

る事が著しく困難であるため、鋼塊の増産はこれと同量の銑鉄の増産に依らねばならず、銑鉄の増産は新規に高炉、コークス炉の建設に俟たねばならない。また原料の面では粘結炭についてはさして困難はないとしても鉄鉱石については大規模の海外開発を行う事が前提とされねばならない。またこの様な輸入の増大を許すためには、鉄鋼のみならず機械船舶等の輸出が有利な採算の下に安定した海外市場に輸出できる事が見透し得なければならぬ。

この様な時代が到来する事は遠い将来の様に見えるかもしれないが、10年間の過去の発展の跡を省る時、この拡充の時期は意外に早く少くも将来10年間には訪れるであろうという予想は蓋し樂觀に過ぎるものではあるまい。ここで問題となるのは拡充の時期或いはその規模よりむしろ高まり行く鋼材の消費が如何なる構造的変化

をとげ、また如何なる技術的發展を伴うかという事である。つまりこの消費市場の動向を量的よりむしろ質的に適確に把握して行く事によつて鉄鋼業の将来はいよいよ興行を広め、今日迄の良品廉価という合理化のスコージンに加えて適材適所という要請が必須となつて来るであろう。其所で生産者および消費者の營業的商業的活動と技術的生産的活動とは不離一体となることにより景気変動によつて破壊されない強い紐帯を形造り、自ら市場の拡大と安定とを同時に実現する事ができるであろう。協調といい、競争といい、安定といい拡大といい、ある時は相克し、或る時は相伴う諸概念は、これを發展の相下に見る事によつて各々正しい産業活動の一翼を担う事ができる。本協会が10年後50周年の慶をことほぐ時筆者は上述の展望が見事に実現された事を再び読者に告げる光榮を担える様衷心よりこい願つてこの稿を終りたい。

## 本邦に於ける鉄鋼研究最近の進歩

三 島 徳 七\*

### RECENT DEVELOPMENT IN THE STUDY OF IRON AND STEEL IN JAPAN

*Tokushichi Mishima*

Prof. emeritus, University of Tokyo

#### Synopsis:

The development in the study of iron and steel in Japan during the year 1946~55 has been surveyed in this article. First, subjects of study has been reviewed, then detailed description has been made under the several major headings, classified by the author. The use of semi-caking coal produced in Hokkaido has been successfully used for blast furnace works and several other problems, such as the desulphurization of pig iron, elimination of copper from pyrite cinder, pelletizing as well as the pre-treatment of raw materials have been among the problems concerned in the field of iron making. The utilization of pyrite cinder, pyrrohotite, magnetite sand, laterite and other minerals containing iron which has not yet been utilized as an iron ore has been considered. Heat-treatment has been studied by many workers and the application of S-curve, repeated tempering procedure, sub-zero of deep cooling treatment and stepped quenching have been the chief subjects studied. None the less research works have been made in the field of physical chemistry of iron and steel making; and the measurement of activity in steel making reactions, study on the equilibrium in the reduction of iron oxide, activity measurement of the elements coexisting in molten iron and the study on the mutual relationships between each stages in open hearth operation have carried out. Besides this, many valuable research results have been published, for example; on white spot problem, behavior of gases, heat-resisting steels, theoretical and practical study of working, boron steel and the measurement of hardenability by Jominy test, use of oxygen in steel making,

\* 東京大学名誉教授、工学博士

quality control and process control, development of some new methods of research work and vacuum melting technology. As the reconstruction from the war disaster was not complete during the earlier years, few important study work was carried out before 1949. The developments made in this decade can be said to be striking, but it is a pity of the author that only a few purely original study has been found.

I. 緒 言

最近における我国鉄鋼研究の進歩を概観するのが、本稿の目的であるが、これは極めて困難な仕事である。しかし仮りに、種々の仮定を設けて、一応の枠の中で、この目的を果すべく努めてみたい。

まず「最近」を戦後 10 年間と限定する。この 10 年間には、御承知の如く種々の事件が起り、未だに頭の中で十分に整理がついていないが、最初の 6 年間は戦争中の破壊の第一段の整理、後の 4 年間は第二段の整理であり、建設の萌芽が現われたものと考えてもよいのではなからうか。

鉄鋼研究の面においても、戦後第 1 期には、戦争中の破壊跡の整備と、立遅れの克服のためのあわただしい技術導入、第 2 期にようやくこれを消化しはじめたものと考えよう。従つて第 2 期に到つて各大学、研究機関をはじめ各会社とも技術研究がようやく軌道に乗り、学会誌の内容もよくなり各社の技術研究冊子も次々と発刊され或いは以前からの刊行物も紐いをこうして現われはじめた。

Table 1

Tetsu-to-Hagané	Number of technical papers
1946	18
1947	20
1948	44
1949	75
1950	79
1951	80
1952	99
1953	84
1954	61
Total	560

Table 2.

名 称	刊 行 開 始
住友 (扶桑) 金属	昭和 24 年
鋼 管 技 報	昭和 24 年
神 戸 製 鋼	昭和 26 年
富 士 製 鉄 技 報	昭和 27 年
東 洋 鋼 鉄 研	昭和 27 年
製 鉄 研	昭和 25 年 (復刊)

「鉄と鋼」所載の論文数をみると Table 1 の如くに、昭和 24 年に一応回復し、27 年は著しく躍進したが、27 年にまた多少おとろえている。しかし、内容的にみると 29 年頃になると実際問題を論じた力作がふえ、又 24 年には各社で一勢に研究報告を刊行しはじめたので、その方に小さい論文は載せられる傾向がある。即ち、Table 2 の如く各社の研究報告の新刊または復刊は昭和 24 年乃至 27 年に亘つていて、「鉄と鋼」の論文数と大体歩調が一致している。

実際に論文をしらべてみれば明らかなように、昭和 23 年迄は戦時中成果の整理期であつた。24 年以降に至つて我国重工業の朝鮮事変その他の国際情勢に基くブームの影響を受け、鉄鋼に関する研究もやや回復したものとみられる。昭和 21 年以降の「鉄と鋼」に現われた論文を類別してみると、Table 3 の如くである。

Table 3.

Item	Number of technical papers	Percentage %	Merit order
Heat-treatment	52	9.4	5
Gases in steel	42	7.4	7
Pig & steel making	136	24.3	1
Fabrication	60	10.7	4
Casting (steel casting mould)	23	4.1	8
Special steel and effect of elements other than gas	79	12.3	3
Analysis	47	8.4	6
Others	131	23.4	2

即ちプロパーの製鉄、製鋼に関する研究とその他を除くと、特殊鋼成分の影響、含有ガスの挙動、加工工程疵の発生原因の研究、熱処理方法の研究、分析法の研究、鑄造 (主として鑄鋼、鑄型) の研究の順になつている。

鉄鋼研究の進歩の内容としては (a) 研究対象と (b) 研究方法の進歩の二つが区別されよう。しかし本来 (a) は質に関するものであり、進歩は一応量的な増加として考えられるので、或いは研究対象のことを論ずるのは不適當かも知れぬ。しかし、新しい対象に向つて研究努力がむけられることは、明らかに進歩である。よつて、研究の進歩の題目としては、多少不適當の嫌いもあるが戦後取上げられた主要なテーマについて述べてみたい。

## II. 研究テーマ

戦前戦後を通じて、或る意味では我国鉄鋼業の当面する課題の主流には変化はないといつても良いであろう。

即ち、

- (a) 鉄鉱資源対策—未利用資源開発
- (b) 燃料対策
- (c) 熱管理および工程管理
- (d) 能率向上
- (e) 製品の歩留向上

これらの主題の解析によつて派生する問題が研究テーマになつていく訳であるが、戦後にはそれ相当の特徴もうかがわれる。

思い出さずそのままにそれをあげれば、

1. 推計学の応用 (例, 高炉の管理)
2. 計測器の広範な適用
3. 新技術の導入 (酸素製鋼法, ボロン鋼等)
4. 製鋼部門における物理化学の適用
5. 実際の課題の解析 (方法としては戦前のものと大差はないがテーマが新しい)
6. 物性論の加工, 熱処理への応用
7. 新研究技術の導入

例, 電子顕微鏡, 高温顕微鏡, 位相差顕微鏡  
超音波探傷機, 比熱測定  
磁氣的測定 (軟鋼板の異方性等)  
分折技術の機械化 (カント・メーター, ポーラログラフ)  
リニヤー・アナリシス, ポイント・カウンティング (ハルパート・カウンター)  
アイソトープの応用, 真空溶解炉

8. 材料試験方法の進歩  
クリープ試験機の輸入並びに国産化  
新型硬度試験機の試作とその活用

## III. 製鉄に関する研究進歩

戦後国内原料のみで溶鉱炉作業を行つた時は、炉況保持或いは脱硫などに努力を結集したが、この間バンキング技術が確立した。昭和23年以降輸入原料の入荷、煉瓦、機械の輸入に伴う合理化の研究、特に原料事前処理の強化と相俟つて品質管理の進展と共に各作業所の溶鉱炉は未曾有の好調を示し来り、ヨークス比は $0.85 \rightarrow 0.75 \rightarrow 0.70$ と次第に低下の一途をたどり、大型溶鉱炉の生産性が確立した。

この間における目ばしい研究としては、

1) 北海道炭コークスによる高炉操業: 国内資源活用のため、輸入強粘結炭を使わず、北海道コークスのみで高炉操業を行い予期以上の好成績を収め斯界の注目をうけた。(小野田武夫: 鉄と鋼, 37 (昭26年) 2月号, 11月号)

2) 銑鋼中のSを0.05%以下とする脱硫に関する研究 (和田亀吉外: 八幡製鉄所研究所報告 Vol.27 No.2)

3) 硫酸滓の脱銅が重要視され、ヘレシヨフ式炉における焙焼法の研究、磁性および非磁性部のリーチングによる脱銅性の相違、リーチングによる諸種の試験研究などが進行し、広畑および尼ヶ崎製鉄所において相当大規模な装置が設置されるに至つた (和田亀吉: 鉄と鋼, 昭26年, 2月号)

4) ベレタイジングの研究: 本件は欧米は勿論わが国においても昭和25年以来大いに研究されたが、川崎製鉄K.K.千葉製鉄所の努力が成功し大規模に実用化されたほか八幡製鉄所その他においても試験設備が建設されんとしている。その他次の論文が発表されている。

保本 保: 鉄と鋼, 昭27年10月号, 中村信夫: 金属学会誌, 昭28年122頁, 森棟隆弘: 鉄と鋼, 昭29年12月号。

5) 原料の事前処理に関する研究: 本件は次第に重要となり破碎篩別は勿論原料の均一性に対しベッディング方式の決定が要請されると共に原料のサンプリング、秤量および配合の正確化が品質管理の進展に対し不可欠の要素であることが明らかとなり、サイジングは鉱石のみならず媒溶剤およびコークスに対しても考慮すべきであるとして実行されるに至つた。(和田亀吉: 鉄と鋼, 昭27年2月号)

## IV. 未利用製鉄資源利用の研究

日本鉄鋼業はその必要とする鉄鉱石の約80%を輸入しており、その量は年間400万tにも達する。これらの原料面の不利を解決するための方策は、国内製鉄資源の完全利用をはかると同時に、輸入量の最も多い米国鉱石を海上運賃の安い東南アジア鉱石に転換することであるといわれている。国内製鉄資源としては、硫酸滓の完全利用、磁硫鉄鉱の活用、砂鉄の利用などに関する研究が行われつつあるが、企業に関するもので、公式の研究発表が余りみられないので実体は充分明らかになつてないがアウトラインは次の如くである。

### 1) 硫酸滓の利用

硫酸滓の発生量は年間約200万tにも達するが、このうちで製鉄資源として利用されるものは40%程度で、き

わめて低い。その理由は脱銅のむずかしさに由る。即ち硫酸滓中に Cu が 0.35~0.40% 含有されているため、これを 0.2% 以下に下げるために従来より研究が行われてきた。例えば森棟隆弘氏の一連の研究などは有名である。脱銅を完全に行うには焙焼方法が最も重要であり、鉱山—硫酸工場—製鉄工場の緊密な協力が必要であるため通産省の主唱でその利用研究会が昭和 27 年に作られ、研究がすすめられた。富士製鉄の広畑製鉄所においては、ロータリーキルンを使用して硫酸滓を低温再焙焼し、脱銅率の向上をはかっている。井沢正雄：硫酸滓脱銅試験および作業、鉄と鋼、昭 28 年、11月号 (27 年通産省工業化助成金)。また同様の研究は同和鉱業と尼ヶ崎製鉄とでも行われた。この種の研究は現在でも進められている。詳細は湯川正夫氏の総説鉄と鋼 37 (昭 26) 542 にゆずる。

### 2) 磁硫鉄鉱の利用

これは数千万 t の莫大な埋蔵量があるにもかかわらず含有 S が低いために、廻転炉、多段床炉による焙焼が不可能であり資源としてかえり見られなかつたが、戦後 Fluo Solid 法による焙焼により、これらの利用が可能となり不二越鉱業、同和鉱業において、工業化に着手された。Fluo-Solid 法によれば、完全焙焼が可能であり従つて脱銅も容易であるので、焼鉄の製鉄資源としての利用も可能である。しかし Cu を更に 0.15% 以下にし、増大する粉鉄石を良好なる焼結鉄とするには、なお残された問題がある。東大小川研究室、工業技術院、機械試験所、資源技術試験所でこの方面の研究が行われつつある。

### 3) 砂鉄の利用

砂鉄の埋蔵量も莫大であるが、その利用度は、年々向上しつつあるも、年間 40 万 t 程度にすぎない。これを使用別に見れば、焼結鉄として、あるいは低磷鉄原料として電気炉に、また海綿鉄原料として廻転炉に使用されている。戦時中にも、岩瀬慶三博士、長谷川熊彦博士の一連の研究は有名である。焼結原料としては、高炉にどの程度まで使用可能であるかについて、日本製鉄の輪西製鉄所で実験が行われ、砂鉄を 100% 用い、 $\text{TiO}_2$  18.7% になつても高炉操業への悪影響はなかつた事を報告している。(谷口、八木：鉄と鋼、1949, p. 2) 同様に、昭和 26 年に焼結鉄に砂鉄を混じて高炉で吹く実験を富士製鉄の室蘭でも行つた。(小野田、中島：富士製鉄技報 Vol. 1. No. 2)

次に電炉により砂鉄を利用して低磷鉄を製造し、スラグより  $\text{TiO}_2$  を回収して Ti 製造の原料として月産 80t

に近いチタン・スポンジを生産している。また砂鉄中の 0.2% 前後の  $\text{V}_2\text{O}_5$  を利用するために、これをソーダ灰と共に焙焼して、V を抽出する方法も行われつつある。本法は戦時中に理研で行つた。次に川崎製鉄の久慈工場においては、グループ・レン法によつて、砂鉄より海綿鉄を製造しており、これを鋼索の製造に使つて頗る良好な結果を得ている。昭和 29 年日東化学は青森県八戸にて、ヒリボン式低炉にて砂鉄精錬の実験研究を行つた。

### 4) ラテライトの利用

日本および東南アジア各地に埋蔵され、埋蔵量は無尽蔵に近い。これらの利用については戦前、戦後を通じて研究が行われている。ラテライトが製鉄資源として利用できれば日本の鉄鋼業におよぼす影響は大きい。この利用については、事前処理として Ni, Cr, Co を分離する方法と、製鉄、製鋼、過程において Cr を除去して、Ni 鋼をつくる方法などが研究されつつあるが、いずれもまだ完全ではない。

戦時中、大江山ニッケル工業株式会社はグループ・レン法により国内ラテライトよりルッペを作りこれを電炉溶解して Ni-Cr 鋼を作つたが戦後は中止している。

### 5) その他鉄鉱石の研究

その他、褐鉄鉱に関する一連の研究がある。例えば菊池、佐々木両氏の「諏訪および群馬鉄石」の研究、鉄と鋼、35 (1949) 190 の如くであつてその成果は工業的に応用されている。また「喜茂別鉄石」について、池野、荻原両氏(鉄と鋼 (28年))が発表され、田口敏夫氏も「道内褐鉄鉱」の研究、(鉄と鋼 (28年))を發表されており、佐々木氏は吾国で利用しうる鉄鉱石の総合的研究を發表された。(鉄と鋼 29 年 1 月号)

## V. 熱処理方法の研究

戦後において特に進歩したものは

- (a) S—曲線の応用。
- (b) 繰返焼戻法。
- (c) サブゼロ処理。
- (d) 階段焼入。

の 4 つであろう。

(a) S 曲線の応用により、等温焼鈍法が発達し、例えば、堀川一男氏「鉄と鋼」(昭 24 年, p. 355) の論文の如く、大形 Ni-Cr 鋼塊の処理に大きな進歩をもたらした。この方法はまた高速度鋼軟化にも応用されている。また S—曲線におよぼす諸元素の影響に関しては今井勇之進氏の研究、金属学会誌、8 (1944), 166, 447, 同 9 (1944), 259, に詳しい。

(b) の繰返焼戻法は、戦時中にも研究されたが、最近は一般化し、高速度鋼に應用されている。

(c) サブゼロ処理に関する研究も最近注目せられ、残留オーステナイトを減じて軸受・工具・機械部品などの性質改善に利用されているが、これに関する我国の進歩は近藤正男氏の論文：鉄と鋼，40，(昭29)6月号および今井勇之進氏：日本金属学会誌18巻，(昭29)1月号に詳しい。

(d) 階段焼入については菅野，辻両氏の論文(昭和24年)などがあり、各社で実地に應用されている。

また、今日では既に古典的になつたペインのS曲線より出発し、連続冷却の際の変態図については、住友金属の河井泰治氏とその協力者が研究を始められた。

#### IV. 物理化学理論の適用

戦後製鉄，製鋼への研究に物理化学を應用し、その反応恒数を実測して、理論と実際との結合を強める方向に向つて来たのは、まことに喜ばしいことである。

この方面で二、三代表的な論文をあげると、住友金属工業、大中都四郎氏の「平炉操業過程の関連性」(鉄と鋼、昭24年)、三本木貢治氏の「酸化鉄の還元平衡」(昭22年以降25年にわたり鉄と鋼および日本金属学会誌上发表) 斎藤泰一氏「塩基性スラグとCrとの反応」(鉄と鋼)(1949) No. 4, 6, 松下幸雄氏の諸論文等があり、外国の諸先輩の研究を拡張、発展せしめているほか、現場作業の適切か否かの指針を与えられたものといえる。

更に熔鉄中の共存元素「活量」の測定が、三本木、大谷氏(「鉄と鋼」昭和27年、28年7月、29年12月)により行われ、一方以前からスラグの研究をされていた松下氏、森氏もスラグ構成成分の活量計算を發表された、(「鉄と鋼」27年) 即ち、これらの研究によつて活量概念の導入がひろまりつつある。

更に実際の平炉作業の反応についても物理化学的立場に立つて、広範な研究がすすめられ、極めて有益な結果のえられた例として、村田、前田、鶴野、本間氏の「塩基性平炉における硫黄の挙動」(鉄と鋼)(27年)、下川義雄、田上豊助氏「平炉の脱硫」(鉄と鋼27年)などがあげられよう。

昭28年に至つて、勝藤、丹羽両氏の反応の速度論的研究が發表され、この方面も活況を呈している。(鉄と鋼、昭和30年5月号、p. 500)。

#### VII. 白点、製鋼中のガスの挙動

戦時中特殊鋼におよぼすガスの影響が主として白点発生防止の見地から研究され、その結果は学振19小委員会の報告にのつているが、戦後も未解決の点について続々と研究が發表され、その方面の研究は進歩している。山下、土居氏「酸性平炉熔解過程と白点発生」(「鉄と鋼」(昭22年))、下川氏「白点状欠陥」(「鉄と鋼」(昭24年)) 下田秀夫氏「水素の逸出」(昭28年) 山形氏、小野寺氏、河合正吉氏「水素の挙動」(昭27年)などの論文の他、沢山の研究が發表されている。

白点を生ぜしめる水素以外に、製鋼中の $O_2$ 、 $N_2$ 等のガスの挙動については、戦時中よりはじまり、詳細な研究がすすめられ、幾多優秀な研究論文が現われている。

例えば、

下川：塩基性平炉精錬中の $N_2$ の挙動	鉄と鋼24年
沢：熔鋼中の水素に関する研究	" 29年
藤井：鉄鋼中の気泡に関する研究	" 29年
下田、小野寺：応力下における鋼中水素の挙動(I)	" 29年11月

などである。

#### VIII. 耐熱鋼の研究

第二次世界大戦を契機として米英両国でガスタービンおよびジェット・エンジン用耐熱鋼の研究が始まりその成果が發表された。わが国では昭和25年4月三島が主宰してガスタービン用耐熱金属材料製造研究委員会が設立され、文部省、通産省より研究助成金を受け、大学および研究所関係の研究者と民間主要工場の有能な技術者とが協力して研究調査に努め、その後現在にまでつづいて立派な成果をあげている。「鉄と鋼」の目次をながめても昭和26年度以降、出口喜勇爾、浅野栄一郎、武田一永井、花井、長谷川一落合、今井一田崎、小柴一九重の諸氏の研究報告が引つづき掲載されており、更に高温クリープ試験に関して芥川一岡崎一藤田、高石一竹村、長谷川などの諸氏による論文がある。而して以上の多くの研究者の努力によりTimken 16-25-6とN-155型耐熱鋼の兩種についてはわが国で一応試作試験を終り實用し得る域に到達したと考えてよろしく、Ni基耐熱鋼Nimonic系およびInconel X系のものに対しては目下盛んに基礎研究並びに試作が行われているから近く完成する。

またこれに伴い精密鑄造によるガスタービン・ブレードなどの装置に関する詳細な研究が行われ、既に住友金

属工業、石川島重工その他において実用の域にまで研究成果があげられた。

### IX. 加工問題の解析

昭和 27, 28 年以降において加工上の実際問題に関する詳しい研究が行われ、めざましい成果をあげている。この種の研究は、戦前は極めてとぼしかつたものと記憶している。「鉄と鋼」昭和 26 年度以降をみても次のような諸論文がある。

井上, 加藤: スチフェール・マンネスマン式穿孔機による製管法の研究 (昭 27 年 6 月号, 28 年 11 月号)

井上, 副島: スチフェール・マンネスマン機によるパイプの外表面疵と表面疵 (昭 27 年 5 月号)

高島徳三郎: 分塊庄延鋼片の疵 (昭 27 年 9 月号)

斎藤利生: 高圧筒材料の研究 (昭 26 年 11 月, 27 年 4 月, 同 9 月号)

大野, 花井: 特殊鋼棒鋼の庄延時の変形 (昭 27 年 11 月号)

黒田, 加藤: チャンネル型鋼製ピストンリングの庄延法 (昭 27 年 10 月号)

池島俊雄: 傾斜庄延に関する研究, 37 (昭 26) 2 月

池島, 森島: スチフェール・マンネスマン式穿孔機による製管時の内面疵 (昭 27 年 10 月号)

河合正吉: 鍍鋼材の亀の子亀裂 (昭 27 年 10 月号)

鈴木鋼一: マンネスマン穿孔機による庄延 (昭 27 年 10 月号)

井上, 佐藤: 磨管作業における鋼管の変形 (昭 27 年 10 月号)

また引抜加工および衝撃押出等に関しても下記のようなすぐれた研究報告が見られる。

五弓, 鈴木: 衝撃押出法の研究, 日本金属学会誌, 18 卷 (昭 29) 4, 5, 6, 7 月号

鈴木 弘: 逆張力引抜加工に関する研究, 東大生産技術研究所報告, Vol 1, No. 3

### X. ボロン鋼の研究と焼入性試験

焼入性試験としてジヨミニー法が自動車業界に採用され、29 年度には日本鉄鋼協会においてこれを JIS に採用すべき原案作製の運びに到った。

朝鮮事変当時、世界的に Ni の不足があり、その代用としてボロン鋼が広く用いられる気運が米、英に起つた。わが国では昭和 26 年秋筆者がアメリカ視察から帰国してボロン鋼の研究の重要性を強調し東大、東北大、通産省、機械試験所の協力により、ボロン鋼研究懇談会

が設けられ、これに我国の大会社が殆んどすべて参加してその研究を進め、先のジヨミニー試験の検討と相俟つて多大の成果をおさめた。

その中の多くの研究論文は、「鉄と鋼」昭 27 年, 28 年以降に発表せられている。この方面で次の諸氏は多くの論文を発表された。東北大学金属研究所の今井教授、住友金属工業の河井, 井上, 小川氏, 神戸製鋼所の高尾, 高橋, 西原, 谷藤氏, 特殊製鋼の山中, 日下, 小泉, 大同製鋼の浅田, 保田氏等。

この他、多くの方々の努力により、ボロンの添加方法、ボロン効果の機構、共存元素の影響、大形鋼塊の場合の偏折、等々多くの課題が解明された。

### XI. 酸素製鋼法

戦後、第一番のトピックスは酸素製鋼法であり、24 年に、国内大メーカーで共同研究が行われた。23 年 5 月に降尼崎製鋼所で行われた実験が契機となつて、各方面で論議され、24 年 1 月、日本鉄鋼連盟理事会でこの対策が議題となり、2 月から鉄連主催で各社の共同実験を行うことになつた。

24 年 12 月迄に、尼崎製鋼、八幡製鉄所、新扶桑金属工業、(現在の住友金属工業) 神戸製鋼所で平炉における実験が一部又は全部完了していたので、この研究経過は「酸素製鋼法の研究」(編集責任者市田左右一)(24 年 12 月刊)として鉄鋼連盟より刊行されている。

その後、電気炉製鋼に対しても各社で研究がすすめられ、例えば大同製鋼星崎工場の高橋氏(鉄と鋼 Vol. 39 (27 年) No. 10) 日本特殊鋼の石原—安藤—田阪氏(鉄と鋼, Vol. 39 (28 年) No. 3) また空気吹込に関する研究も各社で実施された。

平炉に対する酸素の利用については上記報告以外に市田左右一氏の論文(鉄と鋼, Vol. 35 (昭 23 年) No. 6) がある。

最近に至つて転炉に対する酸素吹精の研究がすすめられている。(例えば、日本鋼管耳野氏(「鉄と鋼」28 年 8 月機械試験所, 田中技官)。

今日では、平炉、アーク炉における酸素吹精は大體常識化し、転炉の酸素上吹精煉が問題に上つていていると考えられる。

### XII. 工程管理に関する研究

工程管理そのものの進歩については他の方が執筆されると思うので、ここにはふれないが、戦後目立つた特徴は

## (a) 推計学の品質管理への応用

## (b) 計測器の広範な利用

の2つであり、これに関する研究も25年以降は盛んになり、多くの論文が現われている。

(a) については昭和27年以来日本鉄鋼協会に鉄鋼品質管理部会が設けられ頗る活潑に研究が行われており、庄延、製鋼、製鉄の3委員会とも顕著な業績をつまれている。例えば28年度報告は「鉄と鋼」40(昭26年)4月号に掲載され各製鉄、製鋼工場において実施された品質管理に関する19件の報告がある。また住友金属工業鋼管製造所茨木、小谷両氏の「製鋼作業における品質管理実施の一例」も貴重な発表である。

この方法は単に品質管理のみでなく、その他の因子の多い現象を取扱う研究にも応用されている。

(b) については例えば八幡製鉄所の阿部、内山、小田、城野氏の「傾注式大型平炉(100t)における自動制御について」(鉄と鋼、27年10月号)がある。同じ号に住友金属和歌山製造所の寺町、中川、山崎氏「鋼片連続加熱炉の自動制御操業について」の論文があり、総説としては東大高橋安人、大島康次郎氏の「鉄鋼業と自動制御」(鉄と鋼)29年11月)は自動制御の原理と鉄鋼業における実際の応用を述べている。

その外富士製鉄釜石製鉄所の佐伯、米沢両氏の「溶銑のサンプリングに関する工場実験」八幡製鉄所管理課長設楽氏外2名の「加熱条件がおよぼす鋼材各種疵について」(鉄と鋼、昭和29年4月号)、川崎製鉄・葺合工場の下山田、松永両氏の「製鋼工場における品質管理の一例」(鉄と鋼、昭和28年9月号)なども貴重な研究成果である。

## XIII. 電子顕微鏡の応用

電子顕微鏡の発達も昭和24年頃より急速に進展し、鉄鋼の研究に应用され、めざましい成果を得ている。

例えば、帝国産業、西岡氏はピアノ線のパテンチングに因る組織がベイナイトであることを確かめられ、また、住友金属、河井氏は電子顕微鏡により、特殊鋼の中間組織に関する多くの疑問を解明した外、耐熱鋼の高温時効によつて現われる析出物の研究など大きな役割をしている。

最近に到つて、反射型の電子顕微鏡が試作され、ようやく実用域に入らうとしている。

## XIV. 高温顕微鏡の活用

高温におけるオーステナイト状態をそのまま肉眼でみることは長年の課題であつたが、昭和29年に到つて、東北大学今井教授、機械試験所三橋、津谷、オリンパス光学宮田氏の協力で差働距離12mmで52倍の対物レンズができ、1000°Cまでの状態を500倍以上でみる顕微鏡に成功した。(日本鉄鋼協会30年4月講演)この種の手段を用い、物性論の最近の成果を応用して、鋼の性質について多くの未知の点が明らかにされることが期待される。

## XV. 真空熔解法の研究

真空熔解法は主に電気銅、チタンおよびその合金ニクロム線などに用いて有効であり、昭和26年通産省より東芝に対して工業化助成金があり、着々として研究がすすめられているが、その後電気試験所、東北大学金属研究所、鉄道技術研究所などで或いは試作し、または外国の優秀な真空炉が購入されて研究を進めている。鉄鋼研究にこの熔解法が応用されて、目覚ましい成果が上がることを期待される。

## XVI. 結 言

昭和24年頃よりポテンシャルの高い外国の影響により一度に発達した戦後10年間のわが国の鉄鋼研究の進歩を展望する仕事は非常に困難であつて、限られた紙数と、極めて制限された時間では不可能といつてよいであろう。よつて、思い出づるままに極めて印象的に述べたが、当然書くべきであつてつい落したテーマや研究者も多く、或いは失礼にあたる選び方をしたかも知れないことをお詫びする。

近年に到つて深絞用軟鋼の製造法、高周波焼入法に関する研究の著しく隆盛になつたこと。また、耐久磁石合金をはじめ電磁気用材料に関する研究においても特筆すべきものが多い、また「日本金属学会誌」にも極めて優秀な鉄鋼関係の論文が散見するが、都合によりこれにはあまり触れず、会社で発行されている研究報告にも殆んどふれ得なかつたので、この面から来る手落ちも多いと思うがお許しを願う。他の部門において書かれることと推察して、これを省いた。なお、本稿の執筆に当り、資料の蒐集に協力された機械試験所工学博士三橋鉄太郎氏の努力に感謝する。