

## 拔萃

### 經濟上より見たるブリテッシュ、コロンビアに於ける電氣製鐵の成否に就て

(マツクギル大學冶金教授スタンズイールド博士のブリテッシュ、コロンビア鑛山局一九一九年報告第二號より拔萃 *Chemical & Metallurgical Engineering*. p. 630, June 15, 1919)

K M 生

#### 一 鐵鋼市場

ブリテッシュ、コロンビアに於ける鑄物用銑鐵の販路に就ては幾多議論のある處なり。是れ近來品物の不足と高價なるに據り、顧客の鑄造作業に著しく節減を來せしに據るなるへし。一九一五年に於ては三月三十一日迄ブリテッシュ、コロンビアに僅に二、三、四一噸の銑鐵を輸入せしのみなりしか、僅々二、三、四一噸の銑鐵は普通の鑄造所に於ては、只一ヶ月間の消費量に過ぎざるなり。金屬販賣業者の豫想せる所に據れば、ブリテッシュ、コロンビアに於て、若し一九一八年夏期の相場なる一噸、六〇弗乃至七〇弗の代りに、三〇弗乃至四〇弗とならんに、年々一〇、〇〇〇噸乃至一五、〇〇〇噸の鑄物用銑鐵を吸収すへしと。

戰前東部に於ける價格一噸(長噸)に付、約一五弗として、ブリテッシュ、コロンビアに於ては二五弗乃至三〇弗なりき。戰後に於ける價格の變化を豫想するは難事に屬すれとも、生活費の昂騰及勞働賃銀の

増加等に據りて、其製品の價格は到底近き將來に於て戰前の價格に復することなかるへし。若し東部に於ける銑鐵の價格か二〇弗以下に下らすと假定せば、ブリテツシュ、コロンビアの標準價格は茲數年間三五弗或は如何に低下すとも三〇弗以下となることなかるへし。

ワシントン州に熔鑛爐工場か建設せられ、ブリテツシュ、コロンビアに於ける鐵の市場を脅威するに非ずやなる杞憂に就ては、余はピー、エル、テイン會社か一九一八年の狀況を標準とし、材料の價格に従ひてワシントン州に於ける銑鐵生産費を二二弗、二六弗及三〇弗の三様に見積りつゝあることを記述せんとす。今此中間なる二六弗の標準を取りて考ふるに、運賃を二弗とし、輸入税を四、七五弗とせば、ブリテツシュ、コロンビアに於ける價格は約三三弗となるへし。此價格は一馬力年約一五弗の電力を使用せる電氣銑鐵の生産費に同じく、ブリテツシュ、コロンビア政府に於ては補助金を下附せるに據り、電氣製鐵を有利ならしむへし。勿論戰後は戰時從價税七、五％は免除せらるへく、太平洋沿岸の鎔鑛爐は低級なる鐵を供給してブリテツシュ、コロンビアに於ける市場の一部を占有せんとするは吾人の豫期せざるへからざる所なりと雖、ブリテツシュ、コロンビアに於ける電氣製鐵工場は輸入税及補助金等の保護に因り、高級なる鐵に對しては市場の一部を保留すること強ち至難ならざるへし。

スタンスフィールド博士の見積りに據れば、銑鐵の需用は毎日僅々二〇噸乃至三〇噸、三五弗の價格としてなれば、鋼及合金鐵類を同時に生産すへき小電氣製鐵工場を以て有利とすへし。

## 二 鑛石

本報告に於ては使用し得へき鑛石供給に關し、極めて詳細に論述せられたり。從來西部地方に於て鎔鑛爐の操業せるものなかりしを以て、此等鑛床は何れも開發せられざる状態なりき。然るに近來數百萬噸の大鑛床數個發見せられ、含鐵量五五％、磷、硫黃の含有僅少なる磁鐵鑛か一噸約四弗にて容易に供給せらるへしとの、地質學者の言を證明するに至れり。

### 三 低品位磁鐵鑛の選鑛

夾雜物除去法として之を鑛滓とし分離するよりも、機械的に分離するの有利なるは屢唱導せらるゝ處にして、小爐に於て高價なる電熱を使用する場合特に然りとす、今一例を以て之を示さん。

鐵分五〇%含有の鑛石を採掘するに一噸に付、二弗にして、鐵分四〇%なるものは一弗とす、之に雜費一〇仙及採掘稅四〇仙、五〇%鑛石は五〇仙を加ふれば、含鐵四〇%の粗鑛の價格は一噸に付、一五〇弗なるへし、之を八〇メツシュ(Mesh)に破碎して磁氣選鑛するに一噸に付、八〇仙の費用を要す、されは合計二、三〇弗なり、假りに原鑛二噸より七〇%の精鑛一噸を得るものとする時は、精鑛一噸の價格は四、六〇弗なるへし、之にシンターリング(sintering)に一弗、運賃に一弗の費用を要するを以て合計一噸に付、六、六〇弗となるへし、之は銑鐵一噸に付、九、四五弗に相當し一噸四弗の粗鑛、鐵分五〇%含有)を使用せるものに比して、一、四五弗高價となるなり、又高品位鑛石使用に基く鎔鑛費の節約高は銑鐵一噸に付、約三弗なれば、精鑛を使用することは結局一噸に付、約一、五五弗安價となるなり、之に反してスタンスフィールド博士は若しシンターリングを要すとせば、五〇%の鑛石を選鑛して

六五%となすは有利ならずとせり。

電氣製鐵工場に於て鐵鑛より銑鐵を生産せんとするに經濟上操業の能否は中庸なる價格にて充分なる電力を使用し得るや否やにあり、電力の使用量は鑛石の品位、生産せらるゝ銑鐵の種類及爐の種類等に據りて甚しく異れ共巨額に昇れり、普通の狀態に於て銑鐵一長噸に對して電力の消費量は $1\frac{1}{3}$ 乃至 $1\frac{1}{2}$ 馬力年なり、單純なるピット爐に於て低品位鑛石より鑄物用銑鐵を生産せんとする場合には工場に供給せらるゝ電力一馬力年に付、二長噸以上の生産を計上するは至難なるへし、日々銑鐵五〇噸を生産するには約八、〇〇〇乃至九、〇〇〇馬力を要すべく、若し同時に電氣爐に於て鐵合金及鋼を生産せんとする時は約一〇、〇〇〇乃至一五、〇〇〇馬力の供給を必要とすへし。

## 四 鑄鑛に要する電力の費用

ヴァンクローバーの電力會社は余の視察せし際、電力費に就て明確なる提言をなし得ざりしか、余は電氣一馬力年に付、約一五弗にて供給せらるへしと考へたり、而して此價格たるや實に經濟上電氣製鐵を可能ならしむるものと考へられたり。余の報告の原稿か殆んど完成せんとせし時、余は電力費に關する一書を受領せしか、是に據れば電力費は余の見積り價格の約二倍なりき。斯の如き状態に於ては現存せる方法に依りて鐵鑛の電氣精鍊は先づ至難の業に屬するなり、茲に於てか殘餘の問題は電力をして更に安價に供給せしむるか、又は新製鍊法を發見するかにあるのみ。

電力に關しては其未だ開發せられざるか爲め何等利用することなく不經濟に消費せらるゝもの頗る多くスタンスフィールド博士の手許に達したる見積りに據れば電氣精鍊用として一馬力年約一〇弗の價格を以て三箇所にて開發せらるへき電力三四〇、〇〇〇馬力に昇るへしと云ふ。

是等の電氣爐の力率 (Power factor) は二五サイクルを使用せる瑞典に於ては甚た高かりしか、カリフォルニアに於ては六〇サイクルを使用しオープンピット爐 (Open pit furnace) の力率は空虚なる時の價約一より出銑前の價六五%迄變化するを認めたり。然れとも余は若し爐の設計に關し特別の注意を與ふれば常に八〇%以上の力率を維持することを得へしと信ず。電壓の調節は變壓器の一次回線に於けるタップに因りて行はる、而して各爐には通常三個の變壓器ありて獨立に調節することを得、此故に變壓器は特殊の設計に成り、一次電壓は約一〇、〇〇〇ボルト以下なるへく、出來得べくんは約二、〇〇〇ボルト内外なるを宜しとす。現在に於ては新發電所建設の如き勞銀及諸供給品の高價なるに因り到底問題とならず、然れとも恐らく戰後兩三年を經過せば勞銀及一般の物價も漸次常態に恢復すへし。

## 五 還元劑

銑鐵一噸の還元に對して1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>噸の木炭又は骸炭を要す、而して木炭は純粹なること、電氣抵抗高くチャージの上部に於て電流の短絡を妨止すること及破碎せられ易くして鑛石との接觸を完全ならしむるか故に好んで使用せらる。

理論上磁鐵鑛より還元せらるゝ鑄物用銑鐵一噸に對して還元用として〇、二六九噸の炭素及炭素含有量三、五%と假定して加炭用として炭素約〇、〇三五噸とを要せらる。又珪素三%の還元用として炭素〇、〇二六噸を要す。依て炭素所要量は銑鐵一噸に付、合計〇、三三噸なるへし。通常木炭の純粹なる者は少くとも炭素九〇%を含有するか故に銑鐵一噸に付、木炭約〇、三八噸にて充分なるへきなり。然るに實際木炭は七〇乃至七五%の固定炭素(瑞典に於て長期に亘れる平均は七三%なり)を含有し、殘餘は揮發物及水分なるを以て木炭約〇、四四乃至〇、四七噸を供給せざるへからず。然るに鐵の重量は長噸を用ゐる木炭は短噸にて計算すること一般の慣例なれば、木炭1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>短噸を要するなり。茲にオープン、ピット爐に於ても鐵の幾分は一酸化炭素に因りて還元せらるへきも、之は爐頂に於ける木炭の燃焼及其他機械的損失に因りて平衡を保たるへし。今オープン、ピット爐に於ては一酸化炭素の五%、瑞典爐に於ては二五%か利用せらるゝものと假定せば吾人は後者に於ては木炭〇、四短噸にて充分なることを知るなり。グロンウオール氏は鑄物用銑鐵メイトリツクストン一噸に付、木炭の〇、三七〇噸を與へしか、是れ銑鐵一長噸に付、〇、四一四短噸に相當すへし。依て余の推算は理論上の計算と瑞典に於ける結果と雙方正確に一致せるを證明するものなり。

#### 六 骸炭及木炭の比較

還元材料として之等兩者の比較的價値は第一其固定炭素の含有量に因るなり。されば若し固定炭素を木炭か七三%、骸炭か八四%、含有すとせば、骸炭を以て價値あるものと見得へし。併し木炭の殘物は爐に害無く發散せらるゝ揮發物及水分なれとも、骸炭には約一三%の灰分を含有し此灰は熔解分

離するを要するものにして通常熔劑の添加を必要とす。又骸炭中の硫黄は銑鐵の品位を低下するものなれば、熔劑に因りて除去するを要す。此等の理由に據り還元劑として木炭か骸炭よりも價值あるを認めらる。グロンウオール氏の見積りに據れば、木炭又は骸炭を使用したる時、銑鐵一、〇〇〇瓩に對して燃料及電力の消費關係は次表の如し。

第一表 瑞典爐に於ける還元劑及電力消費量

	炭素七三%含有せる木炭を用ゐて		炭素八五%含有せる骸炭を用ゐて	
	燃料、瓩	電力、馬力年	燃料、瓩	電力、馬力年
白 銑 鐵	三四〇、	〇、三七	三七〇、	〇、三九
鼠 銑 鐵	三七〇、	〇、四〇	四〇〇、	〇、四二

現在ブリテッシュ、コロンビアに於て木炭の產出多からず、其價格は一噸三〇弗なり。併しドグラス樅工場に於ける多量の廢物は之を木炭爐に利用して炭化するに適すへし、普通の木炭爐は圓形にして煉瓦を以て築造せられ、木材約五〇コードを裝入す。材料の出入は一切手に依りて作業せらる、而して揮發性副産物は一部凝結器を通して回收せられ、瓦斯は爐に戻して燃燒す。若し之等木炭爐の裝置が大なる製材工場内に建設せられ、廢材を機械的に爐迄運搬せらるゝことを得ば、木炭一噸の生産費は次の如きものなるへし。

工場廢材二、五コード(一コード一弗として)	二、五〇 弗
副産物の價格を控除せる勞銀及諸作業費	二、五〇
製鐵所迄木炭の運搬費	一、〇〇
合計	六、〇〇

電氣製鐵所に於て木炭を使用する時は日々約四〇噸を要すへし。各木炭爐は一回二〇噸生産すれ

とも、其作業は頗る遅く約十五日を要するを以て、凡て三〇基の木炭爐を築造するを要す。若し木炭工場が製材工場と密接なる關係を以て建設せらるれば木炭は一噸に付、約六弗乃至八弗の費用にて製鐵所に運搬せらるへく是れ將に銑鐵一長噸に付、三弗乃至四弗に相當す。

七 電極

一九一四年余か瑞典を巡視せし時、瑞典爐に於て使用せる電極は直徑二四吋、長さ四又は五吋なるものなりき。之等の電極は末端に螺絲を備ふるものなれば、其消費と共に新しき電極を連結することを得。材料は非晶質炭素にして一封度に付、約四仙なり。電極の消費額は高品位鑽石より白銑を生産する時、銑鐵一噸に付、約一〇封度乃至一五封度にして其價格約五〇仙なり。低品位鑽石より鑄物用銑鐵を生産する時は消費量一五封度乃至二〇封度にしてブリテツシユ、コロンビアに於ける電極の時價に依れば銑鐵一噸に對して約一、五〇弗に相當すへし。而して三、〇〇〇キロワットの爐に於ては前記二四吋の電極六個を使用す。

第二表 ベックマン及リンデン兩氏の經費見積

一ヶ月三〇〇噸を産する電極工場装置

燒爐一式(諸燃燒装置を包含す)	二〇、〇〇〇弗
水壓機	六、〇〇〇
混合機二臺	六、〇〇〇
型	五、〇〇〇
煨燒装置一式	四〇、〇〇〇
建築物全部	二五、〇〇〇
起重機	八、〇〇〇

運搬装置及揚卸装置	二、五〇〇
破碎及篩分装置	三、〇〇〇
爐用砂	一、〇〇〇
諸器具及鎖等	一、〇〇〇
豫備費一〇%	一一、八五〇
操業費	一五、〇〇〇
合計	一四四、三五〇
電極二、〇〇〇封度の生産費	
無煙炭(煨燒破碎、篩分したるもの)	二〇、〇〇弗
ピッチ(一噸に付、二〇弗として)	五、〇〇
乾燒用燃料(一封度に付、一封度の割合にて)	四、五〇
勞銀(一時間に付、五〇仙として)	一三、七五
管理費	一、八五
諸需要品費	一、〇〇
維持費	二、〇〇
工場事務費	〇、七五
本店事務費	四、〇〇
合計	五一、八五

一、封度の費用二、六仙也。

加州ベロポイントなる三、〇〇〇〇キロワットのオーブン、ピット爐に於ては、滿俺鐵の製造に對して



三個の二四吋の炭素電極を使用す、其消費量は滿俺鐵一噸に付、一〇〇封度なり、而してベックマン及リンデン兩氏は該爐に於て銑鐵を生産せは其消費量一噸に付、二〇封度なるを得へしと云へり。

普通の状態に於て炭素電極の價格は一封度に付、三仙乃至四仙なり、(第二表にあり)然れとも現在東部に於ける價格は約八仙にして、太平洋沿岸に於ては約一〇仙なり、故に各地方に於て電極製造は望まじきことなれとも、之は製鐵所か順調に運轉せらるゝ迄は企業せらるべきに非らず。

職工は一日約四弗に於て充分供給せらるへし、然れとも最も熟練せるものは一日約六弗にても拂底なり、銑鐵一噸に對する勞銀は全く工場の大さ及生産額に因るものにして日々五〇又は六〇噸の銑鐵及同時に鋼並鐵合金等を産出する設備完全なる工場に於ては四弗乃至五弗なりとす、然れとも若し一、二の爐に於て操業せらるれば勞銀は鐵一噸に付、約七弗に昇るへし。

ヘイグフォールスなる三、〇〇〇馬力の三基の爐に於ては五〇人にて操業せられ一時間に付、約一、二仙の勞銀にて日々八時間作業せり、此率にて特別配當並高級職工の勞銀をも計上する時は銑鐵一噸に付、勞銀は約八〇仙となるなり、ブリテッシュ、コロンビアに於ては五〇人を使役せる三、〇〇〇キロワット爐三基の工場に於て勞銀は一日に付、三〇人は四弗宛、二〇人は六弗にして合計二四〇弗と假定し得へし、今鑄物用銑鐵日々平均七五噸を生産するものとして一噸に付、勞銀三、二〇弗となるへし、斯る大さの工場に於ては恐らく更に一〇人乃至一二人の傭人を要すべく、然る時は一噸に對する勞銀は約四弗に増加すへし。

第三表 三、〇〇〇キロワットのピット爐一基に對する日々の勞銀

爐職工長一人(八弗とす)

八、弗

爐工一二人(各五弗とす)

六〇、

電氣職工長一人(六弗とす)

六、

配電所操業電氣工三人(各五弗とす)

機械工三人(各六弗とす)

混合工六人(各四弗とす)

金屬扱工六人(各四弗とす)

起重機運轉手二人(各五弗とす)

合計

- 一五、
- 一八、
- 二四、
- 二四、
- 一〇、
- 一六五、

一日二五噸の生産とする時は銑鐵一噸に付、勞銀は六、六〇弗となるなり。(未完)

### 鑪製造上の一二三要項に就て (一)

Engineering Vol. 〇 VII. No. 2789. By Geo. Taylor (Sheffield).

T O 生

今より約五十年前迄、鑪は悉く坩堝鋼にて製造せしか、現今に在りては組鑪、尖細及目立其の他極めて小なるものを除き、殆どシーメンズ或はベセマー鋼の孰かを使用せざるを得ず、英國セフキイルド工業區に於て使用する鋼の化學的成分は、次に示すか如き範圍なり。

炭素	〇、九〇乃至一、四〇%	珪素	〇、一〇乃至〇、二五%
滿 俺	〇、三〇乃至〇、八〇%	硫 黄	〇、〇一乃至〇、〇五%
磷	〇、〇二乃至〇、〇六%		

輓近鑪製造業者は品質優良にして遙に耐久力大なるものを製せんと欲し、鑪用鋼にクロム、タンガステンの如き特種元素を添加し之か改良を企圖せしか、元來工具鋼に是等の元素を加ふるは、有効なる硬度並炭素侵徹の深さを増し、且其の仕上を美ならしめ良好の切味を保たんとするに外ならず