

比較的弱性の硫化滿俺結合物に轉換するを要す。

炭素、此の元素は鋼の何たるを問はす極め主要なる成分なり。今軟過したる炭素鋼に就き述へんに炭素の影響は多少漸進的に其の最大内力を増大ならしむる效あり、即ち炭素を含まざる場合は平方時に付一八噸なるに反し、炭素〇・九〇%を含む鋼は四〇噸附近の抗力を示す、加之炭素の存在は種々鋼の熱取扱を異にして大に其性質を變するを得、換言すれば熱取扱とは(1)鋼の含炭量の多寡に據り一定温度より之を急冷して健淬すること、(2)既に健淬したるものを更に所要の特性に應じて選定したる低温度に加熱し反淬する謂なり。故に適當に急冷を施すときは炭素含量〇・九〇%に進むに比例し、鋼の硬度は多少増加するものなるを忘るへからず。

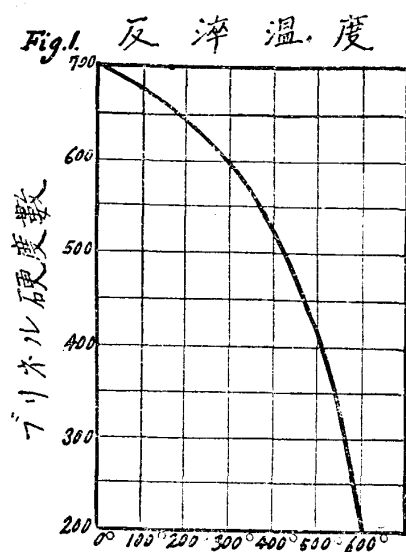
此の簡易なる急冷處理の結果として、健淬の生する原因に關し事實を詳述するの要なきを認むると同時に、何か故に硬度は斯く増進するやに就き、幾多の進歩したる學理の矛盾する所以を説くを欲せざるか故に悉く是等を省略せり。然れとも特種鋼の特有性を理解し易からしむる捷徑たるを以て本問に關聯せる鋼の特徴二、三に對し讀者の注意を喚起する要ありと信し、次に之を簡単に述べんとす。

完全に軟過を施せる鋼即ち軟状態を成すものに在りては、炭素は Fe_3C なる炭化鐵と化し全體に分布す、然るに此の混和物を熱するも攝氏七〇〇度に達する迄は物理的變化を起すことなしと雖、其の温度に達すれば以前に獨立の結晶を組成せし Fe_3C と鐵との結合物は既に存在せずして、炭化鐵は鐵に分解せられ、且此の變化には必ず熱の作用を伴ふなり。

攝氏七〇〇度に加熱するときは、鋼に存する前記成分の作用は恰も攝氏氷點以下二一度以上の温度に於て、氷と鹽なる二凝固體を互に接觸せしめ依りて生する現象に著しく類似し、後者の組成する溶體は液體なるに反し、前者は固態たるの差ある而已なり。而して兩者共に之を冷却し溶體の潜熱を

再び放出せしむれば、其の原組成分を溶體より分離するを得へし。

炭素鋼を急冷し完全に健淬の効果あらしめんか爲には、先づ溶體に含む炭化鐵を一定溫度に加熱し急冷せざるへからず。然れとも若し極めて迅速に之を急冷するときは、炭化物の分離及其の變化に伴ひ生ずる熱の發展とを妨くへし、之は將に健淬を起さんとする状態と成れる炭化物を無理に保留するものにして、若し斯の如き炭素鋼を刃具製作用に充つるときは、最大度に健淬せられ彈性界頗る低く從て全く脆弱なるへし。



普通反淬を行ふ目的は、前述したる鋼の脆弱性及ひ急冷處理の間に起りたる内力を除去せんか爲めにして、種々異なる溫度に於いて炭素鋼を反淬し、依つて生ぜる硬度の變化は第一圖に説明し置きたり。然かれとも一旦健淬せる炭素鋼の軟質と成るは、溶體內に保持せらるゝ炭化鐵の高溫より急遽に冷却せらるるか爲、沈澱するに歸因するなり。而して溶體に含む炭化物の量は反淬溫度を左右し調整し得るか故に、極硬にして脆きものと、夫より稍々軟質

にして恰も軟過せる状態を呈するものとの中間に位する性質を保てる鋼を求め得ること自由なり亦他に其の作業法に對しては一定の基準を示すこと容易ならざるも、種類の異なる冷却劑を用ゐる或は急冷液の溫度を異にし前記と同一の結果を得へし、要するに是等の場合に於ては冷却速度を變するを主眼とするか故に、從て炭化物の變化を起さんとする溫度竝に又實際生ずる變質量を支配するに在り。

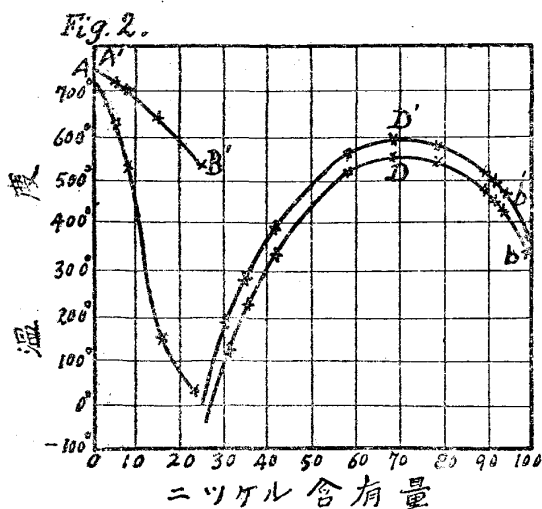
45 炭素鋼にして若し小塊なるときは完全に之を健淬することを得るのみ、換言するに其の性質に上述の如き著しく軟硬の差あるは、鋼塊の高溫より冷却せらるるに當り速度に比較的輕微の相異なる

が故なり、假令は攝氏九〇〇度より冷却するに僅に數秒を費すのみなれば極めて硬質の状態となり亦約五分間なれば全く軟質のものを得へし。是を以て大塊の炭素鋼に在りては冷却速度を加減し鍛鍊するも、硬度或は抗張力に對し實質的の變化を生せしめ難きこと明かなり。然れども特種鋼に在りてはニッケル、滿俺、ダングステン、クローム其の他の元素を誘導すれば克く上記の困難を矯正するを以て、是等は普通の炭素鋼を急冷して得る所と同一の效果を生ずるものと見做すを得へし。

概言するに上記及其他の元素は炭化物の變化する普通溫度を低下し、且斯くして急冷したる炭素鋼の性質に對すると同一狀態の下に、特種鋼の一般機械的性質に其の效果を及ぼすか如し。故に是等特種成分の量を加減するときは、炭化物の變化する溫度は若干氣溫に伴ふて低下し、自然所要に據り硬軟相混せるか如き性質を有する鋼を得易かるへし。又是等の特種鋼を使用すれば鋼の内側より之か性質を變化し得るか故に、全塊に通して急冷の效果を同一ならしむる一大利益あり。

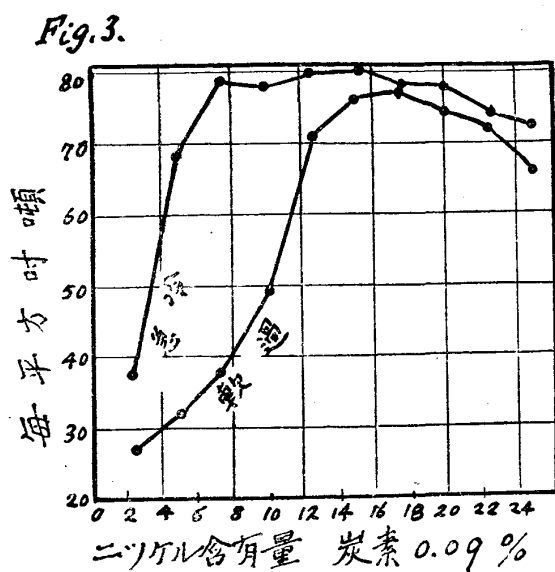
本章に於ては使用に適する特種鋼の性質を悉く詳述し能はざるを以て之を省き、茲に有益なりと信する二、三のものに就き其の範例を示すか故に、近代製鋼上使用せらるる特種元素の作用に關し良觀念を求むるを得んか。

ニッケル鋼 第二圖には加熱上生ずる鐵の臨界點に及ぼすニッケルの影響を示せり、而してA B線は適當の高温より徐々に冷却するに當り起りたる臨界點の位置にして、又此の曲線は試験片を不感磁性より感磁性狀態に變ずる經過を描寫し、併せてニッケル約二五%を含む鋼は氣溫に達する迄變化を起さざることを示せり。是を以てニッケル二五%と少量の炭素とを含む鋼は、攝氏零度に於て不



感磁性とす。然るに斯の如き試験片を攝氏零度以下に冷却すれば感磁性に變して、其の後に到り温度上騰し、攝氏五〇〇度以上に達するも尙是等の性質を保留す。第二圖中A'B'線はニッケル含量低くして、温度の上騰に隨ひ生ずる變化を表はせるなり。

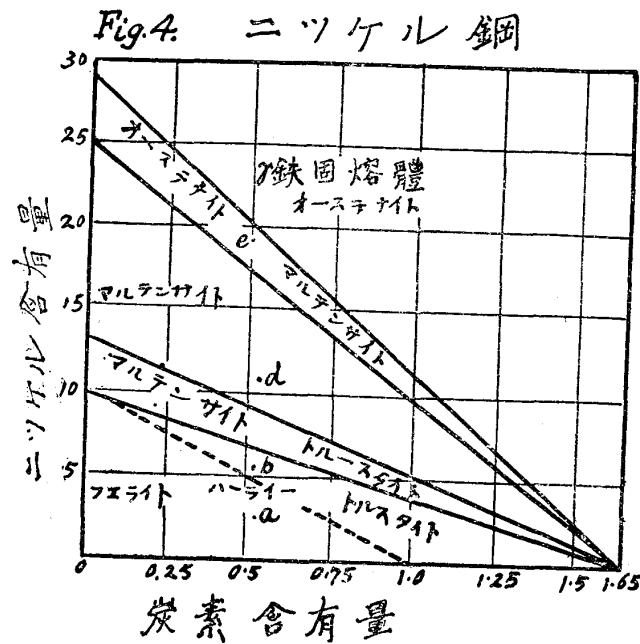
以上説述せし所に據りニッケル〇%乃至二五%を含む鋼は、加熱或は冷却に依りてA及B'範圍内の温度に達するときは、不感磁性となるか若くは感磁性たるか孰かなりとす。是を以て此の種類に屬する鋼は變質せざるものとして有名なり、何となれば磁的變化は温度の不變に關し可逆反應ならされはなり。



鐵の抗張力に對するニッケルの影響如何は、第三圖を一瞥すれば多少之を知るを得へし。線圖に於ける下段の曲線は緩徐に冷却したる試験片の抗張力を示し、上段は急冷せる材料に相當するものにして、ニッケル—鐵合金に〇.九%迄の炭素を増加すれば、其の效果著しく顯はれ直に抗張力を増大す、換言するに炭素はニッケルの含量を増すと同一方向に作用するか故なり、假令は毫も炭素なくして唯ニッケル一五%を含む鋼は最大限の強度を保ち、且炭素〇.九%を含むものは實際ニッケル僅に七%を有する鋼と同一の性質を現はすなり。今之に關し博士 Guillet 氏の示されたる有益なる結果を擧ぐれば、次の如し。

第三圖に據りニッケル七%と〇.一二%以下の炭素を含有し緩徐に冷却したる鋼は、平方吋に付三〇噸—三五噸の抗張力、二五—二八噸の弾性界及約三〇%の延伸を表はすことを知らん。然るに炭素〇.九%と共に同量のニッケルを含む鋼は例へ徐冷したる後に在りても、實際健淬せる刃具用鋼と同

一の機械的性質を有するものにして、斯の如き事實あるか爲此の種類の鋼は特別の目的に利用せらる所以を容易に認むることを得へし。依りて先づニッケル七%炭素〇・一〇%を含む鋼に對して、其の表面を炭素蒸し次て徐々に之を冷却すれば、普通の軟性炭素鋼を炭素蒸して急冷したると同一の結果を收むるなりと。



し、從來よりも一層深く注意あらんことを切望するものにして、而もクローム鋼の性狀を論ずるに當り、時間の影響如何を知るの要あること愈々明かなり。

クローム鋼輓近に到る迄鋼に含むクロームの作用に關し、幾多の研究家は全く互に相異する意見を懷き、甲は此の元素たるや炭化物の變質を阻害する傾向あるを以て、爲に鋼をして多少自健率性たらしむと主張し、乙は之に反しクロームは炭化物變質の温度を高むると同時に、之か完成を助長する

Guillet 博士は多數のニッケル鋼に對し、研究したる結果一線圖(第四圖)を作製せり。今之に就き同氏の收めたる既知件を概説せんに、第四圖の略圖は極めて重要にして、特に鋼の内部組織に及ぼす各異なる成分量の影響を知るに缺くへからざるものなり。然れとも多少缺點あるを免れされは、完全に之を説明せんとするには若干補遺せざるを得ず、何となれば此の問題に關係したる最重要の點は、恐らく首温度及冷却速度の鋼に及ぼす影響なるへし。然るに同氏は毫も之を斟酌せざりしか如し、而して時間の問題は頗る重要なるを以て、余は後章に詳述せんとするも須く大に熟思するを要す、故に私見としては將來冶金學者は一般に時間たる係數の定量的研究に對

効ありと唱ふるなり。然れども最近の研究に據り斯の如き異説の生ずるは、時間係數の鋼に及ぼす影響を適當に尊重せざるに原因することを示されたり。

記者は少しく六%以上のクローム及炭素〇・六三%を含む鋼に對し實驗せしに、次の事實を認めたり。即ち一立方吋の試験片を攝氏一、〇〇〇度に加熱したる後、一片を爐より抽出して之を不燃燒質の籠に容れ、無風の大氣中に放冷せしに、常溫度に達する迄約三〇分間を費し、又他片は加熱したる儘爐中に放置し、緩徐に冷却せしに約一時間を要せり、然るに前者は極めて硬く、後者は全く軟質にして兩片の硬度は次の成績を示せり。

大氣中に冷却せしもの

六四二 (ブリネル
硬度數)

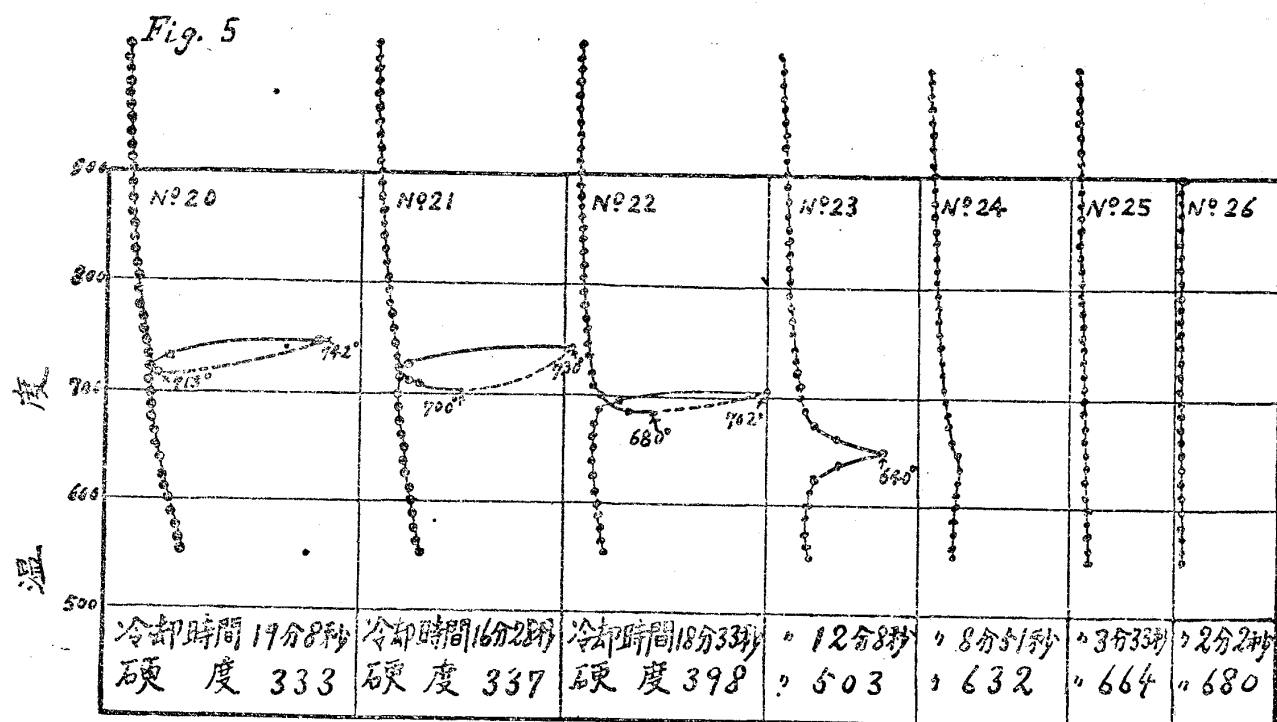
爐中に冷却せしもの

二八一 (同 右)

是等の事實は明かに冷却速度はクローム鋼の果して自健淬性を帶ふるに到るや否かを判定する要件たることを證するに足るのみならず、一般クローム鋼の硬度に及ぼす冷却時間並に溫度の影響に關し、完全の實驗を施すに適當の參考資料たるへし。

是か爲一立方吋の試験片を小型の電氣抵抗爐にて加熱したる後、種々其の速度を變し冷却せり、而も冷却速度の必要なる差を求めんか爲、爐内に於ける試験片の位置を換へ時に或は爐外に之を移し、精細なる冷却曲線作製の材料を蒐め且硬度を測定せり。

第五圖には對應せる冷却速度並に硬度數と共に模範的冷却曲線の一例を示し、又第六圖乃至第九圖(略之)には二、三の代表的檢鏡組織を掲けたり。就中第五圖の曲線及其の既知件は、特に炭化物の加熱に依り到達する臨界點の特質と、鋼の硬度との間に密接の關係あることを明示するを以て大に益する所あるへし。二〇號と二一號との曲線を比較すれば、冷却速度の増加は炭化物の變質を開始する溫度を低下するに拘らず、一旦其の變化を起したる以上は熱の發展すること甚しく、從つて鋼塊の溫度



首温度 1,200°C 臨界冷却速度=及ホス首温度ノ影響

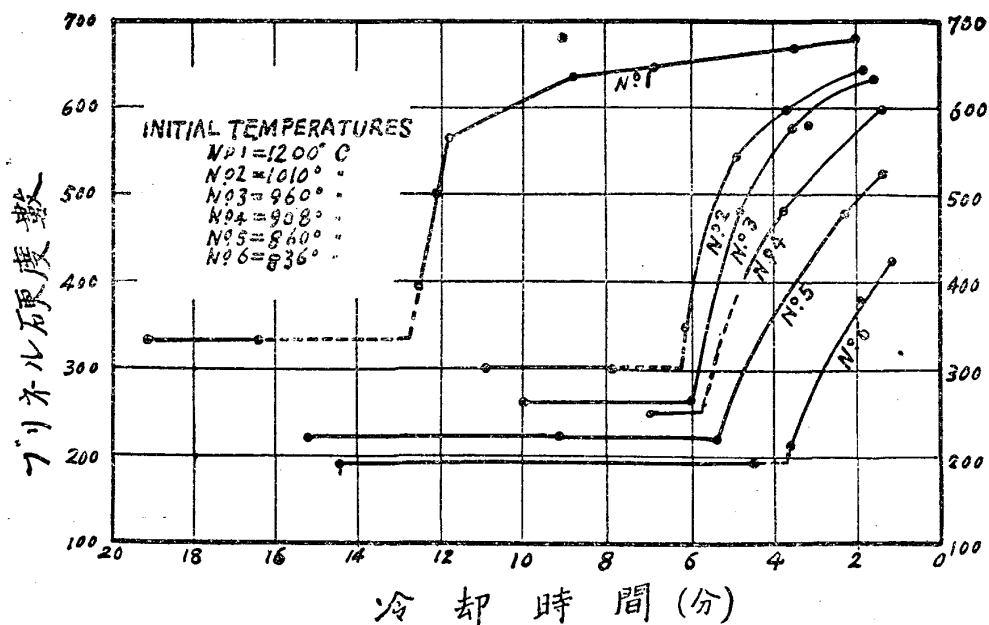
は攝氏七〇〇度より七三〇度に上騰す。二二號の曲線に在りて炭化物は、攝氏六八〇度に達し之か變化を開始せしに、當時發生せし熱は高からざりしか爲、二一號曲線に於ける如く温度の昂上を招かさりき。二三號曲線は前者に比すれば其の冷却速度の早きこと僅かに二五秒なるに、臨界點は全く異なりたる特徴を現はし、眞に温度の上騰を來たすことなく唯冷却速度に滯滯を醸せしのみ。然るに此の稍々輕微なる冷却上の加速は、鋼の硬度に實質上の増加を生じたることを認らる。而して尙冷却速度を大ならしむるときは炭化物の變化は全く抑制せらるるか故に、之を實行すれば最大の硬度に達するものとす。第六圖乃至第九圖(略之)に掲ぐる檢鏡組織は此等の事實を確證し、黒き熔體より炭化物の脱出したる區域を示し、色淡きは極めて硬質の組織に相當し、其の内には熔體に保留せられたる炭素を存するなり。

第十圖には同種の鋼に在りては首温度異なるも、冷却上同一の結果を生ずることを圖解せり。之に據れば首温度高しと雖其の冷却速度を著しく減すれば、尙鋼の健淬を生ずる所以を知る詳言すれば斷續線にて各

所に據り明かなりと雖、冷却を開始する場合に於て、鋼の保てる温度茲に其の含有する炭素及クローム量は、大に之か健淬状態に影響あるものにして、詳に之を説明せんには既に記載したる試験片の成績と、次に述ふる他の三種の試験片に對し得たる結果とを比較せざるへからず。

初め吾人はクローム一二・六%炭素〇・二八%を含む鋼なりと看做し、之を攝氏一二〇〇度に加熱し

Fig. 10. 臨界冷却速度及硬度ニ及ボス首温度ノ影響



曲線上に現はしたる冷却の臨界速度は、首温度の高きに從ひ益々延長せり。而も此の線圖に描きたる冷却速度は實驗中悉く同一にしたる一定範圍の温度を保つ試験片を冷却する爲に費したる時間なるを以て、全然互に比較するに足るものなるを注意せざるへからず。又第十一圖は、首温度の異なるる鋼を大氣中に冷却し、爲に得たる硬度の曲線圖を示すなり。

Fig. 11. 空氣冷却ニ於テ硬度ニ及ボス首温度ノ影響

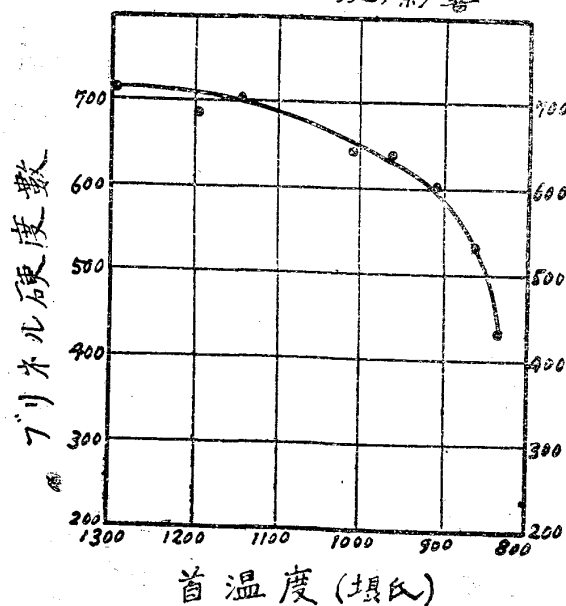
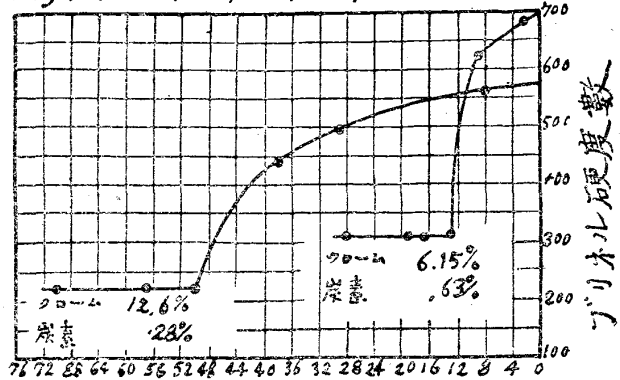


Fig.12. 冷却時間(分)



夫より種々速度を變し冷却したる後、其の健淬狀態は大にクローム六・〇％炭素〇・六三％を含むものと異なるを認め、第十二圖に兩試験片の硬度率を表はせり。而して二曲線の一部たる水平線は、軟過狀態と成れる兩試験片の硬度なりと雖全く同一ならず。又急冷に依り得たる最大硬度にも差ありとす、之れ恐らくは最も注意すべき特徴にして、クローム六％含む鋼を健淬せる冷却速度は一二分三〇秒なるに反し、クローム一二・六％のものは五〇分を要する爲なるへし。而して之か關係上成分の硬度に及ぼす影響は、次の成分を有する鋼に就き、第十三圖に示したる曲線を檢すれば充分了解するを得へし。

クローム

炭素

A

六・一八

〇・三七

B

六・一五

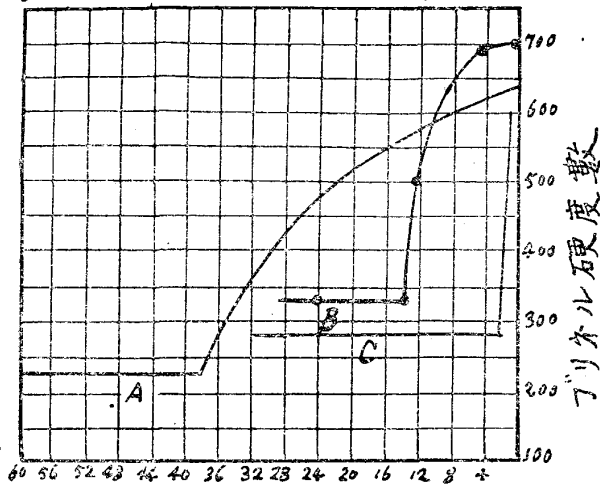
〇・六三

C

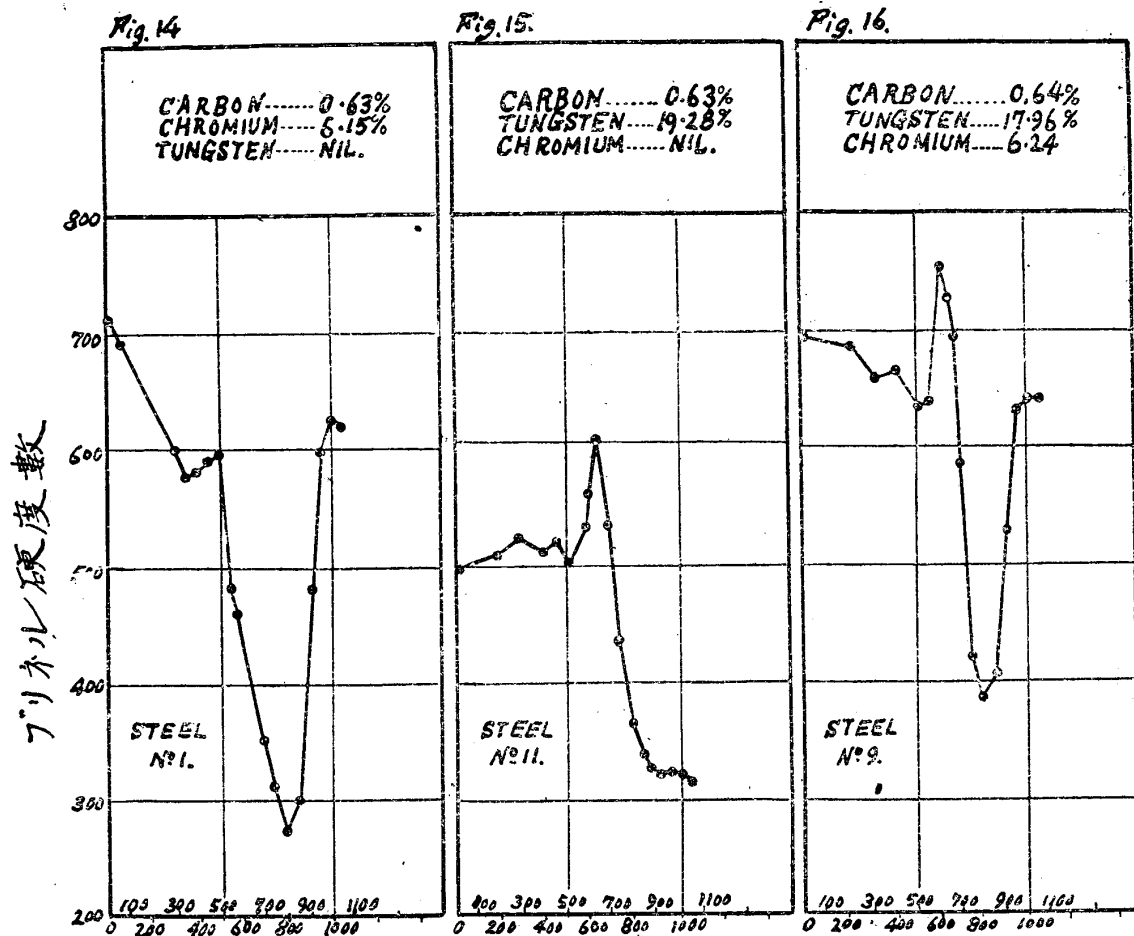
六・一六

〇・九七

Fig.13 冷却時間(分)



前記の鋼に於けるクローム含有量は三種共に略同量に近く、唯炭素量は〇・三七乃至〇・九七％の三様に涉れり。而して第十三圖に示せる各自の曲線に據り、AはBより容易に健淬し、BはCより尙早く健淬するを知るなり。然れとも此の言は必しも鋼に求むる硬度の多寡に適用するを欲せず、單に鋼の冷却上臨界速度に關し述ふるに外ならず。是等の事實に據り吾人は冶金上の立脚點より更に嶄新の思想を誘起せり、即ち先づクローム六％炭素一％を含む



鋼に就き考ふるに、若し此の鋼にて作れる物品の一定部分に於ける炭素を約〇・六％以下に減することを得は、殘餘の部分は比較的軟質にし獨り其の炭素量低き部分を極めて硬質ならしむる様注意を加へ、冷却速度を調整せざるへからざるを認む、換言すれば或る所要面に對し脱炭法を施すときは、現時他種の鋼を炭滲して所謂表面健淬の効果を收むることを得べきなり。

記者は此の方面に着眼し不完全なから二三の實驗研究に着手し、其の結果クローム鋼の表面健淬は實施し得べきことを認めたり然れとも之か實行すへき價值の有無に關しては今斷言するの限にあらず、尙研究の餘地あるを自信して疑はさるも、曩に記載せるニツケル鋼の炭滲と同じく其の操業を簡易ならしむるを得へし。故に若し一朝此の法にして實現せんか、從來に比しクローム鋼の價格は著しく減すべきなり。

クローム鋼の反淬 反淬性に及ぼすクロ

1μの影響を論ずるには、高速度刃具用鋼の問題に對し間接の關係あるか爲に、特に選ひたる一例にのみ注目すれば足れるを以て、第十四圖には其の結果を示し且クローム六%炭素〇・六三%を含む累次に溫度を進めて健淬したる鋼を反淬し、硬度に及ぼせる之の影響を説明せり。今是等の結果を概述すれば次の如し、即ち溫度の上騰—攝氏三〇〇度以上を稍少しく超ふるときは、ブリネル硬度は七〇〇以上より六〇〇以下に低減し、攝氏三〇〇度及五〇〇度の間に加熱したる後は、攝氏六〇〇度に處理せしものより硬度少しく大なり。然るに攝氏五〇〇度以上の溫度にて反淬せしものは、其のブリネル硬度數は低下すること甚し、而して此の種類の鋼に含むクローム及炭素量は普通の高速度刃具用鋼に含有すると同一なるを注意せざるへからず、唯タングステンが存在せざるか故に、此の元素なき鋼は到底高速度の旋削に使用する能はざるなり。

タングステン鋼の反淬 第十六圖には炭素〇・六三%、タングステン一九・二八%を含む健淬鋼の加熱したる結果を線圖にて示せり。此の材料はクロームを含まざるも代表的高速度鋼と稱するを得、攝氏約一、三〇〇度より衝風中に健淬したる後のブリネル硬度は僅かに五〇〇にして、攝氏五〇〇度迄の溫度に加熱し反淬すと雖、此の値を低下せざるのみならず、第二次加熱に於て攝氏六〇〇度を稍く少しく超ふるときは著しく硬度の増加を來し、第一次健淬の場合に於けるより大なる値に達するものなり。

クローム、タングステン鋼並に高速度刃具用鋼の反淬 第十六圖にはタングステン一八%、クローム六%及炭素〇・六三%を含む鋼に對し、適當に健淬したる後の再加熱の效果を示せり。是に據るに鋼は空氣健淬狀態に在りては甚だ硬くして、再加熱溫度を攝氏五〇〇度に上騰し反淬すれば、其の硬度は更に著しく低下すと雖、攝氏六〇〇度に在りては實質上第二次健淬を施したるに等しく、鋼は最初の空氣健淬狀態に於けるより大に硬度を増すを知るなり。

Fig. 17 反淬温度(C)

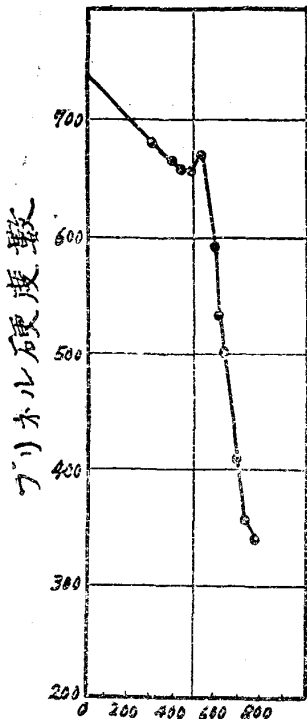
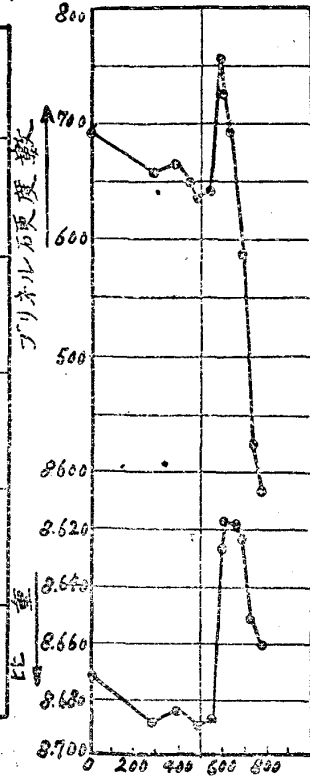


Fig. 18 反淬温度(C)



是等の事實は機械工場側より觀察し頗る主要の事項たり、何となれば彼等は高速度工具は實地に使用する前に當り、前記の所謂第二次硬度を發揮せしむる如き方法に取扱ふべきものなりと信すればなり。今次に述ふる二方法中其の一を施すときは此の効果を奏すへし即ち(1)工具は宜しく普通の要領に據り空氣健淬すへし、(2)或は工具を熔鉛槽中に浸漬して一定の健淬温度に達せしめたる後、齊一の温度を保てる適當の液中に急冷し健淬するも可なり。

或る技師は工具の旋削速度を良好ならしめんか爲には、敢て此の第二次處理を施す要なく、空氣健淬狀態を成す工具を用ゐ、徐々其の旋削速度を増し遂に最大限に達せしむれば、前記と同一の效果を生すと言へり。此の説は若し作業上生ずる摩擦熱を利用し、間接に第二次加熱に等しき温度を工具に附與すると思ふは妥當の理なりと雖、之か爲には工具は徒に比較的狀態を無爲に經過する結果、甚しき磨滅を招くことを忘るへからず。

健淬温度 高速度鋼の健淬せらるる温度を知るは、恐らく此の種類の鋼を處理するに必要缺くへからさることなるへし、概言すれば其の温度は可成的高くして、現に金屬を熔融するに足るべき程度の温度たるを要するは、上述したる之と同種にして攝氏一、〇五〇度より空氣健淬を施せる高速度鋼の再加熱に依り生じたる影響を示せる第十七圖に就き、極めて明亮に理解せらるへし。此の實例に據れば若し高速度鋼を攝氏一二五〇度より健淬するときは硬度を失ふこと著しきのみな

らす。第二次健淬を施すも之と同一或は近似の値を現はさるものと知るへし。

斯の如く硬度に差を生ずる所以は、全く是等の鋼に含有するタングステンは攝氏一二五〇度附近の溫度に達せされは完全に熔態に變せざる事實に基くものとす。是を以て若し第二次健淬上大なる硬度を得且高溫度に會するも、克く之を保持するは一に熔態内に此の元素あるに負ふ所多しとせば、健淬前高溫度に加熱するにあらされは、高價なる元素を含有せしむるも何等の效なしと言はさるべからず。要するに高速度鋼の加熱は一部の熔融を惹起する程度なるを可となすか故に、操業上深く注意せされは脆弱となる虞あり。

高速度鋼に對して空氣健淬を施したる後種々なる溫度に於て反淬し、之か比重の變化を測定する爲め幾多の實驗を行ひ、其の成績を硬度と共に第十八圖に示したり。而して硬度の増減に従ひ必ず容積の變化を伴ふものなるを以て、硬度を増加する毎に自然容積は増加するなり。(T.O. 生)