

拔萃

鋼中のセメントタイトの凝結に 關する研究

中村 生

(エンヂニアリング、一九二二年一月、六日—十三日)

總論

合金中の同一相に屬する同種類の組織分子は凝結して漸時粒が成長することは一般の現象なり。尙著しき現象と見るべきものは、二つ以上の位相を有する合金の各相の輪廓が圓くなることで之は與へられたる容積に對して最小表面積を占むる爲めに球狀化するものゝ如し。特別の一相内に於ける成分子が成長して且つ之が球狀となるといふ二重現象は組織が平行狀態を保つ上に於ける特性なり。

溫度一定なる場合 組織分子の相互溶解度の變化は曲面の半徑、歪形狀想及固體の擴散の速度に影響する、故に合成體の原形及内力は大關係を有すれども粒子の内力は高溫度に於ては存在せずして反て之は取り除かる。擴散の速度と溶解速度とは溫度と共に増加するが故に凝結は溫度の上昇と共に益々速かに生ずべく即ち溫度と加熱時間が此の問題の主因子なり。

溫度の下降する場合 前述の數種の因子に附加すべき事は

結晶分子の形態の影響、固溶體の不均質、溫度に伴ふ溶解力、結晶發達力及其速度である。溫度の上昇と共に結晶分子は消滅するが故に結晶の起る現象は原狀態の如何に由り尙微量の化學的元素の存在は化學的に組織に觸媒的に作用す。後者の影響は次の如き不定因子の介在に由りて影響せらる、即ち化學的成分元素の狀態及平行圖的條件、以前の熱處理の程度即ち最高加熱溫度及熱時間に由る特性を示す) 及冷却の速度等である。之に反して析出する細結晶の輪廓が組織分子の形態に及ぼす直接影響としては溫度の交番變換中(平行圖中の變態線の附近を加熱及冷却を交番に行ふこと)に球狀となる傾向を防ぐ。且つ溫度上昇する際の溶解の速度は以前の組織分子の大きさに關係を有し、前述の諸條件に加ふるに溫度の變化に伴ふ法則、殊に溫度の交番變換の數及振幅は直接の原因たるべし。

以上諸因子の鋼に及ぼす影響 炭素0.5%以下の低炭素鋼に於てはセメントタイトの凝結はパーライトの地に現はる、パーライト中のセメントタイトは其周圍が多少圓みを持つに至る。然れども、飽和炭素鋼若しくは過飽和炭素鋼に於ては此現象は生ぜず。薄片狀セメントタイトが球狀セメントタイトに變化するには一つの中間の狀態を経る。之をベネディク氏はネックレースパーライトと稱せり。夫と同一の現象が高級炭素鋼を一度急冷して後過熱する場合に生ず。過飽和炭素鋼の場合には次の區別あり、(1) A_{cm} と A_1 との間の溫度即ち炭化鐵と固溶體の共存せる間は溫度の上昇と共にセメントタイトの溶解度は著しく増加す、(2) α 鐵と炭化鐵との共存せる間はセメントタイトの溶解度は溫度の如何に係はらず殆ど零である今日迄

球狀セメントタイトに就て研究せし諸大家は多數あり其研究結果を次の項目に纏むれば或點は一致し或點は撞着して各研究者によりて個々である、今著者は簡単に夫等の結果を對照しつゝ著者の新研究を述べんとす。

I 冷却速度

A_{cm} と A_1 との間及 A_1 を通過する間即ちセメントタイトの溶解度の變化する點に於て緩冷することはセメントタイトの凝結を助長する、冷却速度を緩徐ならしむることは種々の溫度に於ける焼鈍の時間を延長することゝ等し。此現象は A_1 以下に於ても明瞭に起る。然し後に述べる如く A_1 以下に於ける焼鈍は相當の結果を得るには非常に長時間を要し、從て、實際上に於ては結果は零といふ意味なり。ハーネマン及モラウエ兩氏は飽和炭素鋼のセメントタイトを球狀化する最高速度は毎分攝氏二度を與へてゐる。然し過飽和炭素鋼に於ては之が比較的容易に起る。之は過飽和セメントタイトが冷却を阻止する爲めなり。故に一・三%以上の炭素鋼にして其試料が小さき場合には薄片パライトを得るには空中放冷することを要す。過飽和炭素鋼を普通の方法にて焼鈍したるものは一般に粒狀組織を得る。之には最初の加熱溫度は考に入れざりしが、若し完全にセメントタイトが溶液となる迄充分熱したる場合は此規則は成立せぬ。最初の加熱溫度の影響に就ては後に詳述す。 A_1 を通過する速度が唯一の決定因子なりとせば鑄込たる儘の飽和炭素鋼及過飽和炭素鋼の鋼塊は總て粘狀となるべきなれども反對に斯かる鋼塊は薄片狀組織となるとは周知の事實である。焼鈍の際の過飽和セメントタイトの凝結現象は極度に滲炭したる試料によりて總ての場合の組織に於ける現象を検し得。原

試料を檢鏡すれば外部は滲炭の結果過飽和炭素の爲めにセメントタイトは粗大なる針狀結晶となりて、鐵炭素固溶體の地に存在し所謂ウイドマンステッテン組織をなし内部に進むに従て炭素量を減ずる爲めセメントタイトは細胞狀となれり。此鋼を攝氏九百度に焼鈍する(加熱時間は四時間にて後七・五時間に亘り冷却する)時は次の連續的結果を得。

(a) 針狀結晶(實際は薄片結晶)のセメントタイトは縁が圓みを帯び來り絲の如き配列は原形の跡を留むるものなり。

(b) 細胞組織は壞れて粒狀又は球狀となる傾行を見る其分散状態は原形を示す。

(c) 尙内部へ進みたる過飽和炭素鋼にして之より外部のものより炭素量少き部分の細胞組織は殆ど變化を受けず。

II A_1 以上の加熱と時間

過飽和炭素鋼を A_{cm} 以上に加熱すればセメントタイトの固溶體を得、此結果は溫度高き程速かに得らる、故に溫度の上昇と時間の延長とは遊離セメントタイト及結晶を遲滞せしめ、且つセメントタイトの細粒子をも消滅せしめ固溶體は均一の組織とならんとす、斯の如き均一組織を作る傾向はセメントタイトの凝結を阻害する、實例に徴すれば鑄込みたる儘の鋼塊は此現象を認め得。更に表面を滲炭せし鐵を鋼を高溫度に永く放置すれば一週間以上に亘りて冷却してもセメントタイトは薄片狀パライトを形成し少しく廓大すれば之を認め得。

著者は次の例に於て同様の結果を認めたり。即ち表面滲炭鋼を攝氏一、三〇〇度か一、四〇〇度に加熱して之を極めて靜かに一分間〇・三度位の速度に冷却すると總てパライトは薄片狀となれり。其外實例は數多あり。本多及齋藤兩氏

は含炭量の種々異なる鋼を種々の温度に於て二十分間加熱して徐々に（其速度は不明）冷却したるに其結果過飽和炭素鋼にありてはセメントタイトの凝結は A_1 と炭素量に應じて少くなり高温度との間に於て起れりといふ。

炭素量	0.80	1.20	1.59 以上
凝結の最高温度	75°C	780°C	830°C

攝氏八五〇度以上の温度より冷却したる場合は薄片狀パールイトを得たりといふ。セメントタイトを凝結せしむる爲めの加熱温度及其時間は實際工業上には屢々不明である。殊に炭素一・〇%クロム一二・〇%を含有せるボールベアリング鋼の軟化焼鈍法の如きは粒狀セメントタイトを生ぜしむるのであるが其方法を會得せざる場合には往々氣の毒な事を爲して居るのを目撃する。著者の或る工場に於て目撃したる一例は攝氏九〇〇度に於て六、七時間加熱して四〇〇—五〇〇度迄冷却するに六〇餘時間に亘りて冷却し不結果を得て居る、之は攝氏七五〇度に六—一五時間加熱して一〇時間位にて攝氏五〇〇度迄冷却した方が遙に好結果を得ることが出来る、要するにセメントタイトの凝結は A_1 以下にて A_1 に接近したる範圍の加熱速度が重大要素である。

III A_1 を通過する間の交番變換

温度を A_1 の上下に交番變換せしむることはセメントタイトを凝結せしむる最良法の一つである、加熱の間は α 鐵の溶解度の増加とセメントタイトの細粒子を消滅せしめ冷却の間は溶解したるセメントタイトが殘留セメントタイトの上に沈積して益々粒子をして成長せしむ、寫眞圖第五は、同第一に示す組織のものを攝氏七五〇度より七〇〇度の間の交番變換を三回行ひ

て得たる組織を示し、同第六圖は稍々細胞狀組織のものに同様の處理を施したるものにて全く原組織は消滅してセメントイトは球狀化せり、即ち此方法はセメントタイトの數を減じ粒を成長せしむる作用を有す。

IV A_1 以下の加熱及時間

之には二説あり一説はデーレン、ハーネマン、ハウェ諸氏の説にて如何なる場合にも A_1 以下の温度に永く加熱すれば凝結を起し且つ A_1 以下に於て温度高き方が結果は著しいといふ。他の一説は本多氏の説にて薄片狀セメントタイトの凝結は A_1 以下にては決して生ぜずして、鋼が豫め焼入されて居てソルバイト若しくはトルースタイトなれば A_1 以下にても凝結は起り得るといふのである。此二説の相異は要するに各自の實驗條件の相異より來れる事にて A_1 に關する正確なる焼鈍温度を決定することは頗る困難なり。要は A_1 と A_{11} とを決定して加熱速度を適當ならしむるにあり。其結果を容易ならしむる爲めに出來得る限り A_1 に近づかしむれば昇過する恐を生ず。 A_1 變態を出來得る限り靜に起さしむるとが最も効驗ある方法たることは明かなり。此場合試料を A_1 の附近に永く保つ時は多少交番作用の起るべき恐ありと雖も之は反て有利なり本多氏の消極的方法是二十分より十二時間加熱する即ち比較的短時間に行ふ方法にて他の積極的方法是長時間加熱する方法なり。例へばハーネマン、モラウエ兩氏の報告によれば薄片狀セメントタイトを破壊するには攝氏六八五度に三十五時間熱すること、を要し完全に球狀化するには千六十二時間を要せり故に之等の實驗は到底比較を許さざることを知り得べし。然れ共薄片狀のものも長時間加熱すれば A_1 以下に於ても凝結することは

認めねばならぬ。著者は之と略同様の實驗を爲せり薄片の明瞭なる過飽和炭素鋼を取りて鹽槽中にて攝氏七〇〇度に於て十時間三十時間及五十時間宛加熱したるに凝結は極めて僅かにて最初完全に薄片狀なりしものは殆ど變化の跡を認められざりき(寫眞第七圖參照)。然るに飽和及過飽和炭素鋼の壓延したる者を攝氏七〇〇度に鹽槽中にて五十時間加熱したる薄片狀組織は完全に消滅せり。

V 加熱前の機械的處理、セメントタイトの狀態及鍛鍊の影響

セメントタイトの薄片を凝結せしむる前に豫め之を粉碎し置けば微片は粒狀となり残りは絲の如く配列して薄片狀となることを經驗す。故にセメントタイトを粒狀に凝結せしむるには豫め過飽和又は飽和セメントタイトを加熱若しくは常溫にて機械的に粉碎して置く事が便利である、ジェー、エッチ、ホワイトレー氏の實驗は粒狀パーライトを得る場合の常溫加工の影響を明示せり。鐵鎚を以て常溫にて丸鋼の徑を半分に打延ばし之を焼鈍せり(打撃の間鋼の溫度は攝氏一〇〇度を超えざらしむ)其結論に曰く、常溫加工後の焼鈍はセメントタイトの薄片は破壊されて球狀となる其變化は攝氏五〇〇度(此溫度はデーレン氏の所謂鋼の常溫加工の影響を消滅せしむる溫度なり)位にて起り溫度の上昇と共に變加の速度は速進し、攝氏六八〇度に於ては二時間以内に薄片のパーライトは完全に消滅し、薄片の極めて薄き飽和炭素鋼にても此現象を認め、四時間加熱する時は極めて粗大なるパーライトを得らると雖も鋼若し豫備加工を受けざる場合は五、六時間以上加熱するも此結果に到達すること能はずと云ふ常溫加工後の焼鈍の影響は

壓延と焼鈍とを數回繰り返したる炭素一・二%の薄片組織を有する鋼に於て驗するに一回の壓延と焼鈍毎にセメントタイトの凝結は進み最初の焼鈍にて薄片パーライトの鋼も二回目の壓延と焼鈍にて全部粒狀パーライトとなる。常溫加工の効いて居る程セメントタイトは凝結を完ふす。ホワイトレー氏は精密なる實驗に由り常溫加工後パーライト中のセメントタイトの薄片を檢鏡して罅裂の跡を發見することを得ざりきと云へばハウエ、及ルビー兩氏のパーライトの永久歪形の實驗に於てパーライトの薄片は極めて強靱性を有すと云ふ結果も前述のホワイトレー氏の結果と一致せる事を認めむべし然し薄片が極めて薄く曲折による彈性的歪形が厚さの三乗に逆比例して増加する程度のものにありては左程強靱なるものに非ずと云ふ。ルシャテリー氏は彈性的歪形を受けたるパーライトはセメントタイトの溶解度を變化せしむるに充分なりと云ふ。

パーライトが全體として永久的歪形を受けたる場合にセメントタイトは假令純粹の彈性的歪形なりともフェライトの歪形は必ず永久的歪形を起せることは附言さるべし。如何なる場合に於てもセメントタイトの常溫加工はフェライトとセメントタイトとの相互溶解度を變化せしむることは記憶すべき事なりとす。同様の意味に於て溶解度の變化は曲率半徑函數である——主としてセメントタイトの細小片の影響による、故に若し原組織がトルースタイト又はソルバイトなれば換言すれば原鋼が豫め焼入れされてあればセメントタイトの球狀化は明に強めらる。自淬性ニッケル鋼を軟化するには丁度A以下に加熱して油淬する永久的歪形の影響と組織の細小なる事との二つの影響はセメントタイトの凝結に對しては何等の處理を施さる

鋼に比して一般の効果を認む、鍛鍊後の空氣冷却は一般に一部分トルースタイトを出す鍛鍊に因る凝結作用の速進の程度は硬度の變化を測定することに因りて明瞭なり。之は凝結の比較的困難なる鋼例へば炭素一・〇%、クロム二・%の鋼に於ても之を鍛鍊して次に示す種々の温度に十分間加熱して油中に冷却して硬度を測りて凝結の結果を明瞭に知ることを得。

加熱温度	500°C	600°C	700°C	725°C	750°C	775°C
ブリネル硬度	364	564	340	315	444	652

A₁

此實驗の結果よりA₁以下の加熱に對して次の結論を得たり

(a) 豫め常溫加工を爲すか鍛鍊するか又は焼入れしたる鋼より出發すればA₁以下の温度に於て加熱するも明に影響は現はる。且つ温度と加熱時間とは此現象を顯著ならしむ。温度がA₁に接近したる時に最も顯著なり。

(b) 薄片狀パーライトを含む鋼より出發すればA₁以下の温度にては長時間加熱するに非ざれば確認し難し。如何なる場合にもA₁以下の冷却の速度には實際には何等影響なく温度が一度A₁以下に降下せば之より急冷するも緩冷するも凝結の状態には大なる變化を認めず。冷却の速度を考ふる必要のある場合はハウエ、ルビイ兩氏の示す如く殘留應力の關係のみなり。

VI 鋼の化學的成分

セメンタイトの凝結はユーテクティックの成分の場合が最も困難にて過飽和炭素鋼の場合は炭素の含有量に比例して凝結は容易となる變態温度の圈内に於て此種の鋼を焼鈍する場合に常に起る。クロム及タンゲステン少量含めるもの例へば

炭素一・〇—一・二%の鋼にてもセメンタイトの凝結を一層困難ならしむ。炭素一・二%、タンゲステン〇・五%、クロム〇・五%の鋼は炭素〇・九八%の鋼が完全に粒狀化すると同處理法を適用するも殆ど凝結の現象は起らずブリネル硬度は前者は二二〇、後者は二三六に降る、之に反して高級クロムタンゲステン及モリブデン鋼はセメンタイトの凝結を完全ならしむ。

二

次にセメンタイトの凝結が過飽和炭素鋼の物理的性質並に熱處理に及ぼす影響を述べん。

I 硬度

鋼を容易に且つ經濟的に器械仕上を爲す場合には一般に焼鈍によりラメラパーライト又はソルバイチックパーライトの組織となせども例へば特殊鋼の如く化學的組成より著しく硬き場合に於て最も容易に器械仕上を行はん爲めに其硬度を減ずるにはセメンタイトをば粒狀若くは球狀と爲すことを要す。斯かる場合の焼鈍はα鐵と炭化鐵との混合物の物理的並に化學的平行狀態を保たしむべく尙其混合物を構成せる二相は兩者の最大分離度に於て平行狀態を保たしむることを要す。斯の如き組織を出す焼鈍法をハウエ及ルビイ兩氏は分離燒鈍法と命名せり、實際工業上起る例としては(a)過飽和炭素鋼のクロム及タンゲステンを含有せる場合及含有せざる場合(b)炭素一・〇%クロム一二—二〇%を含むボールベアリング鋼にしてブリネル硬度(一〇、ミリ球、壓力三千疋)一七〇—一八七位の軟化を要する場合等あり此等の鋼にありて此程度の硬度を得るにはセメンタイトを凝結せしむるより外に手段無く最後の軟性はセメンタイトの凝結の程度に由るものに

追 録

本號論文澤村宏氏の「鑄鐵の黒鉛化に
就て」の附圖(寫眞12面)一月號に添付す

してセメンタイトが多く球状に變化する程硬度は減ず。此場合セメンタイトの平均の大きさを數學的に示すことを得れば最も便利なり。之が爲めに鋼の單位容積中の粒の數を計算することを試みたり。顯微鏡によりて單位表面積中の粒の數 N を算へたりとせば單位容積中にセメンタイトの數 N は $\frac{N}{V}$ となる之を顯微鏡にて算ふるに一、〇〇〇倍位に試料を廓大すれども尙誤差多くして結果は信を置き難し、凝結の程度を測定するには寧ろ間接に其物の物理的並に器械的性質を検する方が正確なり。即ち同一の鋼を其鋼のラメラパーライトの硬度と比較して凝結の程度を定むることを得べし。炭素工具鋼に極度の軟化を工業的に實際施し得ることは次表に明かなる如く試験鋼は炭素〇・九八%にして組織は寫眞附圖第八第九に示す。

ボールの印象せし値		ブリネル數	
ボールの徑 10mm		△	
壓力 3000kg			
球状組織	5.1	157	
薄片組織	375	262	

單にセメンタイトを凝結するのみにて其硬度は五〇%減ずることを得、其熱處理法は次の如し。

(a) セメンタイトの凝結—攝氏七五〇度にて二十五時間加熱して次に平均毎時五度の割合にて六五〇度迄緩冷す重量五噸を有する鋼塊に對して普通の方法にて實驗せり。

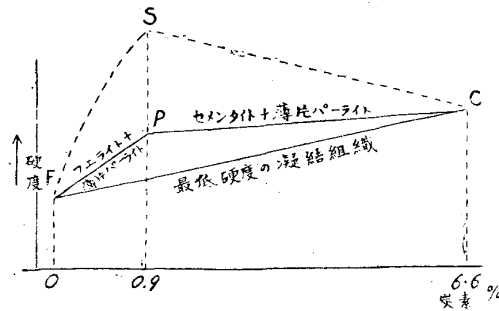
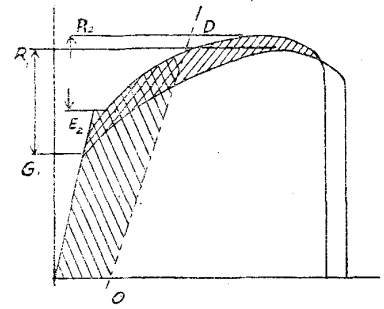
(b) 球状セメンタイトより薄片状態への轉化—數回の實驗の結果攝氏八五〇度にて三時間加熱して次に空中放冷す(試験棒は徑八耗より二十五耗のもの)次にセメンタイトのブリネル硬度は其物が餘り脆弱なる爲め直接正確なる測定は不可能な

りと雖も次の如く間接の方法に由て確め得。類似せる二種の組成成分よりなる簡單なる合金は其配合に對する硬度の變化は各成分元素の大きさ一定なる場合は直線的なることは一般の事實なり故に若し成分元素の混合比が一定なれば硬度は組織を構成せる元素の細密に比例して増加すべし。鐵及炭素の合金は焼鈍したる状態に於いては α 鐵と炭化鐵との二相より成れり。而して之等二相を構成せる組織分子の大きさはユークテックパーライトの一部に薄片パーライトを形成すると否とにより著しく變化すべし此薄片パーライトは〇・九%の炭素を含める一定の聚合體にしてブリネル硬度は二五〇位あり、前述の法則により純鐵より六・六%炭素を含有せるセメンタイトに至る焼鈍状態の鐵及炭素の合金の硬度は次の圖式法によりて求め得べし(第一圖参照)

(a) 薄片パーライトを含有せる者をFP及PCの二直線によりて示す。Fは鈍鐵の硬度を示す點、Pは薄片狀飽和炭素鋼の硬度を示す點、Cはセメンタイトの硬度を示す點なり。

(b) 次にセメンタイトが總て粒狀となり且つ其大きさが變化せざるものとせばFCなる直線はセメンタイトが凝結したる場合の最低硬度を示すべし。

(c) 鐵及炭素の合金に於て其含有炭素が全部ソルバイトの状態に含有せらるゝ場合の不定曲線をFSCとせば之は焼鈍状態の最高硬度數を示す曲線なり故に焼鈍したる鋼の含有炭素量と其組織に相當する硬度はFSCFの面積にて示すことを得べし。從てセメンタイトの硬度は次の二方法の何れかに由りて定むることを得、(I) 過飽和炭素鋼の全く薄片組織を有するもののみに就て硬度を測定しPC線を描く之は鑄鐵の場合



第一表

るに組織は多少薄片セメントと薄片パーライトを有したり、次の表は同一薄板に就て其粒状組織と薄片組織との比較抗張力を示す。

には多くの場合ソルバイトがトリスタイト又は粒状パーライトを含有せるを以て困難なり。(II) 含炭量の異なる多くの鋼及鑄鐵に就て粒状パーライトの最低硬度を測定してF C線を描く後者の方法が最も實際的なるべし。

II 常温に於る延展性

セメントタイトの凝結は弾性限界を低下せしむ、而して金屬が破壊を起す以前に充分なる延伸率を生ずるを以て金屬の變形を助長す、此性質は工業上往々必要とし斯る場合には此組織は有效なり例へば薄板の打抜引拔管の製作等の如く常温加工と焼鈍とを繰返す作業は熱處理が合理的に行はるればセメントタイトが球状化することは吾人の日常経験する所にして著者は厚さ三耗の薄板を打抜きて非常に困難したれば其製品の組織を檢鏡した

試料組織

弾性限界

抗張力

延伸率

R-E

試料組織	弾性限界	抗張力	延伸率	R-E
I 粒状	二一・三	三八・二	三二・三	一六・九
I 薄片状	二八・二	四三・三	三〇・二	一五・一
II 粒状	二一・三	三九・六	三三・八	一八・三
II 薄片状	二八・六	四二・一	三二・〇	一三・五
III 粒状	二二・六	三七・六	三三・五	一五・〇
III 薄片状	二八・二	四一・七	三三・〇	一三・五
VI 粒状	二二・〇	四三・二	三二・〇	二〇・二
VI 薄片状	三〇・〇	四六・九	二九・〇	一六・九

薄板の打抜に粒状組織を用ふる利益は第二圖に於てO Dの如き變形を與ふる仕事に對して薄片組織の場合より仕事量の少きことを示す、以前には、粒状組織の薄板を使用することは延伸率大なれば龜裂を生ぜざる爲とのみ思考され居たりしが圖に示す如く粒状のものは薄片パーライトより弾性界と破壊力との差の大なることは實際の場合注目し値すべし。

III 機械仕上げに對する鋼の表面の影響

飽和及過飽和炭素鋼の粒状パーライト組織は機械仕上の容易なる點より此組織が普通一般の組織の如く考へらるれども適當に焼鈍して此粒状組織を破壊したるものが工場に便利なる場合も往々あり、例へば極めて正確なる螺施栓 (Screw plug) を製作するが如き場合に切りたる「ねぢ」を仕上げるには粒状組織のものは正確なる機械仕上が困難にして之を攝氏八五〇度より空氣冷却して此組織を破壊し、得たる組織が全部薄片組織に戻りて其困難に打勝ち美しく仕上げるを得たり。

IV 化學的成分の影響

凝結組織はセメント粒子の形状及大さの如何により化學的試薬に異なる反應を呈すと云ふ著者は之に就て何等の實驗をも有せず ハーネマン氏の實驗によれば凝結組織を有する鋼は硫酸に對する鋼の溶解度を減ずると云ふ又ホワイトレー氏はエゲルツの炭素定量法によりて得たる値は凝結組織の鋼に於ては著しく値高しと云ふ。

V 熱處理の影響

凝結組織の現象は要するに α 鐵と炭化鐵との相互溶解力の相違より生ずる結果なりと云ふを得べく又組織の平行狀態に進行しつゝある傾向の表象なるが故に相互溶解力は一一般には漸次最小限度に減ずべく曲率半径の變化より原因する溶解力の變化は考へずとも α 鐵とセメントの相互溶解力は兩者の接觸面の漸時減縮さるゝ爲めにも減衰すべき性質を有す。

従て加熱によりてセメントを溶解せんとすることは凝結したる鋼に於ては益々困難なるべし。此事實は鋼の焼入には重要な問題となる即ち鋼の熱處理は鋼の化學的成分に由るのみならず其鋼の以前の組織に大關係あり、著者は曩に同一焼入法によりて等しき效果を得んとする場合其鋼が最初凝結組織となれる場合は特に長時間加熱することを必要とする旨を述べたり。著者は同一成分の鋼にして粒狀組織のものと薄片組織のものとを加熱する場合の鐵及炭化鐵の熔融狀態に就てセメントの凝結の影響を次の方法にて實驗したり。

(a) 直接方法 鋼の變態點を測定すると同一方法にて加熱曲線及冷却曲線を取る。

(b) 間接方法 粒狀組織及薄片組織の兩鋼の硬度顯微鏡組織電氣抵抗及磁氣等を比較せり。

次に同一成分の鋼にして薄片組織及粒狀組織の兩鋼の連續焼入したる場合の性質の變化を研究せり。

著者は此實驗に於て炭素0.98%の鋼を前述の方法にて粒狀及薄片の兩組織とし試験法は徑八耗、長さ一五〇耗の圓柱形のを電氣的試験及磁氣的試験に使用し同徑長さ一三〇耗のものを顯微鏡及焼入試料とせり。後者は焼入に先立ちて圓柱の周圍に沿ふて切目を入れ焼入後此部分より折りて短圓柱を取り斷面を研磨して檢鏡し續てブリネル硬度を測定せり四回連續焼入して水は攝氏二〇度にて焼入後は二四度位に上昇せり、加熱は脱炭を防ぐ爲めに鉛槽中にて加熱せり。

第二表 焼入前の組織の焼入後鋼の性質に及ぼす影響

熱處理 前組織	焼入回数	熱處理		法		ブリネル電氣抵抗		磁氣	
		焼入す 前の全 加熱時 間	試料 の全 加熱 時間	鉛槽の 溫度	水の 溫度	球印 の徑	抗 拉 力	磁化 の最 大強	磁氣
薄片	第一回	四〇分	四〇分	八〇〇	七九	二二	一三〇	三〇七	八三〇
薄片	第二回	四〇分	四〇分	八〇〇	七九	二二	一三〇	三〇七	八三〇
薄片	第三回	四〇分	四〇分	八〇〇	七九	二二	一三〇	三〇七	八三〇
薄片	第四回	四〇分	四〇分	八〇〇	七九	二二	一三〇	三〇七	八三〇
球狀	第一回	四〇分	四〇分	八〇〇	七九	二二	一三〇	三〇七	八三〇
球狀	第二回	四〇分	四〇分	八〇〇	七九	二二	一三〇	三〇七	八三〇
球狀	第三回	四〇分	四〇分	八〇〇	七九	二二	一三〇	三〇七	八三〇
球狀	第四回	四〇分	四〇分	八〇〇	七九	二二	一三〇	三〇七	八三〇

顯微鏡組織 次に顯微鏡組織に就て簡単に述べ。初め球狀組織のものは焼入の毎回進むに従つてセメントは漸次消滅したれどもセメントの少量は四回目の焼入後に於ても尙認め得たり。之に反して薄片生組織のものは第一回の焼入後

はセメントタイトの極て細き細胞狀組織を明瞭に認められども第二回目の焼入後は全く消滅せり而して勿論以後の焼入を終へたるものには現はれざりき。之に由て組織は最初の組織如何によりて最後の組織に著しき影響あることを知るべし。

電氣的抵抗 實驗の示す如く焼入の結果セメントタイトの溶解は鋼の電氣抵抗を増加す此性質は鋼の焼入前の加熱時間の影響及變態の速度を測定するに利用せらる第二表及附圖第十七に由れば最初薄片組織を有せしものの電氣抵抗は第二回目の焼入後は急激に變化して其後は連續的に増加し或る一つの共通極限に達す。而して最初粒狀組織を有せしものは抵抗の連續的增加が一層徐々の變化をすることはセメントタイトの溶解が極めて緩徐なることを示す。

結 論

此等の實驗は最初の組織が加熱中にセメントタイトの熔解に及ぼす影響及冷却の際の再結晶に與ふる影響、又は焼入せし場合の一般の結果に及ぼす影響等を明瞭に示すものなり。此論文は一面に於て鋼の硬化及軟化の兩方面に關する根本的要件を示せり。硬化處理は全然鋼の化學的成分のみの知識より解決することは不可能にして同時に其鋼の最初の組織に關係を有するものなり。凝結したる過飽和炭素鋼を使用する場合に熱處理の方法を多少變ずる必要あり即ち焼入を數回行ふ必要ありとす。此特別處理は普通の工具を製作するには不便なれども高級炭素鋼にして機械仕上に適する爲めに著しく軟化されたる鋼の焼入には争ふべからざる利益あり。適當なる熱處理により鋼を均一組織に戻すことを得るが故に熱處理は必ずしも鋼の化學的成分のみに關係を有せず。一般に豫備的熱

處理は最後の熱處理を最も完全ならしむる上に有利なり。而して豫備的熱處理は全く異なる數種の目的に行はる。(A)過飽和炭素鋼の場合にセメントタイトの凝結を破壊してセメントタイトの熔解を容易ならしめ且つ炭素を固溶體中に均一に分布せしむることを容易ならしむる爲めに加熱を續く。(B)軟鋼及鑄鋼若しくは焼過ぎたる硬鋼中に含有する元素を熔解せしめて豫め化學的に均一ならしむ。(C)焼過ぎ鋼の組織を變じて細密組織となす場合例へば鋼の膚硬處理に於て急冷する補正處理の如し。之を要するに與へられたる鋼の熱處理の問題に關して次の二種の解法あるのみなり。(I)最後の熱處理を決定せんとするには現在の組織を考へに入ること。(II)鋼も最初の組織に應じたる豫備的熱處理によりて適當なる組織を誘導して後其鋼の化學的成分に基く一定の熱處理を採用すること等なり。(完)

電氣爐製滿俺鋼

(By Larry J. Barton, The Iron Age, 1922, vol. 109)

あ ら き 生

數年前までは滿俺鋼は殆ど轉爐にて製造せられ、滿俺銑は他の爐で熔融し取鍋に於て加へられて居つた。其後電氣爐で滿俺鋼を製造する事が研究せられた結果現今では殆ど總ての滿俺鋼が電氣爐で製造せられる様になつた。而して現今米國のみにて一ヶ年約十萬噸の滿俺鋼が電氣爐で製造せられて居る。是等の滿俺鋼鑄物はアラスカ地方の金山、南米の大浚渫船其他の地方へも盛に輸出せられて居る。