

第 70 回 (秋季) 講演大会講演論文集 (I)*

Technical Papers (Part I) for the 70th Grand Lecture Meeting
of The Iron and Steel Institute of Japan.

第 1 会場 (製鉄・焼結)

(1) 室蘭第 2 高炉解体時の炉底残留物調査

富士製鉄, 室蘭製鉄所研究所

工博 城 本 義 光
製鋼部 恵 藤 文 二
研究所 金 山 有 治
○奥野嘉雄・磯山 正

Investigation of the Residue on Dissecting of Muroran No. 2 B. F. Hearth.

Dr. Yoshimitsu Jōmoto, Bunji Etō,
Yūji Kanayama, Yoshio Okuno
and Masashi Isoyama.

1. 緒 言

室蘭第 2 高炉 (第 3 次) は昭和 32 年 10 月に火入れされて以来, 216 万 t の銑鉄を生産し, 39 年 10 月に吹止められた。この間, この高炉は 38 年 1 月から同年の 11 月に至る 300 日余りの間, 長期休風を経験し, また再開後は炉底保護のため砂鉄を多量配合した焼結銑を装入し, 炉底に Ti ベアを生成させる操業も行なつた。

炉底における Ti ベアに関しては, すでに当所で数多くの解体高炉で調査を行ない, Ti ベアが炉底保護に大きな役割をなしていることを明かにしているが¹⁾²⁾, 今回さらに第 2 高炉の解体の機会を利用して, この高炉で意識的に生成させた Ti ベアが炉底でいかなる保護の役目をなしたか, また, 解体後に明らかになつたのであるが, 予想外に多量の銑鉄が炉底にみられたので, この銑鉄が Ti ベアの炉底保護とどのような関係にあつたかを知るため, 炉底における Ti ベアの付着状況および大塊銑鉄の堆積状況を調査した。

2. 炉底解体調査

2.1 Ti ベアの付着状況

解体作業は, 炉底保護のため高砂鉄装入操業を行なつた 39 年 4 月から約 6 カ月経過した 10 月に行なわれたが, 炉底は従来の高炉とくらべかなり異なつた状況を示していた。従来の解体高炉の場合には, 炉底のレンガ部分が出銑口レベルからほぼ 2.0m 程度の深さまで侵食されていて, その上に多量の Ti ベアを含むコークス, グラファイト, 銑滓などの固結物が層状をなして存在しているのが普通であるが, 今回の場合, Ti ベアの付着は炉底壁周辺部にかぎられ, 炉底中心面は予想外に大塊の銑鉄によつてしめられていた。Fig. 1 に第 2 高炉炉底の Ti ベアの分布状況および炉底銑鉄の堆積状況を示す。

なお, ここで Ti ベアとは具体的にどのような物質を示すかについては, 明確に定義はできないが, 筆者らの従来からの検討で, TiN に TiC が固溶した赤色または赤銅色の物質を主成分とする銑滓, コークス, グラファイト銑鉄粒を含む固結物を総称して Ti ベアとしている。

Fig. 1 から明らかなように, Ti ベアは銑滓羽口付近から存在しはじめるが, その量はごくわずかである。出銑口より下部になるとその量も急激に多くなつてくるが, 炉底堆積銑鉄層のところ, すなわち, 出銑口より約 2.0m のところでは完全に切れて銑鉄層中ではもはや Ti ベア層はみあたらなかつた。ただ, 堆積銑鉄と接する未侵食レンガ目地中にはかなりよく発達した Ti ベアが侵入しているのが観察された。レンガ目地中の Ti ベアの分布下限については, 解体時に発破を使用しているので明確には測定できなかったが, ほぼ出銑口下, 約 2.5m 付近までのものである。

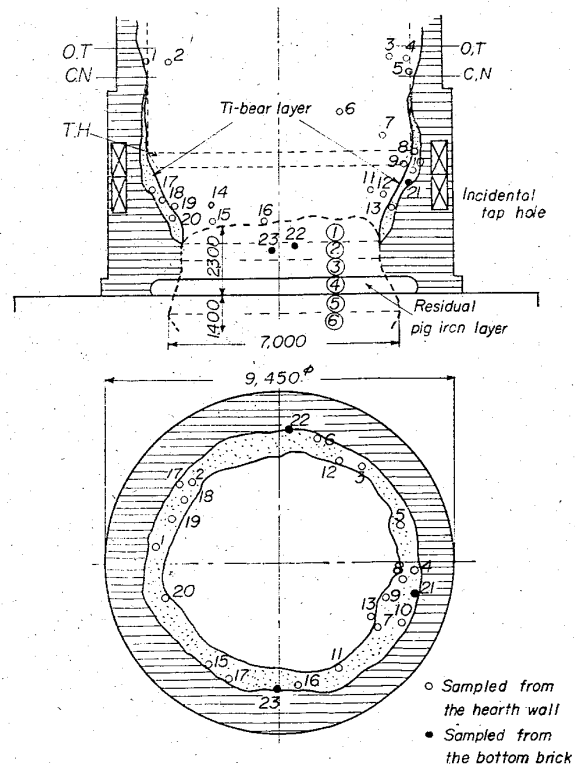


Fig. 1. Distribution of Ti-bear and pig-iron layer in Muroran No. 2 B. F. hearth.

* 講演論文原稿受付日: 昭和 40 年 5 月 17 日

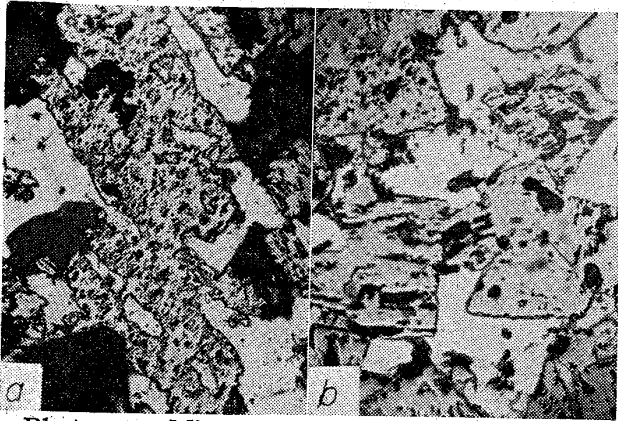


Photo. 1. Microstructure of TiN (c) sampled from the hearth wall (a) and the bottom brick (b).

なお、Fig. 1 に示す位置から採取した Ti ベアについて化学組成、顕微鏡組織、X線回折などを行なつてその性状を調べたが、従来の解体高炉の場合とくらべてとくに異なつた点はみられなかつた²⁾。Photo. 1 に炉底壁およびレンガ目地から採取した代表的な顕微鏡組織を示す。これからわかるように、炉底壁から採取したものは不定形のものが多いが、レンガ目地の中のものはいくつか大きく生成した組織となつてゐる。

2.2 炉底銑鉄の堆積状況

炉底に堆積していた銑鉄は炉底レンガ(レンガ積高さ3×15m)を完全に抜き、基礎コンクリートへも約1.4mの深さまで侵入してゐて、その量は約700tと推定された。

炉底銑鉄の堆積状況を要約するとおおよそ次のようになる。すなわち、

- 1) 堆積銑鉄は直径約6m、高さ約3.5mの円柱状に堆積していた。
- 2) 堆積銑鉄の頂部レベルは炉底出銑レベルと一致していた。
- 3) 銑鉄中には全体として、レンガやコンクリートなどの異物の混入は認められなかつたが、上層部には、スラグ、コークス、グラファイトなどが銑鉄と混りあつてゐた。
- 4) 堆積銑鉄下の基礎コンクリートは境界面より50cmの厚さまでかなり劣化して粉状になつてゐた。

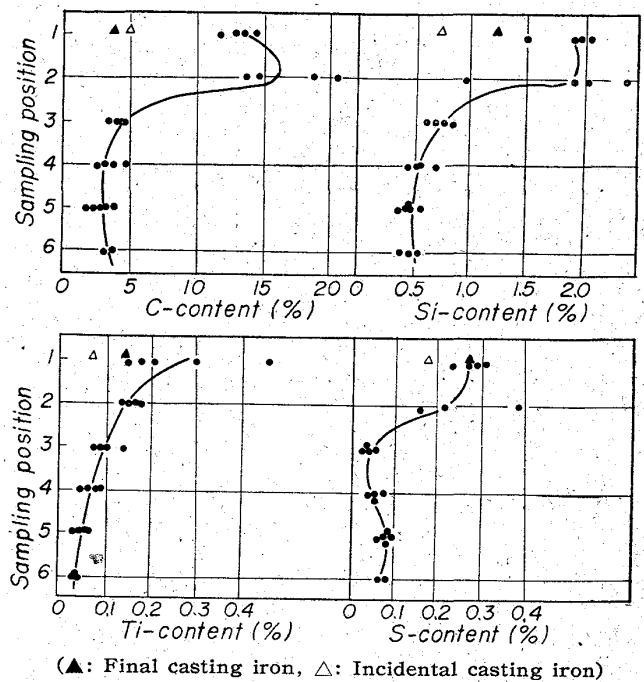
2.3 採取試料による調査結果

これらの銑鉄について、その性状を調べるために、Fig. 2 に示すように、上・下6層にわけて各位置から試料の採取を行なつた。

2.3.1 化学組成

Fig. 2 は採取銑鉄の微量成分のうち偏析の激しい C, Si, S, Ti に関し、上下方向にプロットしたものである。(なお、図中、参考までに最終出銑時および炉底出銑時の銑鉄についてもその分析値を示す。)

図からわかるように、製鋼用銑鉄あるいは鋳物用銑鉄のいずれとくらべても、上層部(1, 2層)では、C, S, Ti が異常に高く、また下層部(5, 6層)においては、C, Si, Ti が異常に低くなつてゐる。なお、同時に半径方向についても偏析を調べたが、この方向には特に著しい偏析はみられなかつた。



(▲: Final casting iron, △: Incidental casting iron)
Fig. 2. Chemical composition of residual pig-iron in the hearth.

上層部銑鉄がきわめて高い C, S, Ti 含有量を示した原因については、この銑鉄層中に CaO, MgO, Al₂O₃ などの鋅滓成分が多く含まれてゐたことと、銑中炭素が普通銑鉄にくらべ非晶質な割合が高かつたことなどから考へて、炉底出銑のとき湯面上にあつたコークスや鋅滓、あるいは炉底壁に付着してゐた Ti ベアの固結物などが堆積銑鉄の凝固時に混入したためと思われる。

下層部銑鉄は逆に C, S, Ti が著しく低かつたが、この原因については今のところ不明である。ただ、この層が基礎コンクリート面以下にまで侵入してゐたことからみて、銑鉄が侵入した際に、コンクリートが溶けて発生したノロやガスと何等かの反応を起こしたのではないかと考えられる。

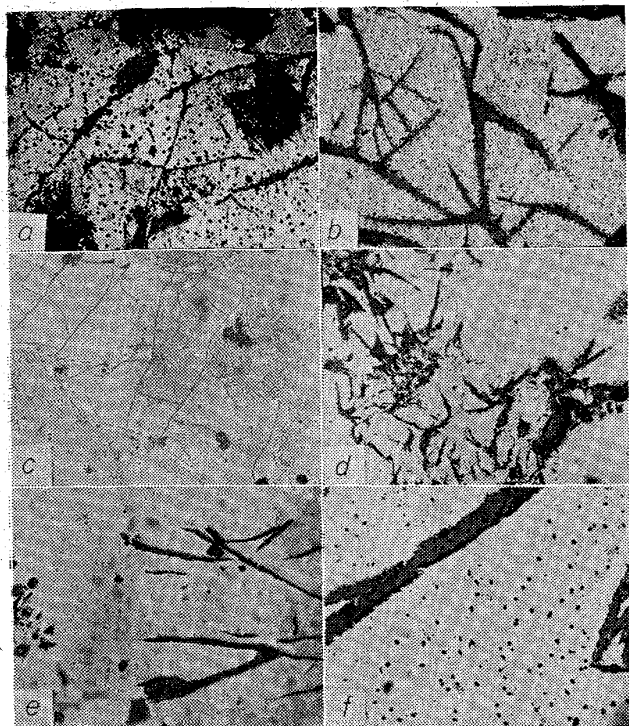
2.3.2 顕微鏡組織

Photo. 2 に炉底銑鉄の各層における代表的な顕微鏡組織を示す。写真からわかるようにこれらの組織はいずれも普通の銑鉄にあらわれない異常な組織となつてゐる。

Photo. 2 (a) に示す組織では黒く小さな粒状のものがみられるが、これは溶銑中の炭素が過飽和なため、溶銑中に固溶せず不溶性炭素粒子として浮遊してゐたものと考えられる。

Photo. 2 (c) に示す白色の板状組織は異常に発達したセメンタイトである。セメンタイトは、普通急冷されたときにでる組織であるが、炉底銑鉄は全体的にみてパーライト地の中に片状黒鉛が大きく伸びた組織となつてゐるのでかなり緩慢に冷却されたものと推定される。徐冷された堆積銑鉄になぜこのように異常なセメンタイトがみられたかについては不明である。

Photo. 2 (d) に示す黒鉛組織は楔型状であるが、これは Pb の含有量が高い場合に現われる Widmannstätten graphite と考えられる³⁾。この Pb は炉底レン



(a) Layer 1 in Fig. 1 (b) Layer 2 in Fig. 1
 (c) " 3 " (d) " 4 "
 (e) " 5 " (f) " 6 "

Photo. 2. Microstructure of residual pig-iron in the hearth.

ガの目地中であつたものが銑鉄によつて侵食された際、溶け込んだものと考えられる。

3. 炉底保護効果と堆積銑鉄

従来の高炉と異なり、炉底に多量の銑鉄が侵入していた原因については、長期休風と何らかの関係があるものと考えられるが、操業データ、あるいは解体調査からでは明確な結論をうることができなかつた。ただ、この炉底堆積銑鉄は、砂鉄を多量装入して炉底に生成させた Ti ベアが炉底壁周辺にのみかぎられて炉底中心面にまで発達していなかつたことや、Ti ベアを生成させた時期に急激な出銑減がみられなかつたことなどからみて、高砂鉄装入操業以前にすでに炉底に侵入していたものと考えられる。

したがつて、この高炉の場合、生成させた Ti ベアの炉底に対する保護効果は、炉底がすでに銑鉄によつて占められていたため、予想に反してあまりなかつたものと考えられる。

Ti ベアを炉底に付着させて炉底保護の効果をねらうためには、炉底が異常に侵食される以前、すなわち炉底レンガがいくらでも残余していて、かつ、残留銑鉄が溶融状態にあることが必要であると推論される。

4. 結 言

室蘭第 2 高炉について、炉底解体調査を行なつた。この結果、次のことが結論される。

1) 高砂鉄装入操業を行なつて炉底に Ti ベアを生成させたが、炉底における付着は予想に反し炉底周辺部にかぎられていた。

2) 炉底中心部は従来の高炉と異なり、基礎コンクリート内にまで達する径 6 m、高さ 3.5 m の大塊銑鉄が堆積していたが、この堆積銑鉄は、C, Si, S, Ti などに関して上下方向に著しい偏析を示し、顕微鏡組織も普通銑鉄にくらべ異常であつた。

3) この銑鉄は炉底に Ti ベアを生成、付着させる以前にすでに堆積していたものと推定される。

4) 生成させた Ti ベアの炉底に対する保護効果は、この 2 高炉の場合、炉底がすでに銑鉄によつて占められていたため、あまりなかつたものと考えられる。したがつてこの高炉で、実質的に炉底保護の役目をなしたのは、炉底に堆積していた銑鉄と考えられる。

文 献

- 1) 恵藤：鉄と鋼，43 (1956) 3, p. 211
- 2) 久田，城本，恵藤：鉄と鋼，50 (1964) 12, p. 1616
- 3) E. B. SIMONSEN: Foundry Trade J., 3 (1955), p. 499

(2) 千葉第 5 高炉の建設について

川崎製鉄，千葉製鉄所

岩村英郎・菊地敏治・長井 保
 ○山田孝雄・栗原淳作

On the Construction of No. 5 Blast Furnace at Chiba Works.

Eirō IWAMURA, Toshiharu KIKUCHI,
 Tamotsu NAGAI, Takao YAMADA,
 and Junsaku KURIHARA.

1. 緒 言

千葉製鉄所最終 500 万 t 計画の一環として、第 5 高炉が計画され、基礎工事着工後 1 年 2 カ月というきわめて短期間で建設工事を完了し、昭和 40 年 3 月 15 日に火入した。以下設備の概要および火入後の操業状況について報告する。

2. 計 画 概 要

第 5 高炉は工場敷地の関係で他の高炉に比して約 400 m 原料ヤードから離さねばならず、その間には道路、溶銑線、溶滓線、各種ガス管があり、特に装入原料の高炉への輸送については種々検討が加えられた。

工場内の溶銑需要より高炉は日産 3600 t、最高 4000 t の能力とし、高圧操業、高温送風、重油吹込、調湿、酸素富化などの技術を採用するとともに、ホッパー・スケール方式による原料の遠隔自動切出、ベルトコンベヤー方式による原料装入設備、旋回シュート・三重ベル方式による炉頂装入装置を設備し極力人員の削減を考え、生産能率の向上と、それに対応するように各付帯設備を決定した。

3. 設 備 概 要

3.1 高炉設備

3.1.1 基礎

従来千葉ではウェル方式を採つていたが、工期、工費の節減を考えて、スパイラル鋼管による鋼管抗方式とした。折込鋼管は 1000 mm φ、厚み 12.6 mm で 85 本を地下