

32
結晶粗大にして且つ多角的にして鍛鍊の際に於ける加熱の度當を得さりしを證し第二圖に於ては壓延の方向に配列せる結晶の形狀最も顯著にして其のフェライト帶中に點々斷續せる黒點はゴーストラインと稱するものにして不純物(磷、硫黃等)の多量を含有するの證とす前記抗張試験にて發見するを得さりし伊豫丸螺旋軸の缺點に對する疑問は右顯微鏡試験を得て始めて解決するを得たりと云ふへし

尙其他試験に關する材料折損の原因及び豫防等に關する意見は稿を改めて詳論する所あるへし

拔 萃

●骸炭爐及び鎔鑛爐瓦斯利用の動力に就て

米國製鐵界は今日漸く燃料の非常に廣き合理的經濟應用の域に入れり、抑燃料費は製鐵費中の主要なる項目なるも、米國にては良質の燃料に豊富なると保護税の關係上、從來其節約は比較的重要視せられさりき。獨逸の銑鐵及び鋼鐵製造に要する石炭の使用量は近來大に減少し、以前徒に浪費せる多大の經費を節約するに至れり。米國に於て瓦斯動力の應用に關する研究は甚た不充分なるも、瓦斯機關に骸炭爐瓦斯を使用するは米國に取りては最も必要なる事なり。米國に於ける此缺陷は多大の剩餘瓦斯を生ずる蓄熱式副産物捕集骸炭爐リセネーチープ、バイブロダクト、クオーアンの尙ほ歐洲に於ける如く一般に使用せられざるに起因す。此事は合衆國地質調査所のパーカー氏によりてなされたる統計的研究の立證する所にして同氏の研究によれば一九一二年に於ける米國骸炭産額全量の僅か二割五分か副産物骸炭爐にて造られ他の約七割五分はピーハイブ式骸炭爐にて造らる。故にベンゾール以外の瓦斯ダール、安母尼亞等の副

産物の損失は年額八千萬弗に達せり。

副産物捕集式骸炭爐の應用に就きて二つの稍々判然せる區分あり。一つは主産物として冶金用特種骸炭を造り、同時に副産物として剩餘瓦斯を供給し、他は揮發分に富む石炭を骸化し主産物として主にも家庭用燃料及び燈火用の多量の瓦斯を生じ、副産物として家庭用の骸炭を供給す。

冶金工業に必要とする骸炭の量は、頗る夥しきものなれば之に伴ふ多量の發生瓦斯に對する利用の途を講せざるへからず。

鎔鑛爐に伴ひて製鋼工場を有する所にては、此剩餘瓦斯は製鋼及び動力用として鎔鑛爐瓦斯と共に有利に使用せられ、骸炭原料以外の石炭は實際に除外するを得れども、單獨なる製銑工場にありては鎔鑛爐瓦斯のみにても動力に對する要求を遙かに超過するを以て骸炭の副産物たる剩餘瓦斯利用の途は他に之を求めざるへからず。大都會の附近に集合せる鐵銑工場にありては其剩餘瓦斯を家庭用の燃料及び燈火用に供し、又は電力用として有利に販賣せらる、何となれば之等は都市に於て特に造るよりも遙に廉價に供給し得るを以てなり。

近來の副産物捕集式骸炭爐は、或る單種又は配合石炭より鎔鑛爐用の卓越せる骸炭を充分に供給し得るか上に、剩餘瓦斯の多量は、コール瓦斯又はウォーター瓦斯等燈火用瓦斯と同様の火力を有し同様の用途に適應せるか故に鎔鑛爐管理者は適當なる原料炭の選擇により、骸炭は自己の鎔鑛爐に瓦斯は市街用に供給することを得るを以て最も有利なる地位に立つべきなり。

近來工業の發達は電燈、電力の大なる需要を惹き起せり、故に之等の會社は其工場の規模を擴張する必要に迫られたり。鎔鑛爐又は骸炭爐剩餘瓦斯を自己の動力に使用する會社に取りては甚だ好都合の取引にして、賣手買方の雙方結局は公衆一般に財政上の利益を與ふるなり。エチ、エブラッサート氏の近來の考案によれば鎔鑛爐は需要者の仕事の繁閑に應じて一定量の瓦斯供給を爲し得るに至れり。

ブラッサート氏は鎔滓式瓦斯發生爐 (Slagging type of producer) の理に基づき、實際に鎔滓爐に石炭及び粉骸炭を投し平爐鋼滓を煤鎔劑に使用して不景氣なる鎔滓爐を巨大なる瓦斯發生爐と化せり。此方はサウス、シカゴ及びグーリーに於て實地に成功せり。ブラッサート氏の主張は商業不振の時機に於て鎔滓爐及び骸炭爐操業短縮の際此種の方法の利用を奨励せり。

普通の大きさの鉛鎔爐及び骸炭爐剩餘瓦斯の實際的利用か如何になされたるかを示さんか爲めに次の假定に基きて其計算をなさん。

二個の孤立せる鎔滓爐(一日出銑量三五〇噸と四五〇噸)及び此爐に必要な骸炭を供給するに充分なる大きさの骸炭爐を大都市の附近に建設したりとせん。原料炭には良好なる鎔滓爐用骸炭を造るに適當なる石炭を使用し、其價格を製鐵所渡し一噸三弗とす。造られたる骸炭は四弗二五仙にて鎔滓爐に供給せらる。此價格は此地方にて産するビーハイブ標準骸炭よりも約一弗二五仙廉價なり。一方呎に就き五五〇 B. t. u. の發熱量を有する骸炭爐瓦斯は家庭用として市街に供給せられ一千立方呎に就て一二仙なり。電力の時價は一キロワット時一、二仙なれば實際に制限なき動力の需要あるものとせば、此工場の剩餘瓦斯は一つの電力會社に供給せらる。此會社は使用率 (Use factor) を約三八パーセントと見て一ケ年三億キロワット時の電力を供給する蒸氣タービンを備ふ。斯かる地利を有する時は骸炭爐瓦斯の全部は家庭又は動力或は其雙方に利用せらるへし。理想的の機關用瓦斯たる鎔滓爐瓦斯は電力發生に利用する方有利なれば、骸炭爐を熱するには外部より他の瓦斯を供給せさるへからず。即回轉火床式 (Revolving grate T.) 又は鎔滓式瓦斯發生爐にて作れる瓦斯は充分此目的に適し、粉骸炭等の燃料を之に利用するを得。然れとも一般の規則として、粉骸炭の量は全骸炭量の七乃至八パーセントを出てされは、是れのみにては骸炭爐を熱するに必要な瓦斯を生ずるには不充分なり。此説明に於ては石炭及び粉骸炭の混合物を、副産物捕集裝置を有する機械的攪拌式瓦斯發生爐に

使用するものとす。此瓦斯發生爐か絶えず全能力にて仕事をなすときは此方法は甚た廉にして且つ興味ある問題なり。

骸炭爐瓦斯を市街用として全部販賣し得らるべきか或は稀薄なる部分は其儘又は鑄鑛爐瓦斯と混して動力に使用し濃厚なる部分のみを市街に販賣すべきかの問題は原料炭の性質判明したる時初めて決せらるべきものにして、然る後骸炭爐瓦斯は正確に評價せらるべきなり即ち此瓦斯の價値は其用途により定まり瓦斯か如何に使用せらるべきかは其場合場合により他の同様の目的に使用せらるべき燃料の價格に對比して決定せらる。

斯かる瓦斯の生産費と使用の際に於ける價値とは區別せざるべからず、何となれば種々の瓦斯は甚た其火力を異にし、一立方呎の各種の瓦斯の有する發熱量の比較は必ずしも其實際の價値を定むる標準とはならざるなり。例を以て説明すれば鑄鑛爐瓦斯と骸炭爐瓦斯とを動力に用ふる場合其價値は次の如くして定むるを得。

一六、〇〇〇キロワットの設計能力(インストールド、キャパシチー)を有する鑄鑛爐瓦斯動力機關が三六パーセントの使用率にて運轉する時は一ケ年に五〇、〇〇〇、〇〇〇キロワット時の電力を供給す。

$$\text{〔使用率} = \frac{\text{一ケ年間に實際發生せる電力(キロワット時)}}{\text{發電機の設計能力} \times (24 \times 365)} = 36\% \text{〕}$$

一九一三年アメリカン、アイオン、エンド、スチール、インスチテュートに記載せる著者の論說によれば配電盤に於ける發電力費は大略次の如し。

○ 操業費(但し瓦斯精製費を含む)一キロワット時に就き…………… 〇、一五仙

○ 創立費の償却及び利子一キロワット時に就き $\left(\frac{1440,000}{50,000,000} \times 13 \right) \dots\dots\dots$ 〇、四三仙

右は設立費一四四〇、〇〇〇弗(設計能力の一キロワットに就き九〇弗)の一割五分に當る

○ 合計 電力費(但し燃料費を含まず)一キロワット時に就き…………… 〇、五八仙

○今此地方に供給せらるゝ電力費の時價を一キロワット時に就き……………一、二〇仙
 とす、之より配電費として一キロワット時に就き〇、四仙を差し引きて

現在の蒸汽發電所の配電盤に於ける値は、一キロワット時に就き……………〇、八〇仙

○即瓦斯發電機に使用せらるゝ燃料費は、差引、一キロワット時に就き(0.80-0.58)……………〇、二二仙

但し一キロワット時につき一九、〇〇〇B. t. u. の熱量を使用するものとす。

右は使用率三六パーセント時、全體の熱効率を一八パーセントとす。鑄鑛爐瓦斯の發熱量を一立方呎につき一〇〇B. t. u. とせば一キロワット時に就き一九〇立方呎の瓦斯を使用する事となる。

○此場合一〇〇立方呎の鑄鑛爐瓦斯の價値(市價に非ず)は $\left(\frac{1,000}{190} \times 0.22\right)$ 約……………一、一六仙

なり。瓦斯の發熱量のみに就きて考ふるに五五〇B. t. u. の發熱量を有する骸炭爐瓦斯を發熱量

一〇〇B. t. u. の鑄鑛爐瓦斯に比較すれば、

○骸炭爐瓦斯は一、〇〇〇立方呎につき $\left(\frac{550}{100} \times 1.16\right)$ ……………約 六、四〇仙

○此動力機關の使用率が一層高くなる時、例へは瓦斯機關と現在の蒸汽タービンとを平行運轉して八〇パーセントの使用率を得たる時は骸炭爐瓦斯の値は更に大となる。

○八〇パーセントの使用率にて一六、〇〇〇キロワットの能力を有する動力機關は一年に約一一二、〇〇〇、〇〇〇キロワット時の電力を出す。而して配電盤に於ける電力費は次の如し。

○操業費(但し瓦斯精製費を含む)一キロワット時に就き……………〇、〇九仙

○創立費の償却及び利子一キロワット時に就き $\left(\frac{11440,000}{112,000,000} \times 15\right)$ ……………〇、一九仙

右は設立費一、四四〇、〇〇〇弗の一五パーセントに當る。

○合計 電力費(但し燃料費を含ます)一キロワット時に就き……………〇、二八仙

現在の蒸汽發電所の配電盤に於ける値は従前の如く一キロワット時に就き……………〇、八〇仙

○即瓦斯發電機に使用せらるゝ燃料費は差引一キロワット時に就き(0.80-0.28=)……………○五二仙
但し一キロワット時に就き一六、〇〇〇B. t. u. の熱量を使用するものとす。

右は使用率八〇パーセントの時全體の熱効率を二一、五パーセントとす。鎔鑛爐瓦斯的發熱量を
一立方呎につき一〇〇〇B. t. u. とせば、一キロワット時に就き一六〇立方呎の瓦斯を使用する事と
なる。

○此場合一、〇〇〇立方呎の鎔鑛爐瓦斯的價值(市價に非ず)は $(\frac{1,000}{160} \times 0.52 =)$ ……………三、二五仙
なり。瓦斯の發熾量のみに就きて比較すれば

○骸炭爐瓦斯は一、〇〇〇立方呎に就き $(\frac{550}{100} \times 3.25 =)$ ……………約 一八、〇〇仙

右の價より骸炭爐瓦斯の硫黄洗滌費を差し引かざるへからず。之れ此費用は其利用により得ら
るべき利益を減すればなり。然れとも同様の費用は點燈用瓦斯よりも差し引く必要あれば、結局
上記の價は直ちに點燈用瓦斯の賣値と比較してよし。

即瓦斯の實際の値は大に動力機關の使用率の如何に關係す。若し一年を通して八〇パーセントの
使用率にて働く時は一千立方呎一二仙の價の家庭用骸炭爐瓦斯は瓦斯機關原料としてより以上の
價値あるものなり。

此計算よりして次の如く敷衍するを得。瓦斯機關か其全力を盡して働き動力か制限なく需要ある
場合には骸炭爐瓦斯を家庭用として賣るよりも瓦斯機關に使用するを有利とす。

此結論は若し骸炭爐瓦斯か熔鑛爐瓦斯に於ける如く大型の瓦斯機關に用ひらるゝ時に完全に證
明せらるへし。

37 現今の瓦斯機關の著しき發展に拘らす之等は未だ實際に行はれず。特に米國にては中位の大きさの
瓦斯機關を骸炭爐瓦斯にて運轉せるは誠に僅少にして之等は幾年か以前に、未だ鎔鑛爐瓦斯機關か

幼稚なりし時代に造られたるものなり。

鎔鑛爐瓦斯機關か今日甚た高さ地位に達せるは、グーリーに於ける世界的の大なる瓦斯機關の表はせる著るしき結果によりて見るを得。

骸炭爐瓦斯機關は機械的には鎔鑛爐瓦斯機關と相似たるも全く異なる性質の燃料を使用せざるへからず。

鎔鑛爐瓦斯は平均三、五パーセントの水素二五乃至二八パーセントの一酸化炭素及び一パーセント以下のメタン瓦斯を含み其發熱量は一立方呎に就き九五乃至一〇〇 B. t. u. なり。

然るに骸炭爐瓦斯は原料炭の種類と骸化の程度とに因りて甚たしく其成分を異にす。即ち五〇乃至六〇パーセントの水素四乃至八パーセントの一酸化炭素二乃至五パーセントの重炭化水素及び二八乃至三五パーセントのメタン瓦斯を含み其發熱量は一立方呎に就き四五〇乃至六五〇 B. t. u. なり。

瓦斯を完全に燃燒せしめ瓦斯機關に満足なる運轉をなさしむるには、鎔鑛爐瓦斯は大約同量の空氣を要し、骸炭爐瓦斯は八乃至一五倍の空氣を必要とす。

骸炭爐瓦斯は多量の水素瓦斯を含めるを以て其焰は非常に速かに擴散す。故に瓦斯と空氣との混合物の燃燒時間は甚た短かく、此燃燒は鎔鑛爐瓦斯よりも爆發的なり。

骸炭爐瓦斯機關に於ける瓦斯の壓縮は此特性の爲めに普通鎔鑛爐瓦斯に適當なるよりも遙かに低き程度に止めざるへからず。

一般に骸炭爐瓦斯機關の最初に遭遇せる困難の主なる原因は高さ壓縮壓力を使用したりし爲めに過大の爆發力を生したるに因る。此結果重大なる損害を瓦斯氣筒、唧子、唧子釘に惹き起せるのみならず、尙特に荷の重き時に生ずる激しきブレ、エキスプロージョンの爲めに甚た不満足なる運轉狀

況を示するに至る。

高價なる經驗の結果歐洲の瓦斯機關製造家は、骸炭爐瓦斯機關の壓縮壓力を、瓦斯中の水素の分量に應じて一平方時に就き一一〇封度より時には八五封度に迄減する事を知れり。熱力學の法則に従へば低き壓縮壓力は必ず低き熱効率を伴ふも、獨逸に於て經驗上同様の荷重に對し力一杯に働ける骸炭爐瓦斯機關か一時間一馬力に對する實際の使用熱量は、全く鎔鑛爐瓦斯機關のものと同様なる事を見出せり。理論と實際とは斯く一見異なるか如きも此現象の説明は困難ならず。低き壓縮壓力に於て機械効率の良き事も其一原因なれとも、主なる理由は骸炭爐瓦斯機關か實地に甚た稀薄なる混合氣、即ち多大の空氣過剩の状態にて動かさるゝにあり。理論的必要以上の空氣の存在と、焰の擴散の迅速なる事とは、混合氣の完全燃焼を起す、然るに鎔鑛爐瓦斯機關のインデケーター、ダイヤグラムは屢々混合氣の爆發後膨脹の際に於ける燃焼(After-burning)を示せり。

此骸炭爐瓦斯の急激なる性質に基きバック、ファイアリング、或はプレ、エキスパロージョンを起し易し。瓦斯氣筒、唧子及び唧子針等は強く熱せらるゝを以て充分に冷却する事肝要なり。全力にて運轉せる時に於ても一サイクルに費さるゝ骸炭爐瓦斯の量は比較的少なるを以て、骸炭爐瓦斯機關の完全なる調節は鎔鑛爐瓦斯機關に於ける如く容易ならず。

以前骸炭爐瓦斯發電機の平行運轉を満足に繼續する事、特に部分的の荷重を分擔する時には、全く不可能なりしかは、種々重要な困難に遭遇せり。之等の困難は大に設計者の無智識によるものなり。何となれば骸炭爐瓦斯の比重の小なるに注意せずして瓦斯出口及び瓦斯瓣の面積を空氣孔の大きさと不釣合に大きく造りたればなり。爲めに實際に必要なよりも多量の瓦斯か氣筒に入り之等の機關は常に餘り濃厚なる混合氣にて運轉せられたるなり。此明かなる結果として激しきバック、ファイアリング又は悪しきプレ、エキスパロージョンにより排氣瓣、氣筒及び唧子針を破損し甚た不満足なる運

轉を生せり。

之等の困難は現今にては其設計に二、三の簡單なる法則と經驗とを適用して容易に除くを得たり。今日獨逸にては重要な程度と實用に供し得る點に於て骸炭爐瓦斯機關は鎔鑛爐瓦斯機關に次く完全の域に達せり。

數年前迄は骸炭爐瓦斯の有する大なる發熱量は大なる平均有効壓力を瓦斯氣筒中に出すを以て同機關は鎔鑛爐瓦斯機關よりも遙に上位に考へられたりしも、比較的短時日の試験にて明かに災害の徵候を表はし次て多大の困難と損害とを生したり。此結果設計者と運轉者とは平均有効壓力を一平方吋に就き五六封度に嚴格に制限して最大能力を減少せり。

骸炭爐瓦斯機關か鎔鑛爐瓦斯機關よりも高き地位に置かれ、壓縮壓力を低下し稀薄なる混合氣を使用するに至れる時、以前不斷の困難に苦める工場作業は大に改良せらるゝに至れり。獨逸に於ける二三の大なる骸炭爐瓦斯機關は現今五年以上も繼續運轉をなすに成功せり。獨逸のミュールハイム(ルール)に於けるタイセン會社にて造られたる最近の骸炭爐瓦斯機關はウエストフェーリアのボニフェシユース炭坑に据付けられたり。各機關は併置聯筒複動式四サイクル型にして氣筒の直徑四七、五吋、衝程五一吋、一分間回轉數九四、實馬力約五、〇〇〇にして五、〇〇〇ヴォルトの交流電氣を起し、各豎坑の捲揚機其他に使用す。此動力機關はエッセンのルドルフ、ウルフ、エンデンと併行運轉をなし、ゲルセンキルヘンに於ける鎔鑛爐瓦斯機關及び附近の蒸汽タービンと連結せり。急動荷重は鎔鑛爐瓦斯機關と蒸汽タービンとにて受け持つを以て此骸炭爐瓦斯機關の併行運轉は荷重率九〇乃至一〇〇パーセントの好果を表はせり。之等の機關は二ヶ年前に造られ、恐らく世界に於ける最大の骸炭爐瓦斯機關なり。此機關の設計には以前よりの小型瓦斯機關にて得たる經驗を注意して斟酌せり。其壓縮壓力は僅かに八五封度にして爆發せる時の最大壓力は一時平方に二五〇封度を超過する事なし。

各氣筒端には三個の發火裝置を備ふ。瓦斯使用量を大なる瓦斯タンクにて計り一キロワット時に九〇乃至一〇〇パーセントの荷重ロードに對して一二、〇〇〇B. t. u.なるを知る。此際發電機を含む機械効率メカニカル・エフィシエンシーは八二・三パーセントなり。機關には蝶形瓣裝置を備へ調節は瓦斯の量及び性質の雙方より行ふ。タイセン會社の意見にては之よりも一層大なる骸炭爐瓦斯機關と雖も造るに困難ならずと云ふ。其修繕費は同様の注意を拂へは鎔鑪爐瓦斯機關よりも大ならず。

獨逸のミユールハイム(ルール)のフリードリッヒ、ウキルヘルム製鐵所は其揚言する所に依れば世界に於ける最大の瓦斯機關工場を有す。プリンツ、レゼント炭坑の原動機は全體にて二一、六〇〇の實馬力を有し、四個の併置聯筒複動式瓦斯機關(各實馬力四、〇〇〇)と聯筒複動式實馬力二、〇〇〇のもの一臺同式一、八〇〇馬力のもの二臺とを備ふ。更に此會社は炭坑の種々の目的に使用する空氣壓搾機を据付中なり。此壓搾機は二個の氣筒を有する併置骸炭爐瓦斯機關(表示馬力一、七〇〇)と直結せられ一分間に八、七五〇立方呎の空氣を一平方呎に八五封度の壓力に壓搾す。

獨逸のザール、ブリュッケンに於けるエルハルト、ゼーマー會社は歐洲に於て最も以前より瓦斯機關を製作せり。此會社にて造れる骸炭爐瓦斯機關は直徑四七・五吋の氣筒四個を有し衝程四五・五吋、一分間回轉數一〇八にて四、八〇〇の實馬力を出す。此會社にては若し必要ならば實馬力八、〇〇〇乃至九〇〇〇の瓦斯機關を作り得へしと稱せり。目下直徑五一吋衝程五一吋にして骸炭爐瓦斯よりも一層水素に富むモンド瓦斯にて運轉するものを製作中なり。

複式四サイクル型の瓦斯機關を初めて作れる獨逸ニユルン、ベルグのM. A. N. 製造所は四サイクル型正味馬力六、〇〇〇の瓦斯機關を作りつゝあり。此會社は全世界を通して恐らく最も多數運轉中の瓦斯機關を有せり。

斯かる巨大なる瓦斯機關は歐洲にても餘り多數は見受けず。約一、〇〇〇乃至一、二〇〇實馬力の複

42 式瓦斯機關か一般使用せらるゝ中の大型のものなるへし。

米國に於ける大多數の瓦斯機關製造者は現今(恐らく將來とても充分の經驗を得る迄は)骸炭爐瓦斯機關は實馬力約七〇〇乃至八〇〇の複式氣筒のものを最大限とせり。米國瓦斯機關製作所の慎重にして保守的なる此方針は優れたる判断を示し熱心なる賞讃と眞實なる賛成に値ひす、何となれば此方針は必ず困難と失望とを未然に豫防すへければなり。骸炭製造所は此氣風を激勵し瓦斯機關を据え付け從來長き睡りを貪れる斯界を覺醒せざるへからず。結局現在保護者の位置にある電力業者は骸炭爐瓦斯を使用し一層の利益を收むへし。

瓦斯氣筒の設計と其材料調節の最良の方法及びヴァルブ運動裝置に關しては米國機械工學會の最近の總會以前に獨逸のアーヘンのパウエル、ランゲン教授により詳細論せられたり。此ランゲル教授の結論は理論及び實際の見地に基つけるものにして瓦斯機關製作者の現在の輿論と一致せり。氏の論文を注意して見るに此問題に關し甚た興味あり且つ有益なるものなり。約言すれば教授はなるべく一個の鑄物よりなる瓦斯氣筒の使用を慫慂し、簡單なる蝶形瓣により容易に且つ完全に働かるゝ所謂「質と量」(クオリチー、クオンチチー、レギュレーション)との調節を推薦せり。(以下次號)

(From Bulletin American Institute of Mining Engineers, April, 1914)

J. I. 生

● 硬度に關する内部歪み論

Interstrain Theory of Hardness By Andrew Mc Cance, A.R.S.M., B.Sc.

千九百十四年十一月二十七日發行エンヂニヤリリング所載

一 純粹の金屬の硬度を増すに三法あり乃ち機械的變形に依ること、固溶状態になる元素を加入すること及び熱處分を爲すこと之れなり、此等三法か斯く同一結果を來すより見れば其の間自ら共通の理論存す可きならんも未だ之を明かにするを得ず

本論文の目的は熱處分に依りて生ずる硬化を論ずるにあるも之と同時に鐵に對して成立する理論か同一状態の下にある凡ての合金に對して成立することを併せ證するにあり

二 純粹なる鐵の同質變態は普通の温度より攝氏千度迄の間に於ては唯 α 鐵及 γ 鐵の二種にして所謂 β 鐵は實は單に加熱に歸因して磁石に引付けらるゝ性質を失ひたるものに過ぎず

α 鐵は一定の温度以上に於て磁氣性を失ふ故に反對に高温度に於て磁氣性なき γ 鐵は低温度に於ては磁氣性を有するものとなり得るものと謂ひ得へし然るに磁氣性なき滿庵鋼は液體空氣の温度に於てさへも化成せず而して如何なる方法に依るも同時に比容積を増加することなしにアウステナイト性鋼を磁氣性を有するものと爲すこと能はず而して若し之を爲し得たりとせば其れは必ず α 鐵への化成を爲したることゝなれるなり如何となれば加熱に依る磁氣性の變化は比容積に測定し得へき程度の變化を來たさゝるを以てなり

三 鐵の二變態間の重且つ大なる區別は炭素の状態如何にあるなり即ち炭素は α 鐵中に於ては極めて僅小の程度に溶解し γ 鐵中に於ては極めて容易に溶解す而して鐵を急激に冷却する際炭素か硬化の原因となるは全く炭素の此の状態に歸因することを説明するものなり從て若し γ 鐵中に容易に溶解する性質を有する他の元素ありとせば其の元素は炭素と同様に硬化作用を有するものなるに相違なし

四 純粹なる鐵は凡ての他の金屬と同様に永久的歪みを受くるときは硬化す而して之れ内部歪みの状態にあるものとして説明するを可とす金屬は歪みを受けざる状態に於ては結晶となり居るも歪みの結果は分子相互の位置を變化し永久的歪みを起すときは β の面に於ける各分子は最早や舊位置に平衡状態に復歸すること能はず之れ即ち内部歪みを生じたるものにして金屬の硬化を來すものなり而して其の最大 β の面に於ては結晶を破壊して金屬を全く無結晶となすと云ふこ

44 とはベルビー氏の發言せる如く明白のことなるか著者は次に掲ぐる事實か此の理論(Theory of a hard

vitreous amorphous phase)に對して強き保證を與ふるものと思惟す

鐵の如き同質二態の金屬に於て生ずる無結晶なる硝子の如き部分は何れの結晶の歪みに依りて生じたるものたるに拘はらず同一の物理的性質を有せざる可からず而して歪みを受けたる α 鐵は其の磁氣性を失はざるに依り吾人は無結晶の鐵は磁氣性を有するものなりと推定せざる可からず此の故に歪みを受けたる γ 鐵も同様に同一の成分を發生するに依り磁石を引付けらるゝ性質を有することを豫期することを得

然るにハドフィールド氏及ホプキンソン氏の實驗の結果に依れば磁氣性なきアウステナイト性滿俺鋼は非常なる歪みを與へたる後硬度に於ては二百度より四百九十度に劇増したるに拘はらず其の磁氣性の強度の増加は殆んど皆無にして純鐵に比し僅に〇・三%を増加したるに過ぎず之に依て見れば内部歪みを受けたる金屬は結晶状態に於て有する著しき特性を失はざりしことを知るハリオット氏は金屬の小さき正立方體を作り之を一平方糎につき一萬疋の液體の壓力を加へたるも測定し得べき程度の變形を生せざりし而かも硬度は各場合に於て左表に示す如く増加せり

金屬の種類

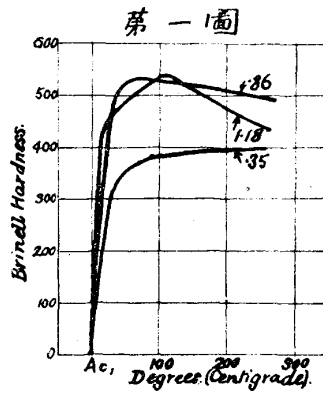
壓力を加ふる以前の硬度

壓力を加へたる後の硬度

銀	二〇・三	三二・二
鐵	五七・七	六二・三
眞 鍮	二四・〇	三六・五
亞 鉛	三三・一	四三・〇

而して各試験中の顯微鏡的組織は實驗の前後に於て同一にして相違なかりき然るに鐵は液體になる時膨脹する性質ある故に壓力に依りて其熔融點は低下せられずして高められたる筈なるに依り

壓力の爲めに各結晶間に堅き硝子性の部分の表現せるを認むるは勿論なり
 歪みを生ずる際常に必ずしも無結晶の組織を發生するにあらざるも其の結晶間隙に於て變化を起
 し最初の平衡状態の位置より永久的に歪みを生ず而して逆に如何なる金屬も其の各分子が平衡の
 位置になり得ざる状態にあるときは即ち内部歪みの状態にあるものにして金屬は硬化せられ居る
 ものと判断して誤りなし



第一圖
 温度(攝氏)
 横軸の目盛りは Ac_1 點以
 上の温度を攝氏にて表
 ばし縦軸は焼鈍せると
 きの硬度以上の硬度を
 プリンネル硬度にて表
 ばす

プリンネル硬度

五 鋼を硬化するには Ac_1 點以上(第一圖参照)即ち炭
 素か凡て溶解状態にある程度迄熱し而して之を充分
 迅速に冷却するにあり、乍併最大硬度は温度か最高變
 化點に達する時に得らるゝものなり

以上の關係は第一圖に於て之を見得へし即ち炭素含
 有量 0.35%、0.86% 及 1.18% の三種の鋼の Ac_1 點

以上に於ける急冷の温度と硬度との關係を示す、0.35%の炭素を有するものは Ac_1 點の直上より急
 冷する後組織はフェライト及マルテンサイト胚點(變質中のツルースタイト等に依りて分離せられ
 て)より成り而して此點より組織の凡てかマルテンサイト性となる Ac_3 點直上迄の硬度の増加は恰も
 フェライトが漸次に一層硬き成分に依りて置きかへらるゝことゝ一致せり
 一・一八%炭素を有するものに於ては其最大硬度は Ac_1 セメント點の直上より急冷して得らる、而
 して之れ以上に温度を増加すれば却て軟かになるへし其程度は顯微鏡的組織に於てアウステナイ
 トの出顯する量と一致せり

而して茲に最も注意すべき重要な結果は炭素含有量か約 0.7% に達するとき急冷に依り最大硬
 度か得らるゝにあり而して此の硬度は如何なる含炭素鋼に於ても超越すること能はざるものなり

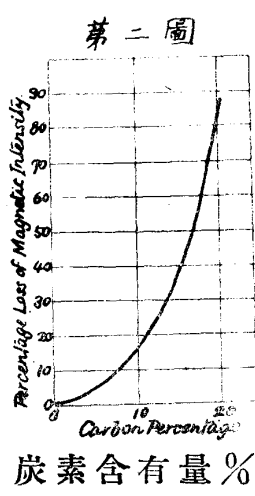
若し硬度が全然溶解状態の炭素に歸因するものとせば硬度の増加は溶解したる炭素の量の増加に比例す可き筈なるも硬度が溶解せる炭素の量に比例せざることは炭素の作用が間接的にして硬化を來す元素は炭素にあらずして鐵自身にあることを示すものと云はざる可からず

六 高温度に熱したる際磁氣性を有せざる鋼が急冷後硬化の状態に於て磁氣性を有するは遍く人の知る處なり而して此の如き性質の變化は急冷の進行中に起りたるものならざる可からず前掲したる如く γ 鐵は其れ自身磁氣性を有せざる故に高温より冷却する際元來の γ 鐵は磁石に引付けらるゝ性質なる α 状態に變りたるものと結論せざる可からず電氣抵抗を測定して炭素の状態を検するに炭素は其の状態を變せずして溶解のまゝ殘存せり之に依て見れば急冷する際に鐵か γ 状態より α 状態に化成することは炭素が溶解状態より否溶解状態に化成することゝは全く獨立に起るものなることを認むるを得

緩慢なる加熱又は冷却の際起る此等二つの變化は或る限られたる意味に於て獨立の反應なりと見るを得へし如何となればマルテンサイトは γ 鐵中に炭素が強制的に溶解せるものと考へられ得るも尙其處に炭素有する γ 鐵存在し此の γ 鐵の存在は炭素の溶解性を保持するに絶對的必要のものにして炭素の此の状態の變化は γ 鐵を α 鐵に化成せしむるの原因たることを忘る可からず此の意味に於て鐵は炭素と化學的結合をなし居るものと謂ふを得へし然るに磁氣性飽和程度の喪失と炭素含有量との關係を示す第二圖の曲線を見るに γ 鐵は炭素量の増加よりも一層速に磁氣性飽和程度の喪失を増加せることを知るへし

七 炭素含有量〇・八六%の鋼に付き急冷の速さの曲線と電氣抵抗又は磁氣性強度喪失の曲線を比較するに此の兩者は非常に酷似せり之に依りて見るに溶解炭素の量と常温状態に於て殘存せる γ 鐵の量とは少なくとも炭素が全部溶解状態になる迄は冷却の速さに比例することを知る

或る一定の速さに於て冷却するとき、結晶より α 結晶への化成は漸次に抑留せられて遂に低温度に於ける内部粘著性の増加の爲めに停止するに至る換言すれば結晶の化成は一部分制止せられ而して其の状態は恰も變形に依りて生ずる内部歪みと全く同様の状態となる急冷に依りて硬度を増加することは之れに依りて説明するを得へし



炭素含有量%
ハドフィールド氏
 及ホプキンソン氏
 並に著者の發行せ
 るデーターより取

鐵中に炭素の等質溶液を作るか如き高温度より次エーテクトイド鋼を冷却する間に其れか全く α 鐵及セメンタイトに化成することは左記二ヶの獨立の化成を包含す
 (イ) 鐵か γ より α に變化すること
 (ロ) 炭素の状態か變化すること

而して(イ)の變化は(ロ)の變化とは全く無關係に起り得るものなり然るに(ロ)の變化か起る場合には必ず(イ)の變化を伴ふものなり
 左に起り得る三つの場合を列舉せん

- 一(イ)及(ロ)の兩化成か完全に行はるゝ時は尋常のパーライト状態になるものにして其の質柔軟なり
- 二(イ)及(ロ)の兩化成か抑留せらるゝ時は純粹のオウステナイト状態となり其の質尙ほ稍や柔軟なり
- 三(イ)の化成のみ起り(ロ)の化成か抑留せらるゝ時には組織はマルテンサイトとなり此の状態の下に生じたる α 鐵は内部歪みを有し非常に硬し

上記中第三の場合材料の硬化と云ふ見地より見て最も大切なるものにして(イ)及(ロ)の兩化成は必然各別の速さを有し或る適當の速さにて冷却するときには化成の早き方は特に妨げらるゝことなく

48 進行し化成の遅き方は途中に於て停止せらるゝものと思惟せらる。

冷却の速さと硬化の程度と密接の關係あることは合金鋼に表はるゝ現象に依りて一層之を明かにすることを得へし例へは滿俺を加ふれば化成の温度降下し従て化成の速さは非常に減少す而して或る割合の滿俺(炭素の量に依りて相違するも)を加ふれば空氣中にて冷却するも炭素の化成は殆んど全く停止せらるゝに依り斯の如き滿俺鋼は空氣中冷却の後硬度と脆弱性とを有するマルテンサイト性のものとなる

之に反し水中に於て冷却すれば(イ)及(ロ)の兩化成の停止して鋼はアウステナイト性となり軟かとなるなり然るに滿俺の含有量を大に増加するときは空氣中冷却に依りて同様の結果を得るに至る

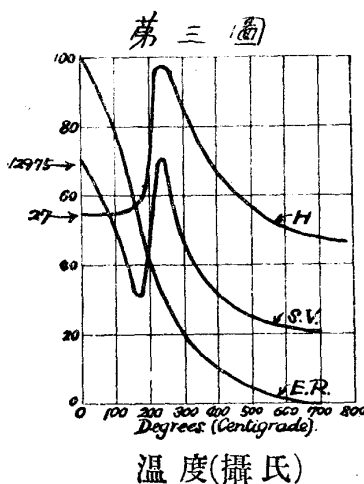
市中に存する滿俺鋼は空氣中冷却の後は可なり硬く且つ脆弱なるも磁氣性を缺けり併し斯の如き鋼は約一二%の炭素を含有するものにして此の状態は多分溶解すへき成分の過剰せる爲めセメンタイトは溶解状態より沈澱して生じたるものなる可し

上述と全く同様の結果かニッケルを加ふる場合に於ても得らる三・六%のニッケル及〇・一九%の炭素を含むニッケル鋼は常態に於て百三十八度の硬度を有するも攝氏千度より水中急冷を行ひたる後に硬度四百四十四度に昇れり然るにニッケルを含まずして炭素〇・一九%を含む鋼は同様の處分の後百四十三度より二百十八度に昇れり即ち普通の炭素鋼は急冷の後硬度六十五度を増加したるにニッケル鋼は二百五十九度を増加せりニッケルは上記程度の量に於ては炭化物を作らざることには既に知らるゝ處にして上記兩場合に於ては炭素の状態は全く同様なり然らば硬度の増加はニッケルか鐵に及ぼす影響に歸因するものと云はざる可からず即ち γ 鐵より α 鐵への化成か起る温度を降下することに依り鐵中に多大の内部歪みを残すことを得ざるに依るなり

八 焼き戻しと云ふことは急冷せられたる状態を一層安定なる状態に復歸せしむる作業なり

次ユーテクチック鋼に於ては炭素は溶解状態より沈澱し電氣抵抗率降下す而して之と同時に α フェライトの現出を伴ひ鐵の内部歪みは漸次消滅す其の結果としてLow Fieldに於ける透磁率は増加しRemanent Magnetismは減少す而して磁氣性と焼き戻しの温度とを結び付くる曲線の特殊の形は急冷せられたる鋼の如き内部歪みを有する鐵と全く同様なり

次に純アウステナイトの一部を含む高級炭素鋼の焼鈍に就て考ふるに炭素一・六六%を含む鋼につ



第三圖 温度(攝氏)

Hは硬度の曲線にして縦軸の目盛はシヨアーの硬度十度を表はす
E、Rは電氣抵抗の曲線にして縦軸の目盛は全體の百分の二十(二十%)を表はす
S、Vは比容積の曲線にして縦軸の目盛は〇、〇〇〇四立方厘を表はす

きマウレル氏の研究したる結果に依れば硬度、電氣抵抗及比容積は第三圖に示すか如し

電氣抵抗の曲線か平滑になれば炭素か絶えず漸次に沈澱したることを示すものにして之か爲め比容積の減少を來す然るに攝氏百五十度より二百五十五度の間に於て電氣抵抗に變化なくして比容積に急

激の増加あるは之れ全く γ 鐵か α 鐵に化成したるに依るものなり即ち此の化成は低温度に於て内部の粘著性の多き状態に於て獨立に起りたるものなる故に斯くして作られたる α 鐵は内部歪みの状態にあるに相違なく従て硬度の増加を來せるなり此れ動かす可からざる確實なることなり

九 化成を遅延せしめて準安定の状態を保持する爲めに内部摩擦の必要なることは既に述べたるか如し而して固體に於ては此の内部摩擦は固體表面相互の間に起る摩擦と全く同様なり例へば固體状態に於て化成を起すには化成を起す温度の範圍以下一定の程度迄冷却し過こすと云ふことは必要のことなり二五%のニッケル鋼は加熱の際に攝氏五百五十度に於て化成し冷却の際に攝氏

50 氷點下約百度附近にて化成す即ち化成せざる温度の範圍は六百五十度なり然るに約一四%の滿俺を含む滿俺鋼に於ては加熱の際は五百五十度に於て化成するも冷却の際は液體空氣中に於ても化成を起さす即ち化成せざる温度の範圍は七百四十度以上なるを以て滿俺鋼は他の何れの鋼よりも其の範圍廣し

滿俺鋼か種々の特殊の性質を有するは其の内部摩擦か斯くの如く大なるに依るものなり磁氣性なきニツケル鋼は γ 鐵より α 鐵に化成する際密度を減し磁氣性を帯ふるに至るも滿俺鋼は實際上全く影響を受けず

化成點直下の温度に於ける焼き戻し作業は γ 鐵より α 鐵への漸次的化成及び溶解状態よりの炭素の沈澱を來す然るに α 鐵は内部歪みを受けて硬度を増加す而して極めて緩漫に焼鈍するときは上記の化成を逆にし磁氣性を有する軟き滿俺鋼を生して再び硬度を失ふに至る

一〇 二%の滿俺鋼を急冷して生ずる純アウステナイト又は多量に炭素を含む鋼のアウステナイトを液體空氣中に浸すときは炭素には變化起らさるも冷却過度の爲め内部摩擦に打ち勝ちて γ 鐵より α 鐵への化成を來し斯くして内部歪みを受けたる α 鐵を生ずる爲め電氣抵抗には變化なきも比容積及硬度を増加すること左表に示すか如し

炭素又は滿俺の量	電氣抵抗	比容積	硬 度	磁氣性 レマネント	加熱又は冷却
炭素 一・六六%	一・〇〇	〇・二九六四	二八	一四・五Cm	食鹽氷水中ニテ攝氏千百度ヨリ冷却
炭素 一・六六%	一・〇四	〇・一三一〇五	三八	二八・五	液體空氣中ニテ攝氏千百度ヨリ冷却
炭素 一・九四%	一・〇〇	〇・一三二三三	一七	〇・八	食鹽氷水中ニテ攝氏千二百度ヨリ冷却
滿俺 二・二四%	一・〇七	〇・一三四三九	二九	八・二	液體空氣中ニテ攝氏千二百度ヨリ冷却

依てマウエル氏は次の如く結論せり

一一 上に述ふる内部歪み論は鋼が熱度分を受けたる際に發現する各種の状態を簡単に且つ適確に説明す

歪みに依りて硬化することは結晶状態に影響を來すと云ふ純組織上の原因より來るものなりと云ふことは首肯す可きことなり而して斯く硬化せる状態を最も簡単に言ひ表はす爲めに内部歪み(Interstrain)と云ふ語を用ゆることを勸む

●熱鍍旋削による軌條素材の改善

軌條面に殘存せる傷痕を除去するを目的とする此除去法(デシリーミング、プロセス)はロバート、ダブリュー、ハント氏の論文より考案せられしものにして目下米國バッファローなるラツカーワンナ製鋼會社にて採用しつゝあるものなり、

鐵道車軸の重量及運轉速度の増加せる爲め断面の大なる軌條を使用する必要を生じ延て製作上にも諸種の點に變化を生せり、從つて往々大型軌條に新奇なる物理的弱點を現はすことあり、最も著しき折損の一つは新月形の斷片となりて軌條のフランジより破れたるものにして其軌條の全断面に亘り少くとも一個普通數個の罅裂を伴へり此種の折損軌條を検するに殆んど總ての軌條には底部の中央部ウエツプの直下に於て縦に稍々明白なる傷痕を存在せり而して該傷痕が新月形罅裂の上邊より始まれるを見れば之れか折損の原因をなせること疑なし。

實際フランジに疵のある軌條は一等品の資格なく又底部に明かなる傷痕あることは廢却の理由となるへしと雖も唯一個の傷痕ありとも十分明瞭ならされは之れか危険を伴ふとは思はれず、されは其許し得へき程度に對する監督官の意見に依り屢々製造者と監督官との間に議論を惹起するものとあり

新月形罅裂か度々生し非常に不結果を來したる爲めに軌條製造者は底部に生ずる傷痕の生成を豫防する考にて輪展作業の設計に付き種々なる實驗をなせり其結果該傷痕を幾分減少することを得たりしも未だ全く之を防止すること能はざりき唯軌條底部をラッピングして多少傷痕の發生を防ぐことを得たりしも他の部分に於ては格別の影響なかりき茲に於て軌條製造の各段階に就き一々調査したるに此の缺點は普通の軌條製造法にては防止し得ざる先天的のものにして製造方法のみにより之れか防止をなさんとする前述の如き企圖は全然效果なきことを確めたり而して此の缺點は熔鋼か取瓶にて鑄型に注入せらるゝ際に發芽せらるゝことを知れり熔鋼の爲めに鑄型の表面に壓迫されたる空氣は鑄塊の表面に少なき皿狀の傷痕を無數に形成す又ソーキング、ピット内にては鑄塊の表面には常に厚き酸化物を生ずる程酸化作用か激甚なるにより鑄塊の四面には稍脱炭せる表面を生し其深さ約十六分の五時に達す斯の如き軟弱なる低級炭素鋼の層の存在せることは鑄塊かソーキング、ピットを経て輪展温度に熱せられたる後(ロールをかけず)其斷面を研磨して腐蝕すれば明瞭に認め得らる。

第一圖は鑄塊表面に生せし皿狀傷痕か完成せる軌條に残存せる線狀傷痕となる段階を示したるものにして左側にある斑點の如き小疵か漸次輪展機の爲めに牽伸作用を受け遂に細き線狀の傷痕となるなり仕上輪展機にて仕上げたる代表的試験棒に於ても幅五寸の間に長さ十六分の一寸乃至八寸なる此種傷痕を十五本以上を認めたり。

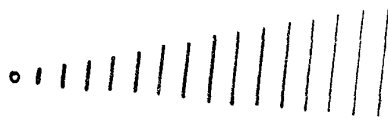
鑄塊の四面に存する稍脱炭せる鋼層は最初平均十六分の五寸の厚さを有するか輪展作業の爲めに漸次薄くなり仕上鐸に到れば此軟弱なる層の厚さは遂に百分の一時乃至百分の四時に減するなり車輪の冷展作用を受けて軌條頭部か凹み鱗狀に延出するは此軟弱なる表層なり。

普通縦の方向にある傷痕は横壓力に對しては軌條の強さを減する傾向あり、内應力か傷痕と同じ

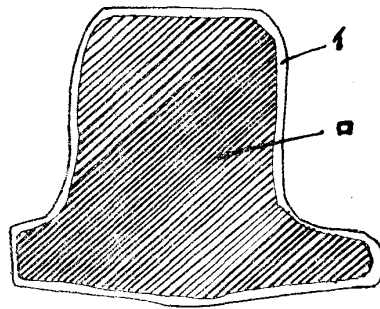
く縦の方向に働くときは此等の傷痕の存在は軌條の強さに殆んど影響を及ぼさず然しなから内應力か傷痕と直角なる方向に働くときは往々該傷痕に沿ふて罅裂を生し遂に部分的に或は全然破砕するに至ることあり。

斯る傷痕多く且脱炭せる鋼層を軌條素材より除去することは安全を得る最善の改良にして之か爲めに運轉上に裨益すること甚大なるへし之れラツカーワンナ製鋼會社にて目下採用しつゝある方法の主眼なり其方法は前述の總ての企圖を基とせるか殊に表面に存存する凡ての缺點を除去す

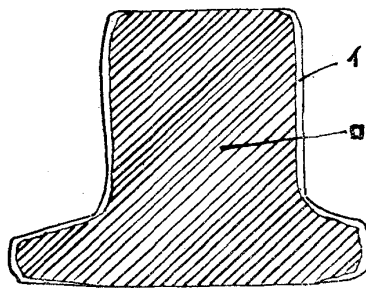
第一圖



第二圖



第三圖



イ 脱炭セラル軟弱ナ鋼層
ロ 素材ノ本質

る爲めに鋼鐸を赤熱状態にて輪展作業を施す際に同時に各表面を削除するにあり此方法に依れば頭部及底部に生ずる傷痕は除去され従つて之に伴ふ危険か防止せらるゝのみならず軟弱なる脱炭部か除去せらるゝにより次に作用する輪展機は眞の高級炭素鋼鐸に加工することゝなるを以て以前如く最後迄軟弱なる材質に加工せるとは全く其趣を異にす此方法を實行する爲めに該會社にては軌條製造工場内に於て稍々形造られたる軌條か直ちに削除作用を受くるに便利なる地點に高速度回轉刃を有する機械を据付けたり此機械は確實に削除作用をなし得る様に構成せられ一時間優に百七十噸の鋼材を取扱ふ能力を有す需要者か此方法に依れる軌條を歓迎するを以て該會社に

ては目下五十封度以上の軌條には凡て此方法を施しつゝあり。

表面に削除作用を施すへき最も善き時機は赤熱されたる鋼鐸か加工の七十五%を了へたる時なり即ち鑄塊かブルーミング、ロールにより八吋角の断面に押饋され其一端を切斷したる鋼塊を更に五個内外に切斷して荒仕上輪展機に進出したる時なり此時機に於て三十三呎軌條四本を作るへき鋼鐸の長さは約六十呎にして表面の缺點ある層は厚さ三十二分の三吋となり居れり而して削除せらるへき面積は鐸の底部に於て七吋、鐸の頭部に於て四吋にして共に長さ約六十呎深さ約八分の一時なりラツカーワナ製鋼會社にて使用せる機械は熱鐸か最後の荒仕事を受けたる後に相對せる二個の回轉刃の間に其頭底兩面を導くものなるか削除作業を受くる前に先づ熱鐸は頭部を下に底部を上になされて長さ二十呎にして熱の散逸を防ぐ爲めに耐火煉瓦にて包まれたるトンネルに入す、次に整動轉子にて回轉刃の間に導かれ削除作業を受く回轉刃は削除の深さを八分の一時乃至十六分の三吋に調節し得らる出口側の整動轉子は熱鐸か回轉刃を通過する間之を支持し且回轉刃に對し押壓する働を有す之を通過せる熱鐸は又四十呎のトンネルに進入し後遂に仕上輪展機に向ふ此際に於ける熱鐸の速度は最初は毎分三百五十呎なるも削除作業に際し毎分七十九呎に減し回轉刃間を出てたる後急に増大して仕上輪展機に入る時には毎分五百呎となる。

鐸の底部を削除する上側回轉刃の幅は八吋にして鐸の頭部を削除すへき下側のものは幅六吋なり而して其直徑は共に五呎にして磨耗に對し五吋の餘裕を有する四分の三吋ピッチのV型の齒を有す此回轉刃はモーターより調帶を以て傳働され其周速は毎分二萬五千呎なり即ち兩回轉刃共に熱鐸に接する齒數は毎分八十萬枚なり第二圖は加工の七十五%を了へたる鋼鐸の断面を腐蝕せるものにして稍々脱炭せる軟弱なる鋼層を以て包圍せらるゝを示し第三圖は如上の鋼鐸に削除作用を施せるものの断面を腐蝕せるものにして頭部及底部にありし軟弱なる鋼層か除去せられたるを

示せり

鋼鐸は其後完成する迄には五回内外の輪展作業を受くる故に完成せる軌條は缺點を除去せられたる表面を有すへし。

斯くして得たる軌條は外見上普通の軌條と異なる所なきも表面の酸化物を酸を以て除去せば其頭部及底部に於て一つの傷痕をも存在せざるを認むへし又硬度試験の結果より見るに頭部及底部の表面の材質は腹部の夫れよりも稍良好なり之れ缺點ある鋼層か除去されたる後輪展作用を受けたるに基因すへし運轉状態か益々激甚となり軌條も一層良質なるものを要するに當り此種軌條は將來の運輸上一層の良果を齎すへし(Railway Review. Vol. 56. No. 3. Jan. 16, 1915.) (S F 生)

● 鎔鑛爐附屬熱風爐の加熱方法に關しての一新機軸

カウバー式熱風爐を急速に熱せんかためにフォーサー、ストラック、スタム式(The Pfoser-strack-stumm)として知られたる一新加熱方法に就てエイチ、シュマーレンバッハ氏は千九百十三年十一月に始めての報告書を發表せり、シュマーレンバッハ氏はノインキルヘン工場の監督なり、其の方法の主旨は或は尙未だ一般に認識せらるゝに至らざるも一層の進歩改良を加ふれば随分興味ある事となるへし。

スタム、プラザース組合は餘の多くの同業者の如く鎔鑛爐附屬熱風爐の加熱方法に就て一層合理的の方法あらんかと此迄久しく研究し來れり、千九百十二年十一月に該組合はアーヘルン(バーデン)の顧問技師なるエー、フォーサー氏に計り四週間晝夜を通して試験せしめ成る可く精確なる記録を根底として熱量計算をなし得へき論料を採らしめたり、其の結果は大抵熱風爐に消費せられし總熱量の中二十六パーセントは排氣瓦斯と共に逃げ十八パーセントは放散作用によりて浪費せらるゝ事になり、從ひて熱風爐の効率は約五十六パーセント位になるへし。

其の實驗中の或る觀測は偶々フォーサー、及びノインキルヘン工場の技師長なるオー、ストラックの兩

氏をして熱風爐の加熱法に改革すべき一方法あるべきを覺らしめたり、是迄實際大抵の場合には三時間乃至五時間熱風爐を熱し、而して後には一時間乃至一時間半風を通して其の熱を供ひ去らしむ、然れども熱風爐の蓄熱作用も消熱作用も共に全く耐火煉瓦の熱の傳導作用に基くものなり、是れ蓋し加熱の時に通る燃燒せる瓦斯、及び衝風を通す時の風等は共に同様の物理的性質を有する瓦斯體なるか故なり、然らは何故にギッターは衝風に熱を與ふる事の早くして燃燒瓦斯より此の與熱に要すべき熱量をとりて蓄ふる事の久しき此の現象を説明せんかために上に掲げし兩技師は熱風爐を熱する時の瓦斯の速度と其の熱を放棄すべき時の風の速度とは何等かの關係を有せざるべからずとし其の疑問に對して解決を與ふべき事か此處に述べんとする事實となり、又併せて次に表はさるゝ發明の根本となれり。

現今の有様にては一定の時間内に多量の瓦斯を送りて熱風爐の温度を高むべき必要ある時には排氣瓦斯の温度高くなりて消費せらるべき鎔鑛爐瓦斯は其の量多くなり、結局効率は減少する事となるべし。

實施經驗によれば此の法則は或る一定の範圍内に於ては一般に能く適合せらるべし、燃燒すべき瓦斯の供給、或る一定の分量より増加すれば排氣瓦斯の温度は其の上昇止まるのみならず遂には下降し始む其の經過は第一圖に曲線を以て表はさる。

ギッターの風道に起るべき熱の傳導の状態を考ふる時は此の矛盾せらるゝ如く思はるゝものも容易に説明し得らるゝ至るべし、ギッターの各風道を通して流るゝ瓦斯は無數の瓦斯分子の集合と見做し得べし、緩き速度にて瓦斯分子が各瓦斯の通路を通して平行に流るゝときは瓦斯と煉瓦との摩擦は甚だ僅かにして考ふるに足らずとなし得、故に其の通路の壁に接觸して流るゝ瓦斯分子は只其の接觸に因りて直接に熱の傳播をなすに止まれども其の流るゝ瓦斯の中央に在る瓦斯分子は徐々に

其の放射作用に因りて熱を傳ふるを得るのみ、斯の如くして燃焼せし瓦斯の分量少きとき即ち其の速度緩漫なるときは熱風爐を熱する時間は頗る長くして排氣瓦斯の温度は低くなる。

若し今瓦斯の速度が普通の場合の最大速度を出す様に燃焼瓦斯の量を増せば瓦斯分子の煉瓦に對する摩擦は瓦斯の煉瓦に接する方の側に渦卷を生ぜしめ瓦斯の流れの内部にある分子も亦其のために一部分渦卷運動中に巻き込まれる。斯くして熱の傳導は一層迅速になる。然れども瓦斯の量は速度を早くするため頗る多量になる故に熱の大部分は利用せられずして逃く換言すれば熱する時間は短縮せらるゝも排氣瓦斯の温度は高くなるへし。

更に速度を漸々増す場合に瓦斯分子は遂に氣勢よくギッターを通過するに至る。煉瓦に對する其の摩擦は漸次烈しくなり、分子は飛ひかへりて其の渦卷運動を、液通する瓦斯の中央部にある瓦斯に傳ゆ。此の激烈なる廻轉運動は瓦斯の全分子をして極短時間の中に煉瓦と接觸せしめ瓦斯は自己の有する熱を一層急速に煉瓦に傳ゆ、其の結果として排氣瓦斯の温度は降下する事となる。一定時間内に使用せらるゝ燃焼瓦斯の分量及熱量は多量なると雖、其の加熱時間は短縮せらるゝなり。

此の發明せられしフォーサー、ストラックシステム式(P.S.S. System)と稱せらるゝ新式加熱方法は次に掲げらるゝ如き特長を有す。

一、加熱時間を短縮し得へく、即ち熱風爐に風を通す時間より加熱時間を短くなし得へし、其れ故に二基の熱風爐は能く一基の鎔鑛爐に充分間に合ふへく、實際五基の熱風爐は二基の鎔鑛爐に附屬せしめて尙且一基の熱風爐をは豫備として供へ得へし、新設計に此の方法を採用せんには建設費及び場所何れも節約せらるゝ又使用する熱風爐の數少ければ放散によりて起る多量の熱の浪費を減し得へく、即ち此れに相當する燃焼瓦斯を節約する事を得る事となる。

二、同じ加熱時間にて熱風爐に多量の空氣と多量の瓦斯とを送りて其の熱風爐の熱度を餘程高く

なし得へし、而る時は結局衝風温度を高くし得て骸炭の消費高を節し得へき結果となる。

三、二基の熱風爐を列に使用して比較的衝風温度を一樣に維持し得へし、此の方法は一基の鎔鑛爐に對して四基の熱風爐を附屬せし工場には實際に實行せられ得へきものなり、鎔鑛爐瓦斯は二基の熱風爐に順次送入せしめ次に衝風は其の逆の方向をとりて送らしむ、斯の如き装置は普通の高さの二倍を有する二基の熱風爐を備附けしと同様なり、衝風温度は高くして且殆ど一樣の温度を維持し得へし、而かも排氣瓦斯の温度は非常に低くして瓦斯の燃焼して出せし熱は能く利用せらる。

此の方法の第一回の試験は千九百十三年二月ノインキルヘン工場にて高さ八十二呎、直徑二十一呎の古き一熱風爐に行はれたり、其の熱風爐のギッターは徑六呎の穴を有する六角形の煉瓦にて積みあけらる、ギッターの加熱面積は四萬〇八百八十八平方呎なり、熱風爐は一立方米突に付殆ど半瓦の塵を有する粗淨瓦斯にて熱せり。

種々考へし後に、管を通して壓搾空氣を吹き入れ、以て多量の鎔鑛爐瓦斯を熱風爐に送入する計畫を試験せり、便利のため壓搾空氣の供給は冷風主管より送り、其の風壓は水柱の十二吋とせり、斯の如くして餘り費用を要せずして此の試験を行ふを得たり。

最初の試験の設備は何れの熱風爐にも應用し得へくして第二圖に掲げしものは是れなり、煉瓦製の管は燃焼室内に突出せしめらる、瓦斯は水柱四吋の壓力を有して元の瓦斯入口より送入せられ、其の入口は煉瓦製の管の下に在り、壓搾空氣は掃除穴のある所よりして燃焼室内に挿入せらる、鑄鐵曲管によりて壓搾し入れらる、尙其の曲管は冷風主管に直結せらる空氣の量は排氣瓦斯の分析の結果を見て自在に加減し得へく、從つて過剰の酸素なく、又一酸化炭素あるを見ず。

此の試験にて熱風爐の加熱時間は直に減して一時間半となり、排氣瓦斯の温度は最高温度、攝氏三百五十度にして衝風温度は同八百度となし得たり、舊式の方法にての加熱時間は四時間半乃至五時

間にして、衝風温度を同様にして排氣瓦斯の温度の最高點七百度なりしに比較して、非常なる節約となれり、其の結果は豫想以上に良好なりし故に三基の鎔鑛爐に對しては特別の裝置をなせり。

約九十馬力の煽風機を設け水柱約十六吋の壓力を有する風を鐵管を通して、三基の鎔鑛爐に備へられし六基の熱風爐に送る、不幸には場所を節約せんかために、鐵管を地中に埋めざるへからさりしか、其の鐵管は常に多くの場合に不便を來たすものにて、曲管の煉瓦製管に挿入せられし部分等も亦特に害せられ易ければ設備を簡單にせんかために、其の鐵管は熱風爐の底部より出さしめたり、次の設計には少し變更せられて、例の曲管は床上に熱風爐の外側より取り附けしめたり、

第三圖に表はせし最近の設計にては、壓搾空氣の送風管は地面上僅はかりはなれて取り附けらる、煉瓦製管の形等は少しも變更せられず。

上述の三基の鎔鑛爐は今尙此の新方法を採用して、已に一年になるも、而かも記すべき程の故障を見ず、熱風爐の煉瓦積の目地等何等故障を起さざる様に見ゆ、然かのみならず熱風爐は以前の様に度々掃除する必要なきか如し、是れ思ふに瓦斯中にある塵埃の大部分は、瓦斯の速度の大なるために吹き飛ばされ、ギッターに沈澱附着する事少きか故なるへし。

第四圖に示す圖は熱風爐の所にて測定せられし熱風の温度を現はすものにて、其の熱風は第十八號及第十九號の熱風爐より第三鎔鑛爐に送るものなり、熱風爐の加熱時間の終りに排氣瓦斯の温度を測りて、圖中の熱風爐に風を送る始めの處に示しおけり、其の圖によりて見れば、加熱時間は約一時間半にして、通風時間と同様なるも熱風の温度は僅に攝氏百度を降下するに過ぎず、而かも排氣瓦斯の温度は三百度と五百二十度との間より多く昇る事なし、

第五圖はブルバツ、アイヒ、デュードリンゲンのユナイテッド、アイランワークス、コンパニーのブルバツハ工場にて此の P. S. S. 式を採用せる第七號熱風爐の熱風温度を表はす、其の熱風爐は高さ七十二呎

60 直徑二十一呎にて加熱面積は三萬八千七百三十六平方呎在り而して豫め除塵器を通して、一立方米突の中に塵〇、三瓦ある瓦斯を用ひて熱せり、第六圖は此れと對應すべき同熱風爐の排氣瓦斯の温度を示す、

此の同熱風爐にて舊式新式の比較試験をなしたる結果は、此の新方法を用ふる時加熱時間を一時間として、舊方法を以て三時間加熱せし場合と、同様の熱風温度を維持し得べく、又其の排氣瓦斯の温度も同様なりし事を示せり、其の試験の結果は次の表に示さる、尙此の處に掲げし結果は殆ど洗淨せざる瓦斯即ち粗淨瓦斯を用ひて試験せし場合なり。

加熱の方法		加熱時間	通風時間	平均熱風温度 (攝氏)	熱風の降下温度 (攝氏)	平均排氣瓦斯の 温度(攝氏)	送風容積 (一時間に付立方米突)
舊式	三時間	一時間	八十七度	百五十度	四百四十五度	二六、七〇〇	
新式	一時間	一時間	八十七度	百八十五度	四百三十一度	二八、一〇〇	

ノインキルヘンに於ける熱風爐は、千九百十四年五月よりベスハルベルク乾式除塵法にて塵をとりし瓦斯を使用せり、非常に叮嚀に洗淨せし瓦斯を使用する時は尙一層充分なる良果を表はし得へし、是れギッターの瓦斯の通路即ち風道の斷面積をして更に小さくし得べく、熱風爐全體としては其の加熱面積を大になし得る故なり、今迄はギッターの穴の窒息及び摩擦抵抗によりて風道を少にする能はざりしか、窒息の障害は壓力を高くして除き得べく、摩擦抵抗の障害は洗淨瓦斯を使用せば具合宜し。

第十七號及第十四號熱風爐は高さ各八十二呎直徑二十一呎にして他の寸法も亦等しきものなるか比較試験をなさんかために此の兩熱風爐に P. S. S. 式加熱法を採用せり、第十四號熱風爐のギッターは穴のある六角形の煉瓦を以て積み、其の煉瓦の形は第八圖の右側に示す如きものにて、ノインキル

へんにて普通に使用するものなり、他の第十七號熱風爐はストラックの方法にてギッターの煉瓦を積み

新式煉瓦の形は第八圖の左側に示すものにして八角形なり、むしろ、其の穴の直徑は小さくなり、説明圖より見らるゝ如く、四個の煉瓦は相集まりて一組となり、四角の風道を形成して少からずギッターの加熱面積を増すものなり、若し熱風爐の有功高さか五十六呎ならば、ギッターの加熱面積はギッターの重量二百六十噸に對し三萬九千四百四十四平方呎を有するものなれとも、此の新式のギッターは、同じ高さにてギッター煉瓦の重量は三百噸に對し加熱面積は八萬三千三百七十平方呎なり故に此の新式ギッター煉瓦は其の重量は唯十六パーセントだけ重くなりしに係はらず、其の加熱面積は元の二倍以上になる、元の煉瓦積は一噸に付百五十平方呎の加熱面積なるに、此の新式煉瓦積は同重量に對し二百七十四平方呎の加熱面積を有する事となる。

斯くの如く少き穴を有する煉瓦を用ゆる時の一つの劍呑なる事は、温度の變化に因りて煉瓦は更に横に迂りて、瓦斯の通路を塞く故に煉瓦の一端に横穴を穿ちて、一の風道より他の次の風道に通せしめ、以て垂直の風道窒息する時の豫備に供ふ、其の穴は又圓き風道と角の風道との間に、絶えず瓦斯の連絡を保つ便利にもなるへし角なる風道に於ては圓なる風道よりも早く熱を傳ふ、是れ圓風道は角風道より加熱面積に比例して大なる斷面積を有する故なるへし、壓力の緩和作用をなすへき風道は、此の熱の傳導の不同のために瓦斯の壓力の變動に影響を及ぼす。

此の二基の試験熱風爐は千九百十四年の五月八日以來實行せられ、第五鎔鑛爐に附屬せしめられて今尙中止せられず、五月六月の兩月は鹽基性銑鐵百六十九噸を此の鎔鑛爐は毎日出せり。

熱風爐は普通互番に一時間半瓦斯を入れ、次に一時間半は風を通す、第七圖には熱風管にて測定せし温度の圖を示せるか其の第十七號熱風爐は例の新式煉瓦にてギッターを積み一時間半瓦斯を入れ

て後、風を通せしか二時間乃至三時間風を送るを得たり、以て如何に多量の熱をよく蓄へ得へきかを示して餘りあり。其の圖は亦三時間風を通しても尙熱風の温度は百八十度たけ降下せしに過ぎざる事をも示す、加熱時間の最後の排氣瓦斯の温度は、新式熱風爐にありては九十度乃至百十六度なるか、舊式を採用する熱風爐に於ては、一時間半の後には已に四百十度乃至四百四十度にも昇る、此の驚くべき結果はフォーサー、ストラック、スタム式を採用し彼の新形煉瓦を用ひて、加熱時間を通風時間より尙短縮せしむる時は、平均の衝風温度を維持する能はず、同時に此迄に經驗せし温度以下に排氣瓦斯の温度を降下せしむる能はず。

主に鎔鑛爐のみなる工場にして、瓦斯の消費が經濟上左程大切ならざる所に於ては、此の熱風爐の新式加熱方法は、瓦斯の消費高を同量にして、熱風の温度を高くなすべき得あり、此の條件の下にて試験計畫を立て、長き試験の結果、噸當八十八封度の骸炭を節約し得たりと云ふ。

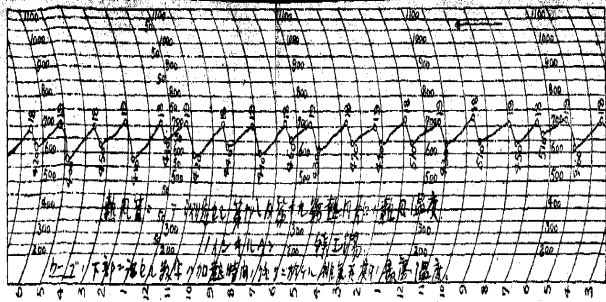
此の方法は熱風爐の經濟的加熱の外の目的にも應用し得へし、蒸氣汽罐にも已に試験せられて隨分良好なる結果を示せり、餘り費用を要する様なる改變をなさずして、コルニッシ、ボイラーの蒸發能力は元の方法に比して二倍以上になり、排氣瓦斯の温度は著しく降下せり。

Iron & Coal Trades Review. Friday. October 9. 1914.

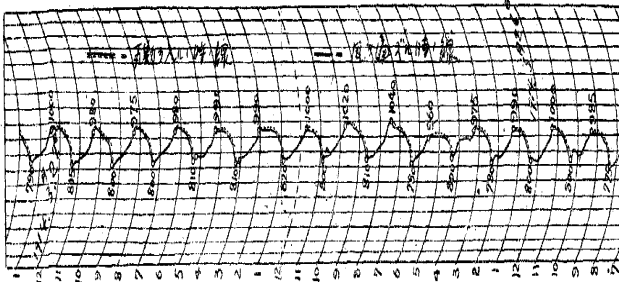
製鐵所 城

正

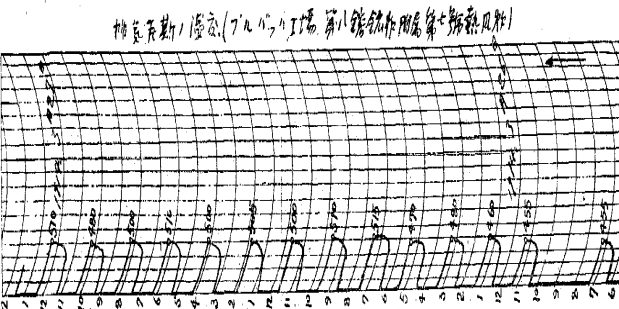
俊



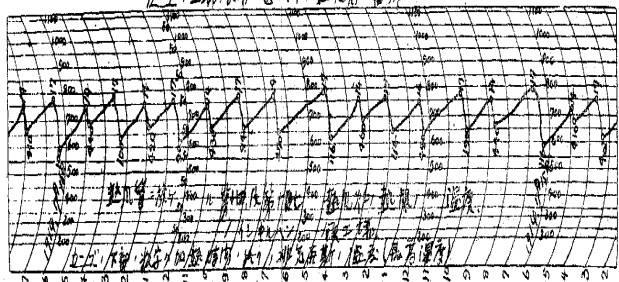
第四圖



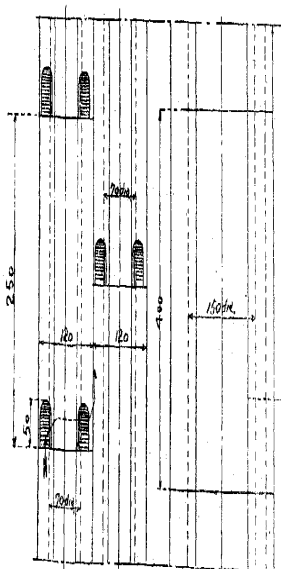
第五圖



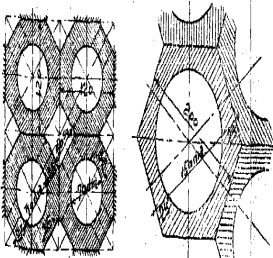
第六圖



第七圖

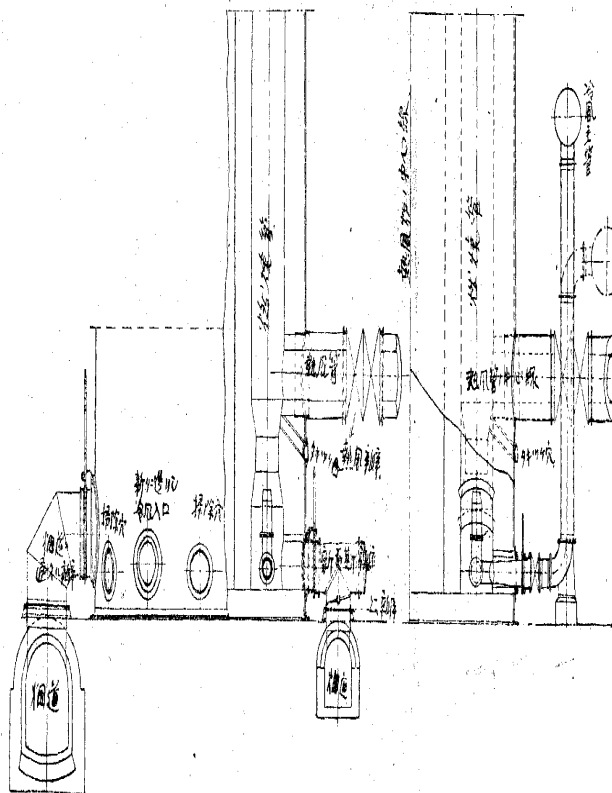


第八圖

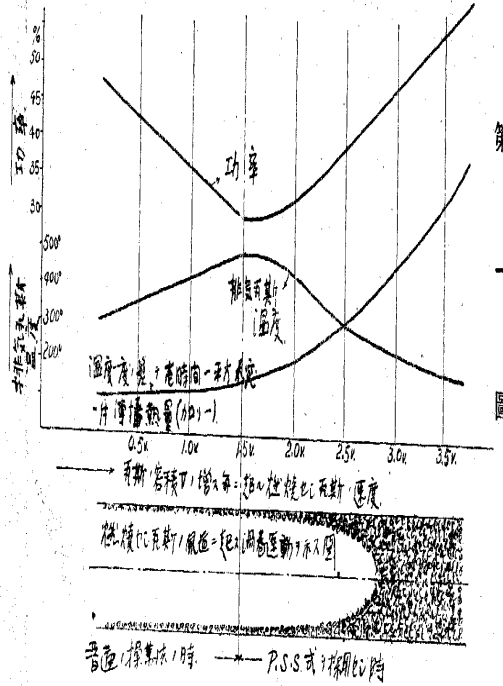


新形

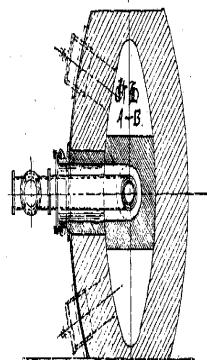
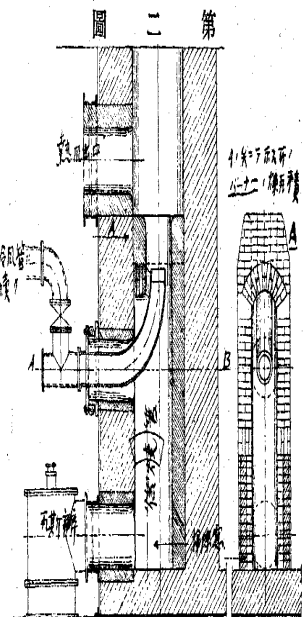
旧形



第九圖



第十圖



● ミネット地方に於ける平爐法と鹽基性ベセマー法との經濟の比較

統計示のす如く酸性及び鹽基性ベセマー法と比べて平爐鋼の生産が連續的に發展したのは次きの理由に歸着する、(一)平爐法に利用し得る鋼屑スラックの量が多くなつた事、(二)原料は殆んどなんでもよいと云ふ事、(三)裝入物中の銑鐵一噸に對する生産高が多い事(此れは銑鐵の値段が高い所では一つの重要な個條である)、(四)多くの場合出來た品物の品質が宜しい事。

獨逸の上シレシヤ及びライン・ウエストフアリヤ州では平爐法は次第に盛んになりつゝある。然るにミネット地方では鹽基性ベセマー法が殆んど専ら用ゐられて居る、此れはどう云ふわけかと云ふに此の地方の銑鐵は鹽基性法に適當な性質を有して居つて、價も廉いからである。或る工場には小さき平爐を備へてあるが此れは自分の工場で出來る鋼屑を始末する目的と、又一つには高級の鋼の需要に應ぜんが爲めである、併し鹽基性銑から平爐鋼を作る事はデューデリンゲンで二十五噸爐(ヘツシュエ法)を以つて試験的にやつて見たのみであるから、此等二法の經濟比較に就いては信憑するに足るデータを供する事は不充分である。

ミネット地方に於いて銑銑を裝入して仕事して平爐法に關し解釋すべき主なる問題は、銑鐵中の燐分を除く事と含燐鑛滓を作る事とである。ベセマー法と對照するに、平爐法に於ける燐の驅除は初め裝入物が熱くならぬ間は甚だ速いが、此の法の終り頃鋼滓中に燐分が多くなつた時分には脱燐作用は實際上止んでしまふ。斯う云ふ事實から考へて鹽基性製鋼法を二段に區分するやうになつた、即ち初め第一段では燐の多い裝入物を用ゐる鋼滓は燐分の高い鐵分の低いものとして、燐の少い鐵分を出すやうにし、次いで第二段で燐の少い裝入物で仕事し、燐の低い鋼滓(併し不幸にして鐵分が高い)を以つて脱燐鋼を作るといふやり方である。此の操業法として考へられる方法は數多ある、即ちベルトランドチール法、ヘツシュエ法、二重平爐法(傾注爐と固定爐とを結びつける)、單一の傾注爐によるもの、及びタ

ルポット法である。然し自分は此等の中唯ヘツシュ法、傾注爐と固定爐とを使ふ法、傾注爐を間をい
て使ふ法の三つか鹽基性銑て作業するのに最も適當なものと考へる。

ベルトランドチール法はヘツシュ製鋼工場で試みられた併し此の方法を仕遂げる際に實地の困
難を経験した爲めに、所謂ヘツシュ法といふ改良した方法が始められた。此の方法によると裝入物は
全く一爐の中で操業される。デューゼリンゲン及びヘツシュ工場で此の方法を二十五噸と三十噸の爐
で各行つた試験の結果を第一表と第二表とに掲げる

第一表 ミネソタ地方の工場にて行ひたるヘツシュ法の操業記録
裝入

(凡鋼塊102%の生産非合と
して鋼一噸に對する裝入)

鹽基性銑	822 Kg	806 Kg
溝 俺 鐵	6	6
鋼 屑	172	169
合 計	1,000	981

鋼一噸につき鑛石の量

初 期	終 期
瑞典鑛石	壓 延 滓
40 Kg	70 Kg
ミネソタ鑛石	ポナ溝俺鑛
40	20
壓 延 滓	
80	
合 計	
160	90

鑛石分析

	Fe	Mn	P	SiO ₂	H ₂ O
瑞典鑛石	56%	0.2%	0.75%	6%	2%
ミナト鑛石	35	0.3	0.55	8	8
壓延滓	65	0.4	—	5	3
薄庵鑛石	5	45.0	—	10	5

	Fe	Mn	CaO	P ₂ O ₅	SiO ₂	Al ₂ O ₃	M ₂ O	S
鋼 滓 I (鋼一種につき 130kg)	6.5%	6.0%	43%	17%	18.0%	3%	6%	0.67%
鋼 滓 II (鋼一種につき 160 kg)	1.2	7.5	39	7	14.5	—	—	—

	C	P	Mn	Si	S
鹽基性銑	3.3—3.5%	1.75%	1.15%	0.45%	0.93%

	半製鐵	鋼
一裝入の生産高	1.70	0.08
二十四時間の産出高	0.30	0.05
生産歩合	0.33	0.44
	—	—
	—	0.05

一裝入の生産高…………… 25噸
 二十四時間の産出高…………… 100噸
 生産歩合…………… 102%

第二表 ヘツシユ工場にての操業記録
 裝 入

鹽基性銑	750.0 kg	(良鋼塊104.42%の生産歩合として鋼一種につき裝入量)
薄庵鐵	8.4	720 kg
滿	8	

鋼 屑	241.6	230
合 計	<u>1,000.0</u>	<u>958</u>

鑛石分標

(鋼一噸に對する鑛石 217.5%)

	Fe	Mn	P	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	S
瑞典鑛石	63.70%	0.20%	1.50%				
壓 延 滓	72.73	0.57	0.02				
焙燒ソーグランド炭酸鐵鑛	47.34	8.21	0.06				
鋼 (鋼一噸に對する)	4.63%	4.76%	41.91%	23.95%	11.0%	2.10%	7.20%
鋼 滓 I (鋼一噸に對する)	14.10	8.54	40.13	7.47	13.2	2.99	7.50
鋼 滓 II (鋼一噸に對する)	14.10	8.54	40.13	7.47	13.2	2.99	7.50
鹽 基 性 銑	3.20%	1.82%	1.05%	0.41%	0.084%		
半 製 鐵	1.95	0.15	0.36	—	0.07		
鋼	0.07	0.02	0.44	—	0.055		

一 裝入の生産高.....29,570噸

廿四時間の産出高..... 119,474噸

生産歩合104.42%

若しも産出の一噸に對する裝入鐵と鑛石として加へた鐵分とを共に收入として一方に記入し、又他の一方には支出として裝入鐵中の硅素、滿俺、磷及び硫黄を除去るために許さるゝ歩減りと、鋼滓中

に失ふ酸化鐵と、産出噸數と、制し難い其の他の損失とを記入して精算書を作つて見ると、鋼滓が溢れる時の鐵分の損失と裝入抽出鑄込み及び加へた鋼屑中に不純物がある爲めなどに起因する歩減りの項目は第一表では二・八％に騰り、第二表では〇・八％に達する。實際第一表に掲げた工場の含磷鋼滓中には多くの鐵粒を含んで居つた、而して酸性鋼滓と鹽基性鋼滓とは密接して置かねばならなかつたから其れ等を分けて置く事はむづかしかつた。夫故誤りも起りやすかつた。

兩工場で用ゐられた方法中他の相違は鑛石を加へる事に存する。ヘツシユ工場にては良質の含磷瑞典鑛石を主に使ふ、然るにテューデリンゲンの工場では瑞典鑛石の價が高いから劣等の鑛石を一時的に用ゐて見た、併し廉い鑛石を使つてもミネット鑛石の如きは多量の鋼滓従つて磷分の貧しい鋼滓が出来るから値段の違は僅かなものになる。壓延滓はたとへ斯んな結果を來たす事が無いとしても塊りのまゝ裝入すると鎔解の障害となる、斯くして激しい反應を呈して爐の天井や噴出口を蝕し又屢々鐵及び鑛滓が戸の敷居を越えて流れ出す原因となる事がある。貧鑛を以つてしたる此の經驗はたとへミネット地方に於いても平爐法に向つて最良の鑛石は（少くとも反應の第一期に於いて）瑞典鑛石の硅酸の低いなるだけ磷分の高いものだといふ事を證明する。同地方に於いては斯かる鑛石（鐵六〇乃至六四％、磷一・五％）は少くとも一噸二十八志する、反應の終期に對しては無磷鑛石を使ふのが好ましい事だ、而して此の期間には尙ほ壓延滓を用ゐるための不利益の點は少ない。品質の良い鑛石を加へる事と一致してヘツシユ工場の第一鋼滓はたとへ基本の鋼滓中に動きなき標準として二四％の磷酸を維持するのは恐らく困難な事であるとしても、テューデリンゲンの鋼滓よりは磷酸分が多い。

ヘツシユ法の主なる特徴は作業の中途で一度抽出する事である。此の仕方は磷を完全に利用する事に向つて必要な條件を供する様に思はれるが、同時に此の方法はそんなに甘く行くものではない。

第一に初期の装入物を抽出した後鐵滓が薄い層をなして全爐床を掩うて残つて居る、それから又鐵をたんと損耗せずに鍋レイドルから悉く鐵滓を除去する事は不可能だから、或る割合(一五乃至二〇%)の鐵滓は必ず装入鐵と共に再び爐の中に戻つて來る。装入物中の材料に含まれてる磷酸全量中六六乃至七〇%は第一次の反應で出來る價值ある鐵滓中に取回され、而して三〇乃至三四%は終りの反應で出來る。劣質の鋼滓中に取回される鹽基性法では装入物中の磷酸の八八乃至九〇%が鋼滓の中に取りられる。ヘツシュ法に於いて残つた鐵滓は又装入物を仕上げる事の困難を増すもので硬鋼を作る際には殊更である、何故かといふに磷か戻る危険があるからである。

平爐に於いて含有磷分の利用が比較的low率であるのを補ふには磷をふくむ鑛石を加へて装入中の磷分含有量を多くし、而して價值ある高級の滓を出すことが出来るから、そうすればよろしい。斯くして例へば鋼滓中に二〇%の磷酸を持たせるには一五%を含む鑛石を一割一步五厘加へれば出来る、之に反し磷を含まぬ鑛石を使ふならば含有率は僅かに約一七七五%に過ぎぬだらう。

操業の途中で一度抽出する事から生ずる他の障害は次ぎの通りである(一)爐を取扱ふ人と起重機との勞力を増す、(二)鍋の中が激しい反應を起して鐵を屢々損耗する、此れは硅素鐵又はアルミニウムを加へてどうか防がれる、(三)時間と熱との損失即ち抽出口が閉塞されて爐が修繕される間五分乃至一〇分間瓦斯が斷たれる、それと同時に鐵は二〇分乃至三〇分間鍋の中に置かれて其の温度が攝氏で五〇度乃至一〇〇度降下する此れは後に爐の中で又與へてやらねばならぬ損失である。此の鐵と熱との損失は装入物の重さに反比例するものである、故に此の方法は大きな爐に限ると云ふ事が普通の平爐法に於けるよりも一層肝要な事である。

二重平爐法は一基の固定爐と多くの大きな傾注式の加熱混銑爐とから成立する、一例を云ふとゲオルグマリン工場に於いて磷分〇・六%を含む銑鐵を以つて行れては、併し今日に至るまで鹽基性

銑に對しては試みられなかつた。其の設備は二基の傾注式ウエルマン爐(一五〇噸と二五〇噸)と五基の固定爐(四五噸)とをふくんで居る。二基の混銑爐は三基の平爐を助け而して鎔鑛爐瓦斯で熱せられる普通の發生爐瓦斯は平爐に用ゐられて居る。鑛石を加へる割合は混銑爐には五乃至六%平爐には一%である。驅除すべき不純物の約三割乃至三割五歩は最初の反應の時に脱却する。ヘツシユ法に比べると此方法には次ぎの様な利益がある。(一)燐分高き滓は平爐に入込まざるを以て平爐中の裝入物は純粹である、而して混銑爐内の裝入は滓とよく分れて注出する。(二)滓と鐵とは混銑爐から靜に流出る、夫故鐵の損耗か少く又滓はよく碎ける。(三)中間鐵が熱を失ふ事少ない。(四)鎔鑛爐瓦斯を以つて發生爐瓦斯の一部に代用する事が出来る。

けれども鹽基性銑を以つてせば混銑爐の生産高は甚だしく違つて來る、何故かと云ふに鑛石の入れ高が一割五歩石灰石は六歩又は七歩まで増さねばならぬ事があり、同時に鐵滓の出來高は、裝入銑鐵の重さの一割七分に騰る事があるからである。他の一面に於いては平爐の生産高が増加して七五噸爐が四〇〇噸乃至四五〇噸の鋼を出だし、従つて各爐に對して二五〇噸の混銑爐を要する事がある。夫故尙且つ普通の混銑爐設備を建てる事が必要であらう、此の設備は後來に餘計な支出をのこすであらうし、又同時に鎔鑛爐瓦斯を使ふのは之れを熱するのに對して不充分だらう。

純粹ならざる裝入物で操業する事に向つて、時々仕事する傾注爐を使ふ事は自ら考へ出される、併し乍ら傾注爐は鋼滓を取出す事が易く、修繕も易く且つ固定爐の抽出口を注意する事の困難を免れる。として、此れが建設は廉くはない。傾注爐は又品質の異なる二種の鐵を供給する様に一裝入を分つ事が出来る、且つ鍋に入れた鎔解滿俺鐵を加へるのが容易である、而して燐分の戻るのを防ぎ、滿俺鐵を儉約される。ヘツシユ法と比較すると傾注爐は裝入物を移す事及びそれにつれて熱と鐵とを損失する事並びに起重機の餘計な仕事を免れる、其の外爐を後方に傾けて爐内の反應の活潑な時期に

鐵滓が溢出する危険を防ぎ得られる。

轉爐を以つてすると鐵滓全量の約八〇%が鐵の損耗する事なく移される、併し傾注爐はもつと好ましい状態を具へてゐる、即ち口が適當な形を有して居るし、鐵滓は流動性を一層よく保つし又操業は若し必要なら何回も繰返される。斯くして鹽基性銑の作業に對しては傾注爐が驚く程適用されて居る、此の目的に向つて五〇噸乃至七五噸の爐が近來澤山設けられた、其の結果は満足だと稱せられてゐるが、細かい事は未だ分らぬ。

タルボット法は奧匈國を除くと歐大陸ではあまり用ゐられて居らぬ、而して自分の考へでは此の方法は出来る鋼滓の品質がよくないといふ理由によつて鹽基性銑には適當ではない。ピーターソンに據ると磷一・八一—二・〇%をふくむ銑鐵から出來た鋼滓中には磷酸か一〇・五—一四・三%含まれるに過ぎない、而して元の鋼滓の中で不純分が少くとも一%だけ含有率を下し、同時に鋼滓の重量が出来る鋼の重量の四倍乃至四・二五倍であるから、磷酸は著るしく稀められる事は明白である。ウエルマン爐は亦僅かに一二%か一三%の磷酸を含む鋼滓を出す。

鹽基性法と平爐法との要求を詳しく檢するに先立つて、一方は銑鐵に關し又一分には製鋼爐に關して鹽基性法及び平爐法がどんな關聯的要求が有るかを引證すべきであらう。平爐に於いて裝入中の滿俺の大部分は含磷鋼滓の中に入込む、而して滿俺は多く反應の終期に裝入中に加へられる。夫故普通見受ける様な滿俺一%乃至一・三%も含む鹽基性銑を作るが如き失費(僅かではあるが)を招くのは無用と思はれるだらう。けれども他の方面から見ると銑鐵裝入物中に滿俺を加へないとミネット鑛石は硫黄が〇・一二%乃至〇・二〇%もある鐵を産出する、其の硫黄分は驅除が甚だむつかしくしかも鋼の品質を危くするものである。若し銑鐵裝入が此の硫黄分を除くために高熱で操業すると骸炭の消費高が増して銑鐵中の硅素分は高くなる、即ちこれは生産費が高くなる事を意味する、故

に滿俺を減ずる事に就ては實際の救濟法は無い。

分塊工場の關係する範圍内では色々の事情は鹽基性法が平爐法よりも有利である。即ち裝入物は極めて規則正しく仕上つて來るし、且つ總ての鋼塊は殆んど同一の熱を以つて分塊工場の方に送られて來る、夫故均熱爐を熱する事が要らなくなる。平爐では裝入物は規則正しく行かない、爐は經濟の爲め容量を大きくして置く、而して多數の均熱爐が要る、爐が大きい爲めの儲に釣合ふ位な建設費作業費も要る。

鹽基性法と平爐法とによる生産費を比較するのに、鎔鑛爐が二十四時間に一、〇〇〇噸以上を産出し従つて製鋼工場は一日に約一、二〇〇噸の銑鐵を取扱ふ場合を取つて見やう。又壓延工場の設備は粗鋼塊から製品八割五歩鋼屑一割二歩壓延滓二歩を作り出すものと假定する。二つの方法とも悉く鎔銑で仕事するものと想像する。今日進歩した鹽基性法設備は一噸につき一四封度半の滿俺鐵を使ひ生産歩合は八割九分か九割として、鋼一噸につき一・一一噸の鹽基性銑鐵を要し而して軟鋼約一・〇八噸を産出するだらう。壓延工場設備は九一八噸の製品と一三〇噸の鋼屑と二二噸の壓延滓とを作り出すであらう。

平爐設備(銑鐵鑛石法)は一噸につき滿俺鐵一三封度四分の一を費して理論上の生産歩合が一・九五％であるから軟鋼一噸につき〇・九〇七噸の鹽基性銑を要し一日約一、三〇〇噸の鋼を産出する。壓延工場は製品一、一〇五噸鋼屑一五六噸滓二六噸を作る。鹽基性法と比較して此く二割餘分の鋼が出來ると云ふのは約四〇〇噸の鑛石を費したのに基づく、而して鹽基性法で此れと同量の生産高を得るには一層大々の鎔鑛爐設備を要するだらう。若しミネツト鑛石の供給利用を増加する事が出來ないならば其の時は平爐の多大な生産力は重要な要素となる、併し若し鎔鑛爐設備を擴張する事が出來れば、來鹽基性爐の産出高もそれに應じて増す事が出來るならば、増加した生産力の値打ちは主として兩

第四表 鹽基性銑鐵 1.200 噸と總へての壓延鋼屑を以つて作業する時の裝入・生産歩合及び産出の割合

生産歩合	鹽基性ペセー法			鋼屑を用ゐる銑鐵法			銑鐵を用ゐる石法		
	89.5% 約0.6% 1063 志	96% 1.6% 159 志	107% 0.8% 1,484 志	生産一噸に付	生産一噸に付	生産一噸に付	生産一噸に付	生産一噸に付	生産一噸に付
裝入:—									
鹽基性銑鐵	44.00 志	47.96 志	35.77 志	1.090 噸	260 噸	813 噸	35.77 志	813 噸	35.77 志
鋼 屑	56.00 志	1.12 志	42.95 志	20 噸	767 噸	115.6 噸	6.47 志	115.6 噸	6.47 志
滿 鐵	200.00 志	1.30 志	1.80 志	6.5 噸	9 噸	6 噸	1.20 志	6 噸	1.20 志
合 計	256.00 志	50.38 志	80.52 志	1,116.5 噸	1,030 噸	934.6 噸	43.44 志	934.6 噸	43.44 志
裝入一噸の價	.....	.....	(46.47) 志	.....	.....	.....	.....	.....	(46.47) 志
鋼屑及銑鐵一噸の價	.....	.....	(52.96) 志	.....	.....	.....	.....	.....	(45.50) 志
瑞典鑛石	28.00 志	.....	.....	.....	.....	150 噸	4.20 志	150 噸	4.20 志
滿 鐵	42.00 志	.....	.....	.....	.....	18 噸	0.75 志	18 噸	0.75 志
所屬壓延工場の滓	15.00 志	.....	.....	.....	35 噸	20 噸	0.30 志	20 噸	0.30 志
購入壓延滓	17.00 志	.....	.....	.....	.....	87 噸	1.48 志	87 噸	1.48 志
鑛石合計	.....	.....	.....	.....	35 噸	275 噸	6.73 志	275 噸	6.73 志
鑛石及鐵合計	.....	50.38 志	56.715 志	.....	.....	.....	.....	.....	50.17 志
石 灰	12.00 志	1.80 志	.....	150 噸	60 噸	125 噸	1.50 志	125 噸	1.50 志
石 磧	25.00 志	.....	.....	.....	1 噸	1 噸	0.025 志	1 噸	0.025 志
合 計	.....	1.80 志	0.745 志	.....	61 噸	126 噸	1.525 志	126 噸	1.525 志
石 炭	19.00 志	.....	.....	.....	220 噸	220 噸	4.18 志	220 噸	4.18 志

炭、薪材、黒鉛等	.....	.....	.....	0.24	.....	.....	0.125	.....	.....	0.10	.....
合計	.....	.....	.....	0.24	0.24	.....	4.305	4.305	.....	4.28	4.28
クローム鐵鑛	65.00	.....	.....	.....	.....	1	0.065	.....	1	0.065	.....
築爐用耐火材料	.....	.....	.....	.....	.....	.....	0.90	.....	.....	1.60	.....
操業用耐火材料	.....	.....	.....	0.35	.....	.....	0.20	.....	.....	0.35	.....
苦灰石及コークター (工賃及動力等をふくむ)	.....	.....	.....	0.70	.....	.....	0.60	.....	.....	0.60	.....
合計	.....	.....	.....	1.05	1.05	.....	1.765	1.765	.....	2.615	2.615
蒸汽、電氣及瓦斯	.....	.....	.....	0.50	0.50	.....	0.17	0.17	.....	0.20	0.20
器具、豫備品在庫品	.....	.....	.....	0.40	0.40	.....	0.50	0.50	.....	0.50	0.50
直接賃金及給料	.....	.....	.....	0.95	0.95	.....	2.00	2.00	.....	1.50	1.50
その他作業費、賃金及材料費等	.....	.....	.....	1.00	1.00	.....	1.00	1.00	.....	1.00	1.00
鋼塊鑄型	.....	.....	.....	0.50	0.50	.....	0.50	0.50	.....	0.50	0.50
總支出	.....	.....	.....	.....	56.82	.....	.....	67.70	.....	.....	62.29
借方:	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
鋼	20.00	230	4.60	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
滓	3.00	(17%)	.....	.....	.....	140	0.42	.....	.....	.....	.....
	23.50	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	2.50	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
廢熱利用による蒸汽	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
合計	.....	.....	.....	.....	4.60	.....	.....	0.42	.....	.....	4.29
生産費(一般費、大修繕費、税金及減價等を含む)	.....	.....	.....	.....	52.22	.....	.....	67.28	.....	.....	58.00
					平均	67.28					

合 計	.....	.....	50.38	.....	.....	56.19	.....	.....	43.44	.....
鑛 石	.....	.....	.....	.....	.....	0.525	.....	.....	6.73	.....
鑛石及鐵の合計	.....	.....	.....	.....	.....	.....	65.715	.....	.....	50.17
生産費(一般費等をふくむ)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	67.28	.....	.....	58.00
							54.18			
鹽 基 性 銑	46.00	1.090	50.14	.....	260	11.96	.....	813	37.40	.....
鋼 屑	56.00	20	1.12	.....	767	42.95	.....	115.6	6.47	.....
溝 俺 鐵	200.00	6.5	1.30	.....	9	1.80	.....	6	1.20	.....
合 計	.....	.....	52.56	.....	.....	56.71	.....	.....	45.07	.....
鑛 石	.....	.....	.....	.....	.....	0.525	.....	.....	6.73	.....
鐵及び鑛石合計	.....	.....	.....	.....	.....	.....	57.235	.....	.....	51.80
生産費(一般費等をふくむ)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	67.80	.....	.....	59.62
							56.14			
鹽 基 性 銑	44.00	1.090	47.96	.....	260	11.44	.....	813	35.77	.....
鋼 屑	50.00	20	1.00	.....	767	38.35	.....	115.6	5.78	.....
溝 俺 鐵	200.00	6.5	1.30	.....	9	1.80	.....	6	1.20	.....
合 計	.....	.....	50.26	.....	.....	51.59	.....	.....	42.75	.....
鑛 石	.....	.....	.....	.....	.....	0.525	.....	.....	6.73	.....
鐵及び鑛石合計	.....	.....	.....	.....	.....	.....	52.115	.....	.....	49.48
生産費(一般費等をふくむ)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	92.68	.....	.....	57.31
							53.47			
鹽 基 性 銑	44.00	1.090	47.96	.....	260	11.44	.....	813	35.77	.....

鋼	層	62.00	20	1.24	.....	767	47.55	.....	115.6	7.16	.....
滿	掩鐵	200.00	6.5	1.30	.....	9	1.80	.....	6	1.20	.....
合	計	.....	.....	50.50	.....	.....	60.79	.....	.....	44.13	.....
鑛	石	.....	.....	.....	.....	.....	0.525	.....	.....	6.73	.....
鑛石と鐵との合計		.....	.....	.....	50.50	.....	.....	.....	61.315	.....	50.86
生産費(一般費等をふくむ)		.....	.....	.....	52.34	.....	.....	.....	71.88	.....	58.69
						54.88					

法を建設する比較原價によるものである。

現在に必要な程度よりもよほど大きな生産高を目的として鹽基性製鋼設備を建てるのは普通のやり方である、而して後來の擴張は廉く出來上る。

混銑爐二基と轉爐五基と瓦斯送風機とを備へて一日一、五〇〇噸を出す鹽基性製鋼設備の費用は二十五萬磅に達するだらう、それと同時に平爐の設備費は七五噸爐八つを以つて約二十八萬磅に上る、夫故後者の生産力の方が多し事は原價の高い事によつて大方釣合ふ。

一噸四四志の値段の鹽基性銑と價一〇磅の滿掩鐵とを以つて自分は鹽基性法で、鋼層を使はずに鋼一噸の價を五二志とする、又平爐法なら五七志とする、銑鐵の値段が四〇志の時には此の差は五志九片に増すし、銑鐵か四六志ならば四志六片に減る、兩方の場合とも抽出の時の廢り物はすべて再び利用する事、單に軟鋼の場合のみを論ずる事、及び設備は最新式のものだといふ事を假定しておく、鹽基性法設備には大きな轉爐と一つの瓦斯送風機と鐵滓中から鐵粒を取戻すための電磁力分離機とがある同時に一方平爐設備は七〇噸か八〇噸の爐と瓦斯發生爐に對して及び廢棄熱を利用するために蒸汽を發生する設備とを以つて調へられるだらう。

前述した生産費の著るしい差違は生産品の性質又は設備の原價の差によつて近寄せられる事が出来ない。然し價五四志の銑鐵が興へられ石炭の價は豫算一九志よりも三割高いとし瑞典鑛石はミネット地方に於いての價(二八志)よりも二割廉いと假定すると兩方法による生産費の差はなくなつてしまふだらう。斯様な状態はウエストフリアに於ける状態によく似て居る、而して何故平爐法が同地方に發展して居るかを説明してゐる。

通則として若し少しの鋼屑も外部から取引せぬならば、銑鐵鑛石法は鋼屑の定まつた割合を用ゐる、而して又鹽基性轉爐に於いて出来るだけ多量の鋼屑(約二%)を造り替へ、而して殘餘は鹽基性鑄銑二割五歩と鋼屑七割五歩との裝入を作業する小平爐設備で取扱ふのが習慣である。此等の狀況の下に一噸四四志の銑鐵を以つて鹽基性ベセマー法による鋼一噸の價は五二志三片である、或ひは若し殘りの鋼屑を平爐で造り上げられるならば五四志二片となる、同時に平爐法を以つてすると五八志になる。故にミネット地方に於いて銑鐵鑛石及び石炭に行はれる價を以つてすると、鹽基性ベセマー法にとつて著しき利益がある、夫故此の方法は運賃が甚だしく變化せぬ限り、又生産品の品質に就いて特別の要求が無くば最も適當な方法であるだらう。

(Iron and Coal Trades Review, Jan. 1915 S. U. 4E)