

## ジョセフの報告(1)



館

充\*

## Report on Ironmaking Technology in Post-war Japan

by Professor T. L. JOSEPH

Mitsuru TATE

## 1. はじめに

1951年4月、連合軍総司令部(GHQ)経済科学局特別顧問として来日した T. L. JOSEPH (当時ミネソタ大学教授、以下ジョセフとよぶ) は、報告書“*Iron Ore Preparation and Blast Furnace Practice in Japan*”(「日本における鉄鉱石の事前処理と高炉操業」)を提出した。同報告書は付属文書として添えられた論文“*The Blast Furnace Process and Means of Control*”(「高炉プロセスとその制御法」<sup>1)</sup>)、および1951年7月東京大学で行われた講演「日本における鉄鉱石の処理と熔鉱炉の操業」<sup>2)</sup>とともに、その後のわが国の製鉄技術と製鉄研究のあり方に大きな影響を与え、その発展に著しく寄与した。この故に同教授は1960年、日本鉄鋼協会名誉会員に推挙された。

ところがこの歴史的な文書はこれまで、タイプ印書のコピーとして、限られた関係者の手に保存されているにすぎなかった。筆者はたまたま、芹沢正雄氏からこのコピーを借覧させていただいて深い感銘を覚え、本印刷の形で公開され、かつ永く保存されることを願ってきたが、この念願がかなって、本誌に全文を掲載することが許された。以下に報告書に関する若干の解説を行い、読者の御参考に供したい。

なおジョセフ教授は昨年他界されたと聞く。本報告が同教授の遺徳を偲ぶ一端となれば幸である。

## 2. ジョセフ報告の背景

1949年2月、GHQは「ドッジライン」とよばれた経済政策をうちだした。日本経済の自立を促すため、それまで敗戦後の日本経済を支えてきた二本の竹馬の足、すなわちアメリカの対日援助と各種の補給金をたちきる一方、1ドル=360円の為替レートを設定して、商業ベースで国際市場に進出することをみとめるというもので

あつた。この頃わが国の鉄鋼業は、1946年にはわずか55万tまで落ちこんでいた粗鋼生産量が48年の171万tまで増加するという、急速な復興の途上にあつたが、良質な輸入原料の輸入原料補給金による有利な使用と、銑鉄および鋼材の価格差—生産者価格と公定需要者価格との差額—補給金の支給は、復興を促した有力な要因であつた。したがってドッジラインに沿ってつぎつぎにとられた補給金の削減や廃止、輸入原料炭の使用制限や銑鉄輸入量の制限などの措置は、鉄鋼業に大きな困難をもたらすとともに、合理化による国際競争力の強化と原料の確保を緊急な課題とした。この困難は1950年6月に始まった朝鮮戦争による特需景気のため一時的なものにとどまつたが、鉄鋼業の自立のためには、これを合理化の推進の契機とせねばならなかつた。原料についても、間もなく輸入制限が解除され、長期的視野に立つた政策の追求が可能となつたが、まずは国内資源の活用をはからねばならなかつた。実際、この路線に沿って1951年から圧延部門の近代化を主眼とする第1次合理化が始まる一方、国内炭をベースコークとするコークス製造法の開発研究や、国内鉄源の活用のための研究が活発にすすめられた。コーライトコークス法が脚光を浴び、硫酸焼銑のいつそう広範な利用のため、関係業界を網羅した協力組織がつくられ、脱銅処理の試験が行われたのはこの時期であつた。

GHQは日本経済の自立のための自助の努力を求めたが、そのための精神的援助をも与えた。1950年、日本鉄鋼協会の要請をうけいれ、戦後初のアメリカ鉄鋼技術視察団の派遣をみとめたのはその一つであつた。これとともに多数のアメリカ人技術者・研究者をGHQの顧問などの形で招致し、直接に指導、助言などを与えさせるという形式での援助も行われた。ジョセフはその一人だつたのである。

昭和60年2月12日受付 (Received Feb. 12, 1985) (依頼資料)

\* 住友金属工業(株)中央技術研究所波崎研究センター 工博 (Hasaki Research Center, Central Research Laboratories, Sumitomo Metal Industries, Ltd., 16 Oaza-Sunayama Hasaki-cho Kashima-gun Ibaraki pref. 314-04)

本レポートは、3回に分け(9号、10号、11号)掲載いたします。

### 3. ジョセフ報告の内容

報告書は本文(表6を含む)60頁, 図2, 表1†, 付図†2, および付表9から成り, これに目次2頁と図表リストが添えられている。あきらかにミスタイプとみられる箇所や, 文または句の脱落が推察される部分が若干あり, 自明のものについては訂正した。

報告には最初の Introduction(「緒言」)と最後の Recommendation(「勧告」)のほかに, 19の大見出しがつけられているが, 後の二つを除けば, ほとんどすべて鉱石またはその処理に関するものであり, 頁数としても約3/4がこれにあてられている。本文の所論の要約という性格をもつ勧告も同様であつて, 21項目中16項目は鉱石とその処理関係となつている。これは報告の冒頭で, その目的が日本における製鉄, とりわけ低強度コークスの使用という制約条件のもとでなすべき鉱石粒度の調整の方法を研究することであると述べられていることと符合する。それはまた高炉の生産性の向上と安定操業, ならびに燃料の節約の観点から新技術といえるのは, 原料の事前処理と高圧操業であるというジョセフの見解の当然の帰結でもあつた(「高炉操業の進歩」の項参照)。

報告はまず Columbia Steel(アメリカ)における分級装入, Kaiser Steel(アメリカ)における高酸化度のソフト焼結鉱の使用, スウェーデンにおける自溶性焼結鉱の主原料化などの例をあげて, 原料事前処理のアメリカを主とする各国における実施状況を概観する†3。

つぎに日米の鉄鉄原価構成を比較して, その差が主として原燃料の価格差に由来すること, とくに日本の鉄鉄原価に占める輸入原燃料の輸送費の比重が大きいことを示し, 国内資源の開発と活用が経済的に有意であることを説く。さらに選鉱による脈石量の低下と事前処理による脱硫, 選炭による灰分の低下などが, 結局高炉でのスラグ比の低下, そしてコークス比の低下という経済的効果をもたらすことをコスト計算によつて示す。

続いて日本における事前処理のあり方についての見解が以下のように展開される。(1)整粒は通気抵抗増大の主因となる $-5/8''$ 粒子の篩わけと, 被還元性に応じた上限粒度の設定とをめぐらすべきであり, そのためには適

切な還元試験法をもたねばならない。(2)焼結は釜石の場合のように高酸化度で被還元性のすぐれた製品をつくることをめざして改善せねばならない。そのためには工程全体の検討が必要であるが, とくに原料中の粗粒( $+5/8''$ )と高水分・高粘性のリモナイトなどに由来する微粉を除き, 焼きすぎにならないようにすべきである。製品は空冷後, 無用の破碎を避けるよう搬送すべきである。(3)微粉の塊成法として鋼管鉱業で試みられているノジュライジング法や, 日立金属で試みられているペレタイジング法の研究を前進させるべきである。(4)最大の国内資源である硫化鉄鉱の選択選選などによる富化の研究をすすめ, 硫酸焼結の合理的利用のための体制を強化すべきである。

報告はこの後, 1950年末から51年始めにかけての全高炉の操業実績を検討して, 若干のコメントを与えている。すなわち日本の高炉は与えられた条件のもとで, コークス比の点では妥当な操業を行つているが, アメリカの高炉に比して生産性が低い。増風と送風温度の上昇によつて, コークス比と生産性の両者を改善する余地があると思われるが, そのためにも整粒と焼結鉱の被還元性の改善が必要であろうと。

最後に報告は高炉操業の最近の進歩として高圧操業, 酸素富化送風および炭素れんがの使用をとりあげ, その展望を行つている。ここではとくに高圧操業について, 圧力エネルギーの回収が行われるようになるまでは未完成というべきであるが, 炉頂装置に関する問題点が基本的に解決されて, すでに普及の段階にあるとし, 日本でも少なくとも1基の試験設備を設けるべきであると述べている。

前述のように勧告は以上の所論を要約して文字どおり勧告の形式としたものであるが, 高炉操業関係の5項目のうちの一つは, 釜石を除くすべての会社†4で, 整粒鉱とできるだけ多量の焼結鉱とを用いる試験操業を行うべきことを述べたものである。

### 4. おわりに

わが国の鉄鋼業はその後3次に及んだ大規模な合理化のなかで, 原料事前処理を製鉄部門の合理化の不可欠の一環として位置づけ, これを実施した。すなわち上限粒度をすだいに小さくする方向で整粒を徹底的に行う一方, 焼結能力を拡大して焼結鉱を主原料とし, さらにこれを自溶性焼結鉱に転換した。ジョセフの勧告の核心的部分は完全に実行されたのである。

しかし原料事前処理の重要性はジョセフの報告によつてはじめて知られたのではなく, 太平洋戦争前・中における多量の粉を含む原料の使用に伴う高炉操業の困難を通じて, 十分に認識されていた。整粒の効果はすでに戦

† 本文中に挿入されているもののほかに, 7番目の表が Table 6a として添布されているが, 本文中では単に Table 6 とよばれていて, 番号があきらかに重複しているので, Table 7 とあらためた。

†2 Exhibit A と名づけてジョセフ自身の別の論文 "Porosity, Reducibility and Size Preparation of Iron Ore" (「鉄鉱石の気孔率, 被還元性および整粒」)<sup>3)</sup> から Fig. 2, 3, 4, 6 を引用しているが, 本文中でとくに言及しているのは Fig. 6 だけであり, この Fig. 6 は文献 2 にも第 7 図として引用されているので割愛した。

†3 アメリカの 2 例がいずれも低強度コークスの使用を前提とする地区のものであつたという事実は, 同国の高強度コークスを使用する地区では原料事前処理が軽視されていたという事情<sup>4)</sup>の反映ではあつたが, 高揮発分・低コークス化性の国内炭の活用を一つの命題としていた日本でこそ, 原料事前処理を重視せねばならないことを説くにはうつつけの材料だつたにちがいない。スウェーデンの自溶性焼結鉱の例が高価な輸入原料炭の節約をねらいとするものであつたことも, 同様に特別の意味をもつものであつた。

†4 "Companies" となつている。各社の意味か, 各製鉄所の意味かあきらかでない(勧告の 20 参照)。

中に行われた塊鉄装入試験によつて確認され、その実施の必要性は戦後早く再度にわたつて強調されていた<sup>5)6)</sup>。粉鉄の塊成法としての焼結についても、早くからその能力の増強につとめ、ジョセフ報告でも焼結鉄使用率はアメリカより高いとみとめられる状況にあつた。ただわが国の事前処理論では、それがまず高炉装入物としての通気性の改善をめざすものであり、伝熱・還元過程の改善はその間接的効果としてえられるものとする考え方が支配的であつた。それ故ジョセフ報告の意義は、なすべくしてなされなかつた整粒を実施させる強力な挺子となつたといふにとどまらず、事前処理における被還元性重視の思想をうちだし、それによつて自溶性焼結鉄への転換にいたる道に導いたことにあつたといふべきであらう。

ジョセフ報告は整粒のさいの下限粒度を 5/8", 上限粒度は緻密な鉄石では約 2", マグネタイトでは 3/4" としたが、わが国で最終的に採用された粒度範囲は下限 8~10 mm, 上限 25~30 mm と著しく小さくかつ狭くなつてゐる。焼結鉄の品質についても、報告が被還元性の向上のためにはソフト化、すなわち強度の低下がさげられないとしたのに対し、被還元性と強度とを両立させることをめざし、さらには高塩基度化などによる軟化・熔融性状の改善という新しい考え方をうちだしている。すなわちわが国の原料事前処理技術はジョセフ報告の域をこえることによつて「恩返し」をしたのである。

原料炭、鉄石のいずれについても、国内資源の積極的活用をはかるべきものとしたジョセフ報告の見解の背後には、当時海上輸送費が高かつたという事情のほかに、それが安全保障の見地から当然だといふ考え方があり、また当時の GHQ の方針の反映もあつたと考えられる。いずれにしてもわが国の鉄鋼業はこの路線ではなく、高品位の輸入鉄石と高品質の輸入原料炭に依存するという路線を歩んだ。とくに高品質の輸入原料炭の多量配合によつてつくられる高品質のワークスは、自溶性焼結鉄とともに、大型高炉の高効率操業の大前提であつた。そして高い海上輸送費は大型専用船による大量輸送で引き下げようといふのが、わが国鉄鋼業の答だつたのである。これも「恩返し」の一つのあり方であつたといえよう。

#### 文 献

- 1) T. L. JOSEPH: Howe Memorial Lecture issued as T. P. 2021 in Metals Technology (1946) April
- 2) ティ・エル・ジョセフ (堤 英三郎解説): 鉄と鋼, 37 (1951), p. 481; 鉄と鋼 (1951), p. 499
- 3) T. L. JOSEPH: Trans. AIME, Iron and Steel Division (1936) 120, p. 72
- 4) 和田亀吉: 鉄と鋼, 36 (1950) 9, p. 20
- 5) 鉄鋼対策技術委員会報告書概要: 鉄と鋼, 32 (1946), p. 252
- 6) 三井太信: 鉄と鋼, 35 (1949), p. 15

## Iron Ore Preparation and Blast Furnace Practice in Japan

By T. L. JOSEPH\*

### Introduction

This report deals with a study of the production of pig iron in Japan and of ways and means of improving the size preparation of iron ore so as to offset the limitations which weak coke places upon output and efficient blast furnace practice. Because of its low bulk density, coke occupies about 65 percent of the total volume of the blast furnace charge. The absolute size and the uniformity of size of coke are accordingly major factors that govern the overall permeability of the stock column and the volume of furnace gases that can be forced through the charge without building up excessive pressures and disturbing regularity of operation.

Pieces of coke smaller than 0.75 to 1.0 inches are normally screened out before it is charged but some breakage occurs during handling. When rather weak coke, which is subject to size degrada-

tion during handling, is the most economical fuel available because of a price differential in physical character of the ore burden so that a permeable charge can be obtained notwithstanding the use of small coke†. Ore particles smaller than about 3/8 of an inch in diameter are most detrimental from the standpoint of maintaining a permeable charge and should therefore be sintered.

Adjustments must also be made in the size of hard dense ore to assure metallization of such ore before it reaches the hearth and to provide more surface for heat transfer from the rising gases to the descending ore. The ore is a major constituent of the charge by weight and its size should accordingly be adjusted to absorb the maximum amount of heat from the gas stream. If insufficient ore surface is exposed to the gas, heat transfer is restricted with the result that a large amount of heat is carried off as sensible heat of the exit gases.

### History of Size Preparation of Iron Ore in the United States

Differences in the smelting characteristics of iron

\* Visiting Expert, Industry Division, Economic and Scientific Section, General Headquarters, Supreme Commander for the Allied Powers, Professor of Metallurgy University of Minnesota.

† 文章の脱落があると思われる。