

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

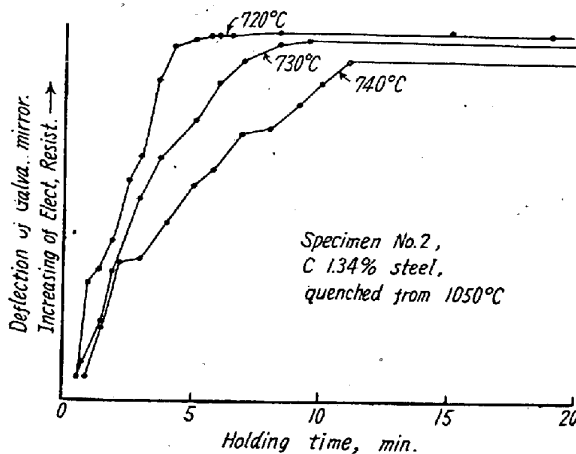


Fig. 2. Change of electrical resistance.

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。

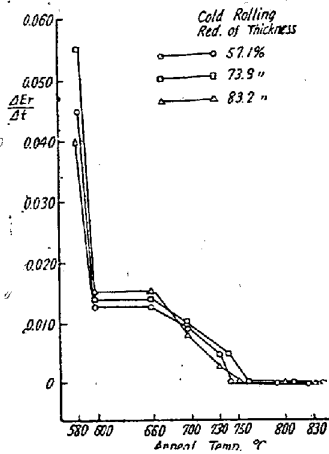


Fig. 1

抗張力及び降伏点の変化率 $-ΔT.S/Δt$ 及び $-ΔY.P/Δt$ は 580°C では大きな値を採り 600°C では略々半減して以後減少を続け、730~750°C 間では極めて小である。

粒度番号の変化率 $-ΔG/Δt$ は 600~730°C 間で略々一定であり、750°C 附近から減少して 830°C では極めて小となる。

結晶粒の延伸度 (或いは軸比) の変化率 $-ΔEg/Δt$ の挙動は $-ΔG/Δt$ とは若干異つていて 600~730°C 間では一定であるが 750°C ではこの一定値の略々 2 倍に増大し、以後減少して 830°C では零である。

IV. 考 察

Fig. 1 より判る様に冷延率が 57~83% の範囲に変化した場合に $ΔEr/Δt$ は全て 580°C では可成り大きいが 600~660°C 間では全て略々 1/4 に低下する。 $-ΔH/Δt$, $-ΔT.S/Δt$, $-ΔY.P/Δt$ 及び $-ΔG/Δt$ も全て 580°C では可成り大きく 600°C では著しく減少している。即ち 57% 以上の冷延率では本実験の条件下では再結晶とこれに伴う機械的諸性質の変化は 580°C では完全には終了せず 600°C に於いては一応完了すると見られる。

600~730°C の範囲に於いては諸性質の変化率は略々一定であるか或いは漸次減少する。即ち $-ΔG/Δt$ 及び $-ΔEg/Δt$ がこの範囲で一定であること、換言すれば結晶粒の成長と軸比の減少が温度上昇に伴つて漸進的に起ることに伴つて諸性質も漸進的に変化するのである。

750~830°C の範囲に於ける $ΔEr/Δt$ は略々一定値を採り、従来発表された多くの結果と同様に、この範囲でエリクセン値が略々一定なことを示す。Sachs 等*によれば Ac_1 温度直上に於いて C 0.08~0.09% リムド鋼の粒度番号は上昇し、従つて $-ΔG/Δt$ は負の値を採る

筈であるが本実験では $-ΔG/Δt$ は常に正の値を採り、彼等の主張する「変態による粒の微細化」は認められない。且つ彼等の実験に於いては 750~900°C 間で結晶粒は一樣に成長するが、本実験に於いては 830°C 附近では $-ΔG/Δt$ は小なる値を採り、従つて粒の成長は著しく緩慢である。

$-Eg/Δt$ の変化状況は 750~770°C の範囲で軸比が著しく減少し 830°C では最早や変化しないことを示す。事実 830°C に於いては軸比は殆んど 1 に近い。斯かる軸比の変化は Ac_1 温度以上に於ける変態によつても説明し得るが結晶粒の成長を伴う点から見て二次再結晶を関与しておるかも知れない。

$-ΔH/Δt$ の変化状況も 750~770°C の温度範囲で硬度が稍々著しく減少し、800~830°C 間で減少割合が緩慢化することを示す。Sachs 等によれば硬度も又 Ac_1 温度直上の焼鈍によつて上昇するが本実験結果によれば却つて稍々著しい低下を示す。炭素含有量が 0.08~0.09% 以下の如き低炭素鋼に於いては Ac_1 附近に於ける $α↔γ$ 変態量は極めて僅かであつて、斯かる少量の変態によつて試料を炉冷した後にも猶認め得る程の粒の微細化と硬度増加が残存するのであれば、 $γ→α$ の変態が低温側にずれて起り易い点から考えて、より多量の $α↔γ$ 変態を生ずる所の、より高温に於ける焼鈍に際しては粒の微細化と硬度の上昇とが、 Ac_1 直上の焼鈍の場合より甚しくなつて然る可きであつて、彼等の主張する「 Ac_1 直上の焼鈍に於いてのみ粒の微細化と硬度の上昇とが起る」原因は簡単には理解し難い。

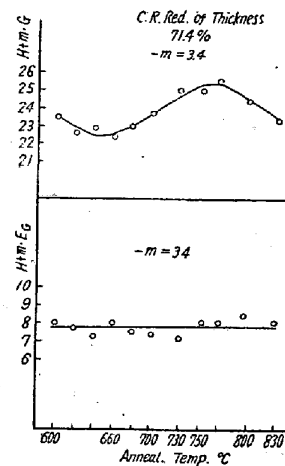


Fig. 2

Fig. 2 上の縦軸には硬度 H と粒度番号 G の m 倍の和を又 Fig. 2 下の縦軸には硬度 H と軸比 Eg の m 倍の和を採り、横軸は何れも焼鈍温度を採つてある。 m の値を適当に選んだ時に図上で横軸に平行な線が得られ

るならば和の2項に採つた二つの性質は焼鈍温度の如何に拘わらず極めて密接な関係があると考えられる。 $H+m \cdot G$ 対温度は蛇行した曲線を示し、これに対して $H+m \cdot E_G$ 対温度は直線を示すので、軸比と硬度の関係は粒度番号と硬度の関係よりも更に直接的であると見做される。即ち 750~770°C 附近に於ける軸比と硬度との著しい減少は極めて密接な関係を有することが予想される。

V. 結 論

i) 冷間圧延率 57~83% の低炭素鋼板は本実験条件下では 580°C では再結晶及びこれに伴う諸性質の変化は終了しないが 600°C の焼鈍によつて完了する。

ii) 600~730°C の範囲で諸性質及び粒度、軸比等は温度上昇に伴つて漸進的に変化する。

iii) エリクセン値は 750~830°C の範囲で一定値を採る。

iv) 結晶粒の成長は 750~830°C の範囲で温度上昇に伴つて緩漫になり、硬度の減少割合は 750~770°C 間で稍々増加して後緩漫になるが何れの場合にも Sachs 等の示した様な A_{c1} 直上の焼鈍による特異な変化は認められない。この点に就いては更に検討の要がある。

v) 750~770°C 間に於ける硬度の稍々著しい減少はこの温度範囲に於ける結晶粒軸比の稍々著しい減少と同一の現象に随伴すると見做されるが、その現象が何かは明らかではない

* G. Sachs, L. T. Ebert, G. B. Kasik & J. F. Nejedik, Fundamentals of Annealing Low Carbon Steel: Iron & Steel Eng. Vol. 24, No.11 Nov. 1946.

G. Sachs, L. T. Ebert, A. W. Dana & M. H. Jones, Fundamentals of Annealing Low Carbon Steel: Proc. of A.I.S.E. 1946.

(48) クリープ試験法に関する研究 (I) (Studies on Creep Testing Procedure (I))

Taro Hasegawa, Lecturer, et alii.

住友金属工業株式会社 製鋼所技術研究課

工〇長谷川太郎・落合 治・桑 一

I. 緒 言

筆者等は昭和 29 年度春期大会にて新に設置した耐熱鋼用高温クリープ試験装置につき報告した。我々の装置に採用した G. V. Smith 等によるクリープマイクロスコップを使用する伸測定装置につき、その測定精度を較正し、又測定精度向上の爲に、三の実験を行い、装置の

改良を行つた結果クリープマイクロスコップを利用し試験片の片側の伸測定を行い所期の伸測定精度を得ることが可能となつた。本報は之等の経過について報告するものである。

伸測定精度の較正法としては常温にて弾性限内にて、Marten's 伸張計に依り応力-歪関係を求め之を標準値とし同一試験片につき各種伸測定具により同様に応力-歪関係を求め標準値の弾性係数及び一定応力の下に於ける歪量を比較し又之等の再現性を求めた。更に降伏点以上の応力の下での歪量の測定、高温クリープ曲線を求め測定器の信頼性をしらべた。

II. 常温に於ける伸測定精度の較正

(実験 1) Ni-Cr 鋼試験片につき Marten's 伸張計、Fig. 1 に示す G. V. Smith の方式による測定、Fig. 2 に示す試験片平行部に真鍮板製伸測定具をとりつけクリープマイクロスコップによる伸測定の 3 種を行つた。試験に際しては試験片の取付状態をかえない如く試験片とチャックは最初の取付状態にて伸測定具のみ交換し、弾性限内の応力-歪関係を求めた。Marten's 伸張計に依る測定値は再現性があり弾性係数も略々適正な値となる。Table 1 に Marten's 伸張計に依る測定値を基準とし他の 2 種の測定法に依るときの弾性係数及び 20kg/mm² の応力下に於ける伸量と夫々の誤差を示す。

Table 1. Modulus of elasticity and elongation under the stress of 20 kg/mm² and their errors according to various methods of measuring elongation.

| Measuring method | Modulus of elasticity | Error | Elongation under the stress of 20 kg/mm ² | Error |
|--|-----------------------|-------|--|-------|
| | kg/mm ² | % | × 10 ⁻³ mm | % |
| Marten's extenso-method | 20, 100 | — | 57.0 | — |
| Elongation-measuring device according to G. V. Smith | 17, 800 | -11.4 | 61.1 | +7.2 |
| Elongation-measuring device made of brass plate | 20, 880 | +3.48 | 55.2 | -3.26 |

G. V. Smith の方式に依れば測定精度は最も悪く且つばらつきが多く信頼性が無い。Fig. 1 の試験片及び測定具の取付法から考え本法では平行部外の伸が加算されて測定値にあらわれるが、之により上記の結果を生ず