に輻射熱の簡易なる測定器具無く、一般に熱に關する基礎條件の決定の困難なる事。
- (4) 弧光爐に於ては電氣的、熱的、冶金的、機械的、技術が相互に因果關係を有し、一觀點より見たる最適條

件は必ずしも採用し得られない事。

(5) 設計の適否を實測と比較して検討する際、條件が複雑多岐にして容易に判定し得ざる事。

筆者は多年製鋼用弧光爐の設計及び製作に従事したが、この間、理論的には川崎舎博士の論文を基礎として設計し實際の需要家の要求を満す事に努めた。かくして現在迄實際に設計及び製作したる各容量の電氣弧光爐の寸法を整理し、電氣爐に關する一規準を作成した。

但し電氣爐の設計は、工場の生産計畫、工場の設計、企業の資金、原料等の複雑なる要素に關係ある爲、單に幾何學的にのみ取扱ひ得ない事は止むを得ない。

本文に於ては、最初に電氣製鋼用弧光爐の容量と寸法の關係に就て述べ、次に筆者が改良したる二、三の機構部分を述べる。尙電氣的特性は爐設計の重要部門であるが、詳細は別稿に譲り、ここではこれを加味した結果を述べるに止める。

## II 弧光爐設計上の諸數値

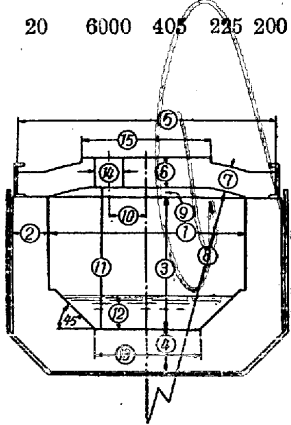
實際的寸法を決定する爲、筆者の使用したる電氣弧光爐の標準容量は、0.05~20t 即ち 0.05t, 0.25t, 0.5t, 1t, 2t, 3t, 5t, 6t, 10t, 15t, 20t の 11 種類である。この内 0.05~0.5t は、主として研究實驗又は工業化試験用 0.5~3t は大部分鑄鋼用である。3t 以上は主として特殊鋼用として使用される。

第1表は本邦の實狀に鑑み、鹽基性操業の場合に於ける

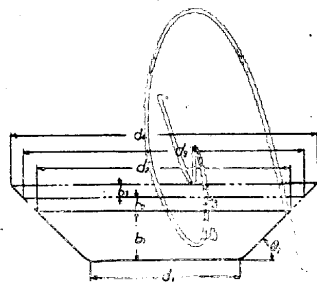
\* 朝鮮製鐵平南工場

第1表 製鋼用電氣弧光爐主要數值

仕様 容量t	電氣 容量 kVA	電極 直徑 mm	二次電壓 V						寸 法													
			一次△			一次入			符 號 mm													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14						
0.25	300	100	120	109	100	69	63	57	790	289	727	280	1304	189	150	1070	32	170	759	210	270	134
0.5	400	125	130	116	104	75	67	60	1010	305	885	315	1552	238	185	1300	47	210	932	235	400	166
1	600	150	138	123	110	79	71	63	1280	316	1036	364	1842	260	245	1900	65	250	1101	276	558	190
2	900	180	147	131	118	85	75	68	1740	355	1102	458	2366	280	255	2525	100	300	1202	282	896	214
3	1200	205	156	139	125	90	80	72	2086	355	1155	495	2698	285	230	2600	145	330	1300	275	1200	242
6	2200	305	175	156	140	101	90	81	2650	356	1378	507	3242	300	250	4250	162	400	1540	323	1594	330
10	3500	355	194	172	155	112	99	89	3000	506	1553	658	3850	400	350	4600	185	460	1738	395	1810	390
15	5000	405	210	187	168	121	108	97	3360	506	1830	720	4190	400	350	5200	240	510	2070	450	2035	440
20	6000	405	225	200	180	130	115	104	3700	525	2100	770	4510	400	350	6000	300	550	2400	480	2300	440



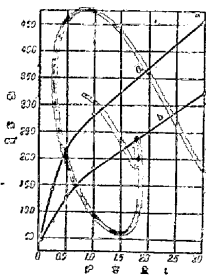
第1表附圖



第1圖 爐床の形狀

標準容量の主要數値を示す。電氣容量に關しては、鑄鋼用と特殊鋼用とは多少の相違を考へ得られるも本表は標準として、電氣容量の大なる方に統一した。尙電極は總て人造黒鉛電極を標準とした。爐容量と設計上の諸數値との關係を纏めて圖示すれば、次の如くである。

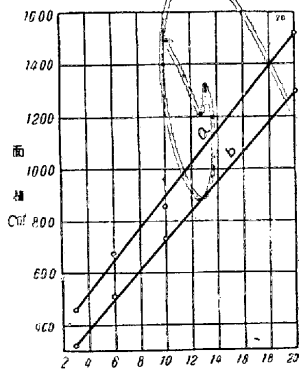
2 (A)



a 電極挿入孔面積  
b 電極斷面積

第2圖 A 電極及電極挿入孔面積と爐容量との關係

2 (B)

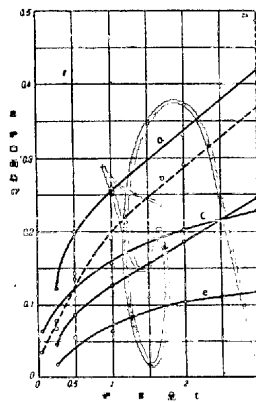


a 電極挿入孔面積  
b 電極斷面積

第2圖 B

鎔湯部の寸法設計に際し、鎔湯の比重は 6.8 とした。筆者の經驗に依れば、この數値で容量不足を感じたる事無く、實際問題としては、出鋼口の部分の容積も一部分加はるので容量としては計算値より稍大に表れる。

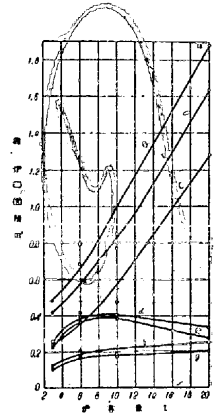
3 (A)



a 裝入口扉煉瓦部全面積 b 爐口全面積 c 注出口扉煉瓦部面積 d 主裝入口面積 e 注出口面積

第3圖 A 扉及爐口面積と爐容量との關係

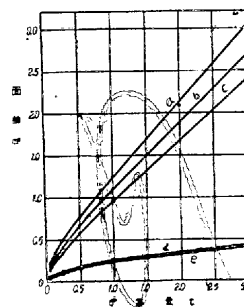
3 (B)



a 爐口全面積 b 主裝入口扉煉瓦部面積 c 裝入口面積 d 補助裝入口扉煉瓦部面積 e 注出口扉煉瓦部面積 f 補助裝入口面積 g 注出口面積

第3圖 B

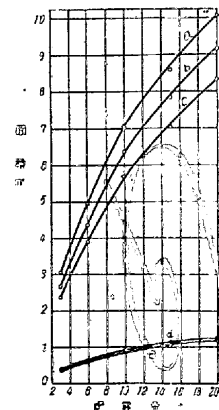
4 (A)



a 鎔湯とライニングとの接觸面積 b 鎔滓表面積 c 鎔湯表面積 d b<sub>0</sub>部ライニング表面積 e 鎔滓とライニングとの接觸面積

第4圖 A

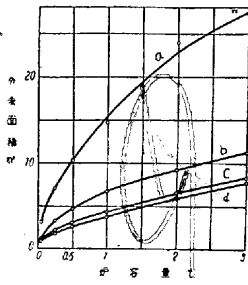
4 (B)



a 鎔湯とライニングとの接觸面積 b 鎔滓表面積 c 鎔湯表面積 d b<sub>0</sub>部ライニング表面積 e 鎔滓とライニングとの接觸面積

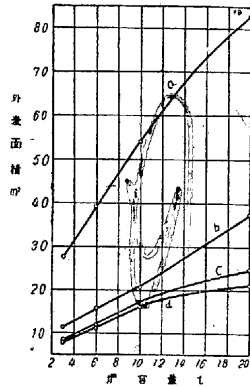
第4圖 B 鎔湯、鎔滓表面積等と爐容量との關係

5 (A)



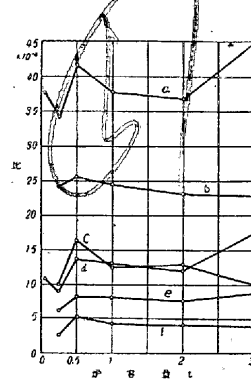
a 爐外全表面積  
b 爐壁部外表面積  
c 爐蓋部外表面積  
d 爐床部外表面積  
第 5 圖 A

5 (B)



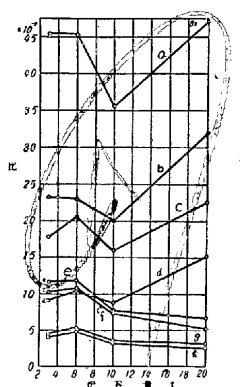
a 爐外全表面積 b 爐壁部外表面積 c 爐蓋部外表面積 d 爐床部外表面積  
第 5 圖 B 爐外全表面積, 爐壁, 爐蓋, 爐床部外表面積と爐容量との關係

8 (A)



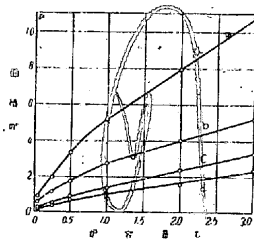
a 爐口全面積/爐內全表面積  
b 主裝入口面積/爐內全表面積  
c 注出口面積/爐內全表面積  
d 爐口全面積/爐外全表面積  
e 主裝入口面積/爐外全表面積  
f 注出口面積/爐外全表面積  
第 8 圖 A 爐口全面積, 爐口面積と爐內面積及爐外面積との比と爐容量との關係

8 (B)



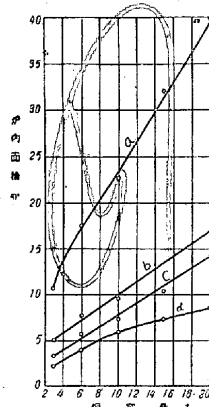
a 爐口全面積/爐內全表面積  
b 主裝入口面積/爐內全表面積  
c 爐口全面積/爐外全表面積  
d 主裝入口面積/爐外全表面積  
e 補助裝入口面積/爐內全表面積  
f 注出口面積/爐內全表面積  
g 補助裝入口面積/爐外全表面積  
h 注出口面積/爐外全表面積  
第 8 圖 B

6 (A)



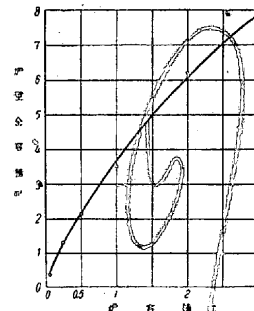
a 爐內全面積  
b 爐壁部內面積  
c 爐蓋部內面積  
d 爐床部內面積  
第 6 圖 A

6 (B)

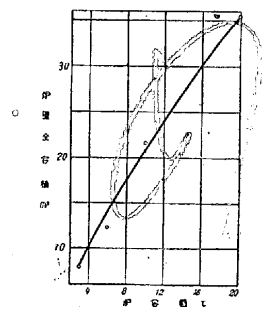


a 爐內全面積 b 爐壁部內面積 c 爐蓋部內面積 d 爐床部內面積  
第 6 圖 B 爐內全面積, 爐壁, 爐蓋, 爐床部內表面積と爐容量との關係

9 (A)

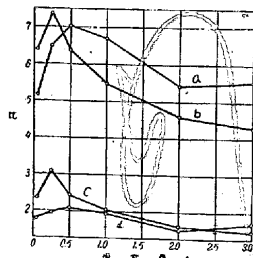


9 (B)



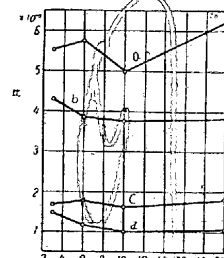
第 9 圖 A, B 爐壁全容積と爐容量との關係

7 (A)



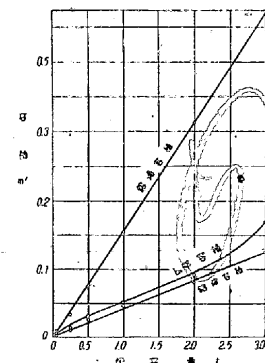
a 電極挿入孔面積/爐蓋外面積  
b 電極挿入孔面積/爐內全面積  
c 電極挿入孔面積/爐蓋內面積  
d 電極挿入孔面積/爐外全面積  
第 7 圖 A 電極挿入口面積と爐蓋內面積及外面積, 爐內面積及爐外面積との比と爐容量との關係

7 (B)

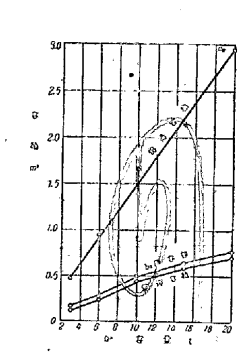


a 電極挿入孔面積/爐蓋外面積  
b 電極挿入孔面積/爐內全面積  
c 電極挿入孔面積/爐外全面積  
d 電極挿入孔面積/爐蓋內面積  
第 7 圖 B (×1/10)

10 (A)

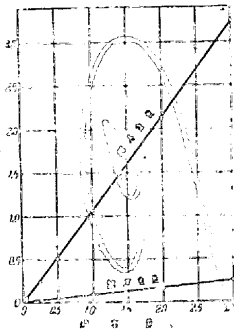


10 (B)

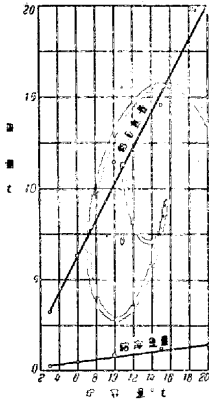


第 10 圖 A, B 銹湯容積及銹滓容積と爐容量との關係

11 (A)

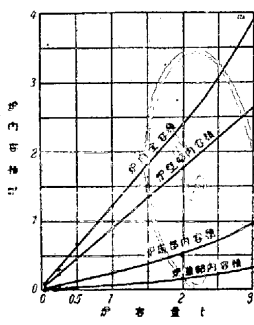


11 (B)

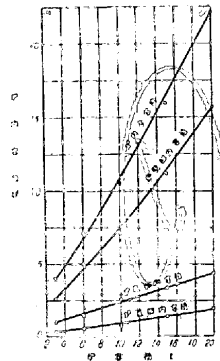


第 11 圖 A, B 鋳湯及鋳滓重量と爐容量との關係

12 (A)



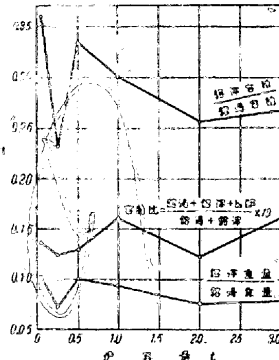
12 (B)



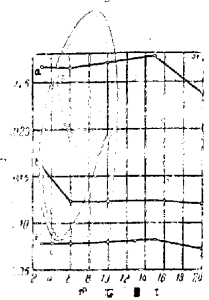
第 12 圖 A, B 爐内全容積, 爐壁, 爐蓋部内容積及爐床部内容積と爐容量との關係

以上の幾何學的數値を大局的に觀察すれば、次の結論に到達する。一般に鋳鋼の形狀は截頭圓錐形で、その直徑と深さとの關係に就ては、次の諸點に注意を要する。電極の下部は早く鋳解し湯溜りとなり溫度は上昇する。従つて鋳鋼面を狭くして湯の深さを深くする時は、裝入物が電弧に近き爲早く鋳けるが、ライニングの土堤並に爐壁は、電弧に近づき損傷の危險がある。尙湯の深さを餘り大ならし

13 (A)



13 (B)

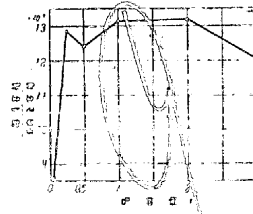


第 13 圖 A, 鋳滓と鋳湯の容積比及重量比と爐容量との關係

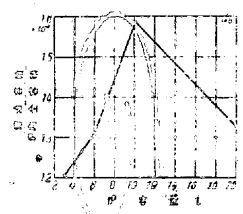
a 鋳滓容積/鋳湯容積  
b 容積比 = {(鋳湯+鋳滓+b<sub>0</sub>部)/(鋳湯+鋳滓)} × (1/10)  
c 鋳滓重量/鋳湯重量  
第 13 圖 B

12 (A)

14 (A)

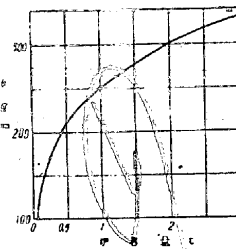


14 (B)

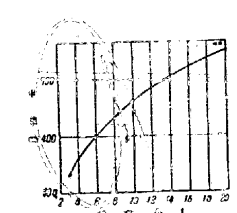


第 14 圖 A, B 鋳湯容積と爐内全容量の比と爐容量との關係

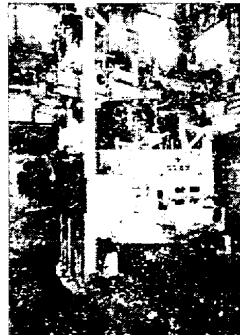
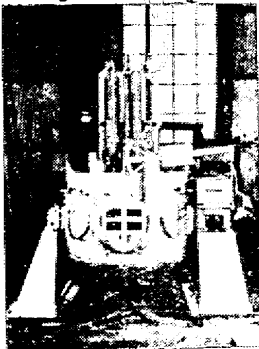
15 (A)



15 (B)



第 15 圖 A, B 電極中心圓半径と爐容量との關係

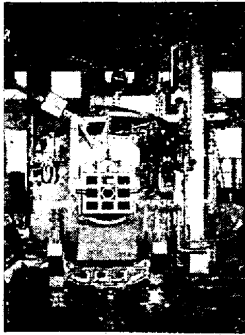


第 16 圖 A 製鋼用弧光爐外觀 0.05t

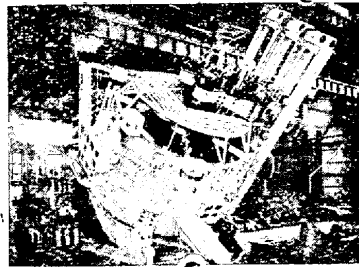
第 16 圖 B 製鋼用弧光爐外觀 0.25t

第 16 圖 C 製鋼用弧光爐外觀 0.5t

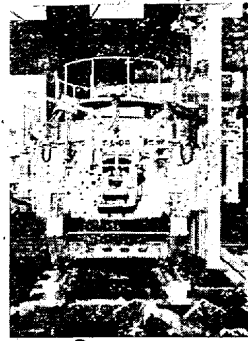
第 16 圖 D 製鋼用弧光爐外觀 1t



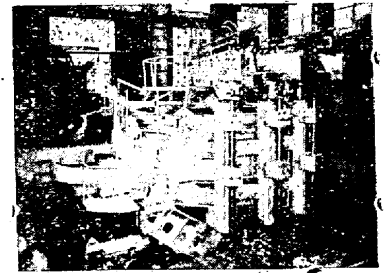
第 16 圖 E  
製鋼用弧光爐外觀 2t



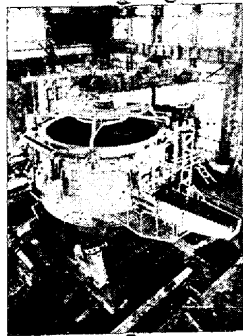
第 16 圖 F  
製鋼用弧光爐外觀 3t



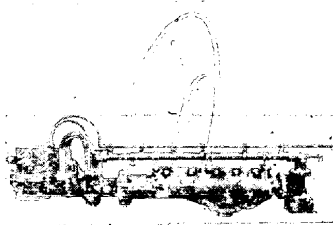
第 16 圖 G  
製鋼用弧光爐外觀 6t



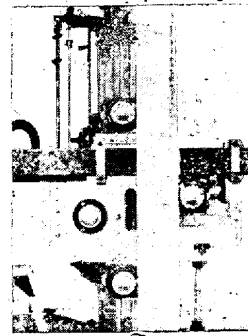
第 16 圖 H  
製鋼用弧光爐外觀 10t



第 16 圖 I  
製鋼用弧光爐外觀 20t



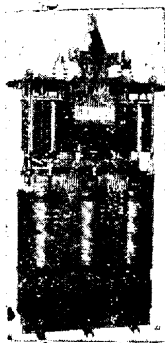
第 17 圖  
電極支腕の構造



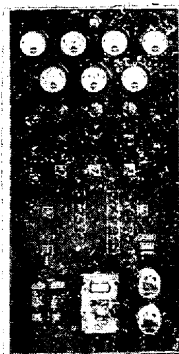
第 18 圖  
電極中心位置調節裝置



第 19 圖 爐用變壓器(リアクトル及びタップ切換器内蔵)



第 20 圖  
爐用變壓器中身



第 21 圖  
爐用制御盤

むる時は、鎔解が進行するに従ひ、電極が上昇し、爐底部は熱源に遠ざかる爲固り易く、溫度上昇後再び鎔解する事となる故、深さと面の廣さとの關係は深甚の注意を要する上述の寸法はかかる缺點を除去する様に選定したものである。

第 16 圖 A, B 乃至 I は筆者の設計及び製作せる標準容量の弧光爐の寫眞の一部を示す。第 17 圖~第 21 圖は標準構造の電極支腕部、爐用變壓器、爐用制御盤等の實例寫眞である。

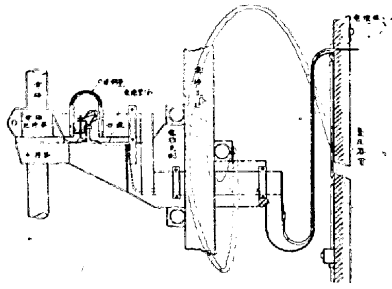
### III 弧光爐の改良

#### 1. 電極折損防止裝置

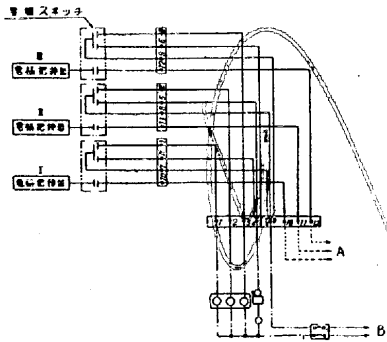
製鋼用弧光爐に於て電極の使用量の大小は、t 當りの製鋼費に影響する所大である。電極の使用量を吟味すれば、實際操業に於ける正味の消耗量と、電極折損の二種類に區別せられる。實際操業に於ては、電極折損量が消耗量よりも大なる事が屢々ある。電極折損の原因は、電極と爐蓋との接觸、電極と作業工具との衝突及び電極と固形裝入材との衝突等が挙げられる。

これ等の内、作業工具との衝突に依る折損は、使用上の不注意に依るもので、作業者の注意に俟つより外に防止の途は無い。電極と爐蓋との接觸は、電極の位置を調整すれば防止出来る。實際に於て、電極折損の大部分は、電極と固形裝入材との衝突に原因する。即ち電極調整が手動式たると、自動式たるとを問はず、砂の附着せる鑄物屑、突起部並に鋭角部を有する固形裝入材を使用する場合、通電状態不良の儘で、規定の電流を流さんとして強壓する結果、折損する場合が多い。斯る場合の折損は、從來避け難きものとして等閑視せられて來た。筆者はこの點に着目して、第 22 圖の如き電極折損防止裝置を考案した\*)。第 23、24 圖は本裝置の結線及び外觀を示す。即ち電極支持部を固定母線と可撓的に接続し、電極に密着せしめたる通電用の

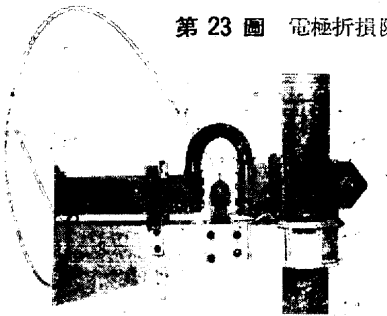
\*) 特許第 11 4167 號参照



第22圖 電極折損防止装置 (特許第 11 4167 號)



第23圖 電極折損防止装置結線圖



第24圖 電極折損防止装置外觀

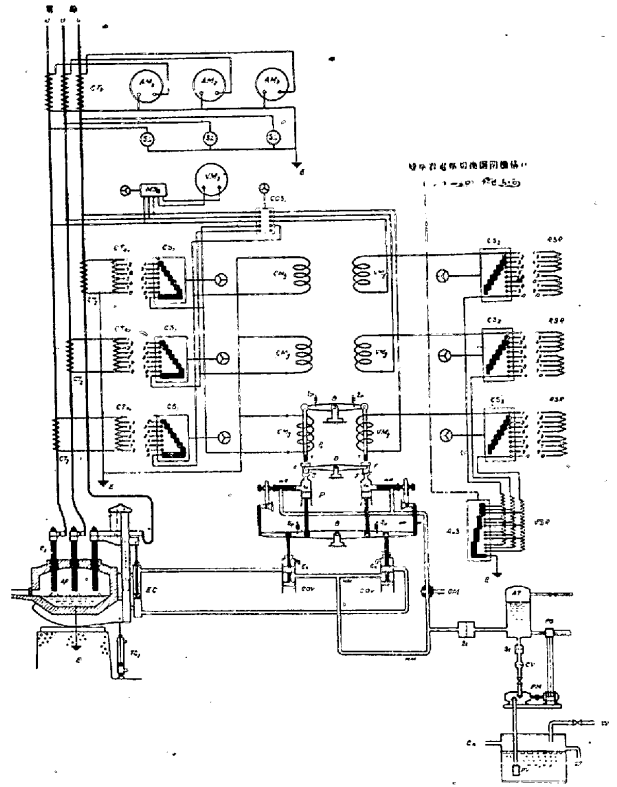
- a 電極支腕
- b 警報スイッチ
- c 電極把持器
- d 電 極
- f 可携導體

把持器と、これ等の重量を支持する昇降用の支持器の2部分となす。電極の強壓された場合には、把持器と電極とは支持器より引離され、固形装入材には電極と把持器のみの重量が略電極の中心にかかる構造として、電極の危険なる強壓を防止すると同時に、把持器と支持器との相対的位置の変化、乃至は引離し時間を利用し、信號燈、電鈴等に依り異常状態にある事を作業者に警告し、同時に自動電流調整装置と聯動せしめ、瞬時にして支持器を引上げて、正規状態に復歸せしむる機構である。

實際使用に當りては、操業上差支へ無き程度の異常状態も生ずる事あり、又場合に依りては電極を引上げるより、その儘の状態に於て鏝落ちを促進する事の都合の場合もある。依つて本装置に於ては警報並に電極の引上調節の始動點を加減し得る機構とした。本装置を設置せる電氣爐に於ては、電極の折損は殆ど生じない。

### 2. 自動電流調整装置

自動電流調整装置は弧光爐に於て缺くべからざる地位を



- 自動電流調整器關係
  - B... 天 秤
  - CMg... 電流電磁石線輪
  - VMg... 電壓電磁石線輪
  - COV... 水壓交換栓
  - J... 噴 水 孔
  - OM... 油 壓 路
  - P... ピストン弁
  - Pl... プランヂャー
  - E... 浮 游 弁
  - Sp... スプリング
  - T... 傳 導 ピン
  - Vw... 起 動 室
  - WR... 可變水流抵抗
- 電氣回路並に制御回路關係
  - AM<sub>2</sub>... 交流電流計
  - CS<sub>1</sub>... 變流比制御器
  - CS<sub>2</sub>... 直列抵抗制御器
  - CT<sub>2</sub>... 變 流 器
  - CTAu... 補助變流器
  - E... 大 地
  - MS<sub>3</sub>... 二次電壓計切換開閉器
- 爐體關係
  - AuS... 補助開閉器
  - RSR... 調整用直列抵抗
  - SL... 電弧電壓標示燈
  - VSR... 補助直列抵抗器
  - VM<sub>2</sub>... 二次側電流計
- 爐體關係
  - AE... 製鋼用弧光爐
  - EC... 電極昇降用水壓筒
  - EL... 電 極
  - TCy... 傾動用水壓筒
- 水壓關係
  - HM... 水 壓 路
  - St... 濾 過 器
  - AT... 空 氣 槽
  - PS... 壓力自動調整裝置
  - PM... ポンプ及電動機
  - CV... 逆 止 弁
  - EX... 排 水 路
  - EV... フートヴァルツ
  - OE... オーバーフロー
  - W... 水 源

第25圖 自動電流調節裝置結線圖

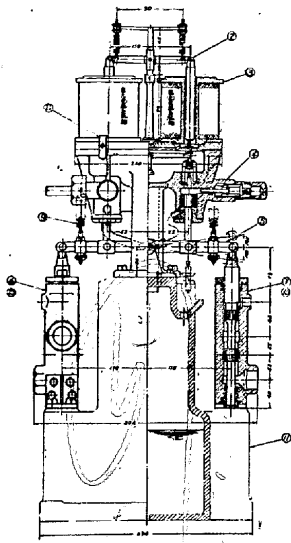
占め、多くの製作者並に使用者に、大なる關心を以て注目されてゐる。従つて色々の型式が考案せられ、その種類も多いが各と一長一短があり、未だ十分満足すべき機能を有するものはない。

筆者は長年の経験に依り、弧光爐用として、電氣式及び水壓式の2種を標準とし、場合に應じてその孰れかを製作して來た。

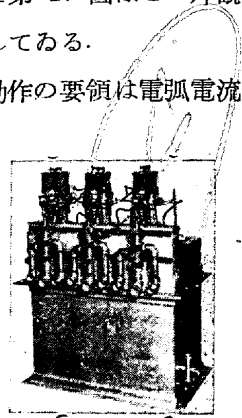
特に筆者は水壓式に改良を施し、簡單堅牢な構造で、感度鋭敏なる装置を製作した。<sup>\*</sup>

第 25, 26 圖は結線並に構造の概要を示す。使用実績、壽命、保守等の點を考慮し構造上改良を加へたものにして第 27 圖はこの外觀を示してゐる。

動作の要領は電弧電流の



第 26 圖  
自動交換栓構造圖



第 27 圖  
自動交換栓外觀圖

變化を電磁石の吸引力の變化に變成し、電磁石、吸引力の僅少なる相違に依り、水流抵抗を變化させ、壓力の急騰に依り、水壓路の弁を敏活に動作せしめ、電極を昇降し、電弧電流を規定値に復歸せしめるものである。次に關係機器に就き稍詳細に動作を述べる。

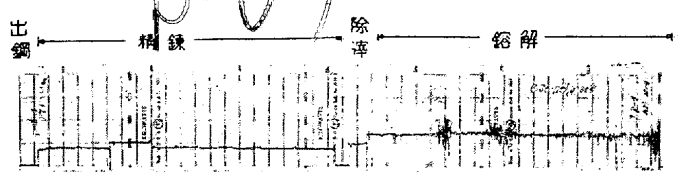
第 25 圖に於て切換開閉器 (COS<sub>1</sub>) を自動運轉の接続とすれば、電流電磁石線輪 (CM<sub>G</sub>) は變比制御器 (CS<sub>1</sub>) を經て電流調整用補助變流器 (CT<sub>AN</sub>) の 2 次側に接続され、電壓電磁石線輪 (VM<sub>G</sub>) は調整用直列抵抗器 (RSR), 直列抵抗制御器 (CS<sub>2</sub>) 補助直列抵抗器 (VSR) 及び補助開閉器 (AS) を經て爐用變壓器の 2 次側に接続される。

電流電磁石及び電壓電磁石のプランヂャー (P<sub>1</sub>) は、天秤 (B) の兩腕に吊下げられ、電弧電流が或る規定値を一定に保持してゐる間は、電磁石の吸引力が相等しく天秤は平衡を保つ。若し負荷の状態に依り、電弧電流が増減すれば、その均衡が失はれ、電流電磁石又は電壓電磁石が他方に打勝ち、吸引力の強い方のプランヂャーが引下げられ、傳導ピン (T) を經て、浮游弁 (F) を衝く爲、噴水口 (J) を閉ぢる。その結果可變水流抵抗 (WR) に依り、低下せる起動屋 (VW) の水壓が急騰して、水壓器 (HM) と同値の水壓となる。

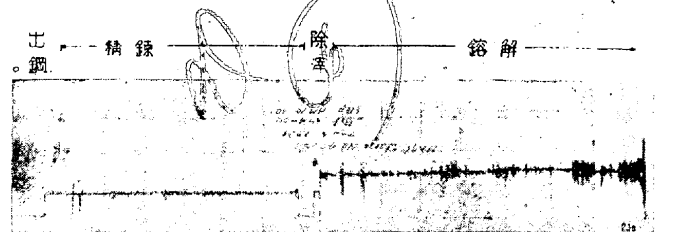
従つてピストン弁 (P) は押下げられる爲、一方の水壓活栓 (COV) は彈條 (S<sub>p</sub>) の彈力に逆つて押下げられ、他

方の交換栓は押上げられる。その結果電極昇降用水壓筒 (EC) の唧子の片側は水壓路に、他の側は排水路 (E<sub>x</sub>) に連結され、電極は選擇的に昇降運動を起す。

實際使用の場合の負荷曲線の實例を第 28 圖(A), (B) に示す。



(A) 比較的良好なる原料を使用せる場合



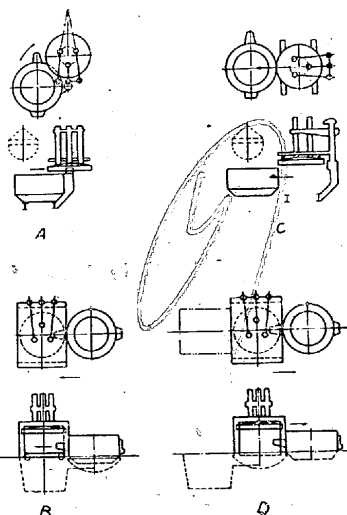
(B) 比較的不良なる原料を使用せる場合

第 28 圖 自動電流調整装置を使用したる負荷曲線の實例

### 3. 爐頂裝入式爐

近時製鋼用弧光爐の容量増大に伴ひ、原料裝入に長時間を要するに至つた。爐頂裝入式爐は、この裝入時間を短縮し、電氣爐操業の機械化を行ひ、人力を節約して、増産の實を擧げる爲に誕生したのである。

爐頂裝入式爐の利害得失に就ては來だ一般に明確な結論に到達し得ない様である。これは本邦に於けるこの爐の歴史が新しい爲、未だ十分機構も整備せず、期待の如き成績を發揮してゐないものもあり、又原料、鋼種、その他の條件及び目的の相違により容易に決定し得られない爲と推察される。然し極めて常識的に考へられる如く、爐頂裝入式



- A 爐蓋移動(片持型)
- B " (架構型)
- C 爐體移動(片持型)
- D " (架構型)

第 29 圖  
爐頂式裝入式爐の型式

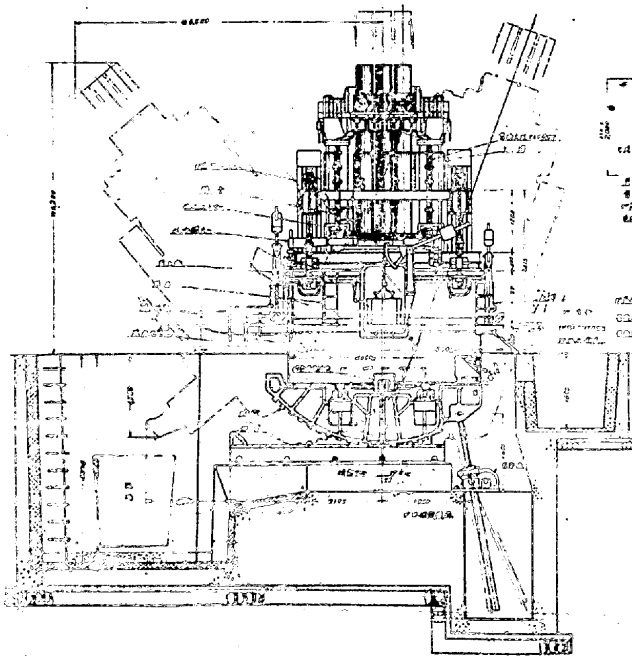
\* 特許第 8 7156 號, 第 8 7408 號, 第 10 0605 號參照

爐は裝入時間の短縮，人力の節約，裝入材料の大きさの自由と云ふ三大長所を有する爲，現今の急激な増産に對處するには最も合理的な方策と信ずる。

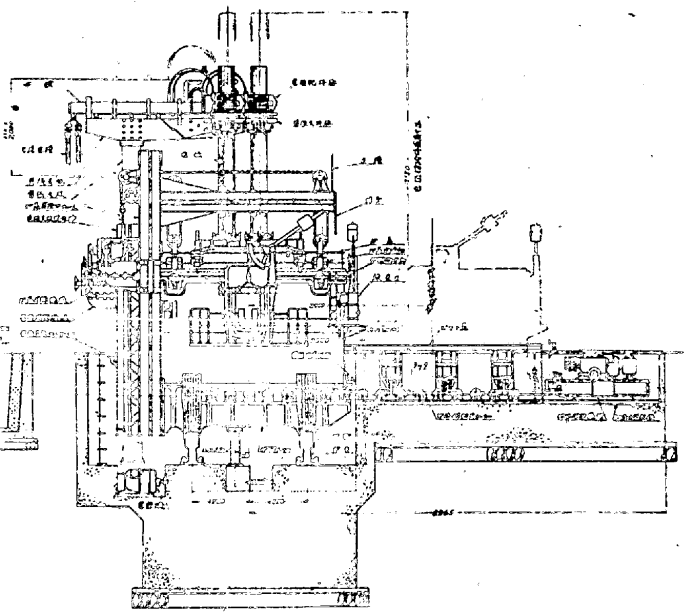
一般に爐頂裝入式爐は，爐蓋を取除いた爐體へ上方から原料を裝入する故，爐蓋の分離方式に依り，第29圖の如く，爐蓋移動式と爐體移動式とに分類されよう。又爐蓋支持方式より，吊上げた爐蓋重量を爐の片側で負擔する片持型，所謂カンチレバー式と，架構式即ちガーダー式とに分類される。これ等の優劣に就ては各よ一長一短ありて邊に

定め難い。

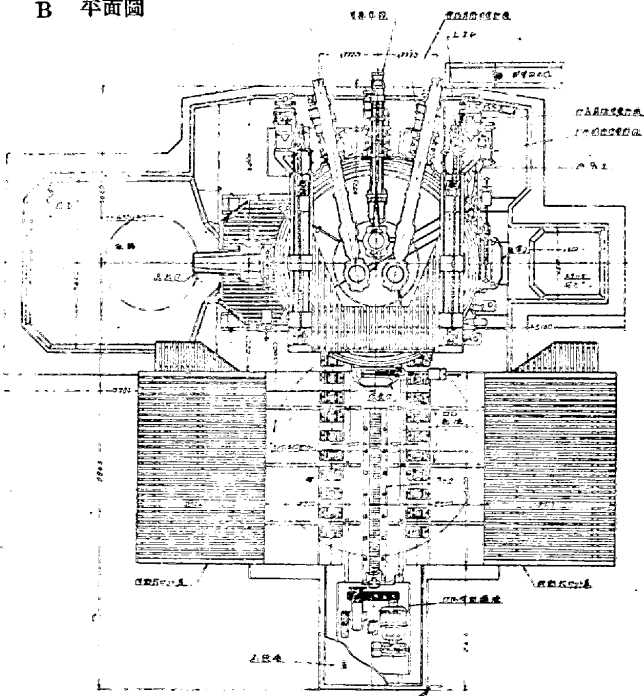
筆者は慎重に吟味した結果，第29圖Cの爐體移動式片持型爐を採用した。本方式に依れば，爐蓋は僅か吊上げられるのみで殆ど機械的外力を受けず，爐體は連結器を経て，爐體移動機構に依り側方に引出され，原料は裝入バスケットに依り爐上から裝入される。爐體移動の際爐體を傾動方向と直角方向に引出す故，爐脚との關係上極めて容易である。又本方式に於ては電氣的特性も側方裝入式と何ら變化無く，設備費も比較的安くて済む。



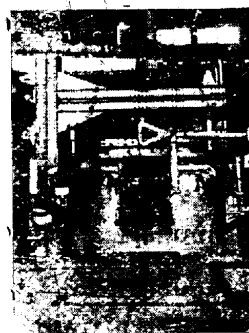
B 平面圖



A 立面圖



第30圖 爐頂裝入式爐組立圖



第31圖 爐頂裝入式爐外觀

次に筆者の設計せる爐頂裝入式爐の概要に就て述べる。公稱容量10t爐の實例である。

第30圖A, Bは本爐の組立圖，第31圖は の外観を示す。本爐の仕様概要を示せば次の如くである。

- 公稱容量 10t (裝入容量 10~12t)
- 電氣容量 3500 kVA
- 爐體總重量 105t
- 爐蓋重量 11t
- 爐體傾動角度  
前傾(出鋼) 40° 後傾(出滓) 20°
- 傾動用動力 10kW 捲線型誘導電動機
- 傾動所要時間 前方40° 傾動するに 50s
- 爐蓋昇降距離 300mm

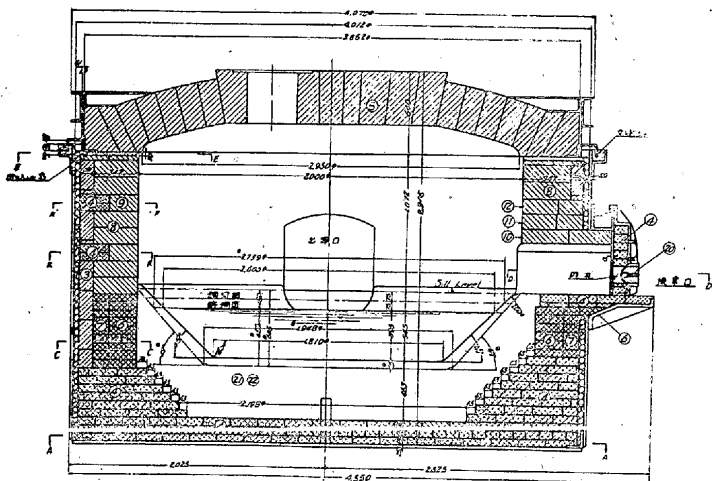


爐蓋昇降用動力	7.5kW 交流捲線型誘導電動機 2 臺
爐蓋昇降所要時間	10s (300mm)
電極直徑	355mm(人造黒鉛) (定格電流に於ける電流密度 $10 \cdot 5A/cm^2$ )
電極衝程	2000mm
昇降重量	4t (1 相分)
昇降用動力	5 HP 直流分捲電動機 (1 相分)
昇降所要時間	2mn 13s (全衝程下降)
爐體移行距離	3900mm
移行部重量	61t (材料裝填の状態に於て)
爐體移行用動力	20kW 捲線型誘導電動機
爐體移行所要時間	1mn

次に本爐頂装入式爐に於て、特に側方装入式爐と異つた考慮を拂つた點を述べる。

(イ) 爐體

(1) 爐體煉瓦積 側方装入式に準じて行ひ、第 32 圖



第 32 圖 爐體煉瓦積圖

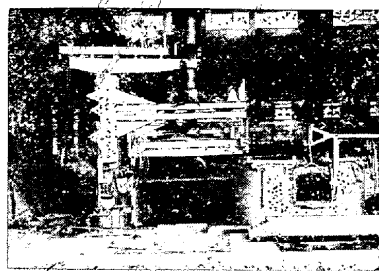
は本爐の煉瓦積を示す。爐頂装入式に於ては原料を爐上より一同に全部装入する事を原則とする爲、爐内の高さを幾分高目にし、爐床を平らに作る點が構造上異つてゐる。耐火物の壽命は側方装入式の場合と殆ど變らない

爐蓋煉瓦は特に赤熱の状態から冷い外氣に觸れる時間が、短い爲、その程度に依り著しく壽命が異なる。

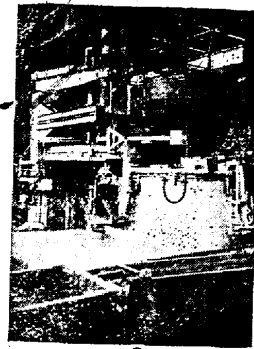
(2) 爐蓋昇降機構 爐蓋を 4ヶ所で同時に鎖で 300mm 吊上げ、その位置で保持する。操作は電氣式で 7.5kW の電動機 2 臺が働く。爐體と爐蓋との接着不完全に依る熱損失を防ぐ爲に砂シールを設ける。

(3) 爐體移行機構 爐體と別に移動車を設け、これに 20kW の電動機と齒車装置を備へる。この移動車が連結器を経て爐體を傾動方向と直角方向に牽引する爲、爐體は口

の上を 3.9m 滑り出る。第 33 圖はこの状態を示す。



第 33 圖 爐體引出狀況

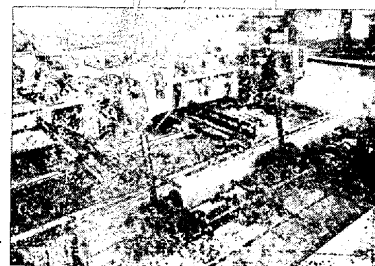
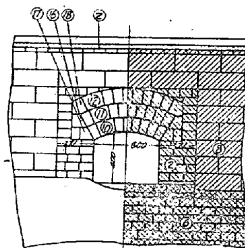


第 34 圖 装入狀況

(4) 装入籠 装入バスケットは、第 34 圖に示す如く圓筒形鐵板と鎖網とを組合せたものを用ひた。

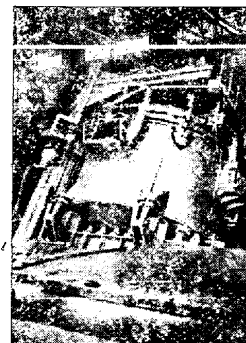
鎖網は麻繩で縛り、爐上に於て焼け切れる如くする。操業に於て装入材料を餘り上方から落下すると爐床を損傷する爲注意を要する。

(5) その他 原料は殆ど爐上から装入される故、装入



第 35 圖 爐體傾動裝置

口の大きさは稍小さくて良い。架構式爐に於ては、作り難い側方補助装入口も、本爐に於ては容易に作り得る。



第 36 圖 爐體傾動狀況

尙爐體傾動機構は電氣式を採用し 10kW の誘導電動機に依り傾動される。第 35 圖はその機構、第 36 圖は傾動の状態を示す。

(ロ) 電氣設備

(1) 電氣爐用變壓器 變壓器は特に弧光爐用として製作され、電氣爐用としての諸條件を満足する爲、タップの配置並に列回路の平衡、過電壓の誘導防止、渦電流の軽減、導體の轉位、漂遊負荷損、リアクタンス等に特別の考慮を

拂ひ設計せられてゐる。

本變壓器は變壓器、リアクトル及び兩者の切換開閉器並に操作機構を一函に納めたもの故、据付場所は非常に節約される。又一次側は3本を配線するのみで足る故、外線工事は簡単で且非常に安全である。本變壓器の仕様概要を示せば

容量	3500kVA
型式	3相油入自冷式内鐵型
一次電壓	11000V
二次電壓	194/172/155V (一次△の時) 112/99/89V (一次Yの時)
定格	一次△で 3h, Yで 1.5h, これを連続反覆使用して温度上昇 60°C

(2) リアクトル リアクトルは變壓器函に内蔵せられ變壓器一次側の場合各タップに對しリアクトルの任意のタップが挿入し得る様、即ち 12 種の組合せが出来る様に設計せられてゐる。

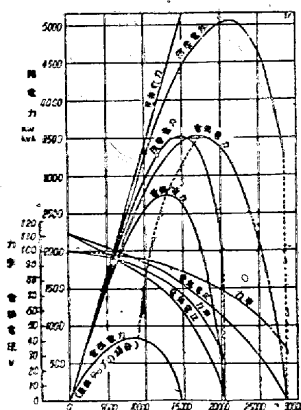
容量	700kVA
型式	3相油入自冷式
電壓及電流	1 1000V, 106A
百分率リアクタンス	20/15/10/5%

(3) タップ切換装置 變壓器及リアクトルのタップ並に△Yの切換操作は電動機操作により半自動的に行はれ、且油入遮断器との聯動装置をも附屬してゐる。

尙自動電流調整装置は電氣式を採用し、負荷電流の増減に應じて電極昇降用直流電動機の回轉方向を自動的に變化させ電極を昇降し、電弧電流を調整する。

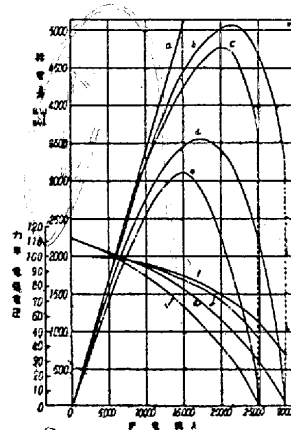
(ハ)電氣的特性

短絡試験の結果より第 37 圖の如き特性を得た。即ち爐



第 37 圖  
爐頂裝入式爐の電氣的特性

頂裝入式としたための電氣的特性の劣化は、これを認め得ない。これは爐蓋移動方式の企て得ない所である。尙本爐



第 38 圖  
爐頂裝入式爐の電氣的特性  
(電極支柱構造による比較)

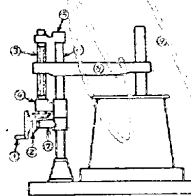
では電極支柱の構造として、機構簡單で頑丈なるラム式を採用したが、これと舊設計の電極支柱を、鳥居式の構造としたものと電氣的特性を比較すれば、第 38 圖の如くである。電極支柱以外の條件は全く同一なる爐に就いて、短絡試験により求めた特性である。

ラム式支柱では、大電流を通ずる 2 次母線の周圍に鎖交する鐵構造物が無い爲、電氣的特性を著しく向上せしめ得た事が圖から明瞭である。

4. 電極昇降機構

電極昇降機構は、自動電流調整装置と關聯して、爐の機構上の重要部門であるが、爐としてこの條件を考慮せず、單なる機構的設計として取扱ひ易く、この爲に爐の機能を大いに減殺する例は尠くない。筆者は使用上の條件を考慮しつつ、多數の機構中確實に使用に適する主要なるものに改良を加へて實地使用に供した。機構の種類は、原動力別では手動式、水壓式、電氣式に分類され、それぞれ自動電流調整の方式と關聯するが、機構的には螺子桿式、ウインチ式、ミリンダー式、ラム式の 4 種とした。

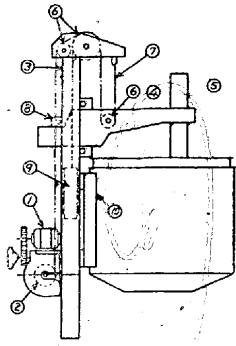
(1) 螺子桿式電極昇降機構 第 39 圖にこの機構を示



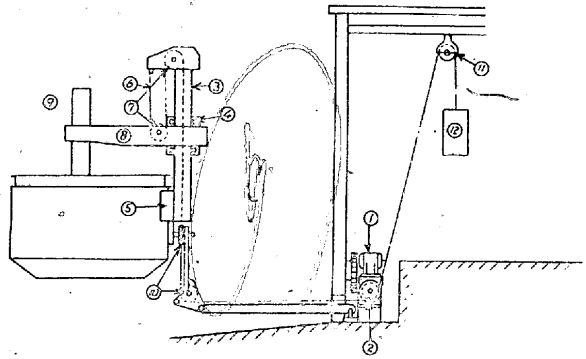
第 39 圖 螺子桿式電極昇降機構

す。動力は把手傘齒車を経て螺子桿を廻轉せしめ、電極支腕は螺子に依つて電極支柱をガイドとして昇降する。公稱容量 1t 以下の小型爐に用ふる事がある。

(2) ウインチ式電極昇降機構 第 40, 41 圖にこの式を示す。第 40 圖で 2 本のロープの内 1 本は、ドラムに巻かれ、1 本は重錘を吊す。電極及び電極支腕は、これ等のロープに吊され、ドラムの巻廻轉により上昇し、ドラムを



①電極昇降用電動機 ②ドラム ③電極支柱 ④電極支腕 ⑤電極 ⑥滑車 ⑦ロープ ⑧ガイドローラー(3ヶ所) ⑨重錘 ⑩電極支柱取付金物  
第40圖 ウィンチ式電極昇降機(A)

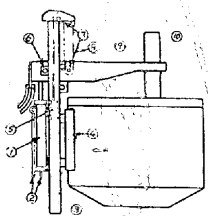


①構電極昇降用電動機 ②ドラム ③電極支柱 ④ローラー(4ヶ所) ⑤電極支柱取付金物 ⑥ロープ ⑦滑車 ⑧電極支腕 ⑨電極 ⑩⑪滑車 ⑫重錘

第41圖 ウィンチ式電極昇降機構(B)

巻戻せば、自重にて下降する。支腕の3ヶ所に取付けたガイドローラーにより、支柱をガイドとして正規位置を保持したる儘、軽快に昇降する。第41圖の式も同様ドラムに依るものであるが、ドラム機構が爐から離れ、重錘も場所の都合に依つては、圖の如く取付けられる。第40圖の式の機構は簡単で動作軽快なる良式と云ひ得る。第41圖の式は、例へば装入機構、傾動機構等の関係で、重錘或はドラム機構の場所の関係、重量軽減の必要ある場合等に使用し、前者に比し爐體からの熱影響が無い點は勝るが、長いロープを要し、動力傳達の効率、確實性の點では劣る。

(3) シリンダー式電極昇降機構 第42圖にこの式の

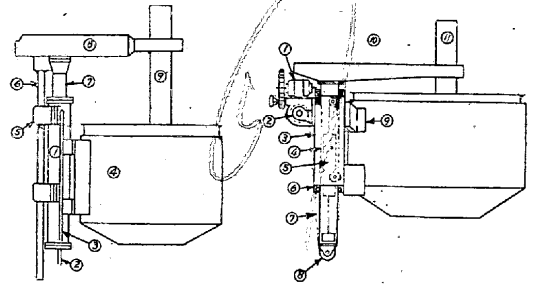


①水圧筒 ②送水管 ③電極支柱 ④電極支柱取付金物 ⑤重錘 ⑥ガイドローラー(3ヶ所) ⑦滑車(2ヶ所) ⑧ロープ ⑨電極支腕 ⑩電極

第42圖 シリンダー式電極昇降機構

機構を示す。電極及び電極支腕は水圧筒のピストンロッドにて支へられ、重錘に吊られてゐる。ピストンの上下に依つて昇降し、電極支柱との關係は第40圖と同様である。この式も機構簡單昇降軽快で、慣性なく正確に動力傳達を行ふ良式である。只水圧部分あるため、特に寒冷なる地方清淨水の得難き場合には一般には適しない。

(4) ラム式電極昇降機構 第43, 44圖はこの式で、水圧式、電氣式それぞれの場合の機構を示す。



①水圧筒 ②送排水管 ③排水管 ④電動機 ⑤ドラム ⑥案内枠 ⑦電極支柱 ⑧ラム取付金物 ⑨ガイドロッド ⑩重錘 ⑪ガイドローラー(4ヶ所) ⑫ガイドロッド ⑬ラム ⑭ロープ ⑮滑車 ⑯案内枠取付金物 ⑰電極支腕 ⑱電極

第43圖 ラム式電極昇降機構(水圧式)

第44圖 ラム式電極昇降機構(電氣式)

小型爐、中型爐ではウィンチ式、シリンダー式が一般であるが、大型となるに従ひ、電極支柱を頑強にし而も上方に長くする必要上、爐體の重心が高くなり、又リアクタンスを減少せしめる爲の母線配置に對する制肘が大きくなる等の機械的電氣的不利が生ずるので、10t 或は 15t 以上の大型爐では、専らラム式を用ひてこの缺點を補つてゐる。

### 5. 電極昇降機構設計計算方法

(1) 熔解原料、爐容量に應じ、適當なる電極昇降速度を定める。昇降速度は製鋼爐では上昇 900~1000mm/mn, 下降 800~900mm/mn が適當である。

(2) 昇降機構方式を決定する。

(3) 重錘の採否及び配置を決定する。自重下降の場合は

$$\text{重錘重量} = \text{電極支腕重量} - \text{電極重量}$$

とする。

(4) (3) の重量差、摩擦等を考慮して、所要動力を決定一般的设计方式に基き動力に満足する強度を與へる。

次にラム式電極昇降機構の計算實例を示す。(第44圖の一例)

$$\text{電極昇降速度} = 900\text{mm/mn}$$

$$\text{荷重即ち電極支腕、ラム、電纜の總重量} = 9900\text{kg}$$

$$\text{重錘重量} = 6000\text{kg}$$

$$\text{とすれば 重量差} = 3900\text{kg}$$

重錘は大きくする必要はあるが、場所の關係で制限あり、依つて上記の重量差で上昇する動力を計算する。

ワイヤーロープとして、中心麻入 37 本六ツ撚り普通撚り特殊鋼索を使用する。保證破斷力 14.34t であるから、安全係数は  $14.34 \times 3 / 3900 = 11.1$  となる。

ドラム直徑はロープ使用上からは大きくとる事が望まし

いが、速度比の関係で 250mm とした。ロープ 3 段掛けなる故。

ドラムに掛る荷重 =  $3900/3 = 1300\text{kg}$   
 ドラム廻轉數 =  $900 \times 3/250 = 3.45\text{rev/mn}$   
 ドラム軸廻轉力 =  $1300 \times 25 \times 3.45 = 351000\text{cmkg/mn}$   
 =  $58.5\text{mkg/s}$

全機械効率 60% とすれば

所要馬力 =  $58.5/0.60 \times 75 = 1.3\text{HP}$

電極支柱、電極支腕の重心位置に依り生ずる振れ及び摩擦損失を考慮して安全率を 5 とすれば、

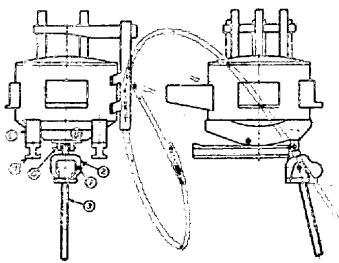
$1.3 \times 5 = 6.5 \approx 7.5\text{HP}$

かくて使用電動機の馬力數を決定し、續いて全減速比を定め、齒車及びウオームホキールにこれを振分けて、一般の機械設計方式に依り機構を設計する。この際電極支腕の平衡を取り難い事、及び重錘を十分大きく取り難い事等に依り、可成大きい振れ、及びロープの弱化を生ずる事に實際的考慮を要する。

6 爐體傾動裝置

爐體傾動裝置は、電極昇降機構と共に爐の操作上の要部である。以下筆者の實用した主要な形式と、重心計算、設計法に就き述べる。傾動裝置は原動力により手動式、水壓式、電氣式の區別があり。これは前項の電極昇降機構の原動力と關聯する場合が多い。次に爐體支持方式からは、ロッカー式、ローラー式、トラニオン式に分類出来る。機構上より分類すれば、螺子桿式、シリンダー式、ラック式、クランク式、扇形齒車式、ピンホール式となる。

(1) 螺子桿式傾動裝置 第 45 圖~第 48 圖はこの式のもので、第 45 圖は豎型、他は横型を示す。第 46 圖で雌



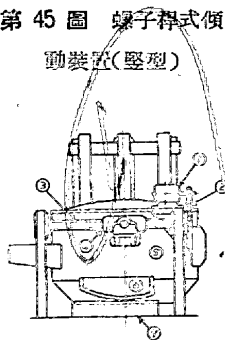
①電動機 ②減速裝置及び雌螺子 ③雄螺子 ④軸承 ⑤爐底 ⑥爐脚 ⑦爐臺

第 45 圖 螺子桿式傾動裝置(豎型)

①電動機減速裝置 ②連裝置 ③雄螺子 ④雌螺子 ⑤爐本 ⑥爐脚 ⑦爐臺

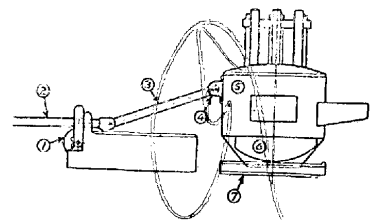
第 46 圖

螺子桿式傾動裝置(横型-1)



①減速裝置(電動機に連結) ②雄螺子 ③螺子桿 ④取付金物 ⑤爐體 ⑥爐脚 ⑦爐臺

第 48 圖 螺子桿式傾動裝置(横型-2)

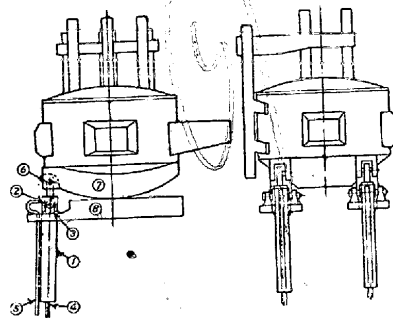


①減速裝置(電動機に連結) ②雄螺子 ③螺子桿 ④爐脚 ⑤ローラー ⑥爐臺

第 47 圖 螺子桿式傾動裝置(横型-2)

底でなく、爐體上部後方に連結される。豎型は深い基礎を要するが横型は淺くてよい。然し後者は据付面積を廣く要し、爐操業の邪魔となり、後方傾動に不便である。第 46 圖の型は基礎淺く、据付面積も少なくて済むが、雌螺子の中心が爐體の重心の高さにあり、これが又爐脚の中心にもなつて居り、種々の大きさの爐に適するとは言ひ難い。更に機構が爐殼に接近してゐる爲、熱の影響も少からず蒙り、又機構の爲に爐體の片側は塞がれ、爐體に口を 3ヶ所設ける事が出来ぬ。爐容量 1~6t 位のものには、第 45 圖の型式のものが好結果である。

(2) シリンダー式傾動裝置 第 49 圖にこの式の傾動裝置を示す。



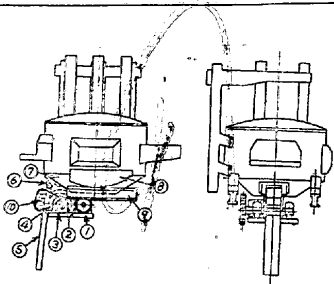
①水壓筒 ②水壓筒トラニオン ③トラニオン軸承 ④⑤送水管 ⑥ピストンヘッド連結軸 ⑦爐脚 ⑧爐臺

第 49 圖 シリンダー式傾動裝置

置を示す。小型爐では、水壓筒は中央後部に 1ヶ所とする。水壓管は水壓交換栓より出て、傾動時及び復動時に交互に送水管又は排水管となる。この方式は一般的な方法で爐の容量の大型小型に拘らず使用し得る。傾動動作に慣性が無く、微細な調整の出来る特徴があるが、昇降機構と同様特に寒冷なる場所、或は水源の關係では不適當な場合もある。

(3) ラック式傾動裝置 ラック式傾動裝置は、第 50 圖の如く豎型螺子桿の代りにラック及びピニオンを用いたものである。ローラーでラックとピニオンの嚙合を正確に保持する。螺子桿式と類似するが、齒形を大にする事が出来

螺子の中心は爐の重心線上に在り、爐脚の中心もこの點にとる。第 48 圖は第 47 圖に類似してゐるが、螺子桿が爐

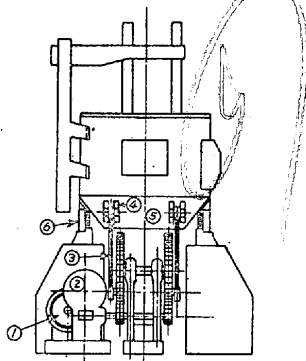


- ①電動機 ②減速装置 ③
- 軸承 ④ピニオン ⑤ラック
- ⑥シャフト ⑦爐底
- ⑧爐脚 ⑨爐臺 ⑩押ロー
- ラー

第 50 圖  
ラック式傾動装置

速度を減ずる事無く、頑丈にする事が出来る。又塵埃による故障も少い。大型爐にはラックを二本設けて使用する。

(4) クランク式傾動装置 クランク式傾動装置は第 51 圖の如く、半径の大なるクランク機構により傾動するもの

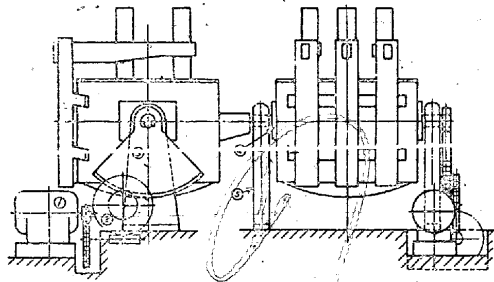


- ①電動機 ②減速装置 ③クランク
- 腕 ④クロスヘッドピン
- ⑤爐底 ⑥爐脚

第 51 圖  
クランク式傾動装置

で、据付面積少く、基礎も浅くてよい事は長所であるが、傾動速度が不定で、傾動負荷が絶えず變化し、過動作の懸念がある事は缺點である。

(5) 扇形齒車式傾動装置 第 52 圖の如き方式で、トラ

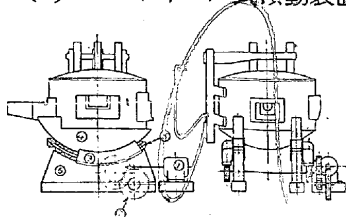


- ①電動機 ②減速装置 ③扇形齒車 ④トラニオン
- ⑤軸承及び支柱

第 52 圖 扇形齒車式傾動装置

ニオンの中心は爐の重心に一致し、比較的小動力で自由に傾動が出来。傾動角度も他方式に比し大きく出来る特長があるが、大型爐には適せぬ。

(6) ピンホイール式傾動装置 第 53 圖の如き方式で、



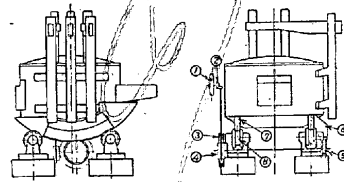
- ①電動機 ②減速装置
- ③ピンホイール ④爐脚
- ⑤ローラー ⑥爐臺

第 53 圖  
ピンホイール式傾動装置

大齒車の製作困難なる爲、ピンホイールを用いたものであ

つて、大型爐に適する。ローラーを用ひる爲、大型の機構の割合には摩擦損失少く、廣く使用し得るが、傾動が同一場所での廻轉となるため、爐の注出口を長く作らねばならぬ不自由がある。

(7) 手動式傾動装置 第 54 圖の如く、爐脚をローラー



- ①把手 ②傘齒車 ③芋蟲
- 齒車 ④芋蟲車 ⑤齒車
- ⑥齒車(爐脚に取付) ⑦爐
- 脚 ⑧ローラー(4ヶ)

第 54 圖  
手動式傾動装置

上に据付けた簡単な装置で、容量 1t 以下の小型爐に使用出来る。

(8) 爐體傾動装置設計計算方法 傾動装置の設計に際しては、實際の計算値のみならず、爐の場所的状況即ち、熱、塵埃、水等を考慮に入れ十分なる豫防装置及び安全率を見込む必要がある。設計は次の順序に行ふ。

- (イ) 傾動部分の全重量、重心の計算
- (ロ) 傾動装置方式の撰定
- (ハ) 傾動角度の決定
- (ニ) 傾動速度の決定
- (ホ) 傾動動力の決定
- (ヘ) 機構各部の設計

以上 6 項目中(ロ)(ハ)(ニ)は爐體の形状、被鎔解物及び前記各装置の特徴を考慮して定むべきもので、設計々算上問題となるのは、(イ)及び(ホ)である。(ヘ)は(ホ)の動力決定すればそれより一般設計方式により強度計算を行ひ、馬力に相當したのものを使用すれば良い事となる。従つて、特に(イ)及び(ホ)に就て述べる事とする。

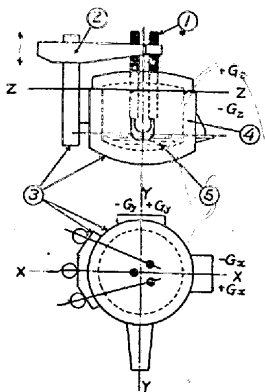
重心計算を行ふのは、ローラー式及びロツカー式のローラー部及びロツカー半径及びトラニオンの位置等を決定する上に特に必要である。ロツカー及びローラー部の半径の中心とトラニオンの位置は重心位置と一致せしめる事が望ましいが、普通の場合多少の喰違ひを生じ、この度合が傾動動力の重大なる決定因子となる。

電極昇降部分、煉瓦及びライニング、電極、不動部分、鎔鋼の 5 部分に分け、正確なる重量及び重心の計算を行ひ然る後次の 4 項の各場合に關して、全體の重量及び重心を求め安全性及び傾動動力を決定する。

- a) 鎔鋼及び電極の無い場合
- b) 鎔鋼の無い場合
- c) 鎔鋼及び電極のある場合

d) 煉瓦積の無い場合

以上4項の各場合に就き電極支腕の位置が、最高、中間、最低の各場合結局12の場合に就き計算する。重心計算に



- ①電 極
- ②電極昇降部分
- ③不動部分
- ④煉瓦積
- ⑤鑄 鋼

第55圖 重心計算要圖

は豫め第55圖の如く座標軸XX, YY, ZZを定め重心の位置を求める。今各部の數値を次の如く表示する。

	重量	重心位置		
電極昇降部分	$W_v$	$X_v$	$Y_v$	$Z_v$
電 極	$W_p$	$X_p$	$Y_p$	$Z_p$
煉瓦積及びライニング	$W_o$	$X_o$	$Y_o$	$Z_o$
不動部分	$W_d$	$X_d$	$Y_d$	$Z_d$
鑄 鋼	$W_s$	$X_s$	$Y_s$	$Z_s$

上記の中で、電極昇降部分は電極支腕の位置の變動により重心のZ座標の變化がある。電極昇降部分とその最高位置と最低位置との中間にある場合の重錘及び電極支腕關係の重量及び重心をそれぞれ $W_w, W_H$ 及び $Z_w, Z_H$ とし、電極昇降による高さの異動を $L_w, L_H$ とすれば、電極支腕最高の時、

$$W_v = W_w + W_H$$

この時の $Z_v$ の値を $Z_{vH}$ とすれば

$$Z_{vH} = \{W_w(Z_w - L_w) + W_H(Z_H + L_H)\} / W_v$$

電極支腕の最低の時

$$W_v = W_w + W_H$$

この時の $Z_v$ の値を $Z_{vL}$ とすれば

$$Z_{vL} = \{W_H(Z_w + L_w) + W_H(Z_H - L_H)\} / W_v$$

又電極の重心も電極支腕の位置によりZ軸の値が變化する。電極昇降により異動を $L$ とすれば、Zの値は±Lだけ變化する。

かくして得た値より次式により各場合の位置を求め得る。即ち鑄鋼及び電極のない場合で、電極支腕最高の際は

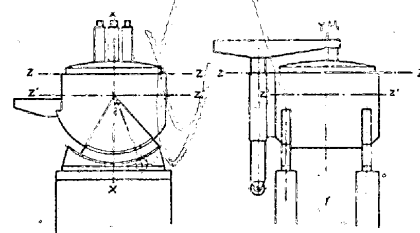
$$W = W_v + W_o + W_d$$

$$G_x = (W_v X_v + W_o X_o + W_d X_d) / W$$

$$G_y = (W_v Y_v + W_o Y_o + W_d Y_d) / W$$

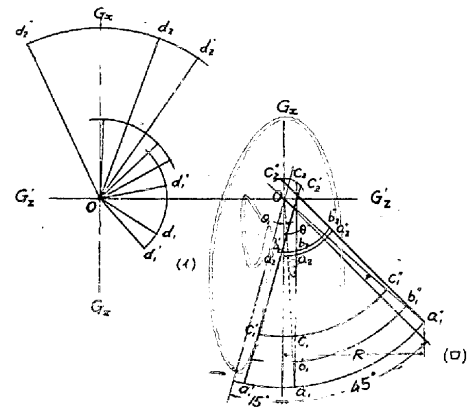
$$G_z = (W_v Z_v + W_o Z_o + W_d Z_d) / W$$

以上の方法に依り、求めたる各場合の重心位置により、重心圖を作り、最も傾動力の大なる點を求める。(第56, 57圖参照)次に重心とロツカー又はローラー中心或はトラ



第56圖 重心計算による重心圖  
及び位置によつて配分するのである。

オンの位置との距離、傾動全重量傾動速度より所要馬力を求め、これを例へばロツカー式ならばロツドの數



第57圖 各場合に於ける重心位置符號は第4表を示す

今實例を20t 爐に採り、上記順序によつて設計計算せる結果を次に示す。

先づ基本軸を第55圖の如く取り、各部分の重量及び重心を計算すれば第2表の如し。第2表より前述の計算順序

第2表 各部分の重量及び重心坐標

部分名稱	Wkg	Gxmm	Gyym	Gzmm
1. 電極昇降部分(電極無き場合)				
電極支腕最高	3 4205	0	- 2814	+ 521
中央	3 4204	0	- 2814	+ 148
最低	3 4204	0	- 2814	- 225
2. 電極昇降部分(電極有る場合)				
電極支腕最高	3 7864	0	- 2542	+ 748
中央	3 7864	0	- 2542	+ 295
最低	3 6949	0	- 2605	- 143
3. 煉瓦積及びライニング	6 6360	+ 67.4	1.4	-1518
4. 不動部分	5 7425.4	- 131	- 1048	-1608
爐體關係	2 4261.7	+ 15.4	+ 1	-1784.3
爐脚關係	4425.6	-148.5	0	-3476.6
爐口關係	1 1381.1	-512.8	+ 635.7	- 833.9
電極支柱關係	1 6857.	- 81	-3.141	-1423.5
配管關係	500	- 90	- 20	- 400
5. 鑄 鋼	2 0000	0	0	- 1907

に従ひ、前式に當はめて、前記の12の場合に於ける重心位置を求め第3表の結果を得た。次にこれにより第56, 57圖の如く重心圖を作成する。先づ第56圖で見ると $G_y$ は何れも爐脚内側にあり、又 $G_x$ も爐脚の長さの内即ち爐臺上にある故重心は安定である。故に第57圖で(イ)は煉瓦

第3表 各場合に於ける重量及び重心坐標

鑄鋼電極 煉瓦の有無	支腕の位置	重量 kg	重心			爐脚 中心から の高さGz'
			Gx	Gy	Gz	
鑄鋼電極の共に無き場合	最高 中間 最低	15 7989.4 " "	-19.3 " "	-989.5 " "	-1109.4 -1190 -1270.7	-69.4 -150 -230.7
鑄鋼無く て電極の 有る場合	最高 中間 最低	16 1649.4 " "	-18.9 " "	-967 " "	-1019.3 -1125.4 -1234.2	+20.7 -85.4 -194.2
鑄鋼電極 の共に有 る場合	最高 中間 最低	18 1649.4 " "	-16.8 " "	-860.6 " "	-1117 -1211.5 -1308.6	-77 -171.5 -268.6
煉瓦積 無き場合	最高 中間 最低	9 1629.4 " "	-82 " "	-1,549 " "	-811.5 -961.7 -1 091.7	+228.5 +78.3 -51.7

第4表 重心位置記號(第57圖)

鑄鋼電極の有無	電極支腕位置	傾動せざる時	前方傾動45°	後方傾動15°
鑄鋼有 電極無	{ 最低 最高	a <sub>1</sub> a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> ' a <sub>2</sub> '	a <sub>1</sub> ' a <sub>2</sub> '
		鑄鋼無 電極無	{ 最低 最高	b <sub>1</sub> b <sub>2</sub>
鑄鋼無 電極有	{ 最低 最高			c <sub>1</sub> c <sub>2</sub>
		煉瓦積無	{ 最低 最高	d <sub>1</sub> d <sub>2</sub>

積の無い場合、(ロ)は(イ)以外の各場合を示す。圖中各場合の重心の符合は第4表の如くである。圖より明かなる如く、Gx は a<sub>1</sub>' 即ち鑄鋼電極共に有り、且電極支腕最低位

第5表(1) 爐容量 0.25t 以下

周波數 CY	變壓器				リアクトル			操作方法				電極		爐番
	容量 kVA	一次電壓 V	二次電壓 V		容量 kVA	電流 A	リアクタンス %	タップ 切換	遮斷器 開閉	電極 升降	爐體 傾動	直徑 mm	電流密度 A/cm <sup>2</sup>	
60	45		150			173								118
50	75	3150	220	110	394	375	13.7	29 17.3	23 11.5	ナシ	手動	電氣 手動	手動	38 34.7 171
50	60	200	80/ 70/ 62 56/ 51/ 47		433	30	100	50 30	40 20	手動	手動	電氣 手動	手動	64 14. 183
50	75	200	75/ 60/ 50		580	30	125	40	33.5	*T手動 Rナシ	手動	水壓 手動	手動	75 12.7 273

\* T 變壓器, R リアクトル, (以下同様)

第5表(2) 爐容量 0.25t

周波數 CY	變壓器				リアクトル			操作方法				電極		爐番
	容量 kVA	一次電壓 V	二次電壓 V		容量 kVA	電流 A	リアクタンス %	タップ 切換	遮斷器 開閉	電極 升降	爐體 傾動	直徑 mm	電流密度 A/cm <sup>2</sup>	
50	220	3150	115/105/ 96 86/78		1100	44	23.3	20 10	15	手動	手動	水壓 手動	手動	102 14.45 134
60	300	3160	120/109/100 69/ 63/ 57		1440	60	31.7	20 10	15 5	手動	手動	水壓 手動	手動	101 17.8 200
50	300	3300	80/ 64/ 53		2160	60	52	20		T手動 Rなし T手動	手動	電氣 手動	手動	127 17.1 261
50	300	3300	80/ 64/ 53		2130	60	30.3	20		Rなし T手動	手動	電氣 手動	手動	125 17.1 270
50	300	3300	80/ 64/ 53		2160	60	30.3	20		T手動 Rなし	手動	電氣 手動	手動	127 17.1 288
60	200	1 0500	130/120		2000	100	19	50 30	40 20	T手動 R手動	手動	電氣 手動	手動	102 24.7 352
50	300	6300	80/ 64/ 53		2160	60	15.9	20		T電氣 Rなし	手動	電氣 手動	手動	127 17.1 357

第5表(3) 爐容量 0.5t

變壓器 CY	周波數				リアクトル			操作方法				電極		爐番
	容量 kVA	一次電壓 V	二次電壓 V		容量 kVA	電流 A	リアクタンス %	タップ 切換	遮斷器 開閉	電極 升降	爐體 傾動	直徑 mm	電流密度 A/cm <sup>2</sup>	
10	350		150		1300	90								119
50	420	3150	110/ 88 64/ 51		2210	84	44.5	20 10	15 5	手動	手動	手動	手動	127 17.4 139
60	350	3450	120/ 70 69.3/40.4		2890	70	33.8	20 10	15 5	電動	手動	水壓 自動	水壓	179 11.45 170
60	300	3300	110/ 99/ 88 64/ 57/ 51		1580	60	30.3	20 10	15 5	手動	手動	水壓 手動	水壓	127 12.4 172
60	400	3150	180/116/105 75/ 67/ 60		1770	80	42.3	20 10	15 5	電動	電動	水壓 自動	水壓	127 14. 199
60	400	3150	130/118/108 75/ 68/ 02		1960	80	42.3	20 10	15 5	手動	手動	水壓 手動	水壓	127 15.5 201
60	400	3300	130/116/104 75/ 67/ 60		1770	80	40.	20		手動	手動	電氣 自動	電動	127 14. 211
60												手動		111
60												手動		113
50	400	6600	130/116/104 75/ 67/ 60		1770	80	20.	20		手動	手動	手動	電動	127 14. 402

第5表(4) 爐容量 1.0t

周波數 CY.	變壓器				リアクトル				操作方法				電極		爐番
	容量 kVA	一次電壓 V	二次電壓 V		容量 kVA	電流 A	リアクタンス		タップ 切換	遮斷器 開閉	電極 升降 水壓 自動	爐體 傾動	直徑 mm	電流 密度 A/cm <sup>2</sup>	
			二次電流 A	二次電壓 V			%	%							
60	600		115	8000											124
60	900		125	4150									229	10.1	125
50	750	3300	138 126 115 80 73 67	3140	150	79.5	20 15 10 5	電動	電動				179	12.45	133
60	600	2100	138 100 80 64	2515	120	95.3	20 15 10 5	電動	電動				152	13.9	143
50	690	3300	138 110 80 64	2515	120	60.6	20 15 10 5	電動	電動				132	13.9	144
60	600	1 0500	156 138 123 110 90 79 71 63	2510	120	19	20 15 10 5	手動	手動	水壓 自動	水壓		152	13.8	180
50	600	3300	133 128 110 79 71 63	2510	120	60	20	手動	手動	水壓 自動	水壓		152	13.8	205
50	600	3300	138 123 110 79 71 63	2510	120	60	20	手動	手動	水壓 自動	水壓		192	13.8	206
60	400	3300	110 98 88 63 56 50	2100	80	40.4	20	手動	手動	水壓 自動	水壓		152	11.5	228 227
50	600	3300	118 105 94 68 60 54	2930	180	60.6	30 22.5 15 75	T電動 R電動	電磁	電氣 自動	電動		152	16.1	242
50	600	3300	138 123 110 79 71 63	2510	120	60.6	20	T電動 Rなし	電磁	電氣 自動	電動		152	13.8	246 244
50	600	6600	138 123 110 79 71 63	2510	120	30.3	20	T手動 Rなし	手動						330
50	751	3300	120 100 88 99	3610	160	76	20	Rなし T電動	電磁	電氣 自動	電動		178	13.6	341
50	600	6600	138 123 110 79 71 63	2510	120	30.3	20	T手動 Rなし	手動	電氣 自動	電動		152	13.9	366
50	900	1 1000			180					手動	電動				403

第5表(5) 爐容量 2.0t

周波數 CY.	變壓器				リアクトル				操作方法				電極		爐番
	容量 kVA	一次電壓 V	二次電壓 V		容量 kVA	電流 A	リアクタンス		タップ 切換	遮斷器 開閉	電極 升降 水壓 自動	爐體 傾動	直徑 mm	電流 密度 A/cm <sup>2</sup>	
			二次電流 A	二次電壓 V			%	%							
60	1200	1 0500	156 139 125 90 80 72.2	4440	240		20 15 10 5						204	13.7	121
60	350	2200	110 101 92 83 73	2770											123
60	350		150	1350			14.5 10.9 7.9						229	3.3	126
60	900	3150	150 125 100 87 72 58	3470	180	95	20 15 10 5	電動	電動				203	10.7	138
60	750	2100	138 110 80 64	3140	150	119	20 15 10 5	電動	電動				178	12.6	145
60	750	3225	118 109 97 68 61 54	3607	150	77.5	20 15 10 5	電動	電動	水壓 自動			178	14.7	155
50	900	3300	147 118 85 68	3540	180	91.0	20 15 10 5	電動	電動	水壓 自動			178	14.2	156
60	900	3150	147 118 85 68	3540	215	95.3	24 18 12 9	電動	電動	水壓 自動			178	14.2	158
60	900	3300	130 108 93 75 63 54	4000	180	91	20 15 10 5	手動	手動	水壓 自動			178	16	164
50	1000	3150	162 130 108 94 75 62	4440	200	106	20 15 10 5	手動	手動				203	13.7	168
60	900	3300	147 131 118 85 75 68	3530	180	91	20 15 10 5	電動	電動	水壓 自動			178	14.25	185
50	900	3300	147 131 118 85 75 68	3530	180	91	20 15 10 6	電動	電動	水壓 自動			178	14.25	189
50	900	3300	147 131 118 85 75 68	3530	180	91	20 15 10 5	電動	電動	電氣 自動	電動		178	14.25	197
60	900	3300	147 131 118 85 75 68	3530	180	91	20 15 10 5	T電動 R手動	電動	水壓 自動	水壓		178	14.25	234
50	900	3300	147 131 118 85 75 68	3530	180	91	20 15 10 5	T電動 R手動	電動	電氣 自動	電動		178	14.25	235
50	1800	3300	180 150 120 104 86 69	4700	500	315	16 (變壓器容 量に對して)	T電動 Rなし	手動	水壓 自動	水壓		203	14.5	268
60	900	3300	147 131 118 35 75 68	3530	180	91	20 15 10 5	T電動 R手動	電動	水壓 自動	水壓		178	14.25	303
60	1200	1 1000	50~200	6920	600	36.4	50	T電動 R電動	電動	電氣 自動	電動		203	21.45	313
60	900	1 1000	147 131 118 85 75 68	3530	180	27.3	20 15 10 5	T電動 R電動	電磁	電氣 自動	電動		178	14.25	318
60	1200	3300	156 139 125 90 80 72	4440	240	121	20 15 10 5	T電動 R電動	電動	水壓 自動	水壓		203	13.7	329
50	900	3300	147 131 118 85 75 68	3530	180	91	20 15 10 5	T電動 R電動	電動	水壓 自動	水壓		178	14.25	340
60	1200	3300	156 139 125 90 80 72	4440	240	121		電動	電動	電氣 自動	電動		203	13.7	392



第 5 表 (6) 爐容量 30 t

周波数 CY.	變 壓 器			リアクトル			操作方法				電極		爐 番
	容量 kVA	一 次 電 壓 V	二次電壓 V	容量 kVA	電流 A	リアクタンス %	タップ 切 換	遮斷器 開 閉	電極 昇降	爐體 傾動	直徑 mm	電流 密度 A/cm <sup>2</sup>	
50	1200	3300	156/139/125 90/ 80/ 72	4440	240	121	20 15 10 5	電動	電動	水壓 自動	205	10.8	173
60	800	3000	124/110/ 99 71/ 63/ 57	3720	160	89	20 15 10 5	電動	電動	水壓 自動	203	11.5	179
60	1200	1 0500	156/139/125 90/ 80/ 72	4440	240	38.1	20 15 10 5	電動	電動	水壓 自動	230	10.8	181
60	1000	1 0500	130/116/104 75/ 67/ 60	4440	200	31.7	20 15 10 5	電動	電動	水壓 自動	203	13.74	190~196 7 臺
50	1200	1 1000	156/139/125 90/ 80/ 72	4440	240	36.4	20 15 10 5	電動	電動	電氣 自動	203	13.7	198
50	1800	3300	180/150/120 104/ 86/ 69	6930	500	315	16	電動	手動	水壓 自動	254	13.65	202
60	1200	3300	156/139/125 90/ 80/ 72	4440	240	121	20 15 10 5	電動	電動	水壓 自動	203	13.7	203
60	1200	3300	156/139/125 90/ 80/ 72	4440	240	121	20 15 10 5	T 電動 R 電動	電動	水壓 自動	203	13.7	230
50	1200	3300	156/139/125 90/ 80/ 72	4440	240	121	20 15 10 5	T 電動 R 手動	電動	電氣 自動	203	13.7	231
50	1200	1 1000	156/139/125 90/ 80/ 72	4440	360	36.4	30 22.5 15 7.5	T 電動 R 電動	電磁	電氣 自動	203	13.7	238
50	1200	3300	156/139/125 90/ 80/ 72	4440	240	121	20 15 10 5	T 電動 R 電動	電磁	水壓 自動	230	10.8	240
60	1200	3300	156/139/125 90/ 80/ 72	4440	240	121	20 15 10 5	T 電動 R 電動	電磁	水壓 自動	203	13.7	241
60	1200	1 1000	156/139/125 90/ 80/ 72	4440	240	36.4	20 15 10 5	T 電動 R 電動	電磁	水壓 自動	203	13.7	248 249 247
60	1200	1 0500	156/139/125 90/ 80/ 72	4440	240	38	20 15 10 5	T 電動 R 電動	電動	水壓 自動	203	13.7	274 275 276
60	1200	1 0500	156/139/125 90/ 80/ 72	4440	240	38	20 15 10 5	T 電動 R 電動	電動	水壓 自動	203	13.7	284 285 286
60	1500									水壓 自動			115
60	1500	1 1000	138/105/ 80	6260						水壓 自動			116
60	1200	3000	180	3843						水壓 自動			117
60	900									水壓 自動	254		127
60	1200	1 0500	135/125/115 105/ 95/ 85 75/ 65/ 55	5130	174					水壓 自動			128
50	1200	3150	162/130/108 94/ 75/ 62	4280	240	127	20 15 10 5	電動	電動		229	10.4	135
50	1200	1 0500	162/130/108 94/ 75/ 63	4280	240	38.1	20 15 10 5	電動	電動		229	10.4	136
60	1500	1 0500	162/130/108 94/ 75/ 62	5350	300	47.6	20 15 10 5	電動	電動		254	11.4	137
60	1200	1 0500	162/130/108 94/ 75/ 62	4280	240	38.1	20 15 10 5	電動	電動		229	10.4	141
60	800	3000	124/ 99 72/ 57	3725	160	89	20 15 10 5	電動	電動		203	11.5	142
50	1200	3150	156/124 90/ 72	4440	240	127	20 15 10 5	電動	電動		229	10.8	161
60	1000	1 0500	130/108/ 93 75/ 63/ 54	4440	200	31.7	20 15 10 5	電動	電動	電氣 自動	203	13.7	154 153
50	1200	6300	162/130/108 94/ 75/ 62	4280	240	63.5	20 15 10 5	電動	電動	水壓 自動	203	13.2	165
60	800	3000	124/ 99 72/ 57	3725	160	89	20 15 10 5	手動	電動		203	11.5	166
50	1200	3300	162/130/108 94/ 75/ 62	4280	240	121	20 15 10 5	電動	電動	水壓 自動	203	13.2	169
60	1200	1 1000	156/139/125 90/ 80/ 72	4440	240	36.4	20 15 10 5	T 電動 R 電動	電磁	水壓 自動	203	13.7	287
50	1200	1 1000	156/139/125 90/ 80/ 72	4440	240	36.4	20 15 10 5	T 電動 R 電動	電磁	電氣 自動	203	13.7	294
50	1200	1 1000	156/139/125 90/ 80/ 72	4440	240	36.4	20 15 10 5	T 電動 R 電動	電磁	電氣 自動	203	13.7	301
50	1200	3000	156/139/125 90/ 80/ 72	4440	240	133.3	20 15 10 5	T 電動 R 電動	電磁	電氣 自動	229	10.82	302
60	1200	2200	156/139/125 90/ 80/ 72	4440	240	18.2	20 15 10 5	T 電動 R 電動	電磁	電氣 自動	229	10.82	314

60	1500	1 1000	162/144/130 93/ 83/ 75	5350	300	45.5	20 10	15 5	T電動 R電動	電磁	電氣 自動	電動	229	13	348
50	2000	1 1000	200~ 50	1 1550	1000		100~0		T電動 R電動	電磁	電氣 自動	電動	203 ~356		351
60	1500	3300	162/144/130 93/ 83/ 75	5350	300	151	20 10	15 5	T電動 R電動	電磁	電氣 自動	電動	229	13	359 358
60	1800	1 1000	168/149/134 97/ 86/ 77	6180	360	54.5	20 10	15 5	T電動 R電動	電磁	電氣 自動	電動	254	12.2	364
60	1500	3300	150/120/100 86.6/69.2/57.8	8660	300								254	17.1	389
60	1200	1 1000													394
60	1200	3300													405

第5表(7) 爐容量 6t

周波數 CY.	變 壓 器			リアクトル			操作方法				電極		爐 番		
	容量 kVA	一 次 電 壓 V	二次電壓 V	二次 電流 A	容量 kVA	電流 A	リアクタンス %	タップ 切 換	遮斷器 開 閉	電極 昇降 水壓 自動	爐體 傾動	直徑 mm		電流 密度 A/cm <sup>2</sup>	
60	1800													129	
50	2200	3150	190/162 110/ 88	6700	440	233	20 10	15 5	電動	電動		305	9.2	140	
60	2400	1 1000	180/140 104/ 80	7700	420	63.7	20 10	15 5	電動			254	15.3	146	
60	2200	1 1000	175/153/138 100/ 89/ 80	7340	440	66.7	20 10	15 5	電動	電動	水壓 自動	254	14.5	157	
50	2200	3300	176/156/140 101/ 90/ 81	7260	440	222	20 10	15 5	電動	電動	水壓 自動	305	9.94	175	
50	2200	3300	175/156/140 101/ 90/ 81	7260	440	222	20 10	15 5	電動	電動	水壓 自動	305	9.94	176	
60	1800	2200	168/149/134 97/ 86/ 77	6185	360	273	20 10	15 5	電動	電動	水壓 自動	254	12.2	184	
60	2700	2000	210/180/150 121/104/ 86	1 0390	600	450	22.0	16	電動	電動	水壓 自動	305	14.25	186	
50	2000	3300	168/149/134 97/ 86/ 77	6870	400	202	20 10	15 5	電動	電動	電氣 自動	電動	254	13.5	187
60	1800	3300	168/149/134 97/ 86/ 77	6130	360	182	20 10	15 5	電動	電動	電氣 自動	電動	254	12.18	210~207 4臺
60	1800	3300	175/156/140 101/ 90/ 81	6180	360	182	20 10	15 5	電動	電動	水壓 自動	水壓	254	12.18	214~213
50	2200	3300	175/156/140 101/ 90/ 81	7260	440	222	20 10	15 5	電動	電磁	水壓 自動	水壓	305	9.94	220 219
50	2100	2 2000	160/130/110 93/ 76/ 63	1 1020	500	55	23.8 11.9	17.8	手動	手動	水壓 自動	水壓	305	15.1	221
50	2200	3300	175/156/140 101/ 90/ 81	7260	440	222	20 10	15 5	電動	電磁	水壓 自動	水壓	305	9.94	224 223
50	2200	3300	175/156/140 101/ 90/ 81	7260	440	222	20 10	15 5	電動	電磁	水壓 自動	水壓	305	9.94	226 225
60	2200	1 1000	175/156/140 101/ 90/ 81	7260	440	66.6	20 10	15 5	T電動 R電動	電磁	電氣 自動	電動	254	14.3	229
60	2200	1 1000	173/154/138 100/ 89/ 80	7340	660	66.6	30 15	22.5 7.5	T電動 R電動	電磁	電氣 自動	電動	254	14.5	232
50	2200	1 1000	173/154/138 100/ 89/ 80	7340	660	66.6	30 15	22.5 7.5	T電動 R電動	電磁	電氣 自動	電動	254	14.5	237
50	1800	3150	168/149/134 97/ 86/ 77	6180	360	190.5	20 10	15 5	T電動 R電動	電磁	電氣 自動	電動	254	12.18	239
50	1800	1 1000	168/144/134 77/ 86/ 77	6180	360	54.5	20 10	15 5	T電動 R電動	電磁	電氣 自動	電動	254	12.18	246
60	2400	3300	182/162/145 105/ 93/ 83	7670	480	14.2	20 10	15 5	T電動 R電動	電動	水壓 自動	水壓	305	10.44	272 271
50	1800	1 1000	168/144/134 97/ 86/ 77	6180	360	54.5	20 10	15 5	T電動 R電動	電磁	電氣 自動	電動	254	12.2	310
50	3500	6300	180/160/146 120/104/ 92	1 1230	700	185	18.5 12	16 8	T電動 R電動	電磁	電氣 自動	電動	356	11.3	311
60	1800	2 2000	168/149/134 97/ 86/ 77	6180	360	27.3	20 10	15 5	電動 電動	電磁	電氣 自動	電動	254	12.18	315
50	1800	3300	168/149/124 97/286/ 77	6180	360	182	20 10	15 5	T電動 R電動	電動	水壓 自動	水壓	254	12.18	320
50	1800	1 1000	168/149/134 97/ 86/ 77	6180	360	54.5	20 10	15 5	T電動 R電動	電磁	電氣 自動	電動	254	12.18	324 323
60	1800	3300	168/149/134 97/ 86/ 77	6180	360	182	20 10	15 5	T電動 R電動	電動	水壓 自動	水壓	254	12.18	326
50	2200	1 1000	175/156/140 101/ 90/ 81	7260	440	66.6	20 10	15 5	T電動 R電動	電磁	電氣 自動	電動	254	14.3	338
50	2200	1 1000					440							404	

第 5 表 (8) 爐容量 10t

周波數 CY.	變 壓 器				リアクトル				操作方法				電極		爐 番
	容量 kVA	一 次 電 壓 V	二次電壓 V	二次電流 A	容量 kVA	電流 A	リアクタンス		タップ 切 換	遮斷器 開 閉	電極 昇降	爐體 傾動	直徑 mm	電流 密度 A/cm <sup>2</sup>	
							%	°							
60	3500	2 2000 1 1000	195/182/168 118/105/ 97	1 0360	700	53 106	20 10	15 5	電動 手動	閉	電動	傾動	305	14.2	152
60	3500	1 0500	194/172/155 112/ 99/ 89	1 0420	700	111	20 10	15 5	電動	電動	水壓 自動	水壓	305	14.3	177
60	3500	1 0500	194/172/155 112/ 99/ 89	1 0420	700	100	20 10	15 5	電動	電動	水壓 自動	水壓	305	14.3	178
60	3500	1 1000	194/172/155 112/ 99/ 89	1 0420	700	106	20 10	15 5	T 電動 R 電動	電磁	電氣 自動	電動	356	10.5	255 256 251
60	3500	2 2000	194/172/155 112/ 99/ 89	1 0420	560	53	15.3 8	12 4	T 電動 R 電動	電動	水壓 自動	水壓	305	14.3	277 278
50	3500	1 1000	194/172/155 112/ 99/ 89	I 0420	700	106	20 10	15 5	T 電動 R 電動	電磁	電氣 自動	電動	356	10.5	292
50	3500	1 1000	194/172/155 112/ 99/ 89	1 0420	700	106	20 16	15 5	T 電動 R 電動	電磁	電氣 自動	電動	356	14.5	293
60	3500	1 1000	180/160/140 120/110/100	1 1220	525	184	15	10	T 手動 R	電磁	水壓 自動	水壓	305	15.4	300
60	4000	1 1000	182/162/145 105/ 93/ 83	1 2680	800	121	20 10	15 5	T 電動 R 電動	電動	電氣 自動	電動	356	10.5	305-307 4 臺
60	3500	1 0500	194/172/155 112/ 99/ 89	1 0420	700	111	20 10	15 5	T 電動 R 電動	電動	電氣 自動	電動			308
60	3500	2 2000	210/187/168 121/108/ 97	9620	560	53	11 8	12 4	T 電動 R 電動	電動	水壓 自動	水壓	305	13.2	318 319
50	3500	1 1000	194/172/155 112/ 99/ 89	1 0420	700	106	20 10	15 5	T 電動 R 電動	電磁	電動 自動	電動	356	10.5	339
50	3500	1 1000	194/172/155 112/ 99/ 39	1 0420	700	106	20 10	15 5	T 電動 R 電動	電磁	電動 自動	電動	356	10.5	342
60	4000	1 1000	200/178/160 115/102/ 92	1 1550	800	121	20 10	15 5	T 電動 R 電動	電磁	電動 自動	電動	356	11.6	347
60	4000	1 1000	182/162/145 105/ 93/ 83	1 2680	800	121	20 10	15 5	T 電動 R 電動	電磁	電動 自動	電動	356	10.5	350
50	3500	1 1000	194/172/155 112/ 99/ 89	1 0420	700	106	20 10	15 5	T 電動 R 電動	電磁	電動 自動	電動	356	10.5	356
60	5000	2 1000	173/151/135 121/101/93.2 86.7/80.3	2 8680					電動	電磁	電氣 自動	電動	356	28.7	387 388

第 5 表 (9) 爐容量 15t

周波數 CY.	變 壓 器				リアクトル				操作方法				電極		爐 番
	容量 kVA	一 次 電 壓 V	二次電壓 V	二次電流 A	容量 kVA	電流 A	リアクタンス		タップ 切 換	遮斷器 開 閉	電極 昇降	爐體 傾動	直徑 mm	電流 密度 A/cm <sup>2</sup>	
							%	°							
50	5000	1 1000	210/187/168 121/108/ 97	1 3750	1500	151.5	30 15	22.5 7.5	T 電動 R 自動	電磁	電氣 自動	電動	406	10.6	236
50	5000	1 1000	1210/187/168 1210/108/ 97	1 3750	1000	151.5	20 10	15 5	T 電動 R 電動	電磁	電氣 自動	電動	406	10.6	289 290 291

第 5 表 (10) 爐容量 20t

周波數 CY.	變 壓 器				リアクトル				操作方法				電極		爐 番
	容量 kVA	一 次 電 壓 V	二次電壓 V	二次電流 A	容量 kVA	電流 A	リアクタンス		タップ 切 換	遮斷器 開 閉	電極 昇降	爐體 傾動	直徑 mm	電流 密度 A/cm <sup>2</sup>	
							%	°							
60	6000	1 1000	225/200/180 130/115/104	1 5400	960	182	16 8	12 4	T 電動 R 電動	電磁	電氣 自動	電動	406	15.4	243
50	6000	6300	217/193/173 125/111/100	2 0000	1000	317	16.7 8.3	12.5 4.2	T 電動 R 電動	電磁	電氣 自動	電動	406	15.47	280 281 282 279 4臺
50	6000														12 臺
60	4500	2 2000	210/187/168 121/108/ 97										406		4 臺
50	6000														1 臺

置に於て前方へ45°傾動した時最大であるから、この場合に對して、適當した傾動力を求めれば、他のすべての場合に對しても十分である。

第 57 圖に於て

$$\theta_1 = \tan^{-1} 16.9/268.6 = 3^\circ 35'$$

$$\theta = 45^\circ + 3^\circ 35' = 48^\circ 35'$$

となり  $\alpha_1$  と 0 との距離を  $x_1$  とすれば

$$x_1 = 1.69 / \sin \theta_1 = 270.4$$

従つて  $\alpha''_1$  の場合のモーメントの半径  $R$ (m) は

$$R = x_1 \sin \theta = 0.203$$

この場合のモーメント  $M$  kg·m は

$$M = WR = 18\,0734.4 \times 0.203 = 3\,6689.032$$

傾動速度を  $45^\circ/\text{mn}$  とし、これを毎秒回轉數を  $N$  で示せば

$$N = (45^\circ/60) \div 360^\circ = 1/480$$

従つて所要理論馬力  $P$ (HP) は

$$P = 2\pi MN = 2\pi \cdot 3\,6689.032 / (480 \cdot 75) = 6.41$$

傾動機構の機械効率 60% 安全率 4 とすれば、所要馬力は

$$6.41 \times 4 / 0.6 = 42.733 \text{HP} \approx 30 \text{kW}$$

即ち電動機の容量を 30kW と決定する。

## IV 總 括

製鋼用弧光爐の設計に關し、筆者が今迄に理論と實地經驗兩方面から検討して得た標準數値を述べ、その間改良を加へた項目を紹介した。かくして現在迄の設計製作に係る製鋼用弧光爐は、第5表 1~10 に示す如くである。これ等實際的數値が斯界に幾分たりとも貢獻する處あらば、筆者の欣快これに過ぐるものは無い。

終りに臨み本論文發表の自由を許されたる大同製鋼株式會社々長下出義雄氏に謝意を表し、尙研究に際し終始御鞭撻、御助言、或は御助力賜りたる、副社長川崎舍恒三博士、技師錦織清治博士、清水定吉博士、野田浩氏、楠正雄氏、加藤正治氏他従業員に對し厚く御禮申上ぐる次第なり。

# 製鋼用弧光爐の電氣的特性に就て

林 達 夫\*

## ELECTRICAL FEATURES OF THE ARC FURNACE FOR STEEL MANUFACTURE

Tatuo Hayasi

**SYNOPSIS:**—Efficiency of the arc furnace for steel manufacture depends remarkably on the electrical features. The author designed and manufactured a furnace which is considered best in efficiency for respective capacities and announced the electrical features with numerical figures and diagrams.

## I 緒 言

製鋼用弧光爐の諸特性中電氣的特性は最も基礎的な問題であるが、冶金的、機械的、熱的條件と密接に關聯し、爐の構成要素の物理的、化學的性質（例へば電極の酸化消耗度、耐火物の物理化學的性質等）に支配される事が多い。従つて電氣的特性のみを満足する如く爐を設計する事は出來ないが、電氣的特性を明かにし、他の條件と抵觸せぬ範圍内で最適條件に進める事が、實際設計上肝要である。電氣的特性の主なるものは、製鋼用弧光爐の心臓部とも謂ふべき電弧特性並にこれと製鋼との物理的、化學的關係である。この關係、條件を巧みに活用すると否とは、爐の性能上に大なる優劣を生ずる。従つて回路の電氣的特性は、高温度の大電流電弧を爐外より量的に調節乃至測定する上に於ても、鎔解に適當なる爐電壓その他の條件を選定する上

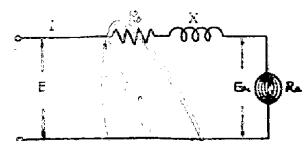
に於ても、亦大電流導體の經濟的設計的點からも、必要缺く可からざる問題である。筆者は製鋼用弧光爐を設計するに當り、電氣的特性の實際的數値を検討しつゝ、爐全般に就ての主要事項の一規準を作成した。その全般は既に報告した通りであるが、\*\* ここには、その内の電氣的特性の標準に就て實際的數値を報告する。

## II 製鋼用弧光爐の電氣的特性の諸關係

今電氣的特性を吟味する爲、製鋼用弧光爐回路を第1圖の如き等價回路に置換へて考へる。圖に於て

第 1 圖

製鋼用弧光爐の等價回路



$E$  · 電源電壓（二次無負荷電壓）

\* 朝鮮製鐵平南工場

\*\* 林達夫；前掲論說