

素はあらざるなり、將來はいさ知らず現在の状態にありて獨逸か滿俺の代用品を發明しこれによりて滿俺を用ふると同様の鋼を作り得るとは如何にしても信し難し。

獨逸か使用する硅酸カルシウムは一部滿俺の代用品たる事を得、米國にてもこの目的のためにカルシウムを使用したれ共餘りに其の必要を認めざりしかため廣く使用せらるゝに至らず。斯界の問題となれる獨逸の滿俺鑛代用品は先づ上述の硅酸カルシウム及び三〇パーセントの滿俺合金位なるへし。

一見不可能なる事も屢々可能事と變するものなり、若し獨逸か上に述べたるよりも遙かに滿俺の必要に驅られ又事實に於いて化學上冶金學上研究の結果優秀なる代用品を發明し製鋼法に變化を來したりとせば戰後の製鋼界及び冶金界には頗る興味ある問題なり。(完)

(The Iron Age, Dec. 28, 1916 より抄譯)

## ◎鑄鐵—特に機關のシリンダーに就て

Engineering Vol. CIII—No. 2663.

臨 江 生

近代に到り、原動機中特に内燃機關に在りては稍々進歩の傾向を示し嶄新なる型式のものを紹介せんよりは寧ろ現存する各種型式の機關に改良を施さんとする趨勢に嚮ひたるか如し。是を以て從來毫も顧慮せられざりし之か構造材料就中機關の首腦部、シリンダー及びピストンを構成する鑄鐵の性質を研究するは決して無益の業にあらざるなり。

嘗て本主題たる「鑄鐵」に就ては、獨り本協會のみならず亦他に於て講演討議したること多かりしか

故に此研究の重要なるは既に世人の確認する所なるへし。

鼠銑にて摩擦部品の如きものを鑄造し使用するとき、無比の良質を有するは明白の事實なりと雖此點に於ける鑄鐵の性狀に就き、其機構に及ぼす影響如何を科學的に探究する方法に關し、實際の智識を缺くもの多きは、眞に奇異なりと謂はざるを得ず。

鑄鐵を應用して機關のシリンダーを構成し、二其狀況を探究するは冶金學及機械學上の立脚點より觀察し共に重要なる事項にして、余は既に數年以前より此志望を懷きしものなり。

然れども本問題に對し次に記述する所のものは、餘蘊なく研究し盡したるものならずして、全篇を通し理解せらるに先ち尙幾多の説明竝に解釋すへき事項ありて少しく浩翰に渉るなり。今其梗概を摘録するに次の如し、而して余は全然治學上より之を調査したりと雖、亦機械學者に對し鑄鐵の是等優良なる特性を有する所以を識るに足るへき良參考たるを信して疑はず。

## 梗概

### 第一節

- 一 鑄鐵の摩滅
- 二 表面の滑動現象
- 三 減摩性質
- 四 顯微鏡的組織の狀態
- 五 硬度と摩滅との關係
- 六 機械作業の狀態

### 第二節 製作に就て

- 一 一般の概念
- 二 鼠銑鑄鐵の加熱處理
- 三 機關のピストンに及ぼす加熱處理の形響

### 第三節 化學的成分に就て

#### 第一節 鑄鐵の摩滅

鑄鐵の摩滅に堪へ且減摩性を帶ふることは、親しく各人の識る所にして一點疑を挾むへき餘地な

しと雖、更に之を簡明ならしむる爲數項に分ちて講究するは有利なるへし。

茲に吾人の目的とする所の摩滅とは、一定時間二物を共に摩擦なましめ其重量に相互の損失あるを云ふと定義して不可なからん。要するに種々の方法に依り、幾多の物質を鑄鐵と摩擦せしめ、之か摩滅状態如何を探究するは、頗る廣漠たる範圍に及ぶを以て、本章は機關のシリンダーに起るか如き摩擦の場合即ち鑄鐵と鑄鐵との相互摩擦に因り生ずる摩擦のみに就き研究するを主眼とす。

摩滅を生ずる各場合を實驗するに當り、無上の困難と爲す所は、工業状態を脱して之を實驗的の範圍に移らしむるに適當なる方法を缺くに在り。之れ畢竟此方面に於ける探究を多年等閑に附したる罪に歸因するや明かなり。英國内務省道路課に於て特にナシヨナル、フキジカル、ラボラトリの設計したる機械を用ゐ、本章に述るか如き實驗と類似の條件の下に、道路表面の摩滅状態を調査せるは興味深きことと謂ふへし。是を以て必要上吾人は極めて緩漫にして時日を要する方法たるを免れずと雖、實際工學上摩滅を生したる場合に當り、専ら經驗し得たる智識に信賴し實驗するの止を得ざるに出てたり。

摩滅したる瓦斯機關内張部の表面を検して、普通認むる特徴は其摩滅せる面の全體に涉り多少之か範圍に廣狹の差ありと雖夥多しく小孔の存在することなり。

第一圖の寫眞に現はせるは、著しく此特徴を示す同し部類に屬する模範的の例證にして、多數の機械學者は是等小孔の存在するは、鑄鐵を組成する粒の粗鬆なるに基つき且其孔より原鐵に含まれたる板狀を爲す粗鬆なる遊離黑鉛の分離したる痕跡なりと認む。然れとも此說たる敢て正鵠を得たるものと謂ふを得ず、何となれば實際此鑄鐵より、試料を採取し、腐蝕したる後其面を檢鏡するに、是等の小孔は内張面の特種なる部分を組成せし或る成分を有する組織全體の分離したる爲生せしものたることを證せり。

摩滅せし内張面を検鏡するに、恰も其面は浮き磨きを施されたるか如く、必ず稍々硬質なる組織の顯然として浮ひ出つるを認むるものにして、普通の廓大鏡を用ゐる第一圖を検するに、明かに此組織あるを示し、第一圖の一部分を検鏡したる第二圖には、硬質なる燐化合金の著しく浮ひ出つるを認むるなり。第三圖及第四圖に示せるは、多年使用したる内燃機關の内張面を検したる模範圖にして、第三圖は大なる板狀の黒鉛を含み軟質にして粗鬆なる粒より成る鑄鐵とす。而も硬質なる燐化合金の面は著しく浮ひ出つることを明かに観ることを得へし、圖中に白色の蟲狀を現はせるは、板狀黒鉛の變形にして獨得のものなり。斯の如く白色に現はれしは、撮影上黒色を帶ふる四圍の金屬と對照するに當り、黒鉛の研磨面の爲め光線の反射したるに歸因せり。

第四圖は頗る細粒組織を成す鑄鐵の模範圖にして、硬質なる燐化合金の成分は悉く極めて著しく浮き出てその分布状態は恰も網に似たる狀を明かに現はし、且素地には分裂せる物質たるを示す多數の黒き小孔の存在するを観るへし。又高度の顯微鏡下にフェライトを含む鼠銑鑄鐵を検するに、フェライト組織の輪廓を畫き、往々薄片狀を成すパーライトの痕跡を明かに存することあり。

要するに鑄鐵は多數の成分、即ちフェライト、パーライト、セメントタイト及ポスファイドユーテクトの聚合物にして、是等は夫に各其機械的竝に物理質性質を異にし、パーライト及フェライトは軟質にして可延性を帶ひ之に反してポスファイドユーテクトは極めて硬く且脆弱なりとす。而して一塊を組成する粒は多少數多の板狀黒鉛の爲に互に隔離せらるるか故に、從て塊は結合力極めて低し。

ピストン、リングの摩擦作用を受けし機關のシリンダーに在りては、連接桿の反作用に依り生ずる内力の爲、イニシアル、サーフェースに輕微なる分解を惹起すると共に、若干或る物質を分離し、斯く分離したる物質は粉狀と成りて、油膜中に附着停滯するなり。

前述の如くピストンの往復運動の爲其影響を蒙り油膜中に停滯したる物質は、シリンダー内張面の浮き磨きせらるるに對して必ず關係を保ち、普通燐化合物或はセメントタイトの稍々硬質なる組織物と化して周囲の物質より高く浮き出てたるなり。

詳言すれば是等の突起物質は、結局シリンダーの内張面を組織する他の粒と共にピストンリングの摩擦作用及ピストンの運動に因り生ずる震動性の内力、竝に連接桿の反作用の影響を受けて組織粗鬆と成り、次に分解するものなり。而も此行動たるやシリンダー内部に於ける温度の増加及瓦斯壓の爲助長せらるゝこと明白なり。

以上は機關シリンダー表面の機械的作用に依り分解する狀況の概略を述べしに過ぎず。

## 二 表面の滑動現象

機關のシリンダー及スライドの如き鑄鐵製部分品を摩擦作用に委ねること、長時間に及ぶときは間もなく是等部品の間は硝子狀に硬化し良好なる運動狀態を保つものなるは、既に久しき以前より機械學者間に了知せられたる事實とす。

是を以て高速度に運轉する機關シリンダーの側壁に在りても、著しき時間運轉したる後には稍々硬質と成り、漸次に鏽削なし難きものに變し、一朝過熱を發したる場合に於て側壁を検するに、多少突起の形跡を存し、往々硝子狀となりて硬化し、到底鏽削を施し難きことあり。

長時間運轉の後斯の如く鑄鐵の内張面に生したる硝子狀物は、若干金屬摩滅の程度を減じ、且減摩性質の効力如何に大に與つて力あること必然なり。是か故に他の歐洲諸國に於ても、既に此事實を是認したるものゝ如く、一瓦斯機關製作所は機關に是等の部品を裝置し實地に運轉せしむるに先ち、試みに瓦斯シリンダーの内張部及ピストンの調整を計るといふ。斯の如き方法を講ずる目的は、此硝子狀態を容易に生せしめんとするに外ならざるへし。

然りとていへとも内張面の硝子状態を呈するは、幾多の原因錯綜の結果にして、最主要の原因と見做すへきはピストンの運動に依り生ずる交互内力の影響を受け、内張面を組成する粒はスリップ、プレインに沿ふて壞崩し、爲に變形して終には、極めて細粒なる組織の面を生ずるに到るなりと思惟せらる之を數多の例證に徴するに、此類の面にして尙高度に廓大したるものに在りて尙著しく細粒の組織を顯はせるものあり、而して斯の如き面は稍々其質硬きを以て鑄鐵固有の粗鬆なる粒狀組織に比すれば、内力の爲表面は分解の影響を受けること頗る遲鈍なるは明かなり。加之結晶分界の數増加するに依り、結晶相互間の結合全力は極めて大に増加するものなり。而して結晶分界に於ける結合力の強大なる所以は、無定形のセメント若くは面張力或は兩者存在の影響に基つき、從て鑄鐵の内張部に存する斯の如き表面の薄層は著しく強きものなり。特に鑄鐵に滿俺、クロームの如き元素を多量に含有せしむるときは、大に之か摩滅に抗する力を増加するは明かなる事實にして之れ此部類に屬する鐵に生し易き、是等の變形したる表面上の薄層を組成するに據るなり。

第五圖及第六圖は過度に發熱したる後に至り、瓦斯機關の内張面に生せる硬質物の薄層を示すものにして、此類の薄層を腐蝕し檢鏡するに、燐化合金より成る硬質の面は、第七圖に示す如く其四方は尙黒き薄層にて圍繞せらることを現はせり、又多數の白點は恐らく分解したる燐化合金の分子なるへし、第八圖は鑄鐵普通の組織を示すものにして、硬質なる薄層を除出し研磨したる後檢鏡せるものなり。之に據るも軟質なる内張面には、第一フェライトの組織其大部分を占むることを識るに足るものなり。

記者の考ふる所にては、内張面に組織する薄層は、ピストン或は内張面の他部分の孰れかより移動し、有形的に内張面に堆積したる分離物質より成るものなりと信ず、若し果して然らんに、是等の物質は前述したる如く、分離したるフェライトの組織其大部分を占め、且つ其大さ比較的大なるを以て

高度なる壓力の影響を受け、内張面以外に滑動したるものなるへし。而して此薄層に生ずる熱は摩擦より發するものにして頗る強大なるか故に、薄層は黒鉛若くは注油或は兩者の何れかより速に酸素を吸収し遂に高温度に會して固態を爲せるハーデナイトを生ずるに至りしならん。然れとも斯く高度に發熱したる薄層を、内張面の固態壁と實際接觸せしむれば其冷却すること多少速にして、薄層に現はる其組織の形狀竝に硬度は一に冷却の遲速に據り定まるものとす。依て是等の薄層を腐蝕したる後顯微鏡下に檢すれば顯然ハーデナイトとバーライトとの中間組織を現はすこと必せり。

鑄鐵に對する研磨作業中、往々前記と同一の結果を現はすことありて、殊に硬質なる部分を鑄鐵面に生じたる時砥は硝子化したりと稱する場合なり、之れ既に詳述したると同一の状態に於て表面の滑動したる結果たるへし。

### 三 減摩性質

實際摩擦的接觸を受けて金屬及合金の摩滅する問題以外に或る種類の金屬及合金に在りては、他のものに比し、此摩擦處理を受くるも、其影響を蒙ること少なきか如き特性を有するものあるを以て金屬及合金の過熱を發することなく能く此の摩擦處理に堪へ得る程度如何は、大に其金屬及合金の性質に關係する所深し。本章に於ては此性質を減摩性質と稱し、相互に摩擦作用を起すに當りては、負荷重量及出來得れば其摩擦速度も亦此性質の消長に關係ありとす。然れとも余か本研究の要領には全然是等の勢力を不問に附し常數と見做せり。

世に所謂減摩合金と稱するものは、前述と類似する有益の事實を示すものにして、是等の合金は多く錫鉛銅及安質母尼より成りて機關或は主軸の軸承に應用するに當り、専ら過度の發熱を顧慮し、運轉上良好なる結果を收むるに適する性質の合金を製せんとし、是等の元素を配合するに在り。

實驗上斯の如き合金は、普通少くとも理學的性質大に異なりたる二組成成分より成り、互に包含する

64 ものにして、實際使用するに當り、此類の金屬の面は琢磨せられて稍々硬質の組成分は明劃に浮き出て、不整形の輪廓を生し周圍の構成的組織より突出するなり。第九圖に示すは或る種の機關に使用せるホワイト、メタル製の軸承を検したる顯微鏡寫眞にして特に白色を帶ひ硬質なる六面體結晶を成す化學組成物たる  $\text{SbCl}_3$  は明劃に浮き出てたるを觀るへし。

是等の硬質にして他面より突出せる地點は、負荷重量の大部分を直接に負擔し、又微細なる多數の孔は油溜となりて、全面に涉り油を等齊に分布する作用を爲すなり。

高速度運轉の機關シリンダーに在りては、ピストン及シリンダーを構成する材料の滑動性の有無は、極めて重要事項なるを以て深く之を識らざるへからず。

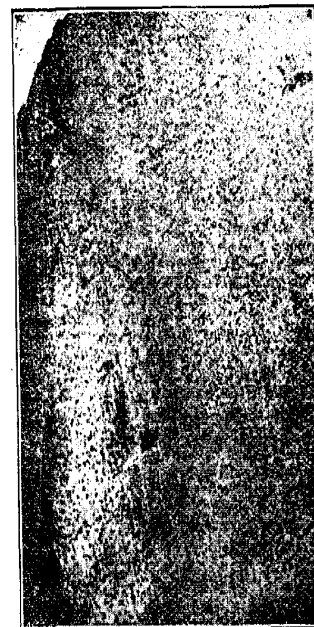
元來機關のシリンダーを鑄鐵にて構造する所以は此特種なる性質を有するか爲にして、未だ其性能上鑄鐵に代用すべき他の材料を求むる能はざるは特に注意すべき價值ありと云へし、加之鑄鐵の種類には自然制限あるを以て、獨り此性質のみならず亦其機械的強固なるを要するに到りては輓近進歩したる高速度運轉の機關設計に伴はざるの缺點あるを遺憾とす。

一般に鑄鐵の減摩性に富む所以は普通之か成分たる遊離炭素の催滑質なるに歸すとの説は、嚴確に論すれば其當を得たるものならざるに似たり。然れどもシリンダーの内張面及ピストン等を多年使用し何等の支障を醸さざるより察するに、前説は全く事實に近かるべく、是等の表面に含む黒鉛成分の影響如何は深く考慮するに及はざるへし。

前章に記載したる減摩合金に對する如く、鑄鐵をしてピストンの交互運動竝に油中に停滯する微細なる金屬分子の摩擦作用を受けしむるときは、其面に不整形の輪廓を生し、摩滅の章に説明せし如く、硬質なる組成物は顯然浮き出つるなり。

而して鑄鐵面の分解せる結果自然に發生する孔と共に固有の細微なる孔は、潤滑劑の貯藏所と變

第一圖



第二圖



第五圖



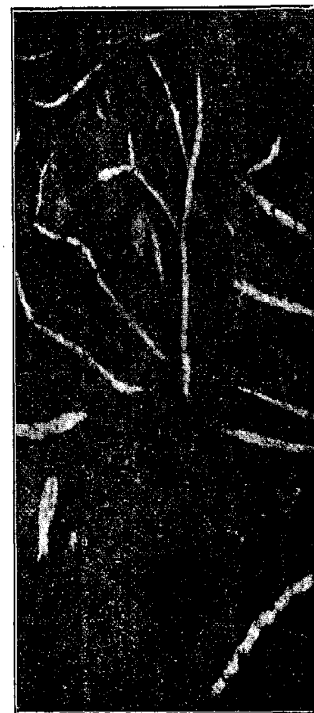
第六圖



第四圖



第三圖



第八圖



第九圖



第七圖



し、全面に渉りて之を有效且等齊に分布する用を爲すへし。今や繼續摩擦運動に服したる後鑄鐵の表面に硝子状態を現はす理由を述ふる要ありと信するを以て、未だ其影響に關しては少しく明瞭を缺く所ありと雖、次て之を説かんとす。(硬度の項參照)

### 圖 解

第一圖は摩滅したる内張部の圖稍々縮寫したるもの

第二圖は第一圖の一部分に當る顯微鏡寫眞にして腐蝕せざるもの(二五〇倍)

第三圖は摩滅したる内張面の顯微鏡寫眞(腐蝕せるもの)

第四圖は第三圖と同じ(二〇〇倍)

第五圖は腐蝕せざるもの(一五〇倍)

第六圖は腐蝕せざるものにして斜狀の照明を受けしものなり(三〇倍)

第七圖は一・二%の硝酸鹽にて腐蝕したるもの(一五〇倍)

第八圖はビツクリン酸にて腐蝕したるもの(二五〇倍)

第九圖は琢磨竝に腐蝕を施さざるホワイト、メタル製の軸承面(四八倍)

## ◎鐵以外の金屬冶金に對する電氣爐の應用 (承前)

(Journal of the institute of metals. June 1916 より)

Y.

K.

生

A. 鑛石より金屬を還元するために用ふる電氣爐

其二 電氣加熱的製鍊に用ゐらるゝ電氣爐の續き

拔 萃 鐵以外の金屬冶金に對する電氣爐の應用