

が介在して居ると、促進劑は之と粒界質とを按分に侵すことになる。此等は何れにしても促進劑が粒界質に及ぼす作用を非常に遅鈍ならしむるものである。斯う云ふ説明を促進劑が眞鍮の時期割れを促進する作用の上に加へると、金屬の構造組織は結晶質の各粒と此等を相連絡保持して居る粒界質との二種より成り其粒界質はバイルビーの所謂非結晶質の者であると云ふとなり、之は取りも直さず學者間に大分異論の多い例のローゼンハインが主として提唱して居る非結晶質接合説(Amorphous-Cement theory)を支持する譯になる。一方に盛んに反對されながら他方にそれが正しき説であるかの如く裏書される事實が彼處此處に現はれるのも、學説の決定を見る迄の常經路として一寸面白く感ぜられる。

純鋼塊の製造

莊内 桂郎

アイアン、トレード、レヴュー誌一九二一年六月二日發行のものに掲載されてゐるのを抄譯しました。原文は米國ミッドルタウンのアメリカン、ローリングミル會社研究部長ベック氏が、本年五月廿七日米國鐵鋼協會の年會で讀んだ論文から取つたものです。

出来る限り純粹な鐵の需要は之まで斷へずあつた、此の需要は、製鋼方法の面前にぶら下つてゐる問題であつた。米國冶金界の歴史を通じて、一九一四年大戰の勃發に至るまでノルウェー及びスウェーデンよりの此種の鐵の輸入は不尠あつた、之もまた此の事實の證據とするに足りる。しかし、此等

外國の鐵は、木炭法又は攪煉法で小仕掛で作られるものであるから、米國の如き大規模の工業で巨大な數量を取扱ふ所には不適當である。従つて、冶金學者が、海外より輸入する鐵と少くとも同等の純度を有するものを平爐製鋼法で作らうと頭をひねる様になつたと云ふのも自然の數であらうと思ふ。併し、此の方面に發展を見るまでには、種々の悲運に遭遇せねばならなかつた。之全く、果して販賣し得べき且つ使用に堪える成功的のものを得るや否やに就いては殆んど豫備的智識を有しなかつた爲めである。平爐作業に従事してゐるものは、普通作業よりも爐床の溫度を二百度高くし、炭素と滿俺が差支ない程度まで減少する迄此溫度を保持せば如何なるかと云ふ事を熟知してゐる。

此方面に關する先進の企畫は確かに全然希望の光の見えないものであつた。獨逸の冶金界の權威レーデブルは鐵冶金學に關する彼の著述中に、平爐の斯くの如き作業は、非常な困難に逢着するか若しくは失敗に終るだらうと明記してゐるしかし、一九〇三年、米國の冶金學者エチ、エチ、キャンベルは平爐で純鐵を作る計畫を立て、炭素〇・〇二五、滿俺〇・〇四〇%のものを得たが、彼は更に此の研究を進めなかつた。彼は其の説を簡単に次の如く述べてゐる。

「之等の作業は、鹽基性平爐で行つたが、化學的及物理的性質は規則的のもので、之に依つても偶然の産物でなく、正規は一金屬だと云ふ事が分る。最初、出来る限り滿俺量を減少する様にと心掛けた。此の金屬は、酸素を充分含有してゐる様に思はる」と。

之から見ると、キャンベル氏の如き平爐作業に精通した人

ですら、滿俺を○、○四位までは引下げることが出来るが、其の結果として得たものは燃過の金屬に過ぎぬと思つたのである。

次に、アメリカン、ローリング、ミル會社では、此の問題に注意を向けて、炭素、滿俺の極めて低い鐵を得ようとした最初の實驗的作業は、卅五噸平爐で行ひ、日夜非常に綿密な注意を拂つた。純鐵製造は、更に進歩し、遂には普通の五種の不純物即ち炭素、滿俺、硫黃、磷、硅素を減少せしめる事が出来、不純物の計○、一四%を越えざるに至つた。同時に最大限度の瓦斯除去法及び適當の脫酸法の研究も必要になつて來た。

實用的に純粹な鐵の製造は、自然に良質な薄鐵板製品を供給しようとする方面にも進歩を促す様になつた。此の方面では、純度の増すに従ひ、鑄に對する抵抗も増す様に信ぜられてゐた。平爐で作つたインゴット鐵は、昔の鐵と異り、模範的な結晶組織を有し、より一定な溫度變態點を有し、尙、鐵滓を含有する程度が極めて少い。

第一作業では、滿俺の量○、○五%を超えぬ鐵を作らうと試みた。之には、熱を失はうとする其の危急の點と取瓶の中とでやつたが、斯の如き際どい段階は、平爐で斯くの如き製品を得るや否やを決定するに必要な事と考へられた。熔鐵の炭素と滿俺とを出来るだけ低くする爲めに、此の加熱作業に於て原料を選択するのに注意を拂つた。卅五噸爐に裝入を了し湯の炭素は低下された之は炭素を低下すれば、滿俺も低下する様に信じたからであつた。炭素と滿俺との除去を助勢するため鐵鑛を幾分加へる外は、正規通りの平爐作業を行つ

た。猶、石灰を多分に裝入して、出来るだけ硫黃と磷とを除去する様にした。

以上の初期の實驗は、平爐の燃料として、發生爐瓦斯を使用した。此の燃料は、鐵を不純にし、甚だしい害を與へる硫黃を多分に含んでゐる。後に、自然瓦斯を使用すると此の困難が大いに緩和され、硫黃の低いものを得る様になつた。

之等の作業に於て、出来る限り不純物を除去する爲め普通製鋼作業に於けるよりも長時間爐内に置く必要があつた。或場合には、實驗的に普通作業の五〇%も長く置いたが、之は業者と爐に危険であつた。

第一の湯を取瓶に取る時其の流れが良い方ではなかつた。初め、製鋼作業に普通用ゐてゐる位のアルミニウムを加へたが後に至つて、アルミニウムの量を増し、適當の脫酸と瓦斯除去とを確實にする必要を認められた。

此の種の鐵を作り始めた頃には、規模を小さくし約八吋×一〇吋の斷面を有する底注ぎのインゴットに作つたが、インゴットの重量は、約九百封度であつた。此の底注ぎ作業ではインゴット鑄型に湯を引く溝に耐火煉瓦を内張する必要があつた。

第一の湯を注込む際、熔鐵の溫度が高過ぎるために、閉塞の棒が燃えてしまつたりして湯を注ぐ事には困難が多かつた。インゴット鑄型は汚なくなり、湯は鑄型を立てたピットに空しく散つて損失となつたりした。溝と取瓶とは著しく損傷を受けた。

鑄型よりインゴットを引出し、薄板材に壓延するため通常通り再加熱爐に送られた。此處では、別に困難を感じずに厚

目のバーに壓延され、後に、十六番薄板に延べて、亜鉛鍍平板の原料として剪断せられた。

次の作業としては、此の薄板を亜鉛鍍爐場へ送つて亜鉛を鍍着させた。此の際困難を感じるのは、洗滌で鐵が中々酸に溶け難いし、又、導溝や取瓶の内張煉瓦の如き異物が存在する爲めである。薄板を亜鉛鍍するに、も一つの困難は、泡膨れと表面の粗れてあつたが、之は後に、鐵の瓦斯除去が不充分な事が分つた。

此のインゴット鐵の第一の湯を分析した結果は次の如くであつた。

硅素(痕跡) 硫黄(〇、〇二八) 磷(〇、〇〇三)
炭素(〇、〇三) 滿俺(〇、〇四)

當時は、單に此の五元素丈けを分析する習慣で計を一〇〇とし、其の差は鐵分を示す。

斯くの如き純粹な鐵の製造に於て、瓦斯除去法と云ふ事は了解されてゐなかつた。従つて、薄板の多數は、瓦斯を包藏したまゝ製造されたのである。こう云ふ薄板を鍍金すると、包藏された瓦斯が膨脹する爲め泡膨れを生じ、時として直徑十二吋位のものを生ずる事がある。之は屑板としても賣れずスクラップとしても、其の價値は疑はしい。此の困難を研究した結果、泡膨れの原因たる瓦斯を除去する方法を必要とするに至つた。之には、装入物が熔解した後、平爐の熔鐵中に生の若木を押込み、不純物の除去を助けるために攪拌した。此の作業をやると、作業を終へる時間が些か減少したが、希望通りの成分の鐵を得るに必要な高温度丈けは、どうしても低下する譯に行かなかつた。

此の高温度のために、爐の壽命を縮め、鐵の價格は甚だしく高いものになつた。又、鐵滓には酸化鐵が多く含まれてゐて爐の内張を損傷する作用あるため、爐を連續的に使用する事は不可能であつた。之に應ずるため、純鐵の装入と普通製鋼の装入とは交代に行つた。

之等の實驗的作業から多くの異常な結果を生じた。其のうちの一は、多量の瓦斯を含み、其のインゴットは殆んどパイプのみであつて、上から下までパイプが通つてゐて、薄い壁があるばかりのものがあつた。形狀だけは、インゴットであるが、其の重量は僅か數封度に過ぎなかつた。正規の重量は九百封度ある筈だつた。こんな軽いインゴット丈けに職工は容易に肩に掛けて運んだ。

一九〇六年と一九〇七年の二年間は、當會社の平爐部で、極度の純粹な鐵を得ようと非常の努力を盡した。しかも此の鐵を製出するに必要な高温度の調整と、鐵中の瓦斯除去とは依然として主なる懸案として殘されてゐたのである。

實驗的作業の進むにつれ、普通製鋼法と純鐵製造との間には非常な相違があり、之が又價格の相違になる事が分つた。第一は、鋼の場合よりも七時間長く爐内に保たねばならず、熔鐵の最後の温度も鋼の場合に比して華氏二百度だけ高くする必要があつた。も一つの著しい相違は、産出率であつた。鋼の場合に比すると、製出高の割合は七%ばかり低い之は全く高い温度と、長い時間は、鐵の製造よりも寧ろ酸化鐵の製造に費やされ、此の酸化鐵は鐵滓中に損失となつた。鐵滓中の酸化鐵が多いために、煉瓦や閉塞弁の棒を侵蝕する事となり、鐵滓中の酸化鐵の割合の増加する程此の侵蝕作用も増

す事が分つた。此の際の酸化鐵の割合は、鋼の場合の數倍も多い事も知れた。しかし、酸化鐵のうちには、炭素や滿庵を酸化する爲めに使用された鐵礦から生じたのもある。

純鐵の製造に當つて、原料の吟味が極めて大切な事は、原料中に存在してゐる或種の元素は、平爐に於て除去し得ぬ事を考へれば明白である。平爐で除去する事が出来ない元素としては、銅、砒素、アンチモニー、錫、ニッケル及びビコバルトの如きものである。

初め、屢々インゴットを金切鋸で切斷して内部組織と瓦斯除去の程度を調べて見た。之まで見たところに依ると、硅素アルミニウム、の双方を少し多く用ひたもの又はフェロマンガニースを少量使つて瓦斯を除去したものは、瓦斯のポケットで見たところでは、全く緻密なものと思はれたが、この様な材料は壓延の際に粉々になつてしまふ。

瓦斯除去作用を有する材料が多過ぎた場合の純鐵の破壊に依つて、純鐵は或温度の限界内で作業せねばならぬ事實を發見するに至つた。此の温度以外では、所謂赤脆性を現はし壓延する事が出来ない。尙、純鐵の壓延は瓦斯除去材料よりの不純物から影響を受けるのみならず、硫黄は直接に影響を及ぼす事が分つた。硫黄の量の多い程、任意の作業温度に於ける此の鐵の壓延は困難になる。他の多くの純金屬と同様に、インゴット鐵も殆んど純粹なために作業し得ぬ變態點がある。此の温度は、約攝氏九百度であるが、作業状態としては、攝氏八百度と千度との間では壓延に不可能である。

工業的に此の純鐵を作らうとすれば、ブルーミングミル、では變態點以上で壓延し、バーミルでは變態點以下で壓延す

る必要がある。之が爲めには此の兩壓延機間に冷却用テーブルの設備が要るので、之も普通製鋼法には無い装置であつて従つて、工場の製産高を少からしめ鐵の價格を高くする。

高温度では、薄板が熔着する傾向があるので、シートバーをシート、ミルで壓延する際にも鋼の薄板材を壓延する場合より遙かに低温度の状態を選ばねばならない。

市場に販出すべき此種の鐵薄板を仕上げるには、顯微鏡で研究する要がある。使用の目的に適合する様に焼鈍するのであるが、此の場合には特別の注意を要する。シートミルで壓延した薄板は粒が伸長されてゐる。之を適當に焼鈍すると丸い結晶組織を有する様になる。

鐵の組織に及ぼす不適當な焼鈍の影響は焼鈍箱の底に近い部分で焼鈍された薄板は細長い粒を現はしてゐるが、之は時間が不充分か、又は温度が低い爲めである。餘り高い温度で焼鈍すると内力が全く取れて粒が大きくなつて生長したものととなる。

インゴット鐵は、防銹性が顯著なものであるが、其の他多くの價値ある性質も發見されつゝある。研究の結果、得た鐵の純度の高いものの成分は次の如き平均値を示す。(%)

硅素 (痕跡) 硫黄 (〇.〇三五) 磷 (〇.〇〇五)
炭素 (〇.〇一三) 滿庵 (〇.〇二一)

此種の鐵は容易に亞鉛鍍する事が出来、而かも、其の鍍層は異常に厚く着くが、加工する場合も剥げる事はない。

此の鐵は純粹であり、且つ製造に當つて非常に注意するたために其の質が均等で、之が爲め熔解點迄加熱すると均一に流れる。此の特性は種々の用途を生んだが、就中、熔接した品

物の價格又は效率は熔接法の難易と熔接材の品質とに依るもので、工業的に製出された純鐵の熔接性は熔接用針金又は棒として大いに此の方面の需要を喚起し、爲めに之等の材料を巨額に製出し得る様に設備を變へるに至つた。此の材料は、之迄外國より仰いで居た熔接材料を驅逐してしまつた。インゴット鐵より作つた熔接用の針金は電氣熔接及び瓦斯熔接に使用されてゐる。針金に牽伸すると、鐵屬の金屬としては頗る低い電氣抵抗を有し、導電率は銅の十八%である。

インゴット鐵の今一つの重要な用途は、エナメルに對して非常な附着性を有する點から生れた。平爐で瓦斯除去作業を行ふために實用上有害な瓦斯は無くなつてゐるので、之で作つた製品の上にエナメルを着せしも望み通りのものが得られ泡膨れ、針穴、其の他の缺點を現はす事がない。

十二ヶ月間中に製出したものに就き此の種の鐵の成分を檢した結果に依ると、其の純度の平均は九九、八六五%で、其の不純物として考察したものは、硅素、硫黄、磷、炭素、滿俺銅、酸素、水素及び窒素の九元素であつた。

最近一ヶ年間、米國で製出されたインゴットは約二〇〇、〇〇〇噸であつたが、尙、平爐で作られる純鐵は外國に於ても製造され、ノルウエー及びスウェーデンなどでも廣く使用してゐる。(此論文はアイアン、エージ誌一九二一年、六月二日發行のものにも掲載されてゐる)