

はこの変態の進行が r の炭素濃度を富化するという現象と密接な関係を有するものと思われ、変態開始時の変態組織の炭素量がオーステナイトの平均炭素量に比し小であることを示すものと考えられる。

(注) 本文におけるフェライトと称するものは必ずしも平衡成分のものを意味しない。

文 献

- 1) 河井, 小川, 數井: 鐵と鋼 39 (1953) 772
- 2) 河井, 小川: 本會第 42 回大會講演大要 (1951)
- 3) Electron Microstructure of Steel: Proc. A. S. T. M. 50 (1950) 444
- 4) Electron Microstructure of Bainite: Proc. A. S. T. M. 52 (1952) 543

(68) 鋼の清浄度に及ぼす熱処理の影響について (II)

(Influence of Heat-Treatment on the Cleanliness of Steels (II))

日本製鋼所室蘭製作所研究部

石 塚 寛

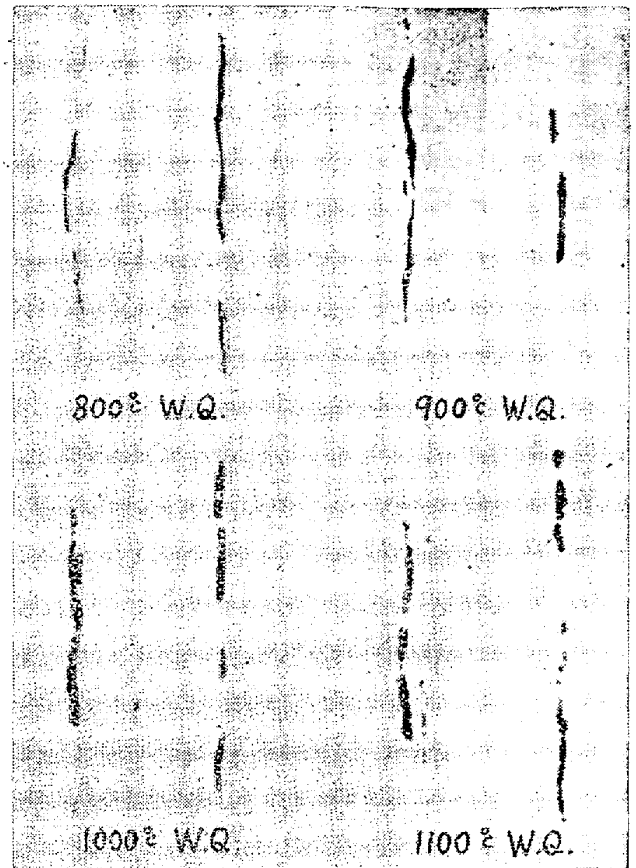
I. 緒 言

鋼の清浄度は焼入によつて悪くなる事を軸受鋼第 2 種に就いて認めその試験結果を第 1 報として報告したが、(鉄と鋼, 第 39 年, 第 10 号, 1143 頁参照), 本報では各熱処理を施した試験片中に見られる介在物の形態を高倍率の顕微鏡下で調査した結果に就いて述べると共に、合せて 2, 3 の考察を加える事とする。

II. 非金属介在物の形態學的調査

既に第 1 報の第 4 図で示した様に、清浄度を測定するに当り試験片を焼入しない場合とした場合とでは A 種介在物は全く異なつて見える。即ち焼入しない場合は A 種の殆んど総ては鳩色をした硫化物であるが、焼入すると A 種は黒く見え且厚さが大きくなり、硫化物とは色彩並びに形状が異なる。この様に焼入によつて黒く見える A 種は 100 倍の検鏡で時に依つて恰もクラック状に見える事があるので、前報では便宜上これをクラック状の A 種と呼称して鳩色をした硫化物と區別して来た。

按てこのクラック状 A 種は焼入温度によつてその形態を変化する。この一例を示したのが第 1 図であつて、これは 800°~1100°C までの各温度から水焼入した試料中に見られたものである。即ち焼入温度が低い時はクラック状 A 種の形状は比較的 Sharp であるが、高温か



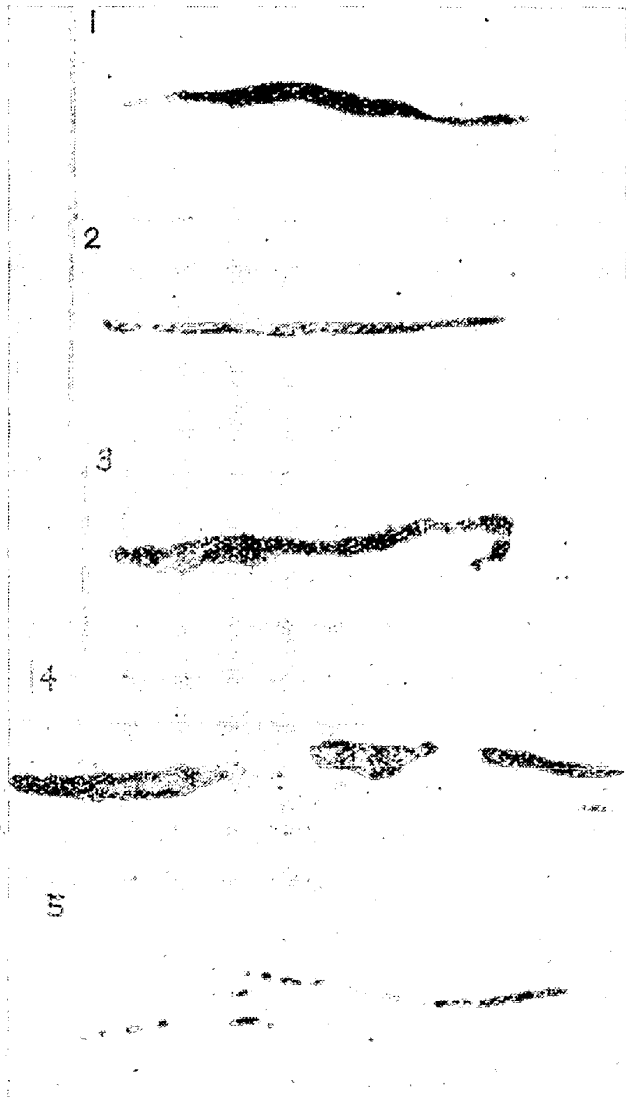
第 1 圖 焼入温度による A 種介在物の形状變化
($\times 400$) 3/4 縮寫

ら焼入されると丸味を帯び且つ長さが短くなる。尙この傾向は冷却速度の如何によつても認められる。

次にクラック状 A 種の性状に就いて述べる。尙 100 倍の顕微鏡下で観察されるクラック状 A 種の形状はどの様に見えるかと云うとそれは大体次の様である。第 1 に急冷に依つて硫化物と地鉄間に間隙が出来たかの様に見える、介在内部が灰色がり、これが急冷或いは加熱温度の上昇に伴つて巾が広くなり且黒味がゝる。第 2 に非常に小さいクラック状のものが見られる。これも前者と同様に急冷した試料中に見られるが、又風冷以下の冷却速度が比較的遅い試料中に見られるクラック状 A 種の多くは一般にこれである。第 3 に酸化物からの割れと思われるものも時々見られた。以上は低倍率でクラック状 A 種としても観察された主なものであるが、併しながら高倍率での内部組織が変化したためにその様に見える事が判つた。次にこれ等の現象に就いて述べる。

硫化物には一般に单相のものと 2 相より成るものがあるが、しかし硫化物は比較的不均一質であつて单相に見えるものも腐蝕で検したり或いはより高倍率で検すると 2 相 (α 相と β 相) になつている場合が多い。第 2 図—(1), (2) は鍛造まゝの試料中のもので、(1) は

MnS に富む硫化物で明灰色を呈し、(2) は明黄褐色を呈し FeS に富むもので細胞模様を有する。扱てこの様な硫化物は焼入によつて同図—(3), (4), (5) の様に変化し易い、(3) は比較的低い温度から焼入した場合の形態を示したものであるが、明らかに内部組織が破壊されて黒色がり且研磨によつて外周が崩れ易くなつて地鉄との境界が不明瞭になる。しかし更に高温から焼入すると(4) に示す様に硫化物は各相間から或いは細胞模様



1, 2: 鍛造まま, 3: 900°C 水冷
4: 1100°C 水冷, 5: 1000°C 冷水

第2図 焼入前及び焼入後の硫化介在物の
形態変化の一例 (×1500) -3/4 縮寫

の境界部から破壊分離され易い。又(2) に示した様な細胞模様を有し明黄褐色を呈する FeS に富む硫化物は、高温に加熱されると細胞模様が益々明瞭になり、焼入によつてその Matrix が破壊されて細胞部が各々分離され易い。同図—(5) はこれを示したものである。

以上の様に硫化物は焼入の影響を受けるわけであるが、その様相は焼入温度によつて異なる。と云うのは比較的低温から焼入した場合には単に組織が破壊された硫化物が多く見られるが、比較的高温から焼入した場合には前者の外に破壊分離した硫化物が観察されるのであつて、既に示した第1図からもこの間の傾向が窺われる。尙先に100倍で観察されるクラック状 A 種の第2として、急冷した場合非常に小さいクラック状のものが見られたと述べたが、その性状も要するに上述した様な硫化物の変化によるもので、決して本来のクラックでは無い。

低倍率でクラック状の A 種として観察されたものゝ性状は以上の様にそれ等は何れも硫化物の破壊及破壊分離したものであるが、其の外酸化物からの割れと思われるものも時に見られた。簡単に述べるとそれは主にクロマイト介在物を基点とした割れの様であつて(写真省略)、一般に急冷すると出易い。要するに例えばクロマイトの様に熔融点が高く非常に硬い酸化物の存在は鋼材の Weak Point となり易い。又クロマイトの影響としてクラックの発生の外に、それは亦 Cavity の原因ともなる。先に第1報の第11図で 9μ 以上の大粒の B 種は加熱温度を高め且急冷する程増加すると述べたが、これ等大粒の B 種は殆んど総べてが凹部であつて、これは一般にクロマイトに起因する場合が多い様である。

非金属介在物の顕微鏡的形態の調査に就いて、最後に B 種介在物に就いて簡単に述べる。試料中に含まれる B 種は主として $\text{SiO}_2\text{-Cr}_2\text{O}_3$ 系及び $\text{SiO}_2\text{-MnO-Cr}_2\text{O}_3$ 系介在物で其の外珪酸マンガノやクロマイト等も少量含むが、焼入した試料では更に破壊及破壊分離した硫化物もその形状の如何によつては B 種として測定される。この場合焼入温度が高い程 B 種として観察される硫化物が多くなる。

III. 考 察

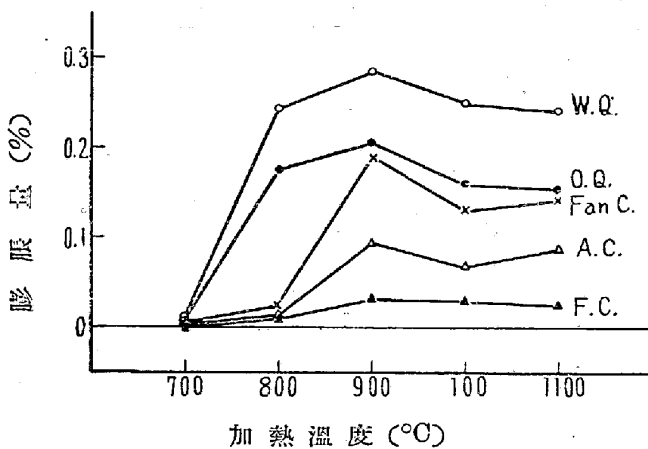
次に焼入によつて清浄度が悪くなる理由に就いて考えて見るが、其の理由として次の2つの事が考えられる。

(1) 前項で述べた介在物の顕微鏡調査結果から、焼入による硫化物の破壊及破壊分離によるのが一つの原因である。又低倍率では充分良く観察されず見逃し易い微細な硫化物が焼入によつて破壊されてそれが黒く見える事により初めて良く観察される事もある。これ等の場合、短かく破壊分離された硫化物及び小さな硫化物が破壊で変形され、丸味を帯びたものや楕円形状になつたもの等は場合によつて低倍率では B 種として測定される。更に焼入によつて発生する酸化物を基点とすると思

われる小さな Cavity 等も原因する。

(2) 加熱による介在物の析出及び成長と云う事も一応考えられる。例えば第 1 報の第 2 図及び第 9 図で示した様に、高温に加熱した場合は低温の時よりその平均厚は冷却速度の遅い場合でさえも大きく、その傾向は特に B 種介在物の方が顕著である。又 A 種は別として B 種介在物は 1100°C から炉冷した場合でも僅か分布比の増加が認められる。これ等の事は多分介在物の析出或いは成長肥大と云う事を暗示するのではないかと考えられる。

以上 2 つの事柄の中、(2) の問題に就いては別途試験を行う予定であるが、(1) の焼入による硫化物の破壊及び破壊分離に就いて更にその原因を考えて見た。一応考えられる事は、(イ) Micro 的な原因として地鉄と硫化物との熱伝導率及び線膨脹係数の差異による熱応力から来る歪、(ロ) Macro 的な原因としてマルテンサイト変態に伴う地鉄の膨脹である。この中前者に就いては Micro 的な問題であるだけに其の真相を確めるに至らないが、後者に就いては膨脹試験を行つて見た。其の結果を第 3 図に示す。尚試験片の寸法は 5mmφ × 70mm である。



第 3 図 熱処理による膨脹量の變化

である。今この結果と第 1 報で述べた清浄度の変化とを比較して見ると、加熱温度が同一の場合は冷却速度が大なるに従い分布比も膨脹量も共に大きくなり全く同じ傾向を示すが、逆に冷却方法が同一の場合加熱温度の相違による両者の傾向は一致しない。と云うのは膨脹量は 900°C に加熱した時最も大きく、1000°C になると逆に減る傾向を示すからである。従つて清浄度の変化は地鉄の膨脹量のみで説明され得ないわけであるが、先に述べた様に硫化物の破壊分離の傾向は焼入温度が高い程著しい事から、これは結局硫化物の軟化程度が地鉄の膨脹、熱応力等の物理的現象と相俟つて清浄度に影響を及ぼすものと考えられる。

IV. 結 言

前報に引続き熱処理による介在物の形態変化を調査し、合せて鋼の清浄度は焼入によつて悪くなる現象に就いて考察した。要約すると

(1) 硫化物介在物は焼入によつてその組織が破壊され、平均厚が大となる。この場合高温から焼入すると硫化物は各相間から或いは細胞模様の Matrix から破壊分離され易い。従つて A 種は焼入温度が比較的低い時は割合 Sharp な形状をなしているが、高くなると一般に丸味を帯びて平均厚は大となり且長さが短くなり易い。

(2) 焼入による硫化物の形態変化したものの中、例えば破壊されて丸味を帯びたもの或いは楕円形状になったもの、又短かく破壊分離したもの等、その形状の如何によつてはそれは B 種として測定される。尚例えば鍛造比が小さく従つて硫化物の伸びが短い様な時には、焼入によつて A 種か B 種かの区別が困難になる事が有り得るわけであつて、この点我々常に経験もし又測定中その判断に苦しむ事が往々にしてある。

(3) 焼入によつて酸化介在物例えばクロマイトの様な硬い介在物から小さな割れが発生する事が時々ある。又それは小さな Cavity 発生の原因ともなり易い。

(4) 焼入によつて清浄度が悪くなる事は、硫化物の破壊及び破壊分離に起因する外、小さな Cavity の生成更に介在物の成長或いは析出と云う事もある。

(5) 上述した硫化物の形態変化の原因としてはいろいろあるが、マルテンサイト変態に伴う地鉄の膨脹による事もその一つの原因であろうと考えて膨脹試験を行つた。結局焼入温度の高低による分布比増加の程度は、其の時の地鉄の膨脹量、熱応力更に硫化物の軟化程度等に関係するものと推察した。

(69) 高バナチウム高速度鋼に関する研究 (III)

(Study on High-Vanadium High Speed Steel (III))

日本製鋼所室蘭製作所研究部 石 塚 寛

I. 緒 言

所謂 18-4-1 型の高速度鋼は切削工具として極めて優秀なる事は論を俟たないが、その多量合金元素であるタングステン世界的にその資源に乏しく、随つてタングステンを全く含まない代用高速度鋼或いはその一部を節減した切削工具の製造については古くから広く研究され