

の荷重のばらつきの補正を行っていないので値がばらついているに反し、本実験結果はその補正のためにばらつきが少ない。次に抗張力と時効時間並びに伸び率と時効時間との間について同様な関係があるか否かを Fig.3 に示した。この図から明らかなる如く抗張力及び伸び率と時

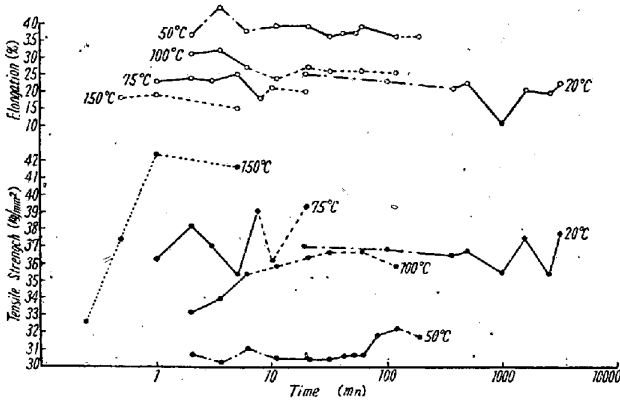


Fig. 3. Change of tensile strength and elongation by aging.

効との間には必ずしも明瞭なる対応はない様である。時効量の index として如何なる物理的性質を取るべきかは問題ではあるが、Low & Gensamer, Schwartzbart & Low, Leslie & R.L. Rickett, Hundy 等が採用し且つ特に Leslie & R.L. Rickett が推賞している引張荷重によるこの試験方法は Fig. 2~3 の傾向から時効の index としても適当なものではないかと思われる。

Fig. 2 に於ける 100°C の直線中 10 分以上の点線部分は over aging を示す部分であつて、これと比較すれば 150°C に於いては既に 15 秒に於いて over aging の状態にある事が分る。150°C に於けるそれより以下の時間は実験誤差が大きくなるので行わなかつた。20°C に於いては 3 時間より時効が始まり 55 時間にて over aging に達する。この様に温度が非常に大きく時効に影響する事を知り得た。今 Fig. 2 に於ける 20, 50, 70, 100°C に於ける時効量の関係が同一勾配である事から時効量に対する次の式を考え得る。

今時効量を n , 時間を t とすれば

$$n = a + b \log t \dots\dots\dots(1)$$

b に就いては Fig. 2 より

$$b = \text{constant (約}0.8) \dots\dots\dots(2)$$

(2) 式の $b = \text{constant}$ という事は温度が異なついても Fig. 2 に於ける平行直線部の時効経過は同一状態と考えてよい事を示している。

歪時効の機構については現在 Cottrell の仮設が最も確からしく考えられており侵入型固溶原子は転位の周囲

に atmosphere を形成して転位の脱出を妨げているが atmosphere の臨界応力以上の外力がかかつた場合には Dislocation loop が形成され、その為明瞭な降伏点伸びを生ずる。この歪を受けた鉄が時効すれば侵入型固溶原子は再び転位の周囲に拡散してきて再び降伏点を表わす状態に戻る。

従つて Cottrell & Bilby 及び Harper は時効を支配する variant として次の 4 条件を考えている。

- (1) N : 単位体積中の固溶原子の数
- (2) D : α 鉄中の固溶体の拡散係数
- (3) T : 温度
- (4) t : 時間

今本実験の温度範囲では N は変化なしと考えれば時効現象 (n で示す) は次の如き函数と考えられる。

$$n = f(D, T, t) \dots\dots\dots(4)$$

よつて (1) (4) 式より (1) 式中の a は次の如く示される。

$$a = f(D, T)$$

よつて (1) 式は次の如く表わされる。

$$n = f(D, T) + C \log t, C = \text{constant}$$

尙 $f(D, T)$ 及び C の値については、本実験結果と Cottrell 及び Bilby の式より詳細に検討した。

V. 結 言

本実験結果を総合すると

- (1) 軟鋼の歪時効の Index として上記時効量を取る事により可成り明瞭に時効を表わす事が出来る。
- (2) 時効量の物理的意味も転位論の立場より解釈が可能である。
- (3) 常温より 100°C 迄の間の時効現象には差が認められず 100°C の時効を行う事により常温時効の長時間の結果を推定しうる。

尙予歪、結晶粒度等の影響については次回にゆずり度い。

(46) 高炭素鋼に於ける初析セメントイトの析出速度

(The Rate of Precipitation of the Pro-Eutectoid Cementite in High-Carbon Steels)

Masayoshi Hasegawa, Dr. Eng.

早稲田大学助教授 工博 長谷川 正義

I. 緒 言

鋼の A_1 点以下に於ける恒温変態については、すでによく研究されているが、オーステナイト域より冷却する場合の初析成分、とくに A_{cm} 線に沿って析出する初析セメンタイトの A_1 点以上に於ける析出速度については未だほとんど定量的な測定は行われていない。しかし炭素鋼の金属組織学的考察に対してこれら初析成分の析出速度のデータも一つの主要な因子であろうと思われる。

よつて著者は先ず高炭素鋼を試料として、オーステナイト域よりの初析セメンタイトの A_1 点直上に保持した場合の恒温析出を顕微鏡検査、及び電気抵抗測定その他の方法によつて求めた。

II. 実験方法

試料としては Table 1 に示す 2 種の高炭素鋼を使用した。

Table 1. The chemical composition, grain size and transformation temperature of the specimens.

Specimen No.	Chemical composition %						Austenitic grain size *			Transformation Temperature, A_1 **
	C	Si	Mn	P	S	Cu	980°C	1050°C	1120°C	
1	1.22	0.34	0.24	0.028	0.022	0.11	5.0	4.5	4.0~4.5	709
2	1.34	0.25	0.43	0.022	0.018	0.17	5.5~6.0	5.5	4.0~4.5	692

* Heated at each temperature above-mentioned for 20mn.

** Measured by the differential method; cooling velocity was 3~5°C/mn.

試片は厚さ 3mm に熱間圧延し、検鏡用試片は 2.5×4×6mm、電気抵抗測定用試片は 3×5×120mm U 字形とし、また別に熱間硬度測定用試片を作製した。

1. 組織検査

上記小試片多数を先ず所定のオーステナイト化温度に保つた塩浴 ($BaCl_2+Na_2B_4O_7$) 中に一定時間浸漬した後これらを同時に別の A_1 直上の所定温度に保つた低温用塩浴 ($NaCl+KCl$) 中に焼入し、所定温度の経過に従

つて順次試片を取出し水中に急冷した。

処理の完了した各試片は、表面の薄い脱炭層を除去した後検鏡し、オーステナイト粒界及び劈開面に析出した網状セメンタイト量を判定した。なおこの析出量の定量に当つて、さきに著者が報告した光電池による炭素量測定法 (応用物理, 19, No. 5, 昭 25, 189) をも併用した。

2. 電気抵抗測定

上記の U 字形の抵抗測定用試片に導線を溶接したまま上記同様の高温用塩浴中に浸漬した後、低温用塩浴 (この場合は電気伝導度その他の特性を考慮して B_2O_3 浴を使用) 中に焼入し、時間の経過と共にポテンシオメータ回路のガルバの振れを測定した。(図省略)

III. 実験結果

試料について予め完全オーステナイト化に要する時間を各温度に於いて求めておき、950~1150°C に 5~10分

間保持し A_1 直上の 730~710°C に焼入し、0~30分間に涉つて測定した。

検鏡試験の一例は Photo. 1 に示す如くであるが、網状セメンタイト析出量は、予め該試料について求めた焼入及び焼鈍組織と対比して判定した。ここに掲げた写真は C 1.34% (試料 No. 2) についての結果であるが、初析セメンタイト析出量を恒温保持時間に対してプロットすれば Fig. 1 の如くなる。すなわち析出は 20 秒後に開始し急激に速度を増大した後再び飽和値に近付き約 12 分後にはほぼ終了する。

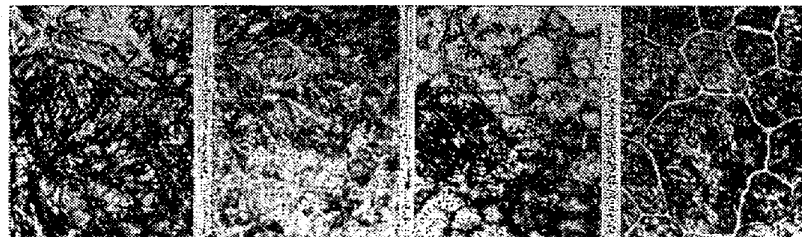


Photo 1. Microstructures showing the isothermal precipitation of cementite.

さらに電気抵抗測定結果について図示すれば Fig. 2 の如くである。同図はオーステナイト化温度 1050°C より A_1 点直上の 740, 730, 及び 720°C に夫々保持した場合の電気抵抗の増加を示したものである。この内 730°C 恒温析出を示す曲線が Fig. 1 の検鏡結果と対応するものである。

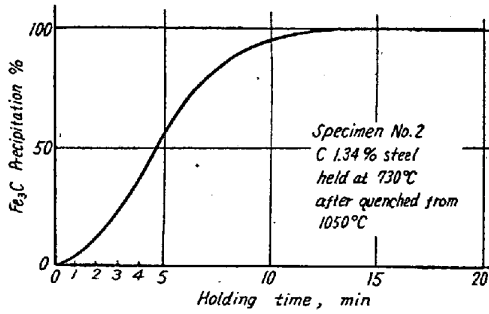


Fig. 1. Isothermal precipitation of pro-eutectoid cementite by means of microscopic examination.

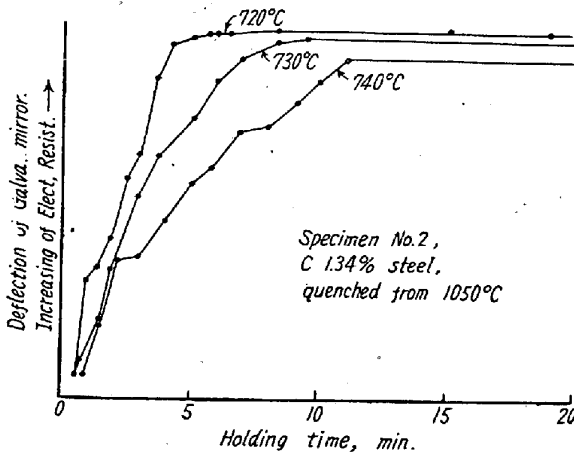


Fig. 2. Change of electrical resistance.

IV. 実験結果の総括

以上例示した如くして、前記高炭素鋼2種について顕微鏡組織及び抵抗変化を測定して、完全オーステナイト領域より A_{cm} 線に沿って初析セメンタイトの析出する速度を A_1 点直上に於いて求めた結果は次の如くである。

1) 顕微鏡組織変化及び抵抗変化はほぼ同一の傾向を示したから、これによつてセメンタイトの析出速度を判定することの可能性を確めた。

2) 一般にセメンタイトの析出は急速に開始し、次第にその速度を増大した後終了時近く再び緩慢となり、変態の形式から見ていわゆるM型を示す。

3) オーステナイト化温度の影響を $950\sim 1150^\circ\text{C}$ についてみると、セメンタイトの析出速度は大して変化がなく、単に結晶粒度の影響が現われるに過ぎない。

4) A_1 点直上の恒温析出温度の影響は顕著で $710\sim 740^\circ\text{C}$ の間では低温程析出速度は増大し、例えば 1050°C 焼入の場合 720°C では約5分、 730°C では約9分、 740°C では約10.5分で析出を完了する。

5) なお別に高温硬度計を用いて同様に恒温析出速度

を測定したが、ほぼ上記の結果を裏書きすることが出来た。

6) その他常温硬度の測定、電子顕微鏡による組織判定を行い、なお参考のため亜共析鋼よりの初析フェライトの析出速度についても実験した。

(47) 低炭素鋼板の焼鈍に伴う諸性質の変化

(Variations of Properties Accompanying with Annealing of Low Carbon Steel Sheets)

Hisashi Tahakashi, Lecturer, et alius

富士製鉄広畑製鉄所研究所 工〇高橋 久
工花井 論

I. 緒言

低炭素リムド鋼の焼鈍に伴う諸性質の変化状況に就いては1930年台の冷間圧延機の発達に伴つて幾多の発表が行われていて、且つ概略の点に就いては一致した結果が得られているが試料及び実験条件等の相違による為か詳細の点は可成り相異した結果が報告されている。

当所に於いては冷間圧延リムド鋼板を実験室的に焼鈍して若干の結果を得たのでこの点に就いて報告する。

II. 実験条件

試料は全て冷間圧延した低炭素リムド鋼薄板で冷間圧延率は57%から83%の範囲である。

焼鈍条件は炉内雰囲気として窒素ガス80~90%、水素ガス10~20%の混合ガスを使用せる実験炉によつて昇熱6時間、降熱は所定温度から1時間 $10^\circ/\text{h}$ の冷却速度で冷却後炉冷を行い室温迄の冷却所要時間は30時間以上である。所定焼鈍温度は $560\sim 830^\circ\text{C}$ の範囲を採つた。

III. 実験結果

Fig. 1には1例として焼鈍によるエリクセン値の変化率と焼鈍温度との関係を示す。 580°C の変化率 $\Delta Er/\Delta t$ は可成り大きい値を採り、 $600\sim 660^\circ\text{C}$ では略々一定で $660\sim 750^\circ\text{C}$ 間で再び低下し $750\sim 830^\circ\text{C}$ では殆んど零である。

硬度の変化率 $-\Delta H/\Delta t$ も 580°C では可成り大きく 600°C では略々半減し、 $620\sim 730^\circ\text{C}$ 間では極めて小であるが $750\sim 770^\circ\text{C}$ の間で再び増大し、 $800\sim 830^\circ\text{C}$ 間では再び極めて小となる。