

●鋼の熱處理法に關して

The Heat Treatment of Steel (The Iron & Coal Trade Review, Feb. 18 1916)

K I 生

鋼材を取扱ふに當り其の鋼材に對する最も適當なる熱所理法を講せざるへからすてふ問題は數年間斯業にたつさはれる幾多の専門技術家の注意を喚起せしめし所なれと猶今日に於ては鋼の熱所理法に關し重大なる要點を無視せる技術家も少々に非らざるか如し、彼の銃砲甲鐵板の製造家更に又自動車の製造家等は世間普通の技術家と異なり嶄新なる學理と實地とを應用し之れを以て最も良好なる鋼材を得つゝある點に於て斯界に於ける先驅者と目さる、現今發表さるゝ學說及び其應用的方法を講せる論説は極めて多數に上れるもその大部分は主として特殊鋼に對する熱處理法を述べたるものにして更に重要な炭素鋼に對しては何等の論説をも發見する能はず茲に發表せんとする所は普通一般の炭素鋼か極めて簡單なる熱處理法に依つて如何に其の面目の一新さるゝやを紹介せんとするにあり、實際鋼材を取扱に際し脆弱なる地金も單に適當なる溫度に於て加熱する事に依り極めて靱性を帶ふものとなさしめ得べく斯る例は極めて普通一般よく注意すべき事柄なれば茲に其の適當なる熱處理法による結果として鋼中に生ずる變化の性質並ひに其の重要な意義に就て説明せんとす

一般法則

41

(一)鋼にして其の熔融狀態よりか又は殆ど熔融點に近き高溫度に加熱せる後徐々に冷却せらるゝ時は結晶粒の大なる組織を有するものとなる。

(二)若し炭素含有量〇、八パーセント以下の鋼なる時はパーライト及びフェライトの二種の組織を有するものとなり兩者は全然別物となりて存在すれとも然も極めて相接近せる状態にあり、即ち言ひ換ふれば抗張力一平方時に就き約五二噸の強さを有するものと約二〇噸の強さを有するものとの混合物と見做さるべきものなり、赤熱状態に迄加熱し次て空氣中に於て冷却せられたる鋼の有する抗張力は殆ど兩者の量に正比例するものにして従つて今鋼か兩者を等分に即ち五〇パーセントつゝ含有するものなる時は $(52+20) \times 2 = 36$ 噸(一平方時に就き)の抗張力を有する事となる、又一例を取り硬質の成分即ちパーライト二五パーセント及び軟質のフェライトか七五パーセントなる鋼の有する抗張力は $(1 \times 52 + 3 \times 20) \times 4 = 112 + 4 = 28$ 噸(一平方時に就て)となるへし、

(三)鋼の徐々冷却せらるゝに際し其の加熱温度の高ければ高き程前記パーライト及びフェライトの有する粒は大となる。

(四)軟質のフェライト中に散在して點々パーライトの存在するか如き鋼(高温度に熱し徐々に冷却せられし時の組織)は其の有するパールドポイント¹は純鐵のそれの如く少なるものなり。

(五)純鐵は之れを熱し、之れを水又は油中に漬け急冷により焼入れを行ひても硬質となるものに非ざれどもパーライトの存在せるものに於ては七四〇度(攝氏)に加熱し次て水中に於て急冷せしむる時は極めて硬くなるへしと雖も又一方考ふる時はすへての建築用鋼材は一般に炭素を全く含有する事なき純鐵(フェライト)と及び炭素〇、九パーセントを含有する鋼とより組織せられ居るを以て如上の如き處理法に依りては或場合には極めて堅硬なる部分と一部分は又極めて柔軟なる部分とを生し其鋼材の硬軟一樣ならざる結果を生する恐れなしとせず、斯る例は屢々實地經驗せらるゝ所にして今一例を擧げて説明せんに汽罐用鋼板(Boiler-plate)の一片を採り之れを始め白熱状態に加熱したる後極めて徐々に冷却せしめたるものを再び攝氏七三五度に熱し次て之れを水中に於

て急冷せしむ、冷却後は琢磨して肉眼を以て窺ふに斯る熱処理を受けたる鋼は其の中硬質の部分は明らかに指示せらるべく今之れを顕微鏡によりて試験する時は硬質の部分は恰も堅き岩石か柔軟なる地表の上に聳へたるか如き觀を呈せり、即ち琢磨法により柔軟なる部分は磨滅せらるゝ事多く之れに反し硬質の部分は之れに犯されざる結果斯る現象を生せるなり。

(六)攝氏七三五度以上に加熱する事に依りその鋼の硬質の部分と柔軟なる部分とは漸次擴散を始め遂には極めて質一樣のものとなるに至るべく温度上昇して攝氏一〇〇〇度近邊に達するに及びては其の地金の質は全然等質となる、即ち硬軟二種の組成分は完全に相互に擴散を遂けしものにして斯る兩成分が完全に擴散を行なふに至るべき温度はその鋼中含有炭素分に依つて異なるものなり、炭素量〇、九パーセントを含有する鋼は攝氏七三五度を以て完全に行ふべく炭素量の減少するに従ひ〇、一パーセント毎に其の温度は一〇〇〇度と七三五度の間に変化せしむること必要なり

(七)一般に鋼の熱処理を行ふに當りその鋼の加熱せらるべき理想的の者とは如何なる温度なりやと云ふに即ち如上に述べし擴散の完全に行はるべき温度なりとす、然して今若し加熱に際し温度か此の點を超過する事大なるに従ひ結晶粒は粗となるに至るべく且つ高温度に於ける加熱時間の長さに連れ粒は更に益々大となるへし。

(八)擴散の完全に行はれ、等質の地金となりたる時その鋼を空氣中に於て漸次徐々に冷却せしむる時は硬軟兩質の成分は極めて微細なる無數の粒となりて存在するに至る、斯る鋼を稱して吾人はその鋼はノーマライズ(Normalised)されたりと云ふ、微結晶粒より構成せられ一樣なる組織を有するものなり。

43 (九)擴散の完全に行はれたる點に加熱せし後其の鋼を冷水中に放冷せしむる時は硬軟兩質は全く分

離する事なく極めて堅き地金となり茲にその鋼は焼入れを受けたるなり、その硬さの度は始めに地金中にあり硬質部分の多少により相違あり即ち含有炭素量に依りて變化すべきものなり、斯くして充分焼入れをなされし鋼に對し最大の靱性と強さを與へんか爲めには鋼を再ひ約攝氏五五〇度に少時間加熱したる後空氣中に於て放冷せしむる事必要なり、此の再加熱の法即ち焼戻の作業を行ふ時は鋼は理想的に等質の状態にあり極めて柔軟にして粘着力あるものとなる、斯くの如き二重の熱處理法を與へし結果其の鋼に及ぼす影響如何を研究せし一例はステッド氏に依りて發表されたるものあり、試験に用ひられたる鋼は坩堝鋼にして其の化學的成分及び機械的性質左の如きものなり

炭素 〇、六〇パーセント

磷素 〇、〇三六パーセント

試片は之れをノーマライズして攝氏七八〇度より水中にて急冷し更に之れを攝氏五〇〇度に於て焼戻せしものなり

イールドポイント(Yield point) 二二二〇噸—三七、四七噸

抗張力(Breaking Stress) 四一、九八噸—五八、八九噸

延伸(Elongation in 14 in) 一一、九パーセント—二〇、五パーセント

断面收縮(Reduction of area) 三二、七パーセント—四三、七〇パーセント

(二〇)今若し鋼の硬軟兩成分の完全に擴散の行はるゝ迄之れを加熱せし後熔融状態の鉛中にて冷却せしむるか或は又その鋼か針金の形なる時は冷空氣中に於て冷却せしむるか或は又砂中を通過せしむる時は其のものとの地金は焼戻作業にかけらるゝ事なくして柔軟性強さ及び等質性等の良好なる性質を帶はしむる事を得、此の處理法を稱して吾人は Negative quenching と名づく、即ち急激に

冷却せしむる意なれとも彼の水中に於て放冷せしむる程急冷の程度著しからざるものとす、次表に示すは斯る處理法を受けたる鋼線(炭素量〇、七五パーセント)の性質なり

ロールせられしもの(as rolled) Negatively quenched

イールドポイント(Yield point)	四二、〇六噸	六二、〇八噸
抗張力(Breaking stress)	五三、一五噸	七九、四四噸
延伸(二吋に就き)(Elongation in 2 in)	一四、〇〇%	一四、〇〇%
断面收縮(Reduction of area)	八、〇〇%	四三、一〇%

一般に鋼にして(焼鈍せられし)其の硬質の部分をパーライトと稱し柔軟部を稱してフェライトと云ふは斯界にたつさわるゝ人士の何人もよく知れる事にしてパーライトは又攝氏七三〇度以上の温度に加熱し更に之を七三〇度以上より急冷せしむる時は冷鋼に於ける所謂ハーデナイトなる組織となる、焼鈍作業は此のハーデナイトなる組織を多少完全にパーライトなる組織に變せしめんとするにあるも然もパーライト(純鐵及び炭化鐵の共融體組織は極めて細かき状態となりて分離し來るものなり、斯く焼鈍を受けたる状態にあるパーライトを稱してソルバイトと云ふ之れシエフヒールドの故ソルビー氏により命名せられしものなり、ソルバイトはパーライトに比し更に韌性に富み又強さの大なる組織にして一般にソルバイトよりなれる鋼をソルバイト的鋼なりと稱す、オスモンド氏は此のソルバイトをパーライトの分離せざるものと(Unsegregated pearlite)と記述せられたり

次に焼入れを施し従つて焼戻しを要する鋼を熱するに當り適當なる温度に就て一言せんに今鋼棒をとりてその一端を高温に加熱し他の一方は比較的低温の下に保つ時は勿論試片の兩端に於て温度の差異を生ずるに至るへし、そして今若し二本乃至三本の鋼棒をとり之れを配列してその間にとけやすき合金の針金を以てさしはさむ時は金屬の出合へる點に於て此等の合金線は熔融す

46 るに至るべく従つて此の温度の既知なるによりて或る一定の場所に於ける試片の温度を知り得へし、斯の如くして種々異なる合金を用ゐる試片に於ける種々の温度を知り得べく結局試片全體に全部に沿へる温度を求め得へし、然して後試片を水中に急冷せしめ次てその一側を削り取りたるものを稀硝酸に浸漬せしむ、試片にして臨界點以上の温度に熱せられたるものはその色黒乃至褐色にして臨界點以下に熱せられたる部分は灰色を呈す、此の兩者の間の點は明らかに認めらるへし、質硬き針を以て鋼試片の灰色の部分より漸次黑色の方にその表面をこすり行く時は最初の灰色を呈せる表面は直ちに疵を點するもその黑色部分に至る時は何等のあとをも認め得られず、此の境目は即ち所謂臨界點 A_c に當る所にして此の點に於て鐵の内部に變化を生しその物理的性質に著しき變化を伴ふものなり、又逆に試片を高温度に加熱せるものより漸次徐々に冷却する時は A_c よりも約二〇度以下の温度にて臨界點 A_r と名くを示すへし

斯の如き鋼の處理法に關して其の智識の主なる事は技術家、鋼材使用者の等しく認むる所なるか、今獨逸人か鋼に對し適當なる處理法を施せる結果如何に世人の賞讃を博せしかに就て一言せんとなす、獨人商會(クルツプ工場は其中の一員たりき)によりて所謂特殊鋼なる名稱のもとに販賣せしものなるか、戰亂突發する數年以前此の鋼は獨人等によりて極めて重要なる特殊の性質を有する鋼なりとして世上に發表されその價格も亦決して低廉なるものに非らざりき、然して此の鋼の有する特殊の性質を充分に發揮せしむるためには亦適當なる熱處理法を要すと、然れとも之れを分析し、又は檢鏡試験を施すに何等特殊の組織又は成分を見る能はずして普通の炭素鋼なる事を知れり、然して之れに特有の性質は獨逸に於て與へられしに非ずして獨人の教示をよく呑み込みし鋼材使用者か英國に於て與へしものにして結果は、はたして獨人の指示せし通り善良なる性質をあらはしたり。

兵器製造所に次ては自動車製造技師は他の技術家連に比し鋼材の使用に關しては遙か一頭地を

抜けるものにして彼等は常に普通の炭素鋼の洪大無限なる價值を活用せんとしつゝあり然して余は二三の専門家が最も適當なる熱處理法を炭素鋼に施して從來は只價格低廉ならざる、ニッケル、クローム鋼のみより得られさりし善良なる性質を炭素鋼より得つゝあるを知れり

亞米利加合衆國に於ける一會社には斯界の老練家ありて専ら鋼材の取扱に身を委ね炭素鋼の有力なる性質に就て益々深く研究しつゝありて其の結果價格も極めて從來よりも安價に鋼材の取扱をなすを得たり、今下に擧ぐる結果を見、猶炭素〇、八パーセント、ヅワナヂウム一、一一パーセントを含むせるヅワナヂウム鋼をアルノルド教授が研究せられたるその結果と比較するに小形の鋼にして適當なる熱處理法を施されたるものは價格高き合金鋼よりもすへての點に於いて優れるを見るへし

炭素鋼

ヅワナヂウム鋼

弾性界

六二、〇〇噸

五四、〇〇噸

抗張力

七九、四四噸

七七、一〇噸

〔延伸(二時に就き)〕

一四、〇〇%

一〇、〇〇%

斷面收縮

四三、〇〇%

一七、六〇%

右の中ヅワナヂウム鋼は何等熱處理を施さしりしものにして唯通常ロールせられしものゝみなる事を注意すへし、ニッケルクローム鋼に對し最善の性質を附與せんとせば最も注意深き熱處理法をなさしるへからず

炭素鋼にしても含有炭素量の異なるに従ひ如何に熱處理法の限界を定むべきかに就きその研究は最も必要なるへし、一般に云へば炭素量多き鋼を建築其の他の (Structural work) に使用する事を躊躇する向きもあれと若しも適當に處理するときには此等の鋼は最も安全なりとの充分の證據を提供

48
するを得へし、然れともニツケル其の他合金鋼に於けるか如く全く斷定的に安全なりと云ふには非
す。

●昨年度に於ける世界商船建造額

(“Engineer”—Feb. 4, 1916)

昨一千九百十五年度に於ける世界商船建造額は各交戦國海軍の要求其の他の原因に依り實際の報告を得ること頗る困難なりしを以て吾人は此の事業に對する評論を發表するの機會に接せざりき。ロイド協會は世界各地に検査官を派遣しありて、各其の地方の建造數を知ること比較的容易なりと雖、敵對國側の國々よりは報告を得ること能はざるを以て、此の點より言へばロイドの報告と言へとも、完全と稱するを得ざるなり。故に此の非常の時期に於ける商船建造額を以て常時に於けるそれと比較し以て造船界の趨勢を窺はむとするか如きは素より輕卒に失するの嫌ありと雖、世界を通して商船の建造額は戦亂前三四年間の平均産出年額に比し約三分の一を少しく超過するに過ぎざること記憶するは、今後の海運界に取りて重要な事項たらずむはあらず。仍て吾人は最近刊行のロイドレヂスターより第二表を抄出して讀者の一察に供せむとす。

蓋し交戦國造船所は各自の海軍力を増加するか爲に力を割かれまた商船に全力を盡すこと能はざるか故に、中立國に取りては方に其の商船建造業を發展せしむべき絶好の機會なりとは一般に唱導せらるゝ所なりしに拘らず、事實に於て、昨年度の建造額を二年前の額に比較するに其の増加せるものは僅に丁抹に於ける四千二百六十六噸即ち一割〇五厘、和蘭に於ける八千七百七十九噸、即ち七