

我が國製鋼業の將來とタルボット式製鋼法に就て

野 上 熊 二

吾人は未だ我が國にタルボット式連續製鋼法を採用しつゝある工場を知らざるを以て、直に此製鋼法を我が國に應用して有利なるや將た無益なるや茲に斷言し得ざるも、近年北米合衆國の如く、平時世界製鐵製鋼産額の約四割以上を産出しつゝある國に於て、益々増設を見つゝある此タルボット式連續製鋼法の操業に就き其一般を述へ終りにフレドリック、シユステル博士の公表せる『タルボット式製鋼法と他式製鋼法との比較』なる文意を譯し、以て我が國既設製鋼製鐵會社並に新に設立せられんとする斯業諸會社の先輩諸彦の高見を煩さむとす。

抑も今日迄鹽基性シーメンズ式平爐にて製出されつゝある鋼の量は、日に月に急速に増大しつゝあるは、何人も知る所なれとも、尙一層多量を産すると共に、其の鋼質をして改善せしめんものと、種々の方法を試みたる結果、大體に於て熔鑛爐より來る熔銑を直に製鋼爐内に裝入し精製するを以て、最も此目的に適合せるものと一般に認められつゝありしなり、凡そ熔銑を原料として精製するには、普通熔銑を爐内に裝入する以前、一定量の石灰石と鑛石を裝入し豫め加熱し、其上に熔銑を注入するを常とす、是が爲め豫め加熱せる酸化鐵と熔銑との化學作用に依り爐底の破損甚しく、加ふるに熔銑注入の際爐底は磨耗するを以て如何にして、是等の缺點を防ぐ可きや問題たりしなり。

然るに西曆千九百二年北米合衆國ペンシルヴァニア州フロードングハム鋼鐵會社にて、有名なるベンジヤミン、タルボット氏は、前記の難問に打勝つ目的を以て、新方法を試み遂に成功せしより爾來同國內は勿論外國にても此方法を採用するに至れるものとす、而して歐米二三國にて使用しつゝあ

る原料熔銑の分析成分を示せば次の如し。

國名	爐數及び各爐の容積	炭素(%)	硅素(%)	滿俺%	磷(%)	硫黃(%)
米國	二百噸爐十基、七十五噸爐一基	—	一〇—一二	〇・六	〇・五—一〇	〇・二—〇・二五
英國	二百五十噸爐より百噸爐迄十四基	—	〇・五—一・三五	〇・五—一・五	〇・五—二・〇	〇・五—〇・二
佛國	百七十五噸爐一基	—	〇・五	一・二	二・〇	〇・一
奧國	二百噸爐一基	—	一・〇	二・〇	〇・四	〇・〇八

斯る銑鐵を使用しつゝある中に、英國カーゴ、フリート鋼鐵會社に於ては熔銑を豫めコークス爐より來る瓦斯を燃料として加熱せる百五十噸の轉爐式混銑器より供給しつゝあり。

威爾斯ドレーイス製鋼會社にては混銑器を一切使用せず熔鑛爐より直に熔銑を供給しつゝあり。

北美合衆國にては二百五十噸の混銑器を使用して熔銑を供給しつゝあり。威爾斯及び英國等の或會社にてはヘマタイト銑鐵を使用しつゝあり。威爾斯にては製産鋼量割合は裝入原料銑の一〇八%に相當し、石灰石は鋼一噸に對し四%鑛石其他凡そ二五%フェロ、マンガニーズ〇・五%位を用ひつゝあり。

タルボット氏は曰く、此タルボット式製鋼爐用原料は、普通平爐用原料よりも一層安價なる熔鑛爐銑を使用し得へし、何となれば少量の熔銑を割合多量なる熔鋼中に混入するを以て、鋼に及ぼす結果も亦少量なるを得ればなり、又原料熔銑の種類に依りては、炭素量少き熔鋼中混入に際し非常なる沸騰状態を起すことあるも、質善良なる鹽基性用白銑を用ゆるときは、硅素多き灰色銑の如く甚しき沸騰を起すことなし。

前記の如きは單に一二ヶ國の例に過ぎされとも、此タルボット式爐用銑鐵は、凡そ如何なる性質のものを使用しつゝあるかを知るに足るへし而して我か國にて現時最も多く製造使用されつゝある

もの及び海外より年々多額の輸入を受けつゝある二三の銑鐵を示せば凡そ次きの如し。

産地及び銑鐵の名稱	分析成分				
	炭素(%)	硅素(%)	滿 俺(%)	磷(%)	硫黄(%)
印度タター銑鐵	三九四	一三二	〇九六	〇三二	〇〇二四
支那漢陽銑鐵	三八二	二二二	一四八	〇二四	〇〇一四
北海道輪西銑鐵	三四〇	一五三	〇六六	〇二八	〇〇三三
九州八幡銑鐵	三二一—四二五	一二二—三〇五	一九八—二九五	〇七—〇九	〇〇三二—〇〇八五
陸中國釜石銑鐵	二五九	三五八	〇三〇	〇一四	〇〇六六

此外我が國にて現在使用しつゝある銑鐵は、歐米諸國より輸入するもの極めて多種あれども、茲に記載の要を認めざるを以て之を略せり、又印度及び支那産銑鐵を熔融状態にて我が國に求むるは不可能なれども、我製鋼業の發展は、頓て彼の國に渡り製鋼業を營む秋あるべきを信し記載せしなり、尙此外我國に於て製造しつゝある銑鐵數種あれども、今茲に其分析を得ざるは遺憾なりとす。

我が國支那印度等に産出する銑鐵分析と、歐米諸國の其れと比較するときは炭素量以外硅素は八幡銑鐵の最も少きものと、英國産の最も多きものと匹敵し、滿俺量は何れも略々同量なるか如く、而して磷は寧ろ歐米何れの國々よりも輪西、釜石、八幡銑共に少く、硫黄量は大同小異にして格別相違するを認めざるなり、以上四元素中我が國産銑鐵中に含まるゝ元素中硅素は他の何れの國のものよりも稍や多量に過ぐるか如し、此硅素とタルポット式製鋼法との關係は追て述ぶるところあらんとす。

タルポット式製鋼爐操作法一般

此タルポット式連續製鋼法の第一目的は、塊銑鐵、屑鐵、屑鋼等を原料として多く使用することなく割合多量の磷を含む熔銑を使用し、比較的短時間内に善良なる鋼を製し得るにありとす、而して此爐の作業中は出來得る限り爐内より一時に全部出鋼することを避け、常に或る分量の熔鋼を爐内に保

たしむるは、只に製産量を増大するのみならず、出鋼に際し鋼の熱度をして略々一定し得るの便あるものとす。従て永きは數週間短くも尙一週間位連續操業し得るものなり。現今歐米諸國に於て最普通に行はれつゝある方法は一週間連續製鋼法なりとす。即ち毎土曜日（土曜日は全日）に全部出鋼せしめ、瓦斯管掃除の爲め一時間乃至二時間位瓦斯送入を中止し、掃除を終ると同時に再び瓦斯送入を始め、爐底修理を終え日曜日晝中に熔鑛爐銑若しくは熔鑛爐銑と混銑器銑との混合銑を極めて靜に装入し、日曜日午後夜勤工出勤する頃には、既に第一回の出鋼をなし得るものとす。而して第一回到熔鋼一部を出鋼し終ると同時に傾ける爐を舊位置に復さしめ、更に爐内損所に修理を加え、爐底堤部及び装入戸口側面の柱裏等充分堅めたる後、必要に應じ鑛石若しくはスケール及び石灰石を装入し終りたる時始めて次の原料熔銑を前同様極めて靜に注入す。今茲に五十噸の熔鋼を採出せる場合と假定せば普通二十噸入レードル二個を使用して熔銑を運ぶを便利ありとす。即ち熔銑を爐内熔鋼中に注入するに際し、爐内にて烈しき化學作用を起すへきを以て、此作用の起る以前出來得る限り短き時間にて熔銑全部を注入するものとす。而して此方法は装入時間並にスラグ調製時間とを節約するに有効なりと認められつゝあり、斯くの如くして装入せる熔銑爐内に入るや直に熱を吸増し酸化物と化學作用を起すを以て沸騰状態を呈す。同時に石灰石も亦急速にスラグに依り吸收さるゝを以て、スラグ漸次に濃厚となること普通なれとも時として装入熔銑中其の含有せる硅素餘りに少量なるときは、爐内全面増嵩（ブームアップ）することあり、斯る場合には少量のスケール若しくは鑛石を投入するときは直に解薄し、一時間乃至一時間半位にして沸騰状態に遷るものとす。而して此沸騰状態の儘二時間乃至三時間を保ち熔鋼含有炭素量〇・二五％位に達したるときスラグを爐外に移し、新にスチール及び石灰石を加入して所要のスラグを造るものにして、此新しきスラグは其儘出鋼する迄保存し炭素除去に従ひ、サンプルを採り急速分析法に依り炭素磷及び硫黃等の量を知り出鋼せしむるものとす。而して新しきスラグ

を造り出鋼する間に屢々塊銑を熔鋼中に加入し炭素を増加せしめ再び脱去せるとき更に加入す、斯る方法は鋼塊に造りたる際塊鋼中パイプの出現を出來得る限り縮少せしむるに效果あるを以てなり、又原料熔銑中多量の磷を含むときは、從てスラグ中にも相當の磷量を存するを以て此スラグは肥料として賣却し得るものとす、從來の鹽基性製鋼法にては炭素脱去せる後其熔鋼中に含有する磷量を確むるには、分析法に依るの外殆んど不可能なりしも、此タルボット式製鋼法を用ゆるときは、原料熔銑中含有する磷一七五%以下なるときは全部脱去せらるるものと見るを得へし、斯る特長は我が國にて最も欲する製鋼法なりと謂つべきなり。

此タルボット式爐は常に容積三分の二以上の熔鋼を爐内に保ち得るを以て鹽基性耐火物を用ひ造られたる爐底を損することなく、常に熔鋼面上數吋の所、スラグの作用に依り熔脱するに留まるものにして、此スラグ爐底に接觸するは一週の最終日、即ち土曜日に全部出鋼せしめたる時のみにして、此際は新に造りたるスラグなるを以て、爐底に及ぼす作用餘りに甚大ならざるか如し、斯るか故に操業中スラグは決して爐底部を損するの恐れなきものとす、然るに普通我が國にて行はれつゝある平爐(シーメンズ式)に於ては一日二回若しくは三四回出鋼する毎に、其スラグ爐底全面に接觸するの結果常に困難を感じつゝあり、此困難は單に爐の壽命を短縮せしめ其能率を減するのみならず、所要の鋼質を造り得ることさへあり、然るに此タルボット式連續製鋼法にありては、斯る恐れ更になく確に製鋼法の一進歩と云ふへし、而して熔銑中含有磷量少きときは爐内の熱度を極めて上昇せしめ、熔銑中の炭素をして酸化物と烈しき化學作用を起さしめ、依て生ずる酸化炭素は更に酸素を得て燃焼すべきを以て送入瓦斯を全く中止し、空氣のみ送入するも尙爐内の熱度を充分保ち得る場合あるも斯る手段は好ましからざるものとす、而して若し熔銑中炭素脱去に先たち磷を脱去せしめんため最初より割合低き熱度を保つときは、前記の如く烈しき作用起ることなくして、場合に依りては突然に

22
炭酸瓦斯多量發生し爐内に充満することあるも、前の如き状態を呈すこと極めて少きものとす、次に此タルポット式製鋼操業時間の長短は一に温度の高低と熔銑中含有すへき各元素の量及び毎回出鋼量の割合等に依るもの、如し例へば原料熔銑の質善良にして、温度相當に高く毎回出鋼量割合に少なきときは、之に應じて一層操業時間を短縮し得るものにして、今茲に毎回出鋼量割合を爐容積の三分の一とし、原料熔銑中含有燐量一〇〇% 硅素〇五〇%位なる場合ありとすれば、普通操業に要する時間は四時間半乃至五時間位にして一日二十四時間内に四回出鋼し得るものなれとも、若し同質の熔銑を使用し毎回爐容積の十分の一出鋼するときは、之れに要する操業時間は普通一時間位なるを以て一日二十四時間内に十回出鋼する回数も亦増加す、斯る理由に基き吾人は將來我が國にて此式の製鋼爐を建設する場合には可成大型を希望するものなり、即ち容積百噸型を設置し毎回十分の一を出鋼するときは一日に十回乃至十三回にして、百噸乃至百三十噸の鋼を得れとも、若し容積二百五十噸型を設置するときは毎回十分の一即ち二十五噸一日十回出鋼し二百五十噸、十三回に及ぶときは實に三百二十五噸の鋼を得らるゝ割合なり、然れとも斯は單に一例證に過ぎず、斯る多量の鋼を要せざる所なれば百噸型可なり、七十五噸型も亦可なりとす、而して現今歐米諸國にては普通毎回の出鋼量割合は爐容積の三分の一に相當するを以て最も適當なりと認められつゝあり、米國ピッチバーグ市ジョンズ、ラウリン製鋼會社にては二百噸型タルポット式爐に依り毎回五十噸、又二百五十噸型爐よりは毎回八十噸宛出鋼せしめつゝあり、此外同會社にては五十噸型タルポット式爐を設け毎回五噸つゝ出鋼し電氣製鋼爐に供給し好結果を收めつゝあるを見れば、毎回出鋼量は果して爐容積の何分の一に相當するを以て最も適當なりと一定せるには非らざるもの、如し。

普通シーメンズ式平爐と同様善良なる成績を收めむとせば、初め熔鑛より出づる熔銑を先づコックス爐より來る瓦斯を用ひ以て加熱せる混銑器に移し、熔銑中に含まれたる硅素並に硫黃の大部分

を豫め除去し割合に温度高き混銑を原料として使用するを以て最も適當なりとすとは多くの實驗より生したる結論なりとす、吾人は茲に混銑器にて大部分の硅素を除去し得るものと記したれども斯は世評の儘述べたるものにして、熔鑛爐より混銑器に移し低き温度に於て大部分の硅素を除去し得るものとは直に断定し得ざるものと信す、何となれば我が國にて現に前同様の混銑器操業を行ひつゝあるを見、其成績を調査せしに如何にも硫黄は半減若しくは三分の一位に減少すれども、硅素量は何等特筆す可き程の變化あるを發見せず、勿論多少除去せらるゝやの形跡は認めれども前記の如く大部分除去せしむるには其操業法に相違ある可きものゝ如し。

操業時間の長短は原料として使用する銑鐵中に含まれたる元素の量、及び爐の容積等に依り多少相違は免れざるものゝ如し、茲に一例を示せば即ちクリーヴランド銑鐵(近來我が國に來る此種の銑鐵は普通炭素三・二二% 硅素三・六〇% 滿俺〇・七一% 磷一・四八% 硫黄〇・〇一五% 銅〇・〇七% 位にして斯る銑鐵は一つの特種銑なるや明なれとも凡そ其鐵質を知るに便ならしむる爲めに記す)を百七十五噸型タルポット式爐にて製鋼法を行ひたるに、毎回要する時間五時間半より六時間にして一週間千百噸より千三百噸位の鋼を製し、百噸の原料銑鐵に對し製出鋼量一〇三%より一〇四%の割合を示せり、又同し百七十五噸型タルポット式爐にてヘマタイト銑鐵を使用したるに、一週間千二百噸より千四百噸の鋼を製出し裝入噸數に對する製出鋼量の割合は一〇五%より一〇六%に相當せり(此ヘマタイト銑鐵の我が國に來るものは普通炭素四・〇一乃至四・七一% 硅素一・四一乃至二・四七% 滿俺〇・一二乃至〇・四一% 磷〇・〇二五乃至〇・〇三三% 硫黄〇・〇一三乃至〇・〇二二% 位とす)斯くの如く裝入數量と製產鋼量との割合は普通の銑鐵—鑛石製鋼法よりも一層多量の鑛石若しくはスケールを加入するに因るものなり、而して此ヘマタイト銑鐵を一先つ混銑器に移し、然る後此タルポット式爐にて製鋼するときは、一週間の製產量は確に増加すれども、全裝入銑に對する產出鋼割合は前記の

一〇五乃至一〇六%の如く多量ならざるなり、此製鋼法を行ふに當り熔銑中に含有せる不純物の急速に除去せらるゝ重なる理由としては第一に熔銑をして酸化鐵多き熔けたるスラグ層を貫きつゝ、注入する際温度高く液状を呈するスラグと熔銑とは相互間に緻密に接觸するを以て此間に起る化學作用をして益急速ならしむること即ち熱エネルギーの補佐に依るものとす、第二には混銑器にて多少なりとも精製されたる原料熔銑をして容積三倍以上の既製熔鋼中に混入稀薄せしむを以てなりとす、以上の如き二つの理由か最も操業時間に關係あるものとせばタルボット式爐設備と同時に混銑器を設置するを有利なりとす。

先年北米合衆國ピッチバーグ市ジョンズ、エンド、ラウリン製鋼會社にて二百噸タルボット式爐にて熔鋼の含有する不純物の化學作用に就きて行へる實驗の一般を示せば次きの如し。

即ち三十二萬二千五百六十封度の熔鋼中に一萬八百封度のスケールを午前十一時十三分に、又三千二百二十五封度の石灰石を同十一時三十四分に加えせり、而して午後零時五分に此鋼を分析せるに炭素〇〇六%、磷〇〇〇九%を得五分時後即ち零時十分には四萬六千封度の熔銑を加せり、此熔銑分析成分は炭素四〇〇%、硅素〇九%、磷一〇〇%、硫黃〇〇六%なり、而して七分時後再ひ分析せるに炭素〇四四%に減せるを發見せり、換言すれば凡そ四百封度の炭素七分間に燒失せるものに外ならずして、同時に多くの熱を發生したるものとす、此間の沸騰状態は實に甚しきものあれとも、暫くにして平靜に歸したるを以て更に酸化鐵及び石灰石を加入したる後、熔銑四萬五千二百封度を加入せり、然るに此時は前回程烈しき沸騰を起さしりしなり、斯して午後三時五分最後の分析を行ひたるに炭素〇二六%、磷〇〇二三%を得、之れに要したる操業時間は三時間五十七分なりしと謂へり、然れども此實驗後今日迄總ての點に於て改良進歩せること少からざるを以て、直に此一例を以てタルボット式爐の一般を知るを得ざるも、凡そ如何なる酸化作用を起すものなるやを示すに足らん。

吾人は茲に至り我か國銑鐵中硅素多量なるは誠に此方法に一致せざるを思はしむるものなれとも適當なる方法を講し、以て硅素を減少せしむることは、諸外國の例に習ひ、格別困難なる業に非らずと信す、而して硅素及び燐は操業上至大なる關係を有するか如く炭素の状態も亦甚大なる關係ありて、若し熔銑中炭素カレイドル中にて容易に分離する石墨状態なるときは、炭素か鐵の中に化合して殘留するものよりも、一層操業時間を多く要するか如きは其一例なり。

此タルボット式連續製鋼法を實際に使用し最も有利とする特長は、隨時に量の多少に係らず、出鋼して鋼塊を造り之を鑄鋼ピットより未だ赤熱の間に壓延工場加熱爐に運ひ得るにありとす、茲に一例を示せばシーメンズ式平爐數基を設置せる工場にては、時として二基若しくは三基を同時或は僅の相違ある時間内に出鋼すること稀有に非らず、從て一時に多量の鋼塊を造るを以て壓延工場用加熱爐内に受入ること不可能なりとす、斯る場合には過半數若しくは一部なりとも其儘冷却せしめざる可らず、而して必要に迫りたる時再ひ多額の燃料費、及び多くの時間とを費して加熱するを要す、又反對に壓延工場にては既に全部の鋼塊に加工を終り、製鋼爐より來る鋼塊を待合す爲め數時間の久しき間多數の職工手を空しくして何等爲すことなきと同様に諸機械の運轉中止を要することあり、經濟上至て不利益なり、然るに此タルボット式製鋼法を使用する工場にては斯る不都合あることなきは確に一大特長なりと謂ひ得べきものならん。

英米諸國にありては此タルボット式製鋼爐建設に要する費用は大型爐は小型爐よりも割合多額を要するを以て大型一基よりも小型二基を設くる方有利なりや、將又大型爐を設け最初の費用多額なるも出鋼量多きを以て結局有利に非らざる平の問題起り未だ全く解決せざるものゝ如し、吾人は爐容積の大小は單に新設費並に修理費の多少のみに想到す可きに非らずして、工場其物の能力と一致すべき型を撰ぶ可きものならん、例へは如何に大型爐有利なればとて加工又は賣捌き得ざる程多

26

量を製し貯藏することありせば、是亦不經濟極まるものなるを以て、吾人は工場之性質及び能力等を考究し可成的に大型を撰ふを以て有利なるに非らずやと思考す、此大型を撰ふの有利なるは單に新設費及び割合に多額を要するや否や未決なる修理費以上出鋼量に重きを置く可きものと信すればなり。

近年に至り此タルボット式製鋼爐は次第に其數を増加しつゝあり英國にては五六の製鋼會社に此製鋼法を採用し目下其數十數基あり、北米合衆國ピッチバーグ市ジョンズ、エンド、ラウリン製鋼會社にては二百噸型より三百噸型之タルボット式爐九基を操業しつゝありて同會社は更に新設工場に於て二百七十五噸乃至三百噸型之タルボット式爐を設置するに至れるを知る、又澳地利に於ても大型を設置せりと謂ふ、而して西曆千九百十二年度歐米諸國にて此式にて製造したる鋼量は凡そ一百萬噸に達せるも當時より既に新に建設されたるものを加ふるときは其量甚た多きは明なりとす、數年前米國カーネギー製鋼會社が製出せる鋼は凡そ一千噸にして重に鹽基性平爐及び鹽基性轉爐にて製したるものにして此新式タルボット式爐を多く使用せさりし理由は今茲に詳にする能はずと雖も、斯る大工場即ちペンシルヴァニア州ピッチバーグ市ホームステートカーネギー本工場之如き平均五十噸之容積を有する鹽基性シーメンズ式平爐六十五基を備へ又對岸に位する同會社ブラドック分工場に於ても等し鹽基性シーメンズ式平爐十數基各容積八十五噸型を設け、此外尙四基の轉爐各二十五噸之容積を有するか如き大仕掛なる工場にては如何に有利なればとて直に既設製鋼爐を廢し、他式法に改むるは不可能にして近き將來には又如何に改築さるゝや不明なれとも、今日此新式法採用せざる一理由にあらざるやと信す、而して等しくピッチバーグ市にて前記の如くジョン製鋼所之如きは多數の新式法を採用するを見れば確に有利なるは明かなるものとす、(未完)