

又剝離して痕跡のみを残しているものもある。この断面に於ける脱炭、酸化鉄侵入状態等は鋼塊に於ける膨れ又はそれが開口せる部分と全く同様であつた。このほかの疵については充分確認出来なかつた。

IV. 總 括

以上の詳細及び考察等は講演の際にゆづるが、大体総括すれば次の如くである。

(1) 苛酷に加熱されたキルド鋼塊の表面は多孔質となり、強度に脱炭し、膨れを生じ、一部は融解流出して鋼塊面に溝を作り、また流下物は低温部に固着している。従つてこれらは圧延されて短小な縦疵、微細な横破れ、ラップ疵及び完全に脱炭せる単相組織の薄層等を鋼片面に残す可能性があり、それらのうち一部の疵は確認された。

(2) キルド鋼塊に於ける燃焼組織の粒界介在物には鋼塊の表面に対して略直角に向く方向性傾向のあることを認めた。これらの特性はキルド鋼塊の燃焼層に於ける横破れ疵の発生傾向機構をよく説明し得る。

(3) リムド鋼塊の過加熱せる表面に発生する融解流下による溝形成、凝固物の鑄巣状組織、完全脱炭等はキルド鋼の場合と同様である。但し外面は一般に滑かで、さくれば余りない。最も特徴的なものは膨れの中央に空孔が大きく開口する点である。

(4) リムド鋼塊の過加熱せる鋼塊を圧延せる鋼片にはキルド鋼の如き縦疵、横破れ等は余り現はれないようである。その代り(5)の現象に基づくと考えられる。ラップが現はれる。

(5) リムド鋼塊の燃焼組織に於ける粒界介在物は鋼塊面に平行の方向性傾向が認められ、これは鋼塊のリム部に起る。この特性はリムド鋼片に於ける大ラップ疵の原因が熱的に発生し得る機構の説明を可能にする。

(6) 鋼片に発生せる疵の特徴を過加熱鋼塊の欠陥部の特徴と比較検討した。また未確認疵に対しては鍛造実験によりその可能性を確めた。

(67) 構造用合金鋼の等温變態組織の電子顕微鏡的觀察

(Electron-Microscopic Observation on Isothermal Transformation Structures of Constructional Alloy Steels)

住友金屬工業 K.K. 製鋼所, 技術部, 研究課

工 河 井 泰 治

○小 川 楠 雄
敷 井 良 一

I. 緒 言

筆者等は前第 46 回本大会にて数種の構造用鋼につき Jominy 試験片の不完全焼入組織の電子顕微鏡觀察結果を述べた¹⁾。今回は Cr-Mo 及び Ni-Cr-Mo 強靱鋼の各温度に於ける等温變態組織の光学顕微鏡組織と対比した電子顕微鏡的觀察結果を二、三の考察を加え報告する。

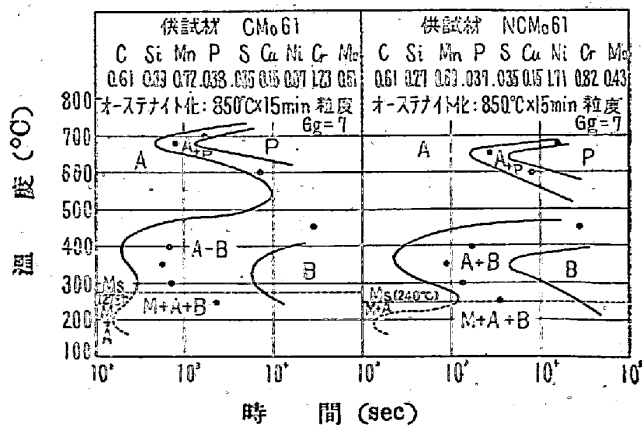
II. 供試材及試験方法

供試材は筆者等が先に第 42 回本大会で引上焼入及び焼戻に伴う変態について報告したものと同一試料の Cr-Mo (記号 CMo61) 及び Ni-Cr-Mo (記号 NcMo61) の 2 種の低合金鋼でその化学成分その他は第 1 図に示す。両供試材の等温變態曲線は筆者等の考察による熱膨脹計を用い測定した。本装置並びに測定方法はその際詳述したので再記を略す²⁾。今回はこの等温變態曲線を基礎として、7mmφ×5mm の試料を用い第 1 図中に示した各温度で 50% 等温變態を行わしめた後水中に急冷した。即ち變態組織及び變態進行状態の觀察には却つて變態を完了させた場合より便なるものと考えたからである。

電子顕微鏡試料は機械的研磨仕上を行い、5% Picral 腐蝕し、前回に報告した Formvar-Al の 2 段 Replica で Cr Shadow を行つた。

III. 觀 察 結 果

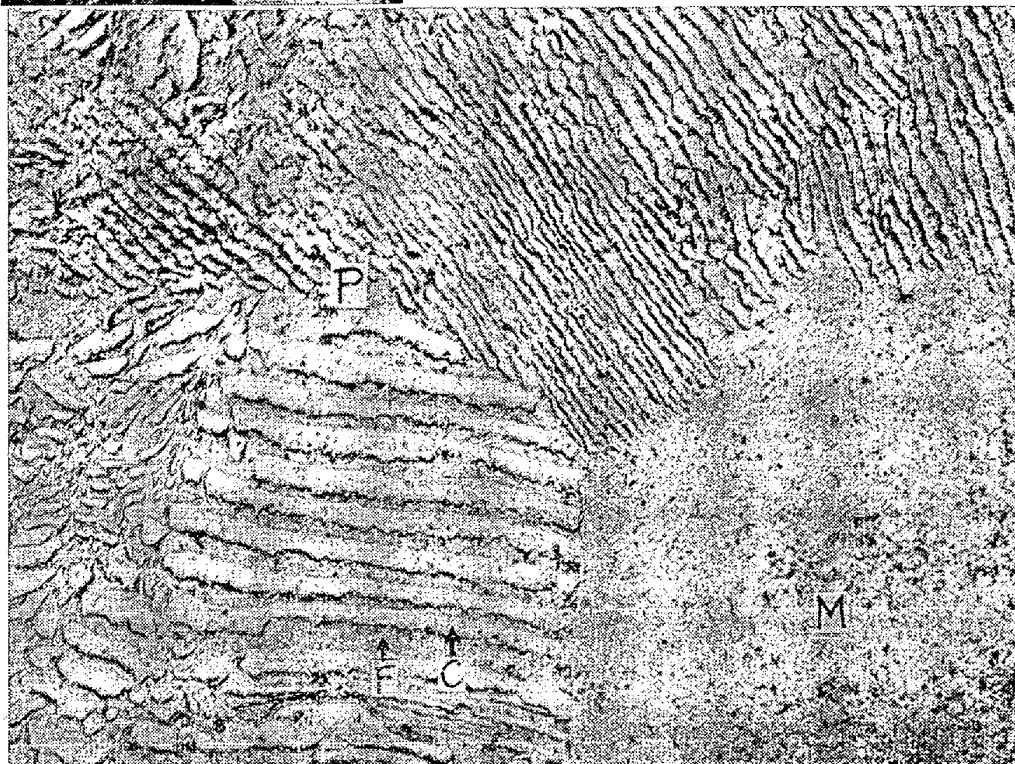
両供試材の等温變態曲線図及び光学顕微鏡による組織判定は第 1 図の通りである。これらの各變態温度に於ける等温變態組織の電子顕微鏡組織觀察結果を略述すれば次の如くとなる。尙本報の觀察結果は ASTM の Elec-



(圖中の●印は組織觀察試料)
第 1 圖 供試材化學成分及等温變態曲線圖



(左) 光學顯微鏡組織
×1,000 (3/5 縮寫)



(下) 電子顯微鏡組織
Formvar-Al Replica Shadowed
with Cr ×10,000 (3/5 縮寫)

第 2 圖 CMo 61 の 700°C の等温變態組織 5% Picral Etch

Iron Subcommittee の報告と対比して検討を行つてい
る⁹⁾。

1. パーライト組織

両供試材共 700~650°C の等温變態では光学顯微鏡的
にはパーライト組織で輪廓は平滑である。電子顯微鏡的
にも輪廓は平滑で、粗大な板状を呈する炭化物とフェラ
イトとが規則的に長く平行に並び、のびびとしている。
先端部はフェライトと炭化物が並列し両者の何れかゝ先
行しているようには觀察されない。又變態温度の降下と
共に層間距離が縮小するのは周知の如くである。600°C
では外廓は稍々木葉状を呈しフェライトが少し多くなり
lamellae が益々細くなる。又フェライトと炭化物の
規則的な平行性が相当乱れてくる。CMo 61 の 700°C
等温變態の電子顯微鏡組織の一例は第 2 図に示す如くで
ある。

2. 中間段階變態組織

a) 高温ベイナイト

両供試材共等温變態温度 450~400°C 附近では光学顯
微鏡組織は輪廓の不明瞭な木葉の朽ちたような形状を呈
し、電子顯微鏡的には炭化物がフェライトと略平行に並
び、微細パーライトの炭化物に比し粗大でその量が少く、
且断片的になつており、又次に述べる低温ベイナイトの
それよりも多少変曲している。端部は殆んどフェライト
である。尙両供試材共 450°C 等温變態の端部のある部
分では針状炭化物が殆んどフェライトを伴わず粒内に単
独で折出しているのが觀察されたがこれは前報の一端焼
入組織では認められなかつたもので注目を要する。第 3
図は CMo 61 の 400°C 等温變態の電子顯微鏡組織の
一例を示した。

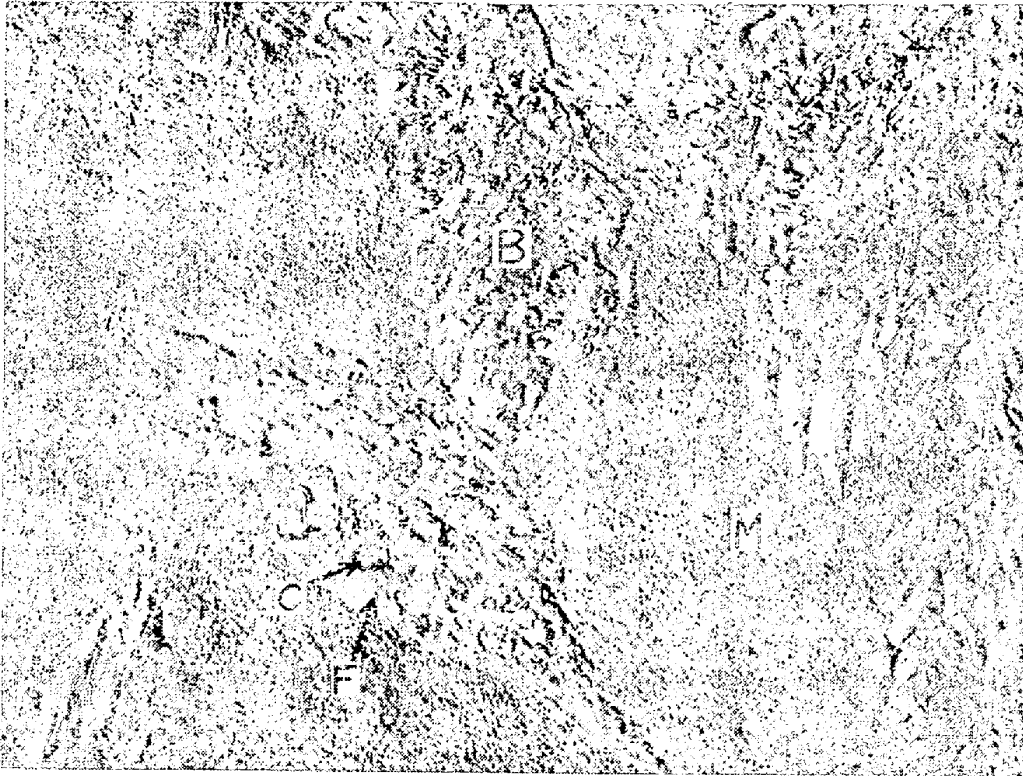
b) 低温ベイナイト



(左) 光学顕微鏡組織

×1,000 (3/5 縮寫)

(下) 電子顕微鏡組織

Formvar-Al Replica Shadowed
with Cr ×10,000 (3/5 縮寫)

第3圖 CMo 61 の 400°C の等温變態組織 5% Picral Etch

両供試材共 350°C~Ms 附近の等温變態温度では光学顕微鏡的には黑色針状を呈するが、電子顕微鏡により観察すれば輪廓は針状で、その巾は温度の降下と共に狭くなる。炭化物は細く「とげとげ」した形状を呈し、針状のフェライト中に方位性を以つて略一定の角度に配列するが、針状を呈しない部分ではこのような規則性が認め難い。即ち低温ベイナイトの微細組織も切断の方向により形態が異なるものと思われる。針状組織の先端部はフェライトで炭化物の析出が認められない場合が殆んどである。尙フェライトに比し炭化物の量が少いことは高温ベイナイトと同様である。

IV. 考 察

以上の微細組織の観察により鋼の變態機構を論ずることは早計であるが、従来の多くの文献の結果を参照し中

間段階變態組織に対し 2, 3 の考察を行えば次の如くである。

1. 中間段階變態域に於ては針状フェライトの粒内析出が炭化物形成に明らかに先行する。即ちこの變態はフェライト核生成により誘起されると考えられる。

2. 中間段階變態の低温域 (350°C 以下) では針状の過飽和 α 固溶体 (恐らく αM の如きもの) が生じ、その中に方位性を以つて微細な炭化物析出を生ずるものと思われる。

3. 中間段階變態の高温域では粒内にフェライトが並列して生じ、その間に残る巾の狭いオーステナイト域の濃度を富化して炭化物を析出させるものと思われる。フェライトと炭化物配列とが平行となるのはそのためと考えられる。

4. 中間段階變態組織における炭化物の量の少いこと

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

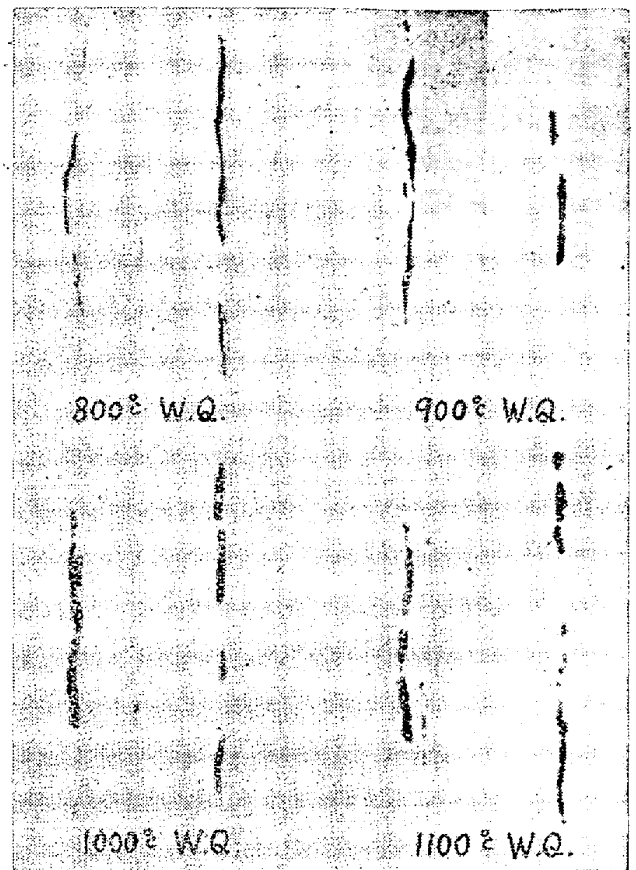
I. 緒 言

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区別して来た。

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