

たる、最高度の過熱蒸気を使用し、且つ蒸気機關に向て、好都合なる凡ての状態(鎔鑛爐ならざる時)を以て、運轉すると雖も、猶且得難き程の小量に迄減ぜざるべからざることとなるからである。

送風機に於ける此の型の瓦斯消費量を決定するに必要な材料は次の如くである。

一 晝夜毎(二十四時間)鐵の生産高 四五〇噸

製鐵一噸毎に要するコークス 二、二四〇封度

コークス一封度毎に要する空氣の容積(平均) 六五立方呎(毎分)

一〇〇立方呎の空氣を十五封度の壓力に壓縮するに要する理論上の馬力 五馬力

送風管に向ての圖表係數ダイヤグラム、ファンター 〇・九四

送風管に向ての機械的効率 〇・九二

一日毎四五〇噸の生産に要する風の容積 四五、五〇〇立方呎(毎分)

$$\left(\frac{450 \times 2240 \times 65}{24 \times 60} = 45,500 \right)$$

此の空氣を送風するに要する車軸馬力 二、六三〇馬力

$$\left(\frac{5 \times 455}{0.94 \times 0.92} = 2,630 \right)$$

近頃大型の石炭焚き汽罐にして、發電所に使用せらるゝものは、効率が八十パーセントにも達し、又特別なる注意も拂はれざる小型の汽罐にして、リン市(Lynn)にあるG. E. 會社の工場では、八十二パーセントの効率を示した、併し鎔鑛爐用としては、今少し低能率であらう、適當なる注意を以てせば七十パーセント位の効率は容易に得らるゝから此より低きものは例外とせねばならぬ、殊に豫混合式燃焼器を使用し、且つ洗滌したる瓦斯を使用する場合には、七十五パーセント位の能率が得らるゝ、而して記者は、ターボ送風機又は往復動汽機の場合に於ても、同様の注意を拂へば同じ効率を擧げ得るも

のと假定する。

汽罐に瓦斯を燃す場合は、瓦斯が高温度なるが爲めに瓦斯中に含有する顯熱をも利用し得る利益がある、瓦斯一立方呎毎の發熱量は、華氏一度毎に〇〇一八二B. T. U.である。

然れば、蒸汽罐には五〇〇度の瓦斯を使用し、瓦斯機關には、六十度の瓦斯を使用する時は、一立方呎につき、八B. T. U.の顯熱の差を與ふる事となる故に、予は次の割合にとる。

瓦斯機關に與へたる瓦斯の熱量

九五B. T. U. (一立方呎毎)

汽罐に與へたる瓦斯の熱量

一〇三B. T. U. (一立方呎毎)

又蒸汽一封度毎の熱量は

送入蒸汽の全熱量

一、一九四六B. T. U.

液化したる後の熱量

八三・一B. T. U.

差引

一、一一一・五B. T. U.

其れ故往復動送風機に要するボイラーの瓦斯は

$$\left(\frac{2,630 \times 14.15 \times 1,111.5}{103 \times 0.70} = 574,000 \right)$$

五七四、〇〇〇立方呎(每一時間)

○瓦斯送風機の操作

吾人は瓦斯機關にて、送風機を運轉する場合に於て、空氣の同量を衝風するに要する車軸上の馬力を見出すには、前述と同一の材料を用ゐ、且つ馬力毎の熱量に向て次の値を用ゐよう。

$$\frac{33,000 \times 60}{778} = 2,545 \text{ B. T. U. (每一時間)}$$

瓦斯機關の熱効率は大なる注意を以て、試験した時には、近頃二十一パーセント位と假定して居る様であるから、吾人も亦此の効率を採用すれば次の如くなる。

$$\frac{2,545}{0.21} = 12,120 \text{ B. T. U. (每一時間瓦斯機關車軸馬力に付き)}$$

前述の如く吾人は、瓦斯機關に向て、利用し得る熱として、瓦斯の一立方呎毎に九十五B. T. U.と假定する、然る時は、此の型の機關を以て、一日四百五十噸の割合にて、製鐵するに要する瓦斯は次の如し。

$$\frac{2,630 \times 12,120}{95} = 335,000 \text{ 立方呎(每一時間の瓦斯)}$$

○ターボブロワーの操作

ターボ送風機にては、最早ディスプレイスメントに依る空氣測定法を用ゐる事は出來ない、而して予はディスプレイスメントと實際の放出空氣の間の比が、一樣のものに非ずして、變動するものなることを前述した、エーヤガバナ―に依る測定法が利用さるゝ様に設計されたる多數の機關より得たる試験成績を見るに、コークスの一封度毎に付き空氣消費量は最小四十五立方呎より最大五十五立方呎の間にある、尤も此は、コークスの性質とか、空氣弁及送風本管の密着の度合とか、其他種々なる事項に關して差異はあるが、經驗に依れば、適當なる注意を以て、損失となる凡ての原因を除去することを得る様のプラントに對しては、空氣消費量を一封度に付き五十立方呎に定むれば大丈夫で安全なることがわかつた。

猶予は、空氣の流れが一樣であること及び其の爲め鐵の製産高を増し、從てコークス消費の割合を減ずることを示したが、併し予は此の論說に於て、其の結果につき論及することを止めて、將來猶多くの材料を集めた上で、之れが決定をなすこととし、今は次の材料位に止めておかう。

一日毎の鐵の製産高

四五〇噸

製鐵一噸に要するコークス

二、二四〇封度

コークス一封度毎に要する實際の空氣量

五〇立方呎

一分時毎に要する空氣の全量

三五、〇〇〇立方呎

$$\left(\frac{450 \times 2,240 \times 50}{24 \times 60} = 35,000 \right)$$

能く知られてある如く、送風本管、熱風爐風口、及び弁を通過する際に於ける摩擦損失は、動搖する流れの時よりも、一樣なる流れの時は僅少である。又、蒸汽管の場合にありては、蒸汽タービンに接続する管は往復動機關に接続するパイプよりも、甚だ小さきパイプを用ゐるのが普通のやり方である。又、ターボプロワーより來る空氣の一樣なる流れは、爐に於て最良なる状態を保つ結果、裝入物を通じて風の通りをよくする。

此の理に依り、此の型の送風機にては、低き送風壓力にて足る。此の低き壓力は勿論ターボ送風機の力及瓦斯の消費量を減ずる、併し次の計算には此の條項を度外視してある。

空氣の一〇〇立方呎を十五封度に壓縮するに要する理論上の馬力

五、

壓力二〇〇封度、過熱度二〇〇度華氏、眞空二・八五吋（此れは多くの發電所に於て實際得らるゝ状態である）の蒸汽を使用する時、原動機としてのタービンの蒸汽消費量は一車軸馬力時に付き

九・三五封度

壓縮機の車軸効率は七〇パーセントと假定した、之れは安心の出來る大丈夫なる裝置に就て實際に行はれたる多くの試験の結果である。然る時は

$$\frac{5 \times 350}{0.70} = 2,500 \text{ 車軸馬力}$$

蒸汽罐にて蒸汽に供給したる熱は次の如くなるであらう、

送入したる時の全熱量

一、三〇七・五 B. T. U.

凝汽したる時の最後の熱

六〇一 B. T. U.

蒸汽一封度毎に汽罐より供給したる熱

一、二四七・四 B. T. U.

然る時は蒸汽罐に供給したる瓦斯の量を決定する事が出来る

即ち
$$\frac{2,500 \times 9.35 \times 1,247.4}{103 \times 0.70} = 404,000 \text{ 立方呎(一時間毎の瓦斯量)}$$

以上の計算により得たる、一時間の瓦斯消費量を列記比較すれば次の如くなる、

往復動蒸気機関	往復動瓦斯機関	ターボ送風機
五七四、〇〇〇立方呎	三三五、〇〇〇立方呎	四〇四、〇〇〇立方呎

是れに因て之を觀るに、蒸気往復動送風機の瓦斯消費量を、ターボ送風機と同じくせんには、其の指示馬力時に付き、八封度餘に迄蒸気消費量を減じなければならぬ事となる、是れ從來の實地に於ては明かに不可能のことである。

今予は、八臺の鎔鑛爐を有し、且つ充分に電力を使用し居るプラントに關して、此等數字上の論議を試みやう。

一般に四百五十噸の鎔鑛爐は、鐵の一噸毎に一五〇、〇〇〇立方呎の瓦斯を生ずるものと假定せらる、依て八臺の鎔鑛爐に付ては、

$$\frac{150,000 \times 450 \times 8}{24} = 22,500,000 \text{ 立方呎(一時間毎の瓦斯)}$$

此の内四十パーセントは熱風爐竝に漏洩のために消費せらるゝを以て其の残りの六十パーセントなる一三、五〇〇、〇〇〇立方呎(一時間毎)が送風機と電力の生産とに向て利用せらるゝこととなる、予は之れを二つの型に別けて論ずる事にしやう。

- A
- (一)瓦斯機關にて送風機を運轉する場合
 - (二)瓦斯機關にて發電機を運轉する場合
- B
- (一)蒸気タービンにてターボ送風機を運轉する場合
 - (二)蒸気タービンにて發電機を運轉する場合

瓦斯機關送風機の場合にては、二十臺を用ゐ、ターボ送風機の場合にては、十臺を用ゐるものとす、又瓦斯機關發電機の場合にては、一臺の容量を一萬キロワットとして六臺を要し、ターボ發電機の場合

にては、一台の容量を七、五〇〇キロワットとして八臺あれば充分である。
此の根底に於ける比較の結果は次表に示す通りである。

○四百五十噸八臺の鎔鑛爐に對するタービン、瓦斯機關、送風機及電力裝置の比較表

A. (G. E.) B. (S. T.)

- (一) 八臺の鎔鑛爐送風に要する一時間毎の瓦斯量(立方呎) 二六八〇、〇〇〇 (335,000 × 8) 三、一三三、三〇〇 (404,000 × 8)
- (但し各爐の作業は前述と同一とす)
- (二) 過剩瓦斯(一時間の立方呎) (13,500,000(蒸汽に與ふる瓦斯)より前項の數字を引去りたるもの) 一〇、八二〇、〇〇〇 一〇、二六八、〇〇〇
- (三) 瓦斯一立方呎毎の熱量(B. T. U.) (汽罐に與ふる顯熱を含む) 九五 一〇三
- (四) 發電所に使用し得る過剩瓦斯一時間の熱量(B. T. U.) 一、〇二八、〇〇〇、〇〇〇 一、〇五六、〇〇〇、〇〇〇
- (五) 一キロワット毎の熱量(B. T. U.) (次表参照) 一八、八二〇 二五、二〇〇
- (六) 過剩瓦斯より發電所に於て發生し得る電力(キロワット) 五四、六〇〇 四一、九〇〇
- (七) 發電所に据付けらるゝ總電氣容量(キロワット) 六四、〇〇〇 六〇、〇〇〇
- (八) 一キロワット當り發電所の建築費 六八・〇六 五〇・〇〇
- (瓦斯機關發電所の建設費は諸書に記載せるものゝ中最低の價格をとる、併し此れは普通の場合には低廉に失す)
- (九) 發電所の全價格 四、三三五、八四〇・〇〇[#] 三、〇〇〇、〇〇〇・〇〇[#]
- (十) 毎鎔鑛爐の送風機の車軸馬力(前述参照) 二、六三〇 二、五〇〇
- (十一) 送風室の車軸馬力 二六、三〇〇 二五、〇〇〇
- (十二) 一格定馬力に對する送風室の價格 七四・五〇[#] 五〇・〇〇[#]

(蒸汽原働機に向つては實際の數字をとり、瓦斯機關に向つては最低價格をとる)

(三) 送風機の總價格

(四) 工場全體の總價格 (9)+(13)

ターボ發電所をして、瓦斯發電所と同じキロワット數を發生せしむるためには

$$54,600 - 41,900 = 12,700 \text{ キロワット}$$

の電力を發生せねばならぬ、而して此の電力を發生するには、一時間毎に、

$$12,700 \times 25,200 = 320,000,000 \text{ B. T. U.}$$

の熱量を要す、今石炭一噸の熱量を二四、〇〇〇、〇〇〇 B. T. U. とすれば一時間に要する石炭は

$$\frac{320,000,000}{24,000,000} = 13.33 \text{ 噸}$$

にして、其價格を一噸に付き一弗とする時は、一時間毎に要する石炭の價は一三三三弗なるを以て一年間に於ける石炭の合計價格は次の如くである、

$$365 \times 24 \times 13.33 = \$116,770$$

猶ほ予は、瓦斯機關工場に於ける固定經費を十五パーセントと假定し(北米製鋼會社のゲリー工場の例に倣ふ)ターボ送風機及同上發電機に向ては十一・五パーセント(大なるターボ發電機には普通此の率を用ゆる習慣なる故)と假定する時は

A. (G. E.)

一五

B. (S. T.)

一五

利息、償却費及税金(百分率)

A. 總固定經費

九四七、二八六、〇〇

四八八、七五〇、〇〇

B. 送風室に於ける運轉費

(一) 瓦斯洗滌

三五二〇、〇〇

(二) 工場運轉費、維持費、勞力費及消耗費

一〇〇、一〇〇、〇〇

八三、〇〇〇、〇〇

(三) 給水費

送風作業費合計

八、八〇〇・〇〇	一二、〇〇〇・〇〇
一四四、一〇〇・〇〇	九五、〇〇〇・〇〇

發電所運轉費

(一) 瓦斯洗淨費

一〇五、六〇〇・〇〇 ^冊

(二) 工場運轉費、維持費、勞力費及消耗費

二九八、六〇〇・〇〇	二二、七五〇・〇〇 ^冊
------------	------------------------

(三) 給水費

二六、四〇〇・〇〇	三六、〇〇〇・〇〇
-----------	-----------

合計

四三〇、六〇〇・〇〇	二六三、五〇〇・〇〇
------------	------------

一年間の運轉費及固定經費合計

一、五二一、九八六・〇〇	八四七、二五〇・〇〇
--------------	------------

兩者運轉費の差額……………(1,521,986—847,250)

六七四、七三六・〇〇

ターボ發電所の出力をして、瓦斯機關發電所の出力と等しからしむる爲めに要する石炭費は一噸一弗として、一一六、七七〇弗に上る事前述の如くである。

以上の如くなるを以て、運轉費竝に固定經費に兩者の差額は、石炭の價が次の如く騰貴する迄は優劣の關係を失はなす。

$$\frac{674,736}{116,770} = \$5.78 \text{ (每一噸に付き)}$$

瓦斯機關工場の價格は畢竟平均の瓦斯に依りて發生するものと同様なる、平均キロワット荷重を基礎として定めた、併し此は貧質なる瓦斯で荷重の變化激しき時は豫備として備へられたる別の發生機がなくては實際得べからざる所のものなれども、計上したる價格は此れ等に要する固定資本、燃料費、維持費、竝に運動費が全く省かれて居る。

蒸汽力の場合には汽罐は貯藏したる熱量を供給することが出来る、又何等の設備追加もなさずして、所望の度迄無理に燃すことが出来るから餘分の装置は全く不必要である。

兩方の工場を平等に考へんとすれば、此貯藏容量に對する價格も以前に計算したる工場の價格に追加しなければならぬ、而して是實にターボ送風機をして瓦斯機關に比し、其利益を増加せしむるものにして、且つ石炭の極限價(兩者の運轉費を同じからしむる爲の石炭を増すものと云ふべきである。以上の數字には、ターボブローワの使用に依て鐵質を良好ならしめ、且つ出銑量を増加すると云ふことも、勘定に入れてないが、此の利益を見積る時は、實に以上述べたる數字以上の價值を有するものであることを忘れてはならぬ、又瓦斯機關の方は一般の平均と比較して餘りに低きに失した位最低價格に見積つたが、之れに反してターボブローワ及ターボ發電機の方の數字は極めて大丈夫な標準で計算したのである。

○ 決 論

以上の研究より次の決論を得

タービン送風機は、鎔鑛爐に用ゐる他型の送風装置に比すれば、衝風一様にして、且つ調節自在なるを以て、鎔鑛爐を良好の状態とならしめ、以て、其出銑量を増し、且其性質を良好ならしむることとなる。

又ターボ送風機の運轉は、他型のものよりも、注意を要すること少なく、且つ操業上の自由がきく。

蒸汽往復動送風機の瓦斯消費量は、ターボ送風機の消費量に比較すれば、甚だ大にして如何なる型を以てしても、其消費量をして、ターボ送風機に相當する消費量に近づかしむるは、不可能である、今瓦斯機關の効率に向て、瓦斯機關製造者により稱へらるゝ最高の數字を取り而して之を近時の蒸汽力装置を有する(發電所に於て得らるゝ如き)好能率を示して居る所の(ターボ送風機設備に比する時は、ターボ送風機の瓦斯消費量は、瓦斯機關のそれよりも、相當の餘裕を見て猶且つ二割しか超過しない。今八臺の鎔鑛爐を有し、過剩瓦斯を遺憾なく使用して居る製鐵所にして、瓦斯送風室及瓦斯發電所を有するものと、ターボ送風室及ターボ發電所とを比較對照するに、(但し瓦斯機關の方は、從來多くの

使用者に依て、與へられたる内の最良の數字を用ゐ、ターボ送風機の方は、普通であつて、而して大丈夫なる數字を用ゐた。蒸汽機關を用ゐたる時の運轉費及固定資本に於ける節約は、蒸汽發電を瓦斯發電と同一出力の下に公平なる比較をなさんとせば、石炭の價格が一噸に付き五七八弗の高價に上つて漸く平均すると云ふ位大なるものである。況んや現今普通價の石炭を使用する場合に於ける蒸汽タービン使用の爲めに、節約し得る所は非常に大なるものである。

我米國に於ける、鎔鑛爐並に製鐵作業の蒸汽力使用の方法、有様は、既に時代後れてあつて、全然改正を要する、併しながら此の如き作業に向つて、近頃の經濟的なる蒸汽力使用装置を施したるタービンプラントは他型の原動機と比較する時は、運轉費少なく停業及生産物の損失少なく、同一の爐を以て多量の良質なる生産を擧げ得らるゝ。

實際に於て瓦斯機關は七五パーセントの發電所の荷重率、八〇パーセント乃至八五パーセントの送風機荷重率にては、最大効率以下に於て運轉せらるゝものである、即ち瓦斯機關は、輕荷重の時に於て機械的効率低く、熱効率も亦非常に減退するものなるが故に、平均荷重状態に於て、最良の効率を呈する様設計せられたる、ターボ發電機若しくは輕荷重の時非常に良好の能率を呈する様なターボ發電機に比較する時は、瓦斯機關は以上の如き状態の時に著しく苦しむであらう、故に前表の比較は瓦斯機關装置に對しては、不當に好都合である。

猶瓦斯もターボ發電機も製鋼工場用の働力迄は供給し得ないから、其の不足は増設機關によりて補はなければならぬ、且つ之に要する燃料は亦石炭でなければならぬ。

瓦斯發電装置は、瓦斯發生器の設立を要す、然るに、製鋼工場の動力は、著しく變動的のものであるから、原動所は常に此の要求を供給すべく、用意せねばならぬ、從て此等の瓦斯發生器は甚だ長時間の貯藏力を有しなければならぬ、然るに、ターボ發電所にては、汽罐が有する熱貯蓄力のために斯る貯藏が

殆んど無くとも充分製鋼場の變動動力に應ずることを得る故に、工場の此の部分は必然蒸気力運轉のものにてなければならぬ、而して鎔鑛爐の數少なき小製鐵所程タービン運轉の機關使用の利益益々著大となる、若し夫れ四本以下の鎔鑛爐を有し、或は過剩瓦スの使用設備を有せざる如き小製鐵所に向てターボ送風機使用の適切なる點に至つては、到底之れに匹敵し得るものはない、是れターボプロワーは運轉上自由がさくのと、爐の種々の状態に對して急に調整する事が出来るのと、一樣なる割合を保つて爐に送風し且つ衝風をして不動たらしむる様に、壓力を自動的に加減し得らるゝ、従て爐の状態を良好ならしむる、等種々の秀れたる點あるが爲めである。

○附 録

瓦斯發電所及びターボ發電所に向ての毎キロワット時の B. T. U. の計算

百分率

(一) 瓦斯發電所

最大車軸効率

二五・〇

平均車軸効率(荷重率一にして良好なる運轉状態の時)

二一・〇

平均發電機効率

九三・〇

平均總効率

一九・五

補助機關には、平均荷重の八パーセントを與ふるものとせば

正味平均總効率

($=19.5 \div 1.08$)

一八・一

最大効率

平均効率

(荷重率一にして良好なる運轉状態に於ける)

(二) ターボ發電所

汽罐

〇・八〇

〇・七〇

發電機

○・九〇

○・九三

タービン

○・七五

○・七〇

利用し得べき熱量(二五〇〇封度毎平方吋、二〇〇度華氏)

三九八・三 B. T. U.

汽罐にて蒸汽に加へたる熱量

一二四七・四 B. T. U.

總効率…………… $\left(\frac{398.3 \times 0.70 \times 0.70 \times 0.93}{1,247.4} \right)$

一四・六パーセント

補助機關に向て平均荷重の八パーセントを與ふるものとせば

正味平均總効率……………(14.6 ÷ 1.08)

一三五パーセント

即ち次に示す處の數字は荷重率良好なる發電所に於て(補助機關に向て相當の餘裕を有す)一キロワット時に對する熱量を示す。

瓦斯機關裝置……………(3,412 ÷ 0.181)……………

一八、八二〇 B. T. U.

蒸汽タービン裝置……………(3,412 ÷ 0.135)……………

二五、〇〇〇 B. T. U.

(完)

●部分的焼入法 (Methods for Local Case-hardening) の得失

(Mechanical Engineer. January 15, 1915, 及び The Journal of the American Society of Mechanical

Engineer. August 1914, 所載 L. Gullet and Victor Bernard 兩氏の報文英譯より) か わ ら 生

鋼製の物品は、屢々其一部分丈に表面焼入法を行ひて硬化させ、他の部分は軟かき軟鋼の儘存せしめる必要がある、今其方法として今日行はるゝものを擧ぐれば

(一) 硬化することを要せない部分を、炭滲作用を受けない様に耐火粘土で被覆し、普通の場合に於ける如く炭滲法を行ひ且つ焼入れする方法。

(二) 硬化することを要せない部分に、炭滲せんとする深さよりも稍大なる厚みを有する管を焼嵌めて、炭滲法を行つた後にそれを除去する方法。

(三) 硬化することを要せない部分の寸法を大きく作つて置き、炭滲法を行つた後所要の寸法にグラインダーで仕上げ、然る後焼入れする方法。

(四) 硬化することを要せない部分を金屬で被覆し、炭滲法を行ふ方法。

等の四種ある。(一)の方法では粘土が充分に瓦斯の通過を防止しないから硬化を要せない部分の炭滲作用を絶対に防止することが出来ないのみならず、物品の形状が複雑な場合には、之れを施すに頗る面倒で且つ不經濟である。(二)の方法は物品の形状が極く簡單な場合の外適用出来ず。(三)の方法では工作費を多く要する。(四)の方法は上記四種の方法中最も佳良なものであるがその被覆に用ふべき金屬は次の要件を満足するものでなければならぬ。

(a) 炭滲温度に於て固態に保たるゝものでなければならぬ、然らざれば流出して硬化を要しない部分をよく保護することが出来ない。

(b) 炭滲の際瓦斯を通過してはならぬ。

(c) 市場から容易に求め得られるものでなければならぬ。

(d) 炭滲法を行つた後物品面から容易に除去することが出来るものでなければならぬ。

之等諸要件の内(a)と(c)とを満足するものは、銅とニッケルである。併しニッケルは(b)の要件を充分に満足しない、故に今日容易に此用途に供することが出来且つ安全なのは先づ銅である。

銅で鐵の表面を被覆する方法には三種ある、其最も簡單なのは銅の鹽類例へば硫酸銅の溶液中に物品を浸すか、若くは之れを塗布するのである、併し斯くして施された銅の被覆は極めて薄く且つ鐵面に充分固着しない虞れがある。之れよりも一層確實な方法は電鍍法である。次に示す表は炭滲作用を絶対に防止し得べき銅被覆の最小の厚みを決定する目的で行はれた試験の結果で、銅の電鍍には青化加里溶液を用ひ、又炭滲法の與炭材料は、木炭重量にて六十分、炭酸バリウム四十分の混合物を

炭滲温度(攝氏)

被覆せざる部分の炭滲の深さ(耗)

銅被覆の厚み(百分の一耗)

被覆せし部分の炭滲度

一、〇〇〇	一〇乃至一・一	一乃至二	僅かに炭滲す
一、〇〇〇	一〇乃至一・一	二乃至三	絶対に炭滲せず
一、〇〇〇	一・八乃至一	一乃至二	甚しく炭滲す
一、〇〇〇	一・八乃至二	三乃至四	絶対に炭滲せず
八五〇	一〇乃至一・一	一乃至二	絶対に炭滲せず

之れによりて見れば、炭滲作用を防止するに要する被覆の厚みは、炭酸温度と時間とにより異なることが解る。

第三の方法は、シュープ(Schoop)氏が近頃唱導したもので銅の微塵を鐵面に吹付けて被覆するのである。此方法では被覆の表面は粒状を呈し、電鍍法によつた様に滑かでないから、其厚みを正確に測定することは出来ないが、甚だ速かに厚く被覆することが出来るから別に其最小の厚みを測る必要もないのである。而して此方法は頗る簡單で且つ部分的の被覆をなすことが容易であつて今日行はるゝ方法として最も佳良なるものであらう、併し電鍍法に比し、設備費を要することが多く、特許料を要し且つ銅の消費量が多い等の點は劣つて居る。

●工具鋼の焼入れに關する實地上の要項

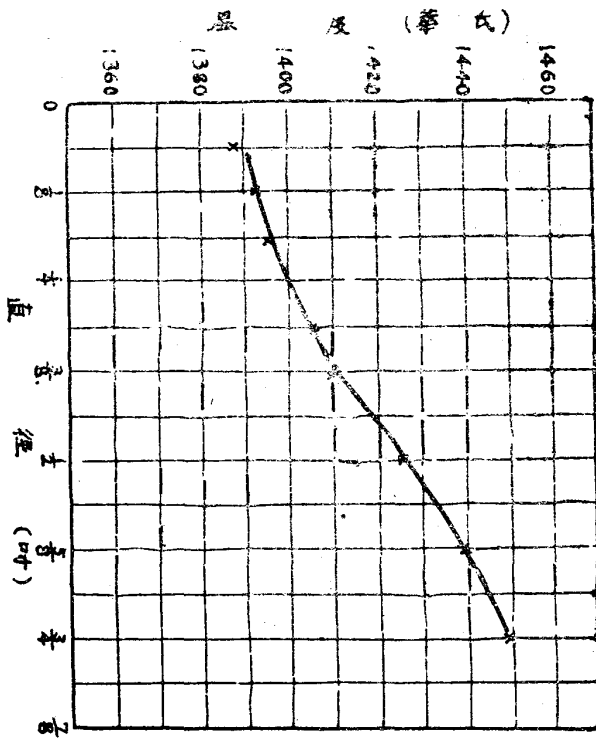
The Journal of the American Society of Mechanical Engineers, March, 1915 所載 John A. Matthews

及び Howard T. Stagg 兩氏の論文より

かわら生

鋼の焼入れに際し加熱する時間は最も適當なるを要する、之れが餘り速かなれば温度の均一を期し難く、餘り緩なれば過熱する虞がある。冷却の速さは其組織をマルテンサイト成分にならしむる程

とは、既に諸家により示された處であるが、焼戻しに費した時間も亦實驗上頗る硬度に影響を及ぼす



工具鋼の焼入温度と大きさとの關係を示す線圖

次に焼入れすべき鋼の質量も亦焼入れの結果に、大なる影響を及ぼすもので、焼入温度を一定にし且つ一定温度の冷却劑を用ふるも、或る範圍内に於ては質量が大なるもの程焼入後に於て小なる硬度を示す、故に焼入れにより鋼に一定の硬度を附與せんには、其質量に應じ焼入温度を高くしなければならぬ、上圖は同種の鋼にて作られたる徑十六分の一時乃至四分の三時の工具を焼入れするに最も適當なる温度の範圍を示すものである、

焼入れしたる鋼の硬度が焼戻温度に從て減ずること

速かてなければならぬ、冷却前は之れに繰返して加熱せる鋼を挿入すれば温度が高くなるを常とする、さればその冷却力は常温に於けるものに就てのみならず温度の高まつた場合に就ても豫め研究して置かなければならぬ、水、鹽水、ラード油、亞麻仁原油及び粘度大きく恰もシリンドル油に類する特殊の焼入用油等に就て實驗した結果によれば、鹽水は冷却の度最も速く、清水之れに亞ぎ何れも華氏百數十度以下の温度に於ては其冷却の度が殆ど一定であつたが、それ以上の温度から約二百度近く迄は温度が高まるに從ひ冷却速度を減じた。ラード及び亞麻仁油は水及び鹽水等に比し冷却度が餘程緩く、前者は華氏約二百五十度位迄冷却の速さが殆んど一定であつたが亞麻仁油は温度が高まるに從て僅かに之を減じた、最後に焼入用の油は冷却度が甚だ緩く清水の數分の一位で其速さは低き温度に於てよりも高き温度に於て大なることを示した。

60 もので、又其焼入れしたる時の硬度が大なる程焼戻しの効果が大なるものである。

鋼を焼入れすれば其寸法に變化を來すものであるが、坩堝鋼製のシリンダー及びタツプ等に就て數百の實驗を重ねた結果によれば此變化は物品の形狀寸法、化學的組成、焼入温度及び或る範圍内に於ては加熱時間等により異り常に一定でない、その條件により長さ及び直徑の膨脹、長さ及び直徑の收縮、長さの膨脹直徑の收縮及び長さの收縮直徑の膨脹等考へ得べきあらゆる變化を示し、或る鋼は初め長さの膨脹を來せしも焼入の度を繰返す毎に、收縮し、又或るものは二度の焼入れに就ては長さの膨脹を示したるも次の二度では收縮した。又炭素〇・五乃至一・三三%を含有する種々の鋼に就ての實驗によれば其長さの膨脹は、四度の焼入後に於ては炭素含有量を増すに從て増加し、焼入前に焼鈍せざるものよりも焼鈍したるものに於て著しく、又炭素含有量の如何に係らず焼入温度が高き程大なることを示した。

最後に焼入爐に就ては油を燃料として用ふるものよりも、瓦斯を用ふるものの方が良いと云ふことが多く唱導せられた、併し次の諸條件を満足するものであれば、燃料の如何は問ふ所でない。即先づ爐及び火所^{ホド}は焼入れせんとする物品を入れても其温度に殆んど變化を生ぜざる程大きく、其温度が一樣なる度合に高まり、其全部が一樣なる温度に保たれ、之れを始終正確に調整し得べく、殊に數物を焼入れする場合には其温度を正確に繰返すことが出來ねばならぬ、而して又火所は常に中和或は還元作用をなす様なる状態の下に使用せられなければならぬ、此状態は木或は紙片を火所上に入れて見れば大體知ることが出來る、即それが燃えたれば火所は酸化作用を有し、黒焦になれば中和若くは還元作用を有するのである。

● 燒蝕 (Erosion) に關する (Tschernoff) 氏の理論

(Journal of the United States Artillery by Captain H. Poloux, of the French Artillery. May-June 1914)

諸大家の説によれば、燒蝕は砲身の藥室前方圓臺連接部附近を蓋ふ網狀の細溝に初まり、是等細溝の内、砲軸に平行なるもの、深幅は發射彈數に比例して増大し、其大なるものは他と合して新砲腔面を形成し、其表面には突出せる網狀の部分を殘存し以て舊砲腔面の瓦斯の作用により燒滅せしを表象すとのことに一致せり。

斯の如く砲腔面にある細溝か瓦斯の作用により迅速に擴大することは明なりと雖も、是等網狀の細溝を生ずることに就きては其原因未だ明ならず、則ち各國の砲兵及砲術家の行ひし種々なる學術的及實驗的研究に拘はらず、此重要なる初期の燒蝕に關しては未だ充分に其然る所以を説明せるものなし。今從來此問題に關して行はれたる種々の臆説を掲ぐれば次の如し。

(Vielie)氏の説に依れば、炭素を含有せる高熱瓦斯の作用により、砲腔面たる鋼は與炭作用(Cementation)を受け、薄き高熱せられたる皮層を呈し、此部分の表面は初め規則的に格子狀龜裂を生ずるも、是等瑕疵を有する砲腔面と彈丸導帶との間隙を通して逃るゝ火藥瓦斯の作用により、砲軸方向に於ける是等小龜裂は漸次擴大せらるゝものなりと、又他の諸大家は此燒蝕の主原因を金屬に對する火藥瓦斯の化學的作用に歸せり、則ち某者は此の問題に對し多くの實驗を行ひたる結果を述べて曰く

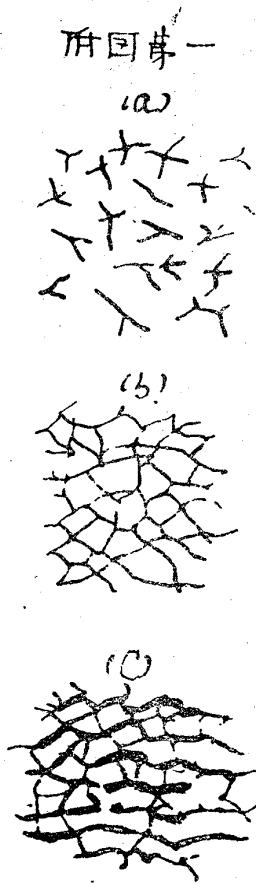
(一)火藥は決して粹純なるものにあらずして其中に鋼を浸蝕すへき石炭瓦斯、水素及二酸化窒素等をも含有すへきを以て、砲腔内に生ずる火藥瓦斯は有害にして砲腔面たる鋼に對し燒蝕の原因を與ふ。

- (二)火藥の不完全燃焼に基因する火藥瓦斯中の固體分子は同瓦斯と相俟つて燒蝕の原因をなす。
- (三)火藥の燃焼に當りて生ずる高温度は砲腔面たる鋼を柔軟ならしめ時としては之を熔融し、常に鋼をして火藥瓦斯の作用を受け易からしむ。

Charbonier氏は述べて曰く、燒蝕は彈丸導帶の不完全なる緊塞(imperfect obturation)火藥瓦斯の化學成分

及び温度にも關係せず。寧ろ水流と同一の作用により藥室前方圓臺連接部附近に於て瓦斯の壓縮によりて生ずる旋風に基因するものとせり。則ち恰も水流か水深變換の場所又は屈曲部に於て渦流を生し以て河岸を水蝕するか如しと。此説に従へば燒蝕と云はんよりは寧ろ工具の刮削作用を受くるか如く然かも一方には連續的圓周方向に、地方にありては砲軸方向に於ける工具の作用を受くるか如く此際上記の如く網狀の外見を呈すと云ふ。

斯の如くして前者の理論に従へば燒蝕は火藥瓦斯燃燒温度の低下と導帶緊塞の改良とにより減少し得へきも Charbonier 氏の理論によれば火砲設計の改良則ち砲腔中瓦斯の運動を一定とすれば燒蝕を減ずるためには圓臺連接部附近の經始をして火藥瓦斯に對し最も抵抗の小なる形を採らしむるを要す。然るに Tschernoff 氏の理論は是等燒蝕を説明するに全然異なりたる方法則ち燒蝕は單に熱の物理的作用なりとの臆説を立てたるものにして其主要なるものに就き記述すれば次の如し。

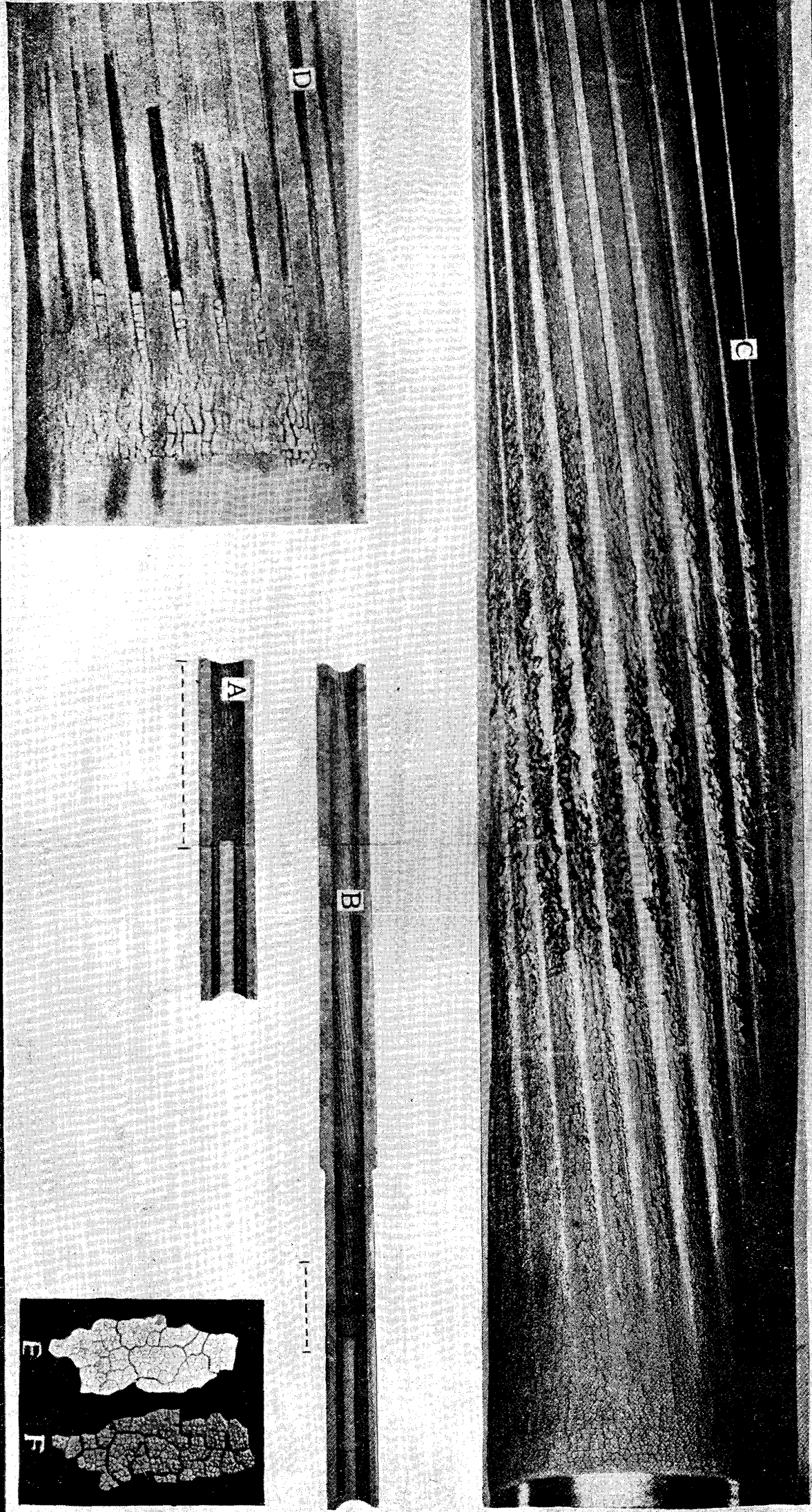


燒蝕の徵候は砲腔中主として藥室の上面、圓臺連接部の附近及腔綫の起部に於て光輝ある面上に生ずる暗黒なる汚點によりて表はるゝものとす。ペルチャ護膜 (Cutta-percha) を用ゐて是等汚點を

驗するに其暗黒部は網狀をなせる極微なる小龜裂の集合より成るを知る。而して是等小龜裂は通常其初期に於ては附圖第一 (a) に示す如く未だ完全なる網眼を形成せず射撃を繼續するに従ひ是等孤立せる各小龜裂は擴大して隣接せるものと相合し (b) に示す如く完全なる網眼を形成するに至る。而して網眼の大きさ及其形は砲の口徑、砲身の長さ、腔綫經始の種類及砲身の金質等により異なれりと雖とも同一砲身にありては何れの場合に於ても其形狀燒蝕を來せる砲腔面の各部に於て同一なるものとす。尙ほ射撃を繼續するや是等小龜裂は深幅共に増大し殊に圓臺連接部及腔綫起部に於ては附

附圖第二 燒蝕ノ現象

鐵ト鋼第四圖



C及DハA及B(露國三吋砲ノ約三千發射擊セシモノヲ示ス)ニ於ケル點線ノ部分ヲ擴大シテ示セルモノトス
 燒蝕ニ關スル Tschernoff 氏ノ理論附圖

圖第一(〇)に示せるか如く砲軸に平行なる方向のもの其増加甚し。是れ火藥瓦斯及火藥中の不燃燒固體分子の彈丸導帶と腔砲腔面との間を逃れんとし此際抵抗の最も少なき是等龜裂の部分より進出せんとするに因り益々是をして増大せしむるものとす。

斯くして砲身の使用を繼續すれば燒蝕は漸次に擴大し附圖第二(附圖第二A. B. は露國三吋砲の約三千回射撃せしもの、縦断面を表はすものとす) C. D. に示す如く、腔綫起部を去る若干距離に於て最大にして漸次に減少し砲口部に於て全く消滅するものとす

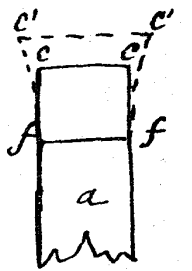
上記の如く砲軸に平行なる龜裂の深幅を増大するは明に火藥瓦斯の機械的作用を説明し又腔綫の隔墻及隅角に於て生ずる横方向の龜裂又は小溝の多きは(附圖第二参照)細瑾の砲軸に直角なる平面に表はるゝや否や彈丸の導帶之に吻入し同部の鋼分子をして刮削し去り、各發射毎に其細溝をして擴大するものにして時としては隔墻の全部を失ひ又は附圖第二Dに示す如く同所に空部を生ぜしむることあり(Paloux 大尉曰く此の如き現象は甚た稀にして殊に佛國の火砲に於て少なしと)

今是等現象を研究するため發射の瞬間に於ける砲腔面の状態に就きて考ふるに、火藥の發火するや至高なる温度と至大なる壓力を有する瓦斯體を生ずべきを以て、砲腔面は著しく加熱せらるゝも其反應の時間短少なるを以て其加熱せらるゝ深さは或る程度に制限せられ十分の一耗乃至百分の一耗に過ぎず。又彈丸の發射を終れば情況は之と反對にして加熱せられし部分は殘部の金屬の爲め速に其熱を失ふものとす。今附圖第三に於てaa, bbは砲軸に直角なる面及之に平行なる面により界せられたる楔狀部分の一群と看做す。然るときは是等各部の孤立せる一個を取り温度の變化に基く變形の模様を考ふるに附圖第四に於けるか如く若しccを以て是等各部の火藥瓦斯に接する一端面を表はすものとすれば、火藥の燃燒に従ひ此端面は迅速に至高なる温度に迄加熱せられf, e, c, e, fなる部分をしてf, e, c, e, fの如くに膨脹せしむ。而して加熱作用の止むや此部分は急速に冷却し然も加熱

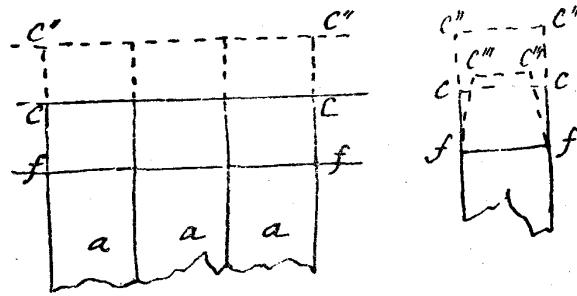
附圖第三



附圖第四



附圖第五



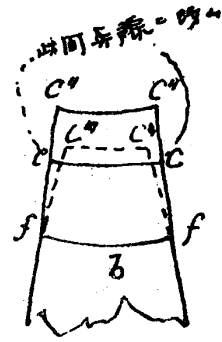
せられし部分の體積と其吸收せし熱量とは殘部に於ける體積
 と其熱容量に比し殆んど考ふるに足らざるを以て此部分に於
 ける温度は冷却時期の終りに於ては殆んど常温に復し $f'c'e'$
 f なる部分は $f'c'e'f$ なる舊態に復歸すべきものとす。然るに
 今斯の如く孤立せる一個を考へずして附圖第五に於ける如く
 aaa なる一群中の一個と看做す時は此現象は大に其趣を異
 にするものとす。

用を附與するを以てなり故に是等一群は冷却の後遂に附圖第七に示す如き形狀を取らんとし。若し
 砲身の全質にして其彈性界充分ならざる時は砲軸に直角なる方向に於ける小龜裂は避け得へから
 ざるものとす。

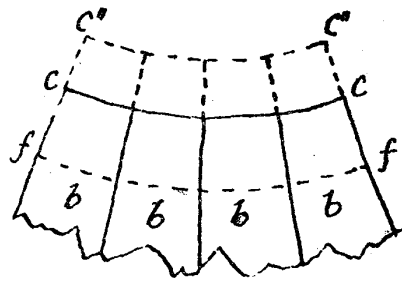
今更に附圖第六に示すか如く bb 部に就きて考ふるに其現象は略々前と同一なりと雖も膨脹せし
 端面 $c''c'$ に對する壓力は初期のものより大なるへし。如何となれば膨脹後の長さ cc
 に比し小なるへきを以てなり。從て隣接せる各部の壓縮作用を蒙むること aa の場合より大にして
 其結果冷却の時期に於ては附圖第八に示せるか如く其龜裂第七圖に示すものより大なるものとす。

附圖第六

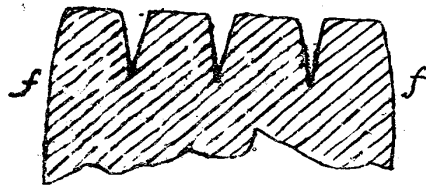
現今用ゐらるゝ旋綫砲の砲腔面は確に前記三場合に示せる如き作用を受くるものとす則ち自由



附圖第八



附圖第七



に膨脹し得へき部分隔墻の幅狭きに從ひ砲軸に直
角なる方向に於ては其膨脹及收縮は益々此場合に
近似す及砲軸方向竝に圓周方向に配列せる部分を
考ふる時は、附圖第四、第五及第六に示すものは正に
是等の部分に及ぼす作用を表はすものならん。

隔墻は凸出せる且つ其三面は火藥瓦斯に浴せる
細稜を形成せるを以て綫底部よりも多く加熱せら
れ附圖第九に示すか如く殊に其隅角部に於て甚し
とす。則ち m なる部分は m' 又は m'' に比し約二倍の加
熱表面を有す。是を以て隔墻は特に隅角に浴ひたる
深き燒蝕を呈し。其最も甚しきは附圖第二Dに示す
如く全く消滅せらるゝに至るものとす (Tschernoff 氏
曰く此點に關しては隔墻の幅大なるを有利とすと
(Peloux 大尉註) 若し上記理論を正なりとすれば
同様の小龜裂は金屬の熱間刻印作業に用ゐらるゝ。

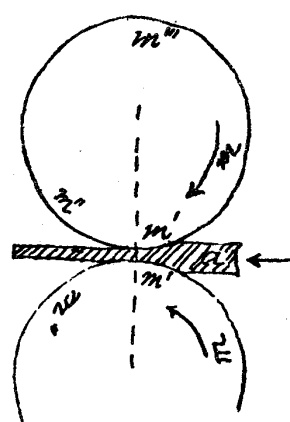
鐵型の表面にも表れさるへからず。是れ同表面は加熱せらるゝのみならず右作業間用ゐらるゝ
水の爲め急冷せらるへきを以てなり。然るに貨幣又は賞牌等の作成に用ゐらるゝ冷間刻印作業
のものにありては斯の如き現象を見さるへき筈にして然も此事實は實際に生起しつゝあるも
のとす。同様に壓延機轉子 (roller) の表面は附圖第十に示せる m' 點に於ては壓延せらるへき物通常

が熱せられ(あり)の爲め高壓を受くるのみならず、大なる温度の上昇を來し。又 m''' 點に於ては水流を以て急冷せらるゝを以て砲腔面の如き燒蝕作用を受くべきものとす。然るに前記の鐵型も壓

附圖九



附圖十



延機轉子も共に砲腔面に於けるか如く瓦斯流、不燃燒物及運動彈丸等の力學的作用を受けざるを以て、是等の表面に受くる作用は砲腔中上記力學作用を受くること最も少なき部分の燒蝕と類似すべき筈にして、然も實際是等の表面に生ずる燒蝕は彼此相類似し附圖第二E、Fに於て示す如き結果を生ずるものとす。則ちEは轉子表面

の一部を自然大に表はせしものにしてEは附圖第二の。にて示されたる砲腔の一部を約二倍四分一に擴大せしものにして、藥莢の端末に近き腔綫起部に相當し上記力學的磨滅作用の生起せざる部分を示すものにして以て兩者の如何に酷似せるかを知るに足らん。

砲腔面中如何なる部分か最も大なる損傷を受くべきやを決定せんに、瓦斯の温度最大なる部分必しも然らず是れ砲腔面の加熱は瓦斯流の速度にも關係し然も温度、比重、比熱、瓦斯の壓力及其速度等の複雑なる函數の最大値に相當すべき部分なりとす。

火砲の燒蝕を主として瓦斯及彈丸の機械的作用に歸する理論は主張し得ず。同時に火藥瓦斯の化學的作用の如きは現今使用せらるゝ火藥の如く鋼に對し有害なる成分を全く有せざるものにてありては殆ど不問に附するを得べく、之を以て燒蝕の主因は火藥燃燒の際生ずべき非常の高温となりと見るを得べく、且つ此温度は絶対に低下するを要すべきものとす。然も化學者の盡力により火藥の抛

射的効力を失ふことなく比較的低温度に成し得れば千度以下の燃焼温度を有する火薬を發見するを要し又冶金學者の努力により機械的抗力を減少することなく大なる粘靱性を有し、膨脹と收縮との反復作用により龜裂を生ずることなき金屬を探究するに勉めざるへからず、最後に燒蝕は上記の如く膨脹收縮に基因すべきを以て火砲の内管は膨脹係數の可成的少なる金屬を用ふるを要す則ち火薬の燃焼によりて生ずる最大膨脹か其金屬の彈性界を超過することなきを要するものとす。

(Peloux 大尉註) Tschernoff 氏の理論は吾人の注意を喚起すべきものなるも未だ以て燒蝕の發生を

確定的に説明せるものにあらず。則ち燒蝕は甚た複雑なる現象にして精密に區分すること困難なる諸種の原因により成立するも、多くの實驗の結果火薬瓦斯の温度を低下するの利と、彈丸導帶の緊塞作用の極めて必要なるを認めたり。而してニトログリセリン火薬殊にパリスチット及コルダイトは棉火薬に比し其燃焼温度甚た高きものにして、此温度を低下するため火薬中ニトログリセリンの分量を減するか又は火薬中に吸熱性の炭素、ワゼリン、シヤンアミド等を加ふることあり。又は火薬瓦斯中に存する二酸化窒素より生ずる硝酸の作用を防ぐべき物體を火薬中に附加し以て燒蝕作用を減少することをも認めたり。(Y、K、生)

●運轉中折損せる車軸に就て

(From the Iron Trade Review, March 25, 1915)

S. F. 生

車軸表面に存在せし傷痕の爲め車軸折損し旅客列車の脱線を來せし原因の考究 昨年九月十日九日バルチモリア、オハイオ鐵道の一旅客列車かペンシルバニア州ウツドリントン附近にて脱線せり、此椿事の爲め旅客三十四名従事員三名及該鐵道社員一名負傷せり、原因は機關車炭水車の前部車軸の折損に基けり

脱線後の状態

該列車は一時間五十七哩の速度にて走行中車軸折損の爲め炭水車脱線し其儘

此進線路の西端に至るまで枕木の上を轉進し遂に一轍又を破壊したる爲め列車全部の脱線を來せり、此轍又より百五十呎距りし處に長さ百六十七呎四吋なる複線單桁の構桁橋ありたり、機關車は炭水車を脱線せし儘連結し頭部の五客車と共に鐵橋を安全に通過し鐵橋西端より七百十呎進みたる處に停れり、機關車の位置より約二十五呎北方に當り頭部より四臺の客車は線路上に轉覆せずして停止し第五客車は鐵橋通過後間もなく右方に傾斜し高さ二十五呎の築堤上の電柱に屋根を支へられて停れり、第六番目の鋼鐵製寢臺車は傾斜せる爲めに鐵橋の左側構桁の端柱に衝突し遂に二十五呎直下の道路上に墜落せり、第二寢臺車は橋臺より前方に脱出し同しく電柱に衝突して右方に轉覆せり、列車の最後なるパーローア、カーも同しく第二寢臺車に引續き脱線せるか轉覆に至らずして築堤上に停止せり斯くして鐵橋は鋼製寢臺車の爲めに全く破壊せられたり、第一圖は列車の進行せし方向に見たる脱線後の狀況なり。

車軸の仕様書 折損せし車軸は炭水車用としては最大なるものに屬し該鐵道會社の仕様書に基き供給せられしものにして其寸法は第九圖に示せり、而して其仕様書の要項は次の如し。

車軸は鋼製にして次の化學組織を有するものたるへし。

炭素	〇・四五%	滿	〇・五〇%以下
炭素	〇・四五%	俺	〇・五〇%以下
炭素	〇・四五%	燐	〇・〇四%以下
硫黄	〇・〇四%以下		

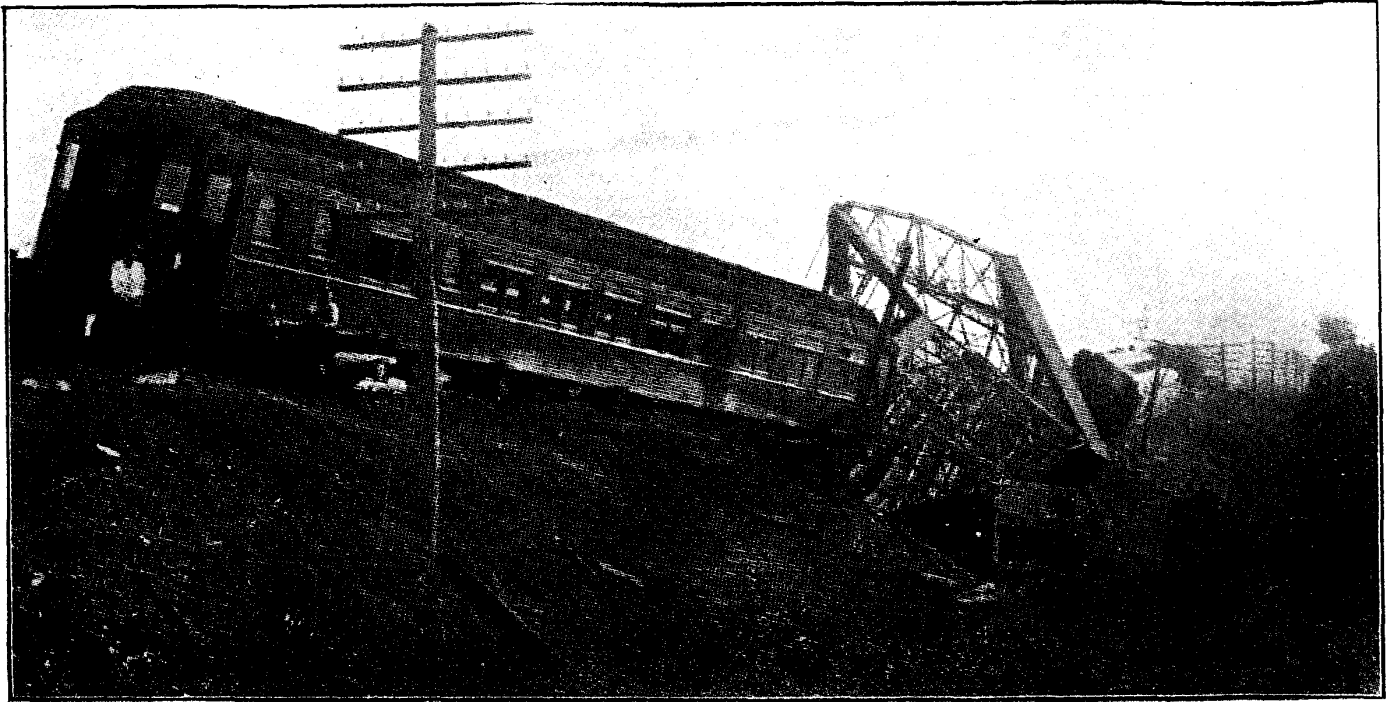
而して分析の結果次の各制限を越ゆるときは車軸は不良として廢却することあるへし

炭素 〇・三五%以下なるか、或は〇・五五%以上なるとき

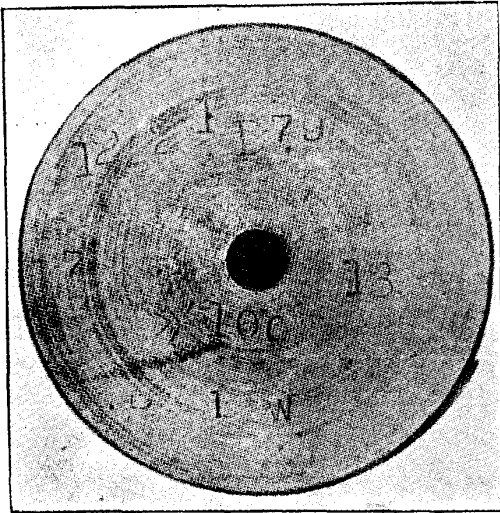
滿 〇・五〇以上なるとき

燐 〇・〇六以上なるとき

運轉中折損せる車軸に就て附圖

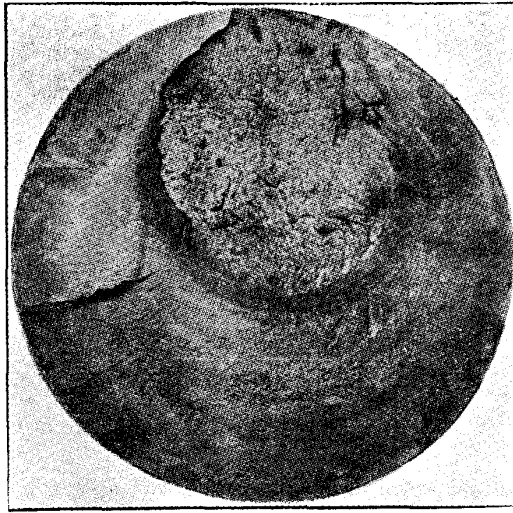


第一圖 折損車軸に基因せし脱線後の状態



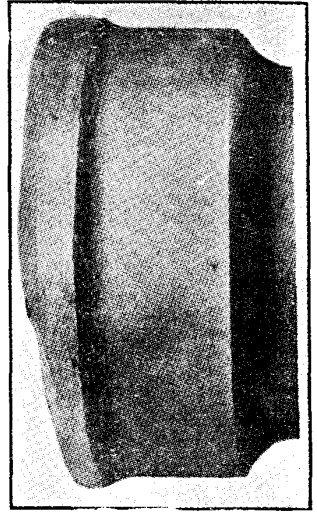
第二圖

破損せし軸頸端に於ける刻印にて車輪を箝入したる際の日附及壓縮噸數を示す



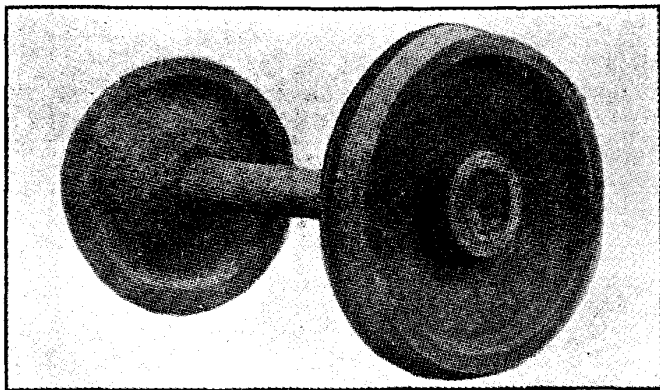
第三圖

折損車軸の側面圖にて漸進的傷痕面の特徴を示す



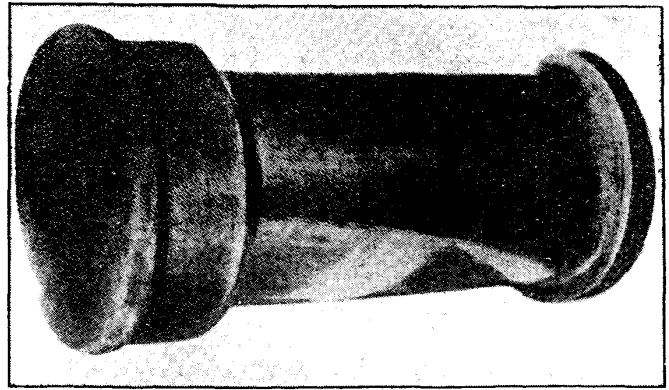
第四圖

折損車軸の軸頸及ダストガードの側面圖にて周面傷痕の發展狀況を示す



第五圖

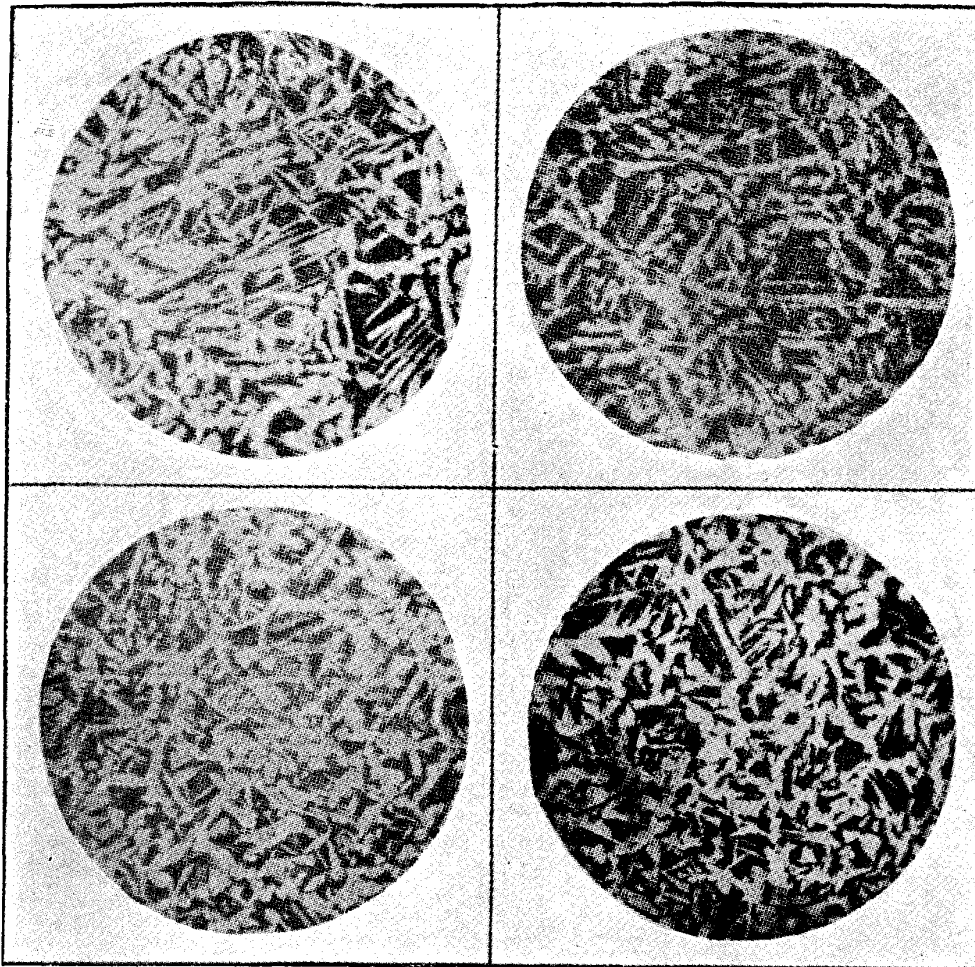
折損車軸の破断面を示す炭水車車輪



第六圖

折斷せし車軸の部分

第七圖

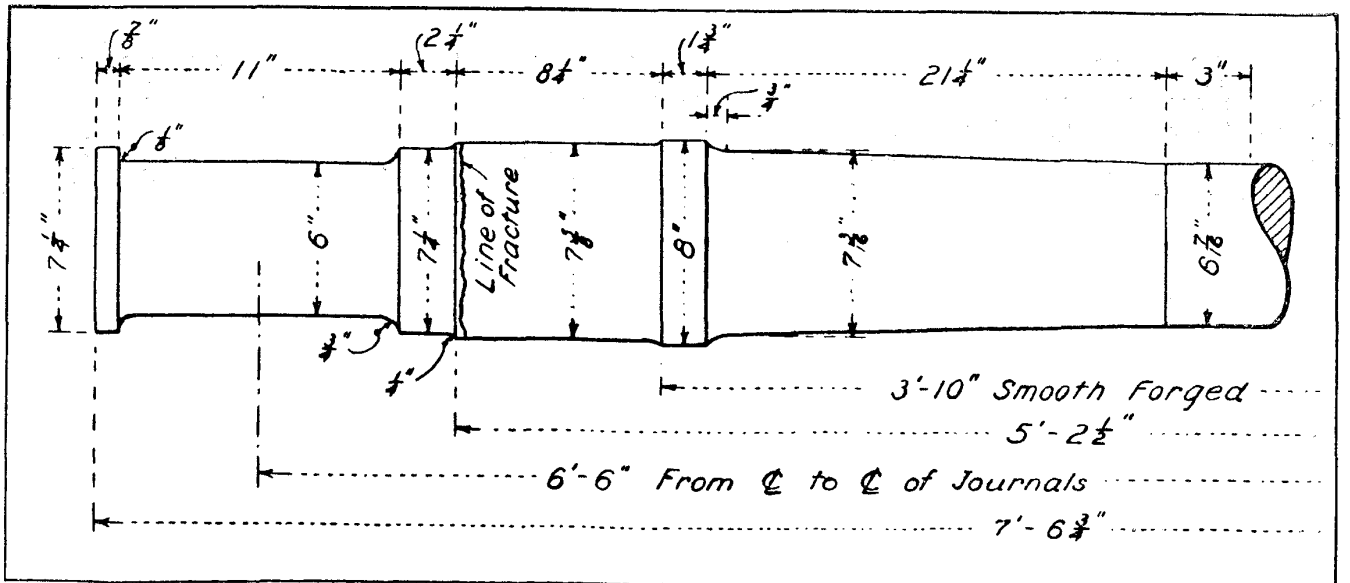


軸頸に於ける折損部の表面に近き九十度宛隔りたる所の鏡下組織を示す 原直徑の五十倍

第八圖



折損車軸の車輪挿入部を示す側面圖にて破斷部に接し表面の鋸齒狀痕を認む



第九圖 折損車軸の各部寸法

硫 黄

〇〇五以上なるとき

車軸は落重試験を行ふを要す、落重の重さは一、六四〇封度にて落重高さは五二呎なり、打撃数は七回とし第一回打撃後の屈撓四吋四分の一を超過すへからす

此試験中車軸は徑間三呎の支點上に置かれ落重體は車軸を支點間の中央にて打撃するものとす、且つ車軸は第一回及第三回目の打撃後(必要の場合には第五回目の打撃後)に百八十度回轉さるべきものとす。

車軸に加はりたる荷重 折損車軸の刻印によれば車軸は一九一三年七月に嵌められたるものにして其際加へられたる壓力は破損部側の車輪には一〇〇噸、安全部側の車輪には八〇噸なりき(第二圖參照)此車軸を使用せし炭水車の全荷重は一六五、〇〇〇封度にて一輪に付き平均二〇、六二五封度の加重なり。

車輪及車軸の状態 軸頸の摩擦面は良好なる状態にありて著しき磨耗を認めず且つ車輪も整正状態にありたり、車輪は壓延鋼を使用せり而して車軸の安全部側にありし車輪は他方の車輪より突縁部の磨耗幾分多かりしか何れも満足すべき状態にありたり、運轉中同心を保ちしや否やを檢查する爲め車輪を嵌め込みたる儘折損車軸を旋盤に取付け回轉せしめ之れを檢せしに實際脱線のため蒙りたる變化あるに係らす先つ良好なる状態を保ち居たり、故に之のみにては車軸折損の原因と認むべきものを發見すること能はさりき、次に車軸を抽出して(此際折損部側には三七五噸、安全部側には一四五噸の力を要したり)車輪との接觸面を觀たるに安全部側のものは良好なる状態を呈せしか破損部側のものは鈍き刃尖の工具にて傷けたるか如き可なり多くの傷痕鋸齒狀傷痕)が顯かに存在し且つ此等の傷痕は一群をなして輪座の約三分の二を占め居たり、此等の傷痕は初め破損せし車軸の局部に生ぜしものか漸次其面に對稱的に發展せしものにして車軸折損の原因を爲せしも

のと認めらるゝか其成因に關しては後段に於て説明すへし。

次に車軸に落重試験を施行したるに七回の打撃にても破損に至らず且第一回目打撃後の屈撓は一・八寸なりき而して特に第八回目に車軸を眞直になさんか爲めに打撃を加へたり、此結果二條の傷痕が軸心の方向に沿ひて現れたり、一つは中央部に近く又一つは安全端に近く現れたり、一般に傷痕は鍛工の場合に發生するものにして運轉状態にては發生するものに非すと思考せられたるにより脱線當時に於ては此等の傷痕の存在か車軸の折損を促したることに就きて格別の注意を拂はれさりき。

車軸の材質及び折損原因に就て 車軸を切斷して檢鏡試験、化學分析竝に物理的試験に供せり化學的分析用の試料は破損部に近き部分及び安全全部側の二箇所、に於て車軸の外周なる仕上面に近き部分と、直徑の約四分の一内部と及切斷面の中心部とより採取せり此等各部分の分析表は第一表に於て示せり。

折損車軸の化學分析試験成績

第 一 表	箇所	箇 所			
		炭素%	硫黃%	磷 %	滿 俺%
車軸折損部側	表面附近	〇・三九	〇・〇三九	〇・〇二六	〇・四五
	表面下四分の一内部	〇・三七	〇・〇三八	〇・〇二三	〇・四七
	軸心部	〇・三八	〇・〇三九	〇・〇二五	〇・四六
	表面附近	〇・四〇	〇・〇三七	〇・〇二五	〇・四四
	表面下四分の一内部	〇・三七	〇・〇四〇	〇・〇二五	〇・四五
	軸心部	〇・三九	〇・〇三九	〇・〇二四	〇・四六
車軸安全全部側					

スクレロスコープによる硬度試験は折損部に近き車輪との接觸面及之に近き二箇所、の横斷面に

於て行へり、前者の硬度は三一乃至四四にて破損の發端部附近は他より硬度は大なりき、而して二個の横斷面の硬度は二三乃至二八なり、車輪接觸面の硬度の大なる車輪嵌入の際加へたる機械的作用か或は特種なる作用に基くものにして鋼材組織の變異せるに非ざるへし即ち檢鏡試験の結果を見るに車軸表面は硬度の相異なるに係らす表面上九十度離れたる四箇所とも全く同一の組織を示せり(第七圖参照)

■抗張試験用の試験片は折損部に近き車輪嵌入部分に於て表面に近き部分と表面下四分一の部分と及中心部との三箇所より凡て軸心方向に沿ひ二組宛採取せり、一組は原材料の儘(材料の鍛工後に於ける自然状態の儘)試験に供し、一組は之を焼鈍したる後試験せり、別に三個の試験片を車軸の中央部の近くにて軸心に直角に取りたり、試験片は凡て徑〇・五〇吋標點間距離二吋にして其抗張試験の結果は第二表の如し

折損車軸の抗張試験成績

第 二 表	箇 所	抗張強 [#] / _□			伸張率%			收縮率%			
		表面附近	表面下四分の一	軸心部	表面附近	表面下四分の一	軸心部	表面附近	表面下四分の一	軸心部	
第 一 (鍛工の儘のもの)	軸心に平行方向	表面附近	七五、八〇〇	二九〇	四二・三	同	(焼鈍せるもの)	表面附近	七二、八〇〇	三一・五	四九・二
		表面下四分の一	七五、〇〇〇	二九〇	四四・三			表面下四分の一	六九、五〇〇	三三・〇	五一・八
		軸心部	七一、二〇〇	二八〇	四〇・二			軸心部	六八、七〇〇	三〇・〇	四七・六
第 二 (焼鈍せるもの)	軸心に直角方向 (直系上及弦上にて)	表面附近	六九、三〇〇	一八〇	一八・四	同	(焼鈍せるもの)	表面附近	六九、三〇〇	一八〇	一八・四
		表面下四分の一	六七、一三〇	一五〇	一四・八			表面下四分の一	六八、七〇〇	三〇・〇	四七・六
		軸心部	六七、一三〇	一五〇	一四・八			軸心部	六八、七〇〇	三〇・〇	四七・六

(鍛工の儘のもの)

(七〇、九〇〇)

二〇〇

二一四

弾性界は縦方向の試験片にて焼鈍せざるものは一平方吋に付き四五、〇〇〇封度附近にて、焼鈍せるものは一平方吋に付き三七、〇〇〇封度に低下せり、又軸心に直角に取りたる試験にては一平方吋に付き三〇、〇〇〇封度の弾性界を示せり、縦方向の試験片の破断面は微細なる絹絲狀を呈し、横方向のものは薄層狀を呈せり、斯くの如く試験の結果は普通の状態にて炭水車の荷重を支持するには車軸用の鋼材として適當なる品位を有せることを證せり、今假に二〇、〇〇〇封度の荷重を各軸頸か其中央部に受けたるものとせば、軸頸の内側端に於ける屈曲内應力は一平方吋に付き五、一八六封度に過ぎず、而して車軸摩擦面の内側端にて算定せし内應力は一平方吋に付き四、一四二封度となるにより輪座に於ける折損部の附近にての静止内應力は一平方吋に付き四千封度以下なるへし、此等の屈曲内應力は之以上荷重の超過せざる限り車軸に對して安全なるものと認むるを得へし、然し此の場合に限らず車軸の折損するは静止荷重を遙かに超過する荷重か屢々加へらるゝ爲めなり、而して車軸を破壊すへき最大荷重は計算して求むるを得へし。

此車軸は三十六吋の車軸に使用せられたるにより一哩に付き約五百六十回轉をなす従つて其全運行哩數八四、六四九哩に對し約四七、四〇〇、〇〇〇回轉せしものなるか此全回轉數は一平方吋に付き五、一八六封度の如き一定せる低き屈曲内應力の下口にては車軸の安全度に對し毫も影響せざるへきにより斯の如き荷重の下口にては此車軸の耐久力は實際無限と云ふを得へし、然るに此車軸の折損部は屈曲内應力の最大ならざる部分なりし爲め特に疑問を生せしめたり、破損は轂の外側に起らずして外側より十六分の三吋乃至十六分の七吋内、方なる處に於て發生せり、されは其傷痕は轂の爲めに全く隠蔽せられ居りしにより此傷か擴大して遂に車軸の折損を來せし時までは其存在を認め得ざりき、然し破面の狀況は普通のものにして夥しき反覆荷重の爲めに漸進的に發展せしものな

り而して此種の破面は普通の材料強弱試験に於て表はるゝものとは其趣を異にす此車軸の破面を見るに其破断面の一方に起り漸次中心に向つて侵入し遂に折斷に至りしか最後迄完全に殘存せしは全断面の四分の一に過ぎず(第三圖参照)此部分は偏心せる直徑約三吋の面積を占め其破断面は普通の反覆應力試験にて生ずる破断面に類似の特徴を表はせり

最初に破損せし部分は軸心方向に起る横壓力の爲め最後迄衝撞されて平滑なる面となり最後に破斷せし部分は絹絲狀の外觀を呈せしも脱線の際幾分撞打されたる形跡あり斯く車軸か最後には三吋の有効直徑にて支持しありたれば其部分の受けたる内應力は破斷前には非常に増大され將に數倍になれること疑なし此種の折損は列車運行上に蒙る内應力の著しき變動に起因することを證せり即ち一部破損し原寸法より甚しく縮少されたるにも拘らず完全なる車軸か受くべき荷重を依然受け居たることか折損の原因となれるものと認むるを得たり斯様なる實例は屢々起ることなれば此種變動に對し車軸の設計上に豫め注意を要すべきものなれと實際具體的には容易に決定するを得ざるへし。

實際使用の際の内應力を決定する上には幾多の困難か伴ふものなるか故正確に斷面を算定することは殆ど不可能なり車軸も亦其一例にて實際不確定なる荷重に對して安全に抵抗し得べき強さを見出さるへからざるも之れ甚だ困難なり斯かる理由の爲めに此種車軸の破損に對しては特殊なる原因の發見さるゝに非らされは其研究も亦甚だ困難に陥るへし即ち此車軸の折損の場合にも特殊なる原因の爲めに車軸の耐久力を弱め其破損を早からしめたる事を推察し得るなり今車輪との接觸部を注視するに其周面上に印刻されたる明瞭なる傷痕を認むることを得たり而して其破断面は此傷痕を併行して發生せるを見れば此種の傷痕か最初に破損せし部分にも存在せしなるへし而して此傷痕は恰も硬質物體の尖端にて傷けたるか如き狀況を呈し車軸仕上用の旋盤工具の

傷痕とは思はれず果して旋盤工具に非すとせば車輪の轂の内徑に等しき直徑を有する硬質物體にて傷けられたるに相違なかるべく其狀況より見れば外周の傷痕に關聯して車輪の轂部に特に注意を惹起したり此所に於て車輪を取外したる後車輪の接軸面を檢せしに前述の折損部に相當する附近に於て圓筒面上に鋸齒狀の傷痕の存在するを認めたり如何にして此等の傷痕か發生せしかを確むる爲め種々なる研究をなせしか其狀態より考ふるに鍛工作業にて荒仕上げの後旋盤に掛けられし際か或は車輪に嵌入の際加へられたる壓力の爲めに發生したるか如し荒仕上げを受けたる車輪は車輪嵌入に用ふる水壓機に隣接せる旋盤にて仕上げられたるか如何にして斯る傷痕か車輪の仕上面に存在せしか又何故旋盤作業者の注意を引かさりしかは頗る疑問とする處なり且傷痕の狀況を詳細に檢すれば旋盤作業にて生したるものと思はれず而して尙車輪か水壓機に移さるゝ途中にてかゝる鋸齒狀傷痕を刻まるへき機會は萬なかるへしと思はる。

されは傷痕發生の原因に關し最も可能的なる推斷は車輪を車輪に嵌入せる際にあるものとなすを得へし車軸の取外し或は嵌入をなすには強大なる力を要するものなれば若し車輪か車輪の轂部に嵌入さるゝときに偶然軸心と斜なる位置にありたりとせば水壓機のポンプの急速なる運動の爲め其作業中に車輪の接軸面に傷痕を刻せしやも計られず此説明の如くんは周面に於ける鋭き條痕の發生原因は容易に首肯し得へし。

周面にある傷痕の甚大なる影響　車輪との接觸面にありし周面の傷痕は車輪折損の原因に多大なる關係を爲し運動上の耐久力も此傷痕の爲めに減少されたるものと認めらる、此車輪の蒙りたる狀況を示す實驗として二個の試験軸を探り折損車輪の受けし内應力に齊しき反覆應力を加へたり二軸の内一は試験中偶然に緩みたる止螺子の爲めに條痕を刻まれ其條痕より折損せり而して其影響の爲め應力の反覆回數は六六四、七〇〇回減少せり即ち荷重の反覆回數は條痕ありし車輪には

二六二、〇〇〇回、條痕なき車軸にては九二六、七〇〇回なりき、かゝる試験に對しては曲折せる銳角のある事及び斷面の變化多きことは好ましからず應力の大きさ並に鋼質により多少異なる處あるべきも、兎に角表面の傷は些少にても有害にして恐るべきものなり實際傷の發生せし車軸は尙幾何の運轉に耐へ得べきやは打算する事を得ず而して時々環狀をなす傷を發生することあるも車軸の一局部に生ずる裂傷に比し其發達遅々たる觀あり。

結論 之を要するに列車の脱線は炭水車の車軸の切損に起因し其折損の狀況は漸進的にして最初車軸の一局部より發生し漸次内部に擴大し最後迄支持し居たる面積は原斷面の約四分の一のみなりき、而して其箇所は車輪との接觸面にして車輪の轂面より内方約十六分の三寸乃至十六分の七寸の處なり破損部は概して車輪の接觸面にある條痕により影響を蒙り且被斷面は其傷痕の一部より浸入せり此等の傷痕は車軸の加工作業中に發生せしものにして仕上作業の際か、或は車輪に嵌入する際に發芽せるものなるへし。

研究の結果車軸の材料は良好にて之れか折損の近因は前述の車輪の接觸部の表面の傷痕にして此部分は特に其存在を明示せり、以上述べたる如き特殊なる破壊原因か發見されざりしならば車軸折損に關する問題の解決は甚だ困難に陥りしなるへし。

斯の如く表面に存在する傷痕か直接影響して車軸の耐久力を弱むる事は一般に求めらるゝに到り従つて車軸に斯様なる傷痕の存在を發見するを得は災害を未然に防止する手段となるを得從來車軸折損上に於て疑問なりし事項を一掃し得るなり、從來習慣的なりし觀察の爲めに車軸加工作業上には別段なる注意を拂はれざりき且又車軸材料の良否に關しても當鐵道會社代表者により檢閲せられざるものをも使用し居たりしか折損車軸に關する種々の研究の結果にて間接に加工作業中に致命的なる傷を生ずる事あるを認められ又車軸嵌入の際に於ても多大なる注意を拂ふに至れり。

●鋼の錆に對するモリブテンMnの影響

(From the Journal of the Iron & Steel Institute, 1914.)

J. Newton Friend 及 C. W. Marshall 兩氏は最近 M. Thomas Swinden 氏の發表せし『鋼の物理的性質に及ぼすモリブテンの効果』なる研究に次ぎて鋼の錆に對するモリブテンの影響に就きて實驗を行ひ其結果を發表せり今之を次に掲げんとす。

此實驗に用ゐられたる試料鋼は次の加き化學成分を有せるものとす。

鋼番號	C %	Mn %	Mn %	S _i %	S %	P %
一	〇・一四〇	〇・〇〇〇	〇・三三九	〇・一五七	〇・〇三六	痕跡
二	〇・一九五	一・〇三〇	〇・二一八	〇・〇四七	〇・〇二五	〇・〇一六
三	〇・二四六	二・二七六	〇・二一六	〇・〇六四	〇・〇二六	〇・〇一五
四	〇・一九〇	四・一一〇	〇・二四二	〇・〇三六	〇・〇二〇	〇・〇一七
五	〇・四〇〇	〇・〇〇〇	〇・三五七	〇・〇八四	〇・〇四二	痕跡
六	〇・四四五	一・〇五四	〇・二三〇	〇・〇八七	〇・〇二六	〇・〇一四
七	〇・四四二	二・二八一	〇・二七〇	〇・〇七五	〇・〇二五	〇・〇一五
八	〇・四八七	四・〇〇九	〇・二九二	〇・〇三八	〇・〇二四	〇・〇一六
九	一・〇四〇	〇・〇〇〇	〇・二五三	〇・〇八一	〇・〇四九	痕跡
一〇	一・二一五	一・〇九六	〇・二五〇	〇・二二四	〇・〇三二	〇・〇一七
一一	一・二一〇	二・二〇九	〇・二三八	〇・〇七一	〇・〇二三	〇・〇一五
一二	一・〇六〇	四・〇一九	〇・二三〇	〇・〇三九	〇・〇二〇	〇・〇一六

各試料たる鋼は其中徑一四糎長さ四糎重量約四〇瓦を有する圓筒形にして其表面は金剛砂を以て研磨しあるものとす尙ほ實驗は次の如き五種の情況下に於て行はれたり

第一場合 試料鋼は之をパラフィン蠟上に置き、三〇〇立方糎の水を充てたるピーカー中に保ち以

て光線を避けつゝ其水の作用を受けしめたるものにして約四六週の試料鋼を出し錆を除去し、蒸氣浴により之を乾燥したる後其重量の減少を見以て錆の程度を判定せしものとす。

第二場合 上記と同一なる状況の下に三%の鹽水の作用を受けしむ、

第三場合 屢々新液と交換せられたる〇〇五%硫酸の作用を受けしむ、

第四場合 (三)と同様に〇、五%の硫酸の作用を受けしむ、

第五場合 空氣と水との交互作用を受けしむ、

上記實驗より得たる結果は其比較を容易にするため次の如く之を一表に集めたり而して其錆の程度判定は試料鋼第一號の重量減少量を一〇〇と見て他の場合は之を基礎として計算せるものとす。

試料鋼の番號	C %	M. %	水の作用(四六週)		鹽水作用(同上)		水と空氣作用(四週)		〇〇五%酸液作用(二七週)		平均錆程度	〇五%酸液作用(二〇週)	
			重量減少	錆程度	重量減少	錆程度	重量減少	錆程度	重量減少	錆程度		重量減少	錆程度
一	〇・二四〇	〇・〇〇〇	一〇・六四七	一〇〇	〇・六四九	一〇〇	〇・六二七	一〇〇	〇・五九六	一〇〇	一〇〇・〇	二・八七一	一〇〇
二	〇・二九五	一・〇三〇	〇・六一八	九五	〇・五二五	八二	〇・六五〇	一〇四	〇・五八八	一〇〇	九五	二・七九〇	九七
三	〇・三四六	二・二七六	〇・六五九	一〇三	〇・六四四	一〇〇	〇・七九六	二二七	〇・五三一	九〇	一〇五・〇	二・八九〇	一〇〇
四	〇・一九〇	四・二一〇	〇・六五四	一一一	〇・六六八	一〇三	〇・八三四	一三一	〇・五八三	九九	一〇八・五	二・九八七	一〇四
五	〇・四〇〇	〇・〇〇〇	〇・六四七	一〇〇	〇・七三九	一一二	〇・三七三	五九	〇・六一八	一〇五	九四・〇	二・九六七	一〇三
六	〇・四四五	一・〇五四	〇・六二〇	九九	〇・六八四	一〇五	〇・七九〇	一一三	〇・五六〇	九七	一〇三・〇	二・九八六	一〇四
七	〇・四四三	二・二八一	〇・六三九	九九	〇・六一〇	九四	〇・九七六	一五六	〇・五五八	九五	一一一・〇	二・九七三	一〇三
八	〇・四八七	四・〇〇九	〇・六八四	一〇六	〇・六四三	九九	〇・九三〇	一四四	〇・五〇四	八五	一〇八・五	三・〇七三	一〇七
九	一・〇四	〇・〇〇〇	〇・六六六	一〇三	〇・七六六	一一八	〇・二七五	四四	〇・六三二	一〇七	九三・〇	三・一一七	一〇八
一〇	一・二二五	一・〇九六	〇・六六八	一〇三	〇・七二六	一〇八	〇・七三四	一一五	〇・六〇四	一〇三	一〇七・〇	三・一五七	一一〇
一一	一・二二〇	二・二〇九	〇・六七九	一〇五	〇・六八二	一〇五	〇・七九〇	一二八	〇・六〇四	一〇三	一一〇・〇	三・三三九	一一六

備考×印を附せる列の數字は二實驗の平均値を表はすものとす。

111	1060	4019	06863	106	06273	97	09486	152	06046	103	1140	3186	109
-----	------	------	-------	-----	-------	----	-------	-----	-------	-----	------	------	-----

〔結論〕 上記結果表を調査せは次の各點を明にするを得へし。

(一) M. の含有量四％に達する迄は水、鹽水及稀薄酸液の作用に對し M. は鋼の錆に何等著しき影響を與へざるものとす

(二) 〇・五％の硫酸液は右表に示す如く他四種方法によりて生ぜし錆の程度を平均せし數値に等しき錆程度を與ふるものとす。

(三) 空氣及水の交互作用は尤も異なりたる結果を與ふ、即ち鋼の錆に對する抵抗は含炭量の増加と共に著しく高まるも(一、五、九實驗参照)一方 M. は錆をして著しく増大せしむるやの感あり尙ほ此事實は上記曲線圖により一層明なるを得へし。

吾人は上記實驗より直に明確なる結論を得んことは困難なるも此空氣及水の交互作用は實に鋼の普通遭遇しつゝある作用なりと信するを以て從て鋼の錆に關しては M. の含有量一％以上は好ましからざることならん

Y. K. 生

るす對に用作互交の水及氣空
圖線曲す示を度程錆錆の鋼M.

