

二、朝鮮般栗鐵鑛 六一七 五五

一四 九十二 三〇

五三

三、朝鮮兼二浦鑛 八・七 五一

一一一 四五

六一(八百五十度)

耐壓強延
耐壓 煙燒鑛

耐壓強延
耐壓強延
八百五十度
度に於て

耐壓強延
耐壓強延
七百五十度
て十三%還元

真比重
生鑛石 煙燒鑛

一、五〇 二二一七(千度)

三二 四八

二一〇〇

三七 四七

三一 八〇 三〇(八百五十度) 八五 一二 三五 四六

三二 四八

終に臨みて附記しあつことは、是等の鑛石が夫々一個の塊となりて存在したる場合に還元瓦斯の爲めに如何に作用を受くるかの問題即ち其還元作用が鑛石の内部に進入する模様である。之は大に必要なることであつて報告第六には重に之のみを述べてあるが、尙色々實驗を重ねて居る次第であるから他日稿を更めて報告する。

曲肱軸の捻扭鍛造法並に其材質に及ぼす影響に就て

沖 信 治

目次

一 緒言

二 曲肱軸と使用材料の大さ

三 鍛造法の概略

四 供試捻扭曲肱軸の形狀と其加工法

五 供試鋼材の化學成分及び捻扭したる曲肱軸の數

六 試驗片採取位置

七 燒鈍溫度及び燒鈍方法

八 材料試驗成績

九 顯微鏡寫真

十 臨界點の測定

十一 鋼塊鍛縮度と材質との關係

十二 热處理と材質との關係

十三 結論

一、緒言

鍛造方法第一圖に示す如き單一曲肱を有する所の曲肱軸の鍛造方法は一定にして極めて簡単のものなれども鍛造方法第拾參圖に示す如き二個又は二個以上の曲肱を同一材料より打ち出す場合にあつては、鍛造品として稍々面倒の部類に屬するものなり。此場合には普通二様の鍛造法あり。(スタンプフオーリジ又は曲肱部を截り出す場合は別とする)即ち始め二つ又は二つ以上の曲肱部を總て同一平面に作り工作の終りに於て兩曲肱間を加熱し以て所定の角度に曲肱を捻扭する場合及び始めより曲肱部を所定の角度に打ち出す方法とあり。而して其の何れの方法に據る可きかは使用材料の大さ加工機械及び起重機の能力、曲肱間の距離並に作業者の技倆に依つて區々なれども今日一般に捻扭鍛造法に據る場合多しとす。

元來鋼材は加工方法殊に其の加熱取扱の良否に依つて組織結合の狀態を異にし從つて其の機械的性質に於ける差異著しきを以て各使用の目的に應し夫々適當の材料を選擇す可きは勿論工作方

法及び之が熱處理に注意し鍛鍊加工に際しては苟も鋼材の組織を亂し或は結晶粒を破壊するか如き方法は絶対に避けざる可からざるなり。殊に飛行機の如き場合には其の僅少の重量をも制限せらるゝと同時に各使用材料は其の最高能率を發揮せしむることを期せざる可らず。

一般に機械の主要部を構成する所の鋼材の加工法は從來の如く唯に經濟上又は製作上の難易を基礎として之を撰定するのみならず材質に關して注意せざる可らず、二個以上の曲肱を有する所の曲肱軸の鍛造に於て所謂捻扭法は捻扭部の材質を弱め不良の結果を生するものとして使用者は元より又製造者にあつても從來多少の不安を抱ける所のものなり。本記事は如斯方法によつて鍛造せられたる曲肱軸に於て捻扭部は不捻扭部と比較して強力及び伸度の上に果して幾干の影響を有す可きか、將た又適當なる燒鈍により缺點を恢復し得らる可きや否やに就て研究せるものにしそ工場に於て使用の材料につき實作業の事情下に於て捻扭作業を施したる曲肱軸につき試験したるものなり。

本試験の結果捻扭作業は強力上何等差支えなく特に適宜の處理を施すに於ては却つて良質を得るに至るを知れり。之等の事實はニッケル鋼の臨界溫度の測定、鋼塊鍛縮度と材質との關係、熱處理と強力との關係、及び其等に關する顯微鏡的組織の推理等に依つて明瞭ならしむるを得、茲に鍛造加工の一例として報告せんとす。本編起稿に際し長谷川熊彦氏の再三校閱指導と作業關係諸氏の援助を謝す。

二、曲肱軸と使用材料の大さ

曲肱軸の鍛造に際し之に使用す可き鋼材の大さは普通曲肱部の斷面積(軸に直角)に依つて定るものなり、即ち使用す可き鋼材の大さは曲肱部の幅及び長さに相當の機械仕上量を見込んだる斷面積を有する長方形の角を打ち出し得る大さのものなるを要す。但し軸端に於ける鍔の徑大なるものに

あつては之の面積に依つて使用す可き材料の大さを定むることあれとも大抵の場合曲肱部を打ち出すに十分なる材料を用ふれば鐸は容易に打ち出すことを得可し。而して壓延若しくは鍛延即ち水壓機又は汽鎚にて豫め打ち延はしたる角鋼又は丸鋼材を使用する場合にあつては其の断面積は原鋼塊の断面積の四分の一若しくは六分の一以下なるものとす故に最初より鋼塊を使用する場合にあつては必要なる鍛壓量を有するものを用ふ可きなり。

一般に鍛造品に於ける機械仕上量は作業者の技倆の巧拙によつて其の附加す可き程度を異にする云へとも加工加熱に當り又は最後の熱處理に於て表面部の硫化物若しくは粗大の結晶粒を生じたる部を除き得る範圍に於て成る可く少量なるを可とす。今曲肱部の場合に於て加工中表面部に生ずる打ち疵又は多少の捻れ等考慮し經の大小により仕上量を制限すれば大略左の如し。

軸の徑(仕上り)

仕上量(全體に附加す可き削り量) 鍛造したる軸徑

四時以下

二分の一時

四時半

四時以上八時

八分の五時乃至八分の七時

四時八分の五乃至八時八分の七

八時以上十二時

一時乃至一時四分の一

九時乃至十三時

以上は曲肱二個及び軸端に一個の鐸を有するものを標準としたるものなれども曲肱三個以上を有するもの又は單に一個のみを有するものにあつては多少之等の量を加減す可きものとす。

三、鍛造法の概略(附圖曲肱軸鍛造方法參照)

(1) 曲肱一個を有する場合

曲肱一個のみを有する曲肱軸を鍛造する場合に使用す可き材料としては第一圖曲肱部の幅W及び長さLに夫々相當の機械仕上量を附したる断面積を有する長方形の角を打ち出し得る大さのもの

登用ふれは可なり。而して大型の曲肱軸にして最初より鋼塊を用ふる場合の外は一般に使用材料は角鋼材を用ふるを便とす。第三圖は角鋼を用ひ先づ前記の如き大さの断面積を有する長方形の角に打ち延はす有様を示し。第四圖は之のものより第一圖の曲肱部A、軸部S及びS'並に鍔Fに相當仕上量を見込みたる體積を見積り、火造り道具「丸棒」と稱ふるもの用ひ夫々之等の體積を區割する所なり。第五圖は更に「三角」と稱ふる火造り道具をもつて曲肱部の左右兩側をセギリたる有様を示せり。次て第六圖に示すか如く先づ軸S及び鍔Fに相當する部分を鍔の徑に相當の仕上量を見込みたる丸さに打ち延へ更に之より鍔F及び軸Sに相當する體積を見積り第七圖の如く火造り道具「丸棒」を用ひて鍔の兩側を區割し、次に第八圖の如く火造り道具「三角」を用ひ材料を廻轉しつゝ鍔をセギリ出すものとす。第九圖は火造り道具「當テモノ」と稱するものを材料の上下に置きて軸S部の肉を打ち延へて適當の丸さとなすの状を示せり。鍔と曲肱部との距離相當に長きものにあつては直接水壓機又は汽鎗の金敷上にて打ち延はすことを得可く、第九圖に示せる作業は之を省き「當テモノ」を用ひ直ちに金敷上に乗せて打ち延はすものとす。次に軸S'の方を打ち延へて曲肱部より所要の長さを隔てて、切り落せは第二圖の如き鍛造曲肱軸を得可し、試験材を要するものにあつては點線にて示すか如く軸の兩端に適當の大さの試験材を附加するものとす。殊に重要な機関の曲肱軸にあつては試験片は軸の兩端及び曲肱軸點線にて示すか如き三個所より之を採取し夫々正規の試験規格に合格することを要す。

曲肱軸に於ける鍔の徑特に大にして最初より材料を曲肱部に相當する長方形の断面を有する角材に打ち延はす時は鍔を打ち出すこと不可能なる場合あり。此場合には始め材料を打ち延ふるに當り曲肱部及び鍔を有せざる方の軸の體積とを豫め見積りしものを先づ長方形の断面を有する角に打ち延はし鍔を有する方は之を打ち出し得る大さの角又は長方形の断面を有する角に打ち延へさ

る可らず。然れども實際に於て曲肱軸に於ける鍔は大抵の場合曲肱部に相當仕上料を附加したる斷面積を有する長方形の角に打ち延はしたる太さのものより之を取り出し得可し。要するに鍛造のために於て曲肱部と鍔との断面積を比較し鍔とす可き部分をも始めより曲肱部を打ち出し得る太さの断面長方形の角に打ち延へて差支えなきやを確めざる可らず。前記の如き形状に打ち延はしたる材料より鍔を取り出すには之を一旦真角に打ち延へ、次て八角十六角三十二角、、、と云ふ順序に漸次材料の角を落して丸くす可きものにして之の鍛鍊中材料は長さの方向に延長す可きを以て鍛鍊するに従ひ漸次断面積の縮少は免れ得ざるなり。故に實際に於ては充分之等のことをも考量する可きものとす。

鍛造中注意す可きことは火造り道具「三角」を用ふるに當り其の形状及び大きさの適當なるものを擇することなり、三角の角の鋭きものは單にセギリの目的を達するには便利なるも如斯ものを用ふる時はセギリたる終點に裂痕を生ずるの恐あり。或は又軸S及びS'部の打ち延へに際し延長す可き肉の一部は第十圖點線にて示せるか如く左方に延ひ此所にセギリたる終點に於て第十一圖の如く所謂マクレのために疵を生ずることあり。又鍔をセギリ出すに當つては其の一端を切り捨てたる後一方のみをセギル可らず、然る時は鍔の薄きものにあつては切り落したる側の抵抗力少く從つて鍔の中央部は凹みを呈することあり之等は共に未然に防止せざる可らず。

(2) 曲肱二個以上を有する曲肱軸に於て曲肱部を交互に打ち出す場合

本例は曲肱三個を有するものにして之等の曲肱部を交互に打ち出して鍛造する場合の大略の説明を試みんとす。之の場合にあつては使用材料は曲肱部の軸に直角の断面積の約二倍に相當する太さの丸材を用ふるを便とす。第十三圖は機械仕上げ後の曲肱軸を示し、第十四圖は火造りの儘のもの即ち鍛造品を示せり。第十五圖は如斯曲肱軸を打ち出すに便利なる材料、第十六圖は三個の曲肱部、軸及

ひ鍔に相當する體積を見積り夫々 A. S. A. S. F. 及び S. A. S. と丸棒を以て區劃したる所を示す。之の場合にあつて曲肱部となる可き肉は軸に直角に左右に打ち出し、而る後一方餘分の肉を切り捨てるものにして先づ曲肱 A' を第十七圖の如く壓潰するなり。直接水壓機又は汽鎌の金敷にて壓潰する時は軸の方向にも肉の延長するか故に其量を成る可く少からしむる爲めに火造り道具「當テモノ」第二十三圖に示せる如きものを用ひて肉を軸に直角の左右に擴く可きものとす、俗に斯る作業を幅に出すと稱す。本作業を施すに際して或は材料を九十度起してコバを壓し或は幅に出す作業を繰り返して遂に適當の幅及び厚さのものとなすものにして第十七圖及び第十八圖は之の有様を示せり。而して後一方餘分の肉を切り捨て(第十九圖)全く A' 曲肱の加工を終る。次に曲肱の加工に移るを可とす、即ち水壓機又は汽鎌の金敷の水平面に對して A' を所定の角度に傾け曲肱 A を壓潰するものにして第二十圖は之の有様を示せり、壓潰の方法及び一方に於ける餘分の肉を切り捨てる事等全く曲肱 A' 加工の場合に同じ。次に軸 S' 部を火造り道具丸棒「半丸」「當テモノ」等(第二十二圖參照)を用ひて適當の長さに延へたる後鍔 F 部を先づ鍔の徑に適當の仕上量を見込んだる太さに打ち延はし、次に第二十一圖點線にて示せるか如く鍔 F を「丸棒」及び「三角」を用ひてセギリ出すものとす。次に軸 S 部を適當の長さに打ち延はし引續き鍔の左端をも打ち延はすを可とす、斯くして A より左方の加工を終らば、次に材料を轉換して A. S. 及び S' 等の如く順次加工を施す。先づ A' を水壓機又は汽鎌の金敷の水平面に對して所定の角度に傾けて A' を壓潰し而して全く A' 曲肱の加工を終つて後軸 S' 及び S'' 部を適當の徑に延はすものにして其方法は前述の場合と同様なり、第二十二圖は曲肱 A' より左方の加工を施したる所を示せり。

以上は曲肱三個を有する曲肱軸に於て其の曲肱部を交互に打ち出して鍛造する場合の大略を述べたるに過ぎざるも、四個又は六個の曲肱を同一軸中に有するものにあつても其の鍛造方法に至つて

は殆んど同様のものなり。

本鍛造中注意す可きことは火造り道具「丸棒」を用ひて曲肱A. A'. A''等を區劃せんとするに當り最初より「丸棒」の徑の大なるものを用ふる時は加工荷重を加ふると共に之の「丸棒」を入れたる側に肉の流れを生し所謂ヒケのために曲肱部の壓潰に際し曲肱部の耳肉に不足を生し頗る困難するにあり。本法は曲肱間の距離極めて狭く之の部を捻扭すること不可能なる場合若しくは起重機の設備なく從つて次に述へんとする捻扭に際し多大の力を要し人力に依つて之を捻扭すること能はざるか如き場合に限り施行せらるべきことあれとも、一般に大なる材料を用ひ且餘分の肉を切り捨てる等不利益の點多し。

(3) 曲肱間を捻扭する場合

第二十四圖乃至第三十七圖は二個の曲肱を有する曲肱軸の捻扭鍛造法の大略を示せるものにして三個、四個又は六個の曲肱を有するものにあつても其の鍛造法に至つては何等の異ること無し。

之の場合使用材料としては曲肱部を打ち出すに充分なる大さのものは丸鋼又は角鋼の何れにても差支えなきも角鋼を用ふる方工作上便利なり。特に大型の曲肱軸にあつては最初より鋼塊を用ふることあり。何れにしても一旦之を曲肱部を打ち出し得る斷面積を有する長方形状の角に打ち延へざる可らず。第二十四圖は機械仕上げ後の曲肱軸を示し、第二十六圖は鍛造品を示せり。第二十七圖は第二十五圖に示すか如き角鋼を曲肱部(b)に相當仕上量を見込んだる大さの長方形の斷面を有する所の角俗に之を互平^{ヨコヒラ}の角と稱ふるものに打ち延へたる様を示す。斯くして後先つ徑約二分の一時位の「丸棒」を用ひて(a')(b')(c')(e')等を見積りて夫々區割し、次に「三角」を用ひて曲肱部(b')の左右をセギルものとす。第二十八圖及び第二十九圖は之の有様を示せり。第二十九圖に示せる作業を施すに當り(c')部より左方の材料は自身の重量及び加工荷重のためにセギラレルに從ひ(c')部は幾分延長し同

時に材料は圖に示すか如く下降す可し。第三十圖の(一)は火造り道具「當テモノ」を用ひて(c')部を真直ぐに延へ左方の材料を打ち下くる所を示せり。然れども之の際第三十圖の(二)に示すか如く水壓機若しくは汽鎚の金敷を作業者の手前の方に移動せしめ之の上に材料を載せ一方(a')の下方に木材の枕を置きて之に隣る曲肱(b')を下くるを良策とす。而して之の作業を施したるのみにては未だ全く(c')部を真直くになすこと能はざるを以て、次に第三十一圖の如く火造り道具「當テモノ」を上下に用ひて之の部を真直くならしむると同時に其の角を潰して丸めるものとす。次に(b')の左端即ち鎧を採り出す部分の肉を打ち延はして鎧をセギリ出し方をなすこと第三十二圖及び第三十三圖に示すか如し。第三十四圖は(a')部の上下に「當テモノ」を用ひて之を延へる有様を示したるものなり、然れども鎧と曲肱部との距離長きものに有つては直接水壓機又は汽鎚の鎚頭と金敷とにて延はし得可し。第三十五圖は火造り道具タップを上下に用ひて軸(a')の鍛工仕上げの様を示せり。タップを用ふる方法は鍛造品として立派なる出來榮えを望む場合、若しくは曲肱と曲肱との間又は曲肱と鎧との間の距離短かき場合に於て之等の間を延はし所要の距離になす時に施す可き作業にして通常大型のものに有つては特に斯る手數を施すの要なし。次に材料を轉換して軸(c')部を打ち延はせば作業は茲に一段落を遂ぐるものとす。最後の作業として曲肱間を捻扭するものなり、即ち二個の曲肱の何れか一方のものを水壓機若しくは汽鎚の鎚頭と金敷の間に挿みて荷重を加えて固定し、第三十六圖に示すか如く右方の曲肱へ捻扭用の道具をかけて之の道具の一端は起重機の鐵鎖に結び極めて徐々に所定の角度本例の場合に有つては九十度捻扭するものとす。捻扭作業中溫度の降下は材料の剛性を増し次第に捻扭困難となると同時に又危險の性質となる可ければ、常に捻扭せらるゝ部分の熱度即ち其の色合に注意し捻扭の度合と熱度に對し絶えず周到の注意を要す可きなり。斯くして所定の角度に捻扭したる後其の捻扭部を見る時は多くの場合第三十七圖に示すか如く表面に波狀の筋を現はせるを以て具

さに之を検する時は鍛造品たるや否やを識別することを得可し。

本鍛造中注意す可き點は多々ありと云へとも今其の主なるものを擧ぐれば下の如し。曲肱部をセギルに當り先きに單一曲肱を有するものゝ鍛造の場合に於て述へしか如く、火造り道具「三角」は小、中、大と順次適當の大さ及び形狀のものを用ふ可し、又最後に用ふる「三角」はセギリの部の角度鋭きものは避けざる可らず、之れ第三十圖の一及び二の場合に於けるか如く(c')部の打ち延へに當りセギリの終點の角立ちたるものにあつては裂疵を生するの恐れ有る可し。尙本作業は最後の捻扭作業と同様に熱度及び加工度等に充分に注意し低溫度作業は絶對に之を避けざる可らざるなり。若し溫度の降下に拘らす依然之の作業を繼續せば例令セギリたる終點の圓滑なるものに有つても裂疵を生するの恐あり、最後の捻扭に際しては只單に捻扭部丈を加熱して之を捻扭する時は曲肱部と軸との附け根は焼き界となり爲めに青熱溫度の危險狀態を呈する憂あるを以て捻扭に際しては寧ろ同時に兩曲肱部をも加熱することを以て良策とす。

若し兩曲肱間の距離狭くして直ちに火造り道具「三角」を用ひて曲肱部をセギリ出すこと工作上甚た困難なる事情の下に有つては既に第二法の如き交互打ち出し鍛造法に據る可きことを述へたり、然れども如斯ものにあつても尙少しく機械作業を施したる後捻扭することを得可し。第三十八圖乃至第四十一圖は斯る場合に於けるものを捻扭し得るに至る迄の段取りの大略を示せる者なり、之の場合使用す可き材料は少くとも曲肱軸の中心より其の曲肱の上端迄の長さの二倍に曲肱の幅を乗したる斷面積を有する互平の角を打ち出し得る大さのものなるを要す。第三十八圖は如斯大さの材料を上記の斷面積以上即ち相當仕上量を見込んだる互平の角に打ち延へたる所を示し、第三十九圖は曲肱部及び軸部の體積を見積り材料の一端に於て鍔部、他端に於て軸部となる肉を火造り道具「三角」を以てセギリたる所を示すものとす。次て鍔を有する方の材料を鍔の徑に相當仕上量を有する太

さの丸に打ち延へ之より第四十圖に示すか如く鍔をセギリ鍔の兩側及び材料の他端を適當の軸徑の太さに打ち延へるものとす。如斯作業を加えたるものと機械にかけて同圖點線にて示せるか如く曲肱間の軸の上下兩側の肉を截り去り、同時に軸部を旋盤にかけて適當の丸さの徑に削り上げて後再び之を鍛冶場に送り捻扭を施すものとす、而して其の捻扭の方法に至つては全く前述の場合と同様なり。

本法は鍛冶工場としては甚た手數を要せざるも鍛造工事の中途に於て之を機械にかけて曲肱間となる部分の不用の肉を削らざる可らざるを以て大型のものにあつては熱の損失たること云ふ迄もなく、又機械工場に於ても著しく手數を要す可し、而も使用材料は第二鍛造法の場合も同様大なるものを要す可し。

曲肱軸を鍛造する方法としては概ね以上述へたる四種の場合の何れかに據れとも尙火造り道具「丸棒」及び「三角」を巧に利用して第二鍛造法の場合よりも小徑の材料を用ひて火造ることを得可きも、本記事は鍛造方法の詳細を述ふるの主眼に非す、唯捻扭鍛造法とは如何なるものなるかを略述する目的にして第一及び第二鍛造法を述へ以て一般に行はれつゝ有る所の捻扭法と他の鍛造方法との比較を掲げたるに過ぎざるなり。

四、供試捻扭曲肱軸の形狀と其加工法

捻扭部の材料試験を行はんか爲めに捻扭法即ち前項に述へたる第三前段の方法に依つて鍛造したる曲肱軸は第四十二圖に示すか如き形狀及び寸法のものなり。加工中は攝氏千二百度位の溫度に熱し材料の色合七百五十度位より降下の時は再び爐中に入れて加熱することゝせり、而して最後の捻扭に際しては曲肱軸全體を攝氏約九百五十度位に熱し徐々に捻扭を行へり。鋼材の剛性は勿論溫度の昇降に比例して減増す可きを以て成る可く高溫度に於て捻扭することは作業を容易ならしむ

るの見地よりすれば便利なる可きも唯單に最後の捻扭の爲めに全體を餘りに高溫度に熱する時は捻扭部外何等捻扭の影響を蒙らざる部分の組織を徒らに増大粗鬆ならしむるの嫌あるを以て前記の如く約九百五十度位に熱することゝせり而も捻扭部にあつては捻扭のために費さるゝ仕事の一
部は熱エナジーとなり得ることを考へ得可く故に實際に於ては捻扭部に有つては加工中に於ける溫度の降下は幾分之か發現に依つて補はるゝことを想像し得可し。

五、供試鋼材の化學成分及び捻扭したる曲肱軸の數

第一表

	炭素	硅素	満俺	磷	硫黄	ニッケル	クローム
甲 材	0.六		0.五〇	0.010	0.039	0.一九	0.一一
乙 材	0.三	0.九	0.四六	0.034	0.030	0.一七	0.三五
丙 材	0.一〇		0.三三	0.五	0.031	—	—
丁 材	0.二六	0.一七	0.六四	0.046	0.043	2.元	0.三六

捻扭したる曲肱軸は如斯化學成分を有する鋼材を使用したものにして材料の種類と其製造數との關係次の如し。

材料の種類

捻扭したる曲肱軸の數

甲 材	二	本
乙 材	二	本
丙 材	四	本
丁 材	四	本

茲に甲、乙、丙、丁等は化學成分又は材料の強弱により區別したる符號に非す、只鍛造したる順序により勝手に附したる符號に過ぎざるなり。前記の如く甲材及び乙材よりは各二本宛又丙材及び丁材にあつては各四本宛を鍛造せり、而して之等は丙材(イ)二本同しく(ロ)一本丁材(イ)二本同しく(ロ)一本とに分ち、最後の捻扭に當り(ロ)のものは(イ)のものに比し夫々幾分低溫度に熱し捻扭の度合を比較的速かに施したるものなり。而して各種のものにつき一本宛を焼鈍し以て捻扭の儘のものに於ける強力及び焼鈍したるものに於ける強力を比較することせり。

六、試験片採取の位置

四種の鋼材より鍛造したる曲肱中捻扭の儘のもの及び焼鈍したものにつき、第四十二圖點線にて示せるか如く同一位置より材料試験片及び顯微鏡試料を採取すること、し捻扭部即ち兩曲肱間及び不捻扭部即ち曲肱の一端より材料試験片各二個宛及び顯微鏡試料各一個宛を採取せり。

七、焼鈍溫度及び焼鈍方法

焼鈍に際しては各材料共始め別々に焼鈍の目的を以て之等の材料より試料を取り實際に於ける臨界點 AC_3 の點を見出し之を基礎として焼鈍溫度を定めんとし之等の試料につき一々之の點を實測したり。(後章參照)測定結果と共に諸大家の鋼平衡圖を參考とし純炭素鋼としての Ar_s の點を求めて定めたり。甲、乙、丁、材にあつては測定の結果を參照し Ar_1 の點より Ac_1 の點を推定し、甲材に有つては Ar_s は八百十度(攝氏内外)又乙材に有つては七百四十度内外とし結局焼鈍溫度は甲材に有つては八百三十度乃至八百五十度、又乙材に有つては七百六十度乃至八百度位と推定せり、然るに捻扭部の享けたる内部應力を充分に除去し、且捻扭組織を研究する爲めには寧ろ之れより幾分高溫度に於て而も比較的長時間焼鈍する方却つて好都合ならんと思惟し、四種の鋼材中甲材及び乙材は同時に八百五十度に於て焼鈍すること、し、丙、丁兩材は普通の焼鈍を施行することせり。丙材は純然たる低炭素鋼にし

て之の種含炭程度のものは普通八百五十度附近に於て焼鈍せらるゝを以て同溫度に於て焼鈍することゝし、又丁材は從來の經驗により八百二十五度に於て焼鈍することゝせり。燒鈍爐は爐底の隅に各一個宛都合四個宛の火煙吸込口を有する普通の石炭燒鈍爐にして甲、乙兩材は同時に又丙、丁兩材は別々に之等を燒鈍することゝせり、而して各鍛造品は全體を一樣に熱する目的を以て品物の下に枕を置きて爐底と離し尙焚口に面する側には耐火煉瓦を積みて直接濃厚の火焰に接觸することを妨げたり。燒鈍中は石炭の投入量及び煙道遮斷戸を以て加減して成る可く一様に溫度の高ることを目的とし、特に燒鈍溫度に達してよりは周到の注意を以て同溫度の保持に務めたり。而して先づ甲、乙兩材の場合に有つては其等の中間に高熱計附屬白金線及びロジューム線のサーモカッブルを挿入し以て燒鈍溫度を測定することゝせり。(第四十三圖)又爐の材料出し入れ口の前後の扉に設けたる「覗キ穴」より時々燒鈍品の火色を窺ひ以て實際高熱計の指示する溫度と燒鈍品の溫度とか果して等しく上昇するや否やを對照せり。燃料を焚き始めてより五時間半にして高熱計の溫度は八百五十度を指示するに至りしも實際燒鈍品の火色は同溫度に達せりと認むる能はさりしを以て投炭量及び遮斷戸の調節に依つて同溫度を持続すること約一時間にして漸く鍛造品の火色が同溫度と認むる場合に達したるを以て爾後引續き一時間同溫度に保ち結局高熱計の溫度八百五十度を指示してより二時間繼續せしめたる後其儘爐中に放冷することゝせり(第四十四圖參照)。

丙材及び丁材の燒鈍に際しては高熱計の溫度をして實際燒鈍品の溫度と同一の溫度を同時に指示せしむるの目的を以て三吋角長さ二呎の鋼材を探り其の中心部に徑一吋、長さ一呎六吋の穴を穿ちて之の穴の中に前記高熱計のサーモカッブル線を挿入して燒鈍せんとする曲肱軸の中間に置き以て刻々に指示する溫度とサーモカッブル線を挿入せる鋼材並に燒鈍品の火色とを對照せり、之に依つて高熱計に現はるゝ溫度の充分正確ならんとを期せり。丙材に有つては燃料焚き始めより五時

間四十五分にして高熱計は八百五十度を示し、然してサーセカップル線を挿入せる鋼材の火色と鍛造品の火色とは殆んど同様なり。然るに曲肱部の火色は幾分暗赤色を呈し殊に焚き口と反対の側に於ける丙材(イ)の曲肱部は(ロ)材に比し容易に識別し得可き。低溫度の火色を示せり。而して高熱計の指示する八百五十度を持続せしむること約二十分にして漸く總て一樣の火色を示したるを以て同溫度に於て四十分間晒したる後結局高熱計の指示せる八百五十度を保持せしむること一時間後爐中に冷却せり(第四十五圖及び四十六圖参照)。

丁材の焼鉈に際しては前回丙材焼鉈の失敗に鑑み(ロ)材及び(イ)材は共に平行に配列せしめず、第図十七に示すか如く(イ)材の位置を(ロ)材に比して高くせり。豫定の焼鉈溫度に達する迄は比較的迅速に焚火を行へり。燃料焚き始めより五時間十分にして高熱計は豫定の八百二十五度を指示せり。而して尙之の場合に有つてもサーモカップル線を裝備せる鋼材の色合と焼鉈品の色合とは全然一樣と認むること能はざりしも然し前回に比して其成績遙かに良好にして約十分間にして全く同一の溫度を現はしたるを以て爾後四十分間同溫度を持続せしめ結局高溫計の指示したる八百二十五度を保留すること五十分にして其爐中に冷却せり(第四十七圖及び四十八圖参照)。

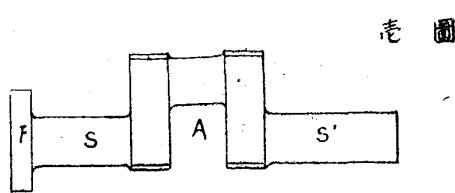
八、材料試験成績

第一二表

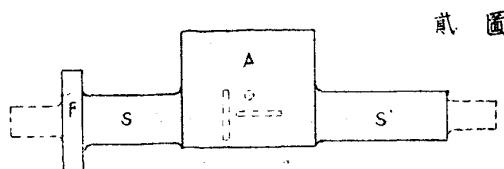
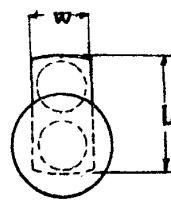
材料の種類	標點間 (彈性限度) (每平方吋噸)	最高抗張力 (每平方吋噸) (每吋)	斷面收縮	伸度	熱處理
甲材不捻扭部	2"	30,700 10,400	三三,六七〇 三三,八三〇	三四,八四〇 三七,七五〇	三一,三五〇 三九,六六〇
同上平均	2"	10,500	三三,七五〇	四一,二九五	三〇,四五五 同 上
甲材捻扭部	2"	15,370 17,600	三九,610 四五,三六〇	三六,一三〇 三五,六九〇	同 上

同 上 平 均	2"	一六、五五	三〇、六五五	四八、五五五	一六、五五〇	同 上
甲 材 不 捻 扭 部	{2" 2"	一九、五〇 一九、七一〇	三〇、六八〇 三一、一九〇	四一、一九〇 四〇、九〇〇	一八、九〇〇 一八、一九〇	燒 鈍 し た る も の
同 上 平 均	2"	一六、五五	三〇、九一〇	四〇、九一〇	一八、五一〇	同 上
甲 材 捻 扭 部	{2" 2"	一六、六五〇 一六、八一〇	三〇、五九〇 三一、五〇〇	四一、八六〇 四一、九五〇	一八、一九〇 一八、九〇〇	同 上
同 上 平 均	2"	一六、五五〇	三一、九〇〇	四一、九〇〇	一八、五一〇	同 上
乙 材 不 捻 扭 部	{2" 2"	一九、九〇〇 一九、九〇〇	三〇、九〇〇 三〇、九〇〇	四一、九〇〇 四一、九〇〇	一九、六八〇 一九、六八〇	燒 鈍 せ れ る も の
同 上 平 均	2"	一九、九〇〇	三〇、九〇〇	四一、九〇〇	一九、六八〇	同 上
乙 材 捻 扭 部	{2" 2"	一九、一〇〇 一九、一〇〇	三〇、一〇〇 三〇、一〇〇	四一、九〇〇 四一、九〇〇	一九、一〇〇 一九、一〇〇	同 同 上
同 上 平 均	2"	一九、一〇〇	三〇、一〇〇	四一、九〇〇	一九、一〇〇	同 上
乙 材 不 捻 扭 部	{2" 2"	一九、九〇〇 一九、九〇〇	三〇、九〇〇 三〇、九〇〇	四一、九〇〇 四一、九〇〇	一九、六八〇 一九、六八〇	燒 鈍 し た る も の
同 上 平 均	2"	一九、九〇〇	三〇、九〇〇	四一、九〇〇	一九、六八〇 一九、六八〇	同 同 上
乙 材 捻 扭 部	{2" 2"	一九、九〇〇 一九、九〇〇	三〇、九〇〇 三〇、九〇〇	四一、九〇〇 四一、九〇〇	一九、九〇〇 一九、九〇〇	同 同 上
同 上 平 均	2"	一九、九〇〇	三〇、九〇〇	四一、九〇〇	一九、九〇〇 一九、九〇〇	同 上
丙材(イ)不 捻 扭 部	{2" 2"	一九、九〇〇 一九、九〇〇	三〇、九〇〇 三〇、九〇〇	四一、九〇〇 四一、九〇〇	一九、九〇〇 一九、九〇〇	燒 鈍 せ れ る も の

	上 平 均	2"	10'100 ノルマ ノルマ	11'200 ノルマ ノルマ	10'500 ノルマ ノルマ	10'500 ノルマ ノルマ	同 同 上
丙材(イ)捻 扭 部	同 上 平 均	$\{2"$ 2"	11'600 ノルマ ノルマ	11'500 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	同 同 上
丙材(イ)不捻 扭 部	同 上 平 均	$\{2"$ 2"	11'600 ノルマ ノルマ	11'500 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	同 同 上
丙材(イ)捻 扭 部	同 上 平 均	$\{2"$ 2"	11'600 ノルマ ノルマ	11'500 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	同 同 上
丙材(口)不捻 扭 部	同 上 平 均	$\{2"$ 2"	11'600 ノルマ ノルマ	11'500 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	燒鉋したるもの
丙材(口)捻 扭 部	同 上 平 均	$\{2"$ 2"	11'600 ノルマ ノルマ	11'500 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	同 同 上
丙材(口)不捻 扭 部	同 上 平 均	$\{2"$ 2"	11'600 ノルマ ノルマ	11'500 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	同 同 上
丙材(口)捻 扭 部	同 上 平 均	$\{2"$ 2"	11'600 ノルマ ノルマ	11'500 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	同 同 上
丙材(口)不捻 扭 部	同 上 平 均	$\{2"$ 2"	11'600 ノルマ ノルマ	11'500 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	燒鉋せたるもの
丙材(口)捻 扭 部	同 上 平 均	$\{2"$ 2"	11'600 ノルマ ノルマ	11'500 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	同 同 上
丙材(口)不捻 扭 部	同 上 平 均	$\{2"$ 2"	11'600 ノルマ ノルマ	11'500 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	燒鉋したるもの
丙材(口)捻 扭 部	同 上 平 均	$\{2"$ 2"	11'600 ノルマ ノルマ	11'500 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	同 同 上
丁材(イ)不捻 扭 部		{2" 2"	11'600 ノルマ ノルマ	11'500 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	11'400 ノルマ ノルマ	燒鉋せたるもの

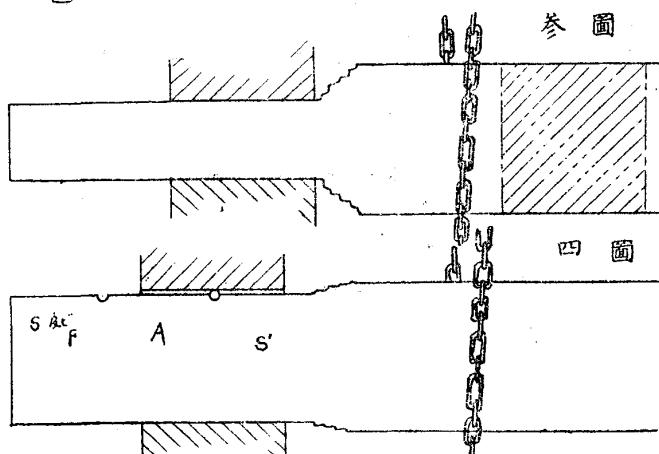


一圖

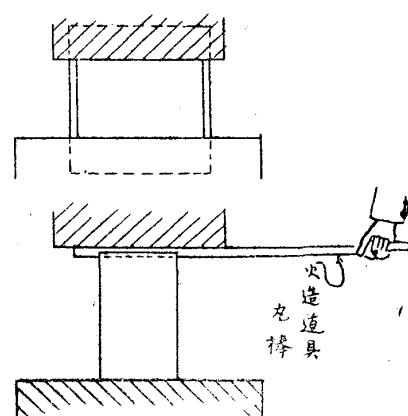


二圖

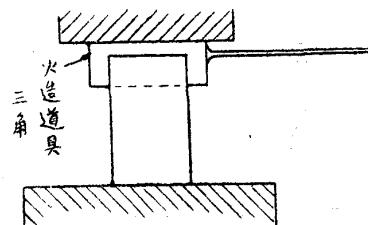
真線試驗片採取位置示



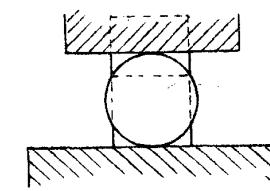
三圖



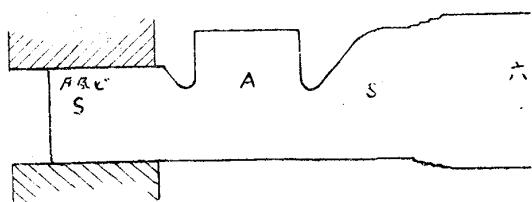
四圖



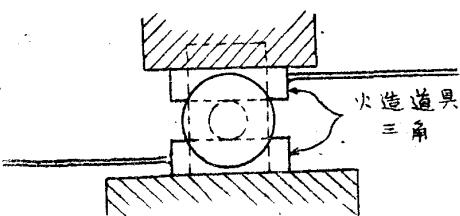
五圖



六圖



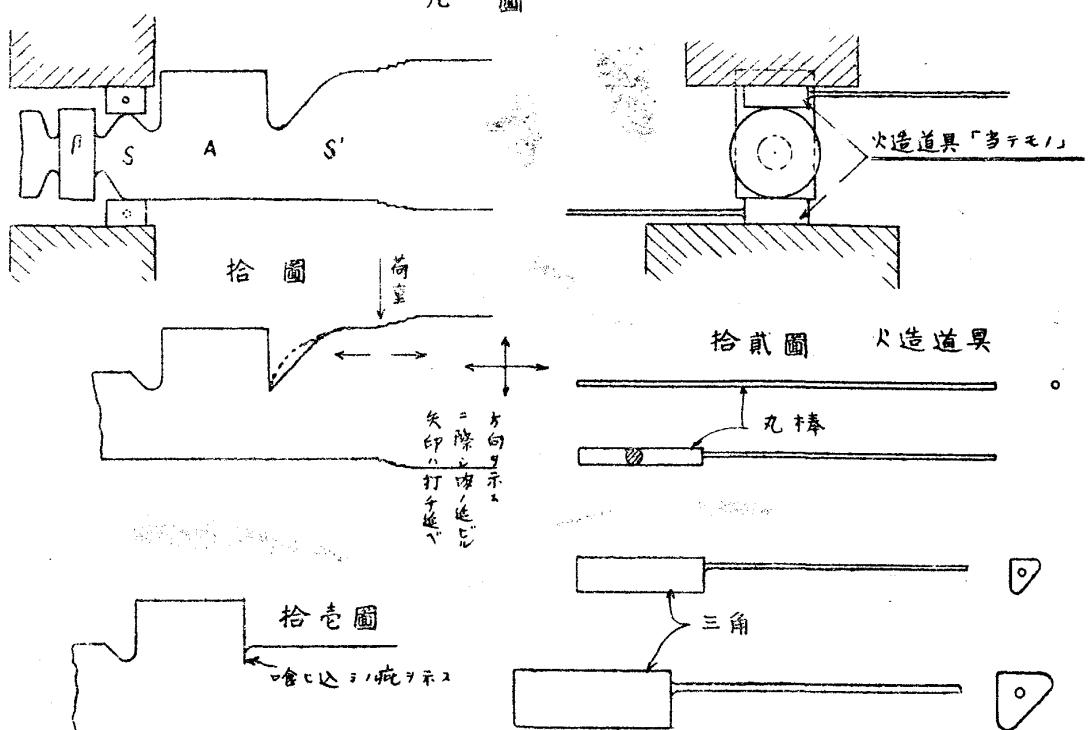
七圖



八圖

火造道具
三角

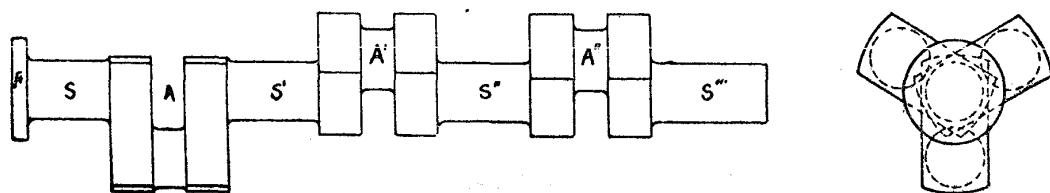
九圖



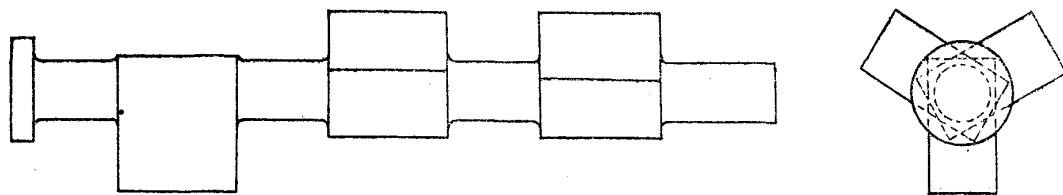
拾壹圖

唯七込三八底ヲ示ス

拾參圖



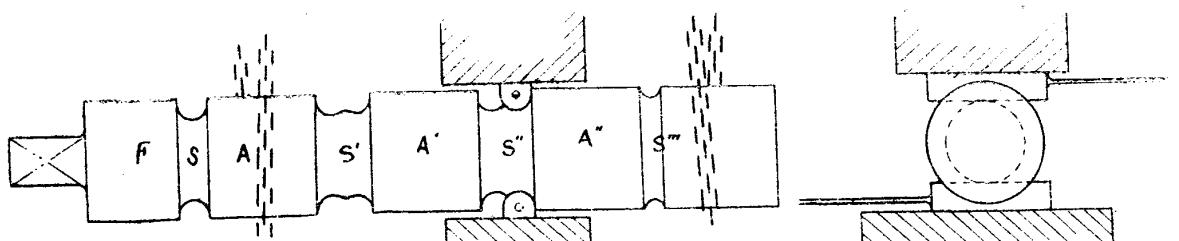
拾四圖



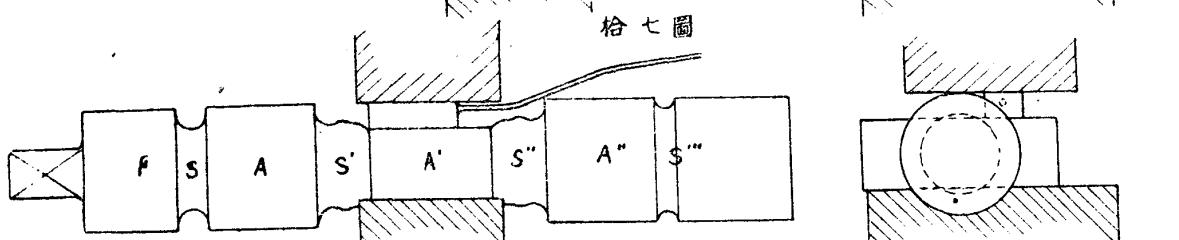
拾五圖



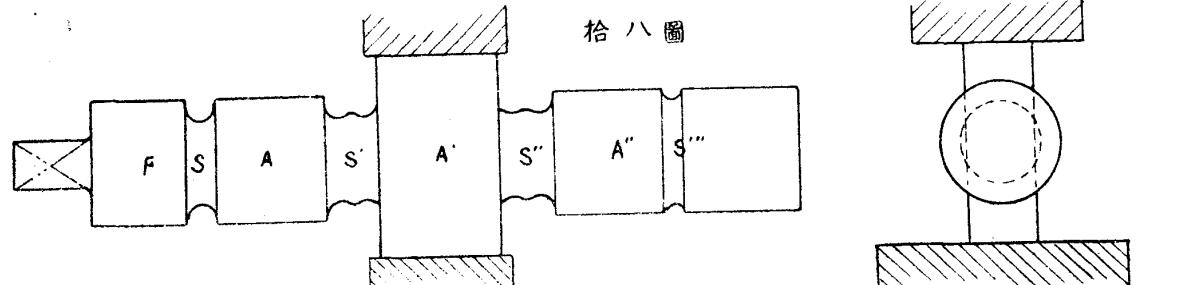
拾六圖



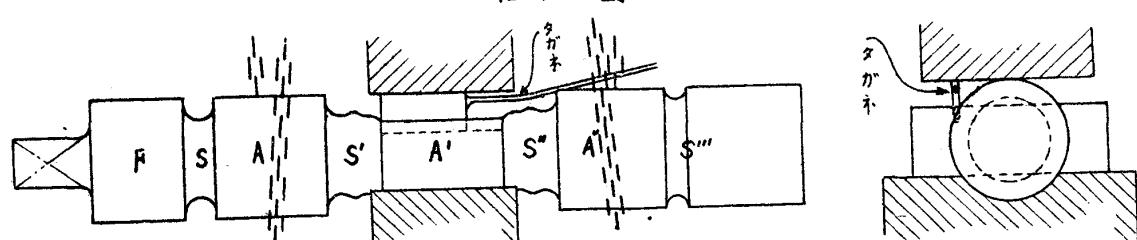
拾七圖



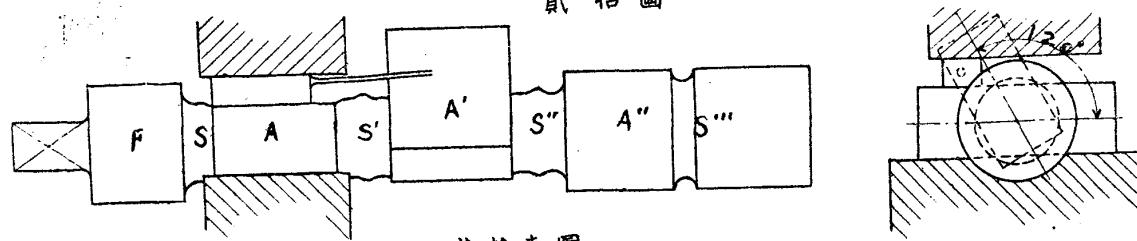
拾八圖



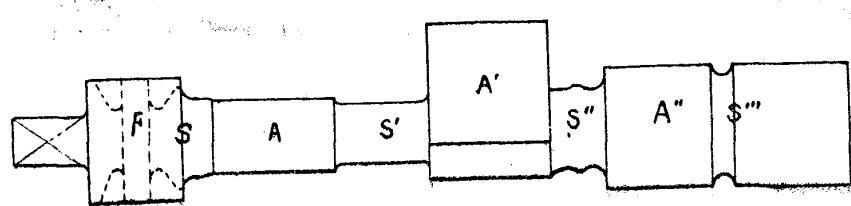
拾九圖



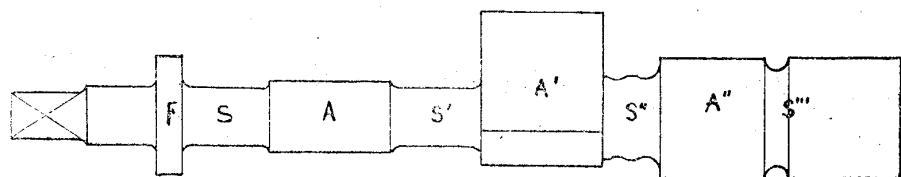
貳拾圖



貳拾壹圖

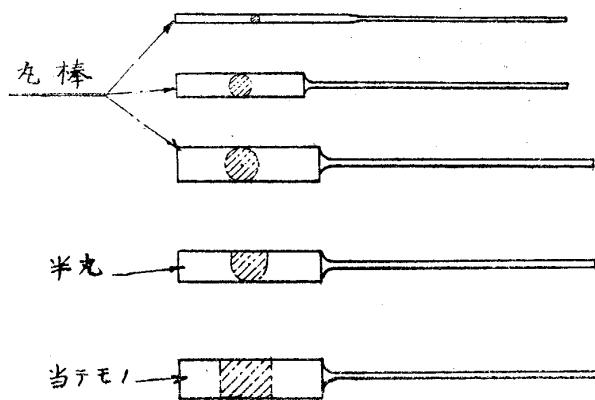


貳拾貳圖

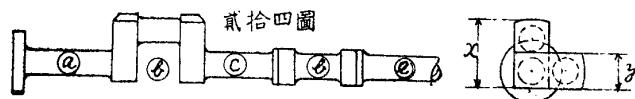


貳拾參圖

火造道具



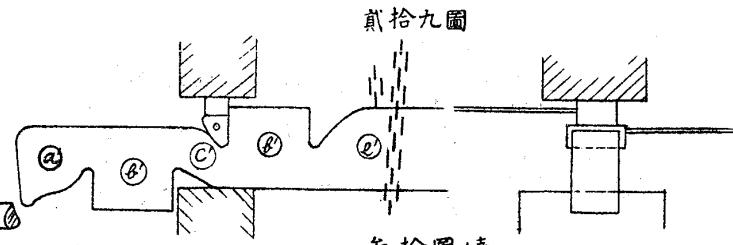
曲軸由捻扭鍛造法備解



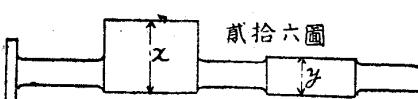
貳拾五圖



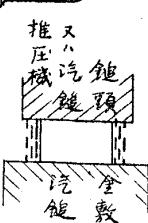
貳拾九圖



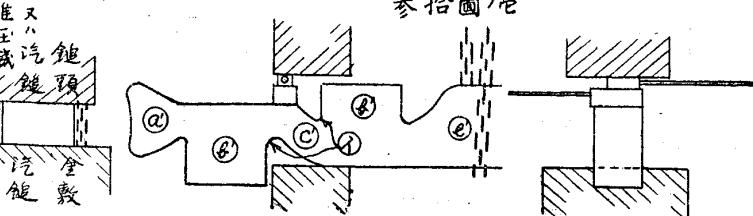
貳拾六圖



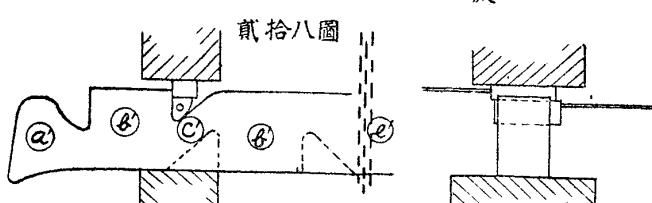
貳拾七圖



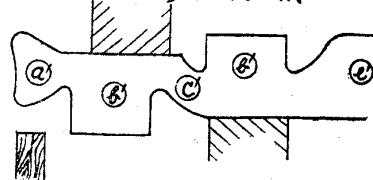
參拾圖一毫

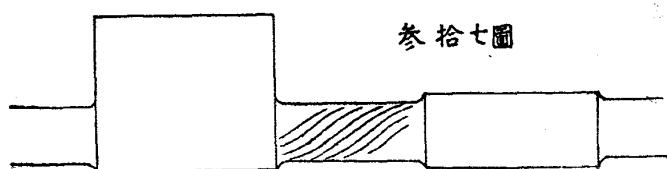
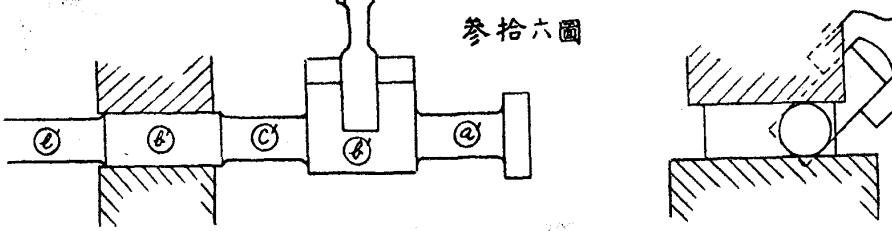
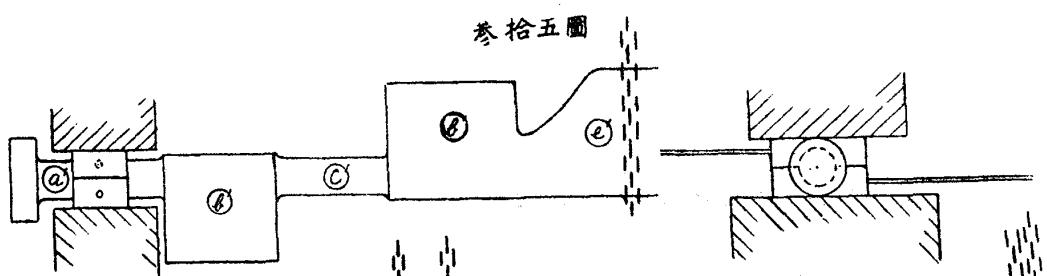
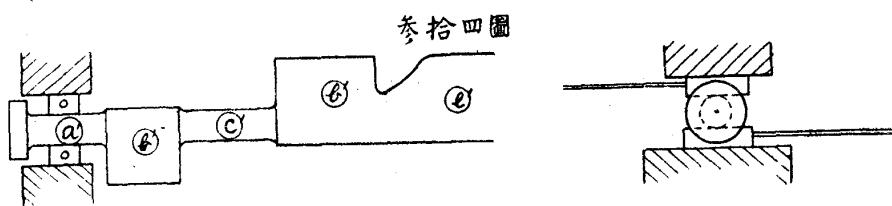
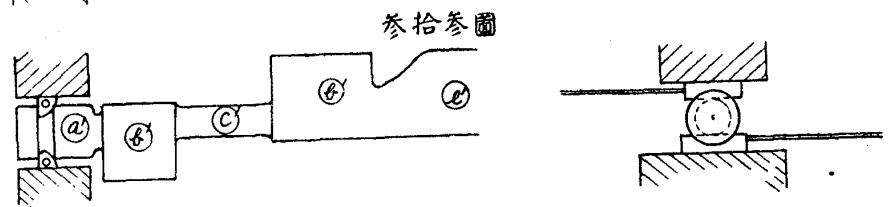
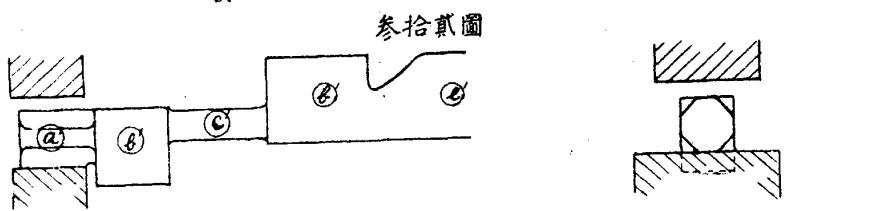
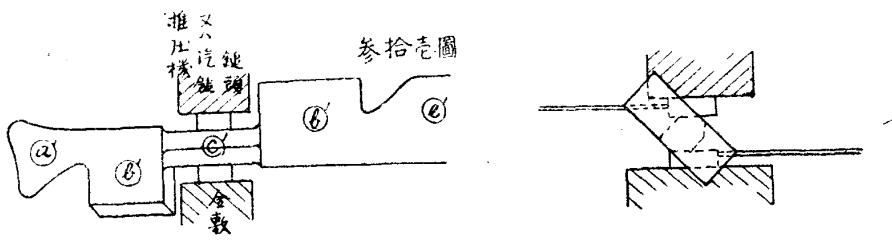


貳拾八圖

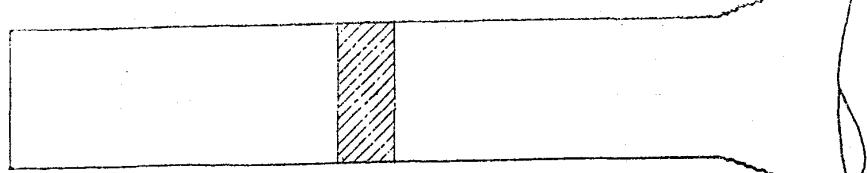


參拾圖一貳





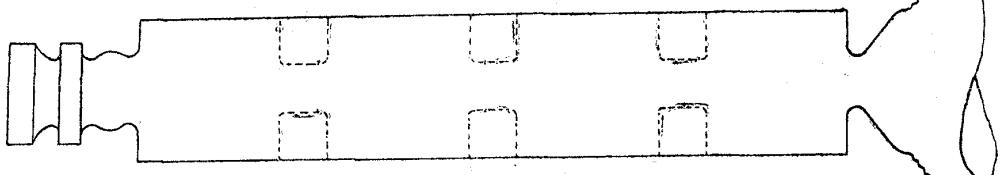
參拾八備



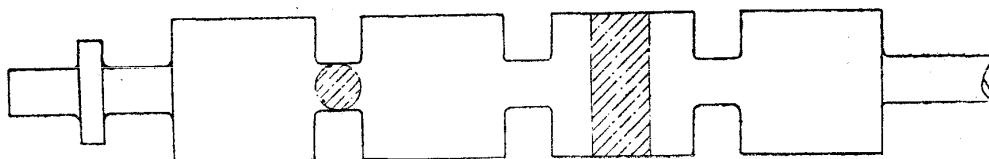
參拾九備



四拾備

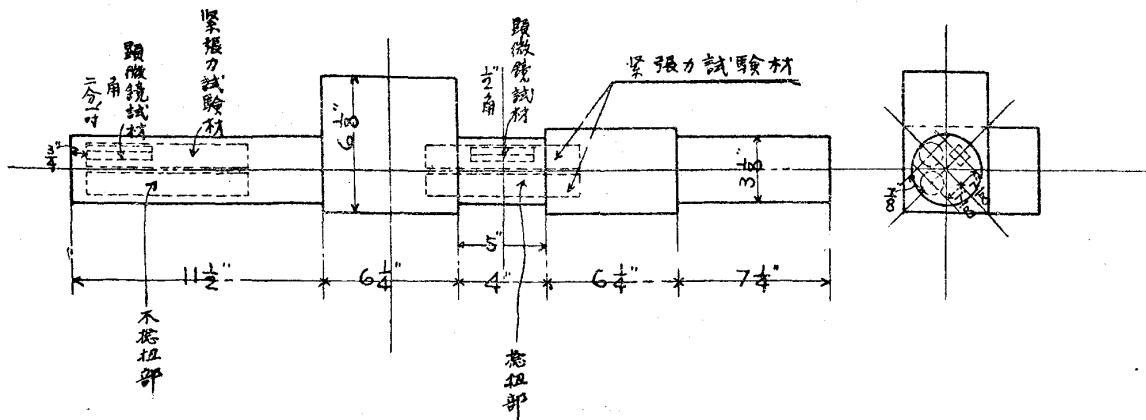


四拾壹備

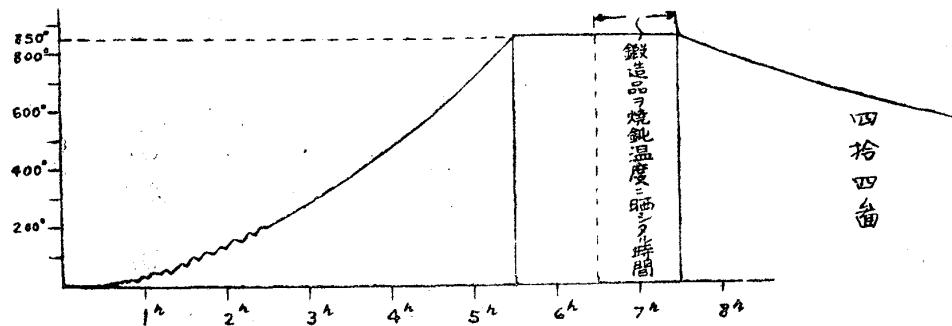
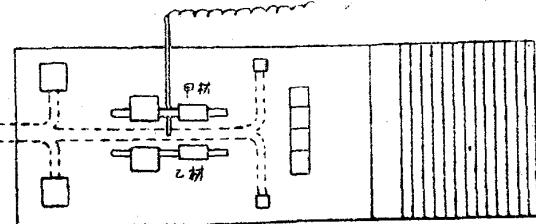
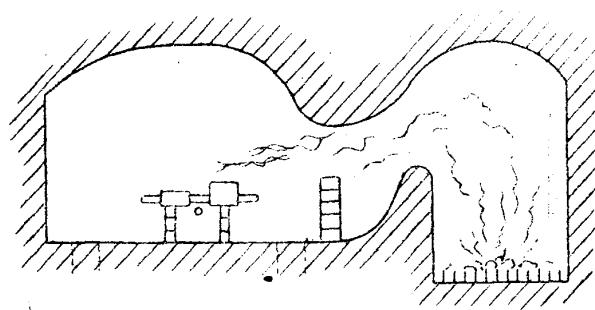


材料試驗光顯微鏡試料採取位置

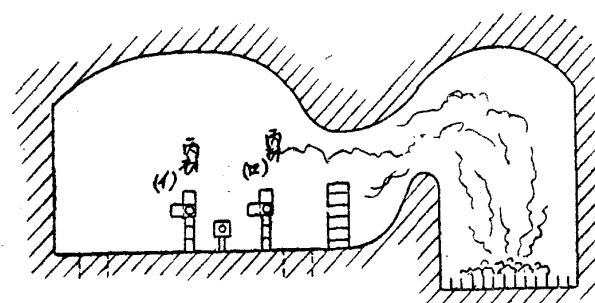
四拾貳備



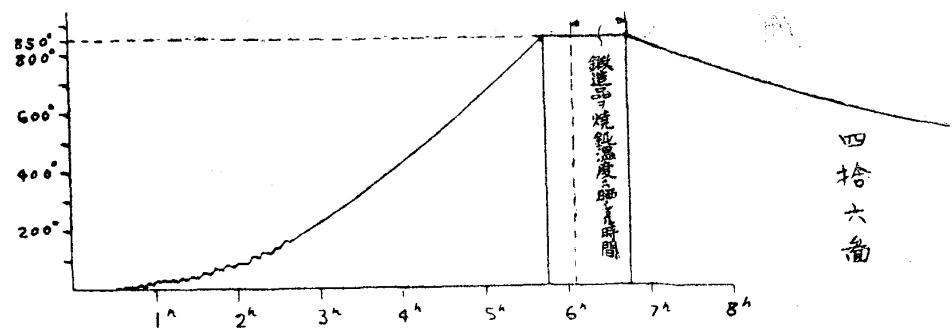
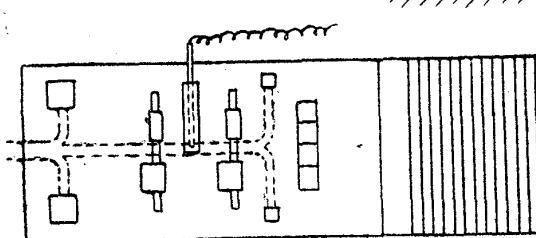
四拾參備



四拾四備

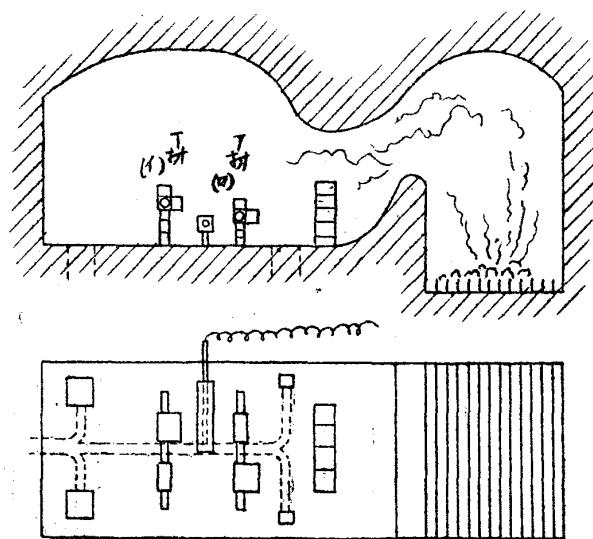


四拾五備

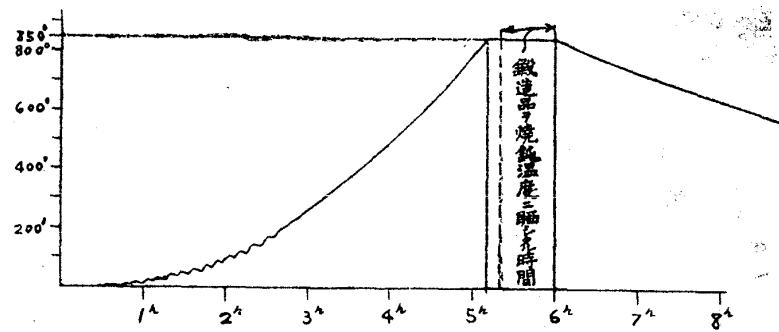


四拾六備

四拾七番

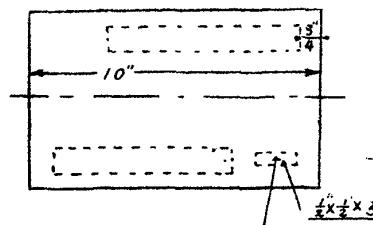


四拾八番

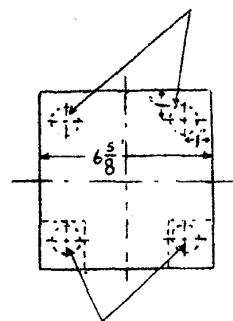


第四十九圖

燒鈍後ノ
抗張力試驗片



燒鈍前顯微鏡試料



燒鈍後ノ抗張力試驗片

同 上 平 均	2"	11,510	1K,510	0,510	11,510	1K,510	0,510	同 上
丁材(イ)捻 扭 部	$\{ \begin{matrix} 2'' \\ 2'' \end{matrix} \}$	11,510 11,510	1K,510 1K,510	0,510 0,510	11,510 11,510	1K,510 1K,510	0,510 0,510	同 同 上
同 上 平 均	2"	11,510	1K,510	0,510	11,510	1K,510	0,510	同 同 上
丁材(イ)不 捻 扭 部	$\{ \begin{matrix} 2'' \\ 2'' \end{matrix} \}$	11,510 11,510	1K,510 1K,510	0,510 0,510	11,510 11,510	1K,510 1K,510	0,510 0,510	燒 鈍 セ し も の
同 上 平 均	2"	11,510	1K,510	0,510	11,510	1K,510	0,510	同 同 上
丁材(イ)捻 扭 部	$\{ \begin{matrix} 2'' \\ 2'' \end{matrix} \}$	11,510 11,510	1K,510 1K,510	0,510 0,510	11,510 11,510	1K,510 1K,510	0,510 0,510	同 同 上
同 上 平 均	2"	11,510	1K,510	0,510	11,510	1K,510	0,510	同 同 上
丁材(ロ)不 捻 扭 部	$\{ \begin{matrix} 2'' \\ 2'' \end{matrix} \}$	11,510 11,510	1K,510 1K,510	0,510 0,510	11,510 11,510	1K,510 1K,510	0,510 0,510	燒 鈍 セ し も の
同 上 平 均	2"	11,510	1K,510	0,510	11,510	1K,510	0,510	同 同 上
丁材(ロ)捻 扭 部	$\{ \begin{matrix} 2'' \\ 2'' \end{matrix} \}$	11,510 11,510	1K,510 1K,510	0,510 0,510	11,510 11,510	1K,510 1K,510	0,510 0,510	同 同 上
同 上 平 均	2"	11,510	1K,510	0,510	11,510	1K,510	0,510	同 同 上
丁材(ロ)不 捻 扭 部	$\{ \begin{matrix} 2'' \\ 2'' \end{matrix} \}$	11,510 11,510	1K,510 1K,510	0,510 0,510	11,510 11,510	1K,510 1K,510	0,510 0,510	燒 鈍 セ し も の
同 上 平 均	2"	11,510	1K,510	0,510	11,510	1K,510	0,510	同 同 上
丁材(ロ)捻 扭 部	$\{ \begin{matrix} 2'' \\ 2'' \end{matrix} \}$	11,510 11,510	1K,510 1K,510	0,510 0,510	11,510 11,510	1K,510 1K,510	0,510 0,510	同 同 上
同 上 平 均	2"	11,510	1K,510	0,510	11,510	1K,510	0,510	同 同 上

以上材料試験の結果捻 扭せらる部(即ち第四十一圖左方の軸)の強力を焼鉋せらるものと、焼鉋した

るものとにつきて比較するに丙材を除き甲、乙、丁、材共に焼鈍後に至つて強力を減し延伸率を減せるも獨り丙材に有つては焼鈍後のものに於て強力を失ひ延伸率を増せり。之れ不捻扭部は前述の如く凡て加熱温度に露出されたるのみにして焼鈍により單に加熱を繰り返したるものにして如斯處理に於ては却つて材質を劣悪ならしむる事を示せり。高熱度より冷却せる焼鈍前の材料か如斯強力なるはニッケル鋼の特質と云ふ可し、炭素鋼に至つては然らず延伸率は熱處理によりニッケル鋼に比し銳敏に變化す。此の一般性質はニッケル鋼の優秀なる一特點となざる。

捻扭部につきて見るに焼鈍により幾分強力と延伸率とを増加せり、焼鈍前に有つては不捻扭部に比し力弱く延伸率も亦小なり、之れ捻扭加工の爲めに材質に及ぼせる應力殘留の結果に歸因するものと云ふ可し。丙材に有つては捻扭加工に依り焼鈍前に良質を示せり、之れ鍛鍊加工に依り材質を精製し得ると云ふ理論は炭素鋼に於て著しくニッケル鋼に有つて著しからざるに歸因す可し。

焼鈍後に於ては稍々彈性界限を下くるの傾向を示すと云へとも概して捻扭部及び不捻扭部共に差異なく寧ろ捻扭部は良質に變したることを證明し得たり。(未完)

鋼の加熱温度と焼入組織の關係

(東京帝國大學工學部日本刀研究室報告第三補足)

俵國一

曩に報告第三に於て日本刀の刀身上に沸及匂の生する理を説明したり、即ち刃部より棟部に至る中間に位する焼刃境は焼入組織たるマルテンサイトと又不十分焼入組織たるトルースタイトとの混合物より成れるものなるを明にせり、而して後者の網形大きく發達せるものは荒沸と成り之に反