

— 特 別 講 演 —

室蘭製鉄所における製鉄技術の向上について*

(主として製鋼技術の進歩について)

村 田 巖**

ON THE PROGRESS OF IRON AND STEEL MAKING
TECHNIQUE AT MURORAN WORKS

Iwao, Murata

Synopsis:

Description was made on the outline of progress of iron and steel making technique at Muroran Works of Fuji Iron & Steel Co. Ltd. for about ten years since the end of war I.

Particularly, the following new three practices on the operating method of the open hearth furnace and two studies on method of utilizing non-developed resources were explained:

- (a) Steel-making operation by using the coke oven gas under high pressure.
- (b) Recent practice of oxygen steel-making.
- (c) Steel-making operation with high pig ratio.
- (d) Study on the effective use of iron sand.
- (e) Study on the magnetizing-roasting of limonite.

I. 結 言

戦後約 10 年間の室蘭製鉄所における製鉄作業の全般にわたつて、品質的、熱的、施設の、技術向上の経過をのべる。とくに製鋼作業については最近とり入れた新しい二、三の操業方法についてやや詳しく述べることにする。なお最後に室蘭製鉄所が負はされている所の、したがつてわれわれが今後解決して行かなければならない特殊事情と、現在われわれが国家的見地に立つて行つてゐる国内未利用資源の活用に関する二、三の研究問題にふれることにする。

II. 室蘭製鉄所における全般的な
技術向上の経過

当所における主要製鉄設備の過去 10 年間に於ける主な変遷について簡単にのべ、かつその設備概要および作業成績を表示する。

(1) 製鉄工場

当所は輪西町工場(旧工場)と仲町工場(新工場)に分れており、共に高炉をもつて稼働していたが、操業合理化のため昭和 29 年 7 月輪西町 No. 3 B.F. 吹止を以つて輪西町全工場をストップし操業を仲町工場に集中した。その間設備上の改良点としては、高炉関係で、炉容の増

大、使用レンガの向上、附属設備の機械化等が考えられ、また熱風炉関係では、自動温度調整装置やプレッシャーバーナーの採用がある。一方操業面については、昭和 28 年頃より道内褐鉄鉱は全部焼結後使用することを原則と定め、また原料サイジングの強化をはかつたのでコークスの品質向上と相俟つて棚吊現象が非常に減少した。かくして Fig. 1 に示すとごとく出鉄量は年を追つて増加し、コークス比、熱風炉熱量原単位が低下した。とくに 1 号鉄歩留は昭和 20 年約 12% であつたものが昭和 30 年には 98% と飛躍的な向上を示した。

(2) 焼結工場

昭和 23 年 1 月輪西町 G 式装置の操業を停止し、仲町 D 式工場に作業を集中した。その後原料処理設備や成品輸送設備の合理化を図つて今日に至つてゐる。その作業成績の概要を Fig. 2 に示す。

なお現状より一層の増産に備えて 3 号機 (1000 t/D) の建設中である。

(3) コークス工場

コークス工場も昭和 25 年 6 月輪西町 3 列コークス炉の火を落してから全面的に仲町工場に生産を集中して現

* 昭和 32 年 4 月本会講演大会における特別講演

** 富士製鉄・室蘭製鉄所副所長

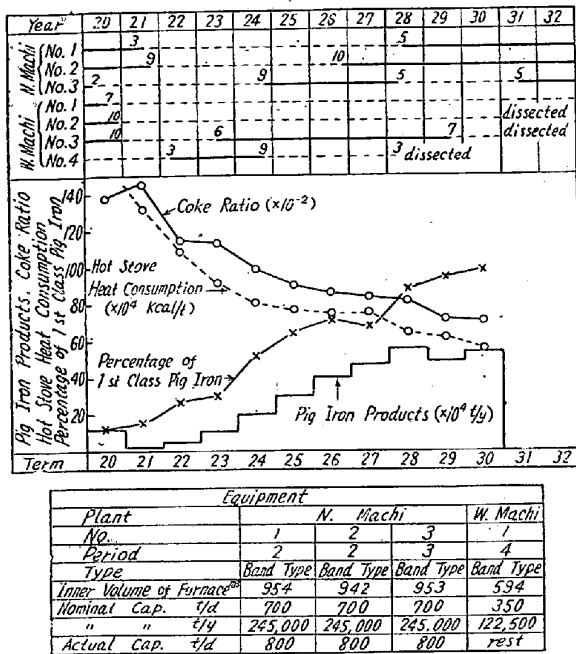


Fig. 1. Operating data of blast furnace plant.

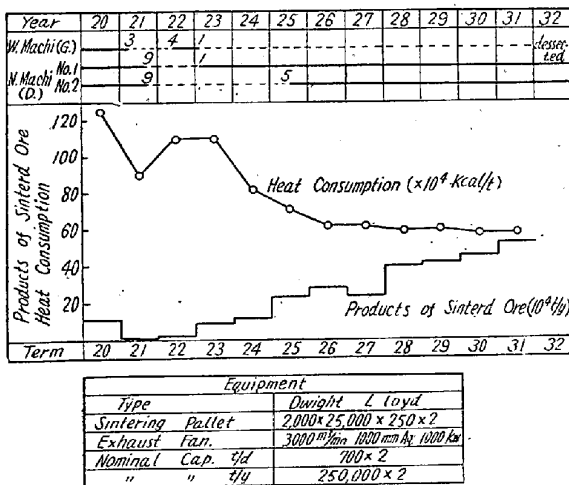


Fig. 2. Operating data of sintering plant.

在に至っている。なお当所のコークス炉は強粘結炭の不足を補うためコーライト配合を行っていたが、戦後米炭の輸入が順調になったので昭和26年8月コーライト工場の操業を休止した。その操業状況を Fig. 3 に示す。

(4) 製鋼工場

当所において戦後技術的進歩の最もいちじるしかつたのは製鋼作業であるので製鋼工場については設備面作業面の改良過程を少し詳しくのべることにする。

- 昭和21年11月：原燃料の不足、艦砲による設備の破損という悪条件の下で作業を開始した。燃料は仮発生炉による発生炉ガスを用いた。
- 昭和22年7月：重油使用開始。
- 昭和24年4月：捲銑使用開始。7月混銑炉再開。
- 昭和24年11月：本発生炉操業開始。コークス炉ガ

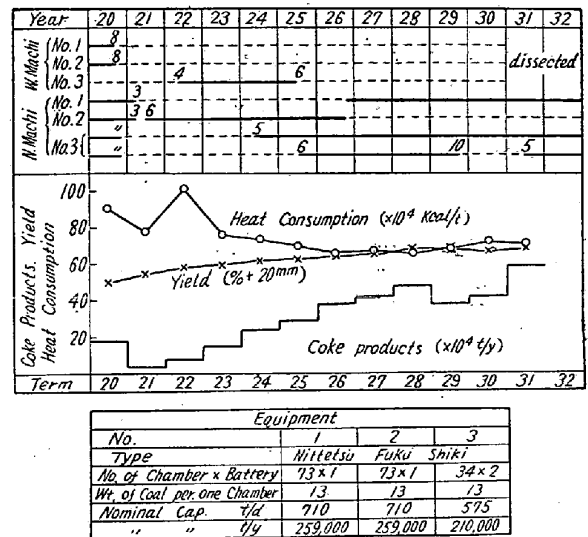


Fig. 3. Operating data of coke oven plant.

ス使用開始。燃料は3本立となる。

- 昭和25年11月：発生炉休止。低压冷コークス炉ガス操業となる。その後順次本格的なバーナー式平炉に改造。
 - 昭和26年12月：第2原料設備完成。台車注入開始。
 - 昭和28年6月：高压ブロワー設置。高压冷コークス炉ガス操業に入る。
 - 昭和29年6月：酸素工場完成。酸素製鋼開始。
 - 昭和30年8月：自動制御装置設置(4号)。
 - 昭和31年5月：低純度酸素(70%)使用開始。
- 上記期間中の作業成績の推移を Fig. 4 に示す。

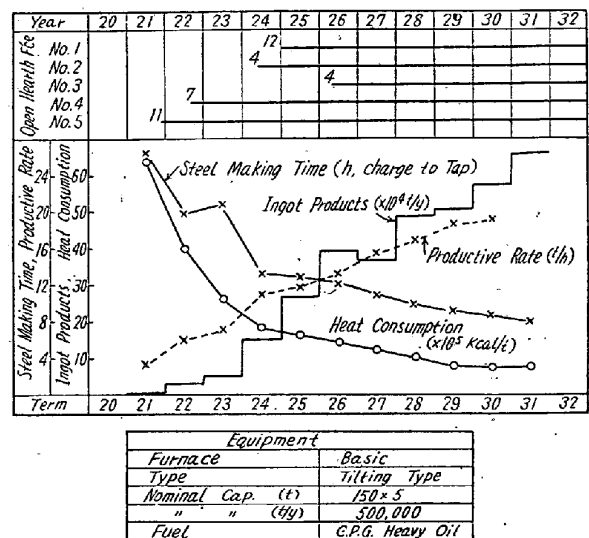


Fig. 4. Operating data of steel plant.

(5) 分塊工場

昭和21年8月均熱炉燃料としてクレオソートを用いて作業を開始し、その後タール重油と変遷したが、24年2月よりガスに切替えて今日に至っている。その間28年

7月より AMCO 式の新均熱炉を建設し、逐次その基数を増して現在5基稼働している。(Fig. 5)

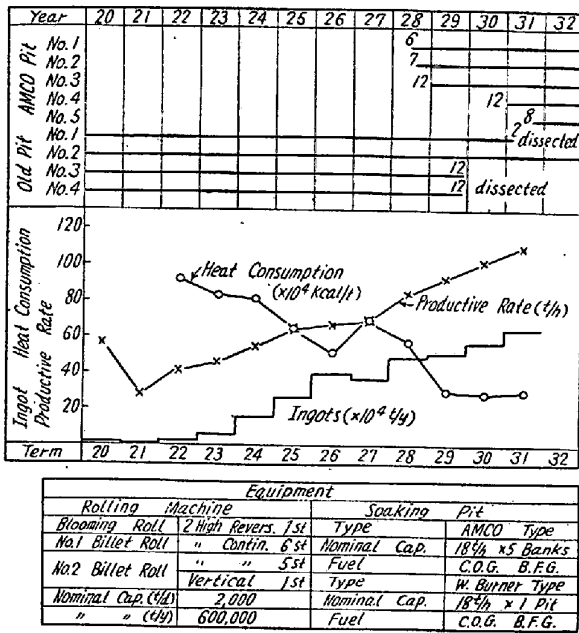


Fig. 5. Operating data of blooming mill plant.

(6) 中小形工場

石炭焚加熱炉にて昭和 21 年 10 月創業。ガス事情の好転により 24 年 8 月ガス焚加熱炉に改造した。その後 30 年 12 月従来の 2 帯式を 1 帯式に改造して今日におよんでいる。その間軽軌条、デフォームドバー等を成品の中に加え、またスカーフィング、デスクーリング等を操等の中に入れて品質の向上を図っている。(Fig. 6)

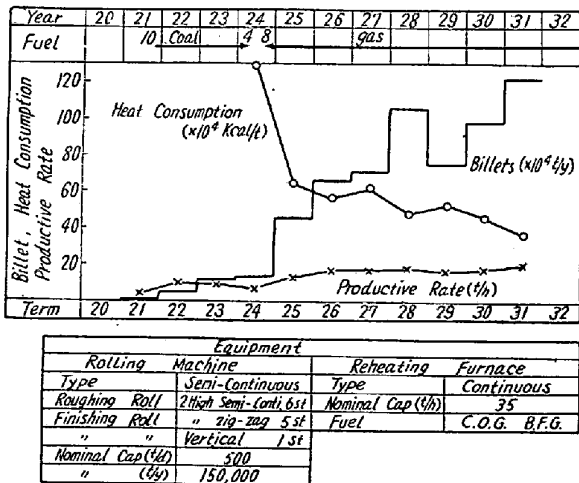


Fig. 6. Operating data of medium and small section mill plant.

(7) 線材工場

最初クレオソートを燃料として操業していたが 23 年 5 月ガス焚に切替えた。25 年 3 月には全国に先がけて

自動制御装置を整備活用し鉄鋼局長賞を受けた。圧延品種は従来 5.5 mm ϕ のみであったのに対し、9 mm ϕ の小棒、硬鋼線材等も生産できるようになった。(Fig. 7)

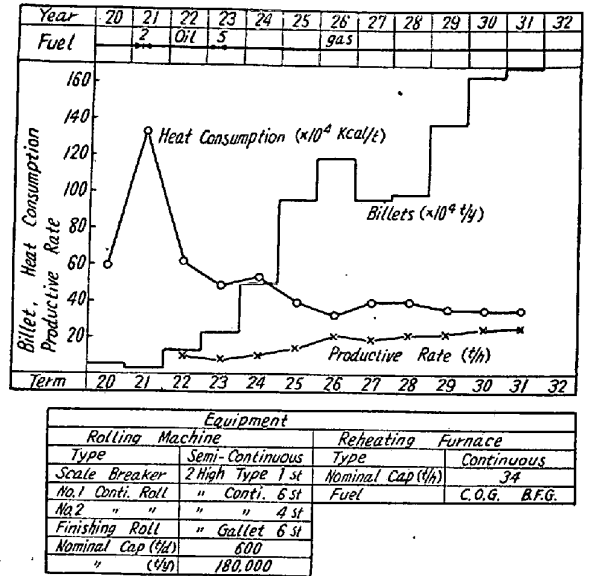


Fig. 7. Operating data of wire rod mill plant.

III. 最近における製鋼技術の進歩

1. 高圧冷コークス炉ガスによる平炉操業

当所の平炉作業で最も特色のあるのは高圧操業であるが、これについては既に鉄と鋼 Vol. 43, No. 1 に発表してあるので詳細については省略し、高圧操業切替前後の作業成績を図示して結論とする。(Fig. 8)

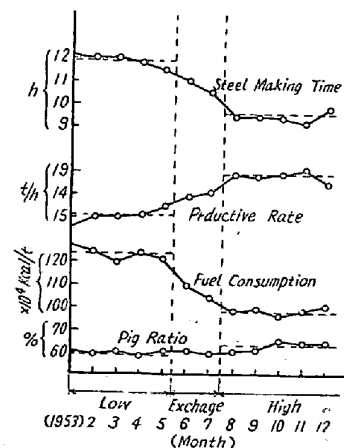


Fig. 8. Comparison of low and high pressure gas operation.

2. 酸素製鋼作業

(1) 酸素の使用方針

当所に 500M³/H の酸素発生装置が完成して酸素製鋼作業が開始されたのは昭和 29 年 6 月で高圧ガス操業を

開始してから約1年後であつた。最初は助燃法、熔解促進法、ベッセマーライジング法の3方法を併用したが、試験検討の結果熔解促進法およびベッセマーライジング法に比較して助燃法は効果が少ないことが判明したので前二方法を主体に使用する方針をとつている。Table 1は酸素製鋼開始後の各使用法別酸素使用量の推移を示すもので、助燃法使用量は漸次減少している。後述のごとく低純度酸素の始用開始により使用量が増加したにもかかわらず現在助燃にはほとんど使用していない。

Table 1. Change of O₂ consumption.

	O ₂ consumption m ³ /t				
	Combustion	Melting	Bessemerizing	Total	
1954	10	3.6(44%)	2.8(34%)	1.8(22%)	8.2
	11	2.9(34%)	3.4(39%)	2.3(27%)	8.6
	12	2.9(33%)	3.5(39%)	2.5(28%)	8.9
1955	1	2.5(26%)	3.8(42%)	2.7(32%)	9.0
	2	1.5(22%)	3.5(48%)	2.1(30%)	7.2
*	3	0.7(13%)	3.0(54%)	1.8(33%)	5.5
	4	0.3(3%)	4.9(64%)	2.5(33%)	7.7

* O₂ plant was under repair for ten days.

(2) 酸素製鋼の効果

酸素製鋼を実施することによりどのような効果があるかを酸素使用量 0~10 m³/t の範囲内で調査した結果大体つきのような効果があることが分つた。すなわち酸素 1 m³/t 使用につき、製鋼時間は 16.7 分減、燃料原単位は 2.5×10⁴ kcal/t 減、鉄鉱石使用量は約 4.5kg/t 減の結果である。なお 10 m³/t 以上の酸素使用の場合については後に述べる。

(3) 低純度酸素の使用

前述のごとく酸素使用により製鋼能率が向上することが確認されたが、当所の酸素発生装置は発生量が純度 99.7% で 500 m³/h で良塊 t 当り使用可能な酸素量は 7~8 m³ 程度である。もし低純度酸素でも充分の効果を得られるならば、発生装置で直接低純度酸素を発生するか、または、高純度酸素に空気を混入して低純度酸素を得ることによつて、より多量の酸素使用ができること

なる。このような見地から最初インジェクターを応用した試験混合装置を取付け圧縮空気を混入して純度70%および50%の低純度酸素を作り、これを熔解精煉中の鋼浴中に吹込み炭脱速度、脱炭効率を調査した。その結果をTable 2に示したが、この表より明らかなごとく低純度酸素(70%)を使用しても別に遜色のない成績が得られた。ただこの試験中注目されたのは酸素を吹込んだ場合のslagのsprashが酸素純度の低下につれてひどくなり、炉体損傷の機会が多くなると考えられることで、現場観察の結果鋼浴中に吹き込み得る酸素純度は70%位が限度であり、それ以下になると使用効率も低下するし、また、炉体損傷も増加することがわかつた。以上の試験結果から全面的に70%酸素を使用することが有利であるとわかつたので、本格的に酸素工場に空気混入装置を設け(混合比率自動制御装置設置)昭和31年5月より70%酸素による酸素製鋼作業を開始した。これにより酸素使用可能量は約1.6倍となり、より一層生産向上に寄与せしめることができるようになった。酸素使用量6~18 m³/t位の範囲における酸素量が製鋼時間および熱量原単位におよぼす影響を調査した結果、Fig. 9, Fig. 10に示すような傾向があることが明らかになった。

この結果は先に述べた酸素の効果より若干低下していることが注目されるが、いずれにしても酸素の使用増が製鋼能率向上にきわめて有効であることが認められる。

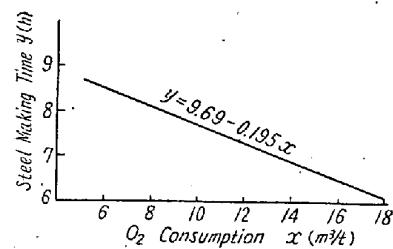


Fig. 9. Relation between O₂ consumption and steel making time (charge to tap)

Table 2. Effect of O₂ blowing.

Operating period	Purity of O ₂ (%)	Test No.	Blowing time (mn)	Carbon contents of steel (%)			Blowing time		Blowing time +15mn	
				Before blowing	After blowing	Blowing time +15mn	Decarban. rate %/mn	Decarban. efficiency %	Decarban. rate %/mn	Decarban. efficiency %
Melting	99.7	7	37	1.66	1.10	0.95	0.0159	200	0.0139	270
	70.0	10	29	1.56	1.17	1.05	0.0131	270	0.0113	352
Refining	99.7	15	26	0.47	0.23	0.19	0.0085	119	0.0064	158
	70.0	13	27	0.47	0.26	0.19	0.0081	154	0.0068	222

Decarbonization efficiency = (necessary volume of O₂/blowing volume of O₂) × 100

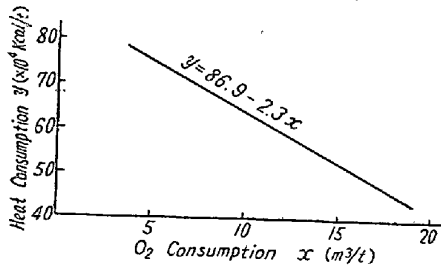


Fig. 10. Relation between O₂ consumption and heat consumption.

3. 高溶銑配合作業

従来平炉製鋼法における最も好ましい銑配合率は各工場により相違はあるが大体 60% 前後以下と考えられて

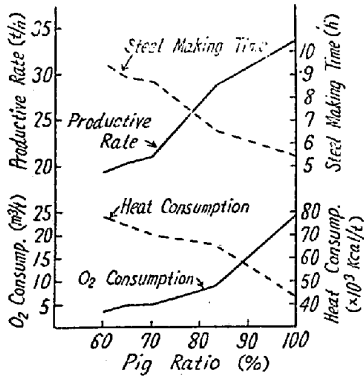


Fig. 11. Operating data for various pig ratio.

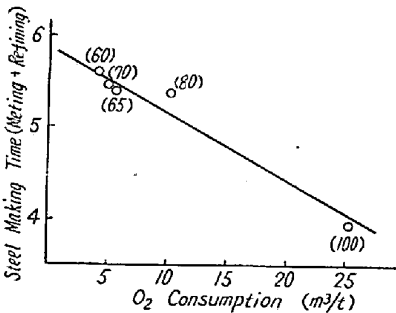


Fig. 12. Relation between O₂ consumption and steel making time (melting+refining time)

の関係をプロットしたものであるが、溶銑配合率に関係なく両者は直線関係にあることがわかる。

以上の結果を要約すると先に述べたごとく、酸素の有効利用により高溶銑配合作業上の問題点であった鋼滓のフォーミング現象による溶解時間の延長が解決され、能率的に作業を実施し得ることを示すものである。なお、100% 溶銑作業について、つけ加えるならば、作業上の利点と考えられるものに次の3点がある。

- (1) 製鋼能率を飛躍的に向上せしめ得ること。
- (2) 歩留がよいこと。
- (3) 高炭素鋼の溶製も可能と思われること。

ただしその前提条件としては、今回使用した 25m³/t 程度以上の酸素を使用し得ること、優良鉄鉱石を使用し得ること、さらに溶銑鋼容量の増加等の設備的な改善が必要である。なお炉体寿命に対する影響の究明および対策も考慮する必要がある。

IV. 室蘭製鉄所の特殊事情

当所はわが国における製鉄所中最北端に位置しているため気候的な悪条件下にあり、また原料面、輸送面で相当制約を受けている。以下これらの特殊事情について簡単にのべる。

(1) 冬季障害

イ. 積雪のため貯炭水分が増加しコークス炉熱量原単位は他作業所より高目となる。

ロ. 凍結により焼結原料（とくに道内粉鉱石）、コークス炉装入炭等の取扱いに支障をきたす。

ハ. 悪天候のため冬季における修理工事は困難をきわめる。

ニ. 暖房用ガス蒸気等の使用量が多い。

(2) 原料関係

イ. 焼結作業において水分の多い道内粉鉱石（附着水分約 20%, C.W. 約 12~13%）の配合割合が多い。参考のため各製鉄所の原料配合比較表を示す。

Table 3. Comparison of different mixtures for sinter material (Oct. to Dec. 1956)

Materials	Yawata	Nippon kokan	Kamaishi	Hirohata	Muro-ran
Imported fines	32.8	22.8	31.5	38.0	29.0
Ore fines of Japan	7.0	25.7	41.2	2.0	38.2
Sand iron	15.0	15.5	6.9	9.0	10.5
Pyrite cinder	31.0	14.4	10.3	40.0	10.9
Various materials	14.1	21.5	10.1	11.0	11.4

ロ. コークス炉においては Table 4 に示すごとく他の作業所に比較して道内弱粘結炭の使用割合が多い。なお参考のため31年度における出炭並びに道内荷渡実績表を示す。

(3) 輸送関係

イ. 鉄鉱石、強粘結炭、スクラップ等の供給地から遠い。

ロ. 中央市場から遠いので輸送費高となる。

Table 4. Comparison of different coal mixtures (Sept. to Dec 1956)

Materials	Yawata	Nippon kokan	Kamaishi	Hirohata	Murogan
High-caking coal	50.8	42.5	44.1	50.3	38.9
Low-caking coal	49.2	57.5	55.9	49.7	61.1

ハ. とくに冬期においては季節風のため荷役作業困難.

V. 未利用資源の活用に関する研究

上述のごとく当所は原料面において他作業所に比較して悪条件下におかれているので、これを克服するためにまた国家的見地に立つても道内に産出する資源の有効利用の研究について考慮しなければならない。このような見地に立つて当所では現在道内に比較的多量に産出する砂鉄および褐鉄鉱の有効利用に関する研究を実施してい

るのでその概略を簡単に説明する.

(1) 砂鉄有効利用の研究

北海道および下北半島に多量に埋蔵する砂鉄の中 TiO₂ 10% 以下のものは現在高炉原料として用いられているが、さらに国内資源の一つとしての砂鉄を積極的に利用し高チタン鉱滓および砂鉄銑を製造するために TiO₂ 8~30% の砂鉄をコークス炉ガスをニッケル触媒を用いて分解したガスで還元した後、電気炉で溶解し高チタン鉱滓と銑鉄とを容易に分離する方法で、砂鉄処理量 10t/d の pilot plant を Fig 13 のごとく建設し、目下試験を行つている。

なお参考のため昭和 31 年度における砂鉄の生産および使用状況を Table 6 に示す。

Table 6 より明らかなごとく、道内における砂鉄生産量は全国の約 60% に当り、しかもその使用量は17% に過ぎない。

Table 5. Coal production and coal delivery in Hokkaido, 1956/57

	Apr. to June 1956	July to Sept. 1956	Oct. to Dec 1956	Jan. to Mar. 1957	Apr. 1956 to Mar. 1957 Total
Coal production Japan total (A)	11,629,800	11,476,700	12,847,700	11,781,000	47,735,200
Coal production from Hokkaido(B)	3,575,400	3,696,300	3,933,100	3,676,000	14,880,800
Coal shipped within Hokkaido(C)	1,457,300	1,804,200	2,078,300	1,950,000	7,289,800
B/A	31%	32%	30%	31%	31%
C/B	40%	49%	53%	53%	49%

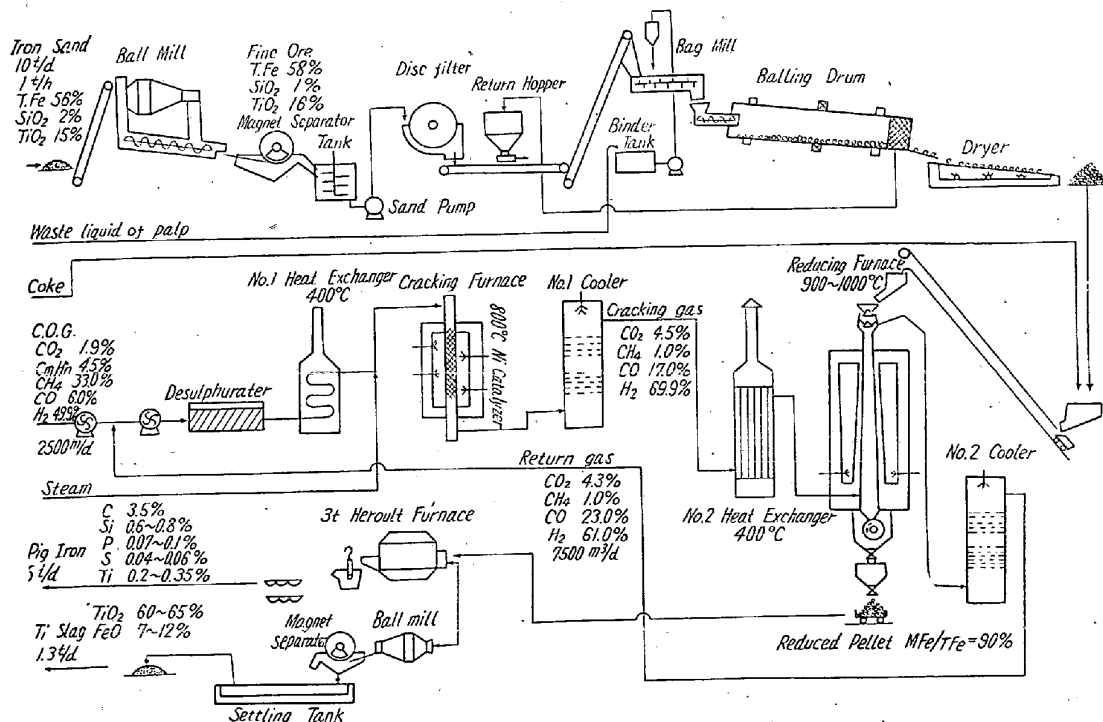


Fig. 13. Operation diagram of pilot plant for effective using of iron sand.

Table 6. Production and consumption of sand iron, 1956/57

	Apr. to June. 1956	July to Sept. 1956	Oct. to Dec. 1956	Jan. to Mar. 1957	Total Apr. 1956 to Mar. 1957
Coal production Japan total (A)	215,700	246,100	222,900	175,000	859,700
Coal production in Hokkaido (B)	127,700	158,100	134,900	87,000	507,700
Coal consumption within Hokkaido (C)	22,000	25,000	18,000	25,000	90,000
B/A	59.2%	64.2%	60.5%	49.7%	59.1%
C/B	17.2%	15.8%	13.3%	28.7%	17.7%

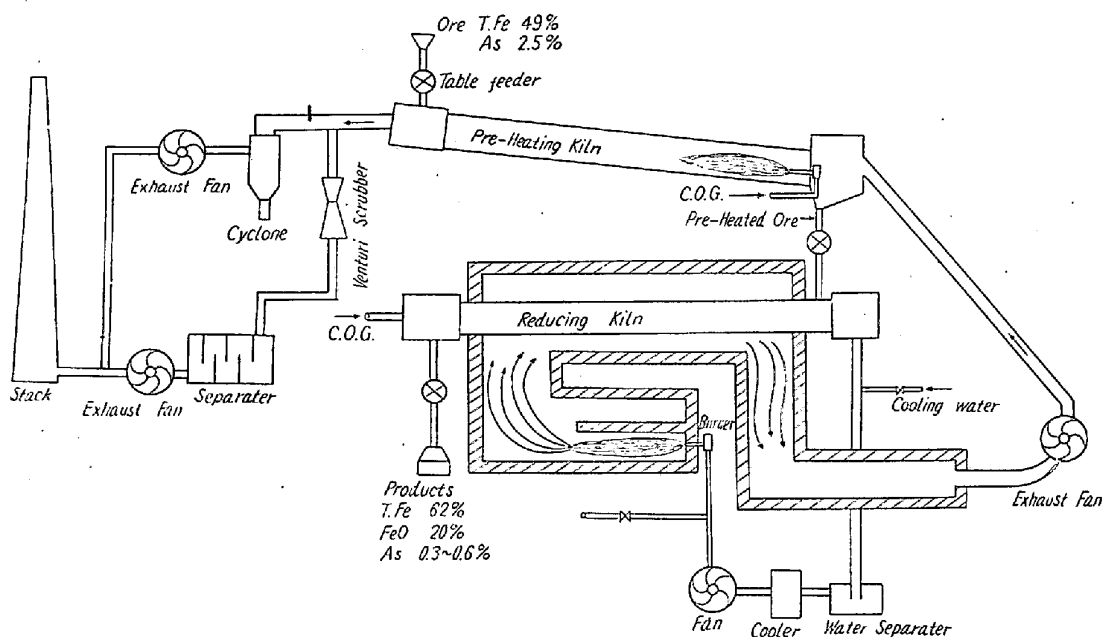


Fig. 14. Schematic diagram of pilot plant for magnetizing roasting of limonite.

(2) 磁化焙焼試験

国内未利用資源として高 As 褐鉄鉱，高 S 褐鉄鉱，高 Si 褐鉄鉱を製鉄資源に供するために昭和 30 年未より焼結作業の前処理として磁化焙焼試験を行つて来た。現在 120t/d の原鉄石 (T.Fe 49%，As 2.5%) をコークス炉ガスで還元し T.Fe 62%，As 0.3~0.6% の焙焼鉄を作つている。(なおこれを焼結することにより As は 0.03% まで下げ得る) 実験工場の概略を Fig. 14 に示す。主な操業データを示すとつぎの通りである。

脱砒率 = 77~89% (平均 80%)

脱硫率については未調査であるがほとんど全部とれてゐる模様。

熱量原単位 = 80万 kcal/成品焙焼鉄 t

VI. 結 び

以上簡単ではあるが室蘭製鉄所の最近 10 年間の技術的進歩について製鋼関係を主として述べ、さらに当所の特殊事情およびその解決策として現在行いつつある二つの実験研究の概要に言及した。なおこの論文はさる 4 月 2 日服部賞受賞記念講演会において筆者が行つた講演の概要をまとめたものであるが、今回鉄鋼界諸先輩各位の御指導と御支援により服部賞牌を授与されたことは筆者の身に余る光榮に存するものであり、この頁をかりて感謝の意を表する次第である。(昭和 32 年 5 月寄稿)