

## 地域企業・産業資料デジタルアーカイブについて

- (1) このデジタルアーカイブは、東京大学経済学図書館が所蔵する地域企業・産業資料のうち、印刷物および近代の文書類について順次デジタル化をすすめているものです。
- (2) このデジタルアーカイブの利用に際しては「[東京大学経済学図書館電子資料利用規則](#)」に同意したものとみなされます。
- (3) 印刷物など他媒体への使用については、東京大学経済学図書館までお問合せください。
- (4) 画像は白黒です。画像の撮影には文字が視認できるよう十分な注意を払っていますが、資料の欠損、変色、褪色等の劣化や、ノド部分の状態によっては、原本の文字が全て写っていないものがあります。これらについては資料の原形を保ちつつ、出来る限りの範囲で撮影したものととして了解下さい。写りの悪い資料については、東京大学経済学部資料室にて、所定の手続きにより原本の閲覧をお願いします。
- (5) 本アーカイブに関する質問等については、東京大学経済学部資料室までお問い合わせ下さい。
- (6) 本デジタルアーカイブの一部は、独立行政法人日本学術振興会平成 27 年度科学研究費補助金（研究成果公開促進費）課題番号 15HP8021 の交付を受けて作成しています。

0000 0555

第  
二  
版

# 吾國に於ける迴轉爐製鉄試験に就て

日本製鐵株式会社技師 大 原 久 之

(昭和14年4月4日日本工業俱樂部に於ける講演録)  
(主催 日本ポルトランドセメント同業會)

---

## 目 次

- I 緒 言
  - II 八幡製鐵所に於ける試験
  - III 3社 (秩父セメント、大阪窯業セメント、淺野セメント) に於ける試験
  - IV 製品に就ての考察
  - V 迴轉爐製鉄法の將來性
  - VI 結 論
- 

日本ポルトランドセメント同業會

大阪市東區今橋一丁目九番地 (電話一北濱㊟2798番, 2923番)

[代 勝 寫]

## 吾國に於ける廻轉爐製銑試験に就て

日本製鐵株式会社技師 大 原 久 之

## 目 次

- I 緒 言
- II 八幡製鐵所に於ける試験
- III 3社（秩父セメント、大阪窯業セメント、浅野セメント）に於ける試験
- IV 製品に就ての考察
- V 廻轉爐製銑法の將來性
- VI 結 論

## I 緒 言

先般商工省主催の第1回廻轉爐製銑法協議會の席に於きまして、「目下日本のセメント工場の休轉爐を利用して銑鐵を製造する所謂廻轉爐製銑の試験が各所で實施せられ夫々相當の成果を収めて居るが、然し世間には其の一端が傳へられてゐるのみで十分認識されて居らない、故に世間に十分の認識を與へる爲に最近の適當な機會に學會を通じて本法の全貌を發表する様に」と云ふ會長（商工省鑛山局長）からの命令がありましたので、この4月2日の日本鐵鋼協會の講演會に於きまして御話をした次第で御座います

所が鐵鋼協會は御承知の通り鐵鋼の専門學會でありまして、セメント關係の方々の學會とは一寸離れて居りますし、又皆様には多少ゆつくりとお話を申上げた方が宜しからうかと考へまして、鐵鋼協會とは別に席を作つて頂いた様な次第で御座います。本日は態々御遠方より御出席の方もあるさうで御座います。厚く感謝を致します

廻轉爐による製銑方法が研究され始めましたのは、決して新しい事ではないのでありまして、随分昔からの事ではありますが、何れも研究程度のものでありまして大して發展しなかつたのであります。所が今から數年前、昭和8年（1933）に獨逸のクルップ式直接法が發表せられ、次で昭和10年（1935）佛蘭西人パツモー氏のプリンシプルに依る製銑法が發表せられまして、世間では再び廻轉爐法を見直すと云ふ機運になつて参りました

吾國に於きましては、貧銑處理問題或は粉銑處理問題と關聯致しまして、以上の廻轉爐法に着眼

し、八幡製鐵所に於きましては、昭和11年、12年と2ヶ年に亘りまして、先づクルップ式の製煉試験を行ひました

之に引續きまして、昭和13年2月より4月に亘りパツモー式に依る製銑試験を數回實施致しまして、大體作業の様子が解つて参りました。然しこれ迄の八幡の試験に使用して居りました廻轉爐は長さ38mの舊式の小さい設備で御座います、作業上種々の不便な點がある。どうしてももつと大きな完全な設備でやらないと、工業的には都合が悪いと云ふので、新工場の設計等を色々致して居つたのであります

所が吾國に於きましては御承知の通り、現下の戰時状態で鐵の生産が需要を滿すに至らず非常に不足して参りました。然るに一方日本のセメント工業の方では極度の生産制限のため、澤山の廻轉爐が全く仕事をせず遊んで居ると云ふ有様でありますから、この設備を其の儘動員して製銑作業を行ふ事は現下の國情に照し、最も有意義な事であると云ふ事が科學審議會に於て提唱せられ、政府當局に於ても極力この方法を實施せしめると云ふ事になつて参りました

そこで日鐵に於きましては、先づ秩父セメント会社と提携致しまして、昨年10月初旬以來秩父工場に於て製銑の共同試験を實施し現在に至つて居ります

次で同10月中旬大阪窯業セメント会社に於て製銑試験が開始せられ、越へて11月中旬浅野セメント会社川崎工場に於ても試験が開始せられました。斯くの如く只今では以上の3社に於きまして、夫々製銑試験が實施せられて居りますが、夫々相當の成績を擧げて居ります

私は八幡製鐵所に於ける試験を始めとし、以上3社の試験にも夫々關係致して居りますので、今迄の試験の概要を御話申上げまして、皆様の御参考にお供しますと共に、色々御教へを受け度いと思ふのであります

### II 八幡製鐵所に於ける試験

御承知の事と思ひますが、最初に廻轉爐製鉄作業の系統に就いてお話を申し上げます(第1圖参照)

爐頂より装入する原料は、鐵鏝(硫化鐵鏝燒滓或は紫鏝又は一般粉鐵鏝)粉コークス又は無煙炭及び石灰石の3者でありまして、之等は夫々乾燥機に依て乾燥し、秤量機に依て夫々秤量して適量な割合に配合する之を粉碎機にかけて、大體セメントの原料と同程度又はすつと粗い程度に粉碎致しまして爐に装入するのであります

爐前からは微粉炭を吹き込んで爐内を加熱することは、セメント燒成の場合と全く同様であります、空氣の量を少くして爐内の雰囲気還元性に保つことがセメント燒成の場合と變つて居ります

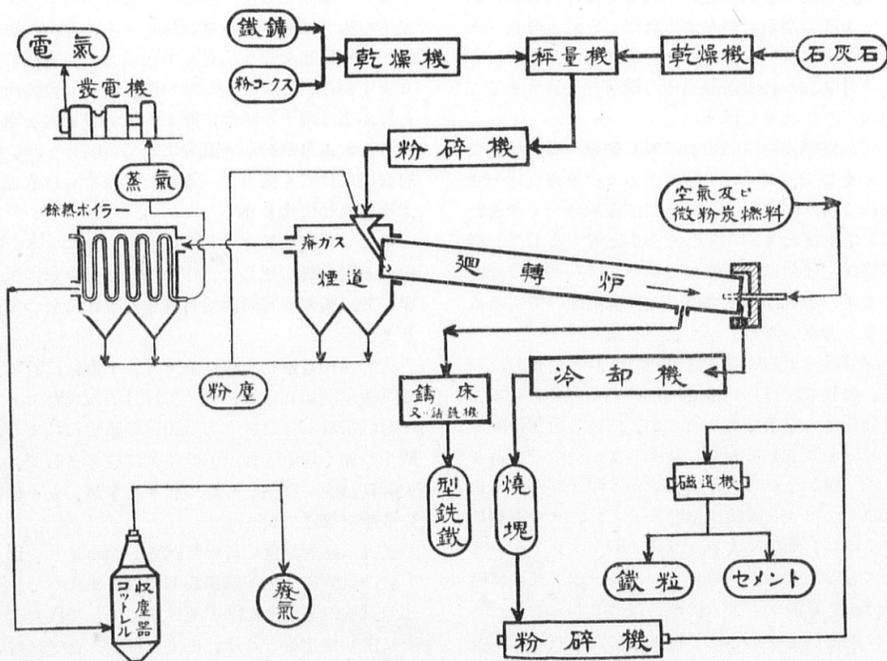
爐内で出來た熔鉄は廻轉爐の廻轉毎に出銑口か

ら流し出して、鍋に受け鑄床に運んで型鉄即ちナマコを造るのであります 一方爐内で出來た鐵滓即ちクリンカーは融かされないでありますからセメントの場合のクリンカーと全く同様に、爐の前方から轉り落ちてクレーンに入ります 之は後に適當なる粉碎機にかけて都合よく磁氣選別を行ひ、クリンカー中に残つて居る鐵粒を出來るだけ完全に分離します 斯くしてクリンカー中の鐵粒を完全に分離して残つたものが、即ち副生セメントとして利用されるものであります

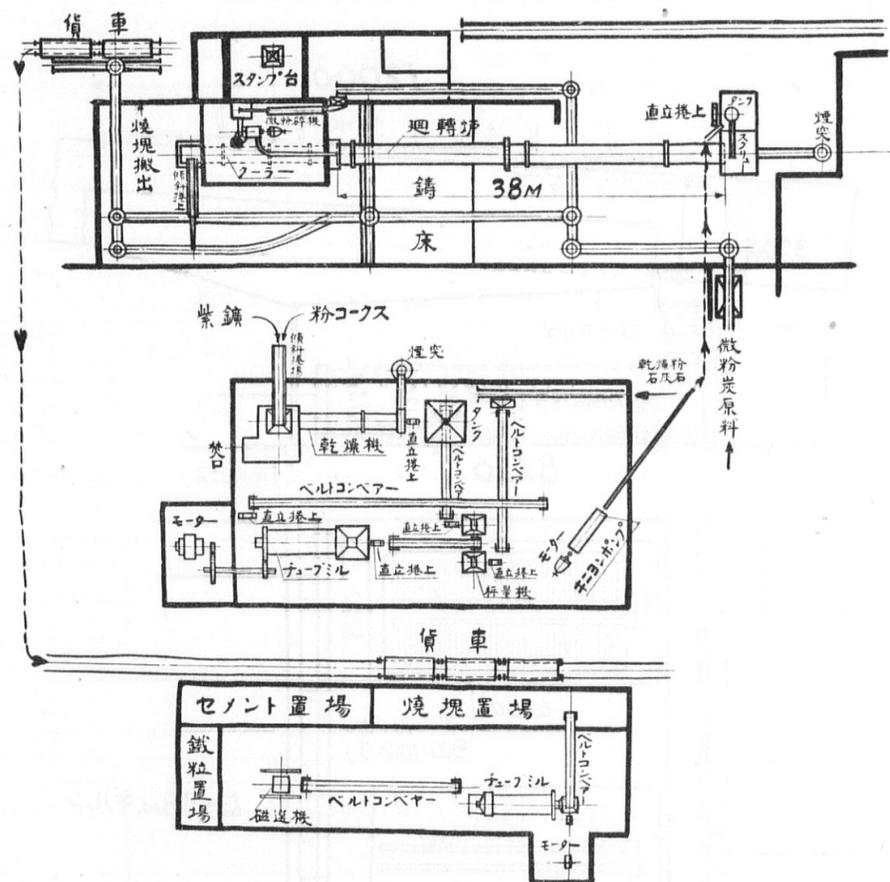
次に爐頂から出る瓦斯であります、之は爐頂部に於ては尙 700°C内外の高温のものでありませうから、之は餘熱ボイラーに導いて蒸氣を發生させ之で發電を行います この發電量は普通のセメントを燒成する場合に比べ可なり多くなつて居ります

八幡で試験を致しました時の装置は第2圖に示

第1圖 廻轉爐製鉄作業系統



第2圖 八幡製鐵所廻轉爐製鉄試驗工場



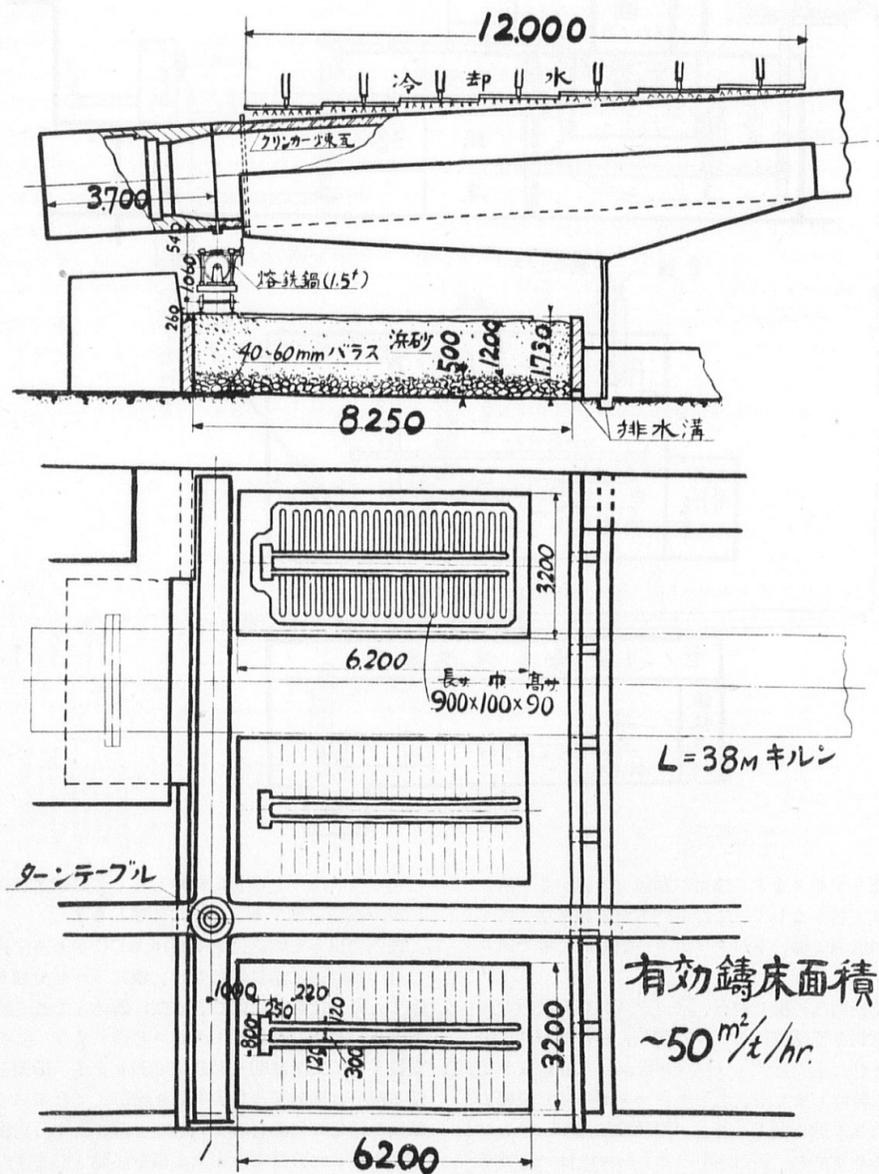
す通りであります 場所の関係で工場が3ヶ所に分れて居りまして、この上の方が製煉工場、次が原料処理工場、下がクリンカー処理の工場であります

原料処理工場で鐵石、コークス及び石灰石の如き原料を乾燥機にかけて乾燥し、適當な割合に配合されたものをチューブミルにかけて適當なサイズに粉碎しまして、之をキニヨンポンプで製煉工場に送り爐に装入します 廻轉爐は 38m のものであります、製出物中のクリンカーは一度貨車に移しましてクリンカー処理工場に送ります

ここでクリンカーを適當に粉碎しまして磁氣選別機にかけ鐵粒と副生セメントに分離します

爐内で出來た熔鉄は第3圖(次頁)に示します様に爐の廻轉毎に熔鉄鍋に受け、鍋に 7~8 分通り溜つたならば鑄床に運び、砂型に鑄込んで長さ約 900mmの長手の型鉄即ちナマコを造ります この型鉄 1本の重量は30~35kg位であります 砂型を造る部分は瀆砂又は川砂の如き細かくてなるべく鑄物を造るのに都合のよいものを選びます 尙鑄床は出來るだけ排水の完全な事を必要としますので、下部には礫を敷き排水溝を設けて居ります

第3圖 八幡製鐵所廻轉爐出銑口附近及鑄床



實際に砂型を造るに必要な有効鑄床面積は、爐の出銑能力に比例して廣くせなければならんでありますが大體1時間1噸の出銑に對して約50m<sup>2</sup>として居ります。然し鑄床には實際砂型を造る場所の外に、熔銑鍋を運搬するレールの敷地及び多少の餘裕をも見なければなりませんので全鑄床面積は有効鑄床面積の2倍以上を見込んで居ります。爐内出銑口の手前は煉瓦積を少し高くしてゴムリングを造り、爐内に溜つた熔銑は全部出銑口より流出する様にして居ります。出銑口の奥は爐内

の最高温度でありますから特に耐火度の高い事を必要とする關係上、クリンカー煉瓦を特に製作して使用し、爐の外部からは注水冷却をしてこの煉瓦の侵蝕を防止して居ります。出銑孔に使用する煉瓦は熱的に機械的に特に丈夫なことを必要としますので炭素煉瓦を使用致して居ります。尙この出銑口と熔銑鍋との距離は出来るだけ近接してゐる方が宜しいと思ひます。

昨年2月より4月に亘りまして、八幡製鐵所で數回試験を致しました結果は、第1表に一括して

第1表 八幡製鐵所の試験 原料及製品の成分 (例)

	T.Fe	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	S	P	Cu
紫 鐵	56.05	0.84	79.24	9.25	2.36	4.91	1.47	0.34	1.46	0.038	0.22
石 灰 石	0.21	—	0.30	2.96	0.46	51.03	2.79	—	—	—	—

	揮發分	固定炭素	灰分	灰 分 百 分 中							發熱量	
				SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	SO <sub>3</sub>		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
粉 コークス	5.51	75.27	19.22	52.68	9.01	28.53	5.81	1.19	0.40	1.00	0.30	6337
燒 成 炭	34.64	51.35	14.00	55.97	3.96	30.55	6.20	0.66	—	—	—	—

原料配合及粉碎度

紫 鐵	配 合 割 合			粉 碎 度 (4,900孔殘滓量 %)
	石 灰 石	コークス		
100	78~140	29~60	2.9~4.6	

	C	Si	Mn	P	S	Cu
鐵 鐵	4.39	0.26	0.07	0.096	0.111	0.352
	3.53	0.17	0.02	0.114	0.204	0.280
	4.57	0.13	0.07	0.099	0.061	0.368
	4.72	0.04	0.06	0.078	0.052	0.372
	4.78	0.10	0.05	0.068	0.017	0.360

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	CaO SiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
燒 塊 (鐵粒を選別 せるもの)	(22) 31.92	(6) 18.30	4.80	(66) 44.16	3.00	0.20	0.9
	33.29	19.43	4.40	43.46	1.06	0.40	0.8
	19.42	7.95	10.19	59.59	1.37	1.40	2.2
	30.95	17.59	2.53	47.60	1.26	0.13	1.0

示して居ります

原料鑛石は大阪製煉の紫鑛を使つたのでありまして、吾國の硫化鐵鑛燒淨としましては銅の少ない方でありまして、石灰石及びコークスは何れも八幡製鐵所の熔鑛爐に使用した篩下を使用し、燒成炭は高爐セメント燒成用の赤池粉炭を使用致しました

原料の配合割合は鐵鑛100に對して石灰石78~140、コークス29~60の範圍を色々の割合で試験をしました原料の粉碎程度は4,900孔の篩殘滓2.9~4.6%としたのでありますが、之は普通セメント原料の粉碎程度と略々同様であります

以上の如き條件のもとに試験を致しました製品鉄鐵は、本表に其の數例を示す通りであります又爐から出るクリンカー中には可なり澤山の鐵粒を含んで居りますが、之をマグネットで分離した後のセメント成分は同じくこの表に示した如くでありまして、これはこちらの狙つて居る珪酸約22、アルミナ約6、ライム約66程度の成分のものとは可なり相違があり且つ不同であります之は爐内に使用してゐるシヤモット煉瓦其の他の影響を多分に受けて居るが爲であります

以上は八幡製鐵所に於ける試験結果の概略であります、次に廻轉爐で鉄鐵を造るプリンシプルに付て一寸御説明申上げて置き度いと存じます

廻轉爐製鐵法では爐内で出來た鉄鐵は熔融状態で流し出すのでありますから、出來るだけ熔解點の低い鉄鐵を造り、最も流れの良い状態で取出す必要がありますから、従つてその炭素の含有量は第4圖(次頁)の状態圖で明かな様に共晶點附近を狙ふべきが當然の事でありまして之に反して鑛滓即ちクリンカーは固體として取出すのでありますから出來るだけ熔解點の高い事が必要であり、且つ之がポルトランドセメントの成分範圍に入らなければなりませんので、第5圖(第8頁)に示した様な範圍に落付く様に配合の加減をするのであります製煉中の廻轉爐では爐内材料の最高温度が1450°C内外でありますから、その状態に於ては鉄鐵は十分流れの良い状態で融けて居るクリンカーは十分固體として存在して居るのでありますから、この両者は完全な分離が行はれるわけでありまして

序に申上げますがクルップ式製煉法は以上のバツチャー法とは製煉のプリンシプルが丁度逆であり

まして、爐内で還元を終つた鐵は固體として存在せしめ鑛滓は熔融状態に保つてありますから、鐵の部分は出來るだけ熔解點の高い事が必要であり鑛滓は熔解點の低い事を要しますので、鐵には炭素を出來るだけ吸収せしめない様にし、鑛滓は酸性鑛滓として最も熔解點の低い所を狙ふのであります第5圖の酸性鑛滓(A)は私が以前クルップ式の製煉試験に於て茂山の貧鑛を取扱つた際の鑛滓、同じく酸性鑛滓(B)は利原の貧鑛を取扱つた場合の鑛滓範圍であります而してクルップ式の實際製煉に於ては、爐内最高温度部が1250~1300°Cでありますから鉄の方は融けずに固體として存在し、鑛滓は熔融状態となり両者は都合よく分離することになる譯であります

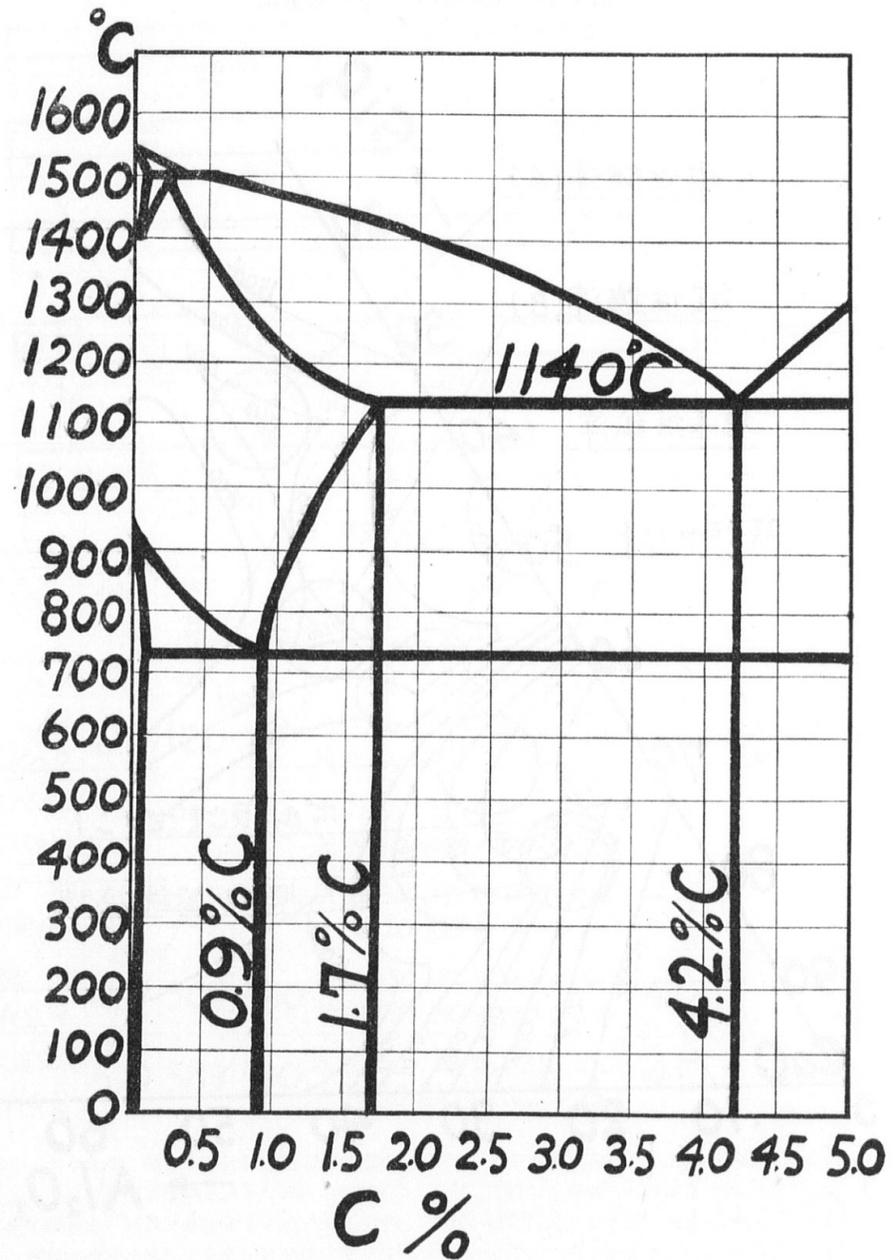
### III 3社(秩父セメント、大阪窯業セメント、淺野セメント)に於ける試験

次に只今3社に於て實施して居ります試験の概要に就て申し上げます 始めに各社で使用して居ります廻轉爐の比較を致しますと、第6圖(第9頁)に示した如くであります 一番上のが八幡の38mの爐次がスペインのアスランド工場の爐、次が淺野、秩父、大阪窯業セメントと云ふ順序であります

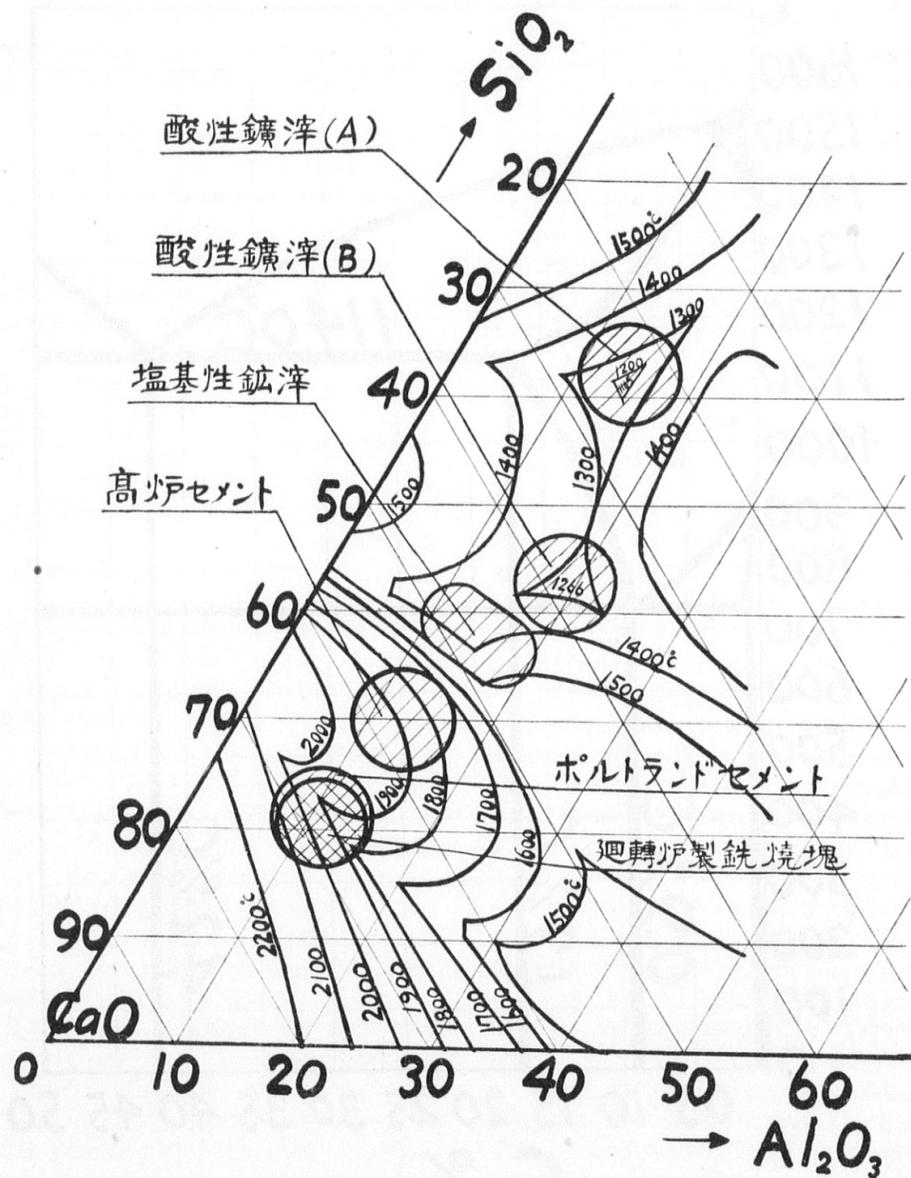
スペインの爐は其の爐の内容積は220m<sup>3</sup>ありますが、品位鐵分64%級の原料鑛石を使用して、其の製煉実績鐵鐵55~50噸、クリンカー70~80噸を製出して居るのでありますから、この成績を基礎とし他の爐の内容積に比例して其の生産量を計算致しますと云ふと、この表に示した様な値となります

然しスペインの鐵分64%級の鑛石は大變良い鑛石でありまして、日本ではこの様な良質の鑛石のみを望むと云ふ事は困難でありますから、之よりも品位の低いものを使ふ事を考へて置かなければなりません 即ち鐵分品位52%級のものを使用するものとしての計算はこの次の行に示した通りでありまして、原鑛の品位が下ればそれだけ鉄鐵の生産量が少くなりクリンカーの量が多くなつて参ります 1時間當りの鉄鐵の出來高は八幡の爐で約1噸、スペインの爐で約1.8噸、淺野の爐で約2.7噸、秩父の爐で約4噸、大阪窯業の爐で約4.5噸と

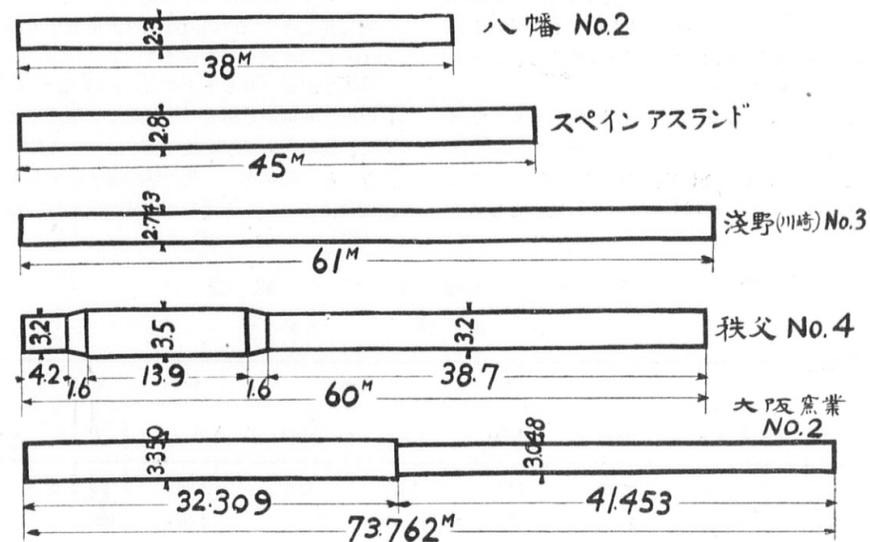
第4圖 Fe-C 状態圖



第5圖 CaO-SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 状態圖



第6圖 製鉄試験に使用せる廻轉爐の比較圖



	傾斜 %	内容積 m <sup>3</sup>	セメント 能力 t/d	スペイン製鉄例ヲ基礎トシテノ計算		出鉄量 t/hr	
				スペイン鉄鉱Fe64% 級ヲ使用スル場合 t/d	日本鉄鉱Fe52%級ヲ使用スル場合 t/d		
八幡 No.2	6.2	120	85	鉄鉄 30~25 焼塊 40~45	鉄鉄 25~20 焼塊 45~50	~1.0	鉄鉄型鉄 鉄粒
スペイン アスラント		220	150	鉄鉄 55~50 焼塊 70~80	鉄鉄 45~40 焼塊 80~90	~1.8	
浅野 川崎No.3	6.0	360	360	鉄鉄 90~80 焼塊 120~130	鉄鉄 70~60 焼塊 140~150	~2.7	
秩父 No.4	4.7	507	380	鉄鉄 130~110 焼塊 170~180	鉄鉄 100~90 焼塊 190~210	~4.0	
大阪窯業 No.2	5.0	583	510	鉄鉄 150~130 焼塊 190~210	鉄鉄 115~100 焼塊 220~250	~4.5	

云ふ事になります 然しこの計算で出した鉄鐵の  
量と云ふのは、實際は型鉄とクリンカー中に残留  
して居る鐵粒との總量を意味するものであります  
から、鐵粒が多く出来ればそれだけ型鉄の量が減

少するでありまして、この型鉄の量を多くする  
爲には鐵粒を出来るだけクリンカーに混在せしめ  
ない様に作業をすることが最も肝要であります  
3社に於て使用致しました原料の種類は各社に

依て大同小異はありますが、大體第2表に示した通りであります。鐵鑛は大體鐵分52%内外の紫鑛(硫化鐵鑛燒滓)を使用致しました。この鑛石中には尙硫黄分が2%内外残つて居りますし、銅分も可なり高いものであります。

石灰石は普通のセメント原料と同一のものであります。還元用燃料は粉コークス或は無煙炭何れでも良いのでありまして、この内無煙炭は主として大阪窯業に於て使用し粉コークスは主として秩

父、淺野で使用致して居ります。又燒成炭は普通のセメント燒成の炭を使用致して居ります。

次に作業中の爐内の溫度及び瓦斯成分は第3表(次頁)に示す通りであります。

爐入口溫度と申しますのは、廻轉爐の原料裝入口附近に熱電對を挿入して測定した溫度でありまして、爐の大小長短に依て異りますが大體700°C内外として居ります。次の爐内溫度と申しますのは爐の出鉄口よりも奥の爐内最高溫度部に相當す

第2表 三社の試験原料の成分

(A) 鐵鑛石 (紫鑛)

化 學 成 分								
T.Fe	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	S	P	Cu
54.23	77.77	12.73	4.31	1.21	1.06	1.92	—	—
52.46	75.02	11.19	3.70	tr	—	1.60	0.07	—
52.04	74.41	8.58	2.76	0.62	1.51	2.29	0.03	0.89

(B) 石灰石

化 學 成 分				
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
1.38	2.43	1.77	51.56	1.79
0.39	1.65	2.74	51.91	—

(C) 粉コークス 無煙炭

	揮發分	固定炭素	灰分	灰 分 百 分 中						發熱量 Cal
				SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	
粉コークス	4.21	74.82	20.97	42.10	16.54	26.66	7.30	1.91	3.43	6285
無煙炭	3.90	87.51	8.59	48.82	5.13	29.34	7.82	—	3.82	7264

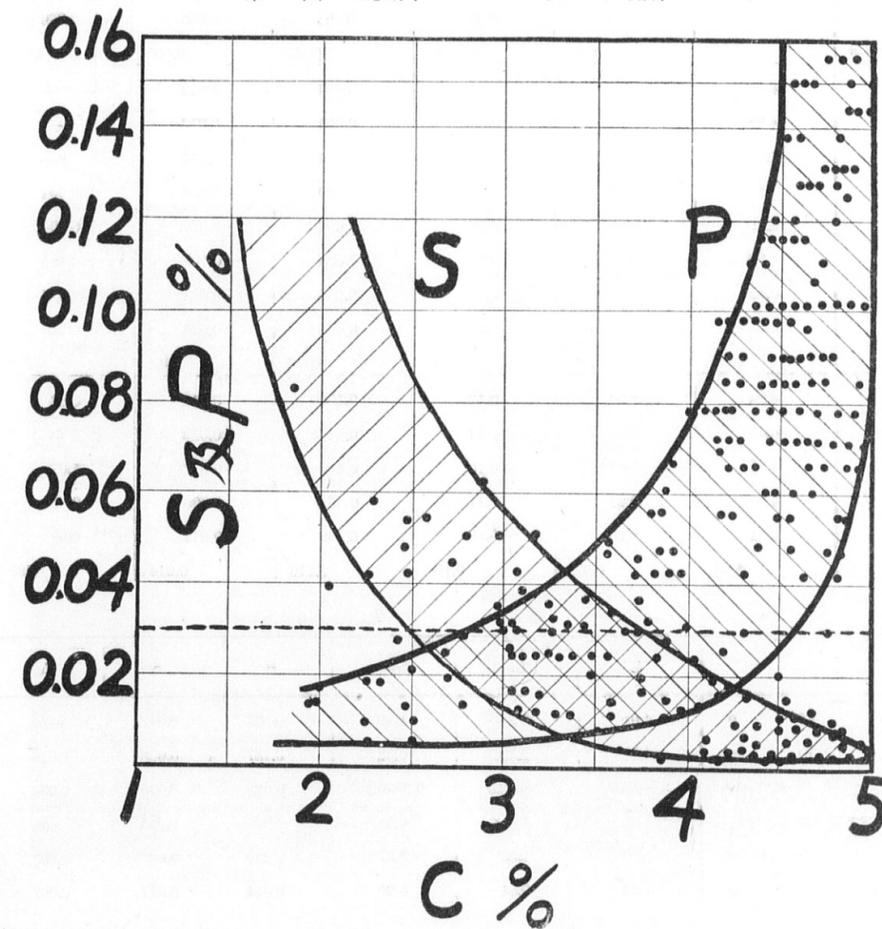
(D) 燒成炭

揮發分	固定炭素	灰分	灰 分 百 分 中						發熱量 Cal
			SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	
38.68	51.84	9.48	51.48	7.70	29.84	3.32	1.20	2.17	7340
40.06	47.73	12.21	54.04	4.62	29.41	7.37	2.20	—	—

第3表 作業溫度及瓦斯成分

爐入口溫度 °C	爐内溫度 °C	出鉄溫度 °C	瓦 斯 成 分			備 考
			CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO	
723	—	—	17.2	0.1	11.6	54回平均
756	—	—	17.6	0.2	10.8	158回々
765	—	—	20.6	0.1	9.8	19回々
774	1417	1411	18.0	0.3	10.6	117回々
837	1441	1424	17.9	0.2	10.1	87回々
580	—	—	15.9	0.1	9.5	42回々
687	—	—	19.7	0.1	11.1	22回々

第7圖 鉄鐵中のCとS及Pの關係



第4表 三社の試験 銑鐵の成分(例)

	C	Si	Mn	P	S	Cu
	3.80	0.04	0.08	0.012	0.013	1.180
	3.96	0.05	0.08	0.030	0.024	0.780
	4.18	0.05	0.04	0.054	0.018	0.890
	4.20	0.04	0.10	0.078	0.003	1.400
	4.34	0.05	0.09	0.079	0.009	1.135
	4.37	0.03	0.11	0.129	0.026	1.260
	4.56	0.04	0.07	0.138	0.003	1.030
	4.60	0.06	0.08	0.150	0.003	0.830
	4.70	0.08	0.13	0.138	0.003	0.940
	4.83	0.04	0.10	0.198	0.003	0.830
型 銑	4.35	0.16	0.06	0.12	0.005	1.366
	4.24	—	—	0.031	0.014	—
	4.27	—	—	0.034	0.014	—
	4.80	—	—	0.074	0.014	—
	4.18	0.03	0.06	0.030	0.006	0.504
	4.29	0.02	0.03	0.024	0.009	0.654
	4.50	0.07	0.06	0.028	0.007	0.581
	4.55	0.08	0.08	0.034	0.004	0.617
	4.55	0.10	0.03	0.028	0.005	0.745
型 銑	4.75	0.07	0.05	0.018	0.014	0.760
	4.24	0.07	0.13	0.108	0.010	0.26
	4.43	0.02	0.11	0.146	0.013	1.13
	4.55	0.02	0.10	0.224	0.012	1.03
	4.58	0.21	0.11	0.351	0.006	0.52
	4.71	0.09	0.13	0.189	0.014	0.99
型 銑	4.53	0.07	0.16	0.216	0.014	1.080

参 考

	C	Si	Mn	P	S	Cu
八幡 銑	4.01	0.84	1.89	0.537	0.047	0.181
鞍山 銑	4.04	2.50	0.52	0.187	0.028	0.010
兼二浦低磷1號銑	3.0~3.8	1.0~2.5	0.3~0.8	0.029	0.015	0.030
本溪湖低磷1號銑	3.0<	1.0<	0.5<	0.025>	0.015>	tr
大暮木炭 銑	4.60	1.33	0.37	0.250	0.007	0.008
瑞典 銑	4.25	0.84	0.29	0.024	0.011	0.007

る所に存在する材料の温度で御座います 之は爐前フードの覗孔を通して光學高温計を以て測定した温度でありまして、大體 1450°C 内外を狙つて作業を致して居ります 出銑温度と申しますのは出銑孔を通つて爐外に流出する熔銑の温度でありまして、爐内温度よりも幾分低くなつて居ります 次の瓦斯成分は廻轉爐原料裝入口附近より採取した爐内瓦斯の成分でありまして、大體 CO 10% 内外の所を標準として作業を致して居ります

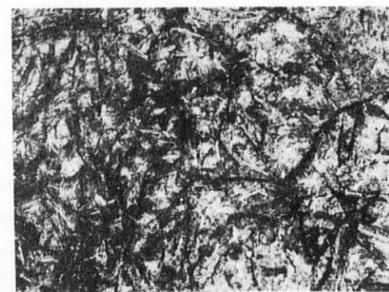
以上の如き作業状態のもとに製煉致しました銑鐵の成分は第4表(前頁)に示した通りであります 炭素は何れも高く其の大部分は4%以上となつて居ります 珪素は極めて低いのでありまして、これは廻轉爐の一つの特徴であります 滿俺も極めて低くなつて居ります 又磷は低いものもあり相當高いものもありまして可なり不同であります が、これの低いものは所謂低磷銑の部類と考へて差支はないと存じます

次に硫黄分であります、これは極度に低い使用原料銑石中に2%内外も含んでゐるものを使用しながら、こんなに硫黄分の低い銑鐵の出来ることは他の製煉方法では決して望めない事でありまして、廻轉爐製銑法の著しい特徴と申さねばなりません 次は銅分であります、之は原料銑石に偶々銅の高い紫銑を使用した為に入つてきたのでありまして、銅分の低い原料を使用すれば銅の低い銑鐵の得られることは申す迄もない事があります

第7圖(第11頁)は製品銑鐵中の炭素と硫黄及磷の關係を圖示したものであります 硫黄の方は炭素の上から従つて次第に低下の傾向を示して居りますが、磷は之と反對に高くなつて居ります 尙圖中破線で示しましたのが、磷0.03%に相當する所でありますから、これ以下ならば低磷銑と考へ得る譯であります

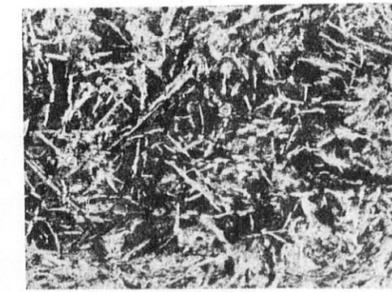
寫眞 No.1 は秩父セメント工場の廻轉爐で製造

寫眞 No.1 秩父 銑 型銑中心部



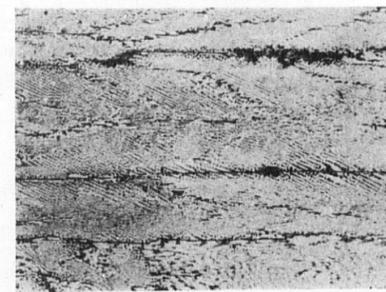
(擴大50倍)

寫眞 No.2 大阪 銑 型銑中心部



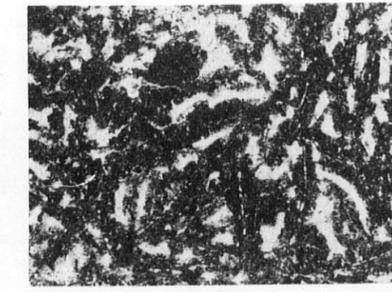
(擴大50倍)

寫眞 No.3 大阪 銑 型銑白銑部



(擴大50倍)

寫眞 No.4 淺野 銑 型銑中心部



(擴大50倍)

致しました鉄鏡（型鉄）の内部組織であります  
写真 No.2, No.3 は大阪窯業セメント工場製、写真 No.4 は同じく浅野セメント工場製鉄鏡のそれを示して居ります

次にクリンカーに就きましては第5表に示して居ります

この中の分離鉄粒と申しますのはクリンカー中に尚澤山の鉄粒が残つて居りますから、このクリンカーを粉砕して鉄粒のみを磁石で選り別けた割合を示して居ります 即ちクリンカー中には少ないもので9%、多いもので25%近い鉄粒が混在して居るのであります、これの多いことは誠に困るのであります 即ちこれが多ければ多い程、型鉄となるべき鉄鏡が少くなり型鉄の歩留りが著し

く低下するのであります 故にこの鉄鏡を極度に少くする様に只今鋭意研究中であります

この表にあります化学成分と云ふのは、鉄鏡を磁石で十分分離した後のクリンカーの成分を示して居ります 即ちこれが副生セメントの成分に相当するのであります 大體に於て普通のポルトランドセメントの成分に近いものであります、鉄分の多い事と硫黄分の少々多い事が異つて居ります この中硫黄分の多いのは、原料鉄鏡中に硫黄分の特に多いものを使用した爲に入つてきたのであります、原料に硫黄分の少ないものを使用致しますならば、これよりも下ることは申すまでもない事であります

其の他セメントとしての各種試験結果はこの表

第5表 三社の試験 焼塊の成分及物理的性質 (例)

分離鉄粒 (%)	化 学 成 分						凝結時間		安定度	抗張力 kg/cm <sup>2</sup>			耐圧力 kg/cm <sup>2</sup>		
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	始發	終結		3日	7日	28日	3日	7日	28日
(日本規格)	—	—	—	—	3以下	2以下	1°以後	10°以内	—	—	20以上	25以上	—	220以上	300以上
9.1	20.77	7.52	5.71	63.00	1.91	2.29	3°15'	4°46'	安定	25	29	38	269	365	465
10.3	20.00	7.80	7.65	61.90	1.79	1.55	3.28	5.13	ク	23	31	36	279	375	493
10.4	19.66	6.21	8.93	63.24	1.36	2.82	3.52	5.29	ク	27	27	33	318	446	543
10.8	20.59	7.83	6.58	62.28	1.79	2.40	4.06	5.56	ク	21	25	36	211	280	396
11.2	19.88	7.97	6.14	63.20	1.83	1.79	3.20	4.52	ク	28	29	36	309	396	495
12.9	20.23	8.69	6.38	61.40	1.78	2.50	3.26	5.01	ク	24	29	38	289	379	488
14.7	19.07	8.74	5.68	64.65	1.94	3.02	4.09	5.29	ク	28	29	35	311	374	485
16.7	19.25	12.23	3.69	62.85	1.46	3.48	2.52	4.21	ク	27	27	35	314	388	477
20.2	19.84	8.36	8.08	62.00	1.67	4.74	2.20	3.46	ク	23	25	33	259	329	428
24.9	20.33	8.57	9.04	60.80	1.72	2.47	4.04	5.47	ク	22	25	35	233	317	438
	21.42	7.13	6.27	60.41	1.44	1.32	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	22.28	10.23	5.54	58.97	1.41	2.50	3.42	5.23	ク	24	26	33	291	362	456
	21.80	7.40	6.54	60.70	1.31	2.40	3.42	5.44	ク	26	27	39	361	407	506
	22.10	7.58	4.53	60.15	1.44	2.38	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	16.63	7.94	10.19	61.07	—	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	19.79	8.25	3.96	65.96	—	0.08	1.36	2.34	ク	26	28	35	324	390	446
	19.97	8.25	8.42	59.28	—	0.10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ポルトランドセメント昭和八年日本平均	22.01	5.67	3.04	65.03	1.57	1.22	—	—	—	30	32	36	356	449	512

に示した通りでありまして、強さ其の他何れも日本規格以上の成績を示して居ります

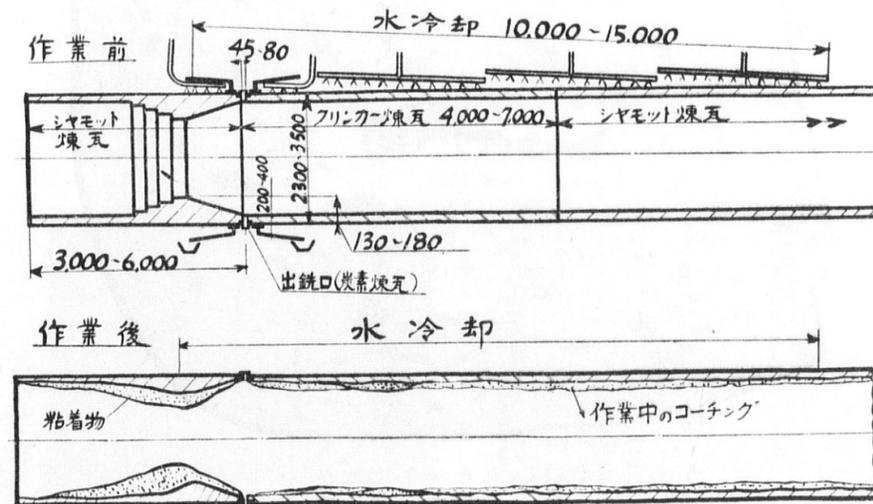
然しそれ専門に製造されました日本のポルトランドセメントは其の質に於きまして世界第一だと云ふ事でありまして、それに比べますと只今の所では強度の點に於て尙多少の遜色がある様で御座います

製鉄作業前後に於ける廻轉爐内の模様は第8圖に示して居ります 各所によりまして爐の大きさ等も夫々異つて居りますので、それに應じてダムリングの煉瓦積の高さも夫々加減し、小さい爐では200mm、大きな爐になりますと400mm程度に致して居ります 又出鉄口の大きさも同様45~80mmと色々であります 尙この出鉄口の數も1個周1箇だけ開けておいたのでは不足の場合がありますから2箇開ける場合も御座います 出鉄口より奥の爐内高温部は前にも申し上げました様に、只今主としてクリンカー煉瓦を使用して居りますが、これを巻く範圍も爐の大小に依て4~7mと色々變へて居ります 尙爐内煉瓦を保護する意味に於きまして、爐の外部より注水冷却をすることは、先に八幡の試験の場合に申し上げましたと同様であります

斯くの如く爐内外の準備が十分出来ましたならば、愈々作業を始めるのでありますが、作業の始めには直ちに製鉄原料を装入することなく、暫くはセメント原料を装入致しまして、爐内煉瓦の表面に石灰質の焼付コーチングを作り、都合よく煉瓦の表面を保護することが必要であります 斯く爐内煉瓦の表面に都合よくコーチングが出来、爐内の熱の十分上昇した頃を見計らつて製鉄原料を装入し製鉄作業に移るのであります 作業状況の順調な限り製鉄作業は連続して行ふのでありますが、只今の所では残念ながら機械的の故障、煉瓦の侵蝕、粘着物の成長、其の他色々理由であります 長続きは致して居りません 然し試験回数を重ねるに従つて作業に熟練し、機械的の故障も次第に少くなり段々と長期作業をなし得る傾向にあります 試験の當初にはこの出鉄口手前の(第8圖下圖参照)粘着物が直ぐに成長して、數日を出でずして作業に堪へなくなつたのでありますが、近頃では作業に熟練したと同時に、この粘着物を掻き落す機械的装置を色々工夫致しまして、只今の所ではこの粘着物の成長に原因して作業を中止することは先づ無くなりました

出鉄口より奥の高温部の煉瓦は都合よく焼き付

第8圖 製鉄作業前後に於ける爐内状態



けられたコーティングに依つて保護されることが最も必要でありますことは、今申した通りであります。作業に熟練せず爐況が不安定でありますと云ふと、このコーティングが禿落し易くなります。禿落して煉瓦の表面がむき出しになりますと、其の部分の煉瓦の侵蝕擦減が甚だしく、やがて作業に堪へなくなるのでありますから、この邊の所を十分呑み込んで作業に熟練し、安定した良好な爐況を狂はず事なくどこまでも續けて行くことが長期連続作業の要諦であると存じます。

#### IV 製品に就ての考察

既に申上げました様に、今迄の試験に於ては製

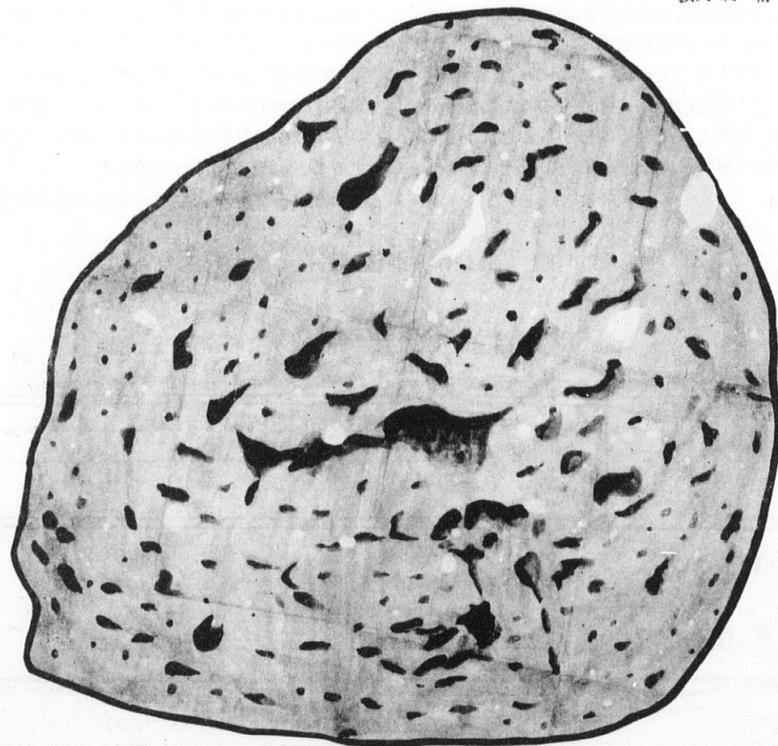
品クリンカー中に可なり澤山の鐵粒が残存して居るのであります。この量を少なくすることが今後の研究の最も大きな題目の一つであります。

この鐵粒がクリンカー中に如何なる状態で存在して居るかを、澤山のクリンカーを切斷致しまして色々と研究してみたのであります。第9圖はその様子を圖示したものであります。圖中白く出て居りますのが鐵粒、鼠色部がクリンカーの地質、黒くなつてゐる所がクリンカー中の空隙部であります。

この中の鐵粒の形を見ますと云うと、粒の粗いもの程アンギュラーな形を持つて居る。之に反して粒が細かい程完全な球状を保つて居ります。ア

第9圖 燒塊切斷圖

擴大約6倍



白色部 鼠色部 黑色部  
鐵粒 燒塊地質 空隙

ンギュラーな形を持つて居ると云ふ事は、爐内で完全に融けなかつたのではないかと考へられる。即ちそれ自身炭素の吸収が少く、従つて熔解點の高いものであると考へられる。然るに之に反して細粒のものは同じ爐内温度で十分融け、表面張力に依つて完全な球状として存在して居る。即ち炭素の吸収が十分でありまして、従つて熔解點が低いと考へられるのであります。

言葉を換へて申しますと、クリンカー中に残存して居る鐵粒は、炭素の少いものが比較的粗粒で存在して居るが、炭素吸収十分なもの極細粒を残すのみで、クリンカーと良く分離して居ることを示して居ります。故にこの鐵粒をクリンカー中に残さぬ様にする爲には先づ第一に炭素の吸収を十分にせしめることにある譯であります。

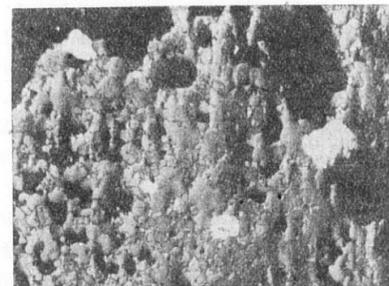
寫眞 No.5 はクリンカーの斷面寫眞で、白色部

は鐵粒であります。寫眞 No.6 はクリンカー中の粗い鐵粒の斷面、寫眞 No.7 は微小鐵粒の斷面を示して居ります。

クリンカーを適當に粉碎し、磁氣選別機にかけて分離しました鐵粒の分析結果は、第6表(次頁)に示して居る通りであります。分離鐵粒は全體として5メツシ以下程度の大さでありまして、炭素は約1%であります。之を篩分けまして5~10メツシの粗粒、10~20メツシの中粒及び20メツシ以下の細粒の3種に區別して夫々分析しますと、粗粒が最も炭素低く約0.5%、中粒が約0.9%、細粒が約1.9%、即ち粗粒として存在して居るもの炭素が低くなつて居りまして、既に申しました顯微鏡的觀察の結果とよく一致する譯であります。この分析で珪素及び硫黄が特に高くなつて居りますのは、この鐵粒には尙10~20%の鐵滓(クリンカ

寫眞 No.5

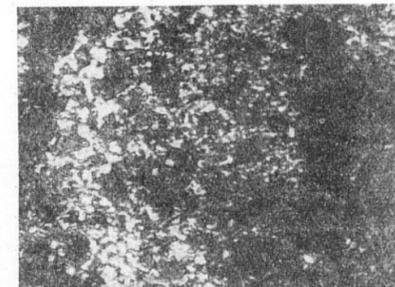
燒塊



(擴大50倍)

寫眞 No.6

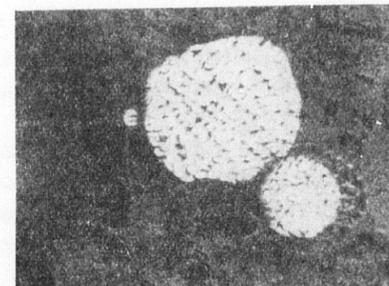
燒塊中の粗鐵粒



(擴大500倍)

寫眞 No.7

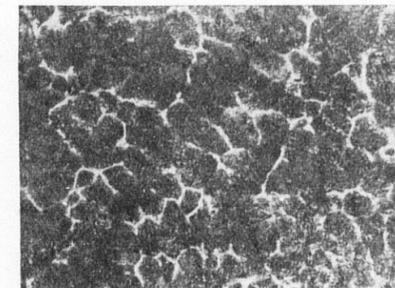
燒塊中の小鐵粒



(擴大500倍)

寫眞 No.8

鐵粒鋼塊 鋼塊中心部



(擴大50倍)

第6表 鐵 粒 成 分

粒 度 (mesh)	重量割合 %	再磁選別 %		(A) 成 分 %					
		(A) 磁性分	非磁性分	C	Si	Mn	P	S	Cu
平均( -5 )	100	97.7	2.3	0.99	0.56	0.08	0.023	0.232	0.987
粗粒( 5~10)	36.8	99.2	0.8	0.49	0.58	0.18	0.016	0.198	1.051
中粒(10~20)	37.8	96.7	3.3	0.88	0.61	0.08	0.023	0.246	0.987
小粒( -20)	25.4	94.5	5.5	1.88	0.85	0.10	0.039	0.326	0.987
		電氣爐熔解 %		(B) 成 分 %					
		(B) 鋼塊	スラツグ						
平均( -5 )	100	86.4	13.6	0.76	0.03	0.03	0.025	0.080	1.004
粗粒( 5~10)	36.8	89.2	10.8	0.58	0.03	0.03	0.020	0.066	1.000
中粒(10~20)	37.8	86.1	13.9	0.83	0.03	0.03	0.026	0.056	1.004
小粒( -20)	25.4	75.9	24.1	1.34	0.10	0.03	0.042	0.071	1.004

一) が附着して居りまして、この鑄滓中の珪酸が珪素として分析せられ、鑄滓中の硫黄分も又鐵粒中のものと一體として分析せられて居ります爲何れも高い數値を示して居ります

次に之等の鐵粒を集め電氣爐にて熔解しました結果は同じくこの表に示して居ります 即ちこれらの鐵粒を熔解致しますと云ふと附着鑄滓(クリンカー)が熔解分離しまして何れも10%以上を示して居ります かく鑄滓を完全に分離しましたものは可なり立派な鋼塊が得られます 鐵粒中の微小なものは鑄滓も多い爲、之は再び爐にくり返して使用するのでありますが、然し粒の粗いものは鐵粒それ自身で相當利用の途がある事は申す迄もない事でありまして

寫眞 No.8 (前頁) は斯くの如き鐵粒を熔解して得た鋼塊の断面を示したものであります

今迄の試験に於きましては、偶々銅の多い紫鑄を原料として使用しました關係上、製品鐵鐵中に銅が高くなつたのでありますが、銅の低い原料を使用すれば、この鐵鐵中の銅の低下することは申す迄もありません 然し日本の硫化鐵鐵は何れも多少銅を含んで居るのでありますから、日本産の紫鑄(硫化鐵鐵燒滓)を原料として使用する限り多少とも鐵鐵中に銅が高くなつて参ります

第7表(次頁)は特に銅の高い鋼が使用されて居

る實際の例を示したものであります

この中に含銅鋼鑄物と云ふのは、近來フォードの自動車會社に於て、自動車の部分品に盛んに使用されてゐるものでありまして、銅を特に2~3%入れた鋼鑄物であります これは抗張力が高い上に降伏點が極めて高いのであります 其の上鑄物が極めて造り易いと云ふ種々の長所を持つて居るものであります

次が銅を1%以上とクロームを澤山含んで居る合金鋼であります、この種類のものには特に耐蝕耐熱であります關係上、最も多く化學工業方面に使用せられます

次が銅を0.8%内外含む含銅低級合金の高級鋼材でありまして、獨逸の代表的な大きな製鋼所に於て製造せられて居ります

以上の如く鋼中に銅を多少合金させることに依て、色々と鋼に良い特徴を與へるものでありますから、これらの種々の點を考慮して高銅鐵の適性用途を研究する必要があると存じます

次に鐵鐵の良否を判定する一つの目安とする爲に含有窒素量を測定致しまして、第8表に其の測定値を示して居ります 鐵鐵にはこの中の可熔窒素が最も影響が大きいのでありまして、順調な爐況に依て製造されました廻轉爐鐵は、何れもこの可熔窒素は0.002%以下であります 然るに同じ

第7表 含 銅 鋼

含銅鋼鑄物 (Ford)

Foundry Tr. J. 1938 385.

化 學 成 分 %						熱處理	抗張力 kg/mm <sup>2</sup>	降伏點 kg/mm <sup>2</sup>	伸 %	ア硬 リ ネ ル 度	用 途
C	Si	Mn	Cu	Cr	Mo						
1.5	1.0	0.8	2.0	—	0.2	A	60	49	7	210	ブレーキドラム
1.5	1.0	0.7	2.0	0.5	—	B	76	65	2	290	クランク シャフト
1.5	1.1	0.8	3.0	—	—	B	65	49	5	220	ピストン

A : 900°C 30分、790°C 迄急冷、725°C 迄 2.5hr にて冷却以後空冷

B : 900°C 20分、650°C 迄空冷、750°C 再加熱 1hr 保持、540°C 迄 1hr にて冷却以後空冷

含銅合金鋼

化 學 成 分 %							用 途
C	Si	Mn	Cu	Cr	Ni	W	
1.30	0.45	0.4	1.75	3.0	—	16.0	自動車バルブシート
0.20	0.50	0.6	1.00	5.0	—	—	耐蝕耐熱鋼(主として石油工業)
0.12	0.40	0.3	1.00	18.0	—	—	耐蝕耐熱
0.15	0.50	0.6	2.00	18.0	8.0	—	ク
0.12	0.20	0.5	1.00	14.0	—	—	ク
0.30	0.30	0.5	1.00	20.0	—	—	ク
0.10	0.20	5.0	3.00	18.0	8.0	—	ク
0.07	0.40	9.0	1.00	18.0	—	—	ク

含銅高級鋼材 (獨逸)

Stahl u.E. 1938. 1054.

工 場	特 許 請 求 合 金 範 圍 %									
	C		Si		Mn		Mo			
	0.1	0.2	0.4	0.8	1.2	0.4		0.8	1.2	1.6
Vereinigte Stahl Werke	■	■	■	■	■	■				
A.G.	■	■	■	■	■	■	■	■		
Mitteldeutsche Stahl Werke A.G.	■	■	■	■	■	■				
Gutehoffnungs- hütte A.G.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Fried Krupp A.G.	■	■	■	■	■	■	■	■		
Mitteldeutsche Stahl Werke A.G.	■	■	■	■	■	■				

第8表 銑鐵中の窒素

銑鐵種類	C	Si	Mn	P	S	Cu	N %		
							Soluble	Residue	Total
廻轉爐銑	4.42	0.09	0.11	0.069	0.009	—	0.0018	0.0005	0.0023
	4.43	0.07	0.14	0.090	0.008	—	0.0016	0.0010	0.0026
	4.27	0.17	0.14	0.120	0.009	—	0.0016	0.0030	0.0046
	4.48	0.09	0.14	0.058	0.007	—	0.0019	0.0011	0.0030
	4.00	0.06	0.11	0.095	0.005	—	0.0016~18	0.0019~22	—
	4.38	0.24	0.06	0.021	0.015	—	0.0011	0.0003	0.0014
出銑順調ならざる場合	4.00	0.06	0.07	0.016	0.019	—	0.0012	0.0005	0.0017
	4.14	0.11	0.18	0.250	0.012	—	0.0022	0.0016	0.0038
八幡鹽基性銑	3.69	1.31	1.26	0.30	0.043	—	0.0029	0.0029	0.0058
	3.90	0.76	2.69	0.25	0.018	—	0.0024	0.0034	0.0058
兼二浦白銑	3.66	0.57	0.42	0.11	0.028	—	0.0030~32	0.0011~13	0.0041~45
鞍山酸性銑	3.59	0.69	0.31	0.19	0.184	—	0.0050	0.0015	0.0065
安來木炭銑	3.75	0.20	0.15	0.15	0.020	—	0.0010~13	0.0032~37	0.0042~47
大暮木炭銑	4.00	0.40	0.15	0.14	0.020	—	0.0014	0.0040	0.0054
朝鮮木炭銑	4.11	0.05	0.11	0.11	0.012	—	0.0021	0.0003	0.0024
朝鮮再生木炭銑	3.50	0.60	0.20	0.14	0.030	—	0.0050	0.0050	0.0100
スエーデン銑	3.76	0.86	0.31	0.027	0.010	—	0.0018	0.0008	0.0026
印度バーン銑	3.64	2.11	1.30	0.200	0.029	—	0.0034	0.0053	0.0087
クマイソール銑	4.00	0.80	0.60	0.110	0.010	—	0.0023	0.0015	0.0038

廻轉爐銑でも爐況が順調でない場合、即ち出銑状況が順調でない場合には、この可熔窒素が高く出て居ります

他の製銑方法に依て製造された銑鐵中の可熔窒素の値は、同じくこの表に示した通りでありまして、木炭銑及びスエーデン銑以外の銑鐵は何れも廻轉爐銑のそれよりも可熔窒素は高い 即ち順調な爐況に依て製出されました廻轉爐銑は、丁度木炭銑或はスエーデン銑と同等級のものと考えられるのでありまして、普通の熔銑爐銑の如きものよりは、かなり良好なものであらう事は想像に難くないのであります

V 廻轉爐製銑法の將來性

先づ原料問題に就きましてお話申し上げます 今

迄の試験に於きましては主として紫銑を使用したものでありますが、之は比較的入手が容易であつたと云ふので、差し當り之を使用したのでありまして、何も紫銑に限つた事はないのであります 然し日本に於きましてはこの紫銑(硫化鐵銑燒滓)が化學工業の副産物として可なり澤山生産されるもので、最近では年間100萬噸以上120萬噸にも上るでせうか、兎に角相當澤山出る 然し中には随分品位の悪いものや、回収の出来ないものもありませうから、假りにこの半分としても50~60萬噸は利用出来る譯であります 日本のこれら紫銑は大體に於て銅が高いのでありますが、中には銅の低いものもありますから、銅の高いものはなるべく高いものばかりを集めて製煉し、銅の低いものはそればかりを集めて製煉すると云ふ風に致

しまして、高銅銑は高銅の特徴を十分生かす方向に極力利用し、低銅銑、低磷銑、其他特に低硫、低珪素等の特徴を夫々極力生かし、或は又木炭銑類似の性質等の特性を十分發揮する方向に利用すると云ふ事が、本法の將來に對して極めて重要な事でもあります

紫銑のみならず一般の粉鐵銑も勿論利用出来るのでありますが、特にアルミナの高い鐵石は、クリンカーの性質に對して色々と影響を致しますので、其の使用に當つては十分考慮を拂ふ必要があります

其他砂鐵の如きもの又は南洋方面等の特殊な成分を含んだ粉鐵銑を本法で製煉すれば、夫々特徴ある成分を有する銑鐵が生産されるのでありまして、こう云ふ事は吾國の鐵原料問題に關聯して極めて重要且つ興味ある事と申さねばなりません

尙この方法で使用する還元劑或は燃料は何れも粉でよいのであり、且つ硫黄分が少々高からうと一向に差支はないのでありますから、熔銑爐製煉に於て要求する様な強粘結性の石炭、其他嚴格な規定の必要はないのでありますから、吾國の燃料問題に對しても尙に好都合であります

次に副生セメントに就ても色々と問題がありますが、之は夫々専門の方に一任致しまして、製銑の側から見た經濟問題に一寸觸れて置かせよう 製産費其他細かい經濟問題に就きましてはこ

こで色々と細かい事を申上げる自由を持ちませんが然し今迄の處では普通の熔銑爐製煉の場合よりはずつと割高になつて居る事は事實でありまして將來と雖も當分はこの傾向は同じであらうと存じます でありますから本製銑法ではどうしても行く行くは特殊銑を狙ふことになつて參るでせうしこうなれば經濟上の問題も自然解決されることゝ存じます

VI 結論

今迄色々と申上げましたが、現在まだ試験中でありまして、これから解決せなければならぬ問題が澤山残つて居りますので、本當の結論は只今早急には申上げられませんが、まあ大體の處を申上げますと云ふと

1. 装置上の不備の點は1日も早く設備し、本製銑法試験の完全なる成果を収めること
  2. 廻轉爐製銑鐵の特殊性を極力研究利用すること
  3. 現在セメント工場に於ける多數の遊休廻轉爐を漸次活用し、吾國現下の最も不足資材である銑鐵の増産を期すること
- 大分時間もたちましたので、これ位で私の講演を終ります 長時間御静聽を煩はしまして感謝致します