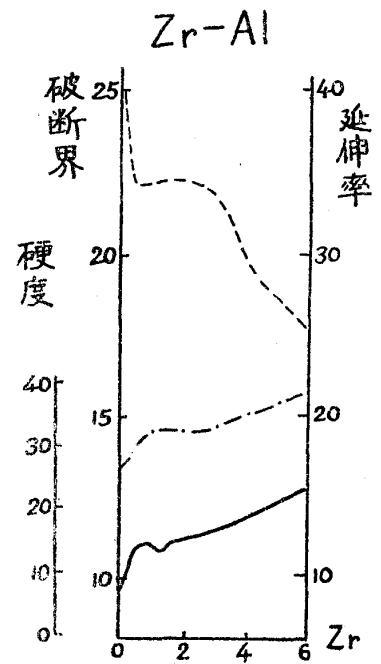
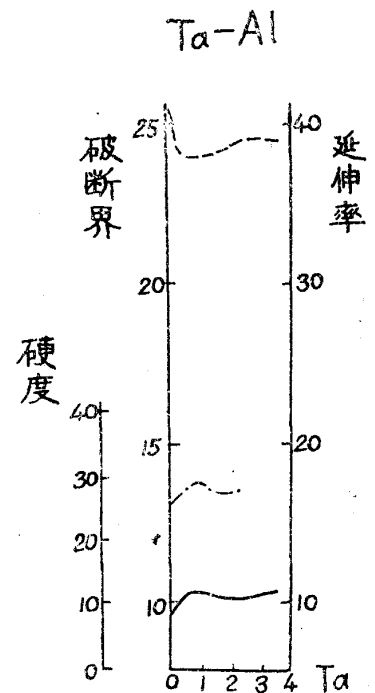


第二十二圖



第二十三圖



炭素鋼の調質に就て (承前)

機關車用車軸

機關車の構造に使用する車軸及他の重量ある鍛造品の調質法を説明するときには、以て上記の範圍に屬する炭素鋼の取扱法を窺知するに足るへし。

調質したる車軸 調質すべき車軸の炭素含有量は〇・三五乃至〇・五〇%にして一般に次に示す如き規格に合致せしむる様取扱ふものとす。

抗張力
平方吋
封度

八五、〇〇〇

弾性界
平方吋
封度

五〇、〇〇〇

延伸率
(標點距離
吋)

二二

斷面收縮率

四五

車軸は概して華氏一、四〇〇乃至一、五〇〇度に於て健淬し、主として加熱を正確に且有效なる取扱を爲すを條件とし、之か健淬劑には弘く油及水を用ふ、就中水は調質の効果著しく鋼の堪へ得へき最大抗張力を與へ、油は水に比すれば同一の靱性を生ずと雖之か抗張力稍々劣れり。是を以て理論上炭

素含有量少なき鋼に對しては、之か健淬劑には、油より寧ろ水を用ふるを可とす。特に水は其冷却或は循環裝置並に之か補充に費用を要せずして常に新鮮なる冷水を誘導し調整し得る便あり、然れとも水を健淬劑に用ふるときは、車軸の如き形狀大なるものに對する作用過劇なるを以て、割裂及内部に歪みを生し易く、是等は再加熱即ち軟過するも往々矯正し得ざるか故に水の使用を非難するもの多しとす、之れ妥當の説にして油は車軸の健淬劑とし用ひ、遙かに安全に且均齊の結果を生ずるも、經濟上より論すれば宜しく水を代用するに如かず。

健淬したる車軸は尙其の餘熱を保持する間に、健淬の爲め生したる歪を矯正し且同時に所要の物理的性能を附與するに足るべき溫度を有する再熱爐に裝入すへし。而して此溫度は鋼の化學的成分に據り、華氏九〇〇乃至一、二〇〇度とす。然るに軟過溫度高きときは鋼の靱性尙大にして、著しく粒の粗鬆となるはトルスタイト及ソルバイトの移動成分變形して、 γ + δ + ϵ + ζ となつて成るか故なり。純炭素鋼を水健淬し華氏一、〇〇〇乃至一、一〇〇度に軟過すれば其組織は全くソルバイト狀に變するも一、二〇〇度に達するときは著しく遊離フェライトを現はすものたり。而して車軸を軟過する場合に於て均齊に溫度を維持し、且熱を車軸全體に侵徹せしむる爲、長時間爐中に放置するは強ひて勸告し能はざるも、尙車軸の軟過溫度を保つに拘らず、之を爐より抽出せんよりは寧ろ其の儘冷却せしむるを可とす。

米國材料試驗協會所定の規格に合致せしめんか爲、酸性鋼の車軸及他の大なる鍛造品の製造に従事する一製作者の採用する溫度は次に示すか如く、華氏一、四五〇度に於て油健淬を施したる後以下の如く再加熱し空氣冷却或は灰中に冷却せしむ。

炭素	〇、四二乃至〇、四五%は華氏一、二七五度	同	〇、三三乃至〇、三八%は同	一、〇七五度	
同	〇、三八乃至〇、四二%は同	一、一二五度	同	〇、二八乃至〇、三三%は同	一、〇〇〇度

次に示すものは米國ベンシルヴァニア鐵道局に於て、平爐式鋼製の機關車用車軸に對し特種の試験を行ひ爲に得たる成績とす。

炭素〇・四一%

抗張力

彈性界

延伸率

斷面收縮率

鍛造したる儘のもの

七三、六七二

三一、五〇五

三一・六

四三・六

華氏一、五〇〇度にて水健
淬し一、〇〇〇度にて軟過

九〇、二五〇

五四、五七五

二五・四

五二・四

炭素〇・五〇%

抗張力

彈性界

延伸率

斷面收縮率

鍛造したる儘のもの

八三、四三〇

三四、三七〇

二二・六

三〇・〇

華氏一、五〇〇度にて水健
淬し一、二〇〇度にて軟過

九〇、〇九二

五三、六五五

二七・一

五二・八

車軸の反淬 適當なる名稱なきが故に假りに斯く名けたりと雖、此標題の下には長方形の加熱筋或は之と類似の法に依りて處理すべきものを包含し大體普通健淬する如く車軸を加熱し、次て之を一定秒時間冷却槽に浸漬したる後、直ちに抽出して油或は水中に浸漬せしに依り、爲に健淬せられたる部分を反淬する爲、車軸の内層より熱を放散せしむるを主眼とす。然るに此法は極めて精巧の域に進歩し、車軸の中心と外層との間に位する部位より試験桿を採取し試験するに、其の成績悉く均一なるものを得るに到れり。而して此法の要領は簡易にして、爲に加工品たる車軸の中心は強靱なると同時に克く摩擦に耐ふる硬質面を形成せり。又此法を非難するものは、組織の不均齊なるを主點とし論すと雖、避け難き個人差の加はるものたるか故に、宜しく數例を對照し採否を判定せざるを得ず。

車軸の軟過 車軸は稍々上部臨界範圍を超ゆる溫度に徐々に且等齊に加熱し、鋼が熱に感應するに足るへき時間其の溫度を持続したる後、其の儘爐と共に放冷するに在り。然れとも若し鍛造の際に

於ける作業の状況竝に仕上温度か良好なる物理的試験成績以外に鋼の組織を細粒ならしむ如く調整せられたるものとせは、數多の實例に徴するに臨界温度以上に加熱する要なしと知るへし。又重量ある車軸を一時に多數軟過せざるへからざる場合には、熱烙したる車軸を抽出して直ちに是等を凹地に駢置し石灰或は灰にて掩ふへし。一般に軟過は製造上前作業の爲生せし歪みを矯正する效あるのみ必しも鋼の堪ふべき物理的性能を大ならしむものならず、要するに軟過したる車軸は其の冷却速度と、之か構成的組織よりフェライトを分離する爲與へられたる時間とに據り、パーライト及遊離フェライト並にフェライトの粗鬆なる粒を顯はすものなり。

軟過に依り所要の抗張力を得んとするには、單に調質を目的とし爲に使用する鋼よりも尙炭素含有量多きものを要す、例令は平方吋に付八〇、〇〇〇封度の抗張力あるを要する場合には〇・五〇％の炭素鋼若くは其の以上を求むへし。米國材料試験協會の推舉する所に據れば、華氏一、五〇〇度は〇、四〇乃至〇・六〇％の炭素鋼を軟過するに適すと稱するも、此種鋼の臨界温度は華氏一、四〇〇度、或は其の以下なるを以て華氏一、四〇〇乃至一、四五〇度を軟過温度とせは、抗張力及靱性を併有すると同時に破面の良好なるものを得へし。

然れとも記者は概して軟過に長時間を要せしも、前記より一層低温度に於て遙かに佳良の成績を得たり、次に示すは酸性平爐鋼に對する低温度軟過の結果を擧ぐるものなり。

炭素%	滿俺%	磷%	硫黃%	抗張力 平方吋	彈性 平方吋	延伸率 離二吋	斷面收縮率
華氏一、四〇〇度に軟過したるもの							
〇・四二	〇・五一	〇・〇三四	〇・〇二八	七八・四二〇	四七・四六〇	二八	五四・六

調質したる車軸の瑕疵 炭素鋼及合金鋼製の車軸を調質し、脈狀物以外に析出及其の他の不純物を生ずるは處理其の當を得さりし結果にして健淬或は軟過の孰れを施すにも加熱不等なるか、若くは不充分なるときは早晚疵瑕と成りて現出する不均齊の内力を生ずるものとす。而も是等の瑕疵は

必ず横方向に顯はれ決して縦方向ならず、亦断面の大なるものを水健淬すれば、往々表面に現はれる割裂を生し易く、之か實役に就き過度の負荷或は反跳を受くるに當り表面に出現することあり。斯の如き缺點は撃突試験を行ふときは時に之を發見する難きにあらざるも、費用を要するか故に一車軸毎に試験すること能はず。然れども鍛造作業に於て甚しく其の容積を縮少したる車軸に對し、注意を加へ均齊に且適當の溫度に加熱し、其の溫度の鋼に普及するに足るべき時間持續したるものは、之か物理的性質たるや大に軟過したる車軸に勝れることを證すべし。

又一方に在りて數多の鐵道技師は、所謂調質したる車軸の往々瑕疵多きを驚嘆し既に今日は油或は水健淬したる車軸の使用を絶対に廢止するに到れり。然るに斯の如く車軸問題の重要なる形勢に鑑み、空氣或は蒸汽にて車軸の如き鍛造物の果して健淬し得べきものなるや否やを研究するものありて遂に此式に基き考案せる方法に依り驚くべき結果を得たり。之れ學術上の方面より觀察し實に著大の創見なりと謂ふべし。是に據るも〇・四〇%の炭素鋼に對しては、著しく低き軟過溫度の必要なるを知るべし。

〇・四五乃至〇・三〇%炭素鋼

大なる寸度を有するものゝ取扱 炭素含有量累次増加し〇・四五%を超ふれば、全く其の效果著しく大に鋼の脆性を増すものにして、一般の調質法を知らば若し炭素含有量〇・五〇%の限界を超へたる大寸度の鍛造物を健淬すと雖、事實上之か效果は頗る薄弱なるを克く證明し得るか故に、前説の妄ならざるを説明するに足るべし。是を以て斯の如く大寸度のものを取扱ふは殆ど禁止する所なり、之れ調質の際若くは實役中に割裂を生ずる虞あるか爲とす。然れども大寸度のものを健淬し或は軟過すれば若干其の靜的強度を増すべしと雖、爲に永久不滅の割裂を發生し、若くは初發の瑕疵を再生せしむる等の危險を冒さざるを得ず。要するに大寸度のものに對し充分調質を施すときは、縦令鋼の物

理的性質を高からしむるも、後に掲ぐる〇・五〇％の炭素鋼製車軸を處理し依りて獲たる成績に徴するも、此種の炭素鋼に對する需要漸次減少するに到ること明かなり。

〇・五〇％炭素鋼製車軸

鍛造したる儘のもの

華氏一、四〇〇度に於て水健淬し一、二〇〇度に軟過せるもの

抗張力	彈性界	延伸率	断面收縮率
平方吋 封度	平方吋 封度	標點距離 吋	
八三、四三〇	三四、三七〇	二二・六	三〇・〇
九〇、〇九〇	五三、六五五	二七・二	五二・八

小寸度のものと反淬との關係 此範圍に屬する炭素鋼製の齒車、壓型等の寸度小なるものに對し健淬及反淬(全く軟過と異なり)を施すは調質法中重要な事項にして、此等の場合には炭素含有量の増加は固有的に摩滅に抗し得る硬度を生し、而も此性質は健反淬の爲益々増進するなり。中等寸度竝に之より稍々小なるものは、適當に水健淬を施すことを得るのみならず、寸度稍々大なるものを水或は油健淬し、爲に當然惹起することある危険の度は割合に尠少にして、之か再熱溫度を種々變更すれば次に示す物理的性質に近似する成績を得へし。

彈性界

平方吋
封度

延伸率

(標點距離
吋)

断面收縮率

五〇、〇〇〇乃至一一〇、〇〇〇

二〇乃至五

五〇乃至一五

軟過 〇・五〇乃至〇・六〇％炭素鋼の普通軟過は其の成績區々にして一定せざるか故に、處理者の

多く腐心する所たり。然れとも斯る疑惑を生ずるは主として加熱品たる鋼に凹凸あるか、或は寸度及容積の關係上冷却速度に遲速あるに基因すへし、例令は炭素〇・五〇％乃至〇・五五％を含む六吋平方の短片を華氏一、四〇〇度に加熱し爐と共に放冷すれば、一般に次の規格に合する成績を得へし。

抗張力

八〇、〇〇〇

彈性界

四〇、〇〇〇

延伸率

二二

断面收縮率

三五

然るに寸度尙小なるものに對し、同一爐を用ひ同一要領に軟過すと雖、其の大きさ如何に據り、次に示

す範圍内の物理的成績を得るなり。

彈性界

四五〇〇〇乃至六〇〇〇

延伸率

二〇乃至一五

斷面收縮率

四〇乃至三〇

換言すれば冷却速度の極めて不變なるは鋼の斷面及容積竝に爐の大小に關係し、亦爐の冷却速度は之か加熱溫度に支配せらる。且他の之に關係せる幾多の要因は實際物理的の結果を顧慮する以上は是等鋼の一般的軟過に關し各箇の問題に就き説明せざるへからず。

是を以て若し鋼を軟過(廣義の意味)―特殊の物理的成績を求めんと欲するときは、先づ受領せし儘の鋼に對し豫備試験を施すを有利とす、然るときは其の成績の如何に依り鋼は幾何度にて軟過せざるへからざるか、或は前實驗に據り之か適當の再加熱溫度を判定し得るの理なり。要するに臨界溫度以下にて鋼を軟過するもパーライト鋼の一般組織を變化せしむる效なく、僅に歪み及内力の生ずるを防ぐ而已。加之鋼は壓延若くは鍛造の如き前操作を受くるに當り、多く實際の作業に徴するに多少ソルバイト狀たらしむるを以て、斯の如きものに對しては縱令臨界點以下なりとも、再加熱即ち一般の軟過を施し、其の物理的の結果を變する要あり。

斯の如く一般の軟過溫度として採用するは華氏九〇〇度乃至其の以上にして、時に上部臨界溫度を超ふることあり。然れとも記者の實驗する所に據るに、華氏九〇〇度若くは其の附近を經由したる鋼の物理的試験成績は、變化すること極微なるか或は毫も影響せざるか如し、之に反し此溫度より以上に達すればソルバイト狀の組織は漸次パーライト及フェライトに變質凝固し、靜的強度の低下するに従ひ益々可延性を増大す、故に一般の軟過溫度を調整すれば、自然之か物理的成績を所要の限度に低下するを得へし。

若し鋼の組織を全然變化し可成的細粒たらしめし且最大可延性を求めんとするには、稍々上部臨界範圍を超へたる溫度に鋼を軟過し徐々に冷却するを要す。

空氣冷却の作用する如く、是等の硬質なる鍛造鋼の抗張力に及ぼす冷却速度の效果は、實際軟過(健淬と區別す)に依り昂上せしむることを得るは既に詳述せし所なるを以て、炭素含有量多きこと〇・五〇乃至〇・六〇%の鋼は、臨界範圍を經由し多少急速度に於て空氣に冷却せしむれば、著しく其の硬度を増進するは既知の事實なり。今車軸の取扱上此最大原則を應用すれば、勿論若干の變化あるも極めて有利にして、抗張力を低下し且可延性と靜的強度との比例を適當ならしむる爲には、再加熱し或は反淬するの必要を認めたり。然るに既に今日に在りては車軸の大製作に斯の如き處理法を採用するに到りたるか故に、益々進歩發展し將來は概して車軸其の他寸度大なる鍛造物の調質に熾に應用せらるべきや明かなり。

〇・六〇%以上を含む炭素鋼

一般の調質法 炭素量多き鋼を處理するは、從來専ら健淬及軟過の二教義のみを遂行し之が強靱作業を施さるるか如し、何となれば健淬後に於て是等の鋼を再熱するときは頗る脆弱と成り、普通の構造材料として使用し能はさる弊あればなり。又之と同理に依り反淬を施すの可否は一に工具所要の硬度に支配せらるのみならず、之か化學的成分竝に多く健淬作業の成績如何に關係すへし。

健淬 次に示す一般の要略中に健淬上の注意事項を再録すれば左の如し。

(一) 炭素量多きを含む鋼を健淬するには、宜しく最低溫度を採用すへし。

(二) 緩徐に且均齊に加熱すへし。

(三) 炭素含有量多きに從ひ益々健淬上周到に注意するを要し、之か溫度の限界一層狹少なり。

炭素含有量の多寡は大に採用すべき健淬溫度に關係し、且順次に臨界溫度の位置に影響を及ぼすものとす、今其の要點を擧ぐれば次の如し。

炭素含有量%

臨界溫度(華氏)

健淬溫度(華氏)

炭素含有量%

臨界溫度(華氏)

健淬溫度(華氏)

〇・六〇	一、三四〇—一、三八〇	一、四〇〇—一、四六〇	一、一〇〇	一、三四〇—一、三六〇	一、三七五—一、四三〇
〇・七〇	一、三四〇—一、三七五	一、四〇〇—一、四五〇	一、二〇〇	一、三四〇—一、三六〇	一、三七五—一、四三〇
〇・八〇	一、三四〇—一、三六五	一、三九〇—一、四五〇	一、三〇〇	一、三四〇—一、三六〇	一、三七五—一、四二〇
〇・九〇	一、三四〇—一、三六〇	一、三七五—一、四五〇	一、四〇〇	一、三四〇—一、三六〇	一、三七五—一、四二〇
一・〇〇	一、三四〇—一、三六〇	一、三七五—一、四五〇			

炭素〇・九〇%以上を含む Hyper-eutectoid 鋼は、健淬前の機械的及加熱作業に依り其の全體に遊離セメントタイトを充分に分布し、或は乳化するものと假定し上記の健淬溫度を示したるものにして、壓延若くは鍛造に當りて之か仕上溫度適當なるときは、斯の如き狀態を呈するは一般に事實なりとす。之を以て斯る場合には其の遊離セメントタイトを乳化する爲 $AC_{0.01}$ の限度以上に加熱し、次て主たる臨界範圍を稍々超ふる溫度に急冷する必要なかるへし。然れとも前加熱作業の爲遊離セメントタイトを網狀に化せしめたるときは、之を球狀に變し且摩擦に抗する力及旋削硬度を最大ならしむる爲、複急冷法を應用せざるへからず。

軟過 Hyper-eutectoid 鋼の軟過法は曩に詳述したるか如し、今炭素含有量〇・五八乃至一・三六%に涉る一一八時の角桿を軟過し、物理的試験を施せし氏の實驗成績を示せば次の如し。

〇・五八%炭素鋼(軟過)

物理的試驗成績				顯微鏡試驗	
加熱處理	抗張力	彈性界	延伸率	組	織
軟過溫度 (華氏)	平方吋	平方吋	三・一五吋	縮率	硬 度 數
一、一一〇	九九、五四〇	—	一五・八	四三・四	一九六
一、二〇〇	九八、四二〇	四五、五一〇	一七・七	四九・〇	一八三

網目に粒狀パーライトを詰めたる網狀フェライトを現はす。
フェライトのパーライトに變せんとする狀を現はす。

一、二九〇	八四、二〇〇	三九、八二〇	二〇・七	五九・二	一七四
一、三八〇	九三、八六〇	三六、九八〇	一八・六	四三・四	一七六
一、四七〇	九六、八六〇	三九、八二〇	一九・一	三六・八	一八七
一、五六〇	九六、七一〇	三九、八三〇	一七・九	三五・六	一八三
一、六五〇	九八、一三〇	三九、八二〇	一八・六	三六・八	一八五
一、七四〇	九三、八六〇	三六、九八〇	一六・七	三三・六	一八七
一、八三〇	一〇〇、七〇〇	三九、八二〇	一三・一	二五・二	一九六

備考 臨界温度 $\Delta\theta$ は一、三三七度にして一、三五五度を最大とす。

○八—%炭素鋼(軟過)

物理的試験成績

加熱處理 軟過温度 (華氏)	抗張力 封度	弾性界 封度	延伸率 三・一五吋	縮断面 率	硬 度 ブリネル 度
一、一一〇	一〇二、九五〇	—	一三・一	三七・六	二二二
一、二〇〇	一〇六、四〇〇	四二、六七〇	一四・〇	三五・六	二〇七
一、二九〇	九九、五四〇	三九、八二〇	一七・八	四三・四	一八七
一、三八〇	一〇〇、七〇〇	三二、二九〇	一四・六	二九・四	一八三
一、四七〇	一〇二、八四〇	三二、二九〇	一二・五	一四・八	一九六
一、五六〇	一〇五、二五〇	三六、九八〇	一三・一	二三・〇	一八七
一、六五〇	一〇〇、四〇〇	三一、二九〇	一三・一	一九・四	二〇三
一、七四〇	九八、九八〇	三一、二九〇	一〇・二	一四・〇	二〇七

備考 臨界温度 $\Delta\theta$ は一、三二八度にして一、三三七度を最大とす。

○九二%炭素鋼(軟過)

物理的試験成績

加熱處理 軟過温度 (華氏)	抗張力 封度	弾性界 封度	延伸率 三・一五吋	縮断面 率	硬 度 ブリネル 度
一、一一〇	一二二、九〇〇	—	一二・〇	二・三〇	二二八
一、二〇〇	一二〇、六〇〇	四二、六七〇	一三・〇	二・五二	二二七
一、二九〇	九八、四二〇	三六、九八〇	一一・五	三・三六	一六三
一、三八〇	九一、〇三〇	三四、一三〇	一七・八	四・三四	一七四

細小なるフェライトの結晶及パーライト現はる

遊離フェライト及パーライト現はる

フェライトの分布均齊ならざりしかは、他の試験棒と全く異なる組織を現はす。

網状フェライト及一部粒状と成り一部は薄片状と成りたるパーライトを現はす。特に著しく粒状を成せるパーライトを詰め、粗鬆なるフェライト粒の網状を現はす。

顕微鏡試験

組織顕微鏡試験

粗鬆なるパーライトを現はす

組織全く均齊なるに、他の試験棒と大に異なる組織を現はす。

拔 萃 炭素鋼の調質に就て

一、四七〇	九〇、三一〇	四七、五〇〇	一七・三	三六・八	一八七
一、五六〇	九三、三〇〇	四二、六七〇	一三・七	二七・四	一八七
一、六五〇	一〇二、一〇〇	三二、七一〇	四・五	五・〇	二〇九
一、七四〇	九五、五八〇	二八、四四六	四・六	六・八	一九六
一、八三〇	一〇一、八三〇	—	二・六	四・四	二二三

備考 臨界温度 A_0 は 一、三、四、五 度に 始り 一、三、五 五 度を 最大 とす。

遊離セメントライトを現
粒状パーライトを現
遊離セメントライトと
粒状パーライトを現
遊離セメントライトを
現はす。

セメントライトは集中して細粒の組織を成す。
セメントライトの結晶粒を大にして、パーライトは一部分薄片状を成す。
組織甚しく變し、セメントライトは網目大なる網状を成す。
網は過熱せられたり。

(完)