

鋼の焼入作業に就て

俵 國 一

鋼の焼入と云ふことに就まして御話を申し上げますが、別に纏つた考を付けた點もないのであります、それで西洋の方でも殊に英吉利では、焼入と云ふことは大變喧しく言ふて居ります、と云ふのは理論の方から色々此問題を論じて居ります、それで面白味を感じてポツ／＼讀んで居りますことでもあります、尙ほ日本内地に於きましても今日大學、殊に仙臺の大學に於きましては是等理論の方面に付いて相當に研究をされて居ります、さう云ふ點を考へて見ますると云ふと、焼入に付いては斯う云ふやうなことに、今日の理論はなつて居る、實際に於ても斯う云ふ點は注意しなければならぬことであると云ふことを此際申したらば、大いに御參考になりはせぬか、斯う云ふ考て實は此席へ出ました譯合であります。

41
鋼に焼を入れると申しますと、誠に通俗的の事柄を申上げまして恐縮しますが、鋼に焼入の出来ることと云ふことが鋼の性質の中で最も大切の一つと心得て居ります、鐵材の中に或者は鐵といひ他に鋼があると云ふ、元來鐵と鋼の區別を致して見ますと、申すまでもなく御承知の通りに其鐵に焼入が出来るか出来ぬかと云ふのを以て區別をして居ります、是は昔此日本でもさうてありますが、又西洋でも鐵と鋼の區別を致しますのにさう云ふやうに區別を致して居りましたのであります、さう云ふ風に鋼は焼入の出来ることと云ふことが大切な性質である、所が今日は焼入が出来ないものも鋼と云ふものになつて來た、それは前世紀の半ばに新製鋼法が發明されまして比較的軟い物が世の中に出て參りました、今日鋼と申しまするのは國に依つては多少違ひますけれども、外國でスチールと申します

るのは申すまでもなく熔融狀態即ち高い温度で十分熔して造つたものであるか、或は焼入の出来るものであるか、斯う云ふことになつて居ります、尤も今申しました定義に付きましては鍛へ得る、打展ばすことが出来る、と云ふことを前提として述べますので、打展ばす中で今申しました様な物が鋼である、斯う云ふことになつて居る譯合であります、デ此焼入の出来る物と出来る物とありますけれども、一般に市中で用ひる物には焼入の出来る方の軟い物が多いのであります、之に就ての統計は能くは存じませぬが、或は鋼の總數量中の七、八割は寧ろ焼入が出来ない、焼入を云々する必要はない種類のものであるであらう、あとは極めて僅かなものを焼入に用ひる、其焼入が出来ると云ふ點を尊重するものであらうと心得て居ります、即ち鋼の中で軟とか硬とか云ふ區別を致して居ります、其一つの標準に此焼入が出来るとか出来ぬとか云ふやうな區別を致して居ります、焼入の出来る、と云ふは、如何なることかと申すと高い温度から鋼を急に冷しますと其鋼は十分硬くなると云ふのが焼入が出来ると、又焼入の出来ないものは其鋼が硬くならない、まア斯う云ふ譯であります。

諸、此焼入が出来る物に付いて、焼入をどうすれば宜いかと云ふこと、其理論の一部分が今日御話を申上げることになるのであります、元來どう云ふことが焼入をする目的であるかと考へますと云ふと、高い温度から急に冷やす、何でも或手段を以て急に冷やしますと云ふと、其鋼は色々性質が變はつて来る、普通用ゐます此用途の方に付きましては硬くするものと、それから他の方面になりますと云ふと、丈夫にする強くする、斯う云ふ二方面に大體別けることか出来る、何れの場合に於きましても脆くつてはならぬ、粘り氣を持つて居なければならぬものであります、諸硬い方、さうして粘り氣を持たなければならぬと云ふ方は、其鋼の中でも、刃物に用ひると云ふのが主な目的であります、それから又丈夫であつて脆くしない方の側では構造用に用ひるもの、即ち今日は段々色々工業上の用途に應じてむづかしい要求がありますので、各種の材料に致しても大砲、小銃、甲板に致しましても、其他

總て自動車に用ひますものに致しましても、丈夫なものでさうして脆くないものが必要であります。さう云ふ方面に焼入の目的はあります、構造用に用ひるものは、今日私が御話を致しまする方ではありませぬ、専ら刃物に用ひます方を御話致します、併し焼入の理論の方になつて來ますと兩者に就きて同じ様なことで焼入作業を致しまして硬くなる點もある、又強くなる點もある、是は同じ様に考へて宜からうと思ふのであります、強さに付きましても色々強さの種類がありまして、或は引張りに堪ゆる強さ、又押す強さ、曲げる強さとか色々強さの種類もありますが、今日は材料に付き試験を致しましても種々の新しき方法が出て參りまして或は振動を與へる、或は打撃を與へる、又は交番應力を試みることにあります、さう云ふ具合に物の強さも段々ありますが、兎に角強さに付いては相當に單位となるものがあつて之を計る手段が付いて居るのであります。

然るに此硬さと云ふことに付きましては、既に其定義を與へますることにすら大變困つて居る譯であります、昔から唯鑪で磨りまして是は硬い軟いと云ふことを申して居ります、さう云ふのは到底順序善く致して何か數字を以て現はすことは出來難いのであります、諸此硬さはどう云ふ性質であるかと云ふことは大變むづかしいのであります、今から二三年前、英吉利のフアラデー協會に於て硬さと而して焼入作業と云ふことに付いて大變に評論を致しました、其後今日に於きましては英吉利の機械學會に於きまして硬さの試験法に付きまして、調査委員を設けて、居るやうであります、それにはかい色々のが込入つて居る、詰り強ひて申せば變形に對する抵抗力、或者に力を與へる、それでは形を變へるが、それに對する抵抗力であると云ふやうな定義を與へて居ります、これも一つの考え樣であります、鐵の硬さに付いてはつまり定義が決つて居りませぬことゝ心得ます。

右の次第でありますから、此硬さを數字で表すといふことは仲々困難であります、前から鑛物を採

44
りまして水晶は七、金剛石は十の硬さを有つて居ると申しました或る標準になる鑛物がありますから、之を採りて其の鑛物に對して筋を入れまして自然是はそれに對して筋がつくとかつかぬとかで硬いとか軟いとかの順序を決めます、今日はブリネル式の硬度計十耗の徑を持つて居ります鋼球を押して見まして、其窪んだ面積を比較に採ります、それは千九百年の巴里博覽會の時に發表になりました物で、爾來一般に工業的に之を用ゐます、其他ショアの式でありますとか、或はマルテン式でありますとか、相當にあります、或る測定を致しまして所謂其硬度を知つたとしますに其場合々々に應じて各々其意味合が違ひます爲に結果が往々違ふやうなことがあります、兎に角硬さと云ひ又硬さを計る測定器と云ひ、斯う云ふように曖昧としたボンヤリしたことであります。

元來それなら何故鋼に焼を入れると夫が硬くなる、又丈夫になるかと云ふことを考へて見ますと云ふと、昔から硬くなることは存じて居りましたけれども、それは焼の這入り得ます鋼には炭素が多いのであります、さうすると其炭素があります爲めに焼が這入ると主張する所謂炭素説があります、所が一方に於きましては鐵は高い溫度に熱しますると云ふと變態を生じます、それで鋼を高溫より急冷しますと變態を保持する爲めに硬くなるといふ論者があるのであります、又第三の論者があります即ち應力の關係で硬くなると云ふやうなことを唱へて居る人があります、それで此等の議論の生じました跡を尋ねますと、鐵の中に炭素があると云ふことが一番最初世の中に知れたのであります、炭素論を唱へるのが最初やつて參りました、諸此鐵には變態があることが其後に發見されました、普通の鐵では磁石を引付けますが、段々高い溫度になると磁石を引付けない、磁性が無くなると云ふ變つた物になる、さう云ふ形のものになると申します、變態論が出ました時には炭素論の方と色々議論を致しまして、互に相譲らなかつたのであります、此變態論と炭素論と議論をして居りましたのは今から二十年位前のことでございます、夫から此應力から來ます方の論は段々と近頃にな

りまして出ました、例へば銅は比較的に軟いものであります、所が常温度で之を押し潰したり又敲き延すと硬く又丈夫になる、それはどう云ふ譯でそうなると云ふ理論に就きましては、今日種々議論がありまして、一定致しませぬが、それと同じ様な論理を焼入作業へ持つて参りました、従て此應力説に就きましては今は混沌たる時期で色々の説が出て居る、急冷の爲めに鋼の外周が劇に收縮し其の爲めに生じもするし、又は内部に容積の一層大なる他の物が出ました爲めに鋼其ものゝ内部に滑走を生じて前記の冷間作業と同一様に鋼は硬くなるといふ議論も出ました、夫ならば今日は如何なる工合に考へたら焼入作業の爲め鋼の硬くなることを最も都合よく説明出来るか、申しますと、甚だ意地の張らない説かも知れませぬが此等三つを綜合した説が宜しと思ひます。

極軟鋼を極度に急冷しましてマルテンサイトといふ焼入組織を出しましても硬鋼と同一程度に硬度を増さぬ事實より見ますと、どうしても炭素説を度外視する理に参りませぬし、又極軟鋼を急冷しますれば其強力を増進します事實は又變態説を併せて考えねばならぬことに成ります、而して又鋼の硬さ其ものの大小は鋼を構成する各分子間の引力の大小に依ることを考えますと急冷に際し生ずる鋼内部の歪、従つて應力の爲めに分子間の引力を増加し一層硬さを大にするといふ説明はあながち考へられぬ説でもなからうと存じます、此三者を綜合するとしましては、夫々又其内にも色々小別されますので何の考を持つて参るか、と申しますと、炭素説に就きましては簡單であります、高温にて炭素は炭化鐵となつて鐵中に溶解して居る即ち固溶態の有様である、此炭素を可淬炭素 (Hardening carbon) と申します、夫が低温度になりますと炭化鐵は獨立して出ます之を炭化炭素 (Carbide carbon) と申します、扱て鋼を急冷致しますと炭素は可淬炭素のまゝ残ると説明すれば宜しいのです、變態説に就きましては從來三つの變態があると申しました常温では α 鐵でありますが之を段々熱しますと β 鐵又は進んで γ 鐵になるとあります、今日仙臺の本多博士などが段々研究を致して見ますると云ふと

此中間の β 鐵を省いた方が宜しと考られます、夫は鐵の磁性などに重を置かねばなりません、此の磁性の變化するのと鐵の變態とは切り放した方が宜いと思ひまして、それで β 鐵を除くことになり、ますそこで以前には焼入した鋼には β 鐵と可淬炭素があるから硬いのだといふ説もありましたが、夫が言はれなくなりました、元來 γ 鐵に可淬炭素の溶けたオーステナイトは柔軟なものであり、 α 鐵も軟かであります、そうしますと少し性質の判然せぬ β 鐵に持つて行くといふは利口なことではありませんが、夫が出来なくなりました。

他方に於きましては焼入した鋼は十分磁性を帶びて居ります、即ち α 鐵を含んで居るのであります、而して焼入した鋼の有します組織マルテンサイトを見ますと、どうしても二つの組成分から成り立つて居ります、是に就きてもハーネマンといふ人も言つて居られます、マルテンサイトを熱する即ち焼入した鋼の焼きを戻しますこと攝氏六百五十度に達しますと、段々と炭化鐵が最微の粒となりて出ますが、夫が所に依りて出ます數量に相違があります、マルテンサイトの針に相當する部に少なく其他の部即ち地に相當します處に多いのであります、又針の部は腐蝕劑にて容易に着色致しますることや、又鐵は高溫度の狀態に成ります程、多量の炭素を溶かす能力のある事實や、又後刻御話致しますこととであります、特殊の焼戻を受けますと、マルテンサイトの針の部のみ甚しく焼戻が出来るといふ事實から推論しますと、焼入鋼を構成する内其の大部分を占領して居りますマルテンサイトの針の部は α 鐵と可淬炭素より成立するとなしまして、地の部は γ 鐵と可淬炭素より成ると致したらよいと考へます、勿論此鋼を化學分析に處しますと一部の炭素は炭化炭素と成つて居ることとありますから、此ものが一部分存在して居ることは許さねばなりません。

却説最後の應力説に就きましては全然に内應力に依ると致しますとよいと思ひます、即ち鋼は急冷に際し γ 鐵中に α 鐵を生じますか、 α 鐵は容積が大きいものですから著しく膨脹せんとする一方

に鋼は既に冷却して頑強に成つた爲めに之を許しませぬ、此の γ 鐵と α 鐵とは相錯雜して混在します。する爲めに鋼の内部に全部に亘りて歪を生じます、従つて應力の働くといふことになります。

以上繰り返し申ましたことを纏めて一言しますと鋼を焼入して其硬度の増加致しまするは左の通りに説明がつきます。

鋼は焼入した爲めに其大部分は α 鐵に夫に溶けて居る炭素より成り比較的少量は γ 鐵と夫に可淬炭素より成りますが此二者は共に歪んで居る有様である、其の爲めに硬さが増加する此考は要するにル、シャトリエー、ギエー兩氏の説とマツケーン氏の議論とを捏ね合せて少しく横に敷衍したものであります。(以下次號)