

# 鐵と鋼 第五年 第三號

大正八年三月二十五日發行

## 鐵及鋼の鍛接に就て

古賀圓藏

英語の welding と云ふ字は頗る意味が廣い、所謂鍛冶屋が鐵や鋼を高温度に熱して接ぎ合せるのもウエルディングであれば、近年盛に行はれるやうになつた酸素アセチリン瓦斯熔接の如き、或は電氣を以てする電氣熔接の如きも悉くウエルディングである。鍛冶屋が金屬を高温度に熱し槌打に依りて接ぎ合せると云つても金屬の表面が熔融するか或は熔融温度附近まで加熱せらるゝにあらざれば兩金屬片が接觸して相離れざるに至ることはない。此の意味から云へば鍛接と云ふも電氣又は瓦斯熔接と云ふも意味に於て變りがない。唯電氣若くは瓦斯を以て接合する際には金屬が明に熔融せることを容易に認識し得るに過ぎない。現今電氣熔接及び酸素アセチリン瓦斯熔接に就ては種々論難研鑽されて居るが、鍛冶屋が古來の習慣を墨守して殆ど無意識に實施しつゝある鍛接に就て其の理論を詳述したものは比較的尠ない。今左に昨年末の鐵世界 (Iron age) に記載せられたる標題の記事の要點を記述しやう。(キヤスカート氏記)

鍛接品は元材料の有する強さよりも幾分なりとも其の強さを減退すとは一般の教科書に記載せらるゝ所である。勿論此の記事は多數の實驗成績に據つたものに相違がないけれども、必しも鍛接品の強さが減退すると云ふ根本的解釋とはならない。即ち鍛接中には常に危険なる元素の侵害を受けらるのであるから、鍛接品の強さは大約元材料の何割に相當するなどと斷定を下すのは早計である。不

2 完全なる鍛接を行へるものは床上に取落されてさへ自己の重みの爲に破斷するものもある。又完全に鍛接されたものは元材料の結局強さより大なる荷重を受け初めて破斷するものもある。斯の如き状態に在るを以て完全なる鍛接品を得んとするには理論的に詳しく探究しなければならぬ。第一に鍛接すべき鐵若くは鋼片は所要の粘著性を有するやう、充分高温度に加熱する。然れども焼過バッキングを起すべき温度以下なるは勿論である。第二は金屬の表面を絶對清淨にし機械的加工を最も巧妙に行ふことである。

### 酸化の惡影響

酸化の影響は實に甚大である。不淨なる表面を作るの直接原因及び燒過を起すの間接原因は悉く酸化に在る。鐵若くは鋼片を紅熱状態以上に熱すれば其の表面に定渣スラックを生ずる。此の滓渣は大氣中に於ける酸素の一定量と鐵の一定量とが化合して生じたる酸化鐵である。酸化鐵は完全なる鍛接を爲さんとするに頗る有害なる化合物である。兩鍛接片の中間に酸化鐵あるときは到底満足なる鍛接品を得ることが出来ない。勿論高温度に加熱すれば此の酸化物は熔融するけれども之が爲め更に他の故障が起る。酸化物の熔融點は鋼の熔融點より高いけれども温度の上昇に伴ひ滓渣の成生も亦迅速に増加する。而も酸化物の熔融點に達し酸化の停止を見ざるは最も興味あることである。即ち酸化の程度迅速にして酸化物は滓渣の形體を取らず初めから熔融物となるのである。鋼の外層は多少に關せず含有炭素を奪はるゝのであるが、甚しく高温度に達すれば、此の脱炭層の熔融に先だち内層に熔融を起す瓦斯狀の炭酸及び炭酸化合物が鋼中に混入し氣泡を生ずるに至り若くは火膨れ及び燒過を起すに足るの壓力が瓦斯の爲に生ずるのは上記の爲である。又氣泡の壁に生じたる酸化膜は、分解して鍛接の妨害をする。故に斯の如き状態に在る鋼を鍛鍊するときは表面頗る粗にして龜裂が出来る。方形若くは長方形の斷面を有する桿の場合には龜裂が其の角に最も多數に且つ明瞭に現出するの

である。

鐵及び鋼が初めから結晶體であると云ふことは、一般の工場に知れ渡つて居ない。鐵及び鋼の顯微鏡試験は此の結晶組織を明瞭にするものである。鍛接の研究を爲さんとするには、鍊鐵製造方法を知る必要がある。爐より取出さるゝ精鍊せる塊は、一定量の熔融滓渣を含む所の粘著ある鐵の小粒から成立つて居る。之を鎚打すれば幾分か其の滓渣がなくなる。鎚打は即ち滓渣を驅逐せしむるのである。が之が有効に實施せらるゝ程完全に塊の鍛接が行はれる。

此等の塊は桿に壓延されたる後、適當なる長さに切斷され積重ねて鍛接温度に加熱し再び壓延されて桿となるのである。斯の如く鐵桿は幾本かの鍛接片から成立つて居る。故に鍛接の或る部分に除去せられざりし酸化物あるときは、鍊鐵中に薄片狀酸化物の介在を見るのである。

鋼は熔融狀態より直にインゴットとなるのであるが故に鍊鐵の如く薄片狀酸化物を成生しない。其の代り他に障害は起るが本問題に關係がないから省略する。鋼は等質なる純粹の金屬にあらずして炭素、磷、硫黃、滿俺等の如き異元素を含有せる鐵合金たることは殆ど誰しも知つて居る。此等の異元素は多少に拘らず鋼に影響するのである。炭化物と磷化物とは熔融狀態に在るとき鐵中に溶解せるものなるも冷却後に在りては再び分離する。分離作用は徐々に起り其の温度の範圍も亦廣汎である。大部分鐵夫れ自身より成れる比較的純粹なるものが最初に分離する。炭素及び磷に富める部分は其の後に分離する。之に依れば最後に分離せられたる部分は固體となる。最低温度に在ることが判る。従つて再び加熱を行ふ場合には之が最低熔融點となるのである。換言すれば鋼片の再加熱に於て鋼全體に彌散せる或る部分に先ちて熔融狀態を呈する某温度があるのである。

二個の鋼片を鍛接する場合、之を非常なる高温に加熱するの影嚮を考慮するの必要に到來した。殆ど總ての場合に於て過度の加熱を行ふのは鋼の表面に形成せる滓渣即ち酸化物を熔融せしめんと

する爲である。高温度に熱したる鋼の表面に鋭く風を吹附ければ氣泡を生じ仕上後鍛接品の表面に龜裂を生ずる。又徐々に高温度に加熱すれば加熱時間、加熱温度、含有炭素量等に因り差異はあれども鋼の槌打に際し外部同様内部にも龜裂を生ずるのである。

前記の現象は屢起るのであるがこれは熔融開始點(The point of incipient fusion)以上に鋼を加熱した爲である。即ち炭化物と燐化物とが熔融を始め結晶體內に於て熔融せる小球を形成し且つ此等の小球は加熱時間の延長に依り含有炭素量の多寡に應じ多少に關せず連續せる袋状のものとなりて結晶界に入るのである。斯の如き袋(Envelope)が多少存在すれば著しく材料の粘著性を減ずるは明である。錘打を施したる爲め鋼に龜裂を生じ且つ最も甚しき場合には其の鋼が寸斷さるゝのも之が爲である。僅に爐内より一片の高炭素鋼を引出すに過ぎざる單作業に於てすら熔融開始點以上に熱したる鋼であれば之を裂斷せしむることがある。

#### 鍛接に使用する媒劑の效用

鍛接を行ふ際媒劑(Em)を使用するの適否に就ては科學者其他の間に種々なる議論がある。此の議論は大要二つに分れて居る。第一は多くの職工が媒劑の使用に極力反對して居るのは實際上何等の效果がないのに基いて居ると云ふのである。第二は媒劑の使用適當なりし結果充分なる好成績を得しを以て一方に在りて信憑すべき理論をやつて居ると云ふのである。

蓋し媒劑を使用すれば如何なる效果を生ずるのであるか。酸化鐵は不完全なる鍛接品と爲す原因となる許でなく、其の熔融温度比較的高さが故に鋼に燒過(Burning)を起さしむる危險がある。砂及び酸化鐵は頗る熔融し難いものであるが化合するときには極めて熔融し易くなる。即ち甚だ緊要なる長所を有する化合物たる硅素鐵を形成する。硅素鐵は酸化物よりも熔融温度が低い。従つて熔融開始點まで加熱するときの危險がなくなる。而して此のものは加熱作業中鋼に對し恰も假塗(Varnish)のやうな

働を爲すから引續いて起る酸化を防止する。又頗る容易に熔融し且つ流動性を帯びて居るので之を取除けば金屬面を清淨ならしむるに困難がない。語を換へて云へば清淨及び保護作業が簡單である。安全温度即ち熔融開始温度以下にて有害なる酸化物を除き得るのである。

鍛工等が媒劑を以て鍛接片を互に接著せしむる一種の粘著物質なりと認めて居るのは寧ろ不思議である。媒劑はそんなものではない。酸化物を除去する能力はあるけれども自身としては、又有害なものである。此の點に關して注意する必要がある。殊に媒劑使用者たる鍛工の間に種々なる意見があるのは何の爲であるかを明にしたい。過量の媒劑を使用するのは宜しくない。熔融し易き硅素鐵を形成するに一定量の砂は一定の酸化物と化合する。故に過量の砂を使用すれば、一部分は酸化物と化合するけれども過剰の分は依然砂の儘殘存する。加之ならず過剰の砂多き程、硅素鐵と砂との混合物の量増加し流動し難くなるので、殘存せる砂ある場合、鍛接不結果に終るは殆ど疑問を挟む餘地がない。

キヤスカート氏は鍛工の反對を受けたる鍛接問題を解決するに足る軟鋼板を所持して居るさうである。其の軟鋼板は直径一五吋、長さ一二吋なるシリンドラーを作る爲め屈曲せる厚さ一六分の三吋の鋼板から切取つたものである。これは普通の嵌接(Buried weld)に據つたものであつた。數百の板は些の困難もなく同一鍛工に依りて鍛接された。然れども此の板は何れも鍛接部の兩側に沿ひ正しく龜裂を生じた。冷間に在りて板の外観は恰も材料が燒過に陥つて居つたやうに見えたけれども、鍛接後に於ても熔融開始點よりも確に低温度にて他の板の如く龜裂を起したものがあつたことを知つた。

此の材料は熱に脆かつたのである。硫化鐵の熔融點は炭化鐵の熔融點よりも低いと云ふ事實に照し比較的低温に於ても龜裂を生ずることが判る。即ち炭化鐵の場合に於けるが如く硫化鐵の熔融を來し、而して周圍の鋼の分解に依り此の硫化鐵は一層多量に熔融物中に侵入して結晶粒の粘着力を減退せしめたのである。熱に脆きこと即ち燒過の問題について推斷するに、熔融を開始して居つた

のは硫化鐵或は酸化鐵の何れかに相違ない。此等のものが鍛接作業中に接合部に龜裂を生ぜしむるのである。然るに鍛接品に龜裂を生ぜざる理由如何、これも亦容易に説明が出来る。

此等の鉄を鍛接するには爐内に於て鋼を加熱するに際し、常に流動し易き硅素を以て鋼を覆ふたのである。鋤打に依りて結晶粒の分離を起さしめるは疑がない。然れども熔融せる硅素あるときは龜裂の壁に酸化物を形成することを防止し、且つ鍛接を完成する爲め鋤打を繼續するときは同時に龜裂をも鍛接せしむるのである。之を證明する爲め炭素量約〇・三〇%なる鋼を熔融開始點以上の温度に加熱し汽罐を以て之を打展したるに全表面に龜裂を生じた。そこで再び之を爐に返し砂を撒布したる後、安全鍛接温度に於て而も熔融硅素を以て蔽はるゝ内に再び取出して汽罐下に鋤打した。さうすると總ての龜裂が再び鍛接せられ、冷間に在りて二つに折曲げても破損しなかつた。又他の同一鋼片を取り鋤打を行はんとする直前に砂を多量にふりかけ龜裂を生ずる間は少し宛砂を拂ひ落した。斯かる方法を以て龜裂内に於ける酸化物の成生を防止し、引續いて之を鍛鍊したるに再び満足に鍛接されるのである。

右の試験は單に媒劑の作用及び價值を知る爲に行つたので實地に之を採用する爲ではない。鋼は熔融開始點以上の温度にて之を鍛鍊しないが宜しい。

下記の實例は鍛接片が清淨なる表面を有すべきことを明瞭に示して居る。殼に栓を打込みたる後之を引抜き能はざるものがあつた。此のものから厚さ一五吋のものを冷却後に切取り更に幅一五吋なる小部分を切取り殼と栓との分量を殆ど同じやうにした。然る後之を攝氏約八〇〇度に加熱し兩片の接著部に對し直角なる方向にて鋤打したけれども、分離を來さなかつた。そこで之を丸削して普通の引張り試験片を作りしに殼と栓とは完全に鍛接されて居ることが判つた。鍛接部は試験片の中央に來るやうに丸削したのに破斷部は一方に偏在して居つた。

前記の如く良好なる成績を示せる理由は、容易に之を説明することが出来る。打込みたる栓は新品にして清浄なる表面を有して居つた。黒鉛及び油は塗つてあつたけれども鋼製の殻に之を迅速に打込んだので栓の表面から黒鉛と油とは除去せられ、殻の中央部に於ては純粹清浄なる金屬が密接して居つたのである。勿論栓を引抜くことは出来なかつた。それから之を鍛接を起すに足るべき温度まで徐々に加熱した。但し其の温度は通常の所要温度よりも低かつた。又栓の膨脹と殻の收縮とに依り所要の壓力を生じて居つたのであらう。興味ある特徴を認むべきは栓の先端が鍛著されなかつたことである。此の部分は最大壓力を受けて居つたけれども殻の底の酸化せる表面と栓の先端とが接觸して居つたのであるから、完全に接著せしめんとするには、絶対に清浄なる表面を有すべきの反證となつたのである。

又二個の鋼片を取り、其の表面が熔融開始點以上の温度となるまで之を加熱したことがある。此のものは、鍛接線に沿ひて白帯を示し鋼の表面に脱炭作用ありしを證して居つた。ステッド氏は炭素と磷とは熔融状態に在りて互に分離して居るのであるが冷却するとき磷は炭素を驅逐すると云つて居る。即ち上記の白帯(フェライト帯)が磷に富むからである。夫ばかりでなく、鍛接部の底面に於ては、不規則なるパーライト帯がある。パーライト帯は酸を以て腐蝕すれば、黒色を呈し、銅試薬を以て腐蝕すれば白色を呈する。茲に於て乎、鋼片の表面を熔融開始點まで加熱すれば、其の附近に在る炭化物と磷化物とは熔融し、冷却後に在りては脱炭作用に依りて除去せられざりし炭素が磷に依りて驅逐せられ、磷自身は鍛接線に沿へるフェライト帯中に殘存することが判る。

なましを施すの必要

前項に記せる所は媒劑と鍛接品との關係を明に説明して居る。本記事の執筆者たるキャスカート氏は獨逸兩國に於て試験せられたる鍛接品の成績のことから接目の長さのこと等を論じ、最後にな

ましを施す必要あることを述べて居る。

鍛接部に接近せる部分をして、鍛接部と同様な高温度に昇らしめないうやうにすることは出来ない。従つて接近せる部分は結晶が粗大となり、且つ脆性を伴ふやうになるから之を醫正する爲めなまし (Annealing) を施す必要がある。なましを施すには多くの場合單に暗紅色に再加熱すれば宜しいと考へられて居る。これは近世科學の知識がない爲である。熔融及び鍛接温度は鋼中に含有せらるゝ炭素量少なきもの程なまし温度が高くなる。眞に有效なるなましを行ふには、炭素量に應じて一定温度に加熱しなければならぬ。此の一定温度に達しなければ假令其の附近まで加熱せらるゝも組織變化を起すものでない。臨界點を越してから急速に組織變化を起すのである。

此の事實は次の實驗に依り充分之を信用することが出来る。炭素〇四九%を含む鋼を焼過を起す位の高温度に加熱し、極めて徐々に冷却して粒の大きさを最小ならしめんとした。而して此の加工品は之を三組に分け、其の一組を水壓機にて壓斷したるに頗る粗大なる結晶組織を示した。其の他の二組は一本宛一端を拵子にて挟み他端を加熱した。即ち他端に於ては殆ど黄色を呈して居るのに一端に於ては黒色の儘であるやう漸次温度を減退せしめた。冷却後前と同一方法を以て壓斷したるに頗る異なる組織を示した。最も注目すべき特點は細粒部と粗粒部との間に明瞭なる境界があつたことである。

前記の諸事實を綜合し結論を與ふれば次の如くなる。

- 一 金屬面を清淨ならしむべきこと。
- 二 必ず適當なる媒劑を使用すべきこと。特に媒劑を使用するにあらざれば決して鍛接を行ふべからざること。

三 鋼は其の熔融開始點附近の温度に於て機械的に行ふべからざること。



- 四 接目は常に滓渣或は硅素鐵を容易に除去し得るが如き形狀を有すべきこと。
- 五 鍛接材料は可及的適當なるなまし作用を行ふこと。
- 六 なましを行ふには無暗矢鱈に加熱するのみにては宜しからざること。特定の鋼には特定の所要加熱溫度あること。
- 七 鍛接品は鍛接前の材料と同じ強さに製作し得ること。但し斯かる目的を達せんとするには基礎的理論を善く了解して作業の完璧を期すること。(完)

## 歐米諸大學に於ける工學實驗室の設備

竹 中 二 郎

### バーミングハム大學

エンジニアリング  
エンヂニア

一九〇九年七月號  
一九〇九年六月號  
より抜萃

現在の建物及設備に費したる金額は、總額五百萬圓以上に及び年々の維持費五拾萬圓を要し、敷地六萬坪あり、建物は第一圖及第二圖に示す如く、三階建にして放射狀をなす、機械工學に關する實驗室としては水力實驗室、機械工學實驗室及材料試驗室あり。

### 水力實驗室

水力工學に於ては水力機械、河川、水道、衛生に關する工學を攻究し、建物の内部は第五圖及第六圖に示す、此内にある主なる設備は下の如し。