

鋼の焼入作業に就て (承前)

俵 國 一

諸て、是から焼入を致しまするには、とう云ふやうな工合にしたら其效果か宜しいかと云ふやうなこと、或はとう云ふやうな現象かあらうかと云ふ御話をしたいと思ひます、焼を入れます場合に十分に效果を見付けやうと思ひますと、焼を入れます時に其温度か高い低い、其温度で熱しまする時間の長い短い、それから冷しまする速度の速い遅い、斯う云ふ三つの調子を探ることか最も大切な條件のやうに心得ます。

温度の高い低いと云ふことに付きましても、ちよつと御話を申しますると、今焼を入れます場合の理論の方を申しました、即ち鐵は高い温度と低い温度とて夫々其状態か違つて居るのであります、夫て焼入をしますには高い温度の状態に十分致して置かなくつてはならぬと云ふのか必要の條件になつて來ます、所か高い温度の状態にありますのは、鋼の種類に依つて色々變つて來る、そこで之か調子を探るのか焼を入れます場合に最も困難を感じて居るのであります、澳太利て鐵の事に大變詳はしいベラー會社の社長のライゼル氏か言つて居る鋼の焼入をしますに僅か攝氏の三十度の違て失敗をすることかある、然るに實地に鋼を熱しまするに肉眼鑑定をしますと六十度の違を爲さない様にするに努力を要するとのことであります、鋼を焼入します際には極精密に温度の高低の加減をしなくつてはならぬか、夫に又或る肉眼以外の手段に依らねはならぬといふことになります、而して高い温度の状態に鋼を致しますに某一定温度以上を要しますか、夫れ以上に度を越えて熱すれば強い鋼も今度は粘り氣―靱性が無くなつて來るのであります、所謂焼過となりて鋼を損します、從て過

不足のない様に一定温度に熱する必要があるのであります、それて其適當なる一定温度は鋼の質如何に依つて變つて來るのであります、最も簡單な場合の炭素鋼に就きて見ますと大略第一圖に示します通りになります。

圖は鋼の含有する炭素量を横線に採り温度を縦線に採ります、而して九百度に相當します點と七百八十度—炭素〇・四％に相當します點と七百三十度—炭素〇・九％に相當します點と三つ結び付けました線を引きますと、是か鋼を加熱するに際して色んな鋼が其狀態を變して高温度のものに成る其温度を表示することになります、而して實際鋼を焼入します場合には其作業の完全を期する爲め此線の示す温度より二十度乃至五十度高く熱します焼入をする其鋼の寸度の大小如何其他て斯く加減をします、太いものは一層急冷する必要かありますから一層高く熱する、高い温度から冷した方が冷え方が一層急冷と申します、今十六分の三吋大の鋼は七百五十度に熱して十分であるか、四分の三吋大のものは同じ鋼でも七百八十度に熱せねはならぬ、又炭素一％を有します鋼て徑十耗のものは七百五十度で焼か入りまするか、徑五十耗のものは全く焼入れ出來ぬといふて書いてあります、又同じ大さても急冷する方法に加減か入ります、水で焼入をする場合よりか油で焼を入れます時は二三十度高くするのも矢張同一理に基くこととあります、而して炭素の一％以上の鋼即ち普通金屬仕上用の工具に用ゐます鋼になりますと一％の鋼と同様の温度に熱すれば宜しいことになります、夫は高級炭素鋼の場合には七百三十度以上に致ますれば大部分高温度の狀態のものに成りまして唯セメントタイトといふものか残りますか之は元々堅いものですから其まゝに致して置くことか一層宜しいからであります、夫て線か右端は第一圖に示す通り水平に成ります。

而て其温度に熱します時間、の長短と云ふことは其鋼の大小に關することか多いのであります、品物か大なるものは一層高い温度を要すると申しましたか、それと同時に其温度に長く保持して其鋼

20
の表面も内部も同じ様に熱しませぬと云ふと屢々失敗いたします、外部に割れの這入ることを屢々見ます、鋼の内外を均一に熱するといふことになり、其鋼の熱傳導といふ性質が問題になります、高速度鋼は普通の炭素鋼に比して傳熱率が其二分の一しかないのてあります、即ち前者は〇〇五七に對し後者は〇一一を有します、此事實が高速度鋼は取扱ひが困難である一つの理由になります、又鋼を急冷する際にも其鋼の傳熱率を考えねはなりません、殊に鋼を鍛鍊する爲め之を加熱する際にも大いに考慮せねはならぬ、鋼の性質であります、又鋼材を實地に使用します場合即ち内燃機關のシリンダーの材料でありますとか又火砲の材料であります、と何れも突撃的に鋼材の一部に熱源がありますから之れか如何に他部に波及するか其時間か大きに問題になります、それで近年此方面に於きまして殊に本邦所産の材料に就きまして仙臺理科大学に於て本多博士指導の下に續々と調査して居られます結構なることであります。

焼入をします爲めに鋼を熱しますに普通は木炭を燃料として用ひて居ります、木炭は焼過きを起しません、鋼を軟かに熱します效力もあります、或はコークス又石炭を用ひて焙て熱する火は直接にするとか間接にするとか函の中に入れて中て一樣に熱するやうにも致します。

次に熱した鋼を冷却致します作業を申します、普通に水を用ひて居ります、冷水の中に漬けて急冷するのであります、又油を使ふ、或は他の物を用ひるとか云ふやうなこともあります、如何なる性質の液が冷却の程度を如何様に加減するかといふことは又焼入作業に於て大切な條件であります、焼入に際しまして熱した鋼を冷却し得まする液の能力は其液の蒸發潜熱とか比熱とか流動性とか傳熱率とか色々な性質に關係がある様です、夫に就き有名な佛蘭西の學者ルシャトリエー氏の實驗をした成績があります、氏は熱した鋼を色々の液體に漬けて直接に鋼の溫度を測定されてから液の冷却能力は其比熱に重き關係があると斷定されました、又瑞典のベネディック氏は同一問題を研究し

て液體の冷却能力を間接に測定されました、即ち液體中に白金の針金を差して之に電氣を通して熱して其の爲めに液の熱せらるゝ程度にて其受熱能力即ち冷却能力を定められました、而して液の蒸發潜熱に最も重きを置かれました、尙同氏は其外色々の注意を述べられたことに依りますと焼入に際し其鋼の重量は大に冷却度に關係がある、即ち一瓦の重さか減しましても普通の水を用ゐる代りに氷水を用ゐた程に有效である、又焼入します其鋼の温度か高ければ高い程冷却する速度か多さい今攝氏七百度より百度迄冷却する速さを秒にて表しますと鋼を七百三度より急冷せは五七三秒かかり之に反して九百五十度より冷しませは僅に三〇七秒かゝる、次に鋼の含有炭素量が多いければ冷却度緩徐たと申します、即ち炭素〇・二一%の鋼には四・四三秒で冷えるか炭素一・九九%の鋼は六・〇三秒かゝると申されました。

兎に角に種々の冷却液にて水か最も有效なものであり、之に次ぎてアルコール、エーテル、ベンゾオイル油といふ順序と申します、水の内ても弱い酸を入れたもの鹽類を含むもの又油の内ても鯨腦油の様なサラ／＼したものは冷却能力か殊に良好てあります、水は冷却能力は大きい其温度か一寸違つても能力に差を生ずる事實かあります、即ち五十五度の水と六十度の水とは夫々焼入しました鋼の硬度か大に違ひますか、油は其温度の相違に依りて能力の差かない従つて均一な製品を得ると申します、又食鹽水ても淡水程に違はないと申します。

それから又鋼を高い温度から水に漬けます場合に鋼の表面は早く熱か取られますか表面から後の所は幾らか遅れて熱か去ります、是は數學的に鋼の冷却速度を計算出來ますか鋼の某部分は一時速度か最大となり、夫から又小になります、中心部程其最大速度の來る時機か遅れます、今攝氏八百五十度より零度の水に冷しますと、中心點は水に漬けて一秒の後に最大速度か來ますか中心より四分の一半徑の處は〇・七秒の後に又二分の一の半徑に當る處は〇・三五秒の後に又四分の三半徑に當る

部即ち極めて外部に近き處は僅に十分の一秒の後に來ると申す、斯く段々と内部に赴くに從つて遅れて來ます、最大冷却速度の其大さか焼入の出來る出來ぬに關係を持ちます、鋼の内部の方に夫か小さいから從つて焼か入りませんことになります。

焼入作業に附帶いたしましたことと、普通重きを措かなかつた事か、非常に實際の物に付いて善惡の出てあるとかあるやうに心得ます、最も從來とて適當の工場に於きましては十分其點を考へて居る譯てあります、夫等を斷片的に申す。

鋼材を工具にて切斷する時に打撃を加える鎚で打つて折ると致しますと、其の折れ目附近に疵が出るのかあります、又少なくとも其附近は鋼か歪んで居ります、さう云ふ物を直ぐに熱し焼入しますと歪のある所のものは多く割れを生するのであります、夫故に大切な工具は鎚で叩くとして打撃を加ふることを避けます、次に鋼を鍛鍊致します時に其鍛え方の善惡と云ふことは焼入し出來上つたものゝ善惡に大變關係があるのであります、下手に鍛へて鋼の目か粗らい、即ち焼過なと致して目か粗らい鋼へ焼を入れますると、焼入作業方法は善くても目か粗らいと云ふので弱點が出來ます、例へは日本刀なとて考へて見ましても鍛へを喧しく云ふ、從來あります簡單な火床であの長い物を全部同じ様な温度に熱するは一の困難であります、從つて之を上手に鍛えることも困難であります、彼の日本刀中にあります銚の大小なとは此の鍛え方に依ると考へて居ります。

木工用の工具類とか又刀なとは其鋼か炭素量の少ないものであります、か炭素の多い物になりますと鍛へました物に粗の目か出て居ります、恰も第二圖に其組織の寫眞を示してあります、網に出ますは硬い而して脆いセメントと申すものであります、此ものは焼入しましても其まゝ殘るものであります、從て第二圖の様に鍛たまゝてありますと其網即ち脆い部を沿ふて弱いことになります、今之を豫め焼鈍する即ち攝氏七百度附近に二、三時間熱して極めて徐冷すると第三圖の寫眞にあ

ります様にセメントタイトは粒状になります。そこで焼入を致すと硬は十分に與えますが、脆くは爲さない利益があります。其の爲めに其工具は三割も長持かすると申す、同一様なことは色々な方面に應用出来ること、信します。

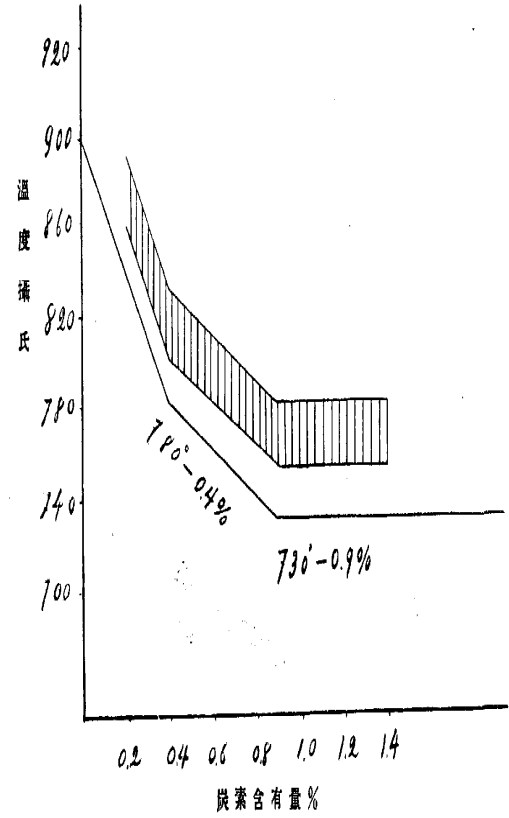
焼を入れます爲めに其鋼を熱すると其時に其表面の炭素が少なくなることかあります、其爲めに軟かな鋼に變しまして外部は焼入不可能な状態になります、極精密のロール、或は管を造るとか云ふ場合使用致します工具類には即ち焼入した跡て其表面の仕上をすることの困難なる様な場合には仲々の問題になります、加熱に際し鋼の表面の炭素が遁るといふことを防ぐ爲めに或は真空中にて熱するとか窒素瓦斯又は木炭内にて熱する手段を採ることもあります、随分と手数なことであり、今加熱の場合に鋼の表面かとういふ具合に變るかといふことを考ますに鋼が段々と外部から燃えますに其鐵の部か先に燃るか又炭素分か先になるかの點かあります、前の通りでありますれば鋼の表面の炭素は減せずに唯に鐵肌か澤山出來たことになります、之に反して後者であつて炭素のみ遁ますと炭素の少ない表面か出來ます、加熱に際し酸化作用の旺盛な場合は前者であり微弱な場合は後者であります、鋼を加熱致しますにマッフル爐を用ゐて密閉してやり却而炭素が減したり又一％の炭素ある鋼を一時間半熱しますに裸てありますと、其表面部の炭素は少しも減しなかつたか今木炭末にて包みましたら〇・三八％に下つた事實や又近來盛に用ゐます電氣で熱する鹽浴内て却而鋼の表面の炭素が減りまする現象のあるのは此理であると考えます、又爐を圓筒形に造りまして之を豎にし上下の口を開きて鋼を熱しましたに鋼の表面の炭素が減せずに却而上下の口を密閉して用ゐたに表面の炭素が減つた様な逆な有様も同一理由から來ること、信します。

又右の様に鋼の表面か其性質の變化を受けなくも焼入に際して同一様に表面の焼入不可のことかあります、某所に於て研究されたことてあります面白き事實でありますから紹介致します、即ち大

きなフライスなどの焼入をする様な場合によく致しますか水にて焼入し、其まゝ冷すと餘り急劇てありますから、途中で油に入れ換えて冷します、そうすると其表面は焼戻された景況で軟かい其中心の方に向ひますと、却而焼が入つて硬いことであります、フライスの様なものは跡で砥石で仕上て外面の軟な部を削り去ることか出来ますか左様なことの出来ぬ工具類例令管を抜く小さき徑の孔を有するものになりますと問題になります従つて之を避ける工夫を致します、第四圖の寫眞は管形の工具を焼入するに際し灌水しなから、急冷致しましたもの何等右様な現象かありませぬ、然るに第五圖の寫眞にありますものは一時灌水することを中止致まして又灌水致したものであります、其外部か焼戻されて居るのです、第六圖は之を更に大きく組織を示しました、此事は如何なる理に基くかと申ますと灌水に際し外部先づ冷却し焼入組織になります、内部の熱は此等の部を通過してドン／＼水の方に出ますか何等障害物かありませぬから外部の温度を上げることが出来ませぬ、従つて焼入に際し普通の作業法で焼か戻することは絶無であります、第四圖の通りてあります、然るに一旦中途で鋼が空氣に觸れる、即ち良好なる熱の吸引物かなくなると内部より盛に進行して来る熱は忽ちに堆積して其附近即ち鋼の外部の温度を上げて焼戻をすることになります、然も其焼戻される状態か普通の焼戻と異なるのは第六圖で明てあります、針が焼戻り致します是は面白き現象であります、學術界に報告致したいと思ひます。

焼を入れます場合に鋼中に割れか来る之は工具を無駄致しますので、嚴重に避けねはなりませぬ、此焼き割の生します原因は鋼の急冷に際し其容積の變化か鋼の各部に於て一樣に行かぬことに歸します、此一樣に行かぬことは鋼の受けた温度か所により違ふとか又急冷に際し其冷え方が違ふ爲めに生します複雑した形狀のもの又は銳角を有する工具に殊に多いことであります、加熱方法の不良に基く點もあります、鋼を焼入しますと、その位容積か變るかといふことか大切であります、一般

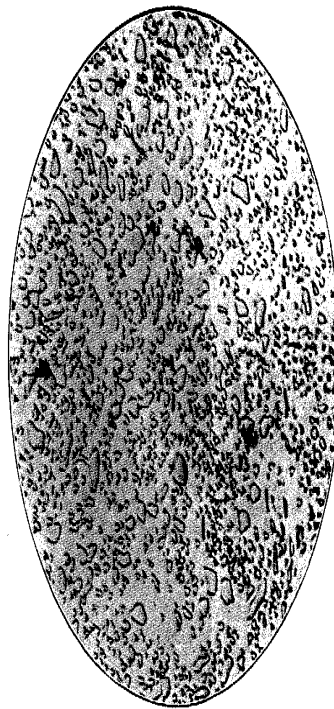
第一圖 鋼ノ焼入温度



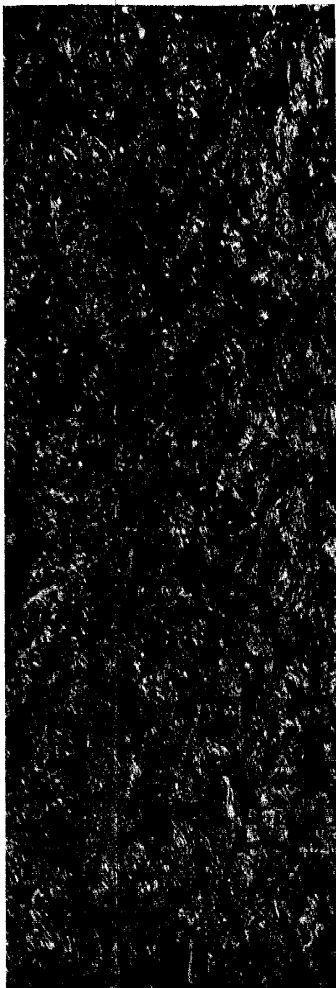
第二圖 工具鋼ノ組織 千倍大
せめんたいとハ網トナル



第三圖 工具鋼ノ組織 千倍大
せめんたいとハ粒トナル

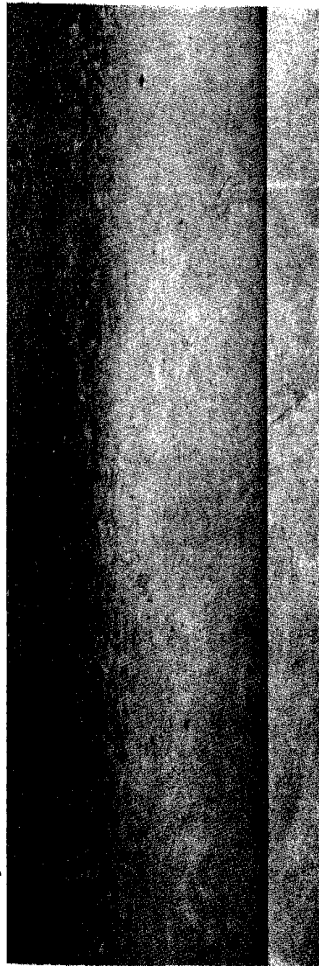


第六圖 第五圖ニ等シ五百倍大 半ハ焼戻セラレタルモノ

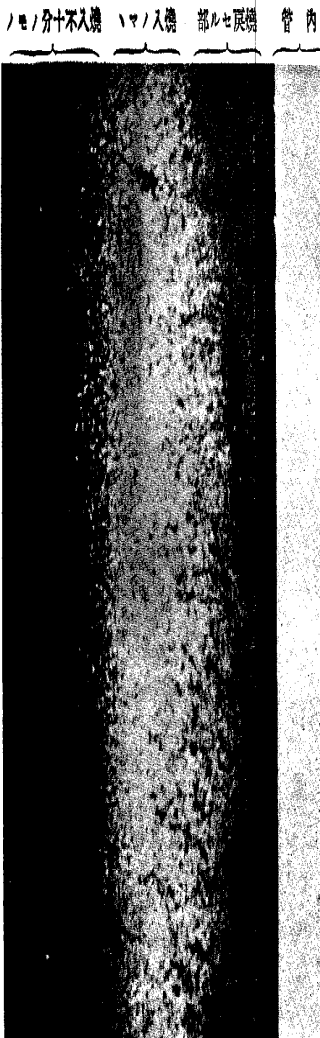


濃黒ナル針ハ殊ニ反洋セラレタルまるてんさいとノ針トス他ノ薄キ部ハ反洋セラレサルまるてんさいとナリ

第四圖 焼入セル圓管ノ内側 三十倍
焼入ニ際シ灌水シナカラ冷却セルモノ



第五圖 焼入セル圓管ノ内側 三十倍大
焼入ニ際シ灌水ヲ中止スルコト三秒間ナリシモノ



(外)

(内)

(内)

に容積が増す即ち比重が小さくなります、其程度は鋼の有する炭素の量に依りますし、又焼入温度にも依りますし、急冷の程度如何に關係致します、炭素〇九%の時に比重の減すること最大であると申す、夫れ以上の炭素を有する鋼の時には比重は減するか圓角棒でありますと其長さも却つて減すると申す、又焼戻をしますと攝氏二百度以上段々と比重が増しまして四百三十度の時に最大となり夫れ以上は變らないと申す、此等は夫々參考書類に於きまして極めて精密なる數字を出して報告してあります、夫を御參考になされたなら好いと思ます、長々と取止のないことを述べまして御聽き苦しきことゝ存し恐縮致します。(拍手)