

鐵 と 鋼 第十九年 第五號

昭和八年五月二十五日發行

論 說

30 瓩 電 氣 製 鋼 爐 に 就 い て

(日本鐵鋼協會 第 9 回講演大會講演)

神 谷 基 夫 *

第1節 緒言 今回吳海軍工廠製鋼部に据付けられたる30 瓩電氣製鋼爐は米國製にして爐體關係はアメリカンブリッヂ會社、電氣機器一切はウェスチングハウス社製なり、此の電氣爐は昨年5月より操業を開始したるも、吾國に於ては最も大型の爐なると同時に製造國たる米國に於ても大型なることは第1表に示すが如し、第1表は15 瓩以上の爐を有する會社名及能力、臺數、型式を示せるものなり。

第1表 米國に於ける15 瓩以上の爐を建設せる會社及其の容量、臺數

會 社 名	容量	臺數	型式	注文年月
National Malleable Casting Co.	15	2	Heroult	1921年以前
Standard Seamless Tube Co.	"	1	"	"
United Alloy Steel Corp.	"	2	"	"
Illinois Steel Co.	"	2	"	"
South Charleston U. S. Ordnance Dep.	40	2	"	"
Ford Motor Co.	15	2	"	1925—8
Donner Steel Co.	25	1	"	1926—2
Timken Steel & Tube Co.	"	2	"	1926—3
Carnegie Steel Co.	"	1	"	—
Illinois Steel Co.	"	1	"	—
"	"	2	"	—
Central Alloy Steel Co. p.	15	1	"	—
Timken Steel & Tube Co.	100	1	Heroult	1923—3
Central Alloy Steel Corp.	25	1	"	—
Ford Motor Co.	15	1	"	1928—12
"	"	3	"	1930—4
International Nickel Co.	25	1	Moove	—
Auto specialties Co., St. Joseph, Mich.	"	1	"	—

さて最近急速に大型電氣爐が實用せらるゝに至りたる原因の主なるものは次の如くなるべし。

1) 冷装を以て操業し得るに至りたること

從來大型電氣製鋼爐は熱装を以て操業するを立前とせる

も經濟的に思はしからず失敗せる形なりき、即ち電氣爐は後述する如く連續操業せざれば甚だ不利なるに熱装の場合は多くも4時間、操業が順調に行けば2時間半位にて一操業を終るが故に連續操業をなさんが爲めには電氣爐1基に就き鹽基性平爐2基或は夫れ以上を設備せざるべからずして設備費に多額を要し平爐1基とすれば電氣爐の方が熔解を待つことになり従つて操業費を増すことになる。

熱装に限られたる理由は冷装に於ては操業の初期電極自働調整器を用ゆるを得ず手動にて調整せざるべからず其の電力の不平衡甚しく實用し得ざりしによる。

然るに自働調整器の發達により冷装にても操業開始より直ちに使用し得るに至れり。

2) 大直径の黒鉛電極を製造し得るに至りたること

電極の径が小なれば數を多くすれば可なるも實際問題として電極の數を増せば増す程天井の強度弱くなり實用的ならず。

3) 變壓器二次側の配線方式が研究せられ急速の進歩をなしたること

研究の結果大型電氣爐を大成するに最も效果ありたる點は

(イ) 變壓器を成可く爐に接近せしめ二次側の線を短くせること

(ロ) 變壓器の二次側を△とし爐の近く迄(+) (—)を交互に配線せること

(ハ) 二次側の線を出來るだけ接近せしめたること

* 吳海軍工廠

第2節 變壓器設備の概要

1) 變壓器 米國ウェスチングハウス社製にして其の要目次の如し

第2表 變壓器 要目

1. 製造會社 米國ウェスチングハウス社
 2. 容 量 12,000 K. V. A
 3. 一次電壓 11,000 ヴォルト
 4. 二次電壓 245, 200, 141, 115 ヴォルトの四段に變化す
 5. 二次電流 23,000 アムペヤ
 6. 周波數 60 サイクル
 7. 接 續 $\Delta-\Delta$ 又は $\Delta-Y$
 8. 冷却法 水 冷
 9. 高 さ 4660 m
 10. 底部大さ 1,725×3,000 mm
 11. 重 量 約 40 t (油 10 t)
- 2) 變壓器二次側 其の要目次の如し

第3表 二次側電路要目

1. 銅 板 各相 9'5mm×200mm 銅板8枚
2. 可撓電線の種類 S.W.G #18, 37本線 19本撚り
3. " 本數 各相 28本
4. 可撓電線 1本の切斷面積 1,500,000 サークミラーミル
5. " 長さ 約 50m
6. 電流密度 132 アンペヤ cm^2

第3節 爐體構造の概要 爐體の構造は第1圖の如く其の要目は第4表の如し

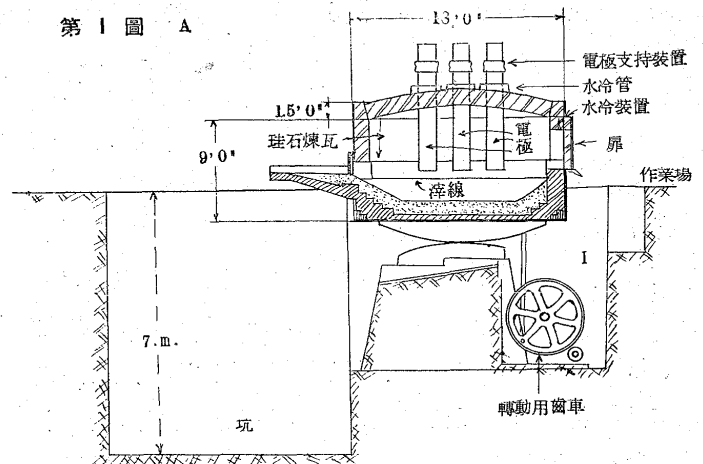
第4表 30 匁電気製鋼爐要目

1. 製造會社 米國アメリカン、ブリッジ會社
 2. 容 量 30 t (40 t迄オーバーチャージすることを得)
 3. 爐の性質 鹽基性
 4. 爐體の外徑 5'400m
 5. 爐體の高さ 4'500m
 6. 爐 壁 C-337m
 7. 電極の徑 0'450m
 8. 爐體の重量 約 100 噸
- 一、外殼 厚さ 25mm の鋼板を以て作られ直徑 5'400m 高さ 2'700mm なり、天井は任意に取換へ得べし。
- 一、煉瓦積 爐壁は滓線上4枚より以下はマグネサイト煉瓦にして其他及天井は全部珪石煉瓦なり、爐壁及天井共に煉瓦の厚さ 13½" 其の詳細は第1圖参照
- 一、爐床 マグネサイトクリンカーにコークタールを混合して先づ厚さ 50mm 幅 250mm 毎に空氣鏈を以て摺き固め其の上は此の層と直角の方向に同様の方法を以て摺き固めて築造せり。
- 一、電極 直徑 18" 長さ 5'~0" のもの3本ニップルを以て接續して使用し米國アチソン會社製なり。
- 因に最近日本カーボン社製の同種18"電極を併用し居るも其の成績は至つて良好にしてアチソン電極と比較して

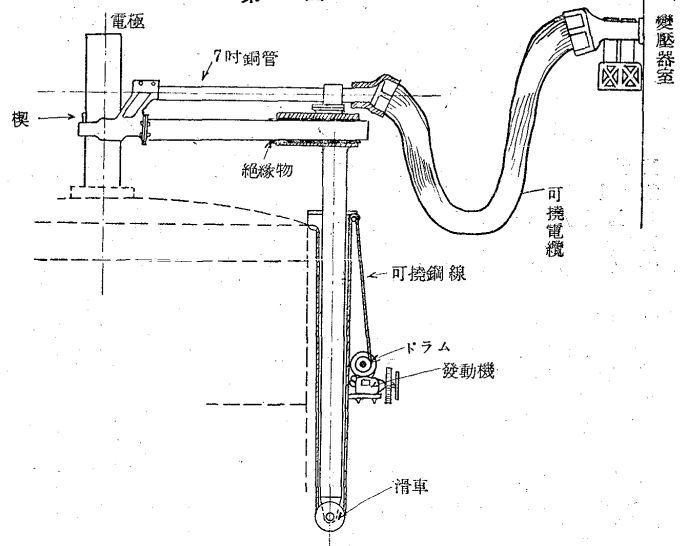
遜色なく其の進歩著しきものあり。是れは偏に同社石川等博士の多年の研鑽に因るものにして邦家の爲誠に慶賀に堪えず。

一、電極昇降装置 第1圖Bに示すが如く水平部と垂直部分とより成り1本のワイヤの一端が垂直部分に他端がドラムに固定せられ上昇せしむる場合には電動機によりてワイヤをドラムに捲き込み又降下せしむる場合は反對に電動機を廻轉し電極支持器の自重によつて降下せしむるウィンチ機構に依る。

第1圖 A



第1圖 B



電動機は 7.5HP にして自動調整器により作動す。

一、装入口 大小2個ありて熔解材料の装入は大なる方を用ひ差し物、滓成生材料の装入は兩者を以てす、其の扉の開閉は電動機に因る。

一、水冷 次記個所は水冷せられ、給水管は 1" 鐵管にして主給水管は 3½" 其の壓力は 60 lbs なり。

- 1) 二次導體 2) 電極把持器 3) 電極の入口天井の周圍 4) 装入口及扉

以上1) 2) 3) は直列せらる

一、爐體廻轉裝置 第1圖に示す如く爐體の下後方に取付け注出口側に 36° 装入口側に 15° の最大傾倒性を得せしむ 其の動力は 45 HP 電動機なり。

第4節 操業結果 30 吨爐の操業を初めて以來最も困難せる點は電極のニップルが折損することにして甚しき時は1回の操業に5回にも及べることあり。然れども装入方法・電力の負荷状態を變更して此の問題を解決し最近に於ては些の故障なし。

次に大體の操業結果を表示すれば第5表の如し

第 5 表

No	配 合						熔時 解 間	Boil- ing 時 間	滓 出 時 間	精 練 時 間	全時 操 業 間	全消 電 費 量
	Scrap	G ₁ Tur- ning	製罐 屑	石灰	螢 石	鐵 石						
1	PL7.5	7.5	15	500	240	20	3-0	1-0	30	2-35	7-5	26,000
2	G ₁	"	"	"	"	"	2-50	50	30	2-50	7-0	24,500
3	"	"	"	800	"	"	3-5	50	30	2-20	6-55	24,000
4	"	"	"	"	"	"	3-5	35	20	2-45	7-0	23,600
5	"	"	"	600	"	"	3-0	30	40	2-50	7-0	26,400
6	"	"	"	500	"	"	2-40	50	30	3-57	5-5	24,800
7	"	"	"	"	"	"	4-20	40	30	2-57	3-35	24,000
8	"	"	"	"	"	"	3-30	1-0	30	2-35	7-35	25,000
9	"	"	"	"	"	"	3-10	40	20	2-45	6-55	24,000
10	"	"	"	"	"	"	3-4	1-35	30	3-20	9-5	25,800
平均							3-14	51	29	2-43	7-18	24,810
米國ケムチン 25 吨爐												
							3-15	—	20	2-05	3-35	21,000

即ち熔解には3時間15分 ボイリング50分 滓出に30分 精練時間2時間なり、之れと比較する爲めに米國ケムチン會社 25 吨爐の平均成績を第5表下段に示せり、之れによればボイリングと精練時間長く従つて全體の操業時間も延長し電力消費量大なれども熔解時間は大體一致せり。

脱磷率 熔解材料の計算による磷の含有量と熔解時と滓出時の磷含有量の差を百分比にて表はしたるものを脱磷率として試験の結果を示せば第6表の如し。

第 6 表 脱 磷 率

No.	計算に よる 磷%	熔解時 磷%	熔解中 除磷%	脱磷率 %	滓出時 磷%	Boiling 中除磷%	脱磷率 %	全體の 脱磷率 %
1	0.25	0.18	0.07	28.0	0.17	0.01	4.0	32.0
2	"	0.20	0.05	20.0	0.14	0.06	24.0	44.0
3	"	0.17	0.08	33.0	0.10	0.07	28.0	60.0
4	"	0.14	0.11	44.0	0.07	0.07	28.0	63.0
5	"	0.11	0.14	56.0	0.09	0.02	8.0	64.0
6	"	0.15	0.10	40.0	0.07	0.08	32.0	72.0
7	"	0.10	0.15	60.0	0.10	0	0	60.0
8	"	0.12	0.13	52.0	0.17	+0.05	+20.0	32.0
9	"	0.11	0.14	56.0	0.08	0.05	20.0	76.0
平均	0.25	0.14	0.108	43.0	0.108	0.03	12.0	55.0

即ち之れによれば熔解進行中に 43% ボイリングの時期に 12% の脱磷率にして脱磷の大部分は熔解進行中に行はるゝものなることを知る。

脱硫率 滓出時の熔鋼の硫黄含有量と製品の硫黄含有量との差を脱硫せられたるものとし之れを滓出時の硫黄含有量に對する百分比を以て脱硫率とし試験せる一例を示せば第7表の如く約 65% なり。

第 7 表 30 吨電氣爐脱硫率

No	滓出時 S %	出來上り S %	脱硫 %	脱硫率 %	精練時間
1	0.36	0.13	0.23	64.0	1-40
2	0.42	0.16	0.26	62.0	1-40
3	0.40	0.09	0.31	78.0	2-15
4	0.36	0.12	0.24	66.5	1-55
5	0.40	0.18	0.22	55.0	1-10
6	0.43	0.19	0.24	56.0	1-30
7	0.38	0.19	0.19	50.0	1-40
8	0.44	0.13	0.31	70.5	2-35
9	0.49	0.16	0.33	67.5	1-30
10	0.49	0.13	0.34	72.5	2-25
平均	0.417	0.148	0.269	64.5	1-50

之れを見るに一般に精練時間長ければ脱硫率も高く熔解地金の硫黄含有量高き場合も亦脱硫率大なり、爐の溫度滓の状況により其の程度を異にするは勿論なり。

次に滓出時より如何なる程度に脱硫が進むかの一例及滓の成分を示せば次の如し。

第 8 表 滓出よりの時間と熔鋼硫黄含有量との關係

試料番號	時 間	熔鋼の硫黄含有量
1	滓 出 時	0.030%
2	滓出より 50 分	0.019%
3	" 1 時間 50 分	0.012%
4	" 2 時間 50 分	0.010%

滓の分析結果

No	SiO ₂	FeO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO
2	11.28	1.91	3.92	0	70.84	1.55	0.32
4	15.96	0.20	3.86	0	67.44	5.40	tr

脱酸 脱酸作業に就いては滓中に含有せらるゝ FeO の量を指針としつゝあり、滓出時の滓中 FeO の含有量が大なれば大なる程還元期に入りて操業の困難を増すを以て普通 10% 内外に 還元期の終りには滓中の FeO を 1% 以下にするを目標として操業しつゝあり。

今實際の結果を示せば第9表の如し。

第 9 表 滓中の FeO

No	滓出時	注出時	No	滓出時	注出時
1	13.25	29	6	10.80	50
2	11.47	36	7	12.96	29
3	7.99	94	8	9.35	60
4	9.14	29	9	11.23	79
5	9.36	22	10	9.36	29

ハーデー氏の方法即ち過剰の Al を以て熔鋼中の酸化鐵を脱酸し生じたる Al₂O₃ を秤量して酸化鐵の含有量を測定し脱酸程度を測定せる結果第2及第3圖の如し（依造兵大尉の實驗による）第2圖は電氣爐鋼の還元進行程度を示し此の結果を酸性平爐鋼と比較したるもの第3圖

なり、之れによれば可成脱酸せられ居ることゝ知る。
電力消費量 前述の如く熔鋼1瓩當り約 800 K. W. H.
なるが之を操業の各時期に区分すれば第 10 表の如し

9	17,900	4-35	2,260	1-5	6,400	2-35	26,500	7-10
10	17,800	3-0	1,000	40	3,600	1-30	22,400	5-40
平均	16,666		2,870		5,050		24,580	
瓩當り	555		96		168		819	
%	67.8		11.7		20.5			

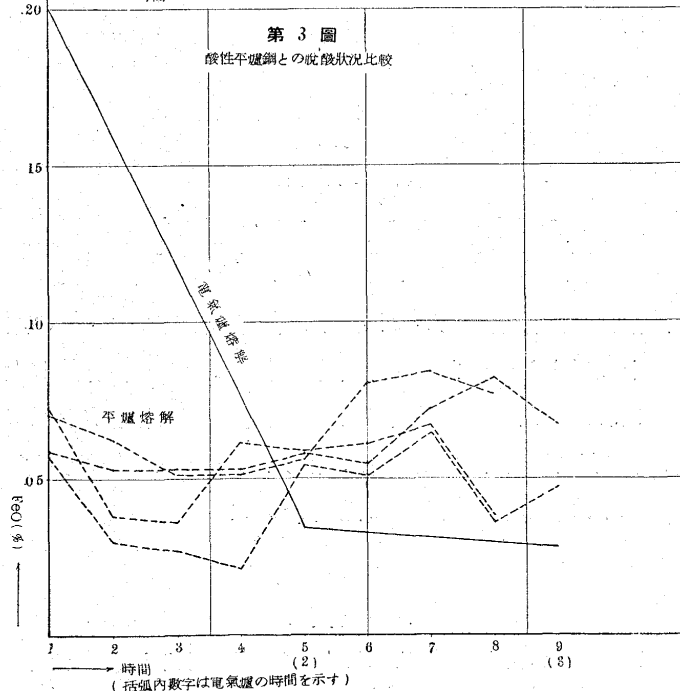
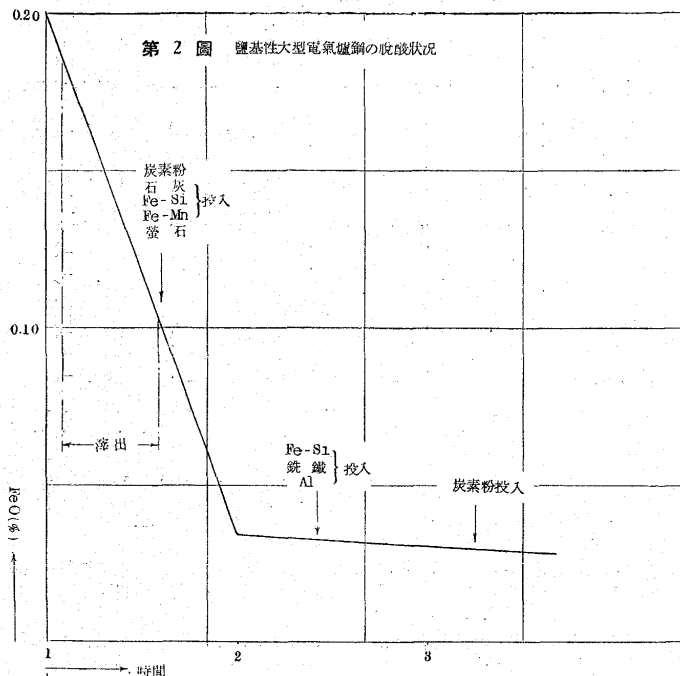
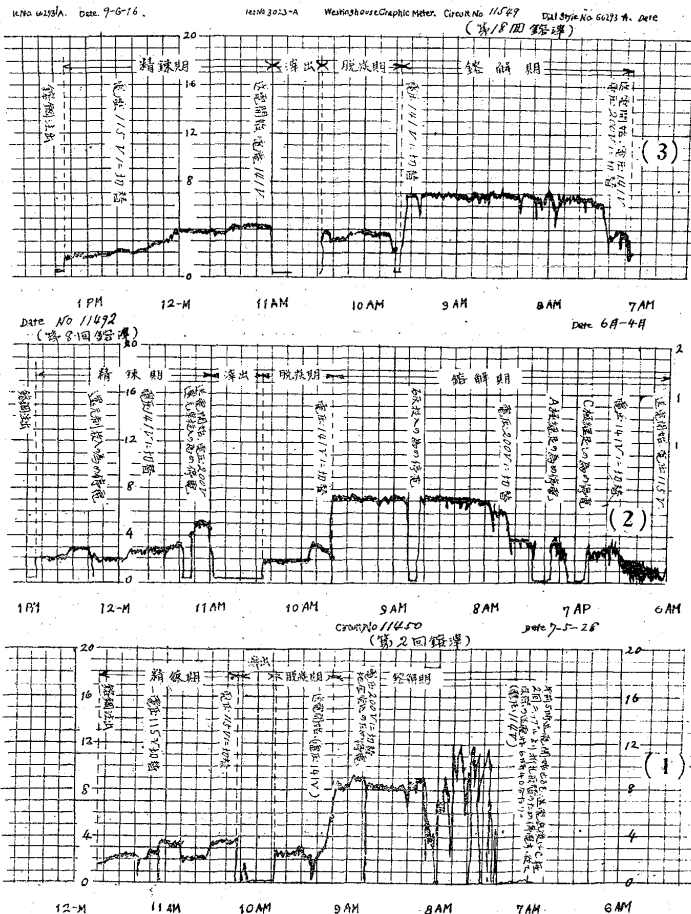
此の表に依れば全電力消費量の大半 67.8% は熔解する爲めに消費せらるゝことを知る、従つて冷装に於て電気爐の電力消費量を低下するには先づ此の熔解に要する電力消費量を節約することが最も必要なり。

さて冷装熔解に於て装入の時期、装入後熔解開始迄の時間等の差により瓩當り熔解に要する電力消費量を調査せるに第 11 表の結果を得たり。

第 11 表 熔解材料装入時期及送電時期の電力消費量に及ぼす影響

	K.W.H	K.W.H/T
(1) Tap 後直に Charge し 終了後送電の場合	14,000	490
(2) Tap 後直に Charge し 13 ^{hr} 位後送電の場合	15,500	545
(3) Tap 後 5 ^{hr} 位後に Charge し 8 ^{hr} 後送電の場合	17,400	610
(4) Tap 後直に Charge し 35 ^{hr} 位後に送電の場合	18,500	650
(5) Tap 後 20 ^{hr} (人が爐の中に入れる位) 後に Charge し 18 ^{hr} 後に送電の場合	20,700	725

第 4 圖 30 瓩電気爐電力負荷曲線



第 10 表 30 瓩電気爐電力分析表

No.	熔解		脱磷		精錬		全體	
	電力	時間	電力	時間	電力	時間	電力	時間
1	15,900	3-50	1,300	40	4,400	1-55	21,600	6-30
2	15,600	3-40	3,600	1-30	6,400	1-55	25,600	6-20
3	16,400	3-15	2,700	1-5	6,200	2-15	25,300	6-15
4	16,300	3-5	2,400	55	5,200	1-55	23,900	6-30
5	15,200	3-3	5,700	1-57	4,600	1-40	25,500	6-55
6	15,500	3-15	5,900	1-40	4,100	1-55	24,800	7-30
7	17,000	3-40	2,700	1-20	4,000	1-55	23,700	7-30
8	19,000	3-15	1,900	55	5,600	2-5	26,500	7-0

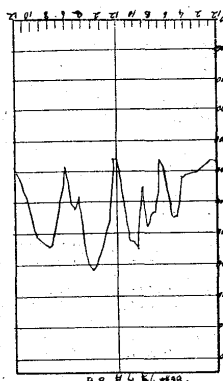
即ち注出後直に熔解材料を装入し直に操作を開始するが最も熔解に要する電力消費量小にして就當り 490 K. W. H. なるに對し爐を冷却し熔解材料を装入して操作せるものは 725 K. W. H. と云ふ電力消費量となる、之れ前回の操作後尙ほ有する豫熱を利用して得たる結果に他ならずして電氣爐に於て連續操作が如何に電力消費量を低下する上に必要なるを數字的に示すものなり。

次に電氣爐の負荷曲線を示せば第 4 圖 (3) の如し

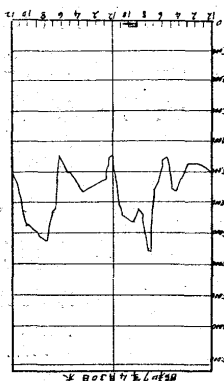
本圖 (1) は操作開始 2 回目 (2) は 8 回目 (3) は 18 回目の電力負荷曲線にして操作開始より目下操作の標準となる迄の経路を示すものなり、即ち材料の装入方法悪しく且つ初めより大なる電力を加ふれば電力不平衡甚しく (1) の熔解初期の状態となり發電所には非常に迷惑なる負荷なり、例令装入方法は悪しくとも最初は少しの電力を加へ適當の時期に至り漸次電力を増せば電力の不平衡は可なり緩和せられ第 4 圖 (2) の如くなる、装入方法に經驗を加へ電氣を通ずるに便なる如く装入すれば (3) に至るべし、電氣爐自體の負荷率

は本圖にて見る如く高率のものならず、然れども或る特殊のピークロードを有する發電所に對しては夫れを避けて操作すれば發電所全體の負荷率は増すものなり、第 5 圖は其の一例なり、即ち (1) は電氣爐を用ひざる場合 (2) は電氣爐を午前 7 時頃より 1 回操作せる場合 (3) は午前 5 時より連續電氣爐を 2 回操作せる場合の電氣會社の負荷曲線なり之れによりて明かなる如く電氣爐を使用せざりし時の負荷

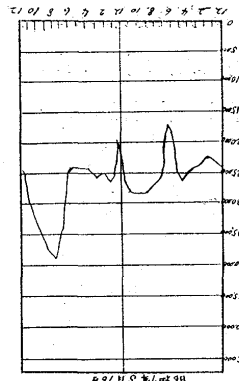
第 5 圖 1 (負荷曲線圖)



第 5 圖 2 (負荷曲線圖)



第 5 圖 3 (負荷曲線圖)



率は 69.1% にして電氣爐を用ひたる爲め 75% となり約 6% を増すことを得たり。(終)

或種ピストリングの張りに就て

藤 井 忠 二 *

DISTRIBUTION OF THE PRESSURE ON THE CYLINDER WALL OF THE CAST IRON PISTON RING.

By Chuji Fujii

SYNOPSIS:— In this paper, the effect of the chemical composition, the dimension of casting, the method of the finishing and annealing or not annealing on the distribution of the pressure of a cast iron piston ring on the containing cylinder has been discussed. The chemical compositions and the dimensions of casting are shown in Table 1. and Fig. 1.

From this cylindrical casting with oval cross-section, several closed rings were taken and also from the remainder which annealed at suitable temperature. These closed rings were all cut off at the portion of cord in Fig. 1 as proper length and stapped with pin and then finished (Fig. 2). The contact pressure was measured by the Riken's testing apparatus and further we performed tension, compression, bending, hardness and abrasion test. From these results, we can conclude that the distribution of the contact pressure exerted by these piston ring is better than that of some another cases and its mean intensity is in all cases nearly proportional to mechanical properties.

1 試験材の種別 試験材には配合を異にする 4 種の材料を撰び之等に A, B, C, 及 D の符號を附して區別した、其の配合性分を第 1 表に示す。

2 鑄込寸法及仕上寸法 鑄込寸法は第 1 圖の如く長徑

281 mm 短徑 276 mm 厚み 14 mm 高さ 350 mm の橢圓筒で總て乾燥型を用ひた、此の橢圓筒の上部から圖に示す如

* 横濱船渠株式會社