

鐵と鋼

第六年 第九號

大正九年九月二十五日發行

鎔鑛爐裝入物降下時間に就て

長谷川熊彦

永川啓藏

鐵鎔鑛爐内に裝入されたる鑛石、石灰石等が爐底に向て降下し還元され、鎔解され、銑鐵に變ずる迄の時間は爐操作の主要部分で、此間に起る可き冶金化學反應の如何により、降下に當つて機械的運動の如何により、爐の生産能率を變じ、製品の品質を變ずる事は一般現場員の熟知さるる所で有る。今此降下時間に關し一般理論及二、三の實例に就き評論を試みる。

一

鎔鑛爐を假りに圓筒狀なりとせば裝入物の降下は極めて簡単に説明さる。

全容積.....V

$$V = \frac{\pi d^2}{4} H$$

降下時間.....T

降下速度.....S

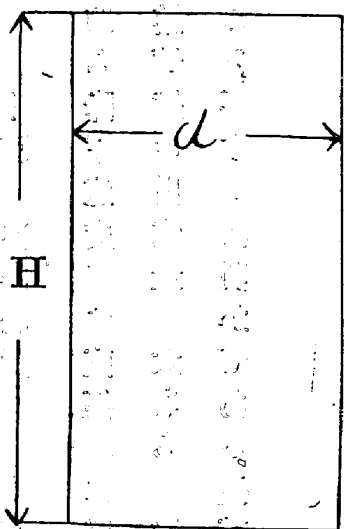
$$S = \frac{H}{T}$$

一晝夜裝入物總容積.....V'

$$\frac{V}{V'} \times 24 = T$$

$$\frac{\pi d^2 H \times 24}{4 V'} = T$$

一晝夜裝入回数.....n



鎔鑛爐裝入物降下時間に就て

一回裝入物容積…………… V''

$$V' = nV''$$

$$T = \frac{6\pi d^2}{nV''} H$$

$$S = \frac{nV''}{6\pi d^2}$$

即ち降下速度(S)は直徑(d^2)に反比例し裝入回數(n)及一回裝入物の容積(V'')に正比例する事となる。鎔鑛爐の出銑量を大ならしむるためには(S)を大ならしむ可きにして(d)を小にし(n)(V'')を大ならしむるを要するは明かである、換言すれば(V)を出來得る丈け小にし(V')又は(H)を大ならしむ可き事である。

爐に裝入せるものは以上の如く簡單に考へ得ざるも日常作業に於て爐高を一定し内容積を圓筒形に換算し假定の直徑を考へ前記(S)を推定するは差支へなき事である。

例へば ウエディング氏によれば

	内容積	T	S (米、時間)
ルールベチルク	二四三	二三・〇四	〇・七八
オーバシレシア	二二五	一九・九二	〇・六九
ノルドドイチランド	二六〇	一八・二四	〇・八九

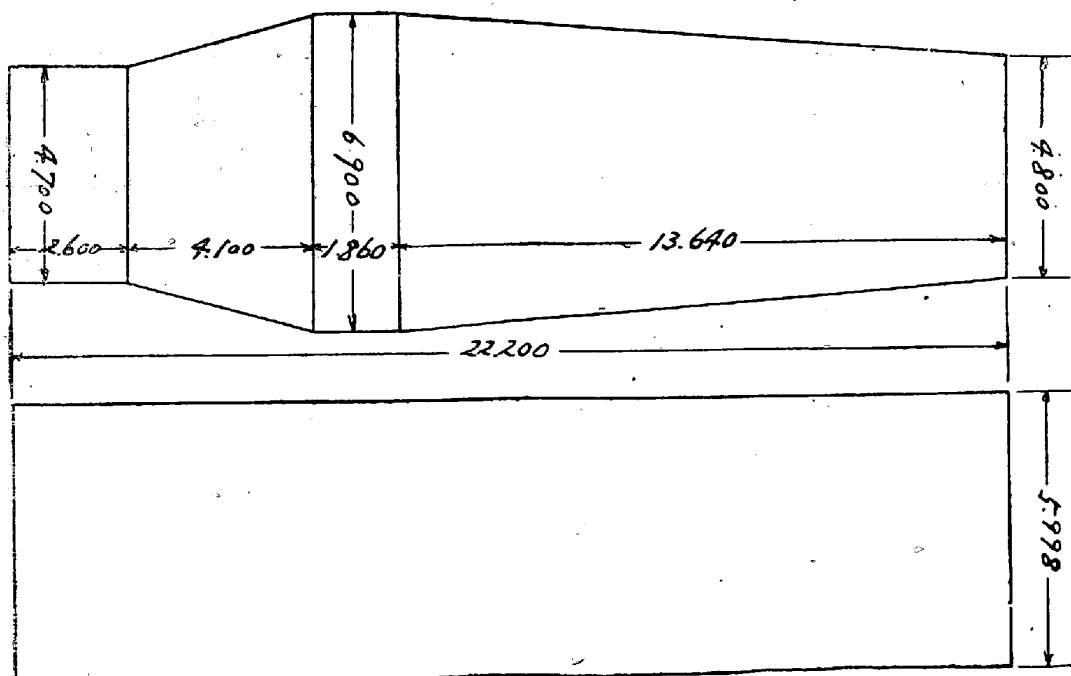
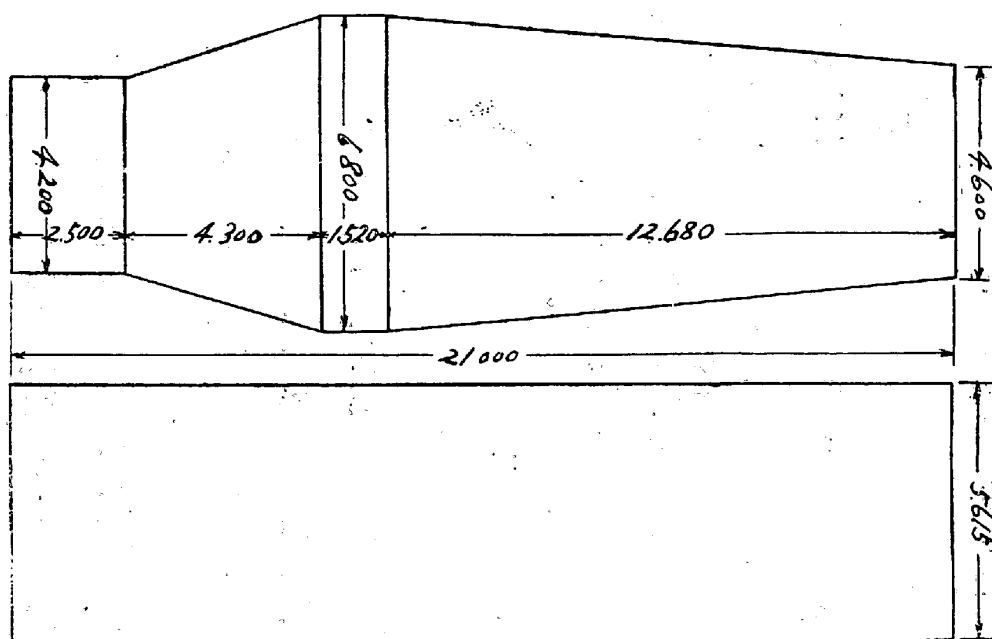
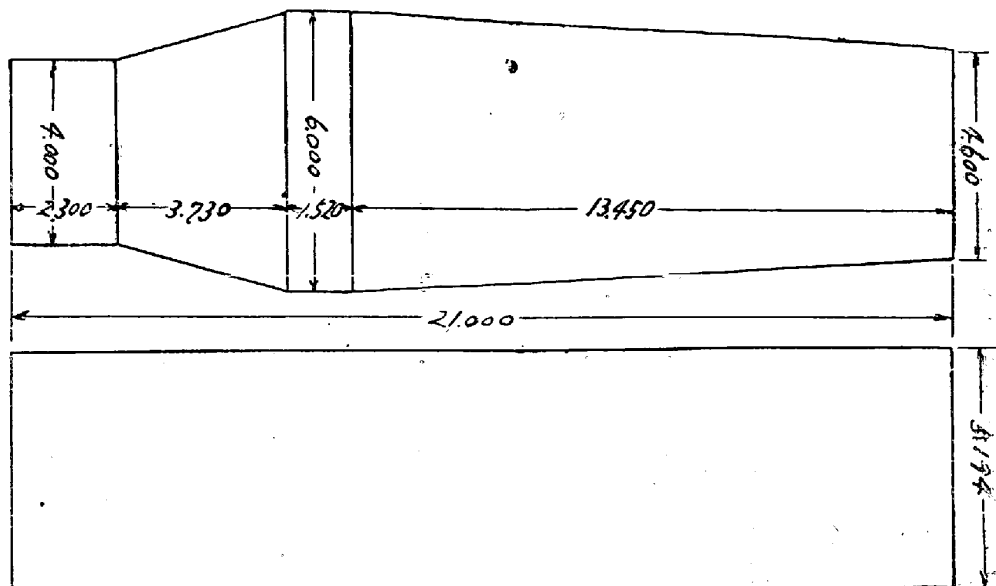
此等の例は内地の爐に就ても計算する事は容易であるが(T)を日常作業に於て計算せざるが故に多數の實例を見出すは困難である。

今八幡製鐵所鎔鑛爐の内容積を圓筒形に假定せる例を抽けば次の如し。

三

一定時間内に裝入物の量を増加するには降下時間(T)値を減ずる事となる(T)値は裝入鑛石、石灰、骸炭の種別によりて限定され又日々の氣象及作業状態により刻々變化す可きものである。

裝入されたる鑛石は爐内に於て水分、揮發分を放散し還元され次に熔解す、骸炭は其質によるも概して粉狀に變じて空隙を充し殊に爐壁に接近せる附近に於ては摩擦のため及瓦斯反應のため特に



4
粉末に變ずる傾向を認められ原容積の四分の一を減ずるといふ人もある。石灰石も亦爐内に於て炭酸を失ひ收縮し次で粉末に變ずる。かくの如く裝入物は大きなり小なり其容積を爐内に於て變化すべきであるのみならず爐況の如何によりては降下状態に差異を生ずべく從つて裝入量の増減を生ずるに至る。故に之等の關係を加味し前項説述の概説は次の如く推理することが出来る。

$$V' = \left(\frac{a}{x} + \frac{b}{y} + \frac{c}{z} \right) \quad V' \dots\dots\dots \text{裝入物總容積}$$

$a, b, c, \dots\dots\dots$ 一晝夜に對し鐵鑛、炭灰及石灰石裝入量

$x, y, z, \dots\dots\dots$ 鑛石、炭灰、石灰石の單位容積の重量

然るに爐内に於ては

$$V_i = (1 - a) \left(\frac{a}{x} + \frac{b}{y} + \frac{c}{z} \right) \quad a \dots\dots\dots \text{爐内に於ける收縮減量 \%}$$

此 (V_i) は實際計算に考ふべき値にして前項 (V) に於て考ふべきである。此等の計算様式には二三の異りたる方法があるがウエディング氏は尙簡單に説明せられ

$$C = (a + b) - \frac{(a + b)}{g} \quad \text{即ち} \left(1 - \frac{1}{g} \right) (a + b)$$

$C \dots\dots\dots V_i$ と同値 $a, b, \dots\dots\dots$ 一定出銑量に對する鑛石及炭重量

$$\text{從つて} \quad T = \frac{V}{C} \times 24 \dots\dots\dots (1)$$

同様の目的にてフェランド氏は裝入回數及一回裝入物容積より計算して T 値を見出せり。

$$T = \frac{n_1}{n} \times 24 \dots\dots\dots (2)$$

$n \dots\dots\dots$ 一晝夜の全裝入回數 $n_1 \dots\dots\dots$ 爐内容積を充すべき裝入回數

従つて

$$n_1 = n'_1 + n_2$$

n'_1 計算上内容積を充すべき回数

n_2 爐内容積の收縮により追加されるべき回数

回数 n_2 は $\frac{n'_1}{8}$ の如く計算す

故に $n_1 = 1 + \frac{1}{8} n'_1$

此方法は日々の作業に於て現場に應用するに便利である。然るに爐の設計に當り又は嚴密なる計算に於ては容積を主とする方合理的とせねばならぬ。

オーサン氏は更に鎔鑛爐生産能力と連絡をつけ次の通りの式を導いて居る。

$$P = \frac{24}{T} \cdot \frac{V}{v} \quad T = \frac{24}{P} \cdot \frac{V}{v} \quad \text{..... (3)}$$

P 晝夜に於ける出銑量 噸 V 刃口水準以上に於ける爐内容積

v 一噸出銑量に對する裝入物の爐内容積

即ち $v = v' \times K$ v' 計算による容積 K 爐内に於ける容積割合

T を降下時間とすれば

$$\text{即ち} \quad T = \frac{24V}{Pv} = \frac{24V}{v'K} \quad \text{..... (4)}$$

之れ出銑量の關係を導けるものである。

以上の計算式は何れも大同小異て歸する處は裝入物の性質及數量を知る時は容易に降下時間を決定し得べきである。

装入物の爐内に於ける容積割合K値は原料の如何、爐の大小等によつて差異を生じ各工場によつて夫々不定である。

試に從來發表せられたる數字によるに次の様なものがある。

オーサン氏報告

工場

收縮減量

爐内容積

ミネツト鑄鐵爐

三一—三五%

六九—六五%

オーバシレシア鑄鐵爐

一五%

八五%

イルゼーデル鑄鐵爐

三三%

六七%

ラインランド鑄鐵爐

一七—二〇%

八三—八〇%

エーレンベルト氏によるに

骸炭 鑄鐵爐

二五%

七五%

木炭 鑄鐵爐

二五—二〇%

七五—八〇%

ウエディング氏によるに

% (一一・一)

% (八八・九)

フエランド氏によるに

% (二・五)

% (八七・五)

即ち小は一一%より大は三三%減量に至るが故に此係數の算出如何により降下時間は趣を異にするに至るのである。

一般にK値を決定するに就き考ふ可きは次の要件であると思ふ。

- (イ) 鐵鑄中に瓦斯化するべき成分を有する場合は減量著し。
- (ロ) 鐵鑄中に可燃物及揮發分を含むものは減量著し。
- (ハ) 爐内に於て鑄石粉狀に變じ易き場合には減量多し。
- (ニ) 爐内に於て骸炭粉末に變じ易き場合には減量多し。

(ホ) 爐内に於て石灰石粉末に變じ易き場合には減量多し。
 (ヘ) 大高爐にして裝入物に高壓を加ふる場合には減量多く小高爐にありては之に反す。
 (ト) T 値小なれば減量少く反對に T 値大なれば減量著し。
 而して本邦製銑工場にありては鑄物銑製造を主とし官立製鐵所に於てベセマー銑鐵を製造するものゝ外特種類の製品を聞かず。又降下時間の比較研究等の發表せられたるものを知らず。従つて K 値の決定せられたるを聞かない。

四

八幡製鐵所に於ては從來降下時間は大は二十餘時間、小は十五時間位で歐米近世式鎔鑛爐に比し遜色なしとせられて居る。

余等は鎔鑛爐作業研究の一つとして此降下時間を計算し前述諸家の説と實地とを一層確めんと思ふ。

前述計算式(1)及(4)より

$$T = 24 \frac{V}{V_1 K} \dots\dots\dots (5)$$

V..... 炉口以上爐内容積 V'..... 一晝夜裝入物全容積

V₁..... 一回裝入容積 K..... 爐内容積割合

一回裝入爐内容積..... V₁/K

$$\frac{V'}{V_1} = N \dots\dots\dots \text{一晝夜裝入回数(計算上にして爐内にあらず)}$$

$$\frac{V}{V_1} = n \dots\dots \text{炉口以上を充す可き同上回数(計算上にして爐内にあらず)}$$

$$\frac{V}{V_1 K} = \frac{24}{N K} = \frac{24}{N} \cdot \frac{n}{K} = t \cdot \frac{n}{K} \dots (6)$$

t.....装入物の平均速度

$$\frac{T}{t} = \frac{n}{K} \dots (7)$$

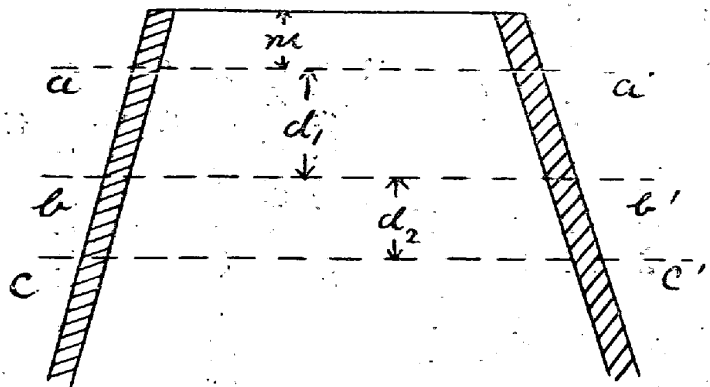
此のn値は新装入物が降下に要する時間内に於ける全装入回数である。
此(6)式は爐作業現場に於て最簡易に計算し得るの便あり。若し爐装入物一定せる場合にはnK値は既定せるが故にt値を測定する時は直にTを知り従つて各瞬間に於ける降下を知り各爐に就き比較する事も便利である。t値は爐頂に於ける降下測定により常に報告されつゝあるが故に若し爐が順調に作業さるゝとせば作業能力をも堆理する事亦簡易である。

例へば $t=16$ 分 $K=0.8$ $n=53$ とすれば

$$T = 16 \times \frac{53}{0.8} = 1060 \quad \text{即ち} \quad 17 \text{ 時間 } 4 \text{ 分}$$

爐頂に於ける降下測定は八幡製鐵所に於て現在施行さるゝものに就き例示すれば次の通りである。圖は爐頂ストックラインを示すものである。爐頂装入床より鐵棒を圓周に添ひ羽口の直上四ヶ所に懸垂し装入物の上に觸れしめて現在装入物の頂上位置を常に検査す。

此検査の結果適當に降下せる事を見定め次に新装入を行ひ空所を充すに至る者である。左圖に於て前回の装入をaa'の位置にありとす即ちストックラインよりmの距離にありとする。t時間の後bb'位置となりd₁高を降下せり。此に於て次装入を初め全装入を終りし時再びaa'の位置に戻しmを残したりとすれば此装入にt₁時間を要し且つ其間にも降下を行ふが故に前回の装入物はd₂を降りcc'に



至る即ち前回装入物 aa' の位置のものが cc' にあるべきである、 aa' は一回装入終了迄の降下速度にして $p+p'$ は降下距離である若し装入速度規則正しく進むものとすれば此 $p+p'$ は前述せる $24\overline{N}$ に相當し t と同値となるべきである。

以上の如く爐頂に於て降下状態を測定し得たりとせば該爐内の装入物が羽口迄の降下時間を計算し爐の生産能力を推定する事を得るは明かである。

以上の説述に於て装入物爐内容積割合 K 値を決定する事が必要となつて来る。即ち之に就て標準とすべき事は次の要件である。

- 一、既に發表せられたる數値と比較して推定する事。
- 二、装入物を變更し熔解抽出物に就き對照して計算推定する事。
- 三、實驗室に於て装入物の性質を試験して決定する事。

以下實例に就き簡易な評論を試みんと思ふ。

例は使用鐵鑛は大冶產磁鐵鑛を主として其他朝鮮内地產鑛石を配合使用したるもので、昨大正八年度に於ける使用割合は大凡次の通りである。

	大 冶	股 票	載 寧	安 岳	其 他
第一高爐	四八・六二%	一五・一三%	一七・四七%	八・五八%	一・五〇%
第四高爐	五五・一三%	一一・七五%	一九・二九%	二・九八%	六・八八%
第五高爐	五三・一六%	一三・一六%	一九・七七%	七・六九%	二・〇八%

備考 本表は使用鑛石の總量より計算せる割合にして大凡の使用率を知り得。

而して何れも品位佳良而も堅實なる塊狀をなし容易に粉碎されず又急激に熔結せず之等の鑛石

はミネット鑛の如く甚しく收縮するものとも考へられず從てK値の容積割合を大に考ふるは不適當である。然るに骸炭は一般に海外の堅固なる良質に比し著しく容積を減ずべく從てK値とし二五%の如きは當然ならん。骸炭は收縮を大にすべきも鐵鑛は小値となす可きものなる可く假りに前掲せる諸家の實例に就き次の如く推定を試みる。

羽口水準以上の容積中に於ける場合

鐵鑛、石灰石に對し	收縮減量	爐内容積
骸炭に對し	一〇% 二五%	九〇% 七五%

而して現在施行さるゝ裝入物實例に就き之を加味して計算すれば

一回裝入物容積の例

例

裝入物中鑛石及石灰容積	骸炭容積	合計容積	收縮による平均減量鑛石及石灰石一〇%骸炭二五%とすれば	裝入物爐内容積	合計容積に對する%	減率
一	二	三				
三・二七四	四・二七四	四・一四九立米				
五・六〇	八・四〇〇	八・七七七				
八・八七四	一二・六七四	一二・九二六				
七・一四七	一〇・一四七	一〇・三一二				
八〇・五四	八〇・〇六	七九・八一				
一九・四六	一九・九四	二〇・一九				

備考

- (一)……第一熔鑛爐八年十一月十五日
- (二)……第四熔鑛爐八年十二月五日
- (三)……第五熔鑛爐八年十一月十四日

各爐況順況なる場合の一回裝入物容積

以上は比較的重裝入の場合にして逆境に陥る場合には尙鑛石量を減じ稍々此減量割合を増加するに至る。此計算よりすれば羽口水準以上に於ける減量は鑛石對骸炭の割合により異なるが約二〇%内外と推定され得。

次に此關係を實操業に就き推理するために爐頂より特別配合を投入し其降下熔解せるものを抽出し抽出物の化學變化によりて裝入の降下を推定し其時間を基礎として此減量を推理計算すべきである。鎔鑛爐の如く複雑なる作業に有つて嚴重に推理せんことは容易ならざる事て又作業を妨害するを常とするため次の兩實驗は平常作業狀況にあつて滿俺裝入を變化せる場合につき調査し分析により抽出物の變化を見出せり、爐作業は極めて順況にして滿俺還元は常規によるものと推定して計算せる場合である。

實例一

第一鎔鑛爐（大正九年一月二十一日）

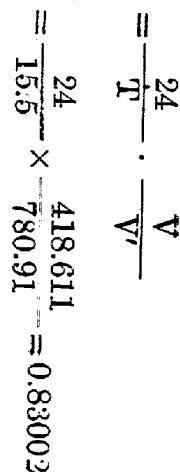
一晝夜裝入物		容 積	一晝夜裝入物		容 積
大 治	二三七・六〇〇	立米 一〇四・二一	骸 炭	二四六・四〇〇	立米 四九二・八
股 栗	一七・六〇〇	一〇・〇六	總 計	七八〇・九一	八・八七三九
載 寧 II	二六・四〇〇	一九・五五	一 裝入容積		
載 寧 I	六一・六〇〇	三八・五	裝入回數	八八	
安 岳	五二・八〇〇	二六・四	出 銑 量	二〇九・〇〇	
滿 俺	二一・一〇〇	一二・四一	送風熱度(平均)	七四五	
石 灰 石	二〇九・二九六	七六・九六九	爐頂熱度(平均)	二二〇	
計		二八八・一一			

以上の數字より V V' 等を決定さるゝが故に前掲(5)式

$$T = 24 \frac{V}{V'K} \dots\dots\dots (5) \quad V = 418.611 \text{ 立米}$$

に適用し得るのである。第一鎔鑛爐曲線圖に於て AB 位置より滿俺を増加し終に F 點出銑に於て甚しく滿俺増加を認めらる。即ち AB CD 間は分析に示され得る降下時間である。爐況順況なるが故に先づ

然るに出銑は各三時間宛に行はるゝため羽口水準に降下せる裝入物は此時間より三時間を減じたるものと推定し得るが故にTは十五時間三十分となる。



即ち爐内容積割合は八三・〇〇二

%減量は一六・九九八%となる。

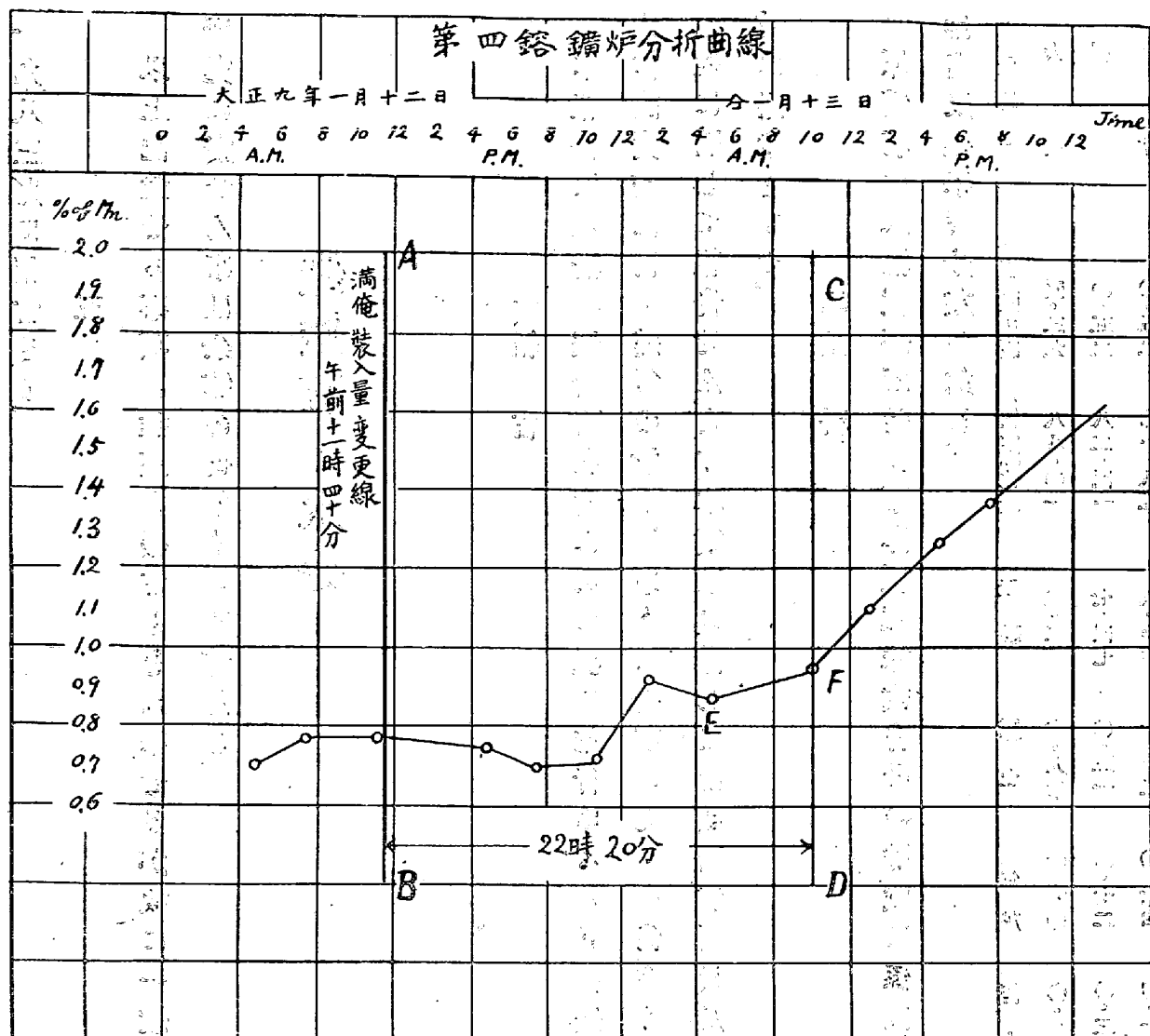
第四 鎔鑛爐

(大正九年一月十二日)

[illegible]

せば入幡製鐵所に於ける操業に於てK値は大は八三%小は七七三五%の如きものになつてT値の

鑄鐵爐装入物降下時間に就て



概炭 二六〇・四〇〇 五二〇・八〇〇

總計 七八五・八〇〇

一装入容積 一二・六七四

装入回数 六二

出鉄量 一九九・〇〇

送風熱度 六六〇・

爐頂熱度 二一五・

第四鑄鐵爐曲線にて示せる如く

分析により推定さるゝTは二十二時間二十分で羽口水準に考ふる時は十九時間二十分となる。前同様にK値を計算するに

$$K = \frac{24}{19.33} \times \frac{489.52}{785.8} = 77.35$$

即ち爐内容積割合は七七三五

%減量二二六五%

而して實驗室に於ける鑛石性質の試験及装入物の機械的運動等に至ては單純に決定する事困難なれば後日に譲る。

以上推理せる所を正しきものと

14
大小並に裝入物の性質及量の割合等によつて差異を生ずるもので平均八〇・一七%にして收縮減量一九・八三%に相當せり。

五

以上記載せる事項は推理と假定とを加味せるが故に一般現業經驗諸家の批評高教を仰ぎ鎔鑛爐研究に資せん事は余等の切望する所である。

鐵鑛石と水分

中 光 所 一

一、緒 言

本報告は八幡製鐵所研究所に於て現に施行中なる各種鐵鑛石の諸性質比較研究の一部分にして、此他諸實驗は目下進行の途中にありて全部の完成は尙多くの時日を要するか故に本編は鑛石の吸水性に關して報告せんとす、本實驗に際しては該研究所員及先輩諸士の多大なる助言に待つ事多し茲に謝意を表す。

二、試 料

原鑛石は八幡製鐵所並に東洋製鐵株式會社の貯藏に係はるものより採取したるものにて其の產地名及化學成分左の如し。

產地名	第一酸化鐵	第二酸化鐵	珪酸	礬土	石灰	苦土	酸化滿俺	磷	硫黃	銅
大 治	四・三九	八八・〇一	三・二	〇・九〇	〇・九〇	〇・八三	〇・三二	〇・〇一七	〇・一〇四	〇・一八九
殷 栗	〇・五二	八二・四一	七・四七	〇・五一	〇・七二	〇・三七	〇・三三	〇・〇〇九	〇・〇一八	痕 跡
眞 幸	〇・五二	七一・八五	八・三三	一・一三	〇・七四	〇・一二	〇・一八	〇・〇二一	〇・八五	痕 跡