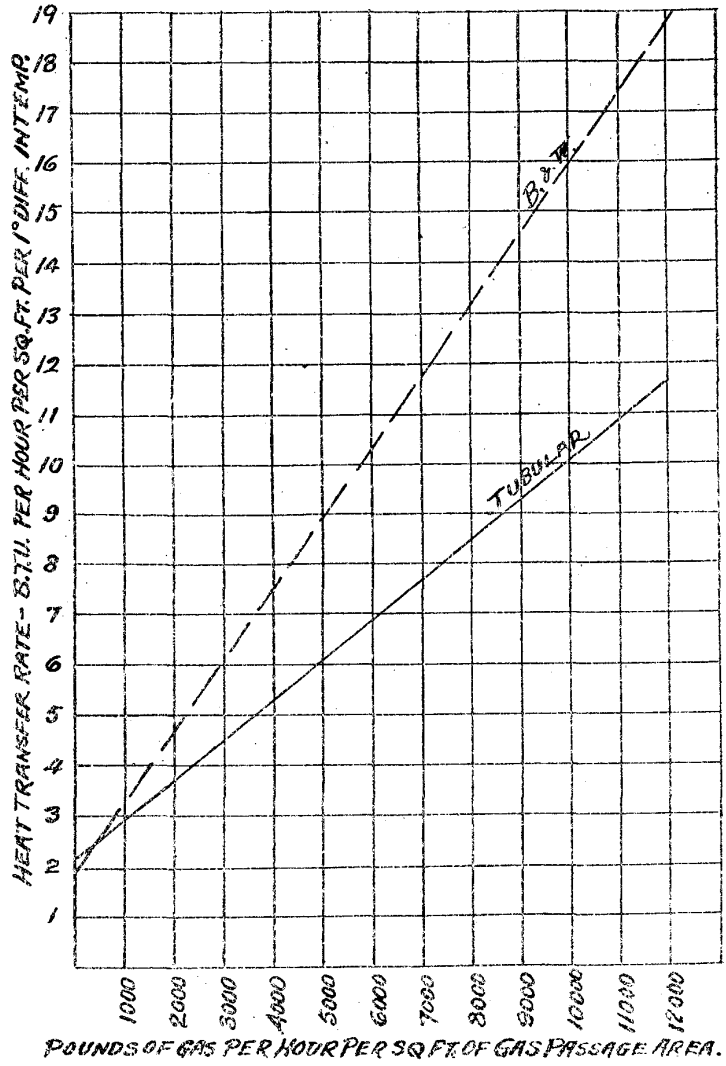


60 を掲げる事とする。これは火管式及び水管式汽罐に於ける熱傳導率を示す表で縦線は熱の傳導率を、横線は一時間に汽罐を通過する瓦斯通路面積一平方呎についての瓦斯の重量を示す。熱の傳導率は

圖 二 第



——— TRANSFER RATE FOR LOCOMOTIVE OR TUBULAR BOILERS FOR A MEAN TEMPERATURE DIFFERENCE OF 450°F. CORRESPONDING TO OPEN HEARTH WASTE HEAT WORK.  
 - - - - - TRANSFER RATE FOR BABCOCK & WILCOX TYPE BOILERS.

瓦斯及び汽罐の平均温度の差によつて變化するから右の表は完全なものとは言へない。而し普通の平爐には使用出来る。

### ◎可鍛鐵鑄物の沿革

最初期に於ける操業法と諸種の科學的研究に伴ふ革新

(Scientific American No. 2116. By. J. P. Pero. & J. C. Nulsen.)

T  
K  
生

可鍛鐵鑄物の世に出てたるは未だ輓近のことなるか一度此の製造法か案出せらるゝや急激なる發達を遂けたり而して其の進歩の著しく且つ急速なること他の諸工業中に其例を看す。然るに往時即ち凡そ二十五年以前に於ける状態に照し當今の製品か如何に品質優良なるやに就ては餘り多くの人々の感知し居らざる所ならん。

過去二十五年間に於ては銑鐵は殆ど總て其破断面の状態によりて品價を定めて賣買せらるゝを例とせり。而して熔鑛爐操業者も亦滿俺、燐、硫、黃等の含有量に就てあまり注意せざりき。されは可鍛鐵に重要な硅素分に至りては恐く的確なる鑑定を下すを得ざりしならん。何故ならば含有硅素量か同一にても含有炭素量多量なる程破面斑らなるものなるを以て之か推定は至難なればなり。

#### 原料の配合を如何に定めしか

原料たる白銑の調和は甚だ粗暴にして専ら常習的な實地上の經驗によりて行れたり。最初の湯は銑鐵の階級として平均三五を標準とせり。今十噸爐に對する當時の有様を述べんに鑄物の湯口及屑金は略第六號銑と見做し是等の一〇、〇〇〇封度に第一號銑九、〇〇〇封度及第四號銑一、〇〇〇封度を加ふれば平均等級三・六五のものとなるにより之を以て適當なる配合となせり。

幼稚なりし當時にありては製造家中往々實用公式さへも念頭に置かざるものありしに拘はらず可成り瞻る可き成績を上げ居たり。而し最初の湯の配合か豫期の三五等級附近のものとなるも往々不結果に終ることありき。されは此時代に於る製品の品質は不同にして常に一定のものを得ること困難なるよりこれが改良を化學分析の應用に俟つに至れり。

第二期時代即ち今より二十五年乃至三十年以前より多くの化學實驗所の創設を看るに至りこれよりは銑鐵の品價は等級と共に分析に據る傾向を來し、又實驗と相俟つて湯の調合を考慮し同時に硅素の加入量に注意を拂ふに至れり。

## 磷及硫黃の影響

化學實驗所の設置後と雖も尙不良なる製品は容易に其跡を絶たす而して其失敗の主因は製品に悪影響を與ふる元素の何者なるやを知らざりしと分析法を誤れる等に在りしなり。加ふるに至大なる炭素の影響を度外視し却て硅素分の如何を以て唯一の要點なりとせり。固より硅素量は製品の品質を左右する一要素にして其重視すべきは勿論なりと雖も同時に離るへからざる關係を有する炭素量に關して比較的等閑視せしは甚た當を得ざる傾向なりしなり。

化學者は磷及硫黃分か鋼に及ぼす影響の大なるを知り可鍛鑄物にもこれに對する制限をなすに至れり。茲に硫黃の分量に隨伴して是非共滿俺にも顧慮を要するなり。然し今に至りては磷は可鍛鑄鐵に於て左程顧慮を要せざるものとなれり。

化學實驗所の設置せられたる後と雖も著しき好結果顯はれずして依然劣等なる製品續出せるにより世人は次第に其の効果を疑ふに至れり。爲めに一時は多くの分析設備は放棄せられたり。然れども之れか改良の必要は益々重大視せられ數年を経たる後再び製造家は分析の必要を認め之れに意を注けり。

一八九五年乃至一九〇〇年間に在りては可鍛鑄鐵工場は孰れも化學實驗室を設置し困難となせる諸問題の解決に全力を傾けり。然れども此特殊なる鑄鐵に對する見解か普通の鋼に對すると選ぶ所なかりしか爲め主要なる失敗の原因を發見するを得ざりしのみならず支障を與ふべく想像せらるゝ元素か却て全く推量に反するものなることなとありたり。

## 鋼性鑄鐵の現出

製造中最も困難を感せるは屢々鋼性を帶へる可鍛鑄鐵の現出せることにして燒鈍後と雖も白色の鋼狀破面を呈し再燒鈍を施すも尙其狀態を變せず。而して此の種のは一般に強大なる抗張力

を有すれとも曲撓力に對しては非常に弱く加ふるに韌性を缺けり。之れか爲め鐵道用鑄物或は擊衝を受くるものに對しては不適當のものなりしなりき。甚だ嫌惡せらるゝ性質を有せること恰も諺言にいふ「ダモクルスの劍」とも稱す可きものなりと言へり。此成分に關し考究せる結果硅素の分量の低少なるを發見せる爲め鋼性鑄鐵の現出は右元素の不足に歸因するものと推定せられたり。

斯くして兎に角當時製造業者か難事とせる鋼性鑄鐵の原因を發見せることゝて彼等の歡喜せるは非常にして當時硅素量を○九四%と定むべきことを提言せるものありたり。

硅素量を如何に定むるかに關しては各人の論議區々として決せざりき。然し問題はこれのみに止まらず、硅素は固より其他炭素を始めとし滿俺、硫黃、磷の査定にありき。當時にありては燒鈍せる鑄物中に存在する炭素は總て「グラハイト」の状態にあるものとのみ考へられたるにより化學の諸大家も全炭素量の多寡を以て標準とせり。之れ大なる誤解にして爲めに一層各種の判斷に窮せる有様なりき。製品の不良なるものを分析せるに往々その結果に於ては優良品に酷似せるものありて其都度之か原因の解釋に困めり。

#### 製造業者相互の努力

凡そ十年以前數多の製造家中に於ける主腦者等の論談よりして往々當時の有様を窺知するに足るものあり。彼等は貧弱なる製品か使用者に偏見を抱かしめ斯くして漸次工業社界より疎外せられんことを恐れたり。よりて斯業の隆興を望まんには是非此場合に於て優秀なる冶金學者の助力を仰ぎ之か成果を科學的發見に俟たざるへからざるを認めしか遂に好個の學者を迎へて驚くべき程の成績を上くるに至れり。

吾人は硅素の量多少に係らず單に炭素量か如何によりて鋼性鑄鐵の出現することあるを知れり。炭素量かある定量に達せざる間は之れは鐵中に炭化鐵の状態にて「パーライト」組織となりて存在し

64 硅素量の如何に不拘其可鍛鑄鐵をして鋼性を帯はしむることあり。硅素量不足の場合には鋼性鑄鐵を現出すへしと云ふ。前述の想定は正當にして即ち硅素量少なれば炭素の量に關せず之れを化合炭素たらしむる傾向あり。

是と頗る類似せるは滿俺及硫黄に於ける相互の關係なり。普通の鋼にありては硫黄分は〇・〇五%以下なれば其害僅少なるものとして其存在を許容し居れるに鑑み可鍛鑄物に對しても亦右を以て標準とせり。然るに硫黄分〇・〇二%を含有するものは夫れの〇・〇六%を含有するものに比し良好なりと思惟せらるれとも其各か〇・二四%の滿俺を含有する場合には右の中〇・〇六%の硫黄量を有する鑄物の方却て良好なり。

#### 磷の限度

磷は〇・二二五%までは警戒の要否如何に就て確定し居らざりしか如し。往時にありては總して可鍛鑄鐵製造法に對する仕様書は形式的の空文に止まり殆んど其示指する點は實行せられざる有様なりしにより隨て買手は之を以ては製品の品質を信し得へからすとせり。又數多仕様書中には硫黄分〇・〇五%磷分〇・二二五%を定度となせとも滿俺に關しては何等明記せざりき。故に或場合には硫黄分の〇・〇五%なる限定は却て不良品を導くことあり、一例を擧ぐれば滿俺〇・三四%に對し硫黄分〇・〇五%のものは品質粗惡なれとも右の滿俺量に對しては硫黄分〇・〇八五%のものは遙かに良好にして一概に硫黄分の少量なるを可とするを得ざるを知るへし、右の如く硫黄分を定むると同時に滿俺の量をも併せ考ふるを要するにより寧ろ是等は硫黄分をして滿俺の三分一乃至四分一と定むるか如くせば前の如く單獨に制限するより過ち少からん。炭素及硅素とに關しても右と同様に其一方のみによりて配合割合を定むるは當を得ざる處置にして是非他物の割合に準して適當なる様定めざるへからず。

惟ふに顯微鏡の應用は化學分析並に在來の物理的諸試験と共に成分の配合並に材質の諸關係を知るに絶大なる便益を與へたり。總して金屬の有せる性質は夫れを構成せる組織状態によりて變するものにして一の炭素なりとも鐵中にありてセメントタイトを生しパーライトを構成し或は又テムパー炭素として遊離存在する等各般の狀況によりて著しく全性質を異ならしむるものなるか是等多様な組織状態を明知し得るは實に顯微鏡の偉功にしてこれか科學的研究に資する利益極めて大なりといふへし。

#### 顯微鏡の應用

可鍛鑄鐵は檢鏡法によりて夫れか處理せられし燒鈍程度即ち其經過か不充分なりしか又は冷却急速なりしか若は當時の温度低きに失せしか或は否か等其他緊要なる諸影響を推知し得られ、此方法の發見せらるゝに至る以前疑問となされし事件は續々闡明せらるゝに至れり。

現今本業に於ける材質試験の有様を觀るに各熔湯より先づ三種の試験片を採取す。即ち屈曲試験に充つるに四分三吋角にして長さ十四吋の試片。抗張力及伸張率の試験に對しては直徑八分五吋の試片及其他擊衝試験に供する爲めウエツヂ形に作れるもの是なり。此擊衝試験片は幅一吋長さ六吋を有しウエツヂは背部の厚さを二分一吋となし尖端に於て十六分一に減少せしめたるものなり。而して試験に際してはウエツヂを上向にしてドロップハンマーの臺に置き七十呎封度の力にて打ち毎回到漸次之を衝き曲くるなり。此試験法は最も實際の用途に適應し正確なる成績を示すにより最も重視せられ居れり。製材か以上述ふる諸試験の總てに合格せは殆んど本鑄鐵の有する全價値は發揮せられたりと考へ得るなり。

65  
數年以前吾人か初て可鍛鑄鐵に於ける諸元素の關係を知り引いて鋼性鑄鐵の現出を漸次防止し得たる頃に在りては前記の擊衝試験に於て七十呎封度の打撃一回に耐ゆるを以て可なりとせしも

其後僅かなる期間に頓に材質は改善せられ十回の打撃を要求せり。而して約一年前には二十回を以て最上の品位となす程の進境に達せるか、尙之れを以て満足せず、現今は平均三十五回の撃衝に耐ゆるものを製出せられつゝあり。

最近試験の報によれば一〇八回に耐へしといふものあれば奈邊まで進歩するや推測し得へからず。抗張力に於ても之れに伴ひて見るべき進歩を示せり。即ち十五年乃至二十前以前は平均毎平方呎に付三八、〇〇〇乃至四〇、〇〇〇封度なりしか現今はある工場の製品の如き平均五〇、〇〇〇封度にして又七一、五〇〇封度を示せし例もありといふ。

#### 現業者より受くる知識

製造家か實際に携はる仕事より得らるゝ所の經驗は往々吾人に好個の資料を興ふるものなり。最早彼等は夫々の用途に應じて夫等に適する品を製造し居れとも尙原料の撰擇に意を用ひは一層注文者の希望に副ひ得へきに既に多數製造者は現在の製品に安んじ一層品質一様にして且つ優良なる製品を産出せん爲めに業務の改良に努力せんことを怠れるか如し。斯くては斯業の發展を阻害し引いて鑄鋼業によりて其勢力を奪はるゝに至るへし。

可鍛鑄鐵の製品か時として破損することありとも一概に品質の不良に歸せしむ可からず。夫々強度にも一定の限界あれば他の孰れの品を以て之れに充つるも恐らくは同一結果を招致すへければなり。

經濟上將た又適用上の利便よりして鑄鋼の有する勢力の大部分殊に鐵道用品に此可鍛鐵鑄物を代用せしめ得へきことを信す。右の如き利點は本鑄鐵の立脚地をして重要ならしむるものならしむるものなれとも尙ある特殊の用途に對しても優透なる効果を顯はすこと鋼の良く及はざるものあり。撃衝或は劇しき振動を受くる箇處に若し鑄物を用ふるの必要ある場合に此可鍛鑄鐵の良品を以

てせは組織上の性質として鑄鋼或は其他鐵合金の及はざる利點を有するにより一層好結果を揚げ得へきなり。

### 鋼との比較

鋼は結晶成生上に於ける自然の理として全體を通して其組連續織的なり。可鍛鑄鐵にありても大體に於ては之れと相似たりと雖も特に「テムパー」炭素の塊狀をなして鐵中に散在せるにより組織は全く連續的ならず。鑄鋼及可鍛鑄鐵の如き靱性あるものは抗張力に比し剪斷力左程大ならざるか爲め外力か伸張及壓縮の何れにても常に結局斷剪力の爲めに破壊を招くものなり。

外力か材料の彈性界を超ゆれば各結晶は相互に摺り合ふものなり。此摺り合ひ(weld)又は滑り(slip)の起る結晶は遂に恒久變形を來すに至る。結晶か少しにても摺り合ひを始むれば夫等の接觸面にある極微なる不同形か合着して相互の摩擦増大するか爲め其結晶は摺り合ひを止め外力の影響は次の結晶に及ぶ。斯くして順次此作用は各結晶に傳へらる。面して若し外力の作用にして過大なれば最も弱き箇處より分離を始め而して、殘餘の部分は益々應力増大して遂には全く破壊するに至る。叙上の摺り合ひ面をスリップ・プレーンと稱せらる。茲に於て鋼は其性質として結晶組織一樣に相連續せるにより一度破壊を始むれば摺り合ひ面は斷面を横りて連續的に不規則なる面をなして發展し遂に龜裂或は破壊に至るなり。可鍛鑄鐵も略ほ同様の徑路を経て破壊するものなれとも之れと稍異なる點は最初少許の相連續せる結晶か摺り合ひを始めて夫れか數個以上に達する前には既に其影響は散在せるテムパー炭素に傳はるへし。然るに各テムパー炭素の塊は常に三個若くは四個の結晶に對し一個の割合を以て夫等の中央に挟まれるにより摺り合ひは此のテムパー炭素によりて屢々進行を防碍せられ摺り合ひの動作は三或は四に分岐して其傳播作用頓に鈍り時としては破壊は各テムパー炭素を連絡する中間の結晶のみにて終り斯くて破壊の進行は屈曲し一時に直破することな



## 疲弊による破壊

吾人は今や諸材料の疲弊による破壊に關して新たる知得する所あれば可鍛鑄鐵か鋼鑄物よりも耐久力大なる理由に就ては遠からず發表し得へしと信す。可鍛鑄鐵は鋼鑄物より固結性に富むこれ鑄造の際に於ける收縮より起る空洞の排除に意を用ふるによるなり。又本鑄鐵は鋼鑄物より低温度にて鑄造するにより汽泡の生成又は結着不良の原因たるへき瓦斯の閉塞の恐れ少し。内部金質の固結完全なることは最大抗張力換言すれば彈性界の増加を來し。鑄鋼に比し安全にして隨て設計に當り小なる安全率を用ひ得へし。通常本鑄鐵の使用内力は鑄鋼製品に比し一〇%程高きを許容し得らる。鑄鋼の抗張力は毎平方吋に付き六五、〇〇〇封度彈性界三五〇〇封度にして又現今の可鍛鑄鐵は平均抗張強五〇、〇〇〇封度なり。之れ鋼鑄物の六五、〇〇〇封度に比し劣れるの觀あれとも彈性界は略毎平方吋三八、〇〇〇封度を算し鋼鑄物の夫れに比し八%程高し。總して鑄物類の設計に於て目指すものは破壊強に非ずして彈性界を基礎とす。又事實上可鍛鑄物の氣泡少く品質優良なる點を併せ考ふる時は低き安全率を以て使用し得らるへきを提言するを憚らず。

本鑄鐵は腐蝕に對して非常なる抵抗力を有すること他の鐵合金の比にあらず。故に鐵道用品を始めとし此點に顧慮すべき用途に對しては適當なり。

吾人は此誤信され居る主として製造家の不誠實なる製品の上に抱ける使用者の不注意と無鑑識の爲め可鍛鑄鐵か工業界に確乎たる立脚地を得るに至らんこと及多くの製造家か此有用なる鐵類をして確實なる效用を發揮せしむるに一層の奮勵を以てせられんことを希望するものなり。