

## 拔萃

### ◎製鐵作業に酸素又は酸素を混合せ

る空氣を使用する方法に就て (承前)

松 尾 生

ベセマー製鋼作業に酸素を應用する場合

酸素又は酸素を混和せる空氣は之をベセマー製鋼法に應用することを得べし、今茲にベセマー製鋼法の原理を簡單に記述せんに、ベセマーの羽口より鎔銑中に衝風を送る時銑鐵中の炭素滿俺硅素磷の如きは何れも酸化せらるると同時に該作業に必要な熱を發生せしむるものなり。ベセマー製鋼法は之を酸性及鹽基性の二種に別つものなるが斯の如きは其の爐内に生ずる鐵滓の性質に従つて分類する者なり、即ち酸性ベセマーに於ては銑鐵中の炭素、滿俺、硅素並に若干の鐵分は酸化せらるる者なるも此際成生する鐵滓は酸性なるが爲め鎔銑中の磷分を驅除すると不可能なりと雖も鹽基性ベセマーを使用するに於ては前記諸元素の外更に磷の大部を驅除することを得るものにして鹽基性ベセマーに於ける爐熱の大部は實に磷の酸化に因るものなり、故に若し銑鐵中の磷分少量にして其量一、五—二、〇%に達せざる時は鹽基性ベセマーの原料と爲すこと不可能なるものなり、蓋し同作業に適當なる磷分は二、五—三、〇%にして米國に於ける鹽基性ベセマー法の發達せざるは米國鐵鑛の含磷量尠くして同製鋼法に適當なる

含磷銑鐵を得ること困難なるに歸因せり。

翻つて考ふるに、鐵鑛中磷分稍多くして酸性ベセマー法に不適當なるも鹽基性法に對しては却つて磷分少きに過ぐるが如きものは之を強いて鹽基性ベセマーの原料たらしめ而も銑鐵中の磷分少きが爲に却つて低溫度に於て作業するを得とせば吾人は斯の如くにして寧ろ酸性ベセマー鋼も凌駕すべき優良鋼を得べく而も之が副産物たる鐵滓は磷分多きの故を以て優良なる肥料と爲すを得べきなり。

ベセマー製鋼法に要する熱量

於是吾人は一般にベセマー製鋼法に於て必要な熱量を考察すると共に酸素應用の場合に於ける作業の成績を講究せんとす。

- (イ) 作業中利用せらるべき熱量
- 一、最初ベセマーの有する熱量
- 二、装入せる鎔融銑鐵の有する熱量
- 三、滿俺銑其他の差物にして鎔融狀を爲せるものの有する熱量
- 四、衝風(加熱せられたるものとせば)の有する熱量
- 五、鎔銑の酸化によりて生ずる熱量
- 六、鐵滓の成生によりて生ずる熱量
- (ロ) 散逸又は消耗せらるべき熱量
- 七、作業の終末に於て爐體の有する熱量
- 八、精鍊を終れる鎔鋼の有する熱量
- 九、鐵滓の有する熱量
- 十、衝風中の酸素を鎔鋼の溫度迄加熱するに要する熱量

十一、衝風中の窒素を熔鋼の温度迄加熱するに要する熱量

十二、焰の有する熱量

十三、衝風中の水分を分解するに要する熱量

十四、熔銑中の諸成分を分離するに要する熱量

十五、凡ての放散並に傳導に因る消耗熱量

右に列舉せる熱の出入を考慮するに其の最も講究に値すべきものは(十一)及(十三)に屬するものなるが後者に屬するもの極めて微量にして茲に論究する必要を認めざるを以て専ら(十一)に就て詳述することとすべし。

吾人は茲に全般に亘れる冗長複雑なる熱平衡に就きて記載するの煩を避け専ら酸素應用に關係ある熱の出入を比較せんとするものなり、即ち衝風を使用せる場合熱の出入を實驗上適確に認識し得たる一例に就き記述すること左の如し。

三〇、〇〇〇封度の鹽基性ペセマーが一回の操業に於て珪素〇、五%、滿俺一、六%、炭素三、五%、燐二、五%並に鐵三、〇%を酸化驅除するに際し衝風温度攝氏零度、爐内の平均温度攝氏一、五〇〇度と爲す時其の熱平衡左の如し。

鹽基性ペセマー製鋼法に於ける熱平衡

化學反應	發熱量	所要酸素	衝風中の窒素
	(封度カロリー)	(封度)	(封度)
4P + 5O <sub>2</sub> = 2P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	750 lb.P	4,420,000	968
Si + O <sub>2</sub> = SiO <sub>2</sub>	150 lb.Si	950,000	169
2Mn + O <sub>2</sub> = 2MnO	480lb.Mn	794,000	140
2C + O <sub>2</sub> = 2CO	1050 lb.C	2,552,000	1,400
2Fe + O <sub>2</sub> = 2FeO	900 lb.Fe	1,056,000	257
		9,772,000	2,934
			9,768

拔 萃 製鐵作用に酸素又は酸素を混入せる空氣を使用する方法に就て

發熱量	所要酸素	衝風中の窒素
2934 × 1500 × 0.23845 = 1,049,418		
9766 × 1500 × 0.2726 = 2,993,317		
5,042,735		
9,772,000		
5,012,735		
4,729,265		

今茲に算出せる四、七二九、二六五封度カロリーの熱量を作業に必要な純熱量とし酸素を混和せる衝風を使用して含燐量一%の銑鐵を處理する場合に就き考究せんとするものなり

化學反應 發熱量 所要酸素

化學反應	發熱量	所要酸素
	(封度カロリー)	(封度)
4P + 5O <sub>2</sub> = 2P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	300 lb.P	1,767,600
Si + O <sub>2</sub> = SiO <sub>2</sub>	150 lb.Si	950,000
2Mn + O <sub>2</sub> = 2MnO	480 lb.Mn	794,000
2C + O <sub>2</sub> = 2CO	1050 lb.C	2,552,000
2Fe + O <sub>2</sub> = 2FeO	900 lb.Fe	1,056,000
合計	7,119,600	2,353

化學反應によりて發生せる總發熱量 7,169,600 封度カロリー  
 酸素を反應温度迄高むるに要する熱量 2353 × 1500 × 0.23845 = 841,609  
 純酸素を使用する時の正味發熱量 7,119,600 - 841,609 = 6,277,991 封度カロリー  
 普通衝風を使用する時の正味發熱量 4,729,265 封度カロリー  
 衝風中の窒素を加熱するに使用し得べき熱量 6277991 - 4729265 = 1548726  
 窒素一封度を攝氏1500度に加熱するに要する熱量 1500 × 0.2726 = 408.9 封度カロリー  
 1,548,726 封度カロリーの熱量を以て 1500° に加熱し得べき窒素量 1,548,726 ÷ 408.9 = 3788 封度

換言すれば右作業に於て窒素三七八八封度、酸素二三三三封度の割合に混合せる氣體即ち酸素三八%の衝風を使用する時吾人は普通衝風によりて燐分多き銑鐵を精鍊すると熱學上

全く同一の効果を收め得べきものなり。

然りと雖鹽基性ベセマー作業に於ては比較の標準たるべきものなく、今直に兩者の成績を具體的に比較すること困難なるを以て茲に平爐作業に於て低炭素鋼を鑄出する場合に比較せんとす、蓋しベセマー鋼は其の品質平爐鋼に及ばざるの故を以て其の成績を比較すれば却て讀者の非難を招來するの虞ありと雖も吾人は酸素を應用する場合ベセマー鋼は品質に於て普通平爐鋼に比し殆ど遜色を見ざるに至ることを斷言して憚らざるものなり。

元來ベセマー鋼が平爐鋼に及ばざる所以のものは前者が、多量に所謂ソニムス、(Soinms)を包含せるに基くものなり、故にベセマー作業に於て送風を終れる後暫時鑄鋼を靜置し大部のソニムスを除去するを得ば鋼質の向上せらるるや論なし、然りと雖も之が實行に際しては現在作業温度より更に高温度を要するものなるを以て酸素を利用し恣に鑄鋼の温度を調節するを得るに非らざれば之が實現は覺束なきものと云ふべし。

今低炭素鋼を鑄出せんとするに當り從來の平爐作業に於けると、酸素を利用せるベセマー作業に於けるとの生産費を極めて簡單に比較せんに平爐作業に於ては現在一噸七弗五〇仙の石炭の使用量、鋼一噸に付六〇〇封度即ち二弗二五仙に當り前述せる酸素應用鹽基性ベセマー作業に於ては鋼一噸に付き〇、〇四四八噸の酸素を消費する割合なるが酸素一噸價三弗とすれば鋼一噸に要する酸素の價僅に十三仙四四に過ぎず。

平爐製鋼作業に酸素を利用する場合

平爐作業は現在鋼の生産に於て尤も一般に普及せる製鋼法なりと雖も、而も其の熱效率は極めて低く酸素を利用するに於ては其の能率正に著しく増進せらるべきものなり。

コーネル氏の論文「平爐の熱平衡」並に普國鐵鋼協會に於て發表せられたるクレメント氏の論文「英國の平爐作業」の論述する處によれば平爐作業に於ける熱の效率は二〇%を超へざるものなり、就中クレメント氏は異常なる方法によりて温度と瓦斯の速度を測定し之によりて左に記載せるが如く各部に於ける熱の消耗率を測定發表せり。

平爐に於ける熱の消耗

- 鑄銑並に噴出口より放射する熱量 四四、二〇 %
- 瓦斯蓄熱室より放射する熱量 九、三九
- 瓦斯道並にバルブより放射する熱量 一、九七
- 空氣蓄熱室より放射する熱量 六、一一
- 空氣道並にバルブより放射する熱量 一、三〇
- 烟道より放射する熱量 〇、八三
- 排棄瓦斯と共に放射する熱量 三六、二〇

之等各種の消耗熱中其の最も著しきものは鑄銑並に噴出口より放射するものなり現在、平爐の天井並に噴出口に於て使用せらるる硅石煉瓦は其の質最も優良なるものなりと雖も而も現在の平爐作業に於て尙且不充分なるは前掲噴出口に於ける放散熱の多さを見るも明かにして此の意味に於て吾人は超耐火材料の出現を熱望して已まざるものなり。

クレメント氏の發表するところによれば平爐の蓄熱室に於ける熱消費一五、五%又排棄瓦斯に伴ふ熱消費三六、二%に達するものなるが元來蓄熱室の目的とするところは瓦斯並に空

氣を豫熱して以て爐内に於ける燃燒溫度を高めしめんとするものにして吾人は酸素を利用する場合蓄熱室を使用するの要なく而も同様の効果を收め得べし、即ち瓦斯を豫熱することなく唯空氣中の酸素含有量を増加すると共にその窒素含有量を減少せしむるものなり、又更に瓦斯發生爐に於て現在使用せる空氣に代ゆるに酸素を以てすると同時に水蒸氣の量を增加する時發生せる瓦斯の發熱作用は一層強烈なるに至るべし。斯の如くにして平爐作業に酸素を應用する場合常に爐の一方より空氣並に瓦斯を噴出せしむるを以て從來の如く排棄瓦斯を交互に蓄熱室に誘導するの手續を要せざるべく却て排棄瓦斯は之を汽罐部に導きて水蒸氣の發生に利用することを得べし。

元來平爐作業に使用する燃料は多量の而も高價なる石炭より製出するものなるが酸素を利用する場合別に安價なる材料を利用して之が燃料と爲すを得べし、即ち鎔鋼爐瓦斯は燃燒緩慢なるのみならず發熱力弱きの故を以て之を直に平爐燃料と爲すこと不可能なりと雖も之に酸素を混和する時燃燒活潑となり其の發熱作用は平爐作業に使用せる一般燃料に比し一層強烈なるに至るべし、而して斯の如きは僅に其の一例に過ぎざるものにして更に多くの燃料に酸素を利用する場合同様の効果を收め得べきこと勿論なり。

#### 平爐作業に於ける酸素の化學的效果

以上論述せる處は専ら酸素の熱學的效果に關連せるものなるが茲に項を更めて其の化學的效果を考察せんとす。

元來平爐作業に於ては先づ銑鐵並に鋼屑を装入し之を鎔融せる後鎔鋼中の燐、硫黃、硅素、滿俺、炭素等の不純物を大

部酸化除去するものなるが此際酸化劑として主に使用せらるるものは鐵鑛なり、然して鐵鑛を装入するや燐又は硅酸の如き不純物を増し鋼質之が爲に毀損せらるることあるを以て鐵鑛に代ゆるに酸素を以てするを得ば吾人は之等不純物を装入するの要なかるべし、而も鐵鑛を以て酸化するに於ては凡三時間乃至五時間を要するものなるが、酸素を利用するに於ては實に三十分を出でずして其の目的を貫徹し得べし。

平爐作業に於て酸化劑に鐵鑛を使用する場合、鑛鐵中の鐵分は還元せらるると同時に爐熱を吸收するものなるが酸素を以てする場合却つて發熱作用を呈し益々爐熱を高むると共に其の作業時間を短縮せしめ得べし。

更に酸化劑として酸素を應用せる場合並に鐵鑛を使用せる場合に就き其の經費を比較せんに、鐵鑛は一噸四—六弗にして凡そ九〇%の酸化第二鐵（酸素二七%）を有し爐に装入する場合鐵分を還元して鎔鋼に加ふるものとし、酸素は品位九八%一噸三弗として計算せんに酸素の利用は鐵鑛を使用するに勝ること勿論なり。

平爐に酸素を應用する場合其の鎔出せる平爐鋼は品位優良なること當然なり、抑も彼の電氣爐鋼が平爐鋼に比し品質優良にして其の價格亦遙に平爐鋼を凌駕する所以のものは電氣爐鋼が全く酸化物を抱有せざるに歸因す、即ち電氣製鋼法に於ては専ら還元作業によりて鋼を鎔出するものにして其の鐵滓は極めて還元性に富み能く鎔鋼中の酸化物を還元するものなるが平爐に於ては燃燒成生物が何れも酸化性を有せるため還元充分ならず。

然るに平爐に酸素を利用し瓦斯の一部燃燒によりて爐熱を

充分に保持すると共に爐内に於て強烈なる還元氣圈を現出せしむるに於ては鐵滓亦還元性を有するに至り鎔鋼は其の含有する酸化物を悉く除却せらるるを以て其の鋼質は優に電氣爐鋼に匹敵するに至るべきものなり。

#### 酸素を使用する理想的平爐作業

以上論述せる所を茲に簡潔に再録して以て酸素應用の理想的作業を説明せんとするものなるが、吾人は該方法によりて作業時間を短縮し鋼質を向上せしめ得べきものなり。

- 一、普通の方法に於て爐に石灰、屑鐵及銑鐵を装入す、但し装入原料は固體又は鎔融状態に於けるものとす
- 二、装入原料を鎔融し試料を採りて炭素含有量を鑑定す
- 三、酸化劑として鐵礦を使用する代りに各裝入口に於て鎔鋼中に鐵管を挿入し適當に酸素を送る
- 四、鎔鋼を攪拌せる後試料を採りて炭素、硫黃、磷等の含有量を鑑定す
- 五、鑑定により必要ありと認めたる場合更に酸素を送る
- 六、鐵滓を抽出し同時に爐を密閉して外氣を遮斷し噴出口より瓦斯並に酸素を送りて爐内の溫度を保有せしむ但し爐内を通過する瓦斯は僅に其の一部を燃焼せしむるに止る
- 七、石灰並に砂を加へて第二次鐵滓を造る
- 八、鐵滓に骸炭を加へて其の一部をカーバイドと爲し合金銑を添加せんとする場合、同部分に投入するものなり但し硅素其他の造酸元素を除く
- 九、鎔鋼は之を交互に靜置又は攪拌し其の全く精鍊を終れりと認めたる時抽出するものとす

#### 平爐作業に於ける酸素利用に關する結論

- 一、平爐作業に於て酸素を應用する場合、吾人は一面に於て燃料を節約することを得べしと雖も而も現代の耐火材料を以てしては能く高溫度に堪へしむること困難なるを以て單に燃料として酸素を使用するは左程効果あるものに非ず、然りと雖も將來超耐火材料の出現するに於ては平爐作業に於ける酸素の利用は極めて重要なる地歩を占むるに至るべく之によりて燃料を節約し得べきは勿論作業能率に於ても亦著しき進歩を見るべきこと明かなり。
- 二、平爐作業の末期に際し爐内に於ける瓦斯の一部燃焼によりて其の還元作用を旺盛ならしむる時、鎔鋼之が爲めに著しく其の品位を高め彼の電氣製鋼作業に於けるが如き純良なる製品を得べきものなり。
- 三、從來酸化劑として使用せる鐵礦に酸素を代用するに於ては平爐鋼は益々其の品質を高むるに至るのみならず作業時間に於て約三時間を短縮することを得べし。(終)

#### ◎無銹鋼に就て

ステンレス、スチール

(Chemical and Metallurgical Engineering, Vol. 30, No. 11.  
By H. H. Abram)

無銹鋼は本來クロム一二乃至一五%を含む鋼にして、之が炭素含量の多寡はその一般的特性に影響する所大なるも、多きは〇、五%より少きも〇、一%の炭素を含むなり。硅素も又無銹鋼に入込む元素にして、其含有量は種々差ありと雖鋼の特性の或ものに對し著しき效力を及ぼすものとす。予が實驗に供せし無銹鋼は、壓延或は火造作業を加へたる