

# 富士製鋼所に於ける冷銑鑛石法に就て

(日本鐵鋼協會第 26 回講演大會講演 昭 16. 10)

穂坂 徳四郎\*

ON THE COLD-PIG-ORE PROCESS AT THE FUJI IRON WORKS

Tokusirō Hosaka

**SYNOPSIS:**—At the Fuji Iron Works of Japan Iron Mfg. Co., Ltd. (Nippon Seitetsu K. K. Fuji Seikōsyō), a steel making by means of the cold-pig-ore process (85~90% pig) has been practised as a normal working, with the fixed basic open hearth furnace since January 1941. The purport of the present process consists in preparing the suitable raw material and overflowing naturally the first superfluous slag by utilizing the expansion of slag during the melting period. According to the present process and the like informed so far, it is not only possible to reduce the slag quantity remained in the furnace and the total quantity of slag formed, but also to oxidise and eliminate most of impurities in the raw material before the melting down period. In this manner, the purpose of the reaction of preliminary purification was almost attained, and so the operation of steel making by the cold pig ore process facilitated the more.

## 目 次

- I. 緒 言
- II. 本鑛石法の要旨
- III. 設備概要
- IV. 原料及燃料
  1. 原料 2. 燃料
- V. 操業経過
  1. 原料の配合 2. 装入作業 3. 熔解作業
  4. 精錬作業 5. 爐體の損傷
- VI. 作業実績に對する考察
  1. 生産率と製鋼時間及び燃料 2. 製鋼歩留と鐵損失
  3. マンガン節約とその歩留 4. 石灰使用量と螢石の節減
  5. 床直時間とドロマイト使用量 6. 煉瓦類使用量
  7. 鋼の材質
- VII. 總 括

## I. 緒 言

聖戰遂行の途上にある我國の製鐵業は近年來著々として銑鋼一貫作業の擴充に向つて邁進しつつあると雖も未だこれが完備の域に達しない中に、米國は我國に對する經濟壓迫の強化手段として遂に屑鐵の輸出禁止を斷行した。

茲に於て我國の製鐵業は直ちにこれに即應しその對策を樹立することとなり、殊に從來外國屑鐵依存の製鋼作業を踏襲して來た我國既存の單純製鋼工場はその好むと好まざるとに拘らず時艱克服の爲必然冷銑鑛石法の製鋼作業に轉換せねばならなくなつた。

我社に於ては豫てかゝる場合に處する爲昨年初秋以來當所の固定式平爐を以て冷銑鑛石法の試験作業を実施し、其

の試験経過並に実績等に就ては既に累次に互りこれを公開報告した。

然し乍ら之等單純製鋼工場の固定式平爐に於ける冷銑鑛石法の作業は未だ実施の日淺く尙幾多研究改善の餘地があるものと思はれる。

當所は其後特に商工省當局の指令に基き本年1月以降自家發生屑鐵のみに依る 85~90% の冷銑鑛石法を全面的に平常作業として繼續實施中につき、茲にその操業経過並に作業実績等を發表して大方の參考に供すると共にこれが批判叱正を乞はんとするものである。

## II. 本鑛石法の要旨

抑々銑鋼一貫工場に於ける熔銑鑛石法が今日の如き發達を遂げた所以はこれ勿論先輩擔當者諸氏の研鑽努力の賜であるが、その主なる要因は豫備製鍊爐乃至は傾注式平爐の機構を任意に活用し得るが故に外ならないのである。

然るに單純製鋼工場の固定式平爐は元來屑鐵法を對照として設立されてゐる關係上鑛石法を実施せんとする場合に於てかくの如き方法を任意に行ひ難いと云ふ事が從來その技術的困難を豫想せしめてゐた點と思はれる。即ち固定式平爐に依る冷銑鑛石法は先輩諸氏に依つて往時既に幾度か經驗されたところではあるが、銑鐵配合率の増加と共に熔解期に於ける鋼滓の膨脹は熾烈となりその抑壓は相當困難であつて鋼滓の生成量は必然増加し爐體は損傷され易く爐床の侵蝕も亦甚だしいものとされてゐた。而も熱傳導率の不良な鋼滓膜は益々厚くなり熱効率低下し精錬作業上に

\* 日鐵富士製鋼所

も亦困難が加重されるのは當然の事である。

併し乍ら固定式平爐のみに依つて恰も豫備製鍊爐と平爐との合併法のやうな方法を試みようとするのも、又能率的並に經濟的に損失の多大なる事は免れ難い。

これに對し昨年8月末我社の本店に於て當所の平爐に依る冷銑鑛石法試験作業の件が決定されると、當所は豫て屑鐵法の場合に於ても熔解期に若干の一次鋼滓を排出した事と、嘗て筆者が昭和8年12月に特殊の目的を以て100%冷銑鑛石法を試みた當時の經驗とに基き、原料の熔解期に於ける鋼滓の膨脹に對してはその反應力を逆用すれば相當大量の鋼滓を緩慢ながら爐外へ自然に溢出せしめ得る事を略々確認してゐたので、これを主眼として供試原料の成分と過去の作業狀況等を參照し60%銑より100%銑迄の原料配合量の算定をなし且排出鋼滓の處理方法を講じ、これに對する上司の指導と關係者の協力とに依つて既報の如き試験結果を得たのである。

而して其後本年初頭からの製鋼法も概ね試験後期の作業要領に準ずるものであつて、即ち本冷銑鑛石法の要旨は、銑鐵配合率の増加に伴ひ酸化劑並に媒熔劑の配合量を適當にすれば、装入原料の熔解期に於ける鋼滓の膨脹現象は略々銑鐵配合率の増加に應ずるから、この反應力を逆用して鑛石法の爲必然的に過剰に生成される一次鋼滓を自然に爐外へ溢出せしめるにある。故にその流出量は略々銑鐵の配合率に比例する事となり精鍊期に於ける爐内の残留鋼滓量は自律的に適當に調節され、膨脹抑壓の困難と過剰鋼滓抑留の不利を省き得るのみならず不純物に富む一次鋼滓を多量に排除する爲鋼滓の全生成量をも減少され而も未だ低温なる時期の初期鋼滓を排出するから作業上及び熱經濟的にも有利となり、又一方配合の適正に依り原料中の不純物も熔解期間中にその大部分が酸化除去されるのである。

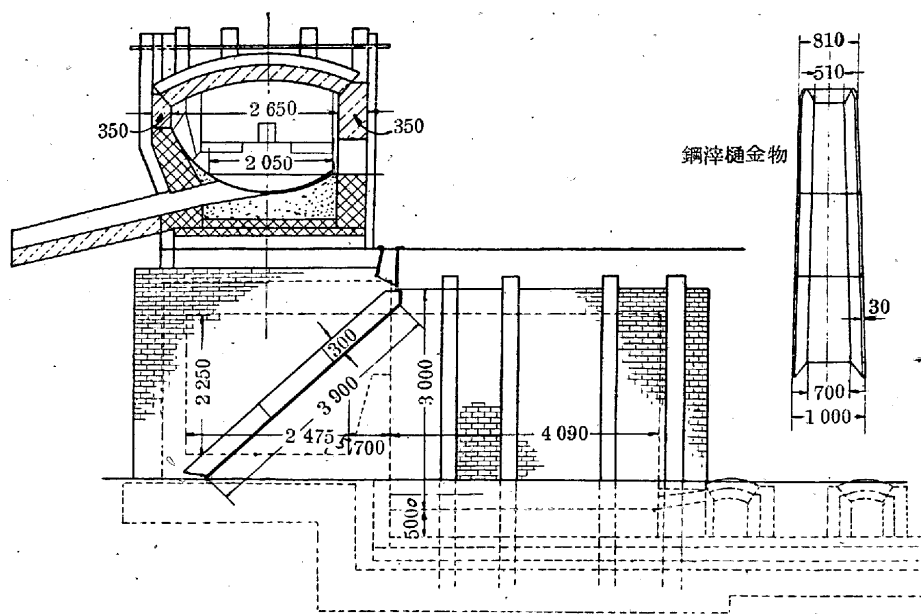
かくて熔落時に於ては既に鋼滓量は減じ豫備製鍊の目的は遂げられ其後に於ける精鍊作業は容易となり、單獨の固定式平爐に於ても比較的困難なく冷銑鑛石法の製鋼作業を遂行し得るのである。

### III. 設備概要

當所の平爐は鹽基性15噸富士式\*でその構造主要寸法は既報の如く爐容小さく爐壁薄く水冷裝置部分なく蓄熱室も亦狹隘である。殊に原料は今猶手装入の方法に依るやうな有様で噴出口部分の構造を除いては實に非能率的な古典的設備の平爐である。

鋼滓排出の設備は從來の屑鐵法當時より中央裝入口前の作業床に300×400mmの穴を有する鑄鐵製枠を嵌込み爐内から溢出した鋼滓をそこから爐床下へ流下して鋼滓の處理を行つてゐたのを更にこれに三段繼の鑄鐵製樋(上段は鑄鋼)を取付け排出鋼滓を造塊側鋼滓溜の方へ放流しその大量處理に便利な如き方法を講じたのである。第1圖はその鋼滓排出設備を施した平爐と樋金物の略圖である。

尙この鋼滓排出樋に就ては嘗て數年前に鋼板製耐火煉瓦内張りのもので試験した事があるが鋼滓の流れ悪くその膠着したものを取除く場合等に内張煉瓦が剝脱し易いので間もなくこれを廢止した。又裏壁にもこれを設けて試みたが鋼滓の排出狀況及び作業上の便利等の諸點に於て到底裝入口からの場合には及ばなかつた。



第1圖 鋼滓樋設置平爐の略圖

附屬のガス發生爐はこれ又何等の機械的機構を有たない能力8噸の舊型ドーソン式で近來の如く炭質低下し灰分多く粉炭も亦多量に混入したもので操業するには甚だ不適當な設備である。

\* 鐵と鋼 17 (昭6) 9月 富山英太郎

IV. 原料及び燃料

1. 原料

銑鐵は昨秋の試験期には特に八幡銑を用ひたが其後の實作業に際しては特別の試験材料は別として専ら輪西銑を使用し其他若干の古鑄型、ロール屑及び所内雜鑄物屑等を配合し、屑鐵は自家發生の循環屑鋼及び所内發生の雜屑のみを充てた。酸化劑はジヨホール乃至ヅングンの鐵鑛石及び當所のミルスケール等比較的良質のもののみを使用した。其の大部分は粉鑛である。石灰石は主に秩父産で苦灰石は葛生産のものを使用する。生石灰及びドロマイトは之等を自家焙焼したものである。

其の諸原材料類の成分は概ね第1表の如くである。

2. 燃料

發生爐用石炭は従前には概ね撫順炭4割筑豊炭及び北海

道炭各3割程度を使用し當時はCO28%、發熱量1,450 kcal/m<sup>3</sup>内外(タールの發熱量を含まず)のガスを發生し得たが、其後石炭配給の窮迫化に伴ひ逐次筑豊炭及び北海道炭増加し其他若干の北樺太炭又は撫順炭等が入荷する事となり、而もその需給調節は必ずしも圓滑ではなく各炭種の性狀に應じこれを配合して使用すると云ふやうな事は殆ど期待する事ができず、而も炭質は低下し殊に粉炭の混入度も著し

第2表 石炭平均分析表

炭種	水分 %	灰分 %	揮發分 %	固定炭素 %	全硫黃 %	發熱量 kcal/kg
平山中塊炭	2.70	14.91	4.67	40.72	0.777	6,783
豐國 "	2.79	18.11	38.86	40.21	0.640	6,493
赤池 "	3.03	18.58	37.63	40.75	0.511	6,245
明治 "	3.06	21.04	39.62	36.28	0.456	6,102
太平洋 "	6.49	17.03	42.28	34.19	0.571	5,863
幌内中塊及塊炭	4.46	10.52	46.38	38.64	0.143	6,676
美唄 "	3.79	15.69	41.29	39.15	0.296	6,419
撫順 "	5.84	12.49	41.70	39.97	0.331	6,377
砂川特塊	1.86	16.43	42.23	40.08	0.254	6,720

第1表 原料成分表(%)

品名	產地	濕分	Fe	SiO <sub>2</sub>	C	Si	Mn	P	S	Cu
型銑	輪西製鐵所	—	—	—	3.5~4.3	0.8~2.3	0.7~2.0	0.20~0.57	0.03~0.08	0.06~0.14
鐵鑛石	ジヨホール	10.91	55.12	7.88	—	—	0.07	0.210	0.011	0.062
"	ヅングン	8.29	60.24	3.21	—	—	0.09	0.200	0.008	tr.
スケール	當所	—	73.29	1.62	—	—	0.49	0.047	0.056	0.063
		CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	灼熱減量				
石灰石	埼玉縣秩父	53.59	1.57	0.87	0.98	42.91				
苦灰石	栃木縣葛生	35.41	18.08	0.58	0.38	45.49				

第3表 石炭使用割合並に平均ガス成分

種別	試験當時の平均	昭和6年									
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	
發生爐石炭使用割合(%)	平山中塊炭	13.1	—	20.4	29.3	62.6	55.4	41.2	19.2	17.6	—
	豐國地	3.0	—	—	16.0	—	—	—	—	—	—
	赤明地	4.2	18.4	17.1	17.5	—	0.4	—	10.3	9.9	20.6
	幌内	7.0	20.6	—	—	—	—	—	—	—	—
	美唄	11.7	11.3	23.2	—	17.3	10.1	—	10.2	—	18.6
	砂川	11.7	12.9	34.0	36.0	9.3	17.8	23.4	20.0	60.5	3.6
	撫順	6.2	4.3	—	—	—	—	—	—	—	2.5
	太平洋及其他	33.2	32.5	5.3	1.2	10.8	4.9	16.0	5.1	8.9	1.5
	計	9.9	—	—	—	—	—	1.7	5.1	—	15.7
	計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	88.6	82.3	69.9	96.9	52.5
合 計	幌内中塊又は切込炭	—	—	—	—	—	—	6.3	14.3	3.1	4.2
	美唄	—	—	—	—	—	—	—	9.2	—	13.5
	撫順	—	—	—	—	—	11.4	11.4	2.5	—	12.4
	砂川及其他	—	—	—	—	—	—	—	4.1	—	7.4
	計	—	—	—	—	—	11.4	17.7	30.1	3.1	37.5
合 計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
ガス成分(%)	CO <sub>2</sub>	4.8	4.6	4.9	5.3	4.2	4.6	4.8	5.2	4.7	5.4
	O <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	CO	23.3	22.9	22.7	22.3	23.1	22.6	21.7	21.2	20.6	20.3
	H <sub>2</sub>	9.1	8.3	9.4	8.0	10.2	9.9	10.5	10.3	10.6	11.0
	CH <sub>4</sub>	3.7	2.4	3.0	2.6	2.8	2.6	2.5	2.8	2.6	2.1
	N <sub>2</sub>	59.1	61.8	60.0	61.8	59.7	60.3	60.5	60.5	61.5	61.2
kcal/kg	1,263	1,120	1,192	1,114	1,201	1,168	1,148	1,144	1,125	1,084	

く増加し普通 20~30% 位から甚だしきは 10.5mm 目の堅篩を通るものが 50% 内外に及ぶもの等あつて當所の如き發生爐ではガス化作業は殊に困難を極め、現在は擔當工員を倍加して作業せしめてゐるが CO 20~24% 内外發熱量は漸く 1,000~1,300 kcal/m<sup>3</sup> 程度のガスを得るに止つてゐる。殊に塊炭乃至切込炭或は下級炭を多量に配合せねばならぬやうな場合は平爐製鋼作業の維持さへも殆ど不可能に類する事も稀ではない。特に本年 7 月中旬以降は燃料の需給逼迫の爲甚だしく不利な條件の下に作業してゐる。従つて製鋼能率も必然的に相當低下し適當石炭消費量も亦増加する結果となつたのである。

第 2 表に最近の石炭の平均分析及び第 3 表にその使用割合並に發生ガスの平均成分を示す。但表中の石炭使用割合はその月の總平均で毎日の石炭配合割合は不同である。尙ガスの成分は各發生爐毎に設置したタンクに依り平均試料を採取して分結した結果である。

### V. 操 業 經 過

#### 1. 原料の配合

銑鐵配合割合の變化に應じて酸化劑及び媒熔劑の配合量を加減し熔落成分の適正を計ると共に鋼滓成分の平衡を期する事は當然の要件ではあるが、扱てそれを諸因子の様々な影響を受ける平爐の實際作業に即應し得る普遍的算定法を求める事は殆ど不可能に近い難事である。併し乍ら銑鐵配合率の増減に對して只概念的な感のみに據つて直ちにこれを加減する事も亦相當の經驗と熟練を積んだ後でも猶その適確な配合は至難である。

これに對し筆者は當所從來の爐況並に酸化力等を參酌して原料類に附着せる酸化鐵と二次空氣に依る酸化鐵の生成量とは鋼滓中に入るべき酸化鐵の量と略々相殺し得るものと見做しその計算を簡略にして、原料成分の酸化に要する鐵鑛石量は原子量に依りこれを第 4 表の如く算定し、これに基き次に例示せる如き原料成分と熔落豫定成分の場合に

於ける各銑鐵配合率に對する鐵鑛石配合量を第 5 表の如き概算法に依り算定する事とし、これを以て作業上一つの目安としたのである。

第 4 表 原料成分の酸化に要する鐵鑛石量

酸 化 式	元素に對する酸素の比	元素 1% 當り鐵鑛石所要量	備 考
$C+O=CO$	1:1.33	4.92	鐵鑛石の $Fe_2O_3$ 約 90%
$Si+O_2=SiO_2$	1:1.14	4.22	(O 約 27%, Fe 約 63%)
$Mn+O=MnO$	1:0.29	1.07	と假定す
$P_4+5O_2=2P_2O_5$	1:1.29	4.77	

〔例〕 原料成分と熔落成分の例

	C %	Si %	Mn %	P %
銑 鐵 成 分	4.00	1.30	1.20	0.33
屑 鐵 成 分	0.20	0.10	0.40	0.03
熔 落 豫 定 成 分	1.00	tr.	0.20	0.02

尙精鍊用の鐵鑛石所要量も熔落及び仕上熔鋼の豫定炭素量を夫々 1.0% 及び 0.15% とすれば如上概算法に依り主原料装入適當り凡そ 4% 程度を豫定し得るのである。

而してこれを當所現在迄の作業經過に徴するに爐況乃至は燃料關係に因り作業上特に著しい影響を被つた場合は論外として概ね本概算の程度を以て順當な作業を遂行し得たのである。

又石灰分の配合量に就ては當初銑鐵の珪素から生ずる  $SiO_2$  並に鐵鑛石其他の装入物に含有又は附着せるもの及び爐體の熔損により鋼滓中に入るべき  $SiO_2$  の總量に對し約 2 倍強の  $CaO$  分を配合する事を目標として作業したがこの點に就ては試験作業當時の報告書にも述べた如く石灰分の過剰を來し寧ろ爐床は上り勝となり作業上の困難を伴つた。これ即ち後にも詳述する如く熔解中の排出鋼滓の成分が  $SiO_2:CaO$  約 1.3 倍内外と云ふやうな極度の弱鹽基である事が主因で、石灰分の配合量に就ては計算上から相當削減し得るものである。而も銑鐵配合率の累進に應じて一次鋼滓の排出量も略それに比例して増加する事實に鑑みても本鑛石法に依れば實際作業上に要する適當り石灰量は當所現在迄の所に於ては屑鐵法の場合と格別の大差の無い程度で作業上差支無い事が實證されたのである。但原料銑

第 5 表 鐵 鑛 石 配 合 量 概 算 表

項 目	70 %				80 %				90 %			
	C	Si	Mn	P	C	Si	Mn	P	C	Si	Mn	P
平均配合成分	2.86	0.94	0.96	0.24	3.24	1.06	1.04	0.27	3.62	1.18	1.12	0.30
熔落迄の酸化豫定量	1.86	0.94	0.76	0.22	2.24	1.06	0.84	0.25	2.62	1.18	0.92	0.28
各原素に對する所要鐵鑛石	9.15	3.97	0.81	1.05	11.02	4.47	0.90	1.19	12.89	4.98	0.98	1.34
装入主原料對鐵鑛石計%	14.98				17.58				20.19			

鐵或は鐵鑛石等の品位が低下せる場合には又それに應じて或る程度石灰分の補給を要するのは當然の事である。

2. 装 入 作 業

装入作業は原料の形状一定のもの多くその取扱も容易で嵩張らない爲屑鐵法の場合に比し所要時間が短縮する事は當然であるが、装入途中に於て幾分これを待合せて下積の原料を直接火焰に依つて豫熱する方が少々好結果を得られるやうであるから現在尙かやうな方法に依り作業中である。

装入の順序又は方法等に就ては先づ屑鐵及び酸化劑を装入して爐床保護の役目を爲さしめ石灰は成るべく鋼滓線附近に多い目に投入し、銑鐵は最終装入の分を多くする程度で作業中にして、其他普通常識的な種々の装入方法の試みに對しては結果的に格別の相違を認めるには至つてゐない。現在の 86.5% 銑の配合及び装入順序は第 6 表のやうな要領で実施中である。

第 6 表 原料配合量と装入順序

配合豫定 kg		装入順序 kg			
前 装 入	銑	13,600	屑 鐵	2,100	
	屑	2,100	スケール又は鐵鑛石	2,000	
	スケール又は鐵鑛石	3,500	石 灰 石	500(300)	
	石 灰 石	1,000(600)	(又は生石灰)	銑 鐵	5,000
	(又は生石灰)		鐵 鑛 石	1,500	
	前置石灰石	300	(装 入 待)	(約 30 分)	
	一次鋼滓排出直 後の加入生石灰	150	石 灰 石	500(300)	
	精 鐵 鑛 石	400	(又は生石灰)	銑 鐵	8,600
	マンガン鑛	0~50	前置石灰石	300	
	用 生 石 灰	150			

只茲に試験作業當時と聊か相違してゐる點は前装入の石灰分を殊更に極減し一次鋼滓の排出終了後に於て生石灰を追加した事であるが、この事たるや溶解期の鋼滓成分は SiO<sub>2</sub> 對し CaO の少い甚だしく弱鹽基性のものであるに拘らず MgO は格別の増加を認めない事は、即ち溶解過程中の或る一定期間は例へ CaO が不十分でも爐床の侵蝕はさ程懼れるに足りない事實に着目し、前装入石灰量を減ずる事に依つて可及的珪酸分に富む一次鋼滓を排出し爐床侵蝕の憂ある頃に及んで石灰分を補給し、かくて更に鋼滓生成量の減少を計ると共に熔落前に於て鋼滓成分の調整を爲し併せてマンガン節約強行上の一手段としてかやうな方法を企圖した次第である。

尙銑鐵配合率の増加に應じ溶解期の熾烈な反應に備へて主原料配合量の遞減を要する事は當然である。

3. 溶 解 作 業

冷銑鑛石法が屑鐵法の場合より溶解時間の延長を來すのは已むを得ない事であつて、銑鐵の増加に伴ふ不純物の酸化生成熱に對し酸化劑はその大部分が分解吸熱反應を爲すから、平爐に於ける熱効率を考慮すれば熱量消費の増加を伴ひ製鋼時間が延長すべきは容易に首肯される事である。又生石灰の代りに石灰石を装入すればその所要分解熱量に相當して製鋼時間が若干延引する事も一應當然視すべきである。而して如上の關係が製鋼時間に及ぼす影響に付これが算定を試みたが平爐の各作業階梯に於ける熱効率を詳かにする事が容易でなかつた爲遂に至當と推定される數値を求め得るには至らなかつた。

當所の實際作業に於ける溶解時間は屑鐵法の場合より、1~1.5h 延長し概ね 4~4.5h を要したが若し燃料關係が悪化した時又は爐況が不調子に陥つた時等は 5h 以上にも及ぶ場合がある。溶解作業中に於ける狀況は略々これを 3 階梯に區別し得るのである。即ち

- (1) 装入終局後主として材料が加熱されつゝある期間が約 1.5~2h 内外
- (2) 次第に原料が溶解してその反應に依り爐内に沸騰が始り鋼滓が膨脹する期間が約 1.5~2h 内外
- (3) それが次第に鎮靜して熔落に至る迄の期間が約 0.5h 餘

である。而して溶解中に於ける一次鋼滓の排出は(2)の期間に於て鋼滓の膨脹力に應じこれを逆用して徐々に自然溢し出せしめるものである。

最近に於けるこの一次鋼滓の排出量は出鋼處當り約 14~18% で全鋼滓生成量の約 60% 内外に達しその排出鋼滓の成分は概ね第 7 表の如くである。

4. 精 鍊 作 業

前装入原料の配合に依り熔落炭素量は概ね 1.0% 前後となり其他の不純物も既に熔落迄にはその大部分が酸化除去され鋼滓量も亦減少したから精鍊作業自體は容易となつた

第 7 表 排出一次鋼滓の成分(%) (15 回分の平均)

試料採取期	SiO <sub>2</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MnO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S
流 出 始 期	20.21	26.52	5.62	5.77	24.20	9.23	4.15	2.342	0.105
流 出 中 期	19.62	25.10	4.75	5.85	27.61	8.31	6.00	2.531	0.107
流 出 終 期	20.09	21.25	3.79	5.54	30.31	8.24	7.82	2.567	0.107
以上各期に於ける成分範圍	17~24	16~36	3~8	3~8	18~36	6~13	2~11	1.6~3.4	0.06~0.16

第 8 表 精鍊中の鋼及び鋼滓成分 (15 回分の平均)

精 鍊 經 過	鋼 の 成 分 (%)						鋼 滓 成 分 (%)								
	C	Si	Mn	P	S	Cu	SiO <sub>2</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MnO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S
(主原料配合平均)	3.32	1.14	1.08	0.290	0.044		—	—	—	—	—	—	—	—	—
熔 落 試 料	1.05	tr.	0.10	0.011	0.026	0.128	20.83	14.15	2.99	5.31	37.29	6.91	9.75	2.433	0.101
マ ン ガ ン 鑛 前	0.59	〃	0.09	0.010	0.026	0.127	17.87	18.25	3.95	4.73	37.37	6.27	9.17	2.097	0.107
フ エ ロ マ ン ガ ン 前	0.13	〃	0.20	0.012	0.029	0.127	16.97	13.86	2.62	5.15	39.54	9.02	10.70	1.651	0.138
出 鋼 前	0.14	〃	0.45	0.016	0.028	0.127	17.09	12.18	2.92	4.94	39.41	10.10	11.45	1.512	0.149
取 鍋 試 料	0.15	0.137	0.42	0.021	0.034	0.131	19.50	10.90	3.02	5.15	38.60	10.06	10.97	1.350	0.153

が、幾分硬熔の方針を採つた爲精鍊時間は若干延長し 1h 以上、時には 2h 近くを要する場合もある。第 8 表は精鍊中に於ける鋼及び鋼滓成分 15 回分の平均を以てその概況を例示せるものである。

以下精鍊経過の状況に就て詳述すれば即ち次の如くである。

**炭素** 前装入の酸化剤に依り原料中の炭素は其の約 60~80% が酸化され熔落時は凡そ 0.7~1.3% C の範囲でかくの如く脱炭程度が不揃なのは勿論爐況乃至は銑鐵成分の不均一等に起因するもので、この熔落炭素量を更に適確に調節し得れば軟鋼の製造には尙幾分これを低下せしめる方が得策である。然し實際の作業上に於て各回を通じその確實を期する事は聊か困難であるから軟熔解を警戒して現在は 1.0% C より稍々低目を狙ふ程度で作業中である。精鍊中の脱炭状況も亦爐況及び鋼滓の成分等に因りこれを一定し難いが、酸化剤として塊鐵鑛を投入した場合が最も的確な効果がある事及び精鍊終期のフェロマンガンを添加又は出鋼時に於て僅かに加炭する場合の多き事は周知の如くである。

**珪素** 原料中の珪素は熔落迄に殆ど滓化され痕跡となる。脱炭剤として加入せるフェロシリコンは凡そ珪素の 60~80% が熔鋼中に残留し製出せる鋼の珪素は概ね 0.11~0.16% の範囲となつた。

**マンガ** 本鑛石に於ては恰も豫備製鍊爐の場合に似て装入原料中のマンガンは熔落迄にその約 85~95% が滓化され而もその一次鋼滓を大量に排出する爲熔落時の熔鋼は 0.1% Mn 位、鋼滓の MnO は 4~8% 内外となり銑鐵のマンガンを回収に就ては遺憾乍ら屑鐵法の場合より不利である。尤もこの點は鑛石法に於ては必然的に鋼滓の生成量が増加する以上或る程度不可避の事に屬し、一次鋼滓を其儘抑留した場合でも鋼滓量増加の爲に MnO として喪失される量は多いであらうし寧ろ其後に於ける添加マン

ガン分の歩留上には悪影響を伴ふであらう。

精鍊中に添加するマンガンの喪失に就ては熔鋼及び鋼滓の温度乃至は状況等に依り差違があるも概ねマンガンのマンガンは 20~60%、フェロマンガンのマンガンは 10~30% が鋼滓中に喪失するやうである。但これが鋼滓成分との關係に就ては尙多くの探究の餘地があるべきであるから茲にこれを省略する。又出鋼時に於けるマンガンの酸化は凡そ 20% 内外に及ぶがフェロマンガンの約半量乃至は大部分を取鍋に於て加入する場合はその喪失率は約 5~10% 程度に減少するやうな結果を示した。

**燐** 配合原料の平均燐は 0.3% 前後で熔解中の鋼滓は第 7 表の如き弱鹽基性のものであるに拘らず熔落迄に 93~98% の燐が滓化され而もその一次鋼滓を排出し、更に精鍊中にも亦初期の鐵鑛石投入時に猶鋼滓の一部を溢出せしめる事等に依り概ね熔鋼は 0.005~0.020% P、鋼滓は 1.0~2.6% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 内外の範囲となり、偶々仕上鋼滓の鹽基度が SiO<sub>2</sub>:CaO=1.6 と云ふやうな場合でも熔鋼の燐はさ程の上昇を認めない有様で、本冷銑鑛石法に於ては銑鐵の 0.3~0.4% P 程度のものに就ては特別何等の手段も講じないで實に良好な脱燐結果を示してゐるのである。尤もフェロマンガンの添加又は出鋼時等に際し若干復燐する傾向が多いけれど特に重視するには及ばない程度で鋼塊の燐は殆ど 0.03% 内外或は更にそれ以下である。

**硫黄** 本冷銑鑛石法の作業経過に依れば熔解期に於て凡そ 20~60% の脱硫を爲し配合硫黄分の高い場合が概ね脱硫率としては良好であるが鋼中に残留せる硫黄は稍々高目となり勝である。脱硫率の範囲が廣い事は銑鐵の硫黄分が不均一な事と鋼滓成分又は爐況等にも因るとは云へ又これを以て元來鹽基性平爐に於ける脱硫率が一定しない事の證左とも見做し得るのである。精鍊中に於ける鋼滓中の硫黄は普通僅かに漸増の傾向を辿るが、熔鋼の硫黄は僅かに脱硫する場合と或は増減區々の現象を繰返す場合とあり出鋼

第9表 雲母鐵鑛試驗成績

製鋼 番 號	平均配合成分		出鋼前の成分		製出鋼の成分		脱硫率 %	製 鋼 時 間 時 分	出鋼適當使用量 kg		
	P %	S %	P %	S %	P %	S %			マンガン 鑛	フェロマン ガン	石 灰
25293	0.362	0.065	0.026	0.035	0.034	0.039	40.00	7:20	--	6.1	57.8
25295	"	0.066	0.012	0.037	0.021	0.042	36.36	7:05	11.6	5.0	58.7
25297	"	0.064	0.018	0.035	0.024	0.017	73.44	7:25	9.2	5.5	64.1
25319	"	0.085	--	--	0.018	0.031	63.53	6:40	8.5	13.1	72.0
25347	"	0.085	--	--	0.024	0.035	58.82	7:15	10.3	5.5	67.3
25348	"	0.083	0.012	0.048	0.014	0.056	32.77	7:15	--	8.6	68.1
25350	"	0.114	0.022	0.043	0.033	0.053	53.51	7:25	9.9	5.2	77.1
25352	"	0.117	0.014	0.028	0.012	0.031	73.50	7:30	10.0	5.3	71.8
25363	"	0.058	--	--	0.025	0.035	39.66	9:00	8.6	6.0	61.0

第10表 雲母鐵鑛使用の精鍊經過表 製鋼番號 25,350 第4號平爐 昭和16年3月5日

操業 經過	操 業 概 要	試料 番 號	鋼 成 分 (%)						鋼 滓 成 分 (%)									
			C	Si	Mn	P	S	Cu	SiO <sub>2</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MnO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	
時分 2:00	装 入 終 局	(配合 平均)	3.54	1.058	0.99	0.362	0.114											
3:30	鋼 滓 流 出 始 め																	
3:35	試 料 採 取	0							18.76	31.80	3.61	6.12	24.04	9.34	3.04	3.150	0.121	
6:05	鋼 滓 流 出 終 り																	
6:50	石 灰 投 入 150kg																	
7:00	熔 落 試 料 採 取	1	0.37	tr.	0.09	0.021	0.056	0.074	24.70	11.95	1.20	4.56	38.12	5.54	11.33	2.434	0.125	
7:10	マンガン鑛投入 150kg																	
7:15	試 料 採 取	2	0.18	tr.	0.15	0.023	0.042	0.064	20.70	14.12	2.60	4.22	35.57	9.54	11.04	1.971	0.175	
7:20	Fe-Mn 投 入 80kg																	
7:25	試 料 採 取	3	0.19	tr.	0.50	0.022	0.043	0.064	22.38	9.22	2.00	4.52	39.11	9.61	10.57	2.336	0.185	
7:30	出フェロシリコン40kg加 鋼アルミニウム 1.4kg入 取 鋼 試 料		0.16	0.146	0.37	0.033	0.053	0.072										

第11表 雲母鐵鑛使用の精鍊經過表 製鋼番號 25,352 第4號平爐 昭和16年3月5日

操業 經過	操 業 概 要	試料 番 號	鋼 成 分 (%)						鋼 滓 成 分 (%)									
			C	Si	Mn	P	S	Cu	SiO <sub>2</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MnO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	
時分 9:30	装 入 終 局	(配合 平均)	3.54	1.058	0.99	0.362	0.117	--										
10:55	鋼滓流出始め 試料採取	0							20.36	30.27	3.60	5.60	22.22	10.16	4.73	3.907	0.146	
0:55	鋼 滓 流 出 終 り																	
1:40	熔 落 試 料 採 取	1	0.88	tr.	0.07	0.022	0.049	0.078	22.90	13.00	0.20	4.16	38.83	6.74	10.46	3.363	0.111	
2:20	鐵 鑛 石 投 入 300kg																	
2:30	試 料 採 取	2	0.44	tr.	0.07	0.008	0.054	0.079	14.54	13.61	4.20	3.52	48.57	3.20	9.95	1.884	0.276	
2:35	石 灰 投 入 100kg																	
2:40	マンガン鑛投入 150kg 試 料 採 取	3	0.29	tr.	0.11	0.010	0.032	0.081	13.84	15.74	3.80	3.22	45.06	5.34	10.77	1.882	0.297	
2:50	螢 石 投 入 20kg																	
3:05	試 料 採 取	4	0.11	tr.	0.16	0.015	0.026	0.089	14.50	14.71	3.60	4.60	43.98	7.11	9.54	1.554	0.305	
3:06	フェロマンガン投入 80kg																	
3:10	試 料 採 取	5	0.12	tr.	0.32	0.014	0.028	0.079	14.40	12.18	6.18	3.60	43.69	6.74	11.21	1.528	0.305	
3:10	出フェロシリコン40kg加 鋼アルミニウム 1.4kg入 取 鋼 試 料		0.15	0.185	0.32	0.012	0.031	0.062										

時に於ては稍々復硫する事が多い。強鹽基性の鋼滓を以て精鍊すれば脱硫率が良好な事は周知の如くであるが、本製鋼法に於ては幾分弱鹽基性の場合にも猶製出鋼の硫黄分が低いのは原料中に硫黄含有量の少い事及び溶解中に一次鋼滓を排出した事とに負ふ所大なるものと推考される次第である。

故に若し鉄鐵或は鐵鑛石等の硫黄分が増加した場合に於ける脱硫に就てはマンガン及び螢石等の節減を要する現状に於ては精鍊期の鋼滓の鹽基度を特に高めるか或は其他何等かの手段を考究するの必要がありこの點將來に残された大いなる研究題目である。

茲に前装入に平均含有 0.527% S の雲母鐵鑛を配合し 90% 鉄の作業結果を参考に掲げれば第 9 表の如くである。その中特に配合 0.1% S 以上としたものに付き精鍊経過の状況を例示すれば第 10 表及び第 11 表の如きものである。

**鋼滓** 最近 86.5% 鉄の作業に於ける鋼滓の全生成量は出鋼應當約 24~28% でその内譯は溶解中の自然溢出に依り熔落迄に排除されるもの約 14~18%, 精鍊中の鐵鑛石投入時に溢出するもの約 2~3%, 出鋼時に於て爐内に残留せるもの約 7~8% 内外である。精鍊中の鋼滓成分は概ね第 8 表に示したやうなものであるが各回毎の成分に就ては個々の精鍊状況に依り相當廣範圍の動きを示し、15~23%  $SiO_2$ , 10~20%  $FeO$ , 5~10%  $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ , 35~45%  $CaO$ , 7~15%  $MgO$  程度で  $MnO$  はマンガン節約強行後 4~8% 位迄に減少した。

鋼滓の成分に関する件に就ては各作業階梯に於ける多數の試料を採取して調査した結果に依れば、強ち從來稱へられた所のみには據り難い點が多いやうであるが、本問題に就ては一應これを省略する。

### 5. 爐體の損傷

總じて屑鐵法の場合より爐體各部の損傷が激しくなる事は溶解期乃至精鍊期の熾烈な反應に因るもので、天井及び後壁の命數は約 1/2 となり噴出口も 3 割位弱く空氣昇降道及び蓄熱室の格子積の命數も亦著しく短縮し、殊に當所の平爐は爐幅狹隘で前壁も薄く且水冷装置も無い爲直接火焰に舐められ、元來短命だつたものが更に短期間に補修を要する事となり甚だしく生産能率を阻害されつゝある現状である。第 12 表に爐體各部の平均命數の比較を示す。

尙爐床の損傷に就ては所謂床堀れとしては屑鐵法の場合とさ程の相違を認めないが爐床周囲の鋼滓線附近が稍々侵

第 12 表 平爐各部の平均命數

製鋼法別	前壁	後壁	噴出口	天井	蓄熱室格子積	
					空氣	ガス
昭和15年1~8月 屑鐵法平均	21	136	142	422	347	575
昭和16年1~8月 鑛石法平均	16	74	101	231	293	398

蝕甚だしく時にこれが事故誘發の原因となる場合すらあり従つて平均床直し時間は幾分延長する結果となつたのである。

## VI. 作業実績に對する考察

本冷鉄鑛石法の作業結果に對する考察を便利にする爲本年 1 月以降 9 月迄の實績及び前年同期間に於ける屑鐵法の實績並に昨秋の鑛石法試験作業の實績を第 13 表に一括表示する。

### 1. 生産率と製鋼時間及び燃料

本冷鉄鑛石法が生産率が屑鐵法の場合に比較して低下する事は既述の如く、1 回當装入量の減少、製鋼時間の延長及び修繕時間の増加に因るものでこれを第 13 表に基き比較検討すれば、屑鐵法に對し鑛石法の平均實績は 1 回當り出鋼量の減少約 6%, 製鋼時間の延長約 17%, 修繕並に加熱及び床直し時間の増加約 39% となりこれを作業時間當に就きその總合的生産率を算定すれば屑鐵法に對し 76.6% となり、試験報告書の生産率豫想線と略々近似する結果となつたのである。又應當石炭消費量は屑鐵法の 323 kg に對し 419 kg となり約 30% の増加を來した。然るに前年同期中の屑鐵法の場合に於けるガスの平均成分は 23.4%  $CO$ , 11.0%  $H_2$ , 4.0%  $CH_4$ , 發熱量 1,342 kcal/m<sup>3</sup> なるに對し、本作業期間は既述の如き事由に依り第 3 表に見る如くガスの發熱量は漸く 1,000~1,200 kcal/m<sup>3</sup> 内外のものを以て操業し、従つて製鋼能率に多大の悪影響を被つたものに付、若し前年同期程度のガスを以て作業するとすれば猶製鋼時間は短縮し生産率は向上し應當石炭消費量も亦優に 400 kg 以下に低減可能な事は充分確信される所である。

又爐體損傷の激化に依つて修繕時間が増加し従つて作業時間が減少し相當生産率が低下した事も特に見逃し難い要因で、修繕対策の改善と爐材に関する工夫は本鑛石法を生産能率促進上緊要な事であるが、實はこの點未だ充分な具體的對策成らず最近僅かにその緒に着いた現況である。



第13表 作業実績表

項目	昭和16年(1月~9月)鑛石法作業実績										昭和15年 (1月~9月) 屑鐵法作 業実績	鑛石法 試験の 平均	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	計平均			
鉄鐵配合率%	90.40	89.87	85.45	85.59	86.59	86.69	87.77	87.45	86.39	87.27	39.77	82.81	
對入金屬 裝入金屬	良塊歩留	96.45	95.18	94.62	94.22	95.91	96.64	93.29	93.22	94.95	94.93	89.29	96.39
	塊屑歩留	4.62	6.49	5.72	5.74	4.88	5.12	7.39	7.81	6.64	6.05	3.79	4.66
	歩留歩留	101.07	101.67	100.34	99.96	100.79	101.76	100.69	101.07	101.59	100.93	93.05	101.05
一回當良塊(噸) 一回當出鋼量(%)	14,972 15,600	14,773 15,780	14,637 15,523	14,966 15,878	15,554 16,346	15,488 16,308	15,083 16,278	15,028 16,294	15,399 16,476	15,107 16,071	16,388 17,076	15,003 15,730	
出鋼量對裝入金屬(%)	銑鐵	83.42	87.22	82.25	84.01	84.81	84.10	84.81	85.35	83.20	84.34	41.15	81.19
	雜銑	5.11	4.42	2.16	2.85	3.33	2.26	1.78	5.11	1.24	1.35	1.14	—
	マンガン	9.39	9.88	14.38	14.28	13.18	12.95	12.06	12.32	13.30	12.50	64.05	16.86
	フェロシリコン	.70	.55	.60	.65	.63	.65	.41	.51	.40	.57	.85	.62
	アルミニウム	.30	.27	.27	.25	.26	.30	.25	.24	AST.9%	.23	.27	.28
裝入金屬計	98.93	98.35	99.66	100.04	99.22	98.27	99.32	98.94	98.44	99.03	107.47	98.96	
出鋼量對(%)	鐵鑛石	19.81 8.68	24.43 3.77	21.56 4.90	24.84 4.57	24.85 3.25	20.77 4.06	22.59 3.12	19.34 6.07	23.03 3.26	22.41 4.54	2.29 1.00	13.87 9.57
	計	28.49	28.20	26.46	29.41	28.10	24.83	25.71	25.41	26.29	26.95	3.29	23.44
對(%)	マンガン	1.15	.86	.82	.76	.60	.62	.28	.28	.30	.62	.88	1.96
	灰石	1.90	2.12	1.93	2.35	2.09	2.17	2.66	4.64	4.74	2.73	10.43	3.35
	生石(生石灰換算計)	6.37 (7.51)	5.73 (7.01)	5.24 (6.40)	5.27 (6.68)	5.31 (6.57)	4.45 (5.76)	4.48 (6.08)	2.90 (5.67)	2.86 (5.70)	4.71 (7.35)	—	5.63 (7.64)
	螢石	.09	.10	.07	.07	.12	.08	.09	—	.21	.11	.33	.10
一回當時間	裝入時間	2.05	1.59	2.03	2.03	2.11	2.07	2.21	2.25	2.18	2.10	2.48	2.02
	解錠時間	4.23	4.28	4.33	4.07	4.10	4.17	4.27	4.37	4.15	4.22	2.55	3.52
	精鍊時間	1.26	1.11	1.18	1.23	1.14	1.11	1.13	1.25	1.23	1.18	1.00	1.33
製鋼時間	7.54	7.38	7.54	7.33	7.35	7.35	8.00	8.27	7.56	7.50	6.43	7.27	
穴床直ガス加熱爐體修繕時間	時間	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.11
	時間	.25	.13	.20	.17	.16	.08	.29	.37	.32	.22	.11	.13
	時間	1.58	1.13	1.31	1.12	1.10	1.19	1.08	1.24	1.07	1.20	.55	1.18
	時間	3.23	2.00	2.16	1.50	1.57	2.57	1.50	3.13	2.03	2.22	1.49	2.29
	作業時間計	13.50	11.14	12.11	11.02	11.08	12.09	11.37	13.51	11.48	12.04	9.49	11.38

2. 製鋼歩留と鐵損失

製鋼歩留の平均が屑鐵法より約7~8%良好となつたのは酸化劑使用量の急増に基く當然事であつて、良塊歩留と全歩留との差が稍々増大したのは1回當り出鋼量減少し而も出鋼の際及び造塊時に於ける屑鋼には大差の無い事及び全歩留の増加に依り屑鋼に對する比率が相違した爲である。但屑鋼の歩留が特に高い月は燃料及び其他の原因に依り事故の發生が多かつた事實を告白するものである。

又鑛石法と屑鐵法の場合に於ける裝入全鐵分に對する鐵損失と出鋼歩留の關係に就てその実績に基きこれを第14表の如く算定して検討するに、出鋼處當所要純鐵分は屑鐵法103.14%に對し鑛石法107.78%となり鐵分損失多く裝

入純鐵分に對する出鋼歩留は4.17%低下せる結果を示した。これ即ち鑛石法に於ては銑鐵配合率の増加に應じ鋼滓生成量も必然的に増加しその中に酸化鐵及び鐵粒子として逸出する鐵分の損失が増大したのに因るもので、此の點一次鋼滓を排出しない場合でも屑鐵法の場合より鐵分損失の増大は免れ難いであらうが只排出鋼滓と仕上鋼滓の酸化鐵含有量の差丈は輕減され得る譯である。尙本計算の歩留が曩の精査試験報告※より稍々低いのは生産噸數を算定重量に據つた事に起因する所が多いものと思はれる。

※ 第14回製鋼部會第2回製鋼用原料(平爐)研究會(第2次)に於て提出せる報告書

3. マンガンの節約とその歩留

鑛石法が屑鐵法に比較して銑鐵のマンガン分回収に就て

第 14 表 純鐵分に対する鐵損失と製鋼歩留

装入原料	推定含有 純鐵分	屑鐵法		鑛石法	
		出鋼應當 使用量	出鋼應當 純鐵分	出鋼應當 使用量	出鋼應當 純鐵分
銑鐵類	92.50	42.290	39.118	85.689	79.262
製鋼屑	96.50	3.909	3.772	5.957	5.749
壓延屑	98.00	3.553	3.482	5.419	5.311
工場雜屑	96.50	.576	.556	1.119	1.080
購入屑鐵	96.35	56.016	53.971	—	—
フェロマンガ	15.00	.849	.127	.566	.085
フェロシリ	22.00	.270	.059	.264	.058
鑛石及びスケール	60.00	3.285	1.971	26.957	16.174
マンガン鑛	9.00	.877	.079	.618	.056
計	—	111.625	103.135	126.589	107.775
出鋼量/純鐵分%	—	96.96	—	92.79	—

〔備考〕 原料類の含有純鐵分は概略の成分により推定しスケールは濕分多きを以て鐵鑛石並とせり。  
購入屑鐵の純鐵分は 1 級 97.5%, 2 級 96.5%, 3 級 92.0%  
4 級 90.0%と見做す。

不利の條件となる事は既述の如くであるが、現時局下マンガンの節約の愈々緊要な折柄この要請に添ふべく當所に於てもマンガンの節約の方針に基き作業行程中のマンガン分使用量の節減に努め第 13 表に示す如く逐次その漸減を畫つた。殊に本年 7 月以降は熔解中に排出する鋼滓の成分に鑑み前装入石灰を約 20% 削減し鋼滓の全生成量及び爐内に殘留する鋼滓量を更に減少する方法に據り装入原料中のマンガンの分及び添加マンガンの喪失率を減ずる事を企圖すると共に、精鍊中のマンガン分過少に因る熔鋼過酸化の憂に對しては 0.5% C 位となつた頃に僅少のマンガン鑛を投入し之が一時的押へと爲すに止め其後は鋼滓の排出を禁じ高

熱精鍊及び熔鋼の性状或は温度の狀況等に應じフェロマンガンの添加時期又は添加方法の加減に依りマンガン歩留の向上に努め、併せて鋼塊の含有マンガンを材質に支障の無い程度まで低減する等の手段に依つてマンガン節約を強行し現在略々應當マンガン鑛 3kg, フェロマンガ 4~5kg 内外で作業し得るに至つた。然るに燃料或は其他の原因に依り昇熱不如意の場合等は高熱精鍊に依るマンガンの回収及びフェロマンガンの取鍋加入等が至難でマンガン節約實施上最大の障害となるのは當然の歸結である。

昨秋來使用した原料の平均マンガン含有量は概ね銑鐵 1.2%, 屑鐵 0.35%, フェロマンガ 75%, マンガン鑛 40% 内外と見做されるからこれを基準として出鋼應當原料のマンガン分含有全量に對する製出鋼塊の平均マンガン含有量の歩留率を調査した所第 15 表に示す結果を得たのである。

即ちこれに依れば昨年 9 月に於ける屑鐵法の總合マンガン歩留率は 23% 餘に達したが本年 1 月以降の鑛石法に於てはこれが 17~18% に低下した。然るにマンガン節約法を強行するに及んでその歩留は再び向上し屑鐵法の場合に近似した成果を擧げ得るに至つたのである。尤も 7 月中旬以降一時その成績が稍々悪化したのは燃料の關係に禍されたものであつてこれを製鋼時間と對照すればその間の事情を察知出来るのである。

4. 石灰使用量と螢石の節減

石灰の使用量は第 13 表に示す如く鑛石法試験當時より次第に漸減し屑鐵法の場合と略々相違の無い程度となり應當僅かに 60kg 内外で高度の冷銑鑛石法を遂行した。これ

第 15 表 配合マンガン分と其の歩留 (出鋼應當)

期 間 別	銑鐵 配合率	配合マンガン分 kg					鋼の平均 マンガン	總合マン ガンの歩留率	平均 製鋼時間
		銑鐵より	屑鐵より	フェロマン ガンより	マンガン 鑛より	マンガン計			
15 年 9 月	45.44	5.79	2.03	5.77	4.04	17.63	0.416	23.60	7.00
16 年 1 月	90.41	10.62	0.33	5.25	4.64	20.84	0.362	17.37	7.54
2 月	89.87	10.52	0.34	4.13	3.44	18.43	0.336	18.23	7.38
3 月	85.45	10.13	0.50	4.50	3.28	18.41	0.337	18.31	7.54
4 月	85.59	10.18	0.50	4.87	3.04	18.59	0.328	17.64	7.33
5 月	86.59	10.22	0.46	4.72	2.44	17.84	0.346	19.39	7.35
6 月	86.69	10.12	0.45	4.88	2.48	17.93	0.359	20.02	7.35
7 月 1 日~15日	86.62	10.22	0.46	2.85	1.12	14.65	0.330	22.53	7.40
7 月 16 日~31日	90.04	10.41	0.34	3.39	1.12	15.17	0.322	21.23	8.22
8 月 1 日~20日	87.85	10.38	0.42	4.13	1.20	16.13	0.325	20.15	8.31
8 月 21 日~31日	86.61	10.13	0.46	3.23	0.96	14.78	0.322	21.79	8.17
9 月	86.39	10.13	0.46	3.00	1.20	14.79	0.330	22.31	7.56

第16表 平爐修理用煉瓦類消費量(出鋼時當)

製鋼法別	煉瓦類 (kg)						モルタル類 (kg)					
	珪石	粘土質	クロム	マグネシヤ	マグナ	計	珪石	粘土質	クロム	マグネシヤ	マグナ	計
昭和15年1~8月 屑鐵法平均	21.9	0.6	0.6	3.1	0.1	26.3	3.9	—	0.8	0.4	—	5.1
昭和16年1~8月 鑛石法平均	42.7	2.5	2.5	2.4	5.3	55.4	9.1	0.3	1.0	0.2	1.3	11.9

即ち一次鋼滓の排出に依るものであつてかくて現下の不足資源たる螢石も亦尠當 1kg 内外に節減し得たのである。尤も鉄鐵及び鐵鑛石等の品位が低下した場合にはそれに應じて或る程度石灰分配合量を増加せねばならぬ事は既述の如くである。

5. 床直し時間とドロマイト使用量

床直し時間は屑鐵法の平均1回當 11mm に對し本鑛石法実績の平均は 22mm となり試験當時より幾分悪化しドロマイト使用量も亦尠當 50~60 kg 位を要するに至つた。但4及び5月は或る特殊銑の試験作業を実施した爲床直し時間に比してドロマイトを多量に使用したものであつて7~9月は燃料逼迫の影響に因り精鍊困難に陥つた場合が一再ならず、爲に事故が多かつた事と季節的影響に因り床直し時間及びドロマイト使用量が増加したものである。尙總じて試験期よりもドロマイト使用量が増加した事は鉄鐵成分及び石灰使用量減少等との関係にも依るとは云へ、マンガ節約に依る鋼滓の MnO が減少した事も亦相當に關聯があるやうであるがこの問題は尙研究を要する事であるから茲には一應の示唆を爲すに止める。

6. 煉瓦類使用量

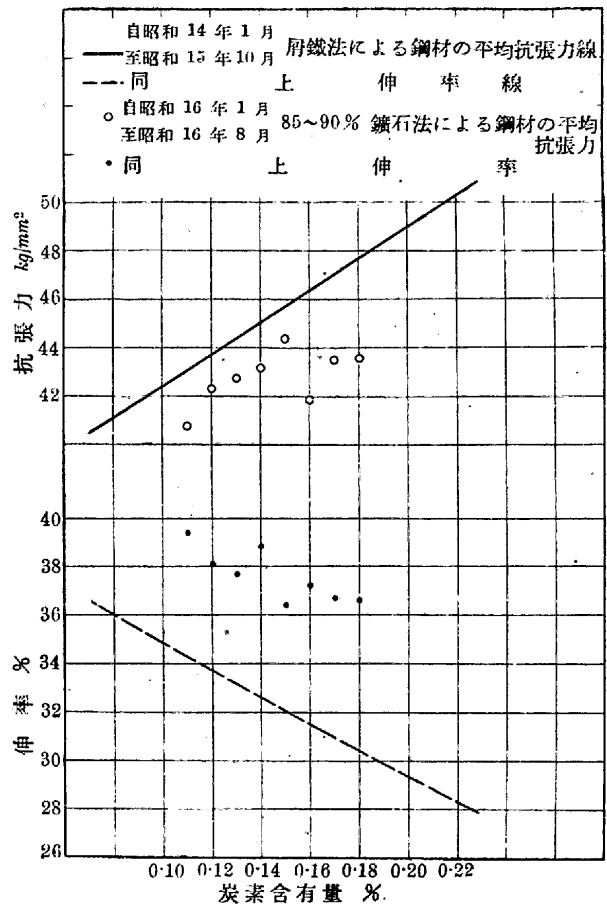
鑛石法の実施に依り爐體各部の命數が短縮した爲煉瓦類消費量は第16表に示す如く屑鐵法の約2倍に急増したのは當所の平爐が狭小で水冷装置も無い爲鑛石法に依る被害の程度が特に大きい事に因るものと推考されこれに對する改善工夫を要する次第である。

尙修繕期の巡り合せ關係及び煉瓦の質等の影響も若干有るであらうがこの點迄の調査は省略した。

7. 鋼の材質

本冷銑鑛石法の製出鋼塊を以て製造した鋼材の伸率及び抗張力が屑鐵法に依るものより優良な成績を示す事は曩の試験報告書に於て實證した所であるが、其後マンガ節約上の一策として鋼のマンガ含有量を低減したものに就て更にこれを再検討するに、鑛石法試験期のものより含有マンガ約 0.1% を低下し概ね 0.30~0.35% 内外のものであるに拘らず伸率及び抗張力共何等憂ふべき徴候も無

く、第2圖の如く各含有炭素量に對し依然として屑鐵法のものより伸率高く抗張力低くその材質は柔軟な事を示し、本鑛石法に依り製出した鋼に於ては或る程度マンガ分を



第2圖 炭素含有量と抗張力並に伸率との關係

低減しても材質的には格別の障害を惹起しない事を再確認した。

VII. 總括

昨夏來國際情勢の急迫に對應し冷銑鑛石法の試験作業を完遂した當所は、其後米國の屑鐵禁輸に即應し本年1月以降自家發生屑鐵だけで 85~90% の冷銑鑛石法を平常作業として繼續實施中である。

その製鋼法の要旨は、原料の配合を適當にする事と原料の熔解期に於ける鋼滓の膨脹を逆用して必然過剩に生成される一次鋼滓を爐外へ自然溢出せしむる事、とである。

かくの如き方法に依れば爐内に残留せる鋼滓量及び鋼滓の全生成量をも減少し得る外、熔落時迄には原料中の不純物もその大部分が酸化除去され、かくて略豫備精錬の目的は遂げられ單獨平爐に依る冷銑鑛石法の製鋼作業は比較的容易となるのである。

而して當所に於ける本製鋼法の作業実績は平均製鋼時間 7h 50mn となり屑鐵法の場合より平均 1h 7mn 延長し其他 1 回當出鋼量の減少及び爐體の損傷激化に依る生産期間の短縮等により全作業時間當に於て屑鐵法の場合より約 23% の減産率を示し、石炭消費量は出鋼噸當約 420 kg を要するに至り、修理用耐火爐材の消費高も亦倍加する結果となつたのである。但如上の結果は燃料關係に於て屑鐵法當時より惡條件の下に作業せるものに付これと同一條件を以て作業するとせばその成績が更に好轉すべきは必定である。

製鋼歩留は當然良化し、平均 101% に達せるも装入全鐵分に對する出鋼歩留が屑鐵法の場合より約 4% 低下せるは鑛石法として已むを得ない必然の結果である。

銑鐵のマンガン分は熔解期の一次鋼滓に大部分を喪失す

るが其後の作業に於て適當マンガン鑛 3kg 以下フエロマンガ 4~5kg 位迄に節減する事を得た。

磷及び硫黃等の不純物は熔解期に於てその大部分が除去され製出鋼塊の磷及び硫黃は概ね 0.03% 内外或はそれ以下である。

石灰使用量は熔解期に一次鋼滓を大量に排出する爲屑鐵法程度の適當 60kg 内外を要したに止まり、螢石も亦適當り 1kg 内外に節減する事を得た。

爐床の損傷は所謂床堀れと云ふより寧ろ鋼滓線附近が侵蝕され易く、床直し時間は 1 回當平均 11mn 増加し、ドロマイト使用量は適當 50~60kg 内外を要するに至つた。

鋼の材質はマンガン節約上の一策として鋼のマンガン含有量を 0.30~0.35% に低減せるに拘らず屑鐵法に依り製造したものより伸率高く抗張力低く柔軟にして良質なる徵候を示す事を再確認した。以上。

擱筆するに當り上司諸彦の御指導御鞭撻並に掛各員の努力及びこれに協力されたる關係者各位に對し、茲に衷心感謝の意を表する次第である。

### スターリン・クスネツキ工場に於けるスタハノフ迅速平爐熔解法

(V. Savostin: Stal, 10-11號, 1939 年, 頁 18-22) Stalin Kuznetskiy 工場に於ける種々の平爐操業の時間記録, 原料消費量及び熔解中の熔鋼及び鋼滓成分の變化に就て多數の圖表に基く説明である。結論としては 190t 爐の 1 熔解時間を 8 時間以内に減少し得たと述べ、各作業に要した時間は次の如くである。床直し 15 分, 装入 1 時間, 昇熱 1 時間, 熔解 3 時間, 鑛石投入及び仕上 2 時間。(製鐵技術總覽第 6 號より)

### 第 23 回 平 爐 會 議 記 事

(American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, Open-Hearth Conference, 1940 年 4 月 24-26 日) American Institute of Mining and Metallurgical Engineer は第 23 回平爐會議を Pittsburgh に開催し、4 月 24 日に議事は行はれた。劈頭に議長 L. F. Reinarte の開會の辭があつた。取扱はれた主要題目は (1) 耐火材料, (2) 爐の構造, (3) 酸性平爐の装入及び熔解, 精錬及び脱酸, 操業及び構造の問題, (4) 熔鑛爐と平爐との共通問題, (5) 鋼質の問題及び (6) 平爐工場的一般問題等である。

耐火材料の討議に當つては多數の會員は自己の經驗に基いて、鋼中の介在物の減少、ノズル材質の改良、爐の修理に橄欖岩とクロム鐵鑛の混合物の使用や Ramix で撞固めを行ふ方法、收縮管の發生防止剤として Lapix, Lunkerite, Therlunit 等の使用に就て述べた。

第 2 の問題である爐の構造に就て H. S. Robertson は鹽基性煉瓦葺天井の構造なる論文を提出し、G. L. Dow は植込管の扉に就て述べ、多數會員はガスの流れを容易にする爲平爐構造を流線形にする計畫に就て討議を行つた。第 3 問題は新に組織された酸性平爐委員に依つて公開討論の形で討議された。平爐鋼委員會及び熔鑛爐及び原料委員會の聯合會は第 4 の問題を討議した。此の會議では次の論文が提出された。C. F. Hoffman: 高温衝風を用ひ低珪素銑の製造, E. A. Wheaton: 低珪素鹽基性銑に依る平爐作業, L. R. Berner: 低銑鐵の屑鐵・銑鐵平爐製鋼に要求される熔銑, H. W. Johnson: 平爐用銑鐵の品質 (是等は本誌中に抄録してある)。第 5 の問題は製鋼爐へ輕い壓搾屑鐵の使用に就ての討議より開始された。其後 F. M. Washburn 及び W. O. Philbrook は鹽基性平爐作業に於ける鋼滓調節の理論と實際なる論文を提出した (本誌, 1 卷, 3 號, 頁 30 参照)。次で平爐鋼滓の迅速分析法に關する一般討議を行つた。K. L. Fetters は鋼中の酸化鐵と鋼滓中の酸化鐵の比に就ての二三の報告を述べ、之と C, Mn 量との關係を示した。J. Chipman は熔鋼中の酸化鐵の含有量は、鋼滓中の酸化鐵よりも熔鋼中の炭素含有量と密接な關係にあるを報告した。次に鋼の鎮靜にアルミニウム小形錠塊を使用するか又は粒狀を使用するかに就て討議し、其の結果出鋼口で小粒を熔鋼に流入する方法が良いとの意見が優勢であつた。第 6 及び最後の問題で討議された項目は次の如くである。(1) 爐の操業中チエツカーの掃除, (2) Carbometer, Carbanalyser, Leco 等の炭素分析装置の利點, (3) 均熱爐作業, (4) 出鋼口の維持法, (5) 熔銑装入率が大なる場合、鑛石の代用としてミルスケールの使用限度, (6) 空氣, ガス混合比の調節の爲酸素記錄計の使用。(本會誌 27 (昭 16) 707 参照) (製鐵技術總覽第 6 號より)