

抄 録 I.\*

目 次

3. 銑鐵及び合金鐵の製造

○低型電氣熔鑄爐による銑鐵の製造

**低型電氣熔鑄爐による銑鐵の製造** (Michael Kauchtschischwili: Stahl und Eisen, 13. Nov. 1941) 電氣的に鑛石より精煉する事、就中銑鐵の製造は近年盛になり、コークスに乏しく發電用水力の豊富な地方では一基で 15000 kVA にも達する電氣爐設備が建設された。最近の高爐に於けるコークス所要量は銑鐵 t 當り 750~1200 kg であるが、電氣爐では銑鐵 t 當り 2400~2700 kWh 必要とし、他に還元用及合金用として、330~350 kg の炭素を必要とする。コークス熔鑄爐の場合は銑鐵 t 當り 1700 m<sup>3</sup> の高爐ガスが得られるが、その發熱量は 155 0000 kcal であるに反し、電氣爐の場合は 700 m<sup>3</sup> のガスしか得られぬが 80% の CO を含み、その發熱量は 195 0000 kcal である。即ち電氣熔鑄爐に依れば、コークス熔鑄爐に比して 40 0000 kcal (銑鐵 t 當り) だけ餘分に利用價值のある有效熱量が得られる。この事は熱効率 90% の爐に於ける 70 kg の石炭節約に相當する。

經濟的電力料の問題を考へる時は、これ等の事を考慮に入れねばならぬ。例へば銑鐵 t 當り 10000 kg のコークスを必要とする熔鑄爐では、約 420 kg は還元及合金用コークスであり、580 kg が加熱用コークスで、後者が電氣エネルギーをもつて置換可能の分である。従つて「580 kg のコークス費」と「2600 kWh の電力費—70 kg のコークス費」とが匹敵する譯である。その他、下記の如き點を考へねばならぬ。即ち電氣爐の場合は大塊良質の冶金用コークス、或はガスコークスの代りに、質の悪い灰分の多い石炭、又は褐炭から製せられる小塊のコークスが使用出來、更に灰分の多い無煙炭も使用出來る。又高爐よりもガス中の CO 及 H<sub>2</sub> が多いので Fischer 法による液體燃料合成の原料として使用可能である。更に電氣銑は S の少いと云ふ長所がある。電氣爐では電極の費用と云ふ事を考へねばならぬが、高爐でも同様に送風機、熱風爐等の附屬設備の運轉費を考へねばならぬ。

電氣冶金法は先づスカンジナビヤの如きコークスに乏しく水力の豊富な所で問題になつたが、イタリー・南及南東歐洲・中南米等に就いても同様である。世界の銑鐵年産は約 15000 0000 t (此中約半分はロシアを含む歐洲で生産される)、従つて約 20000 0000 t のコークス用石炭がこれに消費される事を考へれば、電氣製鐵に依る石炭節約の重大性が分る。最近の電氣製鐵爐の利點に就いては R. Durren に依り詳細に述べられて居る。(1)

諸威及瑞典で最初に電氣製鐵に使用された爐は、Helfenstein 爐及び Grönwall 爐であるが、これ等の爐は木炭を使用する事が必要なので、普及が阻まれて居る。最近の低型熔鑄爐の發達は Christiania Spigerverk と G. Thysland 及 J. Hole(2) に負ふ所が多い。

電氣製鐵は近年自給自足主義のイタリーで大いに發達した。1937

\* 第 29 年第 2 號より繰越せるもの

4. 鋼及び鍊鐵の製造

○マグネトゴルスクの平爐に於けるスタハノフ的製鋼法

年に Siemens & Halske A-G. により著名な製鐵製鋼所に最初の大型の 12000 kVA 製鐵爐が建設され運轉を開始した。此爐は 1100 mm φ の Siemens-Plania の炭素電極を具へ、初めは 10000 kW の負荷で運轉され、日産 70~80 t の生産を行つた。又 30~35% 灰分の悪質な無煙炭が用ひられた。爐體は密閉され、ガスは吸収されて利用された。爐の電力は第 1 圖に示す如く最大負荷に於ても變動が少く、一樣である。これは又自動電極調節が完全に行はれて居る事を示して居る。爐體は圓形で動き易い電極が三角形に配置される。電極が動き難いと、負荷が落ちて、電極の燒滅りが増大するが、電極が動き易ければ、爐への入力が正確で高い負荷で作業出來る。それ故細い電極で高い負荷を與へる事が出來る。又爐の力率は作業電壓が高い程よくなり、此の 12000 kVA 爐で cosφ が 0.88~0.95 に迄達する。これは電源のより良き利用を意味する。

1940 年に運轉に入つた 12000 kVA の爐(第 2 圖)は、前の爐に比し爐體の中に入り込んだ電極把持器を有し、これが爲電極の長さが著しく短くなつた。又天井の上にも整備された電極支持器があつて 1~1.5 m の短い電極が使用され、更に大きな爐の完成が可能になつた。電極の支持は水壓接觸器と爐天井を貫通する筒の中の接觸材料とより成る。この爐では、從來の如き、電極の周圍からの装入と共に、爐の中央からも装入が行はれるから、爐内の空間が良く利用され、又装入物は還元ガスとの熱交換により 150°C 位迄熱せられる。

この爐の運轉結果を第 1 表に示す。この爐は 1940 年 9 月 13 日に加熱され始め、6 日後の 9 月 19 日に最初の湯を出し、爾後 12 月 28 日迄連続運轉された。この期間中或事情の爲、晝間は 9000~11000 kW の負荷、夜間は僅か 6000 kW の負荷で運轉された。

製造された銑鐵は 300 t の電氣加熱混銑爐を経て、一部はベツセマー轉爐で鋼にされ、一部は弧光爐で特殊鋼製造に用ひられた。

以上の結果はこの方法の技術的及經濟的検討に對する十分なる資料を與へて居る。

イタリヤに於ける運轉中又は建設中の爐は全部で 25 0000 kVA もあり、その中 Siemens 式のもの 18 5000 kVA で内 9 基は 15000 kVA である。イタリヤでは年中豊富には水力を得られないので僅か年に 250 日しか運轉されないが、上記の爐の製銑量は年に約 45 0000 t になり、イタリヤの銑鐵生産高を動かさず増加せしめる事になる。(K.T.)

第 1 表 12000 kVA 爐運轉結果

1. 動力消費量

(1) Stahl u. Eisen : 60 (1940), S. 877/82.

(2) Stahl u. Eisen: 45 (1925) S. 631/33; 57 (1937) S. 273/74;

58 (1938) S. 413/14; 59 (1939) S. 576/77

- 1940年9月13日のメーターの読み 20 2000 kWh  
 " 9月17日(加熱の終り) 40 2000 kWh  
 " 11月22日(最初の出湯後43日) 699 0000 kWh  
 電力消費量(加熱用を除く) 658 8000 kWh  
 鉄出湯量 2371 t  
 t 當り電力消費量 2780 kWh/t
2. 装入物  
 磁鐵礦(塊) 600 kg/t 鉄鐵  
 磁鐵礦(粉) 1300 " "  
 マンガン鐵(35% Mn) 40 " "  
 石灰石 280 " "  
 無煙炭 370 " "  
 ガスコークス 140 " "  
 2730 " "
3. 装入物の組成  
 磁鐵礦(塊) 49.8% Fe, 0.5% Mn, 14.3% SiO<sub>2</sub>, 1.4% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1.2% CaO, 13% MgO, P 及 S 痕跡.  
 磁鐵礦(粉) 55% Fe, 9.9% SiO<sub>2</sub>, 1.4% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1.4% CaO, 7.2% MgO,  
 石灰石 49.8% CaO, 3.1% MgO, 6.5% SiO<sub>2</sub>,  
 無煙炭 53.5% 固定炭素, 3.6% 揮發分, 5.7% 水分, 36.4% 灰分.  
 ガスコークス 約 80% 固定炭素, 約 10% 灰分.  
 無煙炭灰分 6.3% Fe<sub>2</sub>, 0.04% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 2.2% SO<sub>3</sub>, 57.4% SiO<sub>2</sub>, 26.1% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1.4% CaO, 2.7% MgO, 4.7% アルカリ分
4. 鉄鐵の成分 4.5% C, 1.4% Si, 0.85% Mn, 0.02% S.  
 5. スラッグの成分 4.7% SiO<sub>2</sub>, 5.3% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 21.96% CaO, 32.2% MgO, 1.5% FeO, 1.35% MnO, 0.44% S.

- c = 電極把持器  
 d = 装入ホッパー  
 e = 電極  
 f = 側方装入管  
 g = 廻轉装入装置  
 h = 中央装入管  
 i = 装入バンカー  
 k = 装入用起重機  
 l = 變壓器  
 m = バンカー  
 n = 装入用バケット  
 o = 捲揚装置

マグネトゴルスクの平爐に於けるスタハノフ的製鋼法

(エヌ, セリヴァーノフ及びアー, デメンツェフ「スターリ」誌 1939年7月 本文は、1938年、マグネトゴルスクの平爐工場で、40回の製鋼時間7h以内の熔解に関する經驗を述べたものである。此の平爐は、爐床面積 65.76 m<sup>2</sup> 深さ 0.76 m 爐容量 150 t (設計)(實際は 185 t) 装入は前装入に屑鐵と鐵鐵石、後装入に熔銑を 75~85% 使用した。燃料はコークス爐ガスと高爐ガスとの混和ガスで、更に炭化劑としてタールを添加した。送風に容量 1h 5 5 000 m<sup>3</sup> のシロツコ式通風機を使用した。煙突の高さは 71 m, 通風壓は 50~55 mm だった。

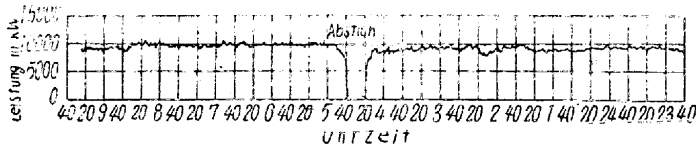
論文の内容は結局次の3點に歸する。(1) スタハノフ的製鋼に要せる時間、(2) スタハノフ的加熱方式 (3) スタハノフ的製鋼による製品の材質。

1) スタハノフ的製鋼に要せる時間は第1表の如し。

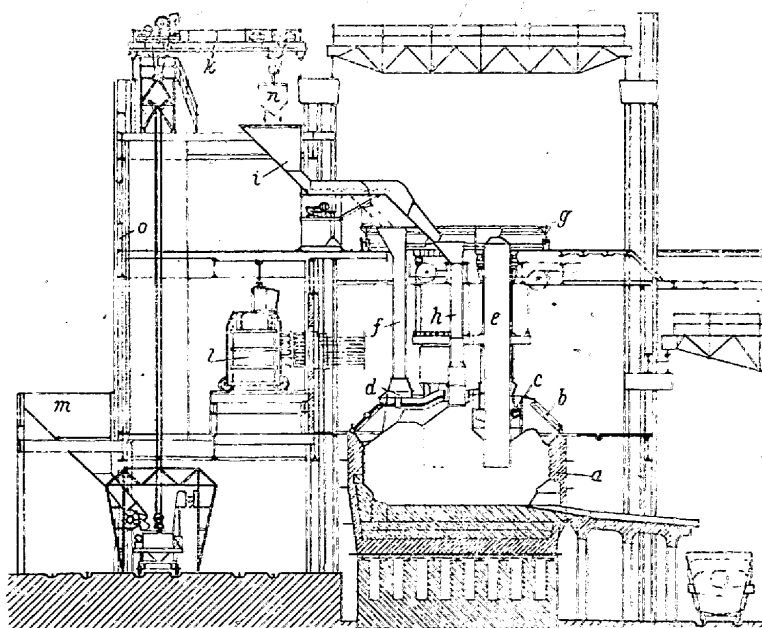
第1表 スタハノフ的製鋼と普通製鋼の時間比較

(I が スタハノフ法)

群番號	各群の製鋼回数	製鋼時間	製鋼各期の長さ (h mn)				
			出鋼及修理	装入	熔銑注	熔解	仕上げ
I	40	6-7	0-25	0-43	0-47	3-23	1-22
II	20	8-9	0-48	0-58	1-49	3-25	1-40
III	16.0	9-10	0-52	1 00	1-15	3-40	2-16
IV	100	10-11	0-52	1-10	2-10	3-55	2-40
V	40	11-12	1-00	1-08	1-22	5-00	3-15



第1圖 12000 kVA 電氣製鉄爐電力圖



第2圖 12000 kVA 電氣製鉄爐断面圖

a = 爐體

b = 爐蓋外環

修理及出鋼: 前後側壁の修理は仕上期及出鋼期にする。即ち脱酸劑を加へる 40~50mn 前又は鐵鐵石の最後の装入直後に修理を開始し、出鋼時は鋼滓面の低下と共に爐の下部を理する。その結果は(イ)修理時間の短縮から製鋼時間の短縮を齎らし、(ロ)修理材の焼付良好となり、(ハ)操業を休止して爐を修理する時間少い爲熱消費量減少し、(ニ)更に爐床の酸化され方少く壽命が長くなる。

装入: スタハノフ法に於ては 20mn~1 h-20mn 平均 43mn である。此の場合、装入速度は毎 mn 2~2.25t であるが、最大 4.7t/mn 迄は可能である。スタハノフ法の特長は、(イ)原料装入を線圖に依り規則的になすこと、(ロ)装入機の活動敏活なること、(ハ)熱供給量が装入期に於て大なること、等である。

關修理と熔銑注入: 20mn~1h-20mn 平均 47mn であるが35mn が一番良い。修理用バンカーがあるとよい。

熔解 2h~4h-30mn 平均 3h-23mn であるが之は 2h 3 5mn にすることが可能である。此の期の特色は(イ)鋼浴より發生する CO ガスを CO<sub>2</sub> にする爲に送風量を増加すること、(ロ)ガス炭化の爲のタール量を適當に補給すること、(ハ)變更弁を適當に調節すること等である。

仕上期: 1h-00mn~2h-00mn で平均 1h-22mn になつてゐる

が、1h-20mn にすることが出来る。此の期の特色は、一部では未だ沸騰してゐるが、金屬（カネ）が既に再加熱してゐる瞬間に鐵鑛石の装入が始められることである。

結局、製鋼時間は 185t 爐で次の時間迄行けると思ふ。即ち、出鋼修理期 15mn 固體装入期 25mn 閘修理と熔銑注入期 35mn 熔解期 2h-35mn 仕上期 1h-20mn 計 5h-10mn これば、通風が大きく、加熱能力が増加すれば更に短縮出来る。

### (2) スタハーノフ的加熱方式

先づ、1933 年から 1939 年に至る迄の同工場の製鋼各期に於ける加熱基準を  $10^6$  kcal/h 単位で表はした數字を第 2 表に挙げ、過去の経緯を示してゐる。1933 年から 6 年迄は装入期の最大限度が

第 2 表 製鋼各期に於ける基準加熱量  $10^6$  k-cal/h

年度	最小限度					最大限度				
	出鋼修理	装入	熔銑注入	熔解	仕上げ	出鋼修理	装入	熔銑注入	熔解	仕上げ
1933	—	—	—	—	—	8.7	24.0	15.0	15.0	5.6
1934	10.5	25.3	15.4	19.1	15.4	15.4	28.0	22.8	24.0	12.8
1935	10.5	25.3	13.0	15.4	13.0	13.0	27.7	17.8	17.0	15.4
1936	10.5	20.3	13.0	13.0	10.5	13.0	25.3	17.8	15.4	17.8
1937	10.5	22.8	17.8	15.4	13.0	15.4	30.2	25.3	22.8	20.3
1938	10.5	25.3	10.5	13.0	10.5	15.4	30.2	25.3	20.3	15.4
1939	15.4	27.7	20.3	20.3	15.4	20.3	32.0	27.7	27.7	20.3

減つてゐるが、以後増加してゐる。熔銑注入後の酸化熾烈時期以外は最大限度の加熱量がい。然らばスタハーノフ的加熱方式とは如何に、之が第 3 表、I 群に屬し、その燃料種類別消費基準量は第 4 表の通りである。第 4 表は、マグネトゴルスクの現行操業にドラフト良好の時推薦し得るものである。第 3 表を検討すると、次の

第 3 表 製鋼時間で分類せる各群の平均消費熱量  $10^6$  kcal/h

製鋼群	製鋼回数	製鋼時間	出鋼修理期	装入期	注入期	熔解期	仕上期
I	40	6-7	17.61	32.40	26.40	21.61	17.44
II	20	8-9	14.59	25.50	20.60	17.40	17.00
III	100	9-10	14.47	24.80	19.09	16.30	15.15
IV	40	11-12	18.17	38.62	31.03	23.71	19.40
V	100	種々あり 装入量 300 ~ 350	14.30	32.77	28.10	22.38	17.38

點に注意すればよいことが分る。(イ)装入期の加熱を充分にすること。(ロ)ドラフトを十分にすること。(ハ)遊休時間を少くすること。次に、タールでガスを炭化することは(イ)泡立を制御し、(ロ)光輝性を賦與するから望ましい。更にも當り消費熱量と生産能

第 4 表 第 3 表中第 I 群の燃料種類別基準消費量

項目	出鋼修理期	装入期	注入期	熔解期	仕上期
熱量 $10^6$ kcal/h	17~18	32~33	26~27	21~22	17~18
高爐ガス $10^3$ m <sup>3</sup> /h	6.0	5.4	6.0	6.0	6.0
コークス爐ガス $10^3$ m <sup>3</sup> /h	3.0	6.6	4.8	3.6	3.0
タール kg/h	0	0	30	150	100
送風量 $10^3$ m <sup>3</sup> /k	19~20	35~36	27~28	24~25	20~22

率との關係は、スタハーノフ的方法では燃料消費量少く生産良好なり。即ち、スタハーノフ方式では生産能率は、 $7.5 \sim 11.5$  t/m<sup>2</sup>/day に對し消費熱量は  $0.6 \sim 1.2 \times 10^6$  kcal/t であるが、普通法では  $4.0 \sim 8.5$  t/m<sup>2</sup>/day に對し、 $0.8 \sim 1.7 \times 10^6$  kcal/t である。

### (3) スタハーノフ製鋼による鋼質

キルド鋼 23 回、リムド鋼 17 回の熔製をしたが、鋼質試験に於ては普通法の場合と變りはなかつたと報じてゐる。(山口)