

# 鐵 と 鋼

## 第九年 第三號

大正十二年三月二十五日發行

### 鋼塊製造用鑄型に就て

鹽 川 宏

鋼材製作に當りて使用せらるゝ鑄型は製材工場設備及び所要成品の形狀に従ひ種々異なりと雖も鑄型と鋼との關係は頗る密接なるものにして忽にすべからざるなり。一例として

鑄型の大さ及び其れが吸收する熱量の如何に伴ひ鋼塊の組織粒子は母體たる鑄型の種々なる形に沿ひて生育す。此れ等粒子の成生中鋼塊が鑄型より受くる影響は亦少しとせず。故に鑄型の大さは經濟的より打算し其の形狀に於ても主要部分たる熔鋼接觸面及び定盤觸面は常に凹凸、疵痕なく耐熱、耐酸、耐久力等亦必要なる條件なりとす。

鑄型の形狀と同時に其の組織成分は最も重大視すべきものなり。此れ等條件によりて物理的性質を増進するは明かなり。世上に於ける鋼の研究進歩は實に偉大にして其の緊張力の大きなものは特殊鋼として取扱はれ一般に重要視せらるゝ所なり。然るに獨り鑄鐵に於ては其の需要の範圍廣汎なりと雖も種々缺陷を伴ふものあり。

茲に於て余輩は鋼塊を製作するに當りて鑄型に對し鋼に於けるクロームを引用し應用したる結果其の組織及び優秀なる點を確め得たるを幸ひとし、該鑄型及び普通鑄型を使用しよ

り觀察し化學的成分と顯微鏡的組織により其の耐熱、耐酸、耐久力なる諸性質が那邊に基因するやを別項所載の順序により聊か記述せんとす。

#### 一、化學的成分より見たる鑄型

熔鋼が母體たる鑄型より蒙る影響は第一は鋼塊の容貌上に來り、第二は鋼塊の内容にして此れ等鋼塊の組織粒子の成育をして適切ならしむるに就ては少なくとも左記條件を旨とし製作上の基準たらしむるを要す。即ち之を左の如く區分す。

- (a) 鑄鐵中の諸元素の適當含有量
- (b) 化學的成分と耐熱及び耐久力

(a) 鑄鐵中の諸元素の適當含有量  
鑄型材料たる鑄鐵の化學的成分の要素は炭素、硅素、磷、硫、クロームの四成分とし他の夾雜せる諸元素は出來得る限り少量なるを欲すと雖も場合に依りては前記主成分の補足として多少の含有は許容するも亦有利なり。

(イ)炭素 鑄鐵中に含有せらるゝ炭素は二種に區別せらる、遊離炭素、化合炭素之なり。兩者總和たる全炭素としては二・五—三・五%を適當量とし遊離炭素と化合炭素の含有せ

らるゝ割合は七對三を最大とし漸次化合炭素は少量なるを好しとす。されど遊離炭素のみに依るときは鑄型は多孔質に富み之より種々の障害を伴ふ恐れあるなり。故に全炭素中一割乃至二割は化合炭素なるを要す。若しクロームを含有せしむること三割或は其以上に上るも之がため大なる脆弱性を伴ふ患ひなしとす。されど安全を計らんには此の三割を以て最大限度とすべきなり。

(ロ) 硅素 鑄型材料中には硅素の適當量を必要とす。諸種の鑄鐵中には多量の不純物を包含し之がため流動性を阻害すること大なり、酸素も又同様なる悪影響を齎すなり。かゝる障害物を排除し成品の容貌を最美ならしめ適當量の遊離炭素を得るために硅素は必ず含有せらるべきものなり。元來硅素は熔鐵中にありて鐵の凝固より冷却に際し能く炭素を驅逐遊離し或は遊離の状態を保持せしむる性質あり。されば鑄型等の鑄入に際し遊離炭素をして過剰に化合炭素化するを防ぎ或は化合炭素をして適量に遊離炭素化せしめ依て脆弱性を惹起せしめざるため硅素は最も重要なものにして其の適量は一・〇—二・〇%とす。硅素一・〇以下の少量なる時は之等の能力極めて微小にして爲めに化合炭素の存在を大ならしめ、又二・〇%以上の多量なる時は其の量の増加するに従ひ化合炭素の分解著しく終には炭素の全部は鑄鐵の冷却關係と共に黒鉛化し化合炭素の痕跡を認むる能はざるに至り鑄鐵は多孔質となり材質は軟弱となるなり。之等兩者の性質を調和せんが爲め硅素の適量を必要とするなり。

(ハ) 滿俺 滿俺は鐵と能く親和力を有し鑄鐵をして緊強力を保有せしむるに有用なりと雖も硅素並に硫黃の鐵中に入る

を妨げ且つ黒鉛の分離を阻害し熔融状態に於ては硅素と反比例する者なれば硅素と同時に多量なるを望む能はざるなり。

何となれば滿俺の多量なる時は硅素を多量に酸化せしめ鐵より驅逐すればなり。然れども鑄鐵中の含有量に比例し夫れ自身も酸化を免れざるなり。依て鑄型中の滿俺含有量は〇・五—一・五%を適量なりとす。若し熔鐵中に滿俺一・五%以上を含有する時は前述の如く硅素の酸化を助長し活動性を減殺するを以て已むなく高熱に處理せざるべからざると同時に炭素の黒鉛化を妨げ從て鑄型は緊強性に富むと雖も靱性を減少し熱の激變に際し不測の裂罅を生じ易き缺陷あるなり。

(ニ) クローム クロームは鐵、炭素、クロームの化合物を成生し鐵中にありて各粒子間の粘着力を増加し鐵に強靱性を與へ且又酸素に對する親和力も俱に滿俺より遙かに著しきものなり。されど鐵中に含有せしむべきクロームには一定の限度あり。若し過剰に含有せしめんか鐵の硬度を多大ならしむると共に靱性を減少し意外の不結果を見ることあり。此の化合に就き學者の諸説に従へばクロームは恰も鐵滿俺系に於けるが如く鐵並にセメント中に熔解し炭素に對する鐵の熔解能力を大いに増加せしむ。然して此の變化は温度と平行するものなれば灼熱温度の高き程益々冷却の際臨界點は低下す。而して之を極めて徐々に冷却せしむるときは猶融合せざるクロームの爲め之れが炭化物の分離を阻止するを以て熔鐵は密度高く即ち粒子は比較的小なり。此等小なる粒子間に於けるユークチックより析出したるセメントは終に分解し黒鉛を成生す。之が滿俺により成生せられたるものは其の形小なりと雖も針狀又は稍曲線を現はすなり。然るにクロームに

於ける其の構成はパーライト中に俗に菊目形と稱するもの或は渦巻き又は曲線状を呈して連続せざる黒鉛を現はすなり。即ち満俺と大いに異なる點にして事實満俺は脆くクロームは其の適當量を得ば強靱性に富むは明かなる所なり。之に依りて見るもクロームはセメンタイトの溶解並に分解に對して大なる抵抗性を有するは明瞭なるべし。依て鐵分子間の結合に於ける真相も又其の強固なるは推知するに難からず。事實に於て普通鑄鐵よりも耐熱、酸耐、耐久力の著しく高位にあるは明かに證明する所なり。

而して此等の事實を鑄型に應用せるは其の含有量 $0.05 \sim 0.50\%$ に於て最も良成績を得たり。若し $0.50\%$ 以上の高率に含有せしめんか性質上熔銑の流動性を阻害し成形上容貌を粗悪ならしむ。又流動性を與へんとせば高熱に處すべき缺陷を伴ふものなり。依て其の適量は鑄鐵の組織を一定するに有用にして黒鉛の配置を變更せざる特徴あり。後章顯微鏡的試験に於て詳述する所あるべし。

### (b) 化學成分と耐熱及び耐久力

高熱を有する熔鋼を鑄入し凝固せしめたる鋼塊をして其の形狀は固より其の實質をして遺憾なく充實せしむるに鑄型は與つて力あるものなり。熔鋼の溫度は普通 $1,350$ 度乃至 $1,500$ 度に位し冷却に連れて鑄型接觸面其他周邊より熱を放散すると共に化學變化を惹起す。鑄型は斯かる變化に依り惡影響を受けざると共に斯かる程度の高熱に $30$ 分以上時としては二時間以上にも曝露せらるゝとも尙容易に變質せざるが如き元素を含有すべきものなり。

(一) 黒鉛炭素は耐火度極めて高位にあるものなれば此の

點に關しては鑄型中諸元素の第一位に置くべきなり。他の諸元素並びに夾雜物と雖も耐火の用に供する場合あり。されど黒鉛炭素の過剰は前述の如く多孔質を伴ふ缺陷あれば從て一定の限度を定むべきなり。多孔質なれば鑄型は灼熱を受くる時其の微孔を透して酸素侵入し鐵を酸化せしむるに至る。

鑄鐵中に存在する化合炭素即ちセメンタイトは灼熱せらるゝ時分解作用を起して黒鉛を遊離成生するを以て其の行程中鑄型の膨脹變形を誘引す。然るに此の變形狀態は常に一律の下に非ずして不平均なる灼熱に依り常に不規則なるものなり。鑄型の灼熱は主として内面より初まり其の灼熱の中心に相當する部分は上記の膨脹變形最も甚しく冷却の際生ずる收縮作用と相俟つて遂に鑄型に裂罅を生ずるに至る例夥しく且つ化合炭素の多量は鐵の硬度を増し脆弱性を伴ふなり。

(二) 硅素は黒鉛炭素を成生せしめ鑄鐵を柔軟ならしむると同時に成品の容貌を優美ならしむる特徴を有す。且つ硅素は能く酸素と化合し易きものなれば鑄型が熱行爲の熾んなる熔鋼と接觸せんか容易に酸素を誘致して粗鬆なる黒鉛の微孔を透して容易に酸素は鑄型中に侵入するなり。又鑄型が數度の灼熱に遇ふ時は黒鉛は漸次消滅し其の一部分は細粒なる遊離炭素並に不完全なる化合炭素の形に變じて鐵中に散布するに至る。如斯して鑄型の酸化を容易ならしむるが故に硅素は其の黒鉛の成生を計る必要量に限定するを要す。

(三) 満俺は既に述べたる如く鐵に對し親和力大にして能く強靱性を増大する性質あり。然るに満俺含有量 $0.6\%$ 以下にして化合炭素比較的高き時(全炭素の六分の一以上)は其の鐵の硬度に伴ふ熱の激變に脆く裂破し易し。是れ鑄型内の

粒子間に於て滿俺によりての結合未だ充分ならざる例證なり。之に反して若し多量に存在する時は黒鉛の發達を阻害するのみならず熔鋼と融合し易き傾きあるなり。即ち其の一例として極めて高熱なる熔鋼が鑄型と接觸せる場合直ちに其の接觸面の一部を熔融し去る。此等は多く高滿俺を含む鑄型と高硅素の熔鋼との接觸磨擦の際惹起する現象なり。

(四) クロームは鐵、炭素と結合して特殊の化合物を形成し滿俺より遙かに強靱性を賦與し且つ耐熱作用高く高溫灼熱に際し鐵と分離せざる特徴を有す。然るに之を鑄型に多量に含有せしむる時は大いに硬度を増し熱の激變に對し不慮の失敗を招く恐れあるに依り之が鑄型の對熱度は他の成分と相俟つて中庸を可とし即ち其の硬度を大いに増加せざる程度に止むべきなり。されば實驗上よりはブリネル硬度計にて二〇乃至二八度なるを適當とす。此の程度に含有せしめ且つ處理し得たる時は其の耐火、耐酸、耐久力は著しく高位にありて比類なき成績を表はすなり。

(五) 磷は熔融鐵に流動性を與へ鑄造物の外觀を美術的に優秀ならしめ硅素に類似せる特性あり。されど鑄鐵の強靱性を害すること大にして且つ熱の激變に耐ゆるの力を低下する一大缺點を有す。即ち鑄型の赤熱以上の溫度に於ては何等の強靱性なきのみならず熔融點を異にする他の元素間にありて鑄型の冷却に伴ひ收縮に際し其の行動を異にするを以て脆弱性を與ふるなり。故に其の量は〇・二%以下なるを要す。

(六) 硫黄は鑄鐵中にありて有害無益の元素なり。即ち熔鐵の流動性を害し黒鉛の遊離を妨げ且つ鐵中に硫化物を構成せしめ熱脆性を與ふるが故に鑄型中には其の量最も小なるを

要す。

(七) 銅は炭素の高き鐵より隔溫分離作用を營み得べき性質を有す。依て鑄型が銅を含有する時は銅は先づ硫黄と化合物す。何となれば其の硫黄に對する親和力は鐵及び滿俺の硫黄に對する親和力に比し大なればなり。且つ又銅は熱の良導體なれば灼熱に際し常に鐵の膨脹を惹起し同時に冷却に際して急に收縮を誘致する性能あり。故に鑄型に〇・二%以上含有する時は相前後して來る灼熱冷却の兩作用により其の熱作用の大なる部分たる即ち鑄型の内面に小龜裂を與へ〇・四%以上なる時は灼熱度小なる時に於ても大龜裂を生ずる因をなすなり。

## 二、鑄型使用回数と化學成分

鑄型の使用回数所謂熔鋼鑄入回数は鑄型の化學成分と相俟つて其の顯微鏡的組織を考慮すべきものなり。即ち鑄型は高熱の熔鋼を鑄入せられ而して其の回数を重ねるに従ひ部分的に不均一なる灼熱に遭ひ爲めに最初の組織と全く異なる又は部分的にも各々相違せる組織を有するに至る。熔鋼の外部に向ひて放出する瓦斯及び熔鋼の酸化物によりて鑄型は熔鋼と接觸中容易に化學的反應を惹起し其れ自身に酸化し局部的熱の公差の爲め龜裂を生ずるあり。

今酸化作用充分に行はれずして使用中直ちに裂破せる鑄型を示さん。

第一表

符號	容量	使用回数	化合炭素	遊離炭素	硅素	滿俺	磷	硫黄	銅	摘 要
A	100	1	0.110	0.285	0.41	0.173	0.002	0.085		底部より縦に大裂破せり
B	100	1	0.086	0.255	0.33	0.36	0.045			同

C 〇・八 九・〇二五 二・九一〇 二・二二〇 〇・四二〇 〇・二六六 〇・〇二五 〇・二二五  
 D 六・〇 一三・〇二四 三・二一〇 一・六六九 〇・九四〇 〇・七五五 〇・〇二二 〇・三三〇 同

此等は比較的成分の配置宜しきを得ざりし爲めにして其の破損と化学成分とを比較し案ずるに其の複雑なる成分中主として左記の條件に基因す。

- 一、化合炭素比較的過剰なる時
- 一、全炭素の少量なるに拘はらず硅素の多量なる者
- 一、磷の含量〇・二%以上なる時
- 一、銅の含量〇・二%以上なる物

此の鋼塊製造用鑄型は其の鑄造に當り耐火物の鑄型にて製作せらる。其の製作に際して鑄入時に於ける耐火物鑄型と高温にある熔銑との關係は鑄造物に大なる影響を與ふ。若し此の時の鑄型が多量に且つ急速に熔銑の熱量を吸収する時は成形物なる鑄型の接觸面（其の鑄入時の鑄型温度と鑄熱の高低により異なりと雖も）は甚しきは深さ五耗乃至十五耗は稍々冷剛に近き異なる結晶を現はし鋼塊製造用鑄型使用中短命なる破損の一因となる。此れ等内外により異なる所の粒子を均等ならしめんがため焼鈍法を行ひて稍々鑄型の命數を増大するを得るも既述の如く此の灼熱は能く組織を變態せしめ同時に酸化の度速進し従つて鑄型は急激の龜裂なくして相當の持續回數を保ち經濟的になり得。然れども鑄型自己の酸化は鋼塊の組織形狀を粗惡ならしむるの因となるなり。即ち次表は成分の配置稍可なるものを示し其の一例となせるなり。

第二表

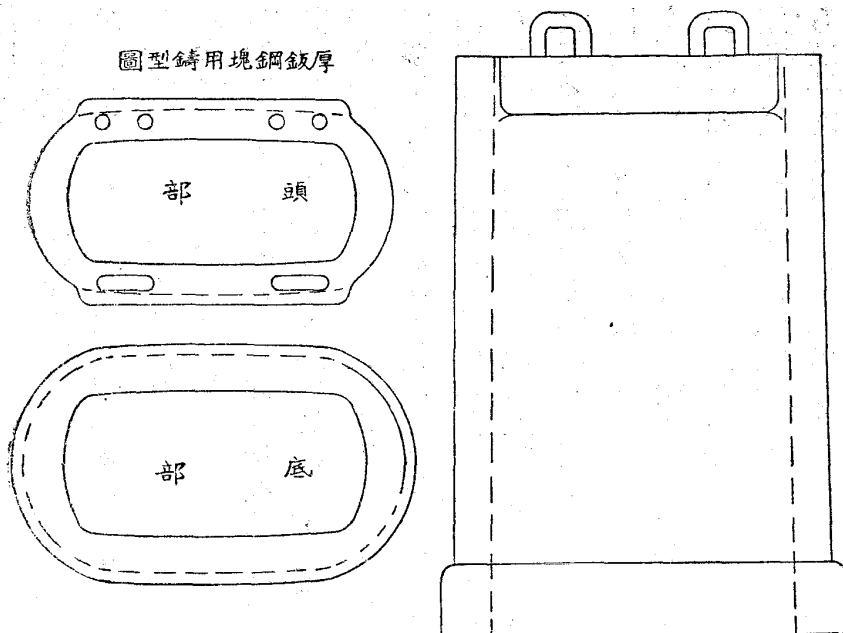
符號	容量 回數	使用 回數	化合 炭素	遊離 炭素	硅素	滿俺	磷	硫黃	銅	摘 要
E	七〇	六三	〇・五三	二・八五	一・六二	〇・七二	〇・四九	〇・三三	〇・二〇	底部より堅に大割を生じ酸化の度甚し
F	五〇	六〇	〇・七六	三・〇三	〇・九四	一・三九	〇・三九	〇・二九	〇・一五	中央部横に大割を生じ酸化一層甚し
G	三〇	九三	〇・二七	二・九六	二・七二	二・八二	〇・三三	〇・四二	〇・〇〇	同
H	二〇	九三	〇・四六	二・六四	一・九八	〇・四〇	〇・二六	〇・三〇	〇・三二	同

本表に示す鑄型は使用回數多く第一表と反對の傾向あり。第一表にては鑄入回數未だ淺きに堅に大割れを生じ廢品となりたるに反し、第二表のものは最初に其の破損を免れたるに依り壽命長く最後に其の内の一箇を除く外中央横に裂罅を生じ廢品となりたり。此れ等の現象は鑄型が漸次灼熱回數を重ねるに連れ酸化進行し爲めに鑄型は内外に於て甚しく性質を變ずるが故に最も變化多き外部より中央部横に裂罅を生ずるに至る。中部横に龜裂の生ずるは上下は其の變化比較的少き爲め鑄型の膨脹、收縮に際し此の部分は上下部分の應力の境となる故なり。龜裂を生ずると共に酸化の度は深くなり二十五耗乃至五十耗は肉眼的黒色に變じ其の表皮より五耗乃至十五耗は全然鐵滓化し遂には鋼塊の表面に融着し剝脱す。此の酸化の度合は鑄型容量の大小及び形狀等に依りて夫々異なりと雖も第一圖の形狀を有する鑄型に於ては概ね第二圖乃至第五圖の如き結果を示す。

三、鑄型の使用回數と酸化物

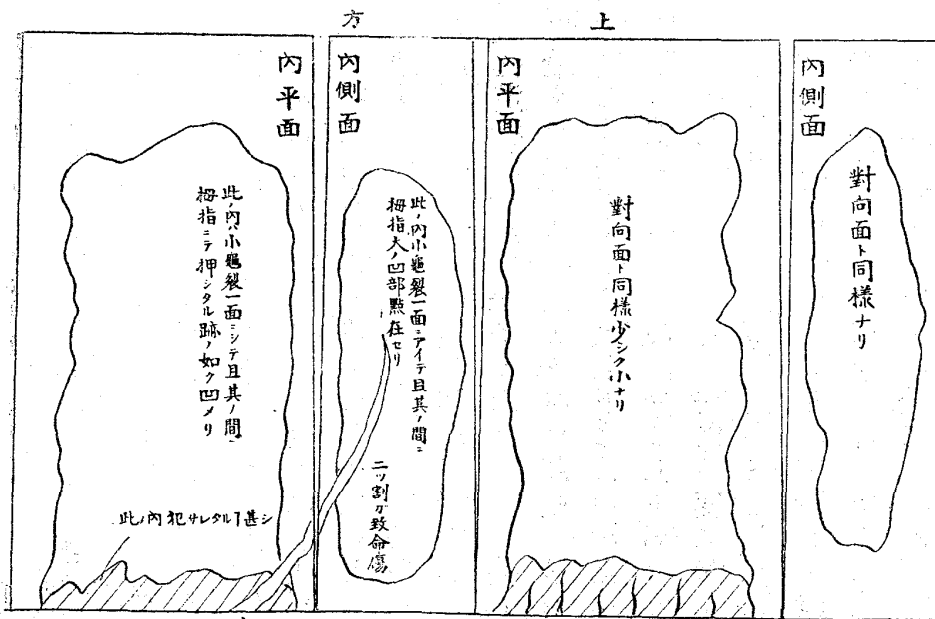
鑄鐵に依りて鑄造せられたる鑄型は熔鋼鑄入作業十回以上に達する時は高温灼熱の爲め漸次熔鋼接觸面より酸化を初め

圖 一 第



鐵  
と  
鋼  
第  
九  
年  
第  
三  
號

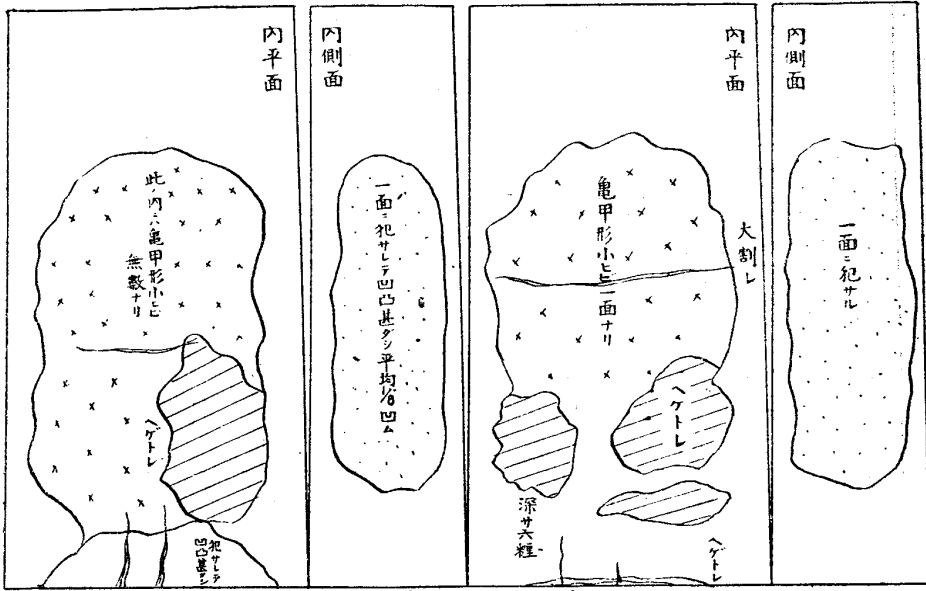
(E) 圖 二 第



回 三 十 六 用 使

(F) 圖 三 第

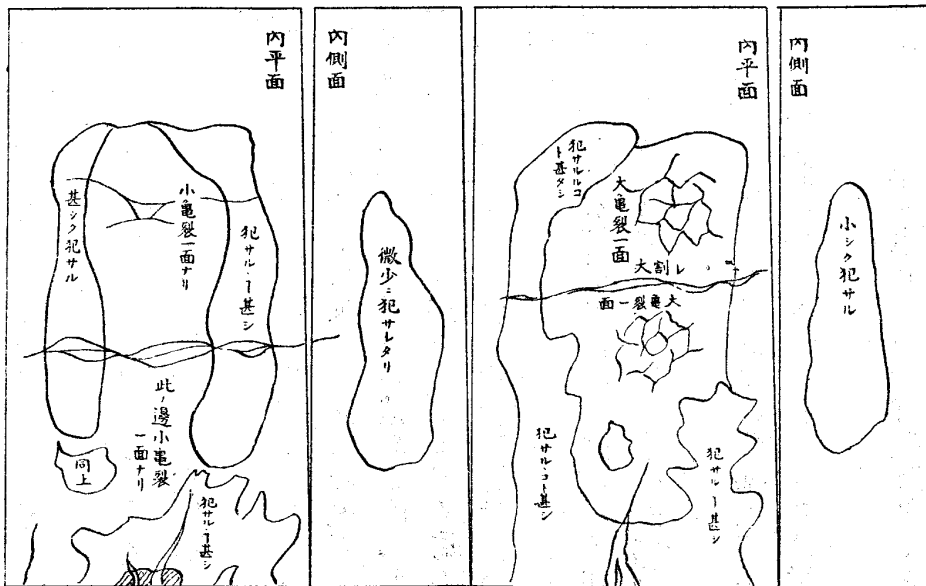
方 上



方 下  
回 六 十 七 用 使

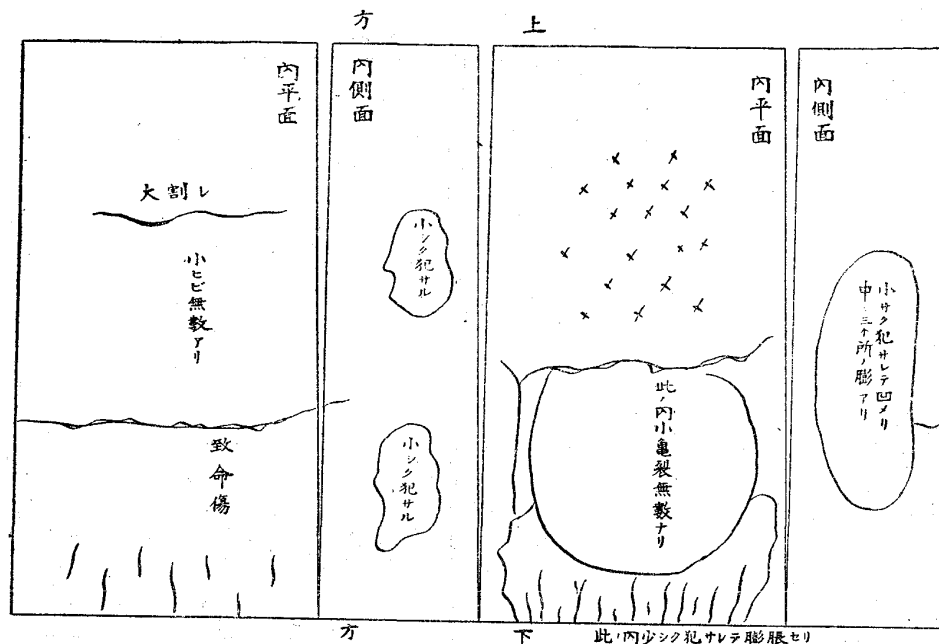
(G) 圖 四 第

方 上



方 下  
回 二 十 九 用 使

(H) 圖 五 第



回 三 十 九 用 使

四十回乃至五十回に至れば深さ七耗乃至十五耗は全く酸化鐵其他不純物の凝集をなし鐵滓化し鑄鐵相互の結合力を減少し龜裂を生じ或は侵蝕せられて凹凸の面に變ず。尙進んで鑄入回數を重ね使用する時は熔鋼と融着するに至る。  
 此の鑄型の内面に生じたる酸化物の定量は左記の方法にて採取せる試料に依る。

一、鑄型使用回數は三十回より百回に達し各々容量の異なる鑄型二十箇を選べり。(但し其の容量と回數は順序不同なり)。

一、試料採取場所は鑄型内面にて底部より上方へ百耗乃至二百耗の範圍にして且つ左右は何れも鑄型の縦斷線に沿ひて中央部を採取せり。(間隔に於て多少の差あるは鑄型の長さ異なるを以て其の熱影響の程度を略々一定にする爲めなり)。

一、深さは鑄型の内面より何れも十耗に達せしめ廣さは約六十耗平方以内なり。

以上の場所より得たる分析結果は第六圖に示す如く、使用回數の大なる即ち灼熱度數の増加に従ひ漸次酸化物を増加せり。

本試験の鑄型に鑄入せられたる熔鋼は鹽基性製鍊に依るものなり。之が酸性なる時は自ら趣きを異にするは推論に難からず。

又鹽基性製鍊に依る熔鋼中硅素の含有痕跡なるとき鑄入し造塊後鑄型内面に残留附着物(一種のスケール)を採取す其分析の結果は次の如し。

鐵	炭素	滿俺	硅素	燐	硫黃	銅	試料採取の場所
九〇.三	二〇.四	〇.六	三.二	〇.一四	〇.〇三	〇.〇七	鑄型内面熔鋼接觸面の上部



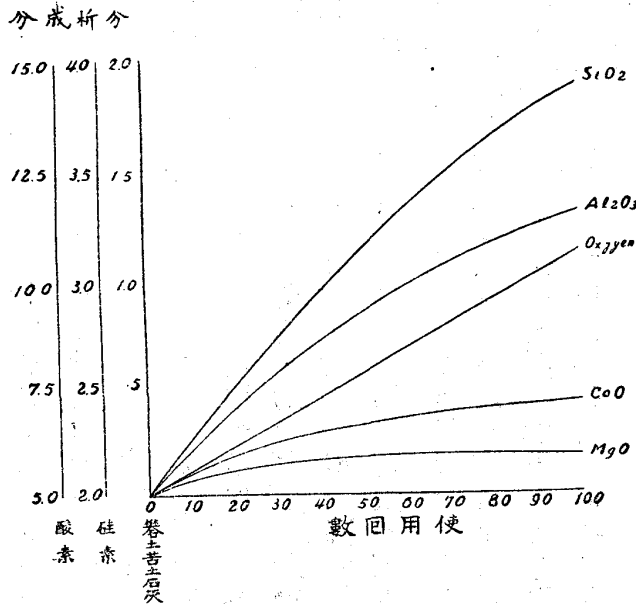
九二・三三 〇・三三 〇・六四 二・〇五 〇・一五 〇・三三 〇・〇三 下部

以上の成分より觀察する時は此の附着物は鐵分に富める鐵滓なり。之は鑄型と熔鋼とによりて鑄入時に惹起せる物理的行程に於ける化學的反應による結果なるは其の成分の配列に依り明かなり。此の際鑄入せられたる熔鋼は次の成分を有せり。

炭素の二% 滿掩の四% 硅素痕跡燐の三% 硫黄の二% 銅の二%

圖 六 第

線曲收吸物化酸ト數回用使型鑄



一般に鋼より瓦斯と共に吐き出さる鋼滓は其の量少しとせざるも前記の分に於ける其の量は鐵、硫黄、銅を除く外鋼塊に比し甚だ多量なり殊に硅素の如きは其の鋼中に含まるゝ微量なるは以て鑄型中の成分も俱に化學反應により添加せられたること明かなるべし。上部と下部にて成分の差あるは其の

鋼塊製造用鑄型に就て

熱作用と物理的行程に於て如何に變化あるかを自ら了解せらるゝと同時に鑄型の酸化も自然明白なるべし。

#### 四、鑄型の顯微鏡的組織と持續回数

鑄型材料たる鑄鐵は普通機械器具に用ゆる鑄鐵と使用上より自ら異なる成分及び組織を有すべきなり。前者は熱に對して後者は力に對して抵抗し耐久力を保持すべき性能を有する如く製作す。殊に前者は均一なる成分組織を有し高温灼熱に際して容易に變態を來さざるを以て原理とす。

抑も銑鐵を熔解して鑄型材料を製作するに當り他の金屬を配合するは其の精鍊作業中種々の化學反應に依りて失はるゝ元素の補充と同時に必要なる組織の構成を目的とするなり。即ち鑄鐵の組織は黒鉛の成生、配置を主眼とし依てパイライトの出現を一樣ならしむるに努む。殊に鑄造後の冷却關係の如何に依る夾雜物のユークチックの成生は最も禁物なれば之が成生を排除すべきなり。以下鑄型の顯微鏡試驗より元素、組織並に耐久力の如何を解説すべし。

檢鏡面第七圖乃至第十圖に顯はれたる組織の鑄型は何れも命數短小にして豎に裂罅を生じ使用に堪へざるに至れるものなり、即ち第一表中に記載せるものと同一なり。

第七圖(A)は鑄型の裂目の發端に當りて内部へ向ひ十耗深さの點にして顯はれたる黒鉛は膨大なり。如斯組織は多くの場合他の部分と甚しく異なるを通例とす。其例證として全炭素に比し硅素含量多く由つて黒鉛化を自由ならしめたるは即ち滿掩含有量の僅少なる事實より推知し得べし。且つ熔解鐵の成分中鐵の流動を阻止する元素稍乏しく加之多量の硅素に依りて一層流動性を増す。而して鑄造せらるゝや熔融は其の耐

火物鑄型中に於て凝固するに當り内外の冷却速度甚しく異なるを以て不均等の組織に陥り易し。其の結果本圖の如く最初の鑄入時に於て既に裂罅を生ぜり。

第八圖(B)は第七圖に比し黒鉛の形狀稍小にしてパーライトの地面に一樣に分布せるも尙ほ理想より形狀大にして扁狀なる嫌ひあり。斯くの如きは鑄鐵の組織上最も忌避せらるゝ所なり。而して成分中化合炭素多く燐並びに銅に富めるは明かに高温灼熱に際し熱の激變に對する抵抗力の缺乏せる事實にして熔鋼鑄入第二回に於て裂破せるは即ち首肯し得べきなり

第九圖(C)に顯はれたる黒鉛は恰もテンパー炭素の形狀を採り白地はフェライトなり。此れ等の現出せるは鑄造物が冷却せらるゝに際し充分なる黒鉛の發達を期せずして急冷せられたるが爲めなり。此れを成分上より見るに第七圖の如く硅素量多く且つ滿俺の少量なるに拘はらず黒鉛炭素の稍少量なるは既に熔鐵鑄入に際し其の耐火物の鑄型によりて急冷せられたる實證たり。尙燐の含量の高率なるため容量小なる本鑄型が鑄入第九回位にて破損せるは檢鏡面の構成組織と化學成分とを對照し鑄型成形前後の熱取扱ひが如何に拙劣なりしかを推察し得るなり。

第十圖(D)に顯はれたる黒鉛は細長くして能く連續せり。元來黒鉛の存在は總て孔を有するものなれば黒鉛の量を増加するに從ひ多孔質に傾くは既に明かなる所なり。而して本圖のパーライトは能く黒鉛を包みて發達成生したれど前述の如く扁狀黒鉛は禁物なるものなり。剩へ本圖の黒鉛の成生は小なりと雖も能く連續分布し爲めに鑄鐵中の微孔が連絡するに至れるなり。此れ等の缺陷により使用回数僅かに二十回にして

破損せるなり。

第十一圖に顯はす鑄型の試料は鑄型の頭部外面より深さ五耗の場所より得たるものなり。而して製作後攝氏約六百乃至七百度の溫度を與へ約二十時間に涉り軟化せしものなるが故に元來檢鏡面に顯はれたる粒子は小にして黒鉛も亦小なりしも軟化のため黒鉛は殆んど消滅しパーライトは僅かに淡黑色に一部分を含むるに止まるに至れり。圖中無數の黑色粒の點在せるは鐵の酸化物なり。如斯組織を有し且つ軟化せる組織を有する鑄型は使用中不時の裂破を蒙る恐れなしと雖も鑄型の内面即ち熔鋼接觸面にて其の灼熱度數の加はるに連れ酸化作用の進涉甚しく從つて鋼塊に影響を及ぼすことも亦考慮すべき點なりとす然れども本鑄型は特に其の壽命測定の見地より能ふ限り使用を繼續せる結果鑄入回数七十六回を數へたり。之がため第三圖に圖示せる如く内面より深さ五十耗の範圍は一見黑色に變じ同表面より深さ七耗乃至十五耗は全く鐵滓と化し或は剝脱し終に甚しきは鋼塊の表面へ融着せるに至れるものなり。即ち第二表中(F)の成分と相俟つて異なる檢鏡面に示す明かなる事實なり。

第十二圖にては稍良好なる組織を示せり。第二表(H)の如く成分中全炭素稍小なるも其の配列狀態宜しきを得、鋼の含量稍多量なるに拘はらず九十三回使用し得たり。

蓋し鑄型の容量小なるも與つて力あり。而して第五圖に圖示せる如き酸化及び裂罅を生じ廢棄せられたり。即ち化合及遊離兩炭素の配置適當なる爲めにパーライトの發達を完全ならしめたる結果なり。

##### 五、鑄型の灼熱回数と顯微鏡的組織の變態



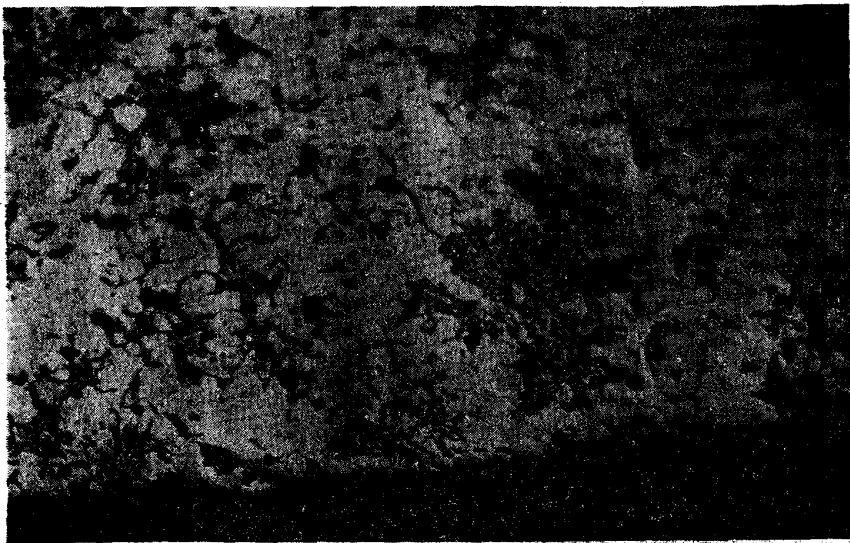
(A) × 100

第七圖



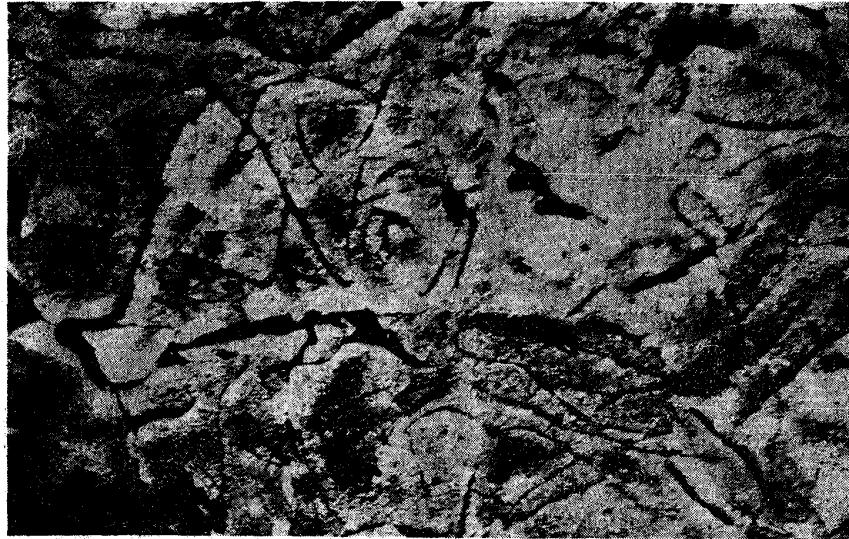
(B) × 100

第八圖



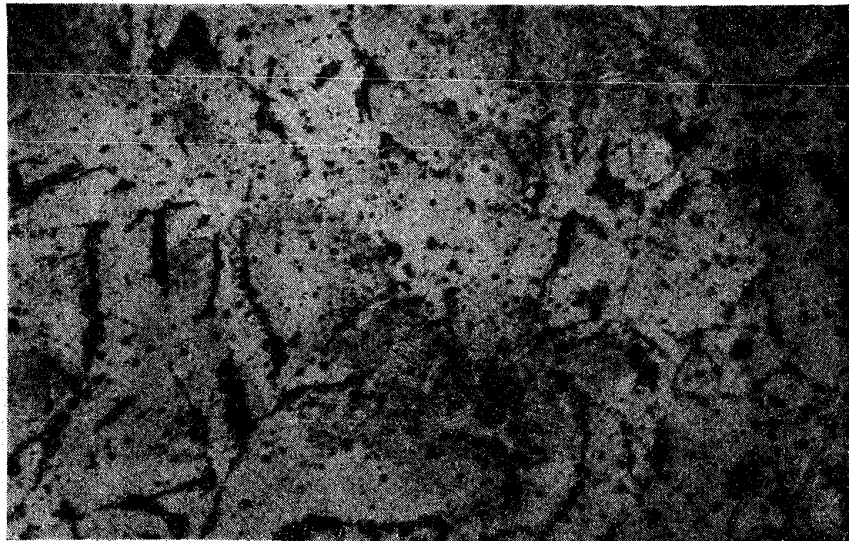
(C) × 100

第九圖



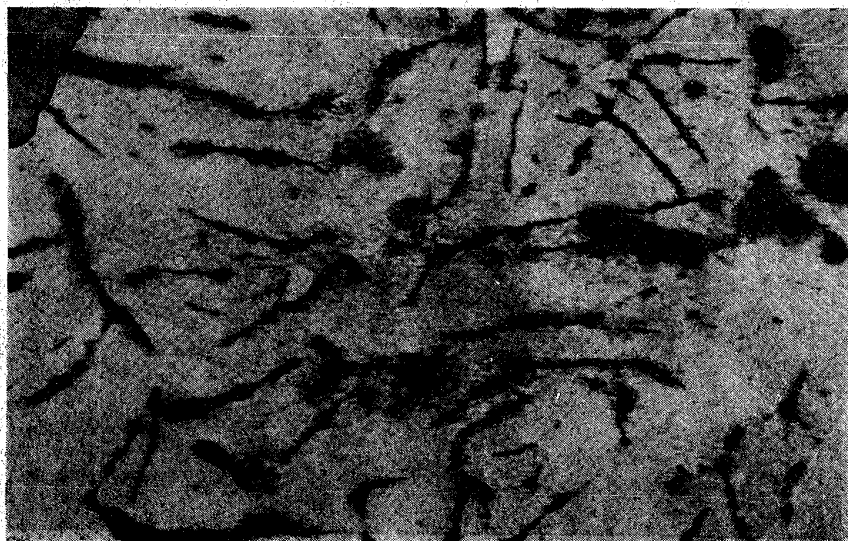
(D) × 100

第十圖



(E) × 100

第十一圖



(H) × 100

第十二圖

鑄鐵なる鑄型が熔鋼を受け入るゝに従ひ高熱のため組織に變態を生ずるは前述の如く容易に推知せらるゝ所なり。而して其の鑄入回數の増加と共に其の程度も順次進行し鑄型内部は終に酸化物を構成し鐵滓化するに至る。此の酸化作用は漸次内部に進行し熔鋼の熱影響の大なる場所程甚し。されど此の變化の程度に左記の場合により幾分異にするものなり。

一、鑄型中諸元素の含有異なるに従ひ高熱にて起る化學反應の難易

一、鑄型の容量

一、熔鋼の性質によりて異なる灼熱時間の長短

一、鑄型の厚さの如何によりて異なる保熱量の大小

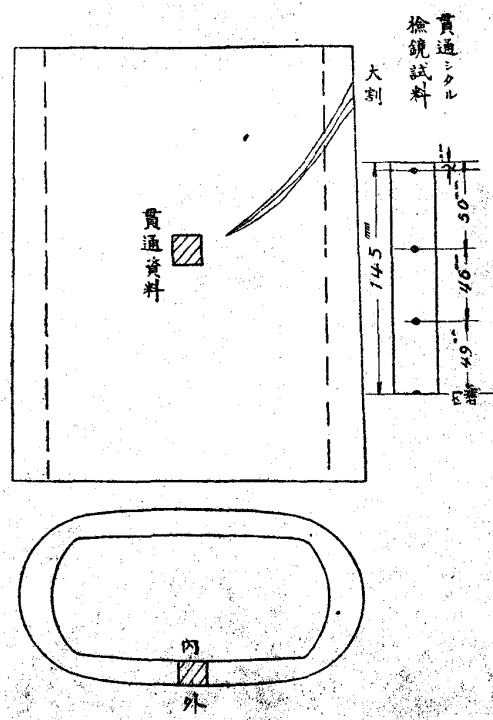
又鑄型の組織及び粒子の結合の粗密も又考慮すべきなり。以下逐次灼熱回數により鑄型の組織に與へたる變態の狀況を説明せん。

檢鏡面第十四圖乃至第十七圖に示す鑄型は第三表中(L)に相當する化學成分を有し容量七噸の稍大なる鑄型にして其の鑄入九回にして上部より下方に向ひて斜線に大割れを生じ廢物となれり。依て第十三圖に記載せる方法により試料を採取し試験をなせり。

第十四圖は此の鑄型中比較的低温灼熱を受けたる鑄型中腹の外面より二耗深さの點を檢鏡せり。黒鉛は稍消耗せられバライトはラメラ状を呈して顯はれ尙進みて四十八耗の内面なる第十五圖は其の變態の度甚しく起りバライトは殆んど波状を呈せり。更に尙四十六耗内部の點即ち内面熔鋼接觸面より四十九耗深さの一點を檢鏡したるものは第十六圖にし

て第十五圖よりは變態遙かに進みバライトは殆んど消滅し黒鉛は鐵の酸化物に化しつゝある狀況明かなり。第十七圖は鑄型内部即ち試料の内端なり。黒鉛は全く消滅して酸化物と置換せられ更に進みて酸化は漸次鑄型内部に侵入しつゝあり。斯くの如く鑄型が組織の變態を來せるは其の灼熱により化學的變化のみならず熔鋼が鑄型と接觸の際起る熱の公差によりて來る物理的作用により兩者互に酸素を多量に吸収し従つて灼熱回數を増加するに連れ變化進行する爲めなり。次項は之を説明せるものなり。

第三十圖



第三表に示す(M、N、P)は容量及び化學成分共に異なる鑄型なり。

第三表

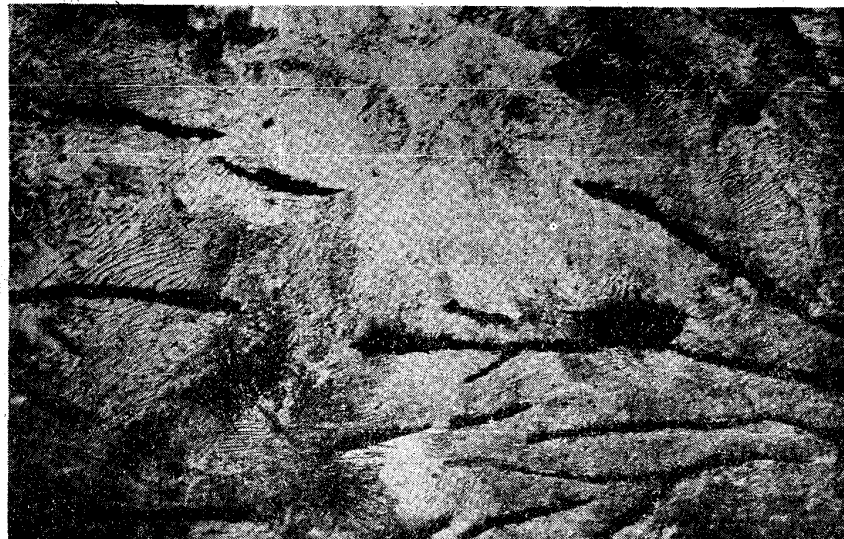
符號	容量	使用回數	化合炭素	遊離炭素	硅素	滿俺	燐	硫黃	銅	摘要
L	七〇	九〇	〇.〇六二	二.八七五	一.三四〇	〇.三三三	〇.一八五	〇.〇四四	〇.三三〇	縦の大割にて廢物となる
M	四〇	三〇	〇.〇六九	二.四四五	一.五〇一	〇.一〇八	〇.〇四〇	〇.〇一八	〇.三三〇	同
N	二〇	四〇	〇.〇七五	二.七〇〇	一.八三三	一.四〇〇	〇.二三八	〇.〇三四	〇.三三〇	同

第十四圖



(I) × 100

第十五圖



(J) × 100

第十六圖

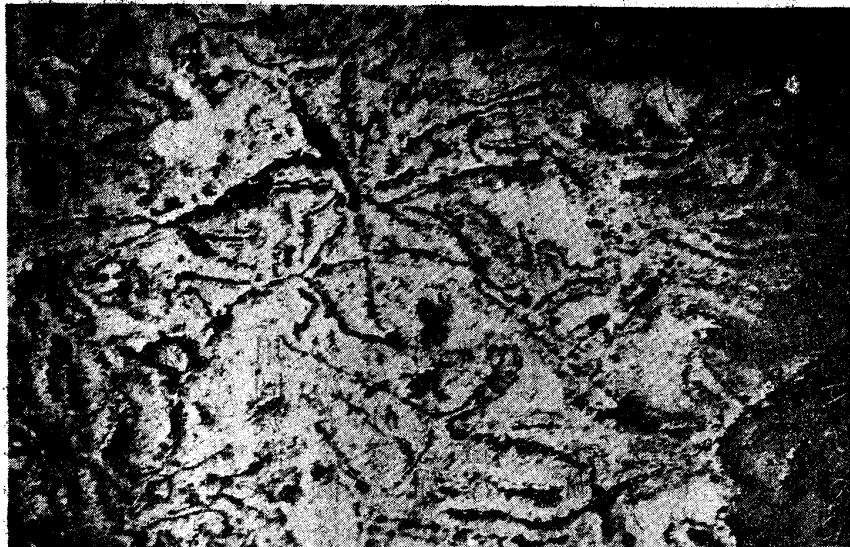


(K) × 100



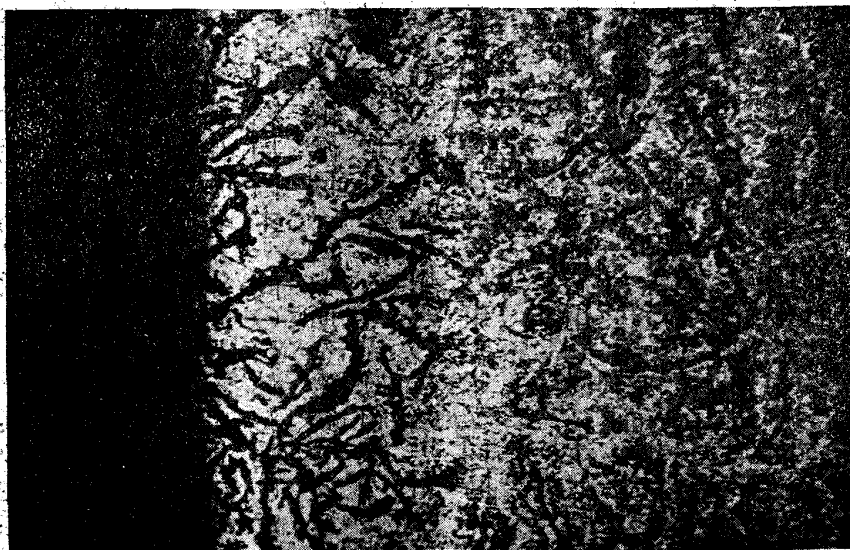
(L) × 100

第十七圖



(M) × 100

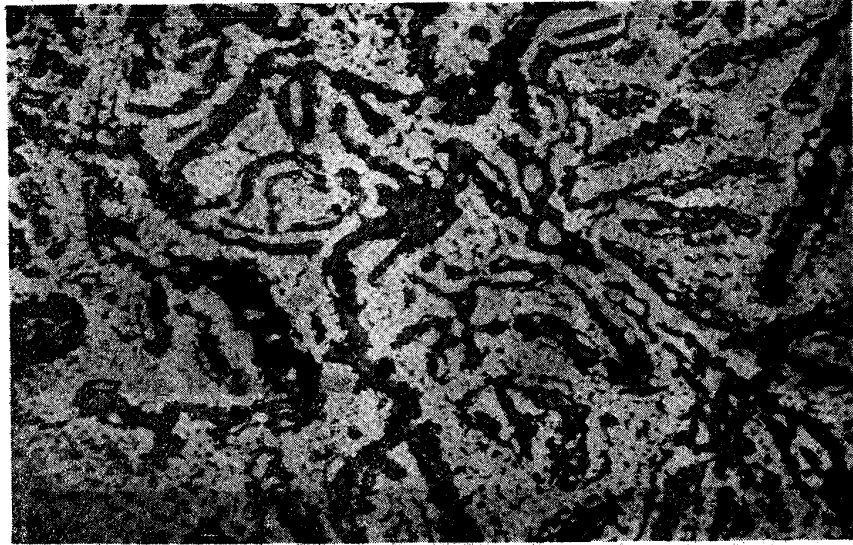
第十八圖



(N) × 100

第十九圖

## 第二十圖



(P) × 190

P 五〇 六〇・一〇〇 三・二五五 一四〇 〇〇八 〇〇九 〇〇五

酸化甚しく縦横の大龜裂にて廢物となる

第十八圖(M)は第十七圖(L)に對し容量三噸小にして灼熱回数前者三十回に達し後者僅かに九回なり。檢鏡試料は其の内面中略同一の場所を選び深さ十耗の點を探れり。其の變態の程度は前者使用回数多き丈け甚しく進行し黒鉛は全く他の酸化物と置換し生ぜる酸化物は殆んど地鐵中に瀰漫せるを見るなり。

第十九圖(N)は第十八圖(M)に比し容量半減せるに拘はず使用回数僅かに十一回を増し結局四十一回の灼熱を受けたるものにして圖は其の内面(M)と略ぼ同一の場所を檢鏡せるなり。容量小なるを以て受けたる熱量は小なるも尙ほ組織の變態は圖に見る如く一層進行し其の増大せる灼熱の爲め黒鉛の痕跡は全く鐵滓化し一面に充滿せる淡黑色の斑點も又同時に酸化物なり。

第二十圖(P)は第十九圖(N)に容量三噸使用回数二十七回を加へ結局六十八回の灼熱後廢品となせり。其の内面より二耗深さを檢鏡したるに上記何れより組織の變態甚しく全然鐵滓化せり。而して五耗の内部迄黑色の斑點を肉眼的に認め得。内表皮より七耗乃至十五耗は第三圖に圖示せると同様剝脱せり、其の侵蝕の状甚し。

要するに灼熱回数に依り變態變質は確められ命數は其の組織の變態に伴ふ化學成分の配置を計るを期すべきなり。

茲に於てクロームを含有せしめば組織を變じ得ると同時に灼熱に依る變態の度を少しし従つて鑄型の耐久力をして遙かに増大し得ることあるは次項に述べべし。



### 六、クロームを含有する鑄鐵の顯微鏡的組織並に同鑄型の耐久力

鑄鐵にクロームを含有せしむる時は既に化學的成分に就て説明せる如く鐵、炭素、クロームなる化合物を形成し鑄鐵は粒子稠密にして組織均等となり耐熱、耐酸、耐久力に富む特徴を有するに至る。此の鑄鐵より製造せられたる鑄型の顯微鏡的組織は第二十一圖乃至第二十二圖にして之をクロームを含有せざる所謂普通の鑄鐵のみにより製造せられたる鑄型の檢鏡面と對照する時は自ら組織の異なるあり。即ち組織中の黒鉛は小にして一樣に分布せられパーライトも能く發達す。斯くクロームにより炭素の遊離を妨げ滿庵の少量なるにも拘はず能くパーライトの構成を見るは明かに其の化合物が遊離に困難なるかを示すものなり。左表に示すは第二十一圖及第二十二圖の圖型用合金の化學成分なり。

第四表

符號	容量	使用回数	化合炭素	遊離炭素	硅素	滿庵	クロム	燐	硫黃	銅
Q	一六	一七	0.012	0.015	0.012	0.017	0.015	0.015	0.015	0.015
R	三〇	三〇	0.012	0.015	0.012	0.017	0.015	0.015	0.015	0.015

第二十一圖(Q)の黒鉛は小にして一樣に分布し屈曲せる模様は俗に云ふ菊目形に等しき形状を顯はせり。パーライトも能く全面に發達せるを見る。而して白色に點在せるはクロームの化合物なるべし。此れ等の構成組織は成形物の大小及び直徑の厚薄により冷却に際し異なりと雖も前掲何れの鑄型に比するも組織の構成の異なるはクロームの混合によるものなるべし。且又第二十一圖(乙)に顯はれたる黒鉛の形状は眞に菊目形の代表的たり。之は同様鑄型用合金なりと雖も本鑄型とは

關係なきに依り其の説明を省略し單に參考に供せるなり。第二十二圖(R)の黒鉛は前圖に比し稍大なりと雖も能く屈曲し一樣に分布せられたる狀況は一般鑄鐵の組織中稀に見る所なり。鑄鐵の強弱は衝擊試験及び鎚打に依り又は破面の肉眼的鑑別に依ると雖も顯微鏡的組織によりて定むれば益々確然たるなり。而して黒鉛凝集の度比較的小にして一樣に分布する鑄型は強く大なる扁狀をなすもの弱きは既知の事項なり。クローム合金より成る本鑄型は前者に屬し得るなり。されど此れ等は單に鑄型の強弱を論じたるものにして此れに高温灼熱に於て特に熱の激變に對しては如何と云ふに既述せる所謂普通鑄鐵による鑄型に就ての説明と次に示す本鑄型により會得する所あるべし。

#### (a) クロームを含有する鑄型使用の實例

前掲第四表中(Q)及び(R)はクローム合金より成る鑄型なり。(Q)は熔鋼鑄入三十三回目に(R)は三十回目に於て夫々點檢したるに何等肉眼的變狀を認めず熔鋼接觸面に於て多少變色せる程度にあり。進んで(Q)は八十八回使用の後何等の異狀を發見せざりしが(R)は七十回使用の後内面中央即ち熱の焦點にて横へ一條の比較的小なる裂罅を認め又内面の下端より堅に各二三條の短かさ小龜裂を生ぜし外毫も侵蝕の模様なく更に二十回は使用に堪ふ。而して(Q)は一〇七回使用後に至り中腹に於て横に一條の小裂罅を發見し内面下端より堅に三四條の短かさ小龜裂の外完全にして侵蝕の箇所を認めず終に一二四回を使用し得たり。

此れを普通鑄鐵の鑄型と比較するときは成分中何れよりも化合炭素に富み滿庵の含量小にして明かに熱の激變に際し破

壞性を有すべき性質なるに拘はらず前述の如く耐久性に富めるものあるはクロームの含有に依り總ての缺陷を補足せる結果にして熔鋼接觸面に於ける侵蝕の僅少なるは即ち耐酸の度高さとクロームに依る化合物は鐵中にありて強靱性を保有せる最も有力なる性能あるを示す。

尙第十四圖乃至第十七圖に顯はす鑄型即ち使用第九回目には破壊せるもの、試料と前掲(R)の鑄型と對比せんが爲め使用回数七十回にして打ち割り第十三圖と同様の許に處理し檢鏡したるに次の如き良結果を得たり。

(b)クローム合金より成る鑄型の灼熱回数と顯微鏡的組織の變態

鑄型は熔鋼の鑄入回数を重ねるに連れ組織の變態を來すは既に述べたり。

第二十二圖(R)に顯はす組織を有する鑄型を使用七十回にて鑄型中熱の中心點に當る場所より試料をとり即ち外側面より五耗深さを撮影したるものは第二十三圖、四十五耗深さは第二十四圖にして兩者共黒鉛の形狀稍變化を來せしもパーライトは依然として存在するなり。更に八十二耗深さ即ち鑄型の内面より四十耗に當る一點を檢鏡したる第二十五圖の黒鉛は既に消滅に瀕したるも概して酸化したる形跡なくパーライトも存在す。第二十六圖は内面端を檢鏡したるものにして既に内面は一部分侵蝕せられたる所あり。黒鉛も又全く酸化物と置換しパーライトは全然消滅せり。されど之を前掲第十圖(M)乃至第二十圖の使用回数三〇、四一、六八回の各異なる内面に接せる檢鏡面と對照する時は自ら其の真相明かとなるべし。特に本鑄型と略ぼ同一に近き使用回数を有する第二十圖とは

其の差最も大なるを見るべし。

### 七、鑄鐵の熱處理と組織の變態

多量の夾雜物特に黒鉛の多量を含む鑄鐵は熱處理に當り容易に組織を變態又は破壊するは既に鑄型使用の實例にて推察せらる。然れども尙ほ之を詳細に確知すべく以下順を追ふて説明し所謂普通鑄鐵と特種たるクローム合金を含む鑄鐵とを比較する所あるべし。

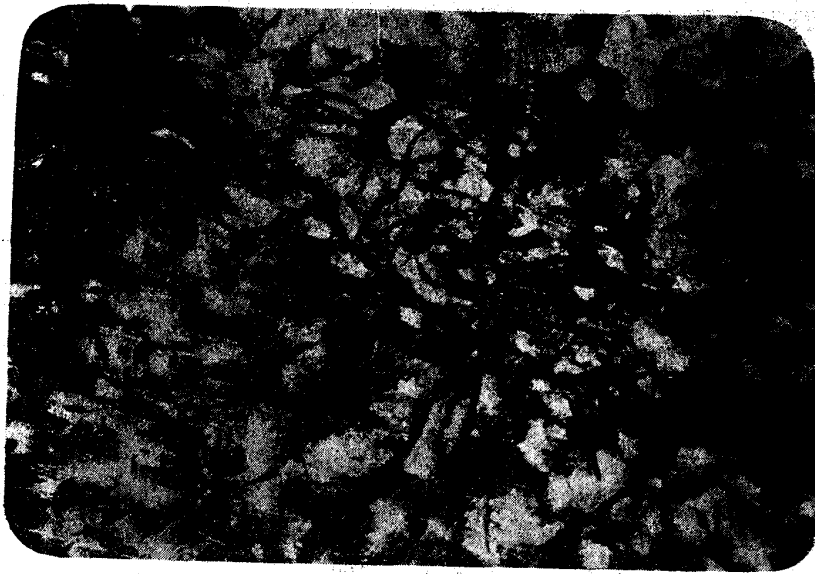
第二十七圖の檢鏡面は厚板工場ロール機に使用せらるる、ブリーカーブロックにして其の化學成分左の如し。

化合炭素 遊離炭素 硅素 滿 俺 磷 硫黃 銅  
〇・八九一 二・八一〇 一・四二〇 〇・四二七 〇・〇四三 〇・〇六一 〇・三九五

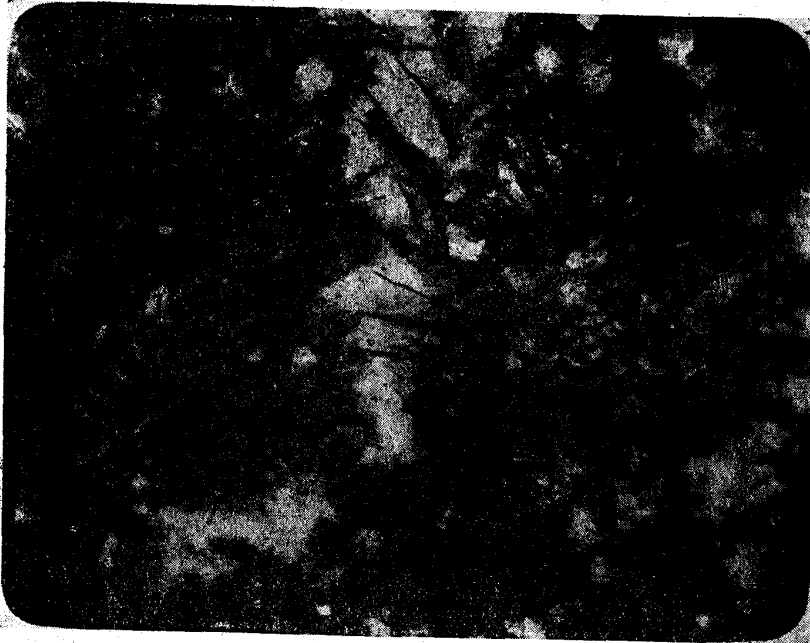
使用中は比較的強靱性に富み稍々良成績を現はし其の壽命長し。

第二十八圖乃至第三十四圖は試料三箇を同一の溫度にて時間を異にし熱處理を施行せり。先づ三箇同時に攝氏六百五十五度なる爐中に入れ一時間經過後取り出し檢鏡したるものが第二十八圖にして、二時間後第二十九圖、三時間後は第三十圖なり。其の熱處理は比較的低温なるにも拘はらず著しい變態を生ぜり。

第三十一圖乃至第三十三圖は前掲第二十二圖と同一のクローム合金より成る鑄鐵なり。之より試料三箇を取り同時に攝氏七百度に於て一時間熱處理し然る後檢鏡したるものは第三十一圖にして同様二時間處理したるものは第三十二圖、三時間處理したるものは第三十三圖なり。試料の大きさは普通鑄鐵二十二耗角の長さ三十八耗にして、クローム合金を含む鑄鐵は十二耗角の長さ三十三耗なり。



(Q) × 100



× 100



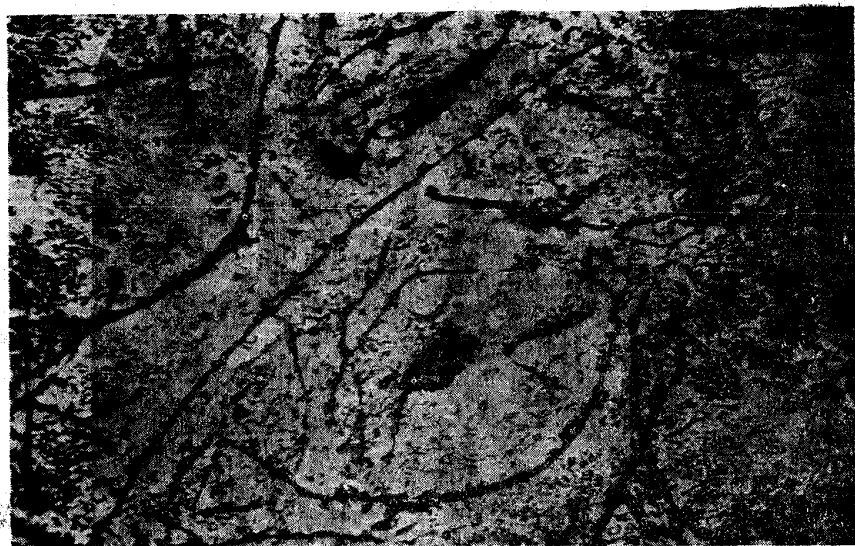
(R) × 100

A

B

第二十一圖

第二十二圖



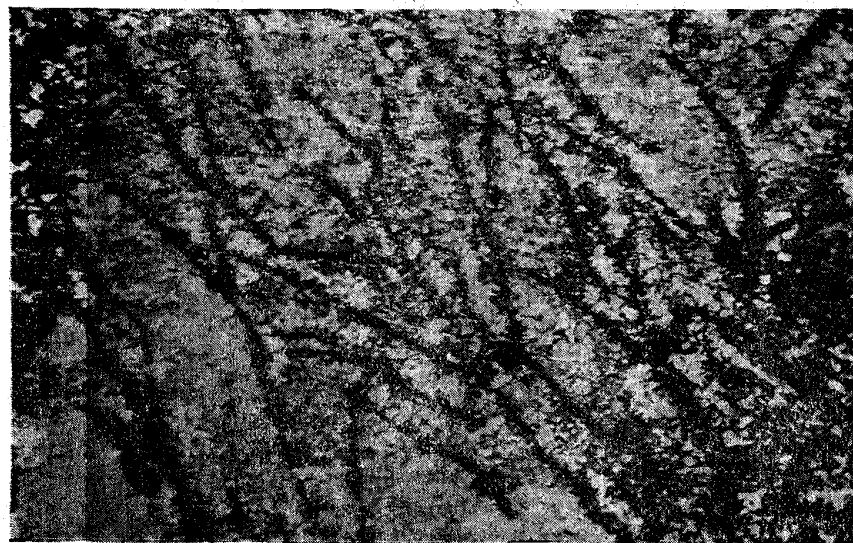
(S) x 100

第二十三圖



(T) x 100

第二十四圖



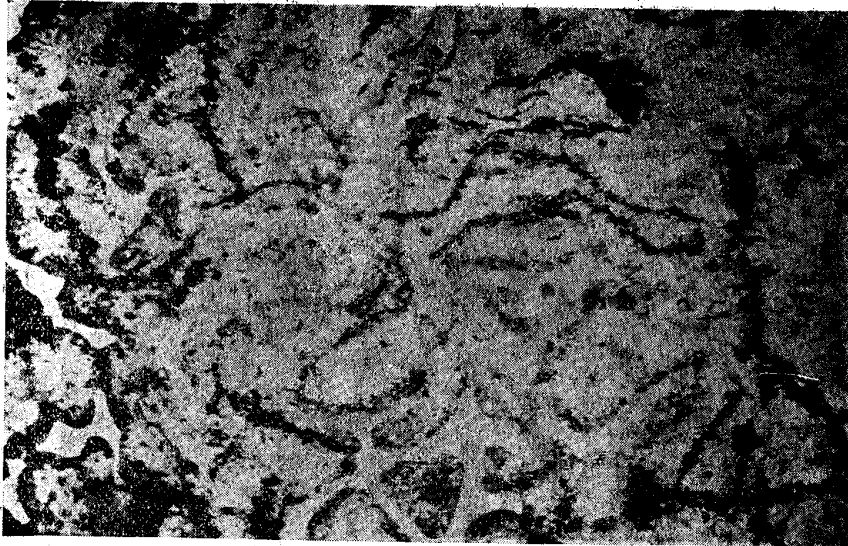
(U) x 100

第二十五圖



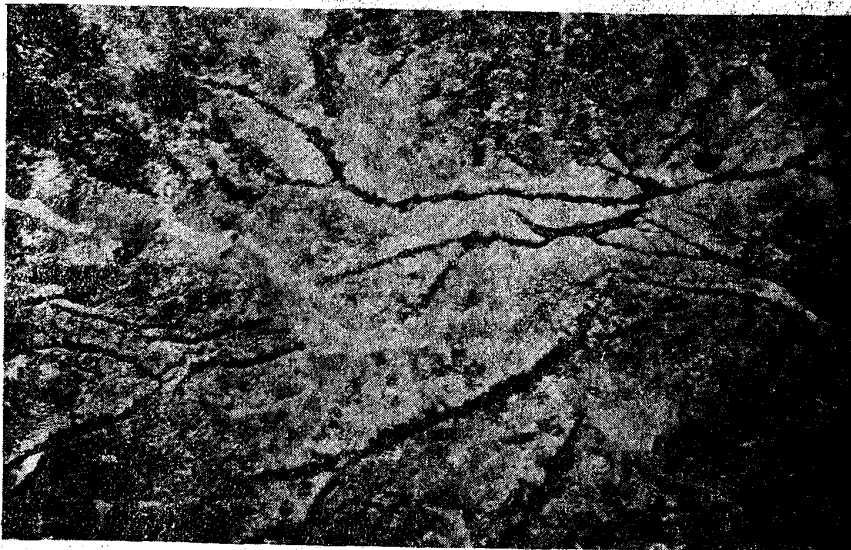
第二十六圖

(V) × 100



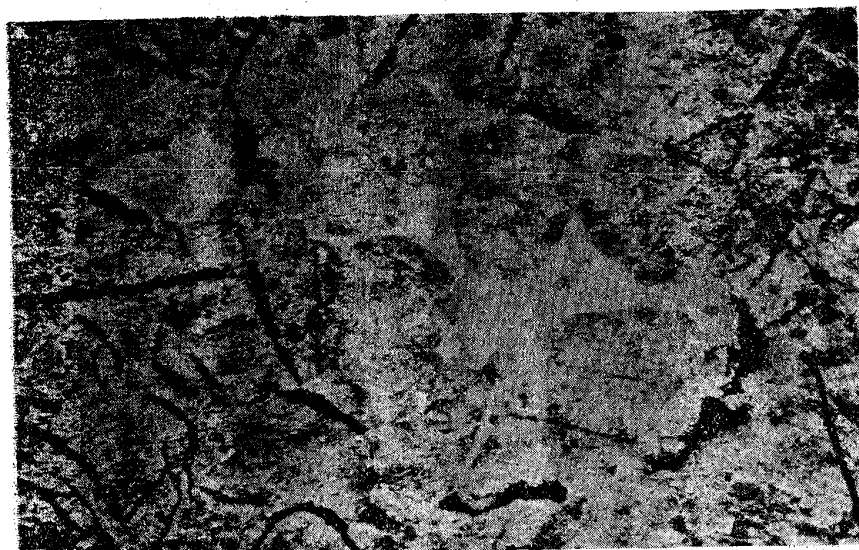
第二十七圖

× 100



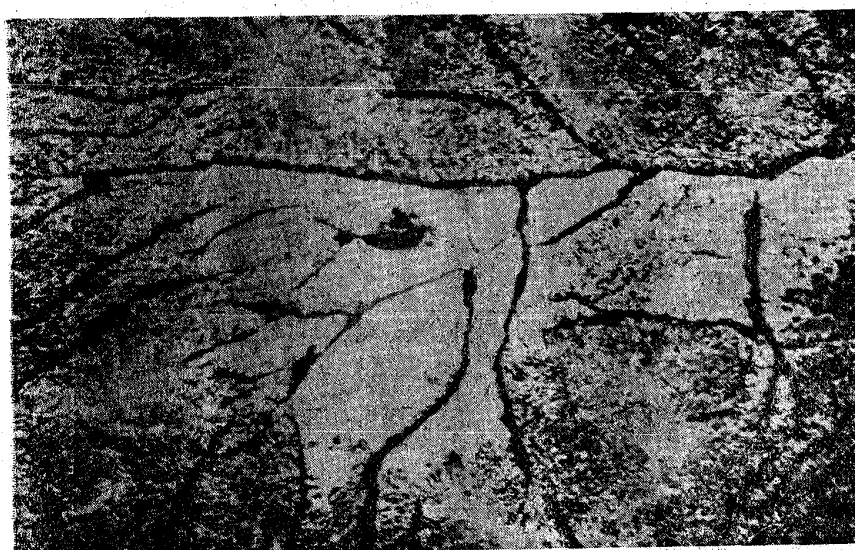
第二十八圖

× 10



第二十九圖

× 100



第三十圖

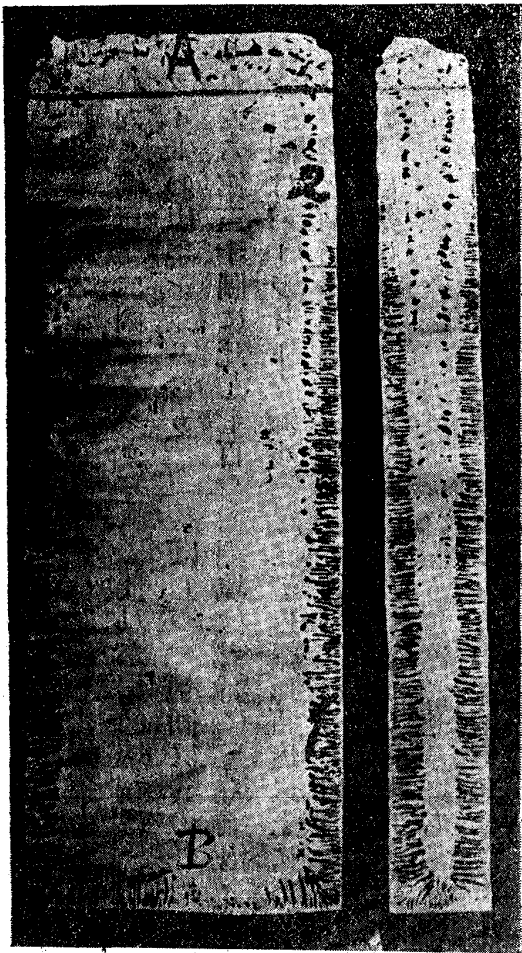
× 100



第三十一圖

× 100

圖四十三第



縦に  
 縦横断面

平扁鋼塊



x 100

第三十二圖



x 100

第三十三圖

普通鑄鐵は試験棒大にして温度も五十度低し。同一の時間内に処理せられたる第二十八圖と第三十一圖とは略ぼ同一と見らるべく六百五十度にて二時間処理せられたる第二十九圖に比し七百度にて二時間処理せられたる第三十二圖なるクロム合金の鑄鐵は中央に於てフェライトの出現を見るなり。又六百五十度にて三時間処理せられたる第三十圖に比し七百度にて三時間処理せられたる第三十三圖はパーライトを減少しフェライトの發達せるを顯はせり。之を前者の低温度に比し遜色あるはクロム合金よりなる鑄鐵は熱によりて分解せざる又一つの例證たるなり。

#### 八、熔鋼鑄入時に於ける鑄型の鋼塊に及ぼす影響

鑄鋼中に充されたる熔鋼は注出孔より流下し鑄型内へ上方と下方との二方法に依りて鑄入せらる。就中下より押上げ鑄入法に依るものは比較的高温度ならざるべからず。然るに此の高温なるものは果して幾何を以て適當となすやに就ては未だ定説に乏しく單に技術者の熟練に依る憶測を以て其の高低を定めつゝあり。即ち上注ぎに於ける最低温度は鑄入後の鑄鋼中へ鋼が残存せざる程度を指し、下注ぎに於ては鑄型内に劃する所定の寸法に迄押し上げ得たる程度を云ふなり。而して高温なるものは其の界限を明かにする能はずと雖も熔解爐の構造及び精鍊作業に依り略ぼ限定せらるゝのみならず鑄鋼中へ注出せられ鑄型へ鑄入せらるゝ迄の經過中自然熱の放散を免れざるにより熔鋼は少なくとも攝氏一、五〇〇度を出でざるべく、即ち鑄入温度の範圍は大略攝氏一、三五〇度乃至一、五〇〇度なりとす。

今斯く高温にある熔鋼を鑄入するに當り鑄型は如何なる

状態に置くを適當とするやに就て考察せんに其の上下鑄入の何れを問はず、之を常温の儘使用するときには其の内面に空氣又は時として濕氣を含蓄するなり。

此れが爲め熔鋼は一時過大の熱を失ひ又は奔騰し泡沫を飛ばしつゝ凝固は其の外周に促進す。従つて瓦斯の排出悪しく鋼塊は表面に近く氣泡を残存せしむる恐れあり。又熱型にして温度攝氏百度以上にあるときは頗る有利なる状態にあれども鑄型は不斷の高温灼熱の爲め甚しく壽命を短縮せらるゝが故に普通攝氏四十度乃至八十度を適當とす。

假りに冷却せる即ち常温にある鑄型に高温の熔鋼を鑄入するときの状態を考ふるに凡て熔鋼は高温にある程流動性を有す。而して炭素の含有量少なく且つ夾雜物の少量なるものは一層此の性能を有するは明かなり。

此れ等の熔鋼を鑄入するに當り鑄型との熱の差甚しき爲に其の接觸面に於て循環作用を起し熾んに動搖す。元來鑄型は其の構成組織粗鬆にして傳熱可能なり。

剩へ其の内面に含蓄する空氣、水分等は直に氣化し熔鋼の外周を攪亂するを以て熱勢力は無益に消費せらる。即ち前述せる如く鋼塊の表面を惡化せしむ。且又鑄型の内面に酸化物の構成多量なるときは傳熱率減退す。而して熔鋼が全周圍に失ふ熱勢力を甚しく遲鈍ならしむるを以て従つて外部に瓦斯の放出を減退せしむるなり爲めに熔鋼は其の接觸面に於てのみ凝固を促進す。然る後内部は瓦斯の分離作用を惹起するも之を發散する能はず終に氣泡を構成し鋼塊中に保留せらるゝなり。

極端なる一例として冷却せる鑄型の内面に水に溶解せしめ



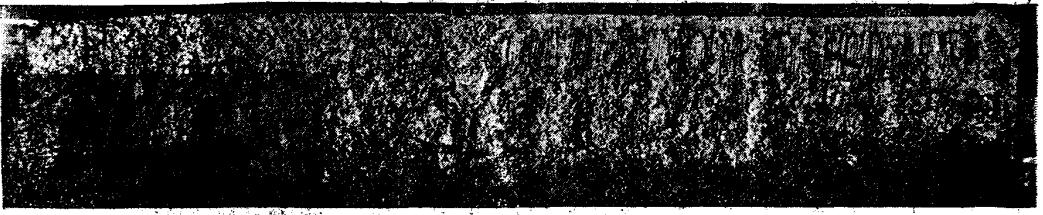
圖六十三第

(乙)

(甲)

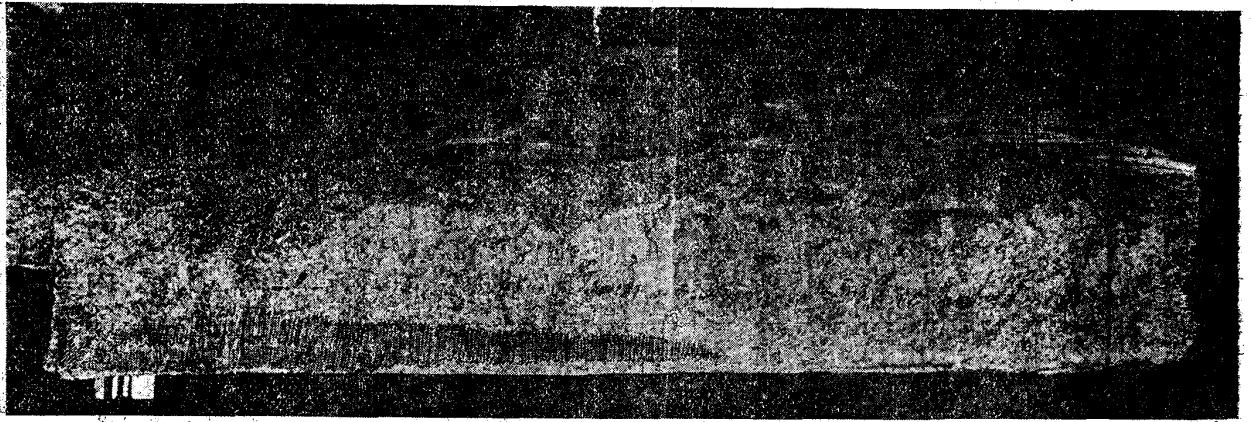


大 擴

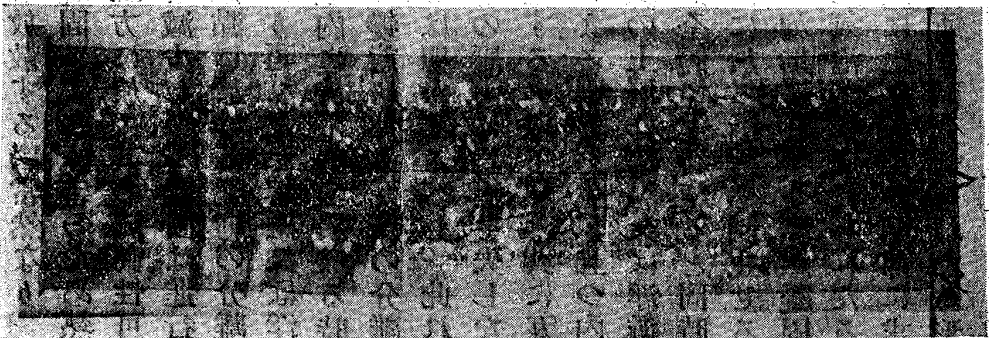


平扁鋼塊  
堅に  
横断面

第三十七圖



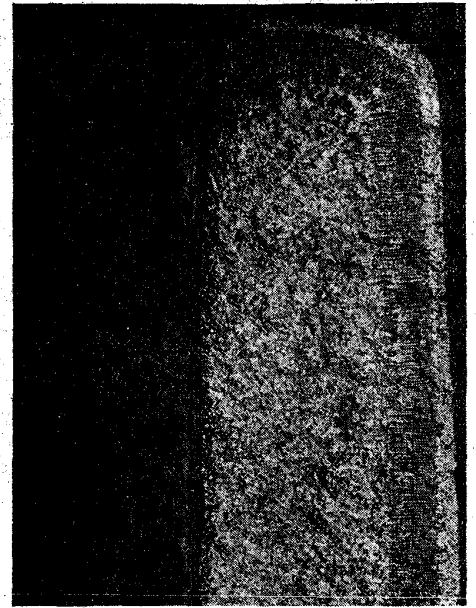
平扁鋼塊、堅に横断面



平扁鋼塊  
堅に  
横断面

第三十五圖

第三十八圖



扁平鋼塊横断面

る黒鉛又は石灰を塗布し之が水分の滴下する程度にあるとき熔鋼を鑄入せば鑄型内へ入るや熾んに奔騰し泡沫を散らし形成せられたる鋼塊は其の表面に近く無数の氣泡を點在するを見る。此れ等の現象は多少に拘はらず何れの場合にも起り得れども主として次に示すは最も大なるものなるべし。

茲に於て筆者は鋼塊中に保留せられたる氣泡の状態を第一次第二次の二様に別ち説明せんとす。

註 氣泡の成生は曾て兒玉氏の研究事項に屬し多少重複の嫌ひなしとせざるも要は實驗と推察の一部分をして鑄型に引用し概説せるなり。乞ふ肯せらるゝあらば幸甚之に過ぎざるなり。

第一次氣泡の構成を巨細に觀察せば鋼塊の表面に近く存在する氣泡の形は小にして尖端を有し又は彎曲し之より外部へ微孔を以て貫通せるあり。又他端は内部に向つて漸次大きく或は反對の傾向を呈して上方に浮遊せんとする狀況を現はせるあり。而して第二次氣泡線に達し重積し成生せるを見るべし。之即ち前述せる如く熔鋼は凝固に従ひ多量の瓦斯を分離

放散し又は構成せる氣泡が浮遊せんとする状態を示すものなり。

何んとなれば凝固は鑄型との接觸面に於て初まり順次内部（本項に於て内部と稱するは第二次氣泡線迄を指す）に進むに従ひ熔鋼は多量の瓦斯を分離放散するは當然なり。然るに外部即ち鋼塊の外皮は不測の凝固による障害のため熱勢力甚だ遲鈍となり内部の熔鋼層は上方に於て其の流動性可能なるが故に動搖す従て底部に壓力を減少しつゝ凝固は進行するなり。如斯壓力の減少は鋼の變態點に於ける瓦斯の分離作用を自由ならしむると同時に熱を去り再び之を熔融又は浮遊せしむる能はざるなり。熔鋼は鑄型内に於て此の異なる時間に順次層積せられ成塊す。従て其の變態に伴ふ瓦斯の分離作用も之に連れ氣泡を成生し重積せるは明かなるべし。此れ等の現象は畢竟凝固に際し熔鋼が内外の壓力に均衡を失したる結果なり。即ち鋼は冷却のため收縮するを以て熱と共に瓦斯の放散に便なる外皮は不測の凝固による壓力を生じ且つ内部に分離せられる瓦斯は前述の如く其の上層に熔融又は浮遊する能はず氣體の儘包容せられ凝固が全體に進行すると同時に壓力を生じ其一小部分は鋼塊の表面に於て活躍を制止せる分子間を微かに突破し放出せるなり。如斯にして全體が凝固を終りたる結果氣泡を殘存せしむ。又氣泡が構成せられたる時は同時に同容の容積を擴大するが故に之を鋼塊の頭部に求めたるなり。而して氣泡の沿線中數箇所を區分せられたる形狀を呈す。之は凝固が外部より内部に周期的に進行せるを示すなり。圖中(A)は鋼塊の頭部(B)は底部(1)及(2)の符號は第一次第二次の氣泡を表はす又頭部に一線(x)を劃せるは熔鋼鑄入に際し鑄入

すべき豫定の寸法なり。之に依るも鑄入は豫定の(X)線にて中止せられたるにも拘はず鋼塊は頭部に膨脹し圖の如く容積を増加せるなり。如斯なればとて其の重量に於ては不易にして第三十四圖の如く第一次氣泡を構成せる際に主として起る現象なり。

第二次氣泡の成生は第一次と全然其の趣きを異にするなり。主として精鍊中に熔融せられたる瓦斯が温度の降下と共に遊離發散し其の残れるものが冷却により保留せられんとする瞬間熔鋼が尙ほ瓦斯を包含し得る程度に高熱を有し流動性可能なるが故に循環作用を受け大部分は外周及上皮外に逸散す。而して熔鋼が第二次線に凝固したる際内部全體も同時に凝固したる結果なり。即ち第一次のものと反對に鋼塊の底部に薄く頭部に至るに従ひ稠密せるを現はす状態は第三十五圖の如し。此の第二次氣泡線は總ての鋼塊中如何なる場合に於ても必ず成生するものなり。第二次氣泡の外部よりの深淺の度は熔鋼が鑄型に失ふ熱量に比例す。第三十五圖に見る如く鋼塊の底部に深く頭部に至るに従ひ順次淺く直線を劃しエクイアキシアルクリスタルに匹敵する區域は何れの鋼塊に於ても底部に狭く頭部に廣く成生す。

又バザルチックゾーンに相當する區域は前述の如く熔鋼が鑄型に失ふ熱量に比例し成生するを以て熔鋼の温度高さも程其の幅狭く粒子粗大にして低温度のものは其幅廣く粒子緻密となるが故に第一次氣泡の濃淡も温度の高低と瓦斯量に支配せらるゝなり。而して鋼塊は多くの場合其の精製と鑄入との宜しきを得ば單に第二次氣泡のみにして第一次氣泡は稀れに見るのみ、即ち第一次氣泡の多くは左記の場合に於て成生

すること確實なり。

一、單に鑄入温度低くして鋼塊の頭部が凹凸に凝固したる時は第二次氣泡線は確實に認め得ずして表面に最も淺く灣曲を有し内部全體に涉り散布せる氣泡を有す。

一、鑄型の内面酸化最も甚しく鑄入温度は稍々適當にして且つ熔鋼が粘り氣を有する状態に有るときは瓦斯の發散不良なり。而して鑄型中或容量に昇湯し従て熱量増加と同時に上皮柔軟となり瓦斯を發散するも底部が既に凝固進行せるものは第三十六圖に見る如く鋼塊は表面より第二次線に達して氣泡は長く成生す。

一、鑄入温度は稍々高く鑄型の内面酸化は小なるも第二項の如く流動性に變調あり鑄型中昇湯に連れ上皮柔軟となり能く瓦斯を發散するも其の底部に及ばず爲めに鋼塊の表面より一時或は二吋の深さより初まり第二次線に近接し第三十七圖及び第三十八圖の如き氣泡を構成す。

上記の第一次氣泡は整然たる第二次氣泡の圏外にありて、而も多量にして鋼塊の表面より横斷面に沿ふて重積し其の底部は第二次線に到達し漸次上方に至るに従ひ短かく終に消滅せる狀況は鑄型と熔鋼とが其の熱の均等を得んとし之が順序よく速かに熱を去るものは此の患ひ少なく又熔融瓦斯の少量なるもの及び流動性に乏しきものは鑄入せる熔鋼が鑄型内にて昇るに従ひ熔鋼層の壓力を受け變態點に於て發生すべき瓦斯は其の分離作用の機轉を抑壓せられ爲めに氣泡を構成し得ず鋼は凝固するなり。之に反し其の流動性熾んなるものは鑄型内豫定の容量に達すると同時に鑄入は中止せられ凝固は底部に初まるなり。然るに熔鋼層は鑄入時間に比例して其の

溫度を異にする場合多く爲めに頭部には溫度高く且つ流動するが故に従つて鑄型内底部に斯かる壓力は減少す。即ち底部に於ける瓦斯の分離作用は好都合に進行し其の氣體の容積を新たに構成すると同時に熔鋼は凝固を終了す。此れ等氣泡の有する容積は直ちに頭部に擴張せられ且つ頭部は尙ほ高溫度を有するを以て瓦斯は空氣中に逸散す。依て鋼塊は其の頭部にのみ完成を見るに至れるなり。

要するに鋼塊が鑄型より受くる影響は第一次氣泡の成生にして之を普通の成分を有する鑄型の良否に依り確め得たるものは第三十六、第三十七、及び第三十八圖にして第三十六圖の(乙)は擴大せるものなり。即ち三個共其の熔解を異にすと雖も成分は稍相似たるものなり。之を同型同量に押し上げ鑄入したるものなるに拘はらず其の鑄型の使用回数に著しく異なるものあるは注目し値ひす。即ち第三十六圖の鋼塊を鑄入せる鑄型は使用六十一回に達し其の内面酸化は最も甚しく所々剝脱し鋼塊に融着せるに至れるなり。第三十七圖に用ひたる鑄型は使用十三回、第三十八圖のものは使用八回にして内面酸化最も少なし。而して鋼塊の成分は次の如し。

圖の番號	炭素	滿倦	硅素	磷	硫黃	銅
三六	〇・一四	〇・四〇	痕跡	〇・〇七〇	〇・〇二八	〇・二三五
三七	〇・一三	〇・三六	痕跡	〇・〇一二	〇・〇三八	〇・一八九
三八	〇・一四	〇・三六	痕跡	〇・〇一五	〇・〇四八	〇・〇七五

以上の成分より見る時は流動性を有すべき性質なるは勿論なり。而して寫真面に顯はれたる鋼塊の内容は何れも第一次氣泡を構成して頭部に膨脹せり。然るに第三十七圖は其の膨脹少なくて氣泡も小なり且つ氣泡帯も小なり。こは後二者の

鑄型は内面酸化小なるが故に熱を吸収し能く瓦斯の放散を助勢したるを以て、鋼塊は熱の放散速かなり夫れ丈外部の壓力内部に達したるが故に比較的其の表面を完成せしを見るは明かなる事實なり。如斯鑄型の良否に直に鋼塊の形狀組織を惡化しめ従つて鋼の物理的性質に危害を及ぼすものなれば、其の母體とも云ふべく最も重大なるものなり。

九、鑄型の壽命と其の重量

製鋼作業を營むに當りて鋼塊が負擔すべき費用中主要材料たる鐵材(熔解原料)を除きては鑄型に最も多大なる費用を要し且つ重要なものなり。故に此れが經濟を圖らんとせば出來得る限り其の壽命の延長を期すべきなり。壽命が長きためには鑄型の重量を比較的大にすべく又鋼塊に與ふる影響を小ならしめんとするには其の重量を輕減するを一策とす。鑄入せられたる熔鋼が冷却凝固する時間の遲速は鋼塊に大なる影響を與ふるものにして其の遲速は收容する熱量の大小にあり。従て鑄型の容量對重量は最も大切なるものなり。即ち熔鋼を容るゝに鑄型の厚さ大なる時は熱の吸收速かに多量なるを以て熔鋼の凝固は速かなり。然りと雖も鑄型は酸化し易し、之がため鋼塊は氣泡の大部分を其の表面に残し鋼材に障害を與ふ。加之鑄型の製造費増加す。されど鑄型の厚さ薄きに過ぐれば鑄型の壽命減少するなり。

幾多の實例に徴するに鑄型の重量は普通其の容量一に對し同じく一なるを以て最も適當なりとし容量の小となるに伴ひ保存上重量を増加せしめざるべからざるなり。例へば小なる鋼塊即ち百疋なる時は鑄型重量は百五十乃至百七十疋位にし其の比を約一・五―一・七位とす。之に反し甚しく鋼塊の重量

夫なる時は例へば七噸以上の鋼塊を容るべき鑄型に對しては其の比一對一より稍小なるも敢て鑄型の壽命に變化を與へざるなり。斯かる限定に種々異論ありとするも經驗より算出せ

### 本邦製鐵工業に就き電氣爐の眞意を論ず

電氣爐の始めて製鋼に應用せるを視るに至りしは約二十五年以前の事績にして爾來其應用は頗る多方面に亘りて成功を遂げたるが故に製鐵工業に於ける電爐の應用は顯著なる發展を實現し殊に歐洲戰亂の間に在りて諸邦の製鐵工業に相露はれたる特殊の事情に應急する爲め電爐の應用は愈々最も適切なる方法と確認せられたるを以て歐洲大戰中の數年間に在りて電爐は此種の製鐵工業に於て特に最も廣く流布を視るに至りたるは戰前殊に一九一三年に在りて製鐵並に製鋼に應用せられたる電爐の數は全世界に於て僅かに百三十九基なりしも現時世界各國を通じ約千基の活動せる者あるを視て之を識ることを得べし。

附表第一、電爐の數

國	電爐數	一九二一年一月一日現在	一九一三年七月一日現在
獨逸及ルクセンブルグ	三四	一一〇	三〇
英	一〇	二〇	一〇
瑞	三	六	三

本邦製鐵工業に就き電氣爐の眞意を論ず

るものなれば左程理論に遠ざかるものにあらずと言ふも過言に非ず。  
(完)

エルドマン、ユトニ

國	電爐數	一九二一年一月一日現在	一九一三年七月一日現在
伊太利	二〇	五〇	一〇
佛蘭西	一三	六九	一〇
英吉利	一六	一五〇	一〇
白耳義	三	五〇	一〇
瑞典	六	五〇	一〇
諾威	三	二〇	一〇
西班牙	一	一〇	一〇
日	一	一〇	一〇
南阿	四	四	一〇
濠洲	一	二	一〇
智利	一	五	一〇
丁抹	一	三	一〇
露西亞	四	一五	一〇
合衆國	一四	三五八	一〇
加奈陀	三	四一	一〇
其他諸國	一	三一	一〇
合計	一三九	九六〇	一〇

附表第一は一九一三年及び一九二一年に於ける世界各國電爐の分布を示すに供せる者なり、又戰前に於ては電爐の容量