

拔 萃

鋼の炭滲及表面焼入れに就て (四)

T O 生

(Machinery Vol.26, No.7, By S. P. Rockwell.)

本篇は、本誌第六年第五號以下三回に渉り連掲したる首題の續篇にして、其の當時原誌不着の爲、已むなく半途擱筆せしに、今回追送し來れるを以て、茲に譯出することとはなしぬ。

炭滲後に於ける加工品を取扱ふ方法に四種あり、次の如し。(1)炭滲温度若くは其の附近に於て、炭滲匣より加工品を抽出し、唯一回之を急冷するもの。(2)加工品を炭滲匣に收容せる儘暫時放冷し、表面の焼入れ或は稍々臨界温度を超へたる時、之を急冷するもの。(3)炭滲温度若くは其の附近に於て、加工品を炭滲匣より抽出して唯一回急冷を施し、次で表面の焼入れ或は稍々其の臨界温度を越へたる時、之を急冷するもの。(4)炭滲匣に加工品を收容せる儘暫時之を放冷し、中心部に韌性を保たしむるに適するか、或は稍々其の臨界温度を超へたる時急冷を行ひ、更に表面の焼入れに適するか若くは稍々少しく臨界温度を超へたる時、再び之を急冷するに在り。

熱取扱の第一法

表面焼入れは、粗仕上を施して鑪或は工具の概形を與へたる鋼片を、角炭並に骨炭と共に混和せる獸皮炭にて包み之を爐中に收容して紅熱を加へたる後、其の鋼片を抽出して急冷を行ひ、斯くして表面の硬度を得るなり。此の方法は、現に實施しつつある炭滲匣より加工品を抽出し、直に之を急冷するものに相當せり。螺桿、ナットの如き小部品は、炭滲劑を篩ひ落す爲一旦篩に空けたる後等水を或は油中に投じて急冷するを普通とす。然れども曩に記述せし如く往々炭滲匣の内容品全部を水或は油中に投じたる後、更に加工品と炭滲劑とを區分するなり、而して急冷槽より取り除きたる炭滲劑は、其の後の用に立つる爲乾燥するか或は抛棄するか孰れかなり。

此の熱取扱法は、鋼の表面を硬質ならしむる効あるも、其の質極めて脆く且粗鬆の結晶組織を生じ、又其の中心部は僅に一部細粒と成るも、概して組織の粗糙なるを免れず。斯かる状態を示せる加工品は、衝撃に對する韌性或は抵抗力を缺き、所謂此の法の長所は、單に加工品を硬質ならしむるに過ぎざるなり。螺旋廻、ゲージの如き寸度稍々大なるものは、荒目篩に掛け或は之を手荒く取扱ふが爲變形せしむる虞あるを以て、豫め細線にて繋ぎ置るか若くは鉗子にて一箇宛抽出し急冷せらる。然るに此の方法に依るときは、縱令急冷前其の温度に多少の低降あるも、粒は既に最高温度の爲に安定せられたるものなるが故に、當然紅熱以

下の程度に冷却する加工品に對し、粒の大きさを著しく減少せしむるには、再熱すべき要あるを以て、其の硬度並に強度には何等の變化なかるべし、加之鋼片の表面と其の中心部とは密着を缺きて、所謂 Ingotion (熔離) 或は Enfoliation (分離) 状態を起すべし。又此の法に依り焼入れしたる加工品の摩耗或は衝撃に抗することあるときは、其の表面は中心部と剝離なし易し、此の傾向は炭滲温度内の或度に達するに到りて生じ、高温度に上騰するに従ひ益々甚だし。

熱取扱の第二法

炭滲匣に收容せる儘、華氏一、四〇〇乃至一、四五〇度に於て再び加工品を焼入れするときは、表面の組織緻密と成りて、硬度並に靱性共に最大限に達すと雖、中心部の組織は精緻と成らざる結果、衝撃に耐へ得べき最大靱性を保たざるのみならず、熔離發生の危険亦從て多かるべし。此の方法は軸承、カム軸、アーボア、ゲージ等の如き多數の部品に對し、佳良の成績を收め得るを以て汎く採用せらる。特に此の法に依り取扱はれたる部品は、低温度に於て焼入れを行ふを以て反歪を生じ難く、急冷劑と接解するが爲生ずる組織の混亂も、稍々高温度に急冷するに従ひ敢て大ならず。

熱取扱の第三法

加工品を匣より抽出して急冷し、再び華氏一、四〇〇乃至一、四五〇度に於て焼入れを行ふは、極めて著しく表面の組

織を緻密ならしむる目的を達すと同時に、初鋼 (initial steel) 或は中心部の本性及靱性を發揮せしめ、再焼入れを施すことも、爲に初度の急冷作業に依りて得たる中心部の組織状態を攪亂することなく、却て表面を緻密にし靱性と併せ最大硬度を生ずべし。要するに、此の處理法は表面と中心部とを益結合せしめ、變質上の分裂線を組成すること少く、從て熔離の現はること頗る輕微なり。

熱取扱の第四法

炭滲匣に收容の儘加工品を冷却し、中心部の約臨界温度に達するとき再び焼入れを行ひ、次で急冷、臨界温度は原鋼の含炭量に因り華氏約一、五五〇乃至一、六五〇度) を行ひ更に表面の臨界温度 (華氏一、四〇〇乃至一、四五〇度) に於て再焼入れを爲すは、中心部及表面の組織を極めて著しく緻密ならしむる効あるを以て、其の結果は自然中心部の靱性並に表面の硬度を最大ならしむ。炭滲匣に收容の儘加工品を放冷する効果は、鋼の組織を安定せしむるに在り、從て内部歪の爲生ずる反曲を妨ぐるものとす。依て此の處理法に於ける初度の急冷に就き、特に中心部との關係上より論ずるに、炭滲匣より加工品を抽出急冷するものよりは遙に綿密に温度を調整なし得る便あるが故に、匣に收容の儘急冷したる加工品に比較すれば、一層均齊なるものを製出し得る傾あり。又稍少しく炭滲の深さを増し大氣に炭滲劑を曝露するに因り、生ずる劑の消耗率を減ずる効あるのみ

ならず、高温度の下に就業せしむる弊なく、且最少限に熔離發生の危険を減じ得る益あり。

急冷用油竝に水の品質比較

水油は如何なる鋼の急冷にも採用せらるると雖、螺桿、ナット竝に他の小にして齊形を保てる部品は、一層大なる硬度を要求するを以て水に投入するを普通とす。然れども複雑にして精巧なる部品は、反歪若くは割裂を生じ易きが故に中心部の組織を緻密ならしむる爲油中にて急冷するを要す之に反し、炭滲匣に收容の儘唯一回急冷を求むるものに對しては、油を水の代用に供することあるも、之が表面の硬度には著しき差點なきを知るべし。又著しく精巧を極めたる部品は一部分の中心部の組織を精緻ならしむるが爲、暫時床上に放置したる後急冷せざるべからず。又表面の組織を緻密ならしめんが爲之を急冷するに低き温度を採用せば、之に據り反曲の危険稍少なりと雖、成形品の種類に依りては過度に反歪することあるべきを以て、其の形片を維持するには往々装具を用ふることあり。油急冷は加工品の反曲を生ずること極めて輕微なるべきも、之が急冷劑としては水を使用せし場合の如く表面の硬度は大ならざるべし。而して硬度は加工品の斷面増加するに従ひ益減少するは、次表の示す所に近似せり。

スクレロスコップにて測りたる硬度數

斷面積平方/時		水急冷		油急冷	
一	〇・五	八六	八五	七八	八五
二		八三	七〇		

五八八

水に急冷するか、或は油に急冷するかに據りて、加工品の冷却に要する時間に相異なるを以て、油に急冷する場合には表面に於ける粒の緻密程度に接近せしむる爲、水急冷に要する場合よりは、華氏約二五度高き温度に於て之が急冷を開始するを要す。第十圖に示せる圖解は、既に叙述したる四種の方法に依り鋼片を處理するに當り、表面及中心部の粒の大きさに對し、原鋼の有せし粒の大きさとの關係を比較對照せるものなり。

反 淬

所謂焼戻し即ち歪みを救済する方法たる反淬とは、既に焼入れを施したる加工品に、再び中等温度の熱を與へ次で急冷を施し、斯くして加工品を強靱ならしめ、初回の急冷に依り得たる硬度を損して、割裂及破壊の危険を除去する法なり。而して加工品が正當の反淬温度に達したるとき、其の適否を測定するに三法あり、次の如し。(1)加工品を浸漬すべき槽に所要の温度を維持せしむること。(2)既に其の引火點及熔融點の知られたる化學劑或は金屬粉を加工品に撒布すること。(3)加工品に加熱しつゝ其の色合を檢すること等なり。

華氏二二二度迄與熱し反淬するには、唯水に鹽化カルシ

ウムの如き鹽類を添加し使用するのみなるも、此温度の範圍は若干増進するも差支なきなり。油槽に加工品を浸漬するは、華氏六〇〇度を超へざる場合に施す反淬の普通状態なりと雖、油には特種のもの及其原料を異にするもの多く、且之が引火點も稍々華氏六〇〇度を越ゆるに過ぎざれば、斯の如きものは使用上絶對に安全なるべし。而して高温度の反淬に對しては、往々硝酸曹達五〇%及亞硝酸曹達五〇%より成る硝石槽を使用するとあり、此混和物は華氏約五〇〇度に熔融し、華氏一、二〇〇度の如き温度の反淬にも容易に使用するを得べし。

鋼の反淬用として往々構造異なる露火式の爐を使用することあり、此場合には網籠若くは淺盤に加工品を容れ爐内に積み重ね、高熱計を以て温度を調整しつつ、全然火熱の侵徹する迄加工品を放置するに在り。而して斯の如き反淬法は、鐵道用發條、砲彈及砲身等の重量あるものに對してのみ適用せらるなり。又既に引火點竝に發火點の知られたる油中に加工品を浸漬したる後、其附着せる油の燒燃し始むる迄再熱し反淬するは、精度を要求せざる發條及其他の小部品に對し施す法なりとす。此作業法は、加工品に黒き仕上色を與ふるを以て、一樣に此黒き仕上色を附著せんことを求むる砲部品に對しては、上部の開きたる漏斗狀の容器に砂と油との混合物を容れ、油の燒燃し盡くる迄其火焰に翳して熱を與へ反淬す。

燒入れ工の或者は、加工品に與へられたる熱度を測定する爲、加熱中に鹽、鋸屑、鉛の鑢削粉等を其上部に撒布することあり。又鉛は其熔融状態を呈したるとき、汎き範圍に涉り温度に差あのみならず、其熱は嚴密に調整し得るを以て、紅烙せる鉛槽内に加工品を浸漬反淬するは往々採用する處にして、特に燃度の注意を要する發條類の反淬に適せり。

色合に依り反淬温度を測定するは、緩徐に加工品を熱して、豫め研磨し置きたる加工品の一部に現はるゝ色合を注視する法なり。此反淬色の識別は、若し加工品の緩徐に熱せられ、而も外側より内側に涉る熱の普及に著しき滯滯なく、且加工品の含炭量三〇%以上の差異あらざる場合には之が反淬温度を測定するに極めて適當の方法なり。又華氏七〇〇度迄の温度に對しては、一般に水銀驗温器を用ひ、之より高温度の測定には慣習的に電氣高熱計を採用すと雖亦時に金屬の膨脹を基準とせる熱度表示器も良好なることあり。鹽或は硝石槽に加工品を浸漬するときは、其上面に鹽を殘留する弊ありと雖、次で之に浸漬し此被覆を除去したる後、加工品を鋸屑中に埋沒し若くは大氣に曝露乾燥せしむれば可なり。又上記の附著したる鹽類は、之を水蒸汽に翳すも除去し得べきを以て此法は或場合に大に有利なることあり。

油反淬後加工品の油分除去

油槽に浸漬して加工品を反淬したるときは此用途に供せる重油は加工品に附著し、特に小孔等に潜在する爲甚しき困難を惹起するが常なり。是を以て或ものは附著の油分を除去するに、之を燈火用石油に浸し、次に之を鋸屑中に投ず、又油分多き加工品を炭酸曹達、燐化トリソジウムの溶液或は他の調合劑に浸して油分を除去したる後、終りに水洗滌を施すことあり。第十一圖（略之）には、自家創製に係る油反淬爐竝に曹達水を容る加熱式の洗滌盤の装置を示せり。而して槽中の油を攪拌して槽底に油の焦け付くを防ぐには壓縮空氣を送るものとす。槽側に傾斜式の溝を設けたる所以は、加工品より滴下する油の反淬槽に流入するに備ふるなり。圖中右方に示せる二槽の内、一は亞爾加里液洗滌槽、他のものは水槽にして、加工品を反淬し其油分を滴下したる後、之を亞爾加里液槽に浸漬し次で湯槽に投ずれば、加工品は全く油分を除去せらるなり。

反淬用重油の引火點は、普通華氏六〇〇度なるに、炭滲したる多數の加工品は、華氏三〇〇乃至四〇〇度に於て反淬せらるゝを以て、使用上大に安全の餘地あり。油には引火點華氏五〇〇度附近の稀薄質のもの多數あるが故に、是等を反淬用の重油と混用すれば、過度には加工品に附著せざる一種の油と成り、而も何等引火點を低下せしむる危険なかるべし。附著した反淬油を除去する爲、曹達溶液に加工品を浸漬するときに際し、反淬後直に之を液中に投ずれば、

ば、溶液は爲に沸騰點に達するが故に、加工品は此急冷の效果に依りて著しく硬質に變ずることなく、却て曹達液は附著の反淬油を除去すること迅速なり。然るに過度に反淬油の附著せしものを洗滌するときは、必ず溶液の表面に浮渣を組成するを以て、表面にはボール紙或は新聞紙を浮べて之を掬ひ取らざるべからず、此際前記のものは恰も吸墨紙の如き作用を爲し、悉く浮渣を吸取するなり。

第五表 各種溫度に於て反淬したる炭滲鋼の硬度比較

華氏	反淬溫度		使用機械	
	攝氏	スケロスコープ	ブリネル	
三〇〇	一四八・九	八六	六七五	
四〇〇	二〇四・四	八五	六五〇	
五〇〇	二六〇・〇	八三	五八〇	
六〇〇	三一五・六	七九	五三〇	
七〇〇	三七一・一	七五	四八〇	
八〇〇	四二六・七	七一	四三〇	
九〇〇	四八二・二	六七	三六〇	
一、〇〇〇	五三七・八	六〇	二九〇	

第五表は、華氏一、四五〇度に於て油に急冷して焼入れせし後、各異なる反淬溫度を與へたる炭滲鋼の硬度を、スケロスコープ及ブリネルに依り互に比較せるものなり、此表は絶対に信頼なし能はざるも、表面炭滲の深さ及其深さに關係ある炭素の含有量即ち集中量を測定する基準として應用することを得べし。而して此試験を施せる鋼は、〇・〇一吋の深さに於て約一・〇八%の炭素を含むことを示

したり。

Machinery (雜誌名)のハンドブック第一、二、三九頁に、各異なれる反淬温度に於ける鋼の色合を示せる表あり、依て此表を参照するに、華氏五七〇乃至七五二度には色合に甚しき變化あらざることを知れり。第六表は、或會社に於て各種の工具及部品の反淬上採用する反淬色並に温度の明細表にして、是等の温度は高速度鋼に對して適用する以外、一般の場合に手引として採用するを得べし。

包装焼入れ (Pack-hardening)

普通に採用する包装焼入れは、其實炭滲法にして、唯異なる所は概して適用温度の低きに在り。而して精確に之を論ずるに、包装焼入れとは、炭滲法を行ひ爲に添加せらる炭素の補助を受けずして、爐に發生する瓦斯及空氣の作用を蒙らざる様保護せられ、硬質と成り得べき高級炭素鋼或は普通鋼に對して施す法なり。詳言するに、炭質物にて加工品を包装するときは、爲に發生する炭酸瓦斯に依り加工品は保護せられ、之を炭滲匣より抽出し急冷するに、其膚美しく毫も酸化層を組成せざるなり。此作業法の有利なる點は、緩徐に且均齊に加工品を急冷温度に上騰なましむれば、割裂及反曲の危険を最小限に減じ得る利益あり。包装焼入れには如何なる種類の炭滲劑たるを問はず、其品質優等なるときは、瓦斯の變化力薄弱なるが故に、加工品の脱炭を招く危険少きを以て、使用上毫も差支なかるべし。然

れども若し加工品を焼入れするに最低温度を適用するとを得ば、自然脱炭の危険輕微なるは明かなり。包装焼入れに要する時間の多きは、粒の大きさを粗鬆ならしめ易く而も此傾向は高温度を以てせば益々大なり。高級炭素鋼の表面を炭滲するときは、爲に生ずる表面と原鋼との表面間に境界線を生じ、其部分の耐久力を短縮するを以て避けざるべからず又表面に存する微細の罅裂は焼入れ後に到り著しく現出するを常とす。

或場合に高級炭素鋼にて製したる秤量臺に對し、軟點ソフトスポットなき表面を求めんとして幾多の失敗を招き、爲めに施したる熱取扱も何等の効果を收めざりき、何となれば其當時硬度検査頗嚴密にして、工具工場の職工長は研磨砥修正用のダイヤモンドを採り、其秤量臺に力を罩めて幾多の細線を引き、之が瑕疵の有無を検したればなり。依て最後に包装焼入れ法を施さんことを企て、先づ秤量臺を新鮮の炭滲劑にて包み、他の低炭素鋼製の加工品と共に華氏一、七〇〇度の爐に收容炭滲せしに、急冷後加工品は所要の硬度を保ち、合格品として研磨及平削工場に夫々送付せられたり。而して研磨には濕式研磨砥を用る注意を拂ひて作業せしに拘はらず平削を行ふ際に當り全面に多數の小罅裂を現はし將に不合格品とならんとせしに、偶々華氏約一、四二三度に於て之を加熱し、良効果を收め得たり。依て是等の事實に徴すれば、低炭素鋼の包装焼入れと稱する誤にして、其實際は炭

滲を施すものたるに外ならず。

普通の硬質木炭は、恐らく包装焼入れの用途に適するものにして、特に之を初回の加熱に應用するときは、大に收縮の缺點を除き包藏する不純の瓦斯を放散すること多し。而して之が包装の要領は炭滲作業と同一にして、所要の容器も其の形式相似たり。炭滲匣に多く加工品を收容するに當り、其各箇に細線を附着し、之を匣蓋の下面に裝する環に連結せしむれば、容易に是等を抽出し得る便あり。又加工品に細線を附着するに注意すれば、各片は其軸線との關係上、爲に生ずる所の反曲を最少限に減じ得る様急冷することを得べし。往々此種加工品に對し獸骨を使用することありと雖、低温度に於ける之が炭滲性強烈なるを以て普通は木炭と共に獸骨を混用するを有利とす。

第六表 各種工具及部品の反淬温度並に金屬の反淬色

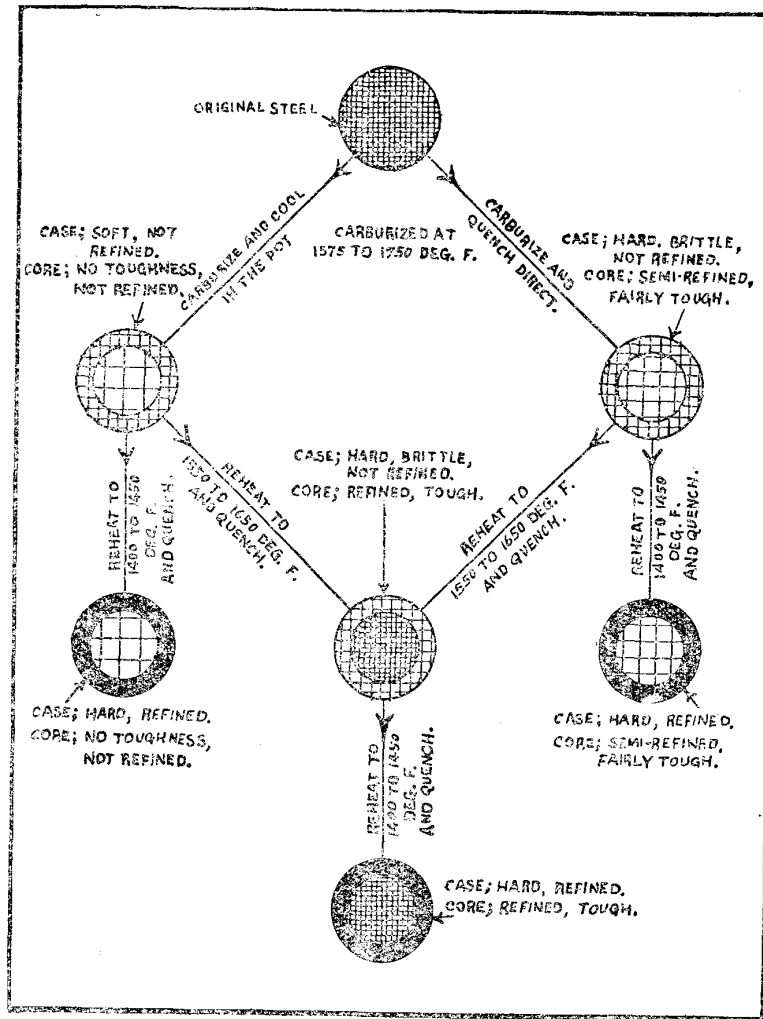
工具の種類	色	温度(華氏)
大 錐(鑽)	淡紫	五三〇
斧	濃紫	五五〇
パイ ト(半圓形)	藁黄	四六〇
骨切 刃具	最白帶黄色	四三〇
ボーリング、カッタース	藁黄	四六〇
黄銅蝶番平削刃具	最淡黄色	四二〇
カム 軸	最濃藍色	六〇一
彫刻用鑿	藁黄	四六〇
冷間鑄鐵用鑿	濃紫	五五〇
冷間鋼用鑿	淡紫	五三〇
冷間鍛鐵用鑿	淡紫	五三〇

工具の種類	色	温度(華氏)
鑿 (定置式)	濃紫	五五〇
木工用鑿	最濃藍色	六〇一
チャック(勝部)	紅褐	五一〇
クラック、ボールト	最濃藍色	六〇一
クラック、スプリング	藍	五四九
金 箍	濃紫	四九〇
銅工用具	淡紫	五三〇
カッタース(面取用)	淡紫	五三〇
鐵 截 斷 刃	淡黄	四四〇
軟金屬截斷刃	最淡黄色	四二〇
齒科及外科用器具	淡紫	五三〇
曲榫及成形用壓型	濃黄	四九〇
浮模樣附用壓型	淡黄	四四〇
大型截斷用壓型	藁黄	四六〇
壓搾機用大型鍛造壓型	濃黄	四九〇
皮革截斷用壓型	淡紫	五三〇
黄銅壓搾機用壓型	藁黄	四六〇
冷間壓延材料壓搾用壓型	褐黄	五〇〇
皮革壓搾用壓型	藁黄	四六〇
紙類壓搾用壓型	濃藍	五七〇
螺桿切斷用壓型	藁黄	四六〇
薄鋼板壓搾用壓型	藁黄	四六〇
螺絲切用ダイス	淡黄	四四〇
線拉伸用ダイス	藁黄	四六〇
ドリフト	褐黄	五〇〇
黄銅用平錐	褐黄	五〇〇
鐵、鋼用平錐	藁黄	四六〇
黄銅用錐	藁黄	四六〇
鑿 岩 用 鑽	藁黄	四六〇
螺 錐	褐黄	五〇〇
計 器	褐黄	五〇〇
手 錐	濃紫	五五〇

鐵 截 鋸	濃 紫 色	五五〇	發 條 具	濃 紫 色	五五〇
鏈及汽鏈用壓型	紅 褐 色	五一〇	鋼 彫 刻 具	最 白 帶 黃 色	四三〇
鏈 面	最 白 帶 黃 色	四三〇	石 切 工 具	褐 黃 色	五〇〇
手 働 鐵 削 具	褐 黃 色	五〇〇	靴 螺 型	藥 黃 色	四六〇
手 働 剝 削 具	藥 黃 色	四六〇	木 工 用 工 具 (鑄 削 し 得 ざ る も の)	紅 褐 色	五一〇
手 發 條	紫 藍 色	五三〇	同 右 (鑄 削 し 得 る も の)	紫 藍 色	五三〇
手 働 牝 螺 型	藥 黃 色	四六〇	旋 盤 用 工 具	最 白 帶 黃 色	四三〇
手 工 具	淡 黃 色	四四〇	木 工 用 ボー リ ン グ、カ ッ ター ス	褐 黃 色	五〇〇
象 牙 截 斷 刃	最 白 帶 黃 色	五三〇	木 工 用 彫 刻 具	最 白 帶 黃 色	四三〇
口 金 類	紫 藍 色	五三〇			
黃銅旋盤用工具	最 淡 黃 色	四二〇			
マンドリルス(拉伸)	最 淡 黃 色	四二〇			
フライス	藥 黃 色	四六〇			
黃銅用フライス	最 淡 黃 色	四二〇			
小形フライス	藥 黃 色	四六〇			
模 削 工 具	濃 紫 色	五五〇			
針 類	濃 紫 色	五五〇			
紙 截 斷 刃	最 白 帶 黃 色	四三〇			
衝擊に服する部品	最 濃 藍 色	六〇一			
ペンナイフ	藥 黃 色	四六〇			
金屬打拔具	藍 色	五四九			
鐵 平 削 具	藥 黃 色	四六〇			
鋼 平 削 具	最 白 帶 黃 色	四三〇			
剝 削 具	藥 黃 色	四六〇			
骨及象牙用鋸	濃 紫 色	五五〇			
金屬用圓鋸	淡 紫 色	五三九			
植 附 用 鋸 齒	藥 黃 色	四六〇			
木工用鋸	濃 藍 色	五七〇			
スクラツパース	最 淡 黃 色	四二〇			
黃銅用スクラツパース	最 白 帶 黃 色	四三〇			
截 斷 刃	濃 黃 色	四九〇			
砲 彈 剝 削	褐 黃 色	五〇〇			

(未完)

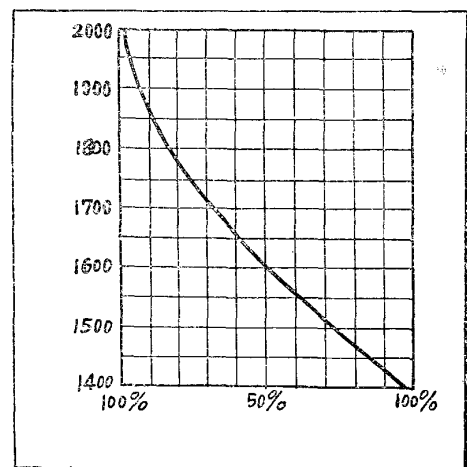
鋼の炭滲及表面焼入れに就て



第十圖

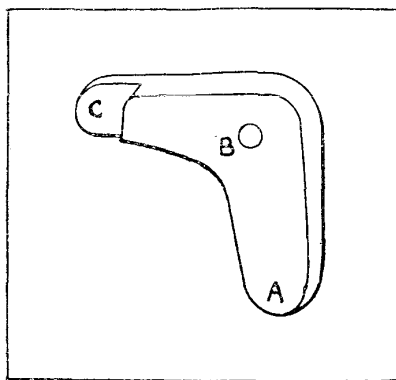
各熱取扱後に於ける加工品の粒の大きさを示す圖解

第十四圖



各温度に對し使用すべき鹽化加里及鹽化バリウムの經濟的含鹽量

第十五圖



A.B及Cの各部に於て硬度の異なる加工品