

# 鐵と鋼

第30年 第7號 昭和19年7月

論 說	
砂鐵よりフェロワナヂウム製鍊に關する研究概要.....	上野建二郎.. 182
無ニッケル非磁性鑄鐵の研究.....	谷村 照.. 186
鋼の階段焼入に關する研究第2報その1.....	管野 猛.. 190
鋼の階段焼入に關する研究第2報その2.....	管野 猛.. 194
①二三の代用鋼の等温變態に就て.....	門川 勳・塚本成之.. 198
鐵鋼分析法に關する二三の研究.....	越谷 精藏・吉川正三郎.. 202
雜 錄.....	206 協會記事..... 189

## 砂鐵よりフェロワナヂウム製鍊に關する研究概要

上野建二郎\*

### I 緒 言

砂鐵中には Fe, Ti の外に有用元素 V を少量ながら含有してゐる。依てこの V を抽出しフェロワナヂウムを製鍊し得るならば好都合である。著者は國立大阪工業試験所に於て齋藤大吉博士御指導の下に本研究を行ひ、更に日本砂鐵高砂工場に於て多年その研究の完成に苦心した。幸ひ多數先後輩の絶大なる御援助により、遂にこれに成功し、青森縣〇〇市に一大工場の出現を見るに至つたのである。本論はこの製鍊法の基礎的並に工業的研究の概要を簡単に記述したものである。

### II 従來の研究とフェロワナヂウムの新製鍊法

(1) ワナヂウム製鍊に關する従來の研究 W. E. Stokes<sup>1)</sup> 氏は Roscoelite を重碳酸曹達、智利硝石及び食鹽にて焙燒を行つた。又硫酸曹達及び酸性硫酸曹達をも使用し V を溶解させ、次にこの液を酸化して後煮沸し硫酸-V を沈澱させた。B. D. Saklatvala<sup>2)</sup> 氏は焙燒せる Roscoelite を曹達及び黄鐵鑛と共に加熱し、温湯を以て抽出した後硫酸鐵を投じ V-酸鐵として V を沈澱させた。B. P. F. Kjellberg<sup>3)</sup> 氏はチタン鐵鑛たる Kramsta 鑛石を螢石と混じ焙燒後 SO<sub>2</sub> 溶液にて抽出し、後 CaO を加へ V を沈澱させた。但し P は V と共に沈澱し來つた由である。D. W. Berlin<sup>4)</sup> 氏は鑛石を熔融して V を鐵中に含有させ、次にこれに酸化物を加へて酸化し V に富む鑛滓を造り、之を用ひて V を還元して Fe-V を造つた。

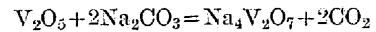
H. Moissan<sup>5)</sup> 氏は電氣爐を用ひ炭素還元により Fe-V 及び Ca-V を造つた。又電氣爐中に螢石を溶解し、次に Al を加へ、最後に V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> と Al を加へ Al-V を製造した。F. R. Carpenter<sup>6)</sup> 氏は MgO 爐床の電氣爐に旋盤屑を溶解し V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> を添加し、次に Si 及

び Fe-Si と石灰との混合物を添加し還元し Fe-V を造つた。R. Vogel, G. Tamman<sup>7)</sup> 兩氏は Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> と V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> の混合物より Al を用ひテルミット法により Fe-V を造つた。

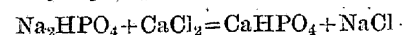
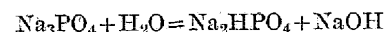
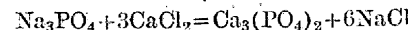
(2) フェロワナヂウの新製鍊法 著者は之等従來の研究文獻を參考として各種の實驗的研究を行つた結果、一つの V 製鍊法を考案した(特許第 97838 號及び第 116071 號)。

先づ砂鐵を磁選し、これを粉砕し更に磁選し、成可く不純物の少い砂鐵精鑛を得る。

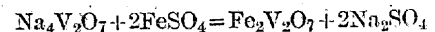
次にこれに食鹽、曹達灰等を加へ焙燒し V を V-酸曹達、P を磷酸曹達に變へる。



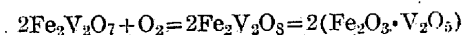
次にこれを水にて抽出し V 及び P を溶出し、抽出液に鹽化石灰を添加して P を磷酸石灰として沈澱させ、これを濾過し除去する。



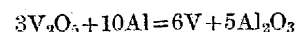
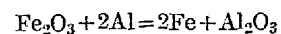
次に温液に硫酸鐵を投入し V-酸鐵を沈澱させる。



次にこの沈澱を濾過して取り之を乾燥焙燒する。



この酸化物を Al 粉末を用ひテルミット法にて鐵及び V を還元してフェロワナヂウムを製造するのである。



### III 砂鐵の豫備的處理に關する研究

(1) 基礎實驗(デービス磁選機による磁選試驗) 著者は種子島並に百石砂鐵の粗鑛をタイラー標準篩を以て篩分し、各篩分鑛をデ

\* 日本砂鐵鑛業株式會社

第1表 百石砂鐵の篩分磁選精鐵並にその粉碎再磁選精鐵分析表

No.	メッシュ	篩分 %	精鐵量 %	精鐵(S)又は 粉碎鐵(F)	Fe	TiO <sub>2</sub>	V	P	S	SiO <sub>2</sub>	CaO
1	>60	3.98	73.44	S	51.68	15.79	0.19	0.301	0.092	4.58	1.38
				F	55.15	16.49	0.19	0.115	—	2.54	0.81
2	60~80	4.08	82.11	S	53.59	15.41	0.20	0.371	0.089	3.48	1.36
				F	56.37	15.80	0.22	0.170	—	1.74	—
3	80~100	8.84	86.80	S	55.28	13.49	0.23	0.274	0.085	2.54	1.30
				F	58.14	13.49	0.21	0.126	—	1.70	0.61
4	100~150	80.66	88.37	S	57.44	13.05	0.25	0.143	0.076	1.88	0.84
				F	58.88	13.20	0.28	0.041	—	1.18	0.43
5	150~200	0.41	84.08	S	59.72	12.48	0.32	0.086	0.077	1.06	0.52
				F	59.99	11.89	0.31	0.062	—	1.12	—
6	<200	1.87	77.97	S	60.34	11.85	0.37	0.067	0.065	1.02	0.39
				F	61.13	11.52	0.31	0.037	—	0.72	0.32

ービス磁選機にかけて磁選を行ひ精鐵を採取し、その全分析を行つた。次にこの精鐵を夫々別々に250メッシュ以下に粉碎して再びこの磁選機にかけて得た粉碎精鐵の全分析を行つた。今百石砂鐵の結果を表示すれば第1表の如くである。第1表に於てFe, Vの含有量は粒子小なる物が多い。又TiO<sub>2</sub>, P, S, SiO<sub>2</sub>, CaO等の含有量は粒子大なる物の方が多い。粉碎磁選の結果は不純分の除法が相當行はれ得ることを示してゐる。

種子島砂鐵に於ても粒子小なる方不純物が少いが、百石砂鐵の様に顯著ではない。

(2) 砂鐵の豫備的處理に関する工業試験 本研究に於ては最初種子島砂鐵を使用した爲に、砂鐵の豫備的處理に就て餘り考慮を拂はず、僅に乾式磁力選鐵機(振動板式及び廻轉圓筒式)を用ひただけであつたが、その後百石砂鐵を使用するに至つて、前記の如く不純分が多い砂鐵なる故豫備的處理に重要な考慮を拂ふ必要を生じ、これが徹底を期する爲濕式磁力選鐵機を用ひ且粉碎後再び水磁選を行ふ様に變更するに至つた。即ち砂鐵の粗鐵をグレンダール濕式磁選機にかけ、これをチューブミルに送り粉碎し、次にこれを磁力脱水槽に送り此處にて砂鐵を洗滌濃縮し更にグレンダール濕式磁選機にかけて完全に磁選を行ふのである。

\* 今磁選成績の一例を示せば第2表の如くである。即ち大體に於てSiO<sub>2</sub>其他の不純物が減少する事を示してゐる。

第2表 水磁選による砂鐵成分の變化

No.	T.Fe %	SiO <sub>2</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	CaO %	P %	S %	V %
D <sub>1</sub> (第1グレンダール精鐵)	56.40	2.12	12.71	0.95	0.168	0.153	0.24
D <sub>2</sub> (磁力脱水槽精鐵)	58.25	1.36	13.03	0.65	0.070	0.153	0.25
D <sub>3</sub> (第2グレンダール精鐵)	58.20	0.82	13.19	0.73	0.058	0.129	0.27
F <sub>1</sub> (第1グレンダール精鐵)	—	2.68	—	—	0.137	0.143	0.26
F <sub>2</sub> (磁力脱水槽精鐵)	—	1.94	—	—	0.088	0.104	0.26
F <sub>3</sub> (第2グレンダール精鐵)	—	1.24	—	—	0.084	0.076	0.27

#### IV 砂鐵の焙燒抽出に関する研究

(1) 焙燒抽出に関する基礎的研究 砂鐵を白金坩堝に入れこれに食鹽、曹達灰等の粉末を加へ十分攪拌し、マツフル電氣爐に入れて加熱し一定温度にて一定時間を経て後爐から取り出し、200ccのビーカー中に白金坩堝ごとに入れて水を加へ坩堝を除去した後抽出液を濾過し、液中のV及びPを定量し抽出量を求め抽出率を計算した。

次に又焙燒砂鐵の一定量を取り、これをビーカー中に入れこれに

水を加へて抽出を行ひ、抽出液量と抽出率、抽出液温と抽出率等との關係を求めた。下記にその實驗結果の概要を記す。

(イ) 配合劑の添加量と抽出率との關係 添加曹達鹽即ち食鹽又は曹達灰の量を變化し、他の條件を一定にして焙燒後抽出を行ひ抽出率との關係を求めた所曹達灰添加の時は焙燒率良好で、4%添加にて十分でありそれ以上は餘り効果は顯著でない。V抽出率80%以上を得る事は困難でない。一例を示すと砂鐵4gにNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>6%を混じり1200°Cに1h加熱せる場合にはV抽出率100%、P抽出率92%を得てゐる。

(ロ) 焙燒温度と抽出率との關係 焙燒温度1000°C以上になると焙燒狀況良好となり、1100°Cにて最良となり、1200°Cにては餘り變化無く却つて不良となる場合もある。これは焙燒物が非常に固くなり却つて抽出が困難となるのである。故に焙燒温度は1050~1150°C位が適當である。

(ハ) 焙燒時間と抽出率との關係 焙燒時間30mnにては抽出率は不良であるが1hにて大體最大値に達し、それ以上は變化が無い。故に適當な焙燒時間は1~2hと云ふ所であらう。

(ニ) 食鹽と曹達灰の混合量と抽出率との關係 NaClとNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>とはNaCl38%、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>62%の所に於て共晶點を有してゐる。従て食鹽と曹達灰との混合物は夫々單味のものをを使用した時よりも熔融點低き關係上、焙燒反應が低温にて起り焙燒結果が良好となるのではないかと想像し實驗を行つた。併し混合の結果は極端に良好な結果を示さないが、1100°C焙燒の時Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>:NaCl=8:2のものが最良(V抽出率78%、P抽出率87%)なる結果を示してゐる。又Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>の量多き部分の配合にては良結果を示してゐる。故にNaClを相當混用しても猶焙燒を行ひ得る事が分る。

(ホ) 抽出液量と抽出率との關係 砂鐵と等重量の水量ならば抽出出来る、それ以上は餘り變化が無い。

(ヘ) 抽出液温と抽出率との關係 又焙燒砂鐵の抽出の場合、液温のみを變化して液温と抽出率との關係を求めた所60°C位にて殆ど良好となり80°Cにて最良値に達し、それ以上餘り變化が無い。80°C以上が大體安全であることが分る。

(2) 焙燒並に抽出に関する工業試験 (イ) 反射爐による焙燒成績 本研究で最初に使用した反射爐は爐床6.9m×1.48mのもので1日に4~5tの焙燒を行つた。爐の扉を開放して裝入物の攪拌を行はねばならなかつた爲温度が下り焙燒率は40~50%で概ね不良であつた。

(ロ) ロータリーキルンによる焙燒成績 反射爐の成績は不良であつた故加藤榮爾閣の提唱によりロータリーキルンに変更すべく、先づ秩父セメントの小型試験キルンを用ひ試験を行つた所甚だ良好な結果を示した爲、直ちに外徑1.25m、長さ17.6mのロータリーキ

ルンを設置し焙焼を行ふ事にした。

その結果焙焼状況は頗る良好となつた。今焙焼試験成績の一例を摘録すれば第3表に示す如くである。これは種子島砂鐵の例であるから焙焼率は良好であるが、百石砂鐵は多少焼き難く、焙焼率90%になる事は餘りなく80%前後が多い。

併し百石砂鐵に20%の種子島砂鐵を混合すると焙焼率は良好となる。

第3表 種子島砂鐵焙焼試験, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>のみにて焙焼

昭和1年1月1日

時間	砂鐵 装入量 (kg)	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (%)	水分 (%)	焙焼 温度 (°C)	烟道 温度 (°C)	出鐵 量 (kg)	焙焼 率 (%)
A.M. 7.00	1000	5	8-10	—	400	780	83.5
8.00	1000	4	8-10	1100	450	780	79.0
9.00	1000	4	8-10	1130	450	780	93.0
10.00	1000	4	8-10	1130	460	910	78.5
11.00	1000	4	8-10	1160	460	910	88.0
12.00	1000	4	8-10	1110	450	910	89.0
P.M. 1.00	1000	4	8-10	1110	470	520	94.5
2.00	1000	4	8-10	1140	470	780	99.5
3.00	1000	4	8-10	1150	460	780	106.0
4.00	1000	4	8-10	1130	450	910	96.0
5.00	1000	4	8-10	1140	440	780	99.0
6.00	1000	4	8-10	1140	450	780	94.0
					平均		91.9

(ハ)抽出装置及びその成績 最初は焙焼物を粉碎せず其儘抽出する方式をとり、下部より液の流出する様にしたコンクリート槽を用ひて抽出を行つた。この方法は試に簡單ではあるが、焙焼砂鐵中の固結したものを抽出を完全に行ふ事が出来ない。ロータリーキルン設置に伴ひこれを廢止し次の如くした。即ち焙焼砂鐵をボールミル及び分級機にて粉碎分級し攪拌槽に送り、此處にて蒸氣を吹き入れ温度を上げVを抽出し、四段洗滌式濃縮槽にて抽出液と砂鐵とを分離し、砂鐵は水分をきり、抽出液はVの沈澱用に使ふのである。この装置に於て四段洗滌式濃縮槽が故障が多く最初の内は甚だ困難であつた。併し日が経つにつれ比較的順調に行く様になつた。

(ニ)抽出砂鐵の特性 Vを抽出した砂鐵は同時にPも除去出来るのみならず硫黄をも或る程度除去し得られる。次の第4表はVを抽出せる砂鐵と焙焼前の第3磁選鐵の成分を對比したものである。焙焼成績が十分でない爲P、V、Sの除去は未だ十分でないが兎も角も相當除去されてゐる事が分る。

### V 除磷並に V 沈澱生成に關する研究

(1) 除磷並に V 沈澱生成の實驗 Vの抽出液に鹽化石灰を添加すると磷酸石灰が出來液中より磷が除去出来る。又除磷液に硫酸鐵を加ふればすぐ Fe<sub>2</sub>V<sub>2</sub>Oの沈澱が出来る。抽出液並に除磷液の一定量をビーカーに取り、これに種々の狀況下に鹽化石灰、硫酸鐵を夫々加へ磷酸石灰、V-酸鐵を夫々沈澱せしめ、これを濾過し濾液

中の P、V 等を分析しその最良條件を求めた。

次にその實驗結果を示す。

(イ)鹽化石灰添加量と P の除去率並に V 損失率との關係 抽出液量 100 cc 中 P=0.0102 g, V=0.0965 g の時 10% の CaCl<sub>2</sub> 0.5 cc の時は、磷の除去率 46% であるが、1 cc の時は除去率 100% に達しそれ以上加へると V の損失率が増して来る。CaCl<sub>2</sub> の理論當量の約 2 倍を要する計算となるのである。磷の除去率 100% の時 V の損失率は最小 5% 位である。

(ロ)抽出液の加熱温度と P の除去率並に V 損失率との關係 抽出液の加熱温度に對し磷の除去率は無關係で 100% を示すが、V の損失率は温度の高い時の方が少く、良好の温度は 80°C 附近である。

(ハ)抽出液の濃度と P の除去率並に V 損失率との關係 抽出溶液を濃縮或は稀釋してその場合の P の除去率を見たが皆 100% を示した。併し V 損失率は液が濃い時は大で薄い方が良い結果を示してゐる。

(ニ)抽出液の P.H. と P の除去率並に V 損失率との關係 P の除去率も V 損失率も P.H. が低くなると相共に低くなる。P.H. は少くとも >10.5 でないといけな。故に V の損失は或る程度止むを得ない。

(ホ)硫酸鐵の添加量と V 沈澱率との關係 除磷液を 100 cc 取り液中の V 0.0525 g を沈澱さす爲に硫酸鐵液 (1 cc=0.04062 g) を加へた。1.5 cc にては V の沈澱率 77%、1.8 cc にて殆ど 98% に達し、2 cc にて 100% になり、それ以上加へても皆 100% である。即ち計算によれば液中の V に對し 1.5 倍の Fe にて十分である。

(ヘ)溶液の温度と V 沈澱率との關係 液温が餘り高いと V の損失率が多くなり沈澱率が減少する。即ち一例を示すと 60°C に於て約 3.5%、80°C に於て約 5%、100°C に於て 7% の損失率がある。40°C 以下ならば損失率は無い。

(ト)溶液の濃度と V 沈澱率との關係 V の沈澱率は溶液の濃度には無關係で殆ど如何なる狀況に於ても 100% 沈澱する。

(チ)溶液の P.H. と V 沈澱率並に沈澱中の Fe 及び V 量との關係 P.H. を種々變化して V 沈澱率との關係を求めた所 P.H. 8.0 以下の場合には沈澱率悪く P.H. 7.0, 7.5 の時沈澱率は 70% にしか達しない。P.H. 10 以上にては沈澱率は 100% であるが沈澱中の Fe/V の値が漸次大となる。依て適當なる P.H. の値は 8.5~9.5 の範圍である。

(2) 除磷並に V 沈澱生成の工業試驗 高砂工場の最初の試験設備に於ては溶液を 10 石入の木槽に入れ、こゝに鹽化石灰を投入して沈澱を作り、次にこれをフィルタープレスにて濾過し磷酸石灰と液とを分離し、次に濾液に同じく硫酸鐵を投入して攪拌を行ひ V-酸鐵の沈澱を作り、これを同じくフィルタープレスにて濾過して V-酸鐵の沈澱を得る方法を行つた。

この方法は仕事が不連続的で大量生産に適しないから後改良して流れ作業の方式をとつたのである。即ち攪拌槽を通る間に鹽化石灰の溶液を一定量づゝ添加する。するとこれを流出する間に、磷酸石灰

第4表 第3磁選鐵と抽出砂鐵成分對照表

No.	年月日	種別	T.Fe (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	TiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	CaO (%)	MgO (%)	MnO (%)	P (%)	S (%)	V (%)
I <sub>3</sub>	15-10-16	第3磁選	58.96	0.66	13.05	3.43	0.49	2.39	0.58	0.094	0.220	0.30
I <sub>4</sub>	"	抽出砂鐵	55.70	0.86	11.90	2.94	0.48	2.31	0.54	0.029	0.172	0.07
II <sub>3</sub>	13-10-19	第3磁選	58.20	0.82	13.19	3.89	0.73	2.85	0.58	0.058	0.129	0.26
II <sub>4</sub>	"	抽出砂鐵	55.73	0.80	11.90	3.43	0.70	2.37	0.54	0.020	0.104	0.06

の沈澱を完全に生成するから、これを濃液槽に送り濃縮し、上澄液は次に送り、沈澱は濾過して液を次に送る。除磷液は又次の攪拌槽を通る間に硫酸鐵を添加して V-酸鐵の沈澱を作り、次の濃縮槽に送る。この濃縮沈澱物は又次の濃縮槽にて洗滌した後、デスクフィルターにて濾過し採取するのである。この作業は極順調に行く。燐酸石灰沈澱生成の際の V の損失は基礎實驗と同一で、V-酸鐵沈澱生成の際の損失は皆無で基礎實驗と一致する。

### VI V 沈澱の焙燒並にフェロバナヂウム製鍊に関する研究

(1) V 沈澱の焙燒並に Fe-V 製鍊の實驗 V-酸鐵の沈澱は  $Fe_2V_2O_7$  の形にて沈澱するから、これを乾燥する時は  $Fe_2V_2O_7 + O = Fe_2V_2O_5$  の様に酸化され綠色沈澱は黃色沈澱となる。著者は焙燒温度を種々變化し、焙燒温度と重量、色調並に成分の變化を求めた所重量は漸減し 600°C にて一定となり色調は黃綠色より漸次黃褐色を経て赤褐色となる。又焙燒温度の上昇と共に V 及び鐵分も増加し 600°C が最良の値を示した。700°C には沈澱が熔着を始め、不純物を坩堝の壁より吸収し V は若干低位を示した。

次に焙燒温度の相違した V-酸鐵沈澱を用ひてテルミット反應を行はしめた所、400°C 以下の焙燒にては反應悪く、500°C のもの初めて反應良好となり、700°C のもの反應最良であつた。即ち焙燒温度は 600°C 以上を適當とする事が分る。實際 600°C 以上に焙燒しテルミット反應を行へば簡単に約 40% の Fe-V を得るのである。

(2) V 沈澱の焙燒並に Fe-V 製鍊の工業試驗 V 沈澱の焙燒は通常の反射爐にて行つた。爐床の大きさは 2.7 m × 1.0 m で、燃料は粉炭を使用した。Fe-V 製鍊用坩堝としては、鐵板製坩堝にシャモット煉瓦を内張りし更にその内面にマグネシヤを塗裝した。内徑は約 500 mm 内側の高さは 600 mm である。

1 回の裝入は約 150~200 kg で一度に 75~100 kg の Fe-V が得られる。今その作業例を示すと次の第 5 表の如くである。

第 5 表 テルミット作業表

No.	酸化物 (kg)	アルミ (kg)	Fe-V (kg)	V 收率 (%)	成品分析 (%)						
					V	Si	Al	P	S	Fe	
7	150	67.4	97.1	96.3	41.3	0.62	3.02	4.22	0.110	0.055	50.64
14	150	65.8	97.01	101.6	39.4	0.54	2.54	3.24	0.066	0.045	53.49
15	150	66.0	94.0	97.3	39.1	0.64	2.94	3.65	0.127	0.056	53.21

### VII 研究成果の實際的應用

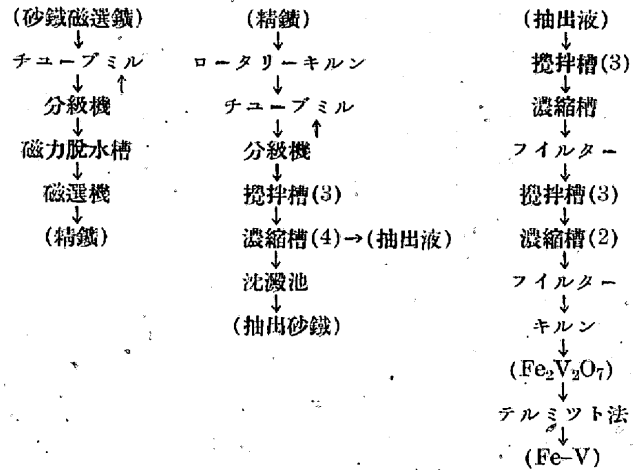
日本砂鐵鋼業株式會社は高砂工場の工業試験の結果を基として砂鐵原産地附近の〇〇市に一大製鍊工場を設置した。今その概要を記せば次の如くである。採掘鑛區は八戸市より北方下北半島の東海岸で〇〇工場は馬淵川を隔て、この鑛區と隣接する。工場の北方 3 km の北海岸附近にて機械的採掘並に選鑛を行ひ得たる精鑛を、索道にて〇〇工場に運搬してゐる。又百石町、三澤村等の海岸にて手掘採掘水洗をなし、東北本線下田、古間木兩驛より鐵道にて工場に運搬してゐる。〇〇工場の設備は大體高砂工場の規模を大にしたものでその作業系統圖は第 6 表の如くである。

〇〇工場にて生産しつつあるフェロバナヂウム成分の一例を示せば第 7 表の如くである。

### VIII 總 括

(1) デービス磁選機を用ひ磁選を行ひその結果砂鐵は粒子の小さいもの程不純物含有量少く、鐵分 V 分の含有量大なる事、並に砂

第 6 表 〇〇工場作業系統表



第 7 表 〇〇工場フェロバナヂウム分析一例

No.	V	Fe	C	Si	P	S	Al	Cu	Mn
1	44.69	49.50	0.22	2.85	0.080	0.025	1.30	0.39	0.10
2	44.48	49.05	0.07	2.65	0.078	0.055	1.53	0.26	0.10

鐵を粉碎磁選すれば不純物は相當程度除去されその品位を向上し得られる事を明かにした。

(2) グレンダール磁選機を主とする工業試験設備に於て同様の事實を立證し、百石砂鐵の様な不純物の多い砂鐵の品位をも向上し得た。

(3) 粉碎磁選砂鐵に曹達灰 4~6% を加へ 1150°C 以下にて 1 h 焙燒を行ひ、砂鐵の 1~2 倍の湯湯を以て抽出すれば砂鐵中の V 及び P を抽出し得る事を小實驗により明かにした。

(4) 以上の結果をロータリーキルン及び四段式濃縮槽を主とする焙燒抽出試験設備にて實施し、その可能なる事を明かにした。

(5) V を抽出せる液に鹽化石灰を適當量加へて加熱し、生成した燐酸石灰を除去した後液温を下げ硫酸鐵を加ふれば V-酸鐵の沈澱が生成出来る事を明かにした。

(6) 攪拌槽濃縮槽を主とした工業試験設備を用ひ、抽出液の處理を行ひ V-酸鐵の沈澱を作り得る事を明かにした。

(7) V-酸鐵を 600°C 以上に焙燒した後 Al 粉を加へテルミット法を行へば、約 40% のフェロバナヂウムを造り得る事を實驗室並に工業試験に於て明かにした。

(8) 次に本研究の結果が日本砂鐵〇〇工場に於て大工業として成功してゐる事を述べた。

〔附記〕 本研究の完成に就て齋藤大吉博士、石崎社長、菊池男爵、加藤顧問の御恩義に深甚の謝意を表す。猶又國立大阪工業試験所舊第 5 部員並に日本砂鐵砂鐵處理關係全員の御協力を深謝する。

### 文 獻

- W. E. Stokes: U. S. Pat. No. 1482276, 1924
- B. D. Saklatvala: Trans. Am. Electrochem. Soc. 36341, 1920; German Pat. D. R. P. 270346
- B. P. F. Kjellberg: Fredch Pat. No. 598315, 1925; Brit. Pat. No. 260661, 1925; U. S. Pat. No. 1583053, 1926; Eng. Mining Jour. 123, 521, 1927
- D. W. Berlin: Swed. Pat. No. 58887, 1925
- H. Moissan: Compt. Rend. 122, 1927, 1896
- F. R. Carpenter: U. S. Pat. No. 781808, 1905
- R. Vogel & G. Tammann: Zeit. anorg. Chem. 58, 73, 908; 64, 225, 1909