

喜茂別鐵石より低砒素燒結鐵製造

池野輝夫*・萩原友郎*

要 旨

含砒鐵鐵石の代表鐵喜茂別鐵石の處理について基礎研究、中間試験、工業化試験の順に述べ喜茂別脫砒燒結工場の経過を明らかにした。

I. 緒 言

北海道虻田郡喜茂別鐵山は昭和14年6月より昭和19年末まで、日鐵鐵業株式會社の手に依り採掘され、其の間約20萬噸の鐵石が室蘭製鐵所に送られた。開發當初の可採鐵量は約30萬噸で、昭和24年ボーリング調査の結果殘可採鐵量約50萬噸と増加し、山元貯鐵10萬噸、當製鐵所埋立貯鐵10萬噸と併せて計70萬噸の鐵石がある。此の鐵量は北海道内代表鐵石の脇方鐵、徳舜磐鐵石より多く現在道内最大の銘柄と稱せられる。當鐵石の特色は褐鐵鐵石としては緻密にして粉鐵少く平均3%の砒素(他の鐵石の4~10倍)を含んでいる。砒素は鐵鋼の材質に悪い影響を與えることについては既に秋枝氏¹⁾に依り詳しく紹介されており、砒素を除く研究も盛んに行われたが工業化されることなく、當鐵山は戦後閉鎖され貯鐵石も又放置されていた。戦後國內資源の活用要請に應じ、室蘭製鐵所は東京大學教授宗宮尙行氏の研究に就いて工業化試験を行い、其の結果日鐵鐵業株式會社が山元に年産18000噸(燒結鍋3基稼働1基豫備)の工場を建設することになり、當製鐵所が其の建設を援助し昭和26年11月完成し以後今日迄試験操業を行っている。筆者らは過去にあつて同教授の研究指導を受けてきた關係で過去の研究の要旨を紹介し又當所にて行つた工業化試験を中心に報告させていただく。

II. 基礎研究

Asを除く原理を知るために鐵石の物理、化學的性質を述べる。

a. 鐵石の化學、鐵物組成 同鐵石の化學分析の一例として第1表²⁾に示すごとく Fe_2O_3 分子率： H_2O (+) 分子率の値は略2:3となり褐鐵鐵の代表的組成を示している。鐵石中のAsはW. Ruff, E. Scheill³⁾, W. Luyken, L. Heller⁴⁾, J. Klärting⁵⁾が報告しているよ

第1表

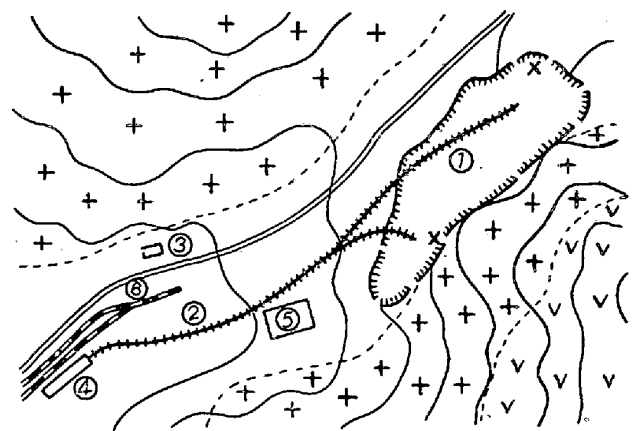
成分	Fe_2O_3	+ H_2O	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO
重量(%)	79.44	14.26	0.57	0.29	0.73	0.10
分子(%)	36.16	57.50	0.69	0.20	0.95	0.19

成分	TiO_2	As_2O_5	P_2O_5	SO_3	計
重量(%)	tr.	6.09	0.16	3.08	104.71
分子(%)	—	1.92	0.08	2.43	100.13

第2表 水酸化鐵のAs吸着量

溫度 (°C)	0	20	40	80
吸着 As %	8	6	3	1.8

うに同鐵石中のAsも砒酸鐵($\text{FeAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)⁶⁾鐵物と、鶴野達二氏の報告せられるように第2表⁷⁾に見られるごとく水酸化鐵に砒酸が吸着したものと2つの状態であると考えられる。前者の砒素鐵石は第1圖の鐵床切羽の3



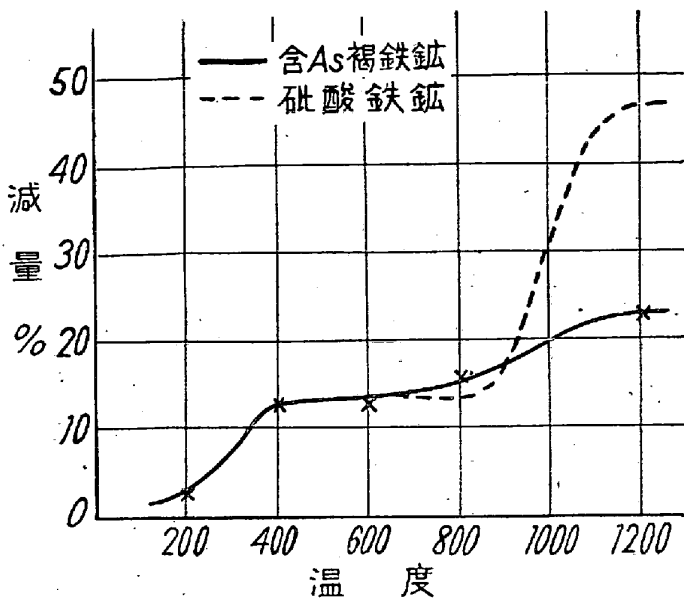
第1圖 鐵山平面圖

①鐵鐵床(×印砒酸鐵鐵脉) ②鐵内運鐵線 ③鐵山事務所 ④貯鐵槽 ⑤燒結工場 ⑥鐵山專用鐵道

ヶ所に幅1~0.5mの鐵脈をなし判然と他の鐵石と見分けられ一般的傾向として下盤に向い砒素の浸み込みが強い。後者と低砒素褐鐵鐵とはほとんど區別がつかず、顯微鏡下に砒酸鐵鐵物が見當らないのにAs 6%を示すものがある。それゆえAs 8%以上の鐵石は肉眼鑑定で切羽、貯鐵で取り除く事が出来るが、斯様な鐵石は金鐵量の10%に過ぎず、残りの大部分は平均約3%で手選だけでは砒素を効果的に除くことが出来ず、他の處理法によらねばならない。

b. 鐵石の加熱減量: 第1表の鐵石の粉末0.2gを白

* 富士製鐵, 室蘭製鐵所



第2圖

金ルツボに入れ電氣爐で 700°C に長時間保ち恒量後徐々に温度を上げると、その加熱減量は第2圖⁹⁾となる。同様に砒酸鐵の減量を同圖中¹⁰⁾に示す。900°C 附近より減量し始め、980°C で明瞭になり、1000°C~1100°C で

第3表

ガス種類	温度 °C	As%	Fe%	As%/Fe% ×100	脱As%	
CO ₂ 100%	1000	0.67	61.5	1.09	83.9	
	950	1.06	61.5	1.72	64.6	
	897	3.98	61.5	6.47	4.4	
	855	4.23	61.9	6.80	—	
	800	4.13	61.0	6.77	0	
CO 20%	1000	0.13	65.5	0.20	97.1	
	950	0.76	65.5	1.16	82.9	
	905	0.26	65.5	0.40	94.1	
	850	0.37	65.7	0.56	91.7	
	CO ₂ 80%	820	0.45	66.2	0.68	90.0
805		0.70	66.1	1.06	84.3	
620		1.70	65.1	2.61	61.4	
CO ₂ % + CO ₂ (100-x)%		1000	(x) 20	0.20	64.7	0.28
	15		0.23	69.2	0.33	95.1
	10		0.21	—	—	—
	5		0.29	70.4	0.42	93.8
	3		0.21	70.5	0.30	95.6
	700	20	1.25	65.5	5.72	15.5
		15	0.99	66.5	1.49	78.0
		10	0.92	68.9	1.33	80.4
		5	1.27	66.1	1.92	71.6
		3	3.97	61.5	4.99	26.3
	600	20	1.89	—	—	—
		15	1.62	65.1	2.49	63.2
		10	2.03	67.1	3.03	55.2
		5	3.12	67.7	4.61	31.9
		3	3.94	68.9	5.72	15.5

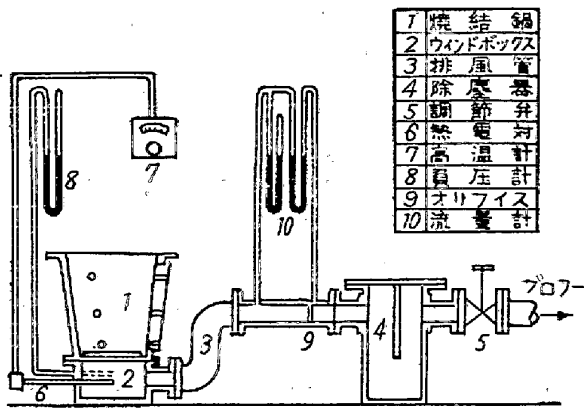
顯著になり、1150°C 以後殆ど恒量となる。900~1200°C の減量は 5.4% で第1表の化學分析値 As₂O₃ の値 6.09% と大體一致する。従つて第2圖の一般鐵石の加熱減量は鐵石中の砒酸鐵の熱分解か吸着砒酸の熱分解による減量曲線であることが同圖より考えられる。これは空氣中の加熱の場合であるが、加熱中の雰囲気の種類を變えると第3表¹¹⁾のごとく低温度で砒素が除かれるが山根新二氏¹²⁾の實驗の如く完全な還元性(CO) では還元性が強過ぎるため 700°C 以上になると酸化鐵は金屬鐵に迄還元し、それに又酸化砒素が金屬砒素に迄還元し、両者が固熔されて砒素の除去は急激に悪くなる。従つて鐵石よりの加熱による砒素除去の條件は E. Scheil¹³⁾の言明のごとく鐵石を高温加熱して「鐵石を金屬にまで還元しない程度」の CO との混合ガスを接觸すれば 90% 以上の高脱砒率が得られる。然し此の脱砒條件の試料は粉末であり又加熱時間 4~1hr を要する事は工業的な處理熱として 1200°C 以上の高温を要する。

III. 15kg G 式燒結試驗

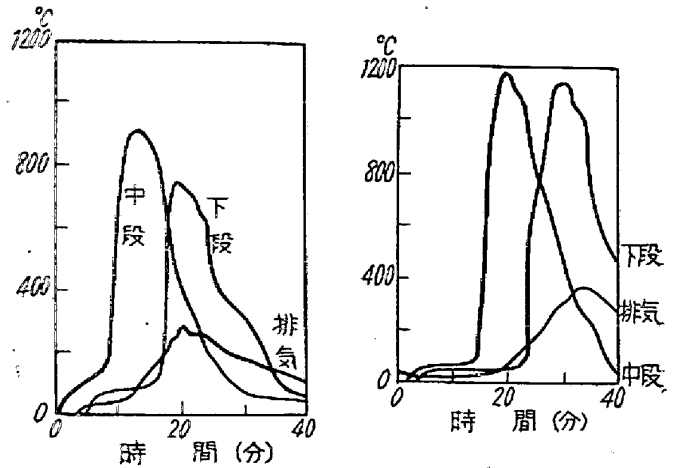
熔鑄爐で砒素を除く事が困難である事は基礎研究中の「金屬鐵に金屬砒素が固熔され容易い」という事實から推測できるが實際に熔鑄爐に投げられた鐵石の砒素は94% 銑鐵中に入るといふ實驗報告¹⁴⁾もあり、又 A. Wagner¹⁵⁾ W. Ruff¹⁶⁾, W. Luyken¹⁷⁾, V. M. Goldschmid—C. Petters¹⁸⁾, Durrer¹⁹⁾, 鶴野達二²⁰⁾ 各氏も熔鑄爐による脱砒の困難性を指摘している。銑鐵精鍊による熔銑中の脱砒に関しては Pattion, Stead²¹⁾, P.E. McKinney²²⁾, W. Ruff²³⁾, W. Luyken²⁴⁾, W. Houdremont²⁵⁾, 鶴野各氏に依り否定され鶴野氏の言葉をかりるなら「AsはFeよりも貴なる金屬であるから銑鐵中の砒素は酸化製鍊によつても除き得ず、むしろ鐵の損失によつて濃縮される」。然し V. V. Skorchellette 及び A. I. Shultin²⁶⁾ は鐵に不溶な Ca₃As₂ を生成させて除去することを試み Ca, Si-Ca 合金, CaC を As 分 0.18% の熔銑に加えて最高脱砒率 55.5% を得たと報告している。其れ故斯様に一旦熔鑄爐に入つた砒素の大部分は現今の銑鋼一貫作業工場設備では容易に除き難い結果となるので熔鑄爐に装入される以前に燒結、焙燒に依つて砒素を除かねばならない。そこで當鐵石の燒結機構、脱砒機構が 15kg G 式燒結試驗鍋を用いて宗宮氏²⁷⁾に依り調べられた。

a. 當鐵石の燒結性

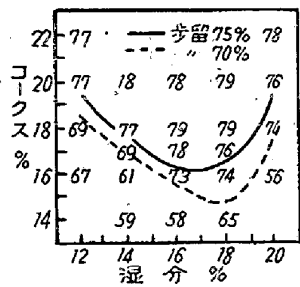
第3圖に示す小型 15kg G 式燒結試驗機により脇方鐵石、喜茂別鐵石の燒結比較試驗を行つた。其の結果 +1/2¹¹⁾ 燒結成品歩留と配合濕分、コークス比との關係は第4圖



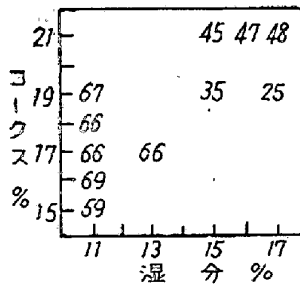
第3図 試験焼結機



第6図



第4図 脇方鑽石単味焼結

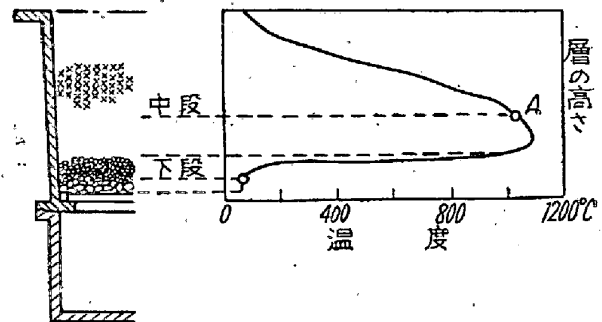


第5図 喜茂別鑽石単味焼結

第5図の如くであつた。脇方単味の焼結鑽の適当な湿分は16%であるのに対して喜茂別単味の場合は11~13%附近で著しく低く又此の場合の歩留はコークスを19%の多量を使用して尙60%で脇方鑽の75%より低く良く焼結しない。兩鑽石の性質のうち顯著な差があるものは脇方鑽石(As 0.7%)に對し喜茂別鑽の砒素の含有量の差である。従つて焼結性の難易はAs%の寡多に應ずるものと考えられ、更に焼結中の脱砒機構が調べられた。

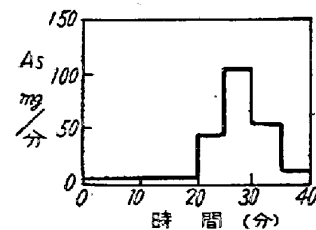
b. 焼結性と脱As機構

同鑽石粉鑽を焼結した場合、焼結鍋の中段、下段の温度並びに排氣の温度が、時間と共に如何に変化するか、その状態を第6図に示している。第6図のAなる時刻の鍋中の温度分布及び焼結状態を想像すれば第7図のごとくで、コークスが盛んに燃焼し鑽石が高温となつてい



第7図

箇所は比較的薄い厚さの平面形で、これを焼結帯と稱するが、鑽石は一般に焼結帯が到着する前までは常温に近く従つて焼結帯と未燃焼鑽石層とは隣接し合ひ、豫熱層の如きものは存在しないと言つてよい程極く僅かである。そしてAsはこの焼結帯に於て揮發するから、Asの揮發は點火と共に上層の鑽石から始まり、焼結帯が下降するにつれて順次その部分のAsが揮發する。然るに排氣中のAsを定量すると第8図に示す如く、點火後しば



第8図

らくは極く少量のAsしか存在せず、或る時刻になると急に増加し極大値を示して又減少する。これを解釋するに、上方の焼結帯にて揮發せる無水As₂O₃は冷い空氣或いは下段の帯水未燃焼鑽石層に觸れて微粒白煙となり、未燃焼鑽石層に濾しとられる。しかし、この濾された無水As₂O₃は燃焼帯が下降するにつれて漸次昇華し

又凝縮して下方に追いやられる。焼結帯が最下層に到着して始めてことごとく煙道に揮發する。宗宮教授の此の解釋によれば、喜茂別鐵石の多量の As は帶水層に濃縮して通氣の均一性を阻害することになり、此れは喜茂別鐵の燒結の際屢々起る片焼け現象をよく説明しうる。又砒酸鐵の結晶は燒結に際し吸熱分解を行うため多量の燃料を必要とするので脇方鐵石に比べて燃料比が高い事も理解される。以上の見解より同鐵石の處理法に關しては同教授より次の方法が提案された。即ち「燒結—燒結法」、
「焙燒—燒結法」の如く鐵石處理法の繰返し又は組合せにより現行の D 或は G 式より更に鐵石に多量の熱カロリーを與えて處理する方法である。

IV. 仲町 D 式による工場試験

前項の見解に従い繰返し燒結試験が室蘭製鐵所仲町 D 式燒結機により行われた。その結果は第 4 表の如く良好

第 4 表

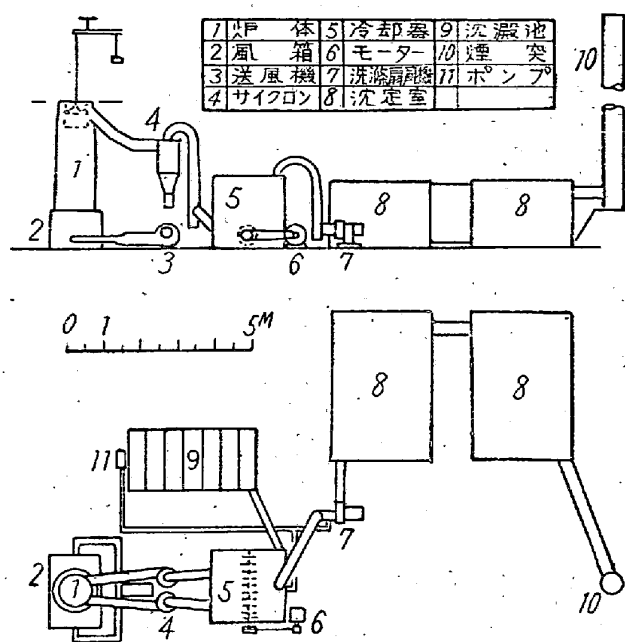
	第 1 次 燒 結					第 2 次 燒 結	
	原鐵	配合原料	燒結鐵	返燒鐵	燒結鐵平均	成品	未燒結鐵
As%	2.84	1.75	0.25	1.32	0.65~ 0.70	0.08	0.6~ 0.9

第一次燒結成品歩留 20%
同 上 成 品 脱 砒 率 83.0%

な脱 As 成績を収めた。此の試験に脱 As の方策の一つが見出されたが、經濟的事情並びに設備上の問題で永續的に實施せられなかつた。

V. 堅型 1t 試験爐による中間試験

褐鐵鐵の熱的性質の特質として平川氏²⁸⁾の熱間耐壓試験の報告に示されるように褐鐵鐵は 700~800°C で結晶水を失い、同時に粉化する。喜茂別鐵石は前以てクラッシュャーにより粉碎されなくとも熱的性質を利用するならば自然粉化する。この事實と前述せるやうに脱 As 條件として揮發する As₂O₃ が通氣を害されないような通氣度が必要であるのでわざわざ粉碎することなしに、塊鐵で燒結脱 As 出来るはずである。従つて前述した「焙燒—燒結」による處理方法について鐵石を塊状にし通氣を良好にするだけで焙燒層を厚くし一つの爐内に於て焙燒過程と燒結過程を同時に行はせるように第 9 圖のごとき構造配置の 1 施堅爐式燒結プラントを昭和 23 年日鐵鐵業脇方鐵山に建設し、同社と日鐵が宗宮教授等の指導の下に協同研究を行つた²⁹⁾。當爐の特徴は塊鐵石、中小粉



第 9 圖 脱砒試験装置 (脇方)

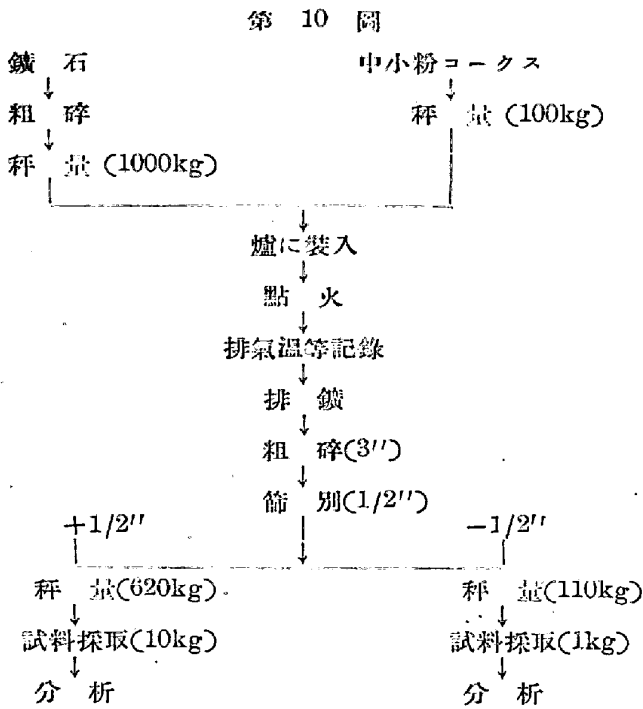
ークスを用いるため通氣が良好の代りに熱効率が悪いので、それを改善する意味もあつて、ポット式燒結機を更に深くし、排ガス中の As₂O₃ を捕捉するためと、グレートの下部より行ふ點火作業を助けるため吸氣機に依り爐頂ガスを負壓にした。

a. 試験装置: 試験装置の主要機械、主要設備を第 5 表に示す。

第 5 表 主要機械設備

機械設備	性 能	備 考
燒 結 爐	上端徑 0.7m 下端徑 0.8m 火格子面積 深 さ 有効容積	シヤモット耐火煉瓦にて半枚の Lining
風 函	高 1.5m × 2m × 2m	前扉兩開き
冷 却 室	2m × 2m × 2m 廻轉板徑 0.5m 枚数 10 板	10HP. 220 V. で廻轉板に 300 R.P.m の廻轉を與え遠心力で飛沫を作る。
サイクロン		ドラム罐改造
沈 定 量	2m × 3m × 4m (2 個)	木製
沈 澱 池	2m × 4m × 1m	木製
送 風 機	5HP	シロツコ
吸 氣 機	1HP	シロツコ

b. 試験操作: 試験操作の作業系統圖を第 10 圖に示



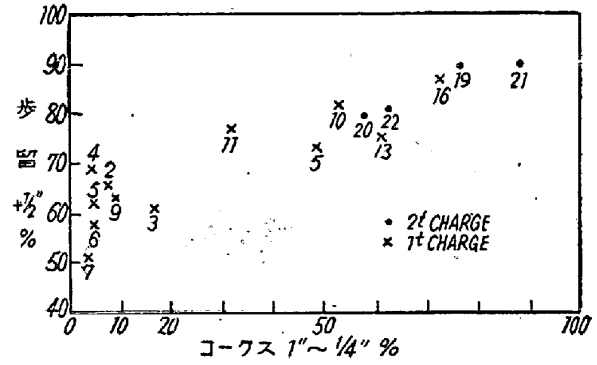
す。なお装入，點火，排鑛の要領は，點火用薪を爐頂より投下後鑛石，コークスを續いて装入し爐頂蓋を閉じて吸氣を行う。次いで風函を開きグレートの下部より點火し，直後風函の扉を閉じて送風を行う。燒結完了後風函

第 6 表

試験 番號	原料鐵石純度分布%				步留 +1/2" %	備 考
	6"	5"	4"	2 1/2" / 1"		
027	15	—	—	85	79	
030	52	—	—	48	53	
031	—	41	—	59	75	
028			12	88	79	
029			43	57	77	手装入
032			40	60	77	ベル装入
035	クラツシャー排鑛口				81	點火劑石炭アリ
101	開き 3 1/2				81	"
116					82	" 石炭ナシ
111	クラツシャー排鑛口				83	" 石炭アリ
112	開き 2 1/2				85.6	"
113					81	"
114					87	" 石炭ナシ
115					87	"

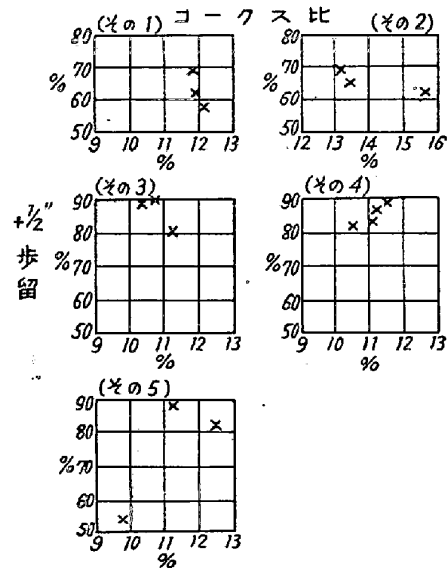
の前扉を開き，グレートの支柱を外して一気に爐内燒結物を落下せしめて，成品全量を供試料とする。

c. 試驗結果：鐵石粒度と +1/2" 成品歩留との關係を示す。第 6 表の如く鐵石粒度が 3 1/2" ~ 2 1/2" の場合に +1/2" 成品歩留が最高値を示している。又配合燃料コークスに該當する 1 ~ 1/2" の占むる粒度が 30% 以



第 11 圖

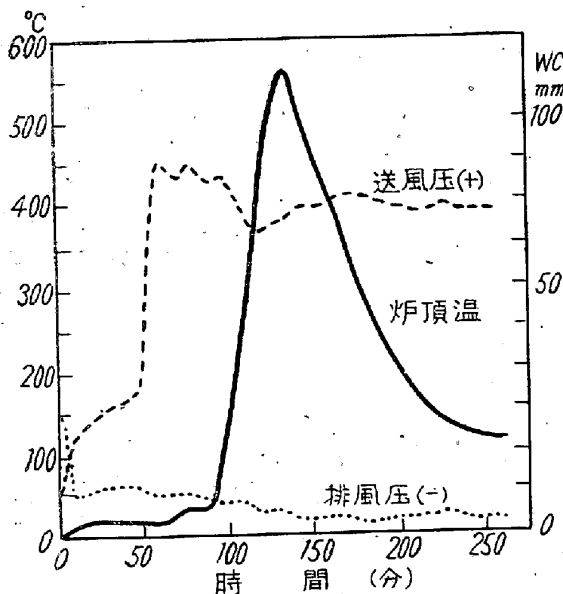
上あるようなコークスの場合にやはり +1/2" 成品歩留が高い。この事實は鐵石より熱分解された As₂O₃ が未燒結鐵石層に附着して通氣を阻害する以上に通氣性が良好で配合燃料の燃焼を可能ならしむるものと考えられる。又配合コークス比は第 12 圖に示すように適當な範



第 12 圖

圍 (10~11%) 内で +1/2" 成品歩留が最高値を示している。配合コークスが 10% 以下になると熱量が不足するために急激に +1/2" 成品歩留が低下し，粉鑛の生成量が多くなる。これに反し 13% 以上になると鐵石は燒結状態を通り越し熔融し，そのため通氣が阻害され片燒け燒け残りコークスが見出されることにより +1/2" 成品歩留が低下するものゝようである。此のコークスの燃

焼に與かる空氣は上向強制通風のため、焼結帯、燃焼帯においてゲーヂ壓力(+)になり火廻りよく下向通風の如く通風の良好な個所を選択燃焼して孔が開く様な事が少い。この事實は又排氣温の時間と共に變化する状態を第13圖に示すように、燃焼帯はある厚さを持つて上方



第13圖

に移動し、装入物の最上層が燃焼するに至ると排氣温は急激に極大値を示し、後徐々に降下する。此の極大値を示す回数通常一鍋の焼結に際し唯一回示し、均一な焼結状態を物語っている。以上の如く焼結による脱Asの根本條件である「装入鑛石を均一に高温に加熱」する事が出来るならば、排鑛全量の脱As率も又良好のはずである。焼結鑛中のAsを示す第7表より $-1/2''$ 焼結鑛石はAs%が一般に高く、その値の變動の大きい事も解る。これは鑛石が焼け不足で結晶水が脱水され粉化される温度800°Cに加熱されて脱Asに必要な1200°Cに達せず原鑛に近い値を示しているものと考えられる。

$+1/2''$ 焼結鑛は良く焼かれたものであり、一般にAs%低く0.5%以下になつている。従つて $+1/2''$ 焼結鑛の生成量が多いことが全脱As率を高めることであり、前述せるように $+1/2''$ 成品歩留の高値が得られたことより原理的には焙焼に續いて焼結され脱Asの目的が達せられたものと考えられる。しかしこの爐型を直ちに工業爐とすることは以下の理由で採用出来ない。即ち爐内温度を光高温計を用いて測温した結果、定性的ではあるが爐の中心部は部分的に1300~1400°Cに達し、脱Asされた熔融酸化鐵が下方あるいは側壁に流れ、側壁とシヤモット耐火煉瓦と反應し固着すると同時に、屢々焼結鑛は大塊となり排鑛が困難となる。

第7表

試験番号	歩留 $+1/2''$ %	原鑛 As%	焼結鑛 As %			
			$+1/2''$	$-1/2''$	平均	
002	65	3.0	0.173	1.05	0.48	
003	61		0.203	1.143	0.68	
004	69		0.120	1.076	0.42	
005	62		0.135	1.102	0.50	
006	58		0.098	1.365	0.63	
010	82		0.243	0.884	0.36	
011	76	3.8	0.515	1.354	0.72	
012	89		0.205	0.890	0.28	
013	75		0.36	0.142	0.73	
014	53		0.42	0.203	1.18	
015	73		0.38	0.185	0.78	
016	87		0.21	0.106	0.32	
017	62		0.46	0.089	1.02	
019	89		0.09	0.062	0.15	
021	89		0.35	0.122	0.45	
023	92		12.4	0.60	0.188	0.70

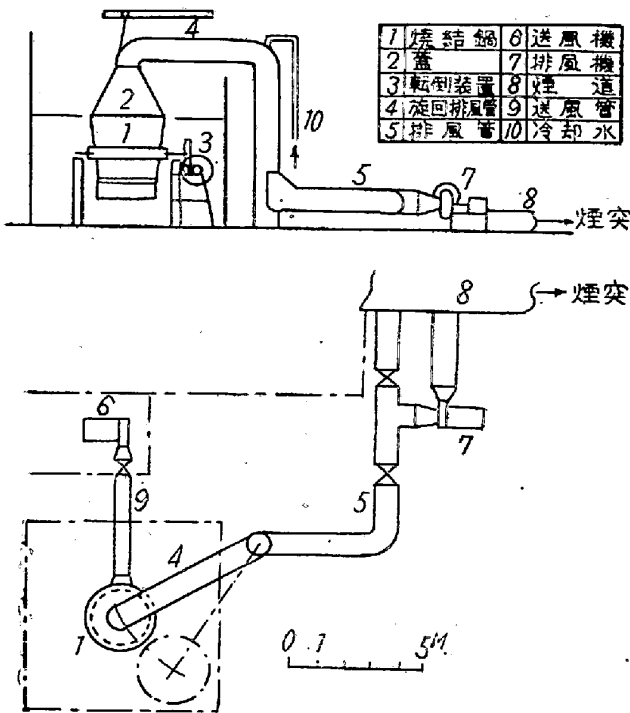
VI. 8t 爐に依る試験

次いで試作された8t 爐の容量は大きすぎず又小規模になり過ぎぬ様當鑛石の處理計畫より算出されたものである。

a. 試験装置：當所伸町焼結工場に第14圖に示す試験装置を建設した。その主要機械、設備を第8表に示す。前述せる1t 爐と比較し大差のある所は、鍋の有効容積が1.5m³より8m³に増加し、爐壁の傾斜が1t 爐の時とは逆に爐頂に廣くグレートに向つて狭くなつている。爐壁のライニングは鑄鐵を用い、135°廻轉して爐頂より排鑛する。

b. 試験操作：試験作業系統圖を第9表に示す。原料の装入、點火、排鑛作業の要領は1t 試驗の場合と同様で爐頂の排氣温が200°Cを示した時、爐内の燃焼は殆ど完了するので、爐蓋を取除き爐を廻轉して排鑛する。

c. 試験結果：1t 爐試験の際適當な焼結條件が示されているので大體これに添ひ試験項目を狭め配合中小粉



第 14 圖



写真1 8t 試験爐

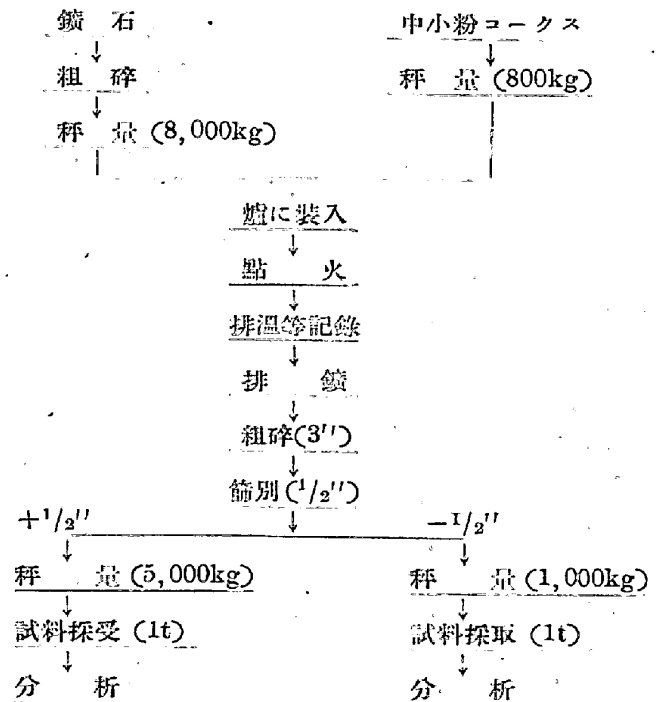
コークスを 10% に定め、鑛石粒度を 3'' 及び 2'' 以下の二種類について焼結状況(焼結時間、排氣温、送風壓)、焼結成品の粉塊の割合並びに品位について試験を行った。試験結果を第 10 表に示す。又時間の變化と共に變る爐頂温、送風壓、排氣壓、排氣中の As_2O_3 の量の状況を第 15 圖に示す。以上の結果を總括して 1t 爐の試験結果と比較して見ると第 11 表に示す様に大體同様の成績を示している。

排鑛の問題は内張り鑄鐵ライニングの張り合せが試験

第 8 表

機械設備名	性	能	備 考
焼 結 鍋	上端徑 火格子底面徑 深 度 有効容積	2.540m 1.940m 2.300m 8m ³	Lining 厚さ 30mmの鑄鐵に して特別な空冷 構造をなす
送 風 機	風量 風壓 電動機	100m ³ /min 400mm(W. C) 200V 20KW R. P. M. 1955	ターボ ブロー ワー
排 風 機	送風機に同じ		
クラッシャー	電動機	10HP	Opening 3''~2''
ウインチ		1t	鑛石捲上げ用

第 9 表



回數の増すに従い隙間が増し、その空隙を燃焼焔がショートパスするために一部分隠れて焼結鑛がライニングのスケールと反應固着し排鑛に思はぬ困難を伴う。従つてライニングの張り合せを検討し、更に強制冷風に依りライニングの冷却効果を大にする必要がある。その他の結果については試験回數が僅か 20 回足らずで更に向上改良する餘地があると考えられるが 8 爐に擴張しても良い成績が得られるものと結論した。

VII. 喜茂別工場の設計

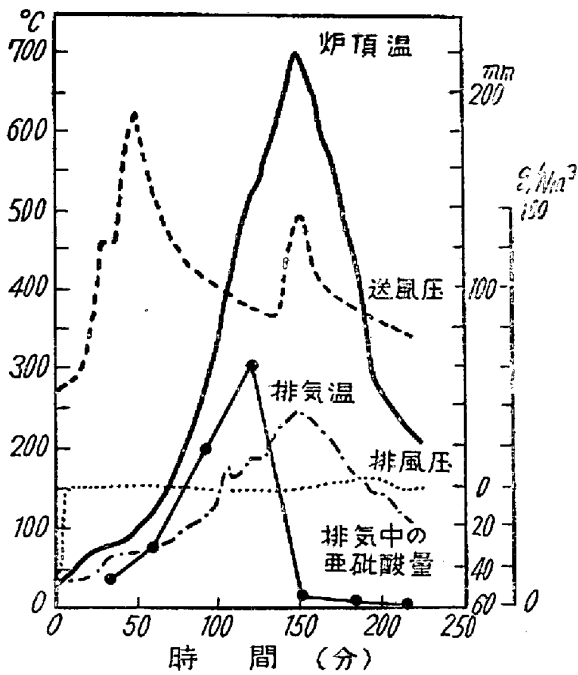
以上(1~6)の研究、試験に基き第 16 圖に示す脱砒燒結爐 4 基並びに排ガス中の亞砒酸捕集設備を設計した。

第 10 表 8 t 爐 に 依 る 試 驗 成 績

1) 最 高 排 氣 溫 時 の 鍋 頂 壓 2) 全 燒 結 鑛 3) +1/2" 燒 結 鑛 4) -1/2" 燒 結 鑛

試 驗 番 號 No.	コークス比 %	鑛石粒度 in	燒 結 時 間 時 分	最 高 排 氣 溫 °C	最 高 送 風 壓 mm WC	排 氣 壓 ^d mm WC	原 鑛 品 位 (%)				
							T.Fe	FeO	SiO ₂	As	S
5	10	3	4.35	665	148	0	—	—	—	—	—
6	10	3	5.15	540	120	+5	—	—	—	—	—
7	10	3	4.25	620	100	+2	54.82	1.30	3.64	2.55	0.37
8	10	3	4.55	510	126	+5	51.95	1.11	5.32	2.64	0.41
9	10	3	4.19	429	125	+2	52.32	0.96	4.16	2.24	0.37
10	10	3	4.35	512	106	+6	52.70	0.83	3.56	2.33	0.35
11	10	3	4.30	528	170	+6	52.32	1.37	4.22	2.22	0.32
平 均	10	3	4.39	543	128	+4	52.82	1.12	4.18	2.54	0.36
12	10	2	4.00	480	100	-3	53.07	1.72	4.46	2.75	0.33
13	10	2	3.40	570	157	0	54.25	1.03	3.30	2.28	0.37
14	10	2	3.45	590	198	-5	54.25	1.20	4.50	4.48	0.42
15	10	2	3.55	530	148	-6	54.05	1.38	4.42	2.53	0.35
16	10	2	4.00	590	155	-3	53.50	1.17	5.52	2.72	0.39
17	10	2	3.45	725	185	-2	53.77	0.83	6.32	2.81	0.50
18	10	2	3.35	670	168	-2	54.84	0.76	5.52	2.90	0.53
平 均	10	2	3.40	593	159	-3	53.96	1.12	4.86	2.63	0.41

試 驗 番 號 No.	燒 結 鑛 品 位									
	區 分	發 生 率	T.Fe	FeO	SiO ₂	As	S	As/T.Fe	脫 砒 率	脫 硫 率
5	全 ²	—	64.14%	43.48%	7.64%	0.49%	0.073%	0.008	—%	—%
6	全	—	62.42	32.38	6.96	0.97	0.191	0.015	—	—
7	全	—	64.14	23.13	6.04	0.72	0.092	0.011	76.6	80.0
8	全	—	59.49	13.42	11.40	0.99	0.085	0.017	66.0	82.5
9	全	—	64.04	18.23	5.16	1.05	0.137	0.016	63.0	70.0
10	全	—	64.68	23.04	5.82	0.85	0.197	0.013	70.5	57.2
11	全	—	64.47	18.57	6.84	1.14	0.186	0.018	68.0	53.4
平 均	全	—	63.36	19.27	6.85	0.95	0.139	0.015	68.8	68.6
12	十 ³ 全	75 25 —	65.11 64.09 64.85	28.55 13.59 24.81	5.68 4.66 5.42	0.62 0.87 0.68	0.06 0.06 0.061	0.009 0.014 0.011	82.7 73.1 80.3	85.0 83.4 84.6
13	十 全	80 20 —	66.55 63.88 66.02	34.57 9.29 29.51	5.00 4.24 4.85	0.41 0.68 0.47	0.06 0.08 0.067	0.006 0.011 0.007	84.8 73.9 82.6	87.2 81.5 86.6
14	十 全	80 20 —	66.43 64.68 66.08	38.01 11.70 32.75	6.04 4.48 5.73	0.46 0.97 0.56	0.06 0.14 0.084	0.007 0.015 0.008	84.5 66.7 80.9	87.5 72.5 84.5
15	十 全	75 25 —	65.54 63.67 65.08	39.39 9.31 31.87	5.20 4.04 4.79	0.63 1.04 0.74	0.08 0.14 0.097	0.009 0.016 0.010	80.9 66.0 80.3	85.0 72.5 81.9
16	十 全	80 20 —	65.67 64.20 65.38	43.52 9.12 37.10	5.12 3.64 4.82	0.48 0.87 0.56	0.06 0.15 0.083	0.007 0.013 0.008	86.0 74.0 83.6	85.8 67.2 82.1
17	十 全	80 20 —	65.54 64.87 65.41	34.57 9.80 29.02	4.98 3.90 4.76	0.57 0.98 0.65	0.07 0.13 0.087	0.009 0.015 0.010	82.7 71.2 80.4	87.8 77.8 85.8
18	十 全	80 20 —	67.41 65.27 66.98	35.79 8.08 30.25	4.32 4.20 4.30	0.41 0.85 0.50	0.06 0.09 0.066	0.006 0.013 0.007	88.5 75.0 85.8	91.0 87.0 90.2
平 均	十 全	78.6 21.4 —	66.03 64.38 65.70	36.34 10.12 30.76	5.16 4.16 4.95	0.51 0.89 0.59	0.06 0.11 0.073	0.007 0.014 0.008	84.3 71.4 81.9	87.0 77.4 85.0

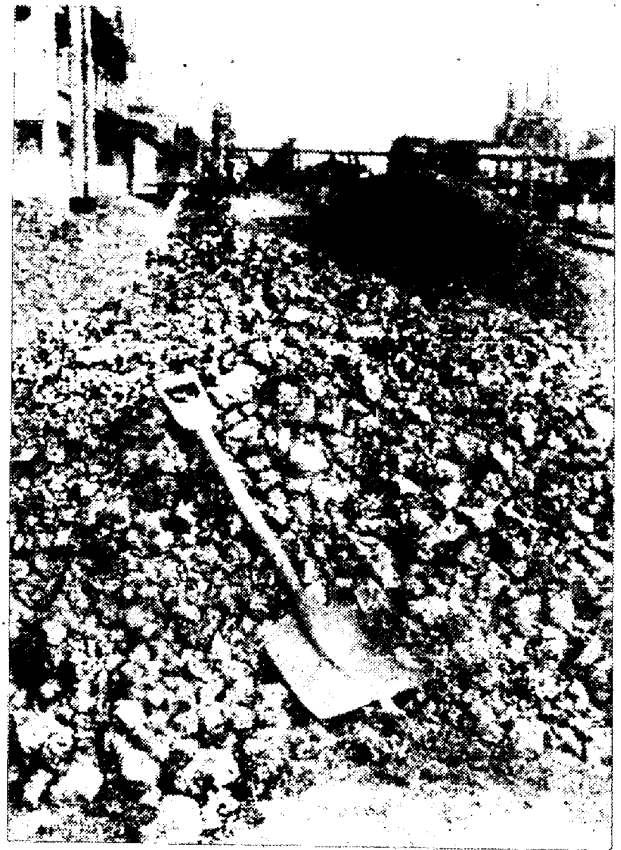


第 15 圖

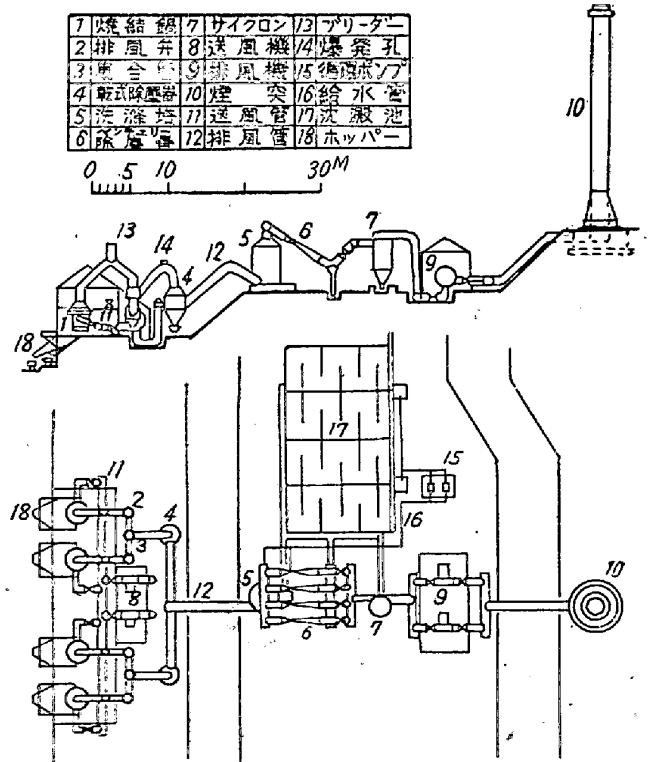
第 11 表

	1 t 爐	8 t 爐	備 考
鐵石粒度	3"又は2"適	2" 適	
使用燃料	鐵石(乾)に對10%	鐵石(濕)に對10%	
送風量 (Grate における風速)	0.5m/sec	0.5m/sec	
操業時間	3時間40分	3時間48分	點火より排鐵時迄
排鐵所要時間	30分~5時間	2分~2時間	
排 氣 溫	556°C	593°C	maxの平均
+1/2" 燒結鐵 歩 留	80%	78%	全燒結鐵に對
+1/2" 燒結鐵 T.Fe	60~68%	66%	
-1/2" "	55~60%	65%	
+1/2" " As	0.1~0.5%	0.5%	脱砒率84%
-1/2" "	1.1%前後	0.6%	

このプラントは年産1800吨(3基稼動1基豫備)の燒結鐵と約750吨の亞砒酸を捕集出来る様に設計されている。



寫眞 2 成 品



第 16 圖 喜茂別鐵山燒結工場

亞砒酸の捕集装置は濕式ベンチュリー型を用いた³⁰⁾。當所に納入された成品の1ヶ月の平均分析の一例を示すと以下の様になる。

-H ₂ O	T.Fe	SiO ₂	Mn	P	S
0.86	65.02	5.55	0.099	0.142	0.021
As	C.W.	Cu	FeO	廻數	
0.512	0.10	0.0012	37.20	779 t	

現在鋼のライニング並に鑛石破碎設備等を完備してあるので初期の生産量は出ていないが品質は試験結果と同等なものが得られる事が判る。

VIII. 結 語

a) 基礎研究の結果、褐鐵鑛中の砒素は主に砒酸鐵鑛として入っており、これは 1200°C で As₂O₃ となつて分離する。

b) 鑛石中の砒素は熔鑛爐に入る前に除く事が妥當で、焼結機構と脱砒機構との關連について調べた結果、焼結により分離された As₂O₃ が微妙な通氣の均一性を亂し、又従來の方法では加熱時間が不足のため充分に脱砒された焼結鑛を能率よく製造することが困難であることがわかつた。

c) 従つて小塊鑛石、中小粉コークスを原料とする通氣性の良好なしかも裝入層の深い爐に依る焼結法を考え 1 廻試験爐により As 3% の原鑛より 0.3% の +1/2" 焼結鑛を全排鑛の 80% 歩留で得られる事が明らかになつた。

d) 以上の宗宮教授の研究を工業化する事を考え、新しい爐の型と機構とを考え 8 廻(原鑛)爐を試作し、これについて試験を行い、種々の缺點を見出し改良の資料を得た。

e) 最良と考えられる處理爐 4 基並びに亞砒酸ガス捕集装置を設計した。

f) 工業試験の結果成品品位は豫定の値が得られた。

g) 生産量は現在の所、総合的に設備が未完の爲、豫定生産量の約 2/3 である。(昭和 27 年 12 月寄稿)

参 考 文 献

1) 秋技哲兒: 技術會誌 4(昭 26), 3

- 2) 宗宮尙行: 日鐵技研報告, I(昭 20), 2
- 3) Stahl u. Eisen 52 (1932), 1193
- 4) Arch. Eisenhüttenw., 11 (1938), 475
- 5) Arch. Eisenhüttenw., 14 (1941), 473
- 6) 湊秀雄: 地質學雜誌 3 (昭 25)
- 7) 鶴野達二: 鐵と鋼 34 (1948), 1
- 8) G. Lockemann: Z. Angew. Chem, 35, 357
- 9) 宗宮尙行: 前出
- 10) 宗宮尙行: 鐵鋼協會講演會發表, 1947—4,
- 11) 宗宮尙行: 前出
- 12) 山根新二: 日鐵技研報, 昭 20
- 13) F. Scheil: Stahl u. Eisen, 34 (1914) 1694
- 14) Pattion, Steed: Stahl u. Eisen 8 (1888), 537
- 15) A. Kagner: Stahl u. Eisen, 47 (1927), 613
- 16) W. Ruff: 前出
- 17) W. Luyken: Arch. Eisenhüttenw., 11(1938), 475
- 18) V. M. Goldschmid-Petters: Nach Göttring Ges., [2], I, III (1934~35), 11
- 19) Durrer: Die Metallurgie des Eisen (1942)
- 20) 鶴野達二: 前出
- 21) Pattion, Stead: 前出
- 22) P. F. Mckinney: Phys. Z., 35 (1934), 380
- 23) W. Ruff: 前出
- 24) W. Luyken: 前出
- 25) E. Houdremont: Tech. Mitt. Krupp. A., (1938), 102
- 26) A. I. Shultin: Arch, Eisenhüttenw., 10, 477
- 27) 宗宮尙行: 前出
- 28) 平川良彦: 銑鐵製造の研究 (昭 22)
- 29) 宗宮尙行, 富永在寛, 池野輝夫: 日鐵技術部研究室報告 (昭 24)
- 30) 山内仁, 檀原可人: 富士技報. 1 (1952) 43