

## 講

## 演

## 紡績用梳綿針の金相學的批判

森 山 二 郎

□ 演題によりまして少し片寄つた話しのやうに見えますが、鐵一般の材料強弱にも關係し機械の骨組み又はその部分品を考へる上には勿論、一般日常に必要な鐵に關する常識として知つて居てよいことでありますから、製絲養蠶の皆様にも聞いて頂いてよいと思ひます。

よくかふいふことがあります、鐵は赤熱すれば軟かになるから、赤熱しないまでも少しでも温めた方が曲け易くなると思つて、少しばかり熱して細工をやうとする人があります、けれどもなまじ少し位熱したのでは反つて常温に於けるよりも硬くなる場合があります、かういふ人は鐵さ飴さを混同したことになります、惡まれ口はさておきまして本論に入つてゆきます。

□ 絹絲紡績の製綿工程に於いて絹綿を梳るに用ふる梳綿針(Dressing Pin)

は細くして強靱なることが必要で、網絡した絹綿に懸つて切損したり變形したりすることのないことを望むのであります、然るに實際に於いては少なからずこの缺點を認むるもので、殊に世界の大戦この方邦製品が供給せられるに及んで特にこの欠點の大なるものがあるのを知つたのであります。

ドレッシング、ピンの強靱でないことは、實にその使用年限を短縮するばかりでなく、梳綿の効果は上らず且尚ほ絹纖維を傷害し、又その出來高割合即ち歩留りを遞減するところが大きいのであります。

乃で大正十二年の七月私のなした調査に依れば、我國に於ける絹絲紡績の鉋數は總計約二十二万でありまして、その中製綿工程に用ふる梳綿機 (Circular Dressing Frame) が800臺 (今日では850臺)あつて、これが前後二つのドラム

(Drum) に各々約一磅、20000乃至25000本づつの梳綿針を持つてゐるのであります、その一磅の價は高い時は別として約今日で七圓から十圓します、それを取り換へるにはその間機臺の運轉も休止します、その針布の地布も排棄されるものもあります、その上前に述べた幾多の損失を來します、それを取換へる迄には相當針が傷んできてゐますから、その間に仕事が製品の上に蒙つてゐる損害は決して少なくありません。

尙ほ又過去四十年間我國で使用實驗されて來た外國の製品は相當に長期間の使用に耐えて來たのに關らず、我國の製品を之れに較べるに非常に劣つて忽ちその使用に耐えなくなるといふことは、我國の絹絲紡績業界に於いても、又機械製造業界のためにも誠に遺憾とするところであります。

乃でさういふ原因によつて邦製品がそんなに劣つてゐるのか、又如何したら望みの品を作製し得るかといふことを調査して、依つて本邦絹絲紡績業の利益を計り、紡機製作上に注意を促して、現在殆ど休止の状態にある製針事業の勃興をも望みたいといふわけであります。

□ 絹紡用ドレッシング、ピンは圖のやうな形狀をして居りまして、綿布及びゴム又はなほこれに麻布なきを重ね合せて作つた地布に植えられて、直徑約二尺五寸のドラムに巻きつけられ、一分間に 50乃至250呎の表面速度を以つて絹綿を梳るものであります、乃で邦製ピンの欠點を申しますと梳綿を行ふ際に綿の抵抗のために針の所謂腰が伸びて、先端の位置が不均齊になつて、綿を把握して居るシリンドラー中のスライダー (Slider) この間隙が小さいときはスライダーを傷め、尙ほ自らの梳綿能力を失ひ、或は横に曲つて綿を亂します、又或種のものは伸びないで折れて終つて、その用をなさなくなるやうなものもあります。

□ これに就いて考へることが多々あります。

1. は邦製のピンが輸入品に劣るところのあることは一般に認められてゐるが現在邦製品全部がかやうな劣等品であるか否か、又優良品を得るに技術上か或は經濟上か何れの點に於いて彼に及ばないのかといふこと、

2. は現在内外製品各種について強さや組織を實際に考察すること、

3. はそれらの製造法を調査すること、

4. は優良品作製の方法を案すること、

なごであります、そして優良品製作の方法を研究することが結局の目的であります、その一手段としての現品調査を金相學 (Metallography) 的に行つたのに就いて少しくお話したいと思ひます。

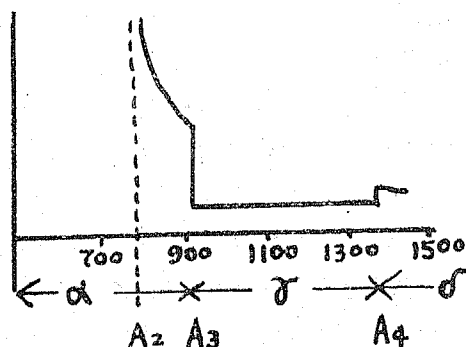
□ 現今使用されてゐる梳綿針を集めまして、その各々に就いて便宜上そのクラウン (Crown) の部分を研磨し、顯微鏡によつてその組織を観察しましたのに、その多くはトルースタイト (Troostite) 乃至ソルバイト (Sorbite) 組織であつて、これを標準化して調べますと、炭素を約9%含めるユーテクトイド組織 (Eutectoid structure) の炭素鋼であつて、中に二種特種な三素鋼のあるのを見ました。

玆でお断りしますが、私は金相學を専攻するものでありませんから、私の考へに誤りがあつた時に指摘して頂く爲め、且又少し研究して見たいといふ人の参考に便するために、仙臺の金属材料研究所やその他に於いてすでに發表されて世に明かな説をも話の中に加へ、そうして私のやつた記録を僅かばかり私の考へを申上げます。

□ そこで梳綿針の材料である鐵の性質に就いて知つて置くべき事柄を言つて見ませう、このことは梳綿針に限らず機械の骨組みやその他重要な部分品の上にも必要なことで、例へば長いローラーにせよスピンドルにせよ又はリング・トラベラーなご色々なものに知つて置くべきことであります。

鐵には御承知の通り炭素やその外數種他元素を含むで居りまして、それらの種類及び量によつて鐵材の性質を變じて來ます、その中普通に使はれてゐる多くの鐵材は炭素を最も多く含んで居るもので、これが健淬 (Quenching) 即ち焼入して材質の硬さか彈力かをを得るに大きな關係のあるものでありますそして梳綿針もその多くは適當量の炭素を含有する炭素鋼 (Carbon Steel) でありますから一般炭素鋼の性質を先づ以つて調べることにします、然しそれより先きに順序上から純鐵の状態を簡單に申しますと、純鐵は段々熱して890 °Cに達しますと變じて異種の鐵となりまして、この温度以下の状態に於ける鐵を

鐵を言ひこれ以上の状態に於ける鐵を $\gamma$ 鐵と言ひます、又 $\alpha$ 鐵から $\gamma$ 鐵への變化を $A_2$ 變態 ( $A_2$  Transformation) と言ひ、この變化の生ずる温度即ち $890^\circ\text{C}$ を $A_2$



點と言ひます、これを更に熱して $1401^\circ\text{C}$ になりますに $\gamma$ 鐵は再び變じて他種の鐵となり、之れを $\delta$ 鐵と言ひ、 $\gamma$ 鐵から $\delta$ 鐵への變化を $A$ 變態と言ひ、この變態の生ずる温度を $A_4$ 點と言はれます、そして $1530^\circ\text{C}$ になりますに融解して液状になるのであります。

この圖は磁性の變化と温度との關係を表はすもので、磁氣の變化の非連續的變化によつて明かに $A_2$ ,  $A$ の變態が示される、これらの變化を同質異態の變化 (Allotropic change) と言ひます、尙又 $A$ 點以下に於いて磁氣の強さによつて状態の變化を見ますに強磁性的磁氣の強さは、温度の昇るに従ひ始めは徐々に後は急速に減少し、終に殆ど磁氣を失ふに至るのであつて、この強磁性的の減少に相當する内部變化を $A_2$ 變態と言ひ、この變化の終點、即ち臨界點 (Critical point) を $A_2$ 點と言ひます、然しこの $A_2$ 變態はこれを相 (Phase) の變化と見るこゝが出来ない、從來は $A_2$ 及び $A_3$ の兩點間に存在する鐵の状態を $\beta$ 鐵と名付けて、これを獨立の相と見なした學者も多かつたそうですが、本多博士 (本多光太郎氏、金屬材料研究所長) はこれを相の變化と見なすのを不當であるとし、 $A_2$ 點以下をすべて $\alpha$ 鐵とされてゐます、このこゝに就いては、

K. Honda—On the nature of the  $A_2$  transformation in Iron.

といふ發表があります。

要するに純鐵には $A_2$ 及 $A_4$ なる二つの變態點があつて、温度によつて $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ の三相の中何れか一つの相をなして居るのであります。

□ 次に炭素鋼では臨界點以下に二つの變態點があつて、その一つは $725^\circ\text{C}$ 附近に起る變化で、加熱の際はセメントイト (Cementite  $\text{Fe}_3\text{C}$ ) なる炭化物がこの温度で鐵中に溶解して固溶體 (Solid solution) を作り、冷却の際はセメン

タイトはこの温度で固溶體から析出して来る、従つて磁氣の強さはこの温度に於いて、加熱の際非連続的に減少し、冷却の際は増加するものであつてこの變化を $A_1$ 變態と言ひ、その温度を $A_1$ 點と名づける、又その二は $2150^{\circ}\text{C}$ に終る變化であつて、これはセメンタイトの $A_2$ 變化でも稱すべき遊離セメンタイトの特殊變態でこの變化を $A_0$ 變態と言ひ、その終りの點を $A_0$ 點と名づける、そしてセメンタイトが遊離してゐない即ち固溶體になつてゐるときは、 $A$ 變態は出来ない、例へば健淬した炭素鋼の如きは $A_0$ 變態が現はれないのであります、これらのことに就いては、

K. Honda—On the nature of the  $A_1$  transformation.

I. Ishiware—On the magnetic determination of  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ , and  $A_3$  points in Carbon steel and Cast iron.

いふ研究があります。

要するに炭素鋼に於いては  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ , 及び $A_4$ の五つの變態點があつてその中 $A_0$ 及び $A_2$ は相の變化でなく、 $A_1$ は相の變化であつて、 $A_3$ 及び $A_4$ は同質異態の變化といふわけであります。

□ そこで尚ピンを調べる上に必要なことはそれらの組織状態であります、私が組織調査をしたのもあの細いピンを研き磨きまして顯微鏡で見てその状態から焼入や成分などを案じたのであります、その最も普通の炭素鋼に就いて炭素含有量及び温度等に於ける状態圖 (Conditional diagram) を畫きます此の圖のやうであります、即ちカーボンの量と温度とによつて次ぎのやうな色々な状態にあるのであります。

I.  $\delta$ -metal

II.  $(\delta + \text{Fe}_3\text{C}) + \text{melt}$

III.  $(\gamma + \text{Fe}_3\text{C}) + \text{ „}$

IIII.  $\text{Fe}_3\text{C} + \text{melt}$ .

V.  $(\delta + \text{Fe}_3\text{C})$

VI.  $(\delta + \text{Fe}_3\text{C}) + (\gamma + \text{Fe}_3\text{C})$

VII.  $(\gamma + \text{Fe}_3\text{C})$

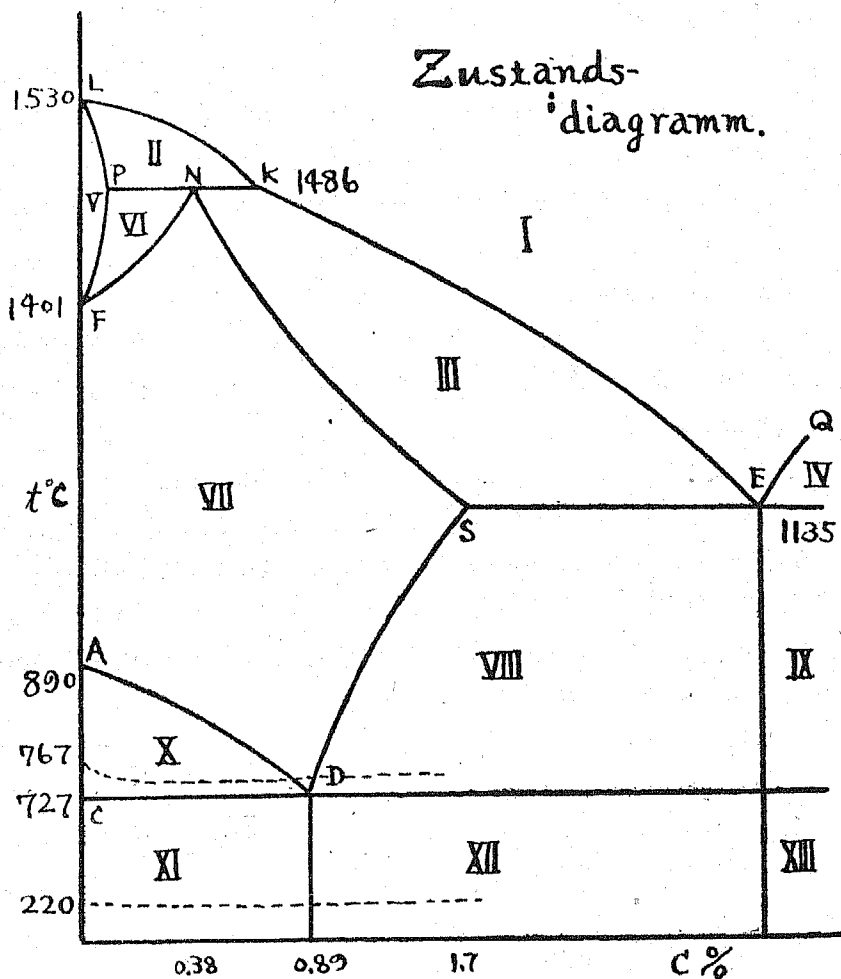
VIII.  $(\gamma + \text{Fe}_3\text{C}) + [(\gamma + \text{Fe}_3\text{C}) + \text{Fe}_3\text{C}]$

IX.  $\text{Fe}_3\text{C} + [(\gamma + \text{Fe}_3\text{C}) + \text{Fe}_3\text{C}]$

X.  $a + (\gamma + \text{Fe}_3\text{C})$

XI.  $a + [a + \text{Fe}_3\text{C}]$

XII.  $\text{Fe}_3\text{C} + [a + \text{Fe}_3\text{C}]$



茲で私共が必要なのは炭素2%位から下、温度 1000°C位から下の組織に関する知識でありまして、VIIは即ち $\gamma$ 鐵とセメンタイトとの固溶體であつて、これの組織をオーステナイト (Austenite) と言ひます、VIII はこれに過剰のセメンタイトを混じたもので、Xは $\alpha$ 鐵即ちフェライト (Ferrite)とオーステナイトとで、XI はフェライトとセメンタイトとの混合物であるところのパーライトと $\alpha$ 鐵、XIIはこのパーライトとセメンタイトとの混在するものであります、そしてXIとXIIとの境界線に當るものはカーボンが約0.9%含れて居るもので、フェライトとセメンタイトとが共融状態に混ざる所謂ユーテクトイド (eutectoid) 組織のものであります、炭素量がそれより少ないのを、ハイポ・ユーテクトイド (Hypo eutectoid) と言ひ、又それよりも多いのを、ハイパー・ユーテクトイド (Hyper eutectoid) と言ひます。

炭素量の少ない鐵を熱して一旦オーステナイト組織としてこれを徐々に冷却しますと、フェライトとパーライトとの混交した組織となりますけれども、これを急に冷却しますと $\alpha$ 鐵とセメンタイトとの固溶體であるところのマルテンサイト (Martensite) なる組織が得られます、これが即ち鋼、ここではビンの硬度を與へる主要な組織となるのであります。

□ 針に含まれてゐる炭素の量がまづ大體一致してゐたとしても、その焼入温度とか時間、或はなまし具合など色々熱處理の状態が異なつてゐればそこに色々な組織を現はすのであつて、そこにさういふ関係があるか、針強弱の考察をする前に豫め極大體を申しますと、パーライトは普通のものでは細かい層状組織の集合であつて炭素鋼を凡800°C以上で熱して靜かに冷却するときに出來ますマルテンサイトは之れを同様にして只急激に冷却するときに出來ます、それからトルースタイト (Troostite) といふ組織がありますが、それはマルテンサイトを350°Cまで徐々に熱してこれを反淬 (Temper) するとき生ずる一部分であつて又ソルバイト (Sorbite) といふ組織は之れを更に熱するか、又は鋼を800°C以上から稍急に冷却するときに生じます、これをまた800°Cに熱して徐々に冷却したならそのときは再びパーライトになります、これらのソルバイト、トルースタイト及びパーライトはマルテンサイトに固溶體となつたセメンタイトがそ

れから分離した程度による違いでありまして、セメンタイトとフェライトとの機械的混合物に外ならないのです。

オーステナイトは鐵とセメンタイトとの固溶體であつて、マルテンサイトは鐵とセメンタイトとの固溶體で、比體積が大きく電氣抵抗が著しく大きく又硬度も甚だ大きい、顯微鏡下にこれを見ますのに、一言にして表はすことは出来ないが一般にはトルースタイトは黒點の集合で、ソルバイトはそれより明るい斑點の集合で、マルテンサイトは針狀結晶の集合より成つて居ります。

今迄お話したことで鐵及び炭素鋼の大體がお判りのことと思ひますがまだまだ無論のことビンの改良なんじいふことに充分な話しではありません、然し話しの目的であるビン批判からあまり外れてゆきます恐縮ですから一旦この位に止めまして次に實際の調査の方法を申し上げます。

書物としては Hoyt の Metallography や Sauveur の The metallography and heat treatment of Iron and Steel などがありますが、東北帝國大學附屬金屬材料研究所から續々出るサイエンス・リポーツを見逃がさないやうにすることをおすすめします。

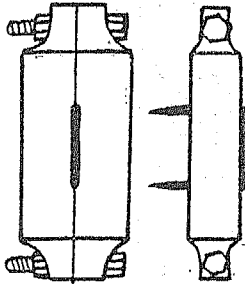
□ 扱てます現品の調査を致しました、ドレッシング・ビンの種類は本校紡績工場で使用中のもの、私の所持品、及び新たに知人から送つて貰つたもの合せて八種、その中邦製二種であります、これらのビンを各々圖のやうにクリップに挟んでそのクラウン(Crown)の部分を凡そ直徑の二分の一位まで平らに磨いてこの面をエッチング(etching)して顯微鏡で觀察し次ぎに又各ビンを電氣爐中で900°C に熱して30分間保つて置いて完全にオーステナイト組織にして、それから靜かに冷却させて、即ち所謂標準化(normalise)してその組織を觀察したのであります、その檢鏡の詳細は木製のクリップに挟んだ針を蠟紙の粗目のものからだんだんに油目のものに研ぎ進んで、最後に羅紗を張つたボーリッシングマシンで數分間仕上磨きをします、羅紗の面には時々酸化クロムの溶液をふりかけます、かやうにして充分に磨き上げたものを軽く蒸溜水で洗滌しまして無水アルコールで水分を除き、ピクリン酸にアルコールを加へた液を一寸つけて五秒か十秒の間にエッチングし、これを洗つて尚ほ水分を除き油土に立て



て金屬顯微鏡で觀察するのであります。

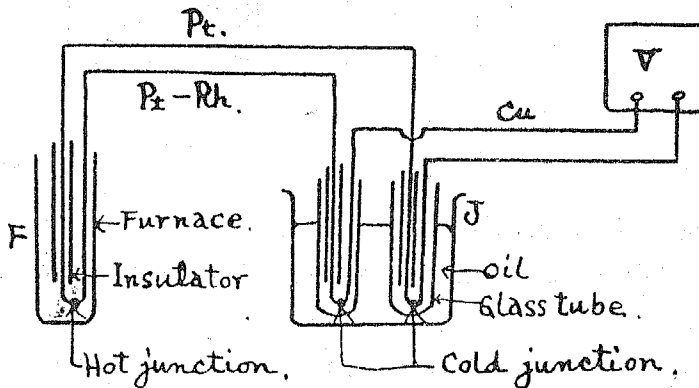
次に又熱處理の方法は、その加熱には電氣爐を用ひ、温度の測定に熱電對を利用しました、初め針を磁製管内に入れて熱しましたけれども空氣中の酸素の作用を受けて針材中の含有炭素を奪はれる、即ち所謂脱炭の影響をうけるのを認めましたから、それから後はシリカ管に針を入れて、そしてエアー、ポンプ

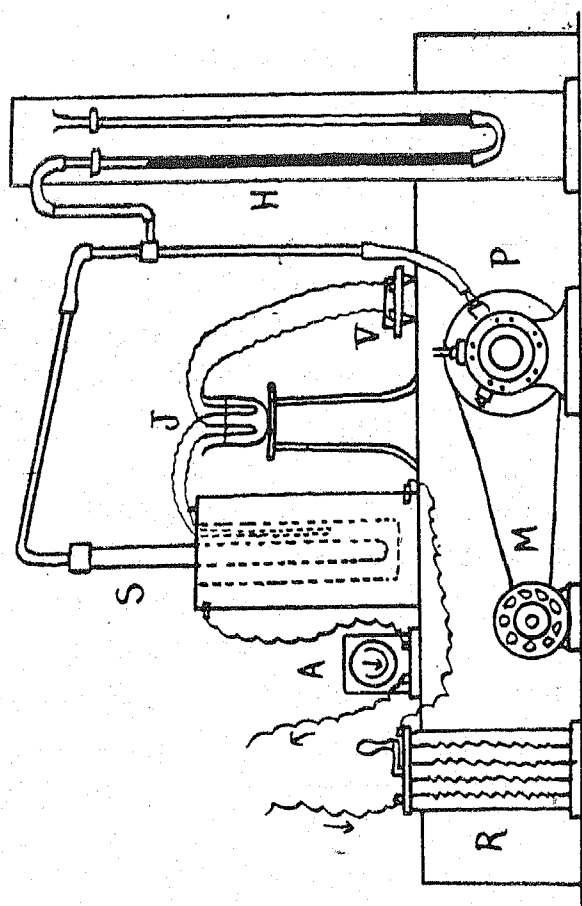
に連結して眞空に近い状態で熱したのであります。



かやうにして標準化したものを前同様に研磨し、又エッチングして檢鏡しましたところ大多數は前申上げました通り炭素を約0.9%含有する、所謂ユーテクトイド、ストラクチュアの炭素鋼でありまして、外にタンゲステンを含む特殊鋼のあることも判つたのであります

熱處理裝置の略圖を出しますまいふさ、Sはシリカ管でこの中に針を入れて熱する、Rが抵抗器、Aがアムメーター、Jが熱電對でミリヴォルト、メーターVで測る、MがモーターでPがサクシオン、ボンプ、Hは眞空度を測るマノメーターであります、熱電對は御承知でせうがプラチナミズラチナロヂウムのワイヤを圖のやうに入れる、Fは電氣爐です。

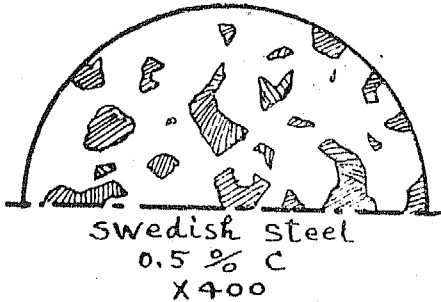




□ 茲にその組織を云々する便宜上炭素0.1%から1.0%位迄を含む數種の炭素鋼の標準狀態に於ける組織について、その顯微鏡下に現はるる模様を大略申上げます。

前に言ひましたやうに0.9%以下のハイポ. ユーテクトイド. スチールは鐵即ちフェライトと及びこれとセメンタイトとの混合物であるパーライトとが混在するものでこれを檢鏡しますと、フェライトは白くパーライトは黒く見えます、そして炭素の量が増すに従つて純鐵の部分は少なくなつてパーライトの部

分が増して來ますから黒色の部分が多くなつてきます、カーボンが凡そ0.9%になりますと終に二つの區別が出来ないやうな共融状態になり、尙それ以上炭



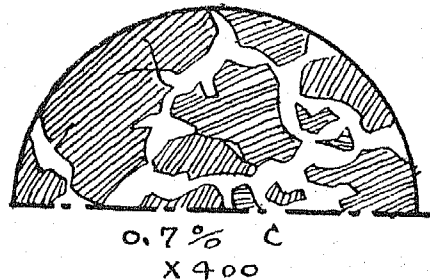
素が増加しますと、即ち、ハイパーユーテクトイド、スチールになりますと、パーライトの黒い地の中にセメンタイトの白い部分を交ふるやうになります、このセメンタイトの白い部分はフェライトの白い部分と違つてピクリン酸に苛性加里を加へた

もので五分間位煮沸しますと黒く染められるので明かに區別出來ます。

尙ほ又顯微鏡の倍率の更に大きいもので見ますときは、パーライトがフェライトとセメンタイトとの混合したものであることがよく認められます、この時はパーライト中の白い部分はセメンタイトであつて、パーライト中のフェライトは黒く見えます、これは層状をしたパーライト中のフェライトがエッチングによつて凹溝となつたからであります。

□ 更になほ針の強弱を批判し説明申上けるのに必要なセメンタイトと球状化といふことに就いて少し述べさせていただきます。

パーライトはフェライトとセメンタイトとの混合物であることは既に申上げましたが、これに層状のものゝ粒状をなすものゝ色々あります、層状のものは、鋼をA<sub>1</sub>點以上に適當の温度まで熱して暫くこの温度に保

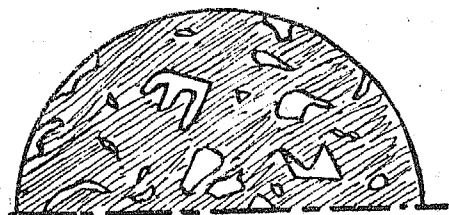


持したのち靜かに冷却するときに出來ます、粒状のものはソルバイトをA<sub>1</sub>點直下で熱するときに出來ます、一般に炭素鋼はその臨界點から僅かに低い温度で長い時間保つときは、パーライト中のセメンタイトはフェライトの地の中に丸い粒となつて集められる傾向があつて、これをセメンタイトの球状化(Spho-

roidisation) と言ひ、このスフェロイデゼーションの起きたパーライトを時に  
グロビュラー・パーライトと言ひます、球狀セメンタイト生成の詳細に就いて

は仙臺の金屬材料研究所の齋藤省三氏の研究があります。

K. Honda & S. Saito—On the formation of Spheroidal Cementite.



1.0% C  
X 400

ソルバイト又は粒狀セメンタイト

トはA<sub>1</sub>點以下で長く熱しますと表面張力によつて球狀に變り又は相集

つて増大します、又層狀セメンタイト (lamellar cementite) はA<sub>1</sub>點に熱し初めると、その溶解が突端から初まり、分離して小島となり、表面張力によつて球狀に變じます、で同氏の實驗によりますと層狀のセメンタイトの球狀化はA<sub>cm</sub>點(これは加熱の時のA<sub>1</sub>點を表はします)に達しないと起らないが、幾分でも粒狀をなすものはA<sub>cm</sub>點以下で長く熱すると球狀化を初めます、又最高温度がA<sub>cm</sub>點以上ある極限を越えた後冷却すればセメンタイトは層狀のパーライトとして現はれる、その球狀化の温度の範圍はハイポ・ユーテクトイド・スチールに於いて少くして約20°—30°位、それより炭素の量が増加するに従つて急激に増加する、その有様を示すものは同氏の實驗による次の表であります。

表中符號は

×……………パーライト

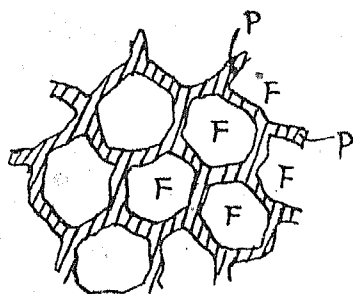
○……………グロビュラー・セメンタイト

最高温度	炭 素 含 有 量 %					
攝氏	0.31	0.56	0.80	1.20	1.59	1.95
680	×	×	×	×	×	×
700	×	×	×	×	×	×
715	×	×	×	×	×	×
730	○	○	○	○	○	○

736	○	○	○	○	○	○
750	×○	×○	×○	○	○	○
770	—	—	—	○	○	○
780	×	×	×	○×	○	○
800	—	—	—	—	○	○
820	×	×	×	×	○	○
850	—	—	—	×	○×	○×
900	×	×	×	×	×	×

要するにかやうにパーライトにはセメンタイトが粒状又は球状をなすものがありまして、球状パーライト鋼は粒状及び、尙ほ層状パーライト鋼よりも強力 (Breaking Strength) が劣つて居ります、このことをピン材料として見る上に考へなければならぬ一條だらうと思ふのであります。

□ そこで炭素鋼の組織に就いて再び考へます、炭素含有量の少ない例へば 0.2—0.3% 位の炭素を含む炭素鋼では常態に於いてその組織はフェライトとパーライトとの混合で、これを顕微鏡で見ると、フェライトがその大部分を占めてパーライトはその間に××在する状態で、模型圖で示すこのやうであります。(I)

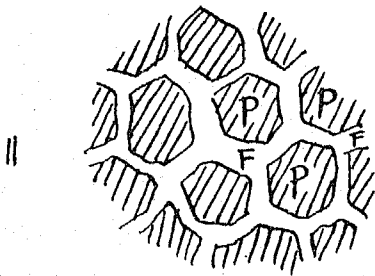


けれども炭素量がそれより増加して例へば 0.6—0.7% 位になりますと、その組織はフェライトとパーライトとの混合であることは前と同じですが、今度はパーライトがその大部分を占めるやうになります。(II)

そしてパーライトはフェライトとセメンタイト ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ) との混合物であつて、若しなほこれよりも炭素が増加して例へば 1.2—1.3% 位になりますとセメンタイトの量が増したために茲にセメンタイトが分離して現はれて來ます。(III)

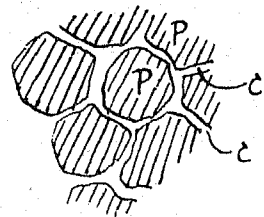
即ち模形圖に書くこの圖のやうであります。

處でパーライトは普通層狀組織の集合でこれを臨界温度以上に熱し早く冷却するときは、セメントイトはフェライトの中へ擴散しないでグロビュラー、セメントイトになつて恰も粘土の中へ小石が入つたやうになります、そしてセメントイトは非常に硬いし、フェライトは最も軟かいパーライトはその中間にあ



ります、ですからセメントイトとフェライトとが離れて今申したやうな状態に混合しますと結局全體として軟弱な材質になります、そこで焼入れなる熱處理に當りまして同一素成分を持つ原線を以つてしてもこの點に注意しないで製品の強力上の性質を貶めることに

なるべきである、さういふことは以上お話してきたところからお判り下さることを思ひます、梳綿針を色々検査致しますのに炭素量の上からは大した違いが認められないけれど、邦製品その中でも殊に弱いものにあつては組織中に今申上げたグロビュラー、セメントイトが生成存在して居るのを見た、即ちある一部分をされば炭素量の非常に少ない處も生じてゐることが判る、このことが邦製品の曲りやすい弱い欠點の主要な原因の一つをなしてゐるのではないでせうか。



□ これで大體今回のお話しの目的だけは達したのであります、序でですから熱處理試験の顛末や強力測定などについて御参考までに附加して置きます  
各種梳綿針を30本づつとつて900°Cに熱し、その温度で30分間保ち完全にオーステナイト組織にして靜かに爐中で冷却します、その中各二本づつをさつて念のために炭素含有量を定量します、かやうにして標準化したものを今度は780°Cに熱して、その温度で30分間保ち後極く緩慢に即ち30分間に780°Cから700°Cまで冷却します、これを強力試験の便宜上何れも眞直に伸して、次に又800°Cに

熱して直ちに或はある時間を置いて健淬して、各組織の強力さの検査にあてるその健淬まで時間の種類を次のやうにしました。

本 数	時 間	本 数	時 間
4	15秒	4	2分
4	30秒	4	5分
4	1分	4	10分

備考として内地のある會社で行つてゐた製針工程の大要を申し上げます、勿論焼入の温度や時間、健淬の方法などは秘密です、初め五番線位の針金から引伸して20番なり25番なり豫定の太さにしこれを豫め四本分位の長さに切斷し一方を尖頭します、次に一本分の長さに切り取り残りの部分は又一方を尖頭して一本分を切りさるさいふ順序にします、それから他端を尖頭しそれから一定の長さに合ひ尖頭の完全なものを選別し、そして成形機によつて一回のプレスで所定の形にします、そうしたものを焼入れ油で表面を長時間仕上磨きし最後になほ撰別して製品として出します、そこで焼入れが何と言つても問題でその他の作業は只能率問題があるのみです。

次に強力試験の方法であります、これには色々の工夫の上に悩ませられたのでありましてつぎ良い方法もあることと思ひます、圖のI,II及びIIIのやうに色々抑へ方もありますが焼入試験をしたものでその前に眞直に伸して置いたものの方は取扱ひ良いですが現物は小さいので III のやうにしてもなかなか難かしい仕事になります、なほ實際に於いては彈力のある地布に植えられてその作用角度が異なつて來るでせうし、そういうことは實際使用試験の完成を待つ外ありません、圖中Mは反射鏡でBのビウレットから送つた水銀がWに入り荷重がかゝつてポイントが下るのを鏡にうつる Sのスケールを Tなるテレスコープで觀察します、何れにしても荷をかけたばかりはスケールはどんどん進みます、その落付く點又はある一定時間の後に指示する點をまつてダイアグラムにまつて見ますが I などではプロポーショナルリミットのリミットが何處にあるのかも判り兼ねるやうですそれには原因の色々あることで把握した處からの曲りさ又二一の部分の伸びさが兩方表はれて來ると思ひます、IIの方法では一本の





レバーの一端にコンセントリック・ロードをかけた時のデフレクションはハン  
ド・ブックによります、

$$f = \frac{-pL^3}{3EI}$$

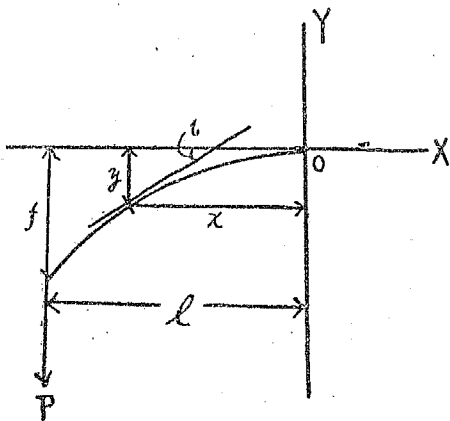
$$\left( r = \frac{EI}{M} \quad \frac{1}{r} = \frac{d^2 f}{dx^2} \quad M = -p(L-x) = EI \frac{d^2 f}{dx^2} \right)$$

$$\text{tani} = \frac{df}{dx} = \int_0^x M dx / EI \quad EI \frac{df}{dx} = -pLx + \frac{1}{2} px^2$$

$$EI f = -\frac{1}{2} pLx^2 + \frac{1}{6} px^3 \quad x=L, f = \frac{-pL^3}{3EI}$$

$p \frac{1}{2} L$  も判り、 $I=0.05d^4$  で  $d$  はピンの直径でありますから、 $f$  が判れば  $E$  も判ります、これが最上の方法ではありません、実際にはロードもコンセントリックのものではないし、又ベンディングの外にトルションも加はるのです。

強力試験については、今なほその装置に腐心中で、實際使用の結果を相待つて此次の機会迄には何かまい方法をお話したいと思つて居ります、實際に購入するまきなきに於いてはある力で引張つて見て何本中何割曲るさか、何本折れるさかいふ試験位より簡便な方法はありません。



□ 要するに、針の改良に関する意見は前に申上げた通りで、それに就いては専門の金相學者や實際の製針業者に考へて頂いて、これ以上の研究を進めて貰ひたいのでありますが、針以外凡そ近代工業に用ふる機械類の取扱ひや材料強弱に關して幾分でも興味を持たれ、御理解を進められたなら、かうした話も誠にお話申斐のあるこゝに思ひます、大戰時

に輸入品が得られなくなつて急に内地に開始された製針事業が今は全く衰微して、紡績業者は一に之れを輸入品にまつの外ないといふことは、事業に日なほ淺いとは言ひながら誠に遺憾のこゝであります、これといふのも必竟その事業

に根柢がないからであります、現在端西オネガー社製品なき大層良いものさして觀迎されて居りますが、日本に於いても決して及ばないことはない筈を考へます、幸ひにして鐵鋼の研究が日に進展しつつある今日であります、當らずに雖もかういふ考察をしまして、及ばないまでもこれが達成に力を致しますことこれが私の希みであります、駄辨を附加へまして恐れ入ります。