

日本鐵鋼協會

鹽基性平爐製鋼研究部會中間報告

同會委員長 工博 吉川晴十

FIRST SUMMARIZED REPORT OF THE BASIC OPEN HEARTH  
RESEARCH COMMITTEE OF THE IRON AND  
STEEL INSTITUTE OF JAPAN.

Haruju Kikkawa

A research committee was formed in March 1947, with the object of studying the basic open hearth steelmaking practice to serve the after-war conditions. Four subjects have been discussed, which so far arrived at the following conclusions:- (1) Low charge proportion of pig iron— By the use of carburising materials the proportion may be lowered to approximately 25%, (2) Oil burners— Various designs of fuel oil burners are in use, whose advantages and disadvantages are not yet decisive. (3) Dolomite bed— Raw dolomite bed gave quite satisfactory results at one works. (4) Use of oxygen in open hearths — Literatures were investigated and discussed.

緒言

鹽基性平爐製鋼作業の復活に伴い原材料その他以前と事情がかなり變化して居るから、實地作業の研究をする必要があるので、本協會の研究部會の一つとして鹽基性平爐製鋼研究部會が設けられ筆者がその委員長を命ぜられ、昨年2月準備會を開いて、當時現に平爐を操業している工場、商工省、鐵鋼連合會日本學術振興會及び大學に委員及び幹事を委嘱し、3月1日に第1回委員會を開いて研究題目を定め、爾來5回委員會を開き、今猶繼續中で4月8日に第6回委員會を開く豫定になつて居るが、茲に中間報告として今迄の研究の概要を報告する次第である。

1. 委員會の構成 上記各所へ委員を委嘱した所大部分から承諾があつて下記の通りの構成を以て委員會を組織した。

委員長	本協會前會長	吉川晴十
委員	日本製鋼所室蘭製作所作業部熔鋼課長	近藤八三
	日鐵釜石製鐵所作業部製鋼課長	大貫富藏
	商工省鑛山局鐵鋼課	田畑新太郎
	日本鐵鋼連合會	穗坂徳四郎
	日本學術振興會	室井嘉治馬
	日本鋼管川崎製鐵所製鋼部長	富山英太郎

"	"	製鋼部製鋼課長	寺田二郎
"		鶴見製鐵所製鋼課長	栗山俊二
		扶桑金屬工業製鋼所	土居幸文
"		鋼管製造所製造部製鋼課長	里井孝三郎
		尼崎製鋼所製鋼課長	伊東祐一
		神戸製鋼所製鐵部第二製鋼課長	菖蒲正俊
		川崎重工業葦合工場製鋼部製鋼課長	下山田正俊
		日鐵八幡技術研究所長	小平勇雄
"		八幡製鐵所製鋼部長	蜂谷茂雄
"	"	製鋼部第三製鋼課長	武田喜三
幹事		日鐵本社製鋼課長	村田巖
		東京大學教授	田中清治
"		助教授	芥川武

2. 研究項目 準備會及び第1回委員會に於て研究項目を次の如く申合せた。これ等は當時の情勢下に於て最も緊急研究を要する事項と思われたからである。即ち

(1) 鉄鐵配合率低下の研究 昭和22年度の本邦鐵鋼生産目標は普通鋼材及び鑄鍛鋼 800,000t となつて居り、それに要する鉄鐵はコークス鉄 522,000t 電氣鉄 90,000t となつて居たが、これは北支炭 400,000t 鉄鐵 60,000t 輸入が前提であつた、然るに種々の關係でそれだけの石炭や鉄鐵の輸入は困難と思われたの

極力銑鐵配合率を低下しなければならぬ情勢にあつたのである。

(2) 燃料使用合理化の研究 撫順炭の輸入が無くなり發生爐用石炭の生産が持ち少なくなつた爲めにガスが悪くなり、製鋼時間が長くなる等支障を生じて居るから、混炭その他發生爐操業法の研究を要する。尙重油が輸入されたのでその燃焼方法を研究しなければならぬと云うのでこの問題を取上げた。

(3) フロマイト爐床の研究 この問題は前年度商工省鐵鋼技術委員會で研究されたが、それは主として電氣爐々床についてであつた。平爐にも適用出来る見込があるのでそれを本委員會で研究することにした。

(4) 酸素利用法の研究 平爐に酸素を利用することは我國でも以前に多少實驗されたことがあるが實用の域に達しなかつた。近年米國その他で相當進歩して居るらしいから我國でも研究する必要があると思つて本問題を取上げたが、資材不足の現状に於ては實驗は出来ない、單に文献等によつて研究審議して置く程度より仕方がない。

### 3. 提出資料

以上の研究項目について今迄に各委員から提出された主なる資料は第1表の通りである。

#### 第1表 提出資料

- |                            |            |
|----------------------------|------------|
| (1) 銑鐵配合量を節減せる平爐熔解に就て      | 日本製鋼所室蘭製作所 |
| (2) 屑鐵加炭法                  | 日本鋼管川崎製鐵所  |
| (3) 平爐装入物に關する計算            | 日鐵八幡技術研究所  |
| (4) 發生爐用石炭使用實驗及びガス成分       | 日鐵八幡製鐵所    |
| 發生爐用炭昭和 18 年度              | "          |
| 八幡二製鋼装入鐵内譯及び燃料消費量          | "          |
| (5) 米國重油試驗結果報告             | 日鐵八幡製鐵所    |
| (6) 米國重油使用上の注意             | "          |
| (7) 重油による操業成績調査            | "          |
| (8) 平爐の重油燃焼報告              | 日本鋼管川崎製鐵所  |
| (9) 釜石第 8 號平爐操業成績          | 日鐵釜石製鐵所    |
| (10) オイルバーナーの圖             | 各社         |
| (11) 旋回式羽根付バーナーについて        | 日鐵釜石製鐵所    |
| (12) 苦灰爐床築造報告              | 日本鋼管川崎製鐵所  |
| (13) 鹽基性平爐に於ける生ドロマイトスタンプ爐床 | 日本製鋼所室蘭製作所 |
| (14) 平爐に於ける酸素の利用に就て        | 芥川幹事       |

(15) 發生爐に酸素添加の實驗 川崎重工葦合工場  
これ等の資料及び委員會に於ての發表意見等の要點を各研究項目について次に簡単に述べる。

### 4. 銑鐵配合率低下の研究

昨 22 年 3 月の第 1 回委員會の時陰西 150t 平爐も釜石 50t 平爐も共に銑鐵 40% を使つて居た。八幡新一平爐も銑鐵配合率大である。その他の工場でもあまり銑鐵配合率を低くしては居なかつたが、以前銑鐵不足の時實驗したことがあつたからそれに就て發表があつた。その後だんだん各所で實驗して原料銑鐵加炭劑原料装入の順序、製鋼時間、爐床の痛み、製品々質等について報告並に意見の交換があつた。結局銑鐵配合率 25% 位迄には出来るようである。理論的考察としては日鐵八幡技研から提出の資料「平爐装入物に關する計算」によると C 3.2, Si 2.0, Mn 1.0, P 0.4, S 0.18% の銑鐵を使い、別段造滓の爲め珪酸の加入をしないとすれば、銑鐵配合率は 20% が最低である。この計算は固定式平爐で銑鐵と鋼屑だけを配合して操業する場合の計算をしたもので、脱磷脱硫をするに要する適當なる鋼滓量は經驗上熔鋼量の 5~15% であるから、従つて銑鐵配合率 20% 以下では鋼滓量を多くする爲めに Si の加入が必要であり、55% 以上では鋼滓量を少なくする爲めに熔落ち除滓が絶対に必要であると結論したものである。

原料銑鐵としては日鐵以外では電氣銑の使用を餘儀なくされて居り、低炭素、高珪素、高硫黄且品質不同で困つて居たが、商工省鐵鋼技術委員會の指導もあり最近著しく改善せられ高炭素、低珪素になつて來たから銑鐵配合率も少なくするに都合よくなつた。

加炭劑を十分に使えば銑鐵を全く入れずに操業することも可能で、外國の例では全鋼屑で無煙炭 2.8% を加えたこと云うこともある。扶桑金屬製鋼所では石炭 15 kg/t を加えたことがある。木炭なら 150kg/t が最大量である。全鋼屑で、コークスを加炭劑とした例では 32~43kg/t 加えたことがある。その歩留りは約 25% 製鋼時間は約 30% 延びた。酸性平爐では歩留りがよいようである。神戸製鋼の 50t 酸性平爐での實績では銑鐵 32~33% 配合で木炭を 50, 56, 76, 104kg と配合して見た。歩留り 37~86%。平均約 50%、製鋼時間は 11~13br で普通よりは 20~30 分延びた、扶桑金屬製鋼所でも酸性平爐では木炭の歩留り約 50% であつた。川崎重工業葦合工場では昨年 6 月鹽基性平爐に木炭を使つて 13 回熔解を行つた。装入量 35t。銑鐵配合 32%、電氣銑が多い。木炭の歩留り 9.5~51.6%。平均約 30% であつた。コークスと木炭とでは

木炭の方がよい。市販の粉コークスは灰分が 30~40%もある。無煙炭も灰分が多い。コーライトはよいかも知れない。

Si, Mn を加えても銑鐵配合率を減ずることが出来る。日本製鋼所室蘭製作所から提出の資料「銑鐵配合量を節減せる平爐熔解に就て」はコークスを装入すると同時に Mn 或は Si を添加して熔解途中の酸化を防いで熔落時  $\tau$  を高くすることを記述したもので、その結論として加炭劑と共に Si, Mn の適量を加えれば銑鐵配合率 15~20% でも高炭素鋼製造を目的とせぬ限り操業可能であるとして居る。日本鋼管川崎製鐵所提出の資料「屑鐵加炭法」では 45t 装入に對し從來銑鐵 40% であつた配合率を 20~25% に減じ、コークス 10kg/t を加えスケルブ材を製造した。昨年 2 月 25 日から 3 月 28 日迄の 56 回出鋼の成績を記述したもので、結言としてコークスによる加炭法では製鋼時間の多少の延長はあるも、材質的に特に低下するものとは考えられず、銑鐵不足の現在これを節約し、且鋼塊單價の低下方法として採用すべきものである。特に低炭素鋼に於ては可であるとしてある。

加炭劑の歩留りは甚だ不同であるが、装入方法も大に關係があると思われる。日本鋼管ではコークスをダライ粉又は石灰にサンドウィッチにして入れた。扶桑金屬製鋼所では一番下へ石灰を敷き、その上へ薄いスクラップを置きその上へコークス、石灰の順に載せ、最後に重いスクラップを入れた。神戸製鋼の酸性平爐では一番下へ銑鐵を入れ、その上へ木炭、銀砂、スクラップの順に入れた。鹽基性平爐では一番下へ石灰石を入れその上へ木炭を入れた。装入順序及び石灰を使うがよいか、石灰石でもよいか研究すべき問題である。サラサラした石灰石は熔解しやすいからよい。

製鋼時間は銑鐵配合率の低下に従つて延びる。扶桑金屬製鋼所での全鋼屑では 65t 装入で熔落迄に 5h もかゝつたものがあり、製鋼時間としては 14h に及んだものがある。約 30% 時間が延びた。川崎重工葦合工場の 35t 鹽基性平爐では平均熔解時間 6h-27mn. 製鋼時間 8h-16mn. 日本鋼管川崎での上記實例では銑鐵 40% 配合では平均 7h-32mn. のところが、銑鐵 20~25% で 7h-57mn. であるから、あまり延びては居らぬ。

爐床の痛みも大したことは無いらしい。日本鋼管川崎の場合には却つて爐床の痛みが少い結果が出て居る。装入方法を注意すれば床堀れの心配もない。

製品の品質に於ても別段の差異を認めない。日本鋼管川崎のスケルブ材では仕上不良率が却つて減少した。中管材でも穿孔不良率は從來と差違がなかつた。

## 5. 燃料使用合理化の研究

ガス發生爐用として適當の石炭が少くなつた爲め、ガスが悪くなつた實績を八幡から提出の資料前掲(4)に就て見ると、昭和 18 年迄は撫順炭を 49% も使つて、ガスは CO 25.7% 發熱量 1,400 Cal. であつたものが、21 年 1 月には購入炭と二瀨炭を主とし、ガスは CO 23%, 發熱量 1,325 Cal. となつて居る。撫順炭の灰熔融點は 1,520~1,530°C であるのに購入炭は田川、高雉、高松等昭和 18 年には平均 1,341°C であつたものが、21 年には 1,250°C と約 90°C も落ちて居る。目下八幡の第二製鋼平爐では發生爐ガスと混和ガス(熔鑄爐ガスとコークス爐ガスとの混合)とを使い、銑鐵配合率約 41% で、良塊 1t 當り消費熱量 377 萬 Cal. となつて居るが、150~160 萬 Cal. にしたいものである。

ガス發生爐による石炭消費量については、扶桑鋼管では固定炭素 40~45%, 揮發分 40%, 灰分 10~13%, 水分 1.5~3.5%, 硫黃 0.15~0.3%, 發熱量 6,100~6,800 Cal. の石炭で良塊 1t 當り昭和 21 年 8 月には 1,300kg であつたが、9 月には 1,020kg となり、22 年 1 月には 489kg となつた。順調に出鋼すれば 500kg である。石炭は篩えば 10% 位粉が出るからそれを汽罐に使うとよい。神戸製鋼では灰分 49.65%, 硫黃 0.74% の石炭で酸性平爐鋼塊 1t 當り 500kg を使う。日本鋼管では北海道炭を使う。灰分 13.6~23.5%, その熔融點 1,100~1,200°C, 粉が多い。發熱量 4,900~6,800 Cal. 鋼塊 1t 當り消費量最初 540kg であつたが 800~900kg になつて居る。日本製鋼所室蘭製作所では幌内、登川等の石炭を使う。終戦前は 1t 當り使用量 350~400kg であつたが、昨年 2 月頃は鹽基性 10t 爐で 1 日 3 回出鋼し、700kg 位を要した。爐況の悪い時には 1,000kg も要することがあつた。

製鋼用として米國重油が輸入されたので、その燃焼方法の研究が緊急問題となり、バーナーの構造等について從來の經驗や最近の實驗等を検討した。前掲第 1 表(5)~(11)はこれに關する提出資料である。八幡提出の「米國重油試驗結果報告」は今回の重油に對する詳細の調査表である。今回の C 重油は粘度が高い又 B 重油やタールと混ぜると沈澱が出来る。B 重油と半々に混ぜると 30% も沈澱が出来る。「米國重油使用上の注意」は流動性を良くする爲めの加熱の程度、加熱方法、霧化方法等を述べたもので、重油使用に當つては先ずその重油の分析と粘度とを知ることが必要であると強調して居る。「重油による操業成績調査」では終

戦後その儘になつて居た第三製鋼課第一製鋼工場100t傾注式平爐で高壓空氣噴霧式重油バーナーを以てC重油を燃焼した場合及びC重油とクレオソート油混合燃焼で昭和22年6月及び7月に操業した時の記録であつて、製鋼時間約15hr、重油消費量全加熱時間に對し225kg/t、純製鋼時間に對し210kg/tである。日本鋼管提出の平爐の「重油燃焼報告」は昭和22年7月の作業成績であつて、重油使用量平均良塊當り295kg内譯製鋼用250kg、焼付用38kg、保熱其の他7kgである。これは往時の150kg/tに比し相當多いが、その理由は平爐經驗工の不足、製鋼時間の延長、製品の約90%は管材であること、重油品質の低下、住居食糧等の不足による勞働條件低下等によるものである。日鐵釜石提出の「釜石第8號平爐操業成績」は改良型バーナーを以て昭和22年7月に操業した実績と、改良前の6月操業の実績との比較であつて熔解時間が6月には6hr-05mm、であつたものが、7月には4hr-4mmとなり、重油使用量も良塊1t當り6月には216.2kgであつたものが7月には176.9kgとなつた。これは重油が冷装物に觸れる間は不完全燃焼をなし易いのを改良型バーナーを使えばバーナーにつけた羽根で、焰の旋回を起すから完全燃焼をする爲めと思われ

る。バーナーは各所で種々の型式のものを使つて居るから、それを比較検討する爲め第4回の委員會は昨年8月に日本鋼管川崎製鐵所で開催し現場を見學して研究した。この時各社からバーナーの圖面や作業成績を持寄つた。バーナーの構造は大體3種に別けることが出来る。その第一は日本鋼管型で太い筒の根元の方に重油と空氣の混合物の噴出孔が開口して居るもの、第二は八幡型で重油と一次空氣とがバーナー先端に近く開口し、その周圍から二次空氣が入るもの、第三は釜石型で羽根付バーナーで焰を旋回させるものである。羽根付バーナーによる成績が前記の如く良好であつたから、これに日本鋼管式の混合室をバーナーの先方につけて所謂引込式としたらもつとよいかも知れないとの意見が出て、釜石でその實驗を行い、第4回の委員會で結果を發表したが、引込式は重油單獨操業には好ましくないと結論された。それで今のところまだどの型式のバーナーが最も良いと云う結論は出て居ない。

近頃は石炭が悪いから平爐にガスと重油とを併用すると能率がよくなるであろうと尾崎製鋼等で研究して居る。

## 6. ドロマイト爐床の研究

平爐々床に燒ドロマイトをスタンプすることは約20

年前迄は一般に行われて居たが、その後マグネシアに代り、終戦前又多少ドロマイト使用を始めて居た。日本鋼管川崎提出の「苦灰爐床築造報告」は昭和21年11月重油焚きの40t爐に行つた燒ドロマイトスタンプ爐床の記述である。これによると濕氣が絶對禁物であるから、マグネシア法では不必要な敷煉瓦の乾燥を7日間かゝつて行つた。ドロマイトは葛生産で要經に燒成したものを10mm以下に破碎し、無水タールを90°Cに熱して混練し、重量12kgの鐵製手槌を加熱してスタンプした。所要時間4日と6時間。結論として、出来るだけマグネシアを使つた方がよいが、止むを得ない場合には注意深く築造すればドロマイト法も決してマグネシア法に劣らぬ結果を収め得るとなつて居る。

日本製鋼所室蘭製作所では生ドロマイトを以て平爐々床の築造を行つて成功して居る。初め10t鹽基性平爐で實驗して確信を得、次に30t爐に應用してこれ亦良好な成績を収めて居る。同所提出の「鹽基性平爐に於ける生ドロマイトスタンプ爐床」は10t爐の記事であり、同じく葛生産のドロマイトを5~10mmのもの50%、1~5mmのもの25%、1mm以下のもの25%位に碎き8%位の水分を含むタールを6%混ぜて60~70°Cでスタンプした。昭和22年2月8日に初出鋼をして3月に小修理の爲め爐休止に至る期間13t宛92回熔解を行い、その間一回の床掘れもなく、熔湯の熱持ちもよく、極めて順調の作業をすることが出来た。休爐後爐床を調べたが厚さ5"程度の所は全く不消化性のものに變化して居て、6月から再びその爐床で第2回目の熔解作業を實施した。平爐は電氣爐と異り、同じ爐床を少くとも3年位は使うし、又劇烈な酸化沸騰精鍊を行うのでこれに耐えるか否かは懸念されて居たが、上記10t爐の成績がよかつたので、更に30t爐に施行し、マグネシア爐床又は燒成ドロマイト爐床に比し何等遜色なき結果を得て居る。

## 7. 酸素利用法の研究

昭和の初めに川崎重工業でポンベからの酸素を平爐のガス噴出口に入れたことがある。日本鋼管でも平爐に入れて軟鋼を造つたことがあるが、酸素を得ることの條件の爲め何れも試験的だけで終つて居る。川崎重工では昭和3年に發生爐へ酸素を使つたことがあつて「發生爐に酸素添加の實驗」なる資料が出て居る。その結論として送入空氣の酸素濃度を28.9%迄上げてCO 30~36%のガスを發生せしめることが出来、發生爐作業に何等危険を伴うことなく、平爐の如き爐に使用して好結果を與えることを確かめた。要は酸素を

容易に安價に得られるか否かに在る、最近米國では平爐その他に酸素を利用して、能率を上げて居る由で芥川幹事提出の「平爐に於ける酸素の利用に就て」その他の説明によれば、使用方法としては熔解期にバーナーから酸素を入れること、豫熱スクラップヘジェットで酸素を吹付けること、補助バーナーを使うこと、蓄熱室へ入れること及び酸素を管で熔銅中へ入れ又は熔

滓の上から吹付ける方法等があるが、バーナーやジェットで吹付ける方法はスクラップ 35% 以上配合の場合に古い爐の効率をよくする爲めに用い、熔銅中へ吹込む方法は銹銑を多量装入し、低炭素鋼を造る場合に多く用いられる由である。

(昭和 23・7 月寄稿)

## 白金—白金ロヂウム熱電對代用品に關する研究 (II)

(昭 18. 4 月日本鐵鋼協會講演大會講演、)

堀 田 秀 次\*

### STUDY ON THE SUBSTITUTE MATERIAL OF PT-PT.RH THERMO-COUPLE. (II)

Hideji Hotta,

Synopsis:—Following the first report (Tetu to Hagane, Vol. 33(1947) July- September P. 17~18), the present paper dealt mainly with the measurement of high temperature, by using the Fe-Mo thermo-couple as the substitute material of the Pt-Pt-Rh thermo-couple. From the experimental results, we came to the conclusion that the Fe-Mo thermo-couple which was protected by the specially devised apparatus showed the results nearly equal to the Pt-Pt-Rh thermo-couple for the measurement of the high temperature up to 1400°C, such as the heating temperature of forged steels and tapping temperature of molten cast irons and non-ferrous alloys.

#### I. 緒 言

高温度測定に關しては從來種々研究せられたものがあり、<sup>(1)~(7)</sup> 著者は新たに考案した装置により熔融金屬の温度測定結果に就て述べた<sup>(8)</sup> のであるが、高温度測定用としての白金—白金ロヂウム、熱電對は入手困難且つ高價の爲、之が代用品として特殊の考案による方法で裝備したる鐵—モリブデン熱電對に就き、曩に著者は第 1 報<sup>(9)</sup> として、加熱爐内の鋼塊の温度並に熔融金屬の鑄込温度測定に關して研究した経過を述べたのである。本報文中に於て著者は引續き、本鐵—モリブデン熱電對装置を使用し、1400°C 迄に於ける鍛鍊用鋼塊、熱處理用鋼材の加熱温度並に鑄鐵、非鐵合金の鑄込温度等を測定した結果、好成績が得られたので、其の研究経過の概要を記述する次第である。

合せて熔接を行ひ、松葉狀に形成し、耐熱絶緣管を施し、其の間隙に耐熱絶緣材を充填し、還元性雰囲気内で、其の軟化温度で焼結せしめ、特殊に考案を施した酸化防止被覆を形成せしめたものに、保護管として、從來の鐵製のもの、炭素製のもの、並に、水冷式のもの等に就て試験を行つた。このうち水冷式保護管を使用せる熱電對代用品の構造を記載すれば概要第 1 圖に示す通である。

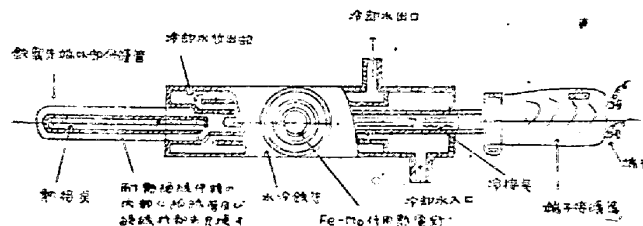


図-1 Fe-Mo 付熱電對装置 (水冷式保護管使用)

#### II. 特殊の考案による熱電對代用品の構造

本研究に使用したる熱電對代用品は第 1 報<sup>(9)</sup> に記載した通り徑 1mm の鐵線及びモリブデン線の一端を握

\* 岡野バルブ製造株式会社行橋工場、工學博士。