

びたものの方が良いようである。之は組織が Crack の発達に関係があるようである。

何回も使用して mottle の現れているロールを使用しても結晶粒の細かい時は mottle 部以外に疵が発生せず肌的美麗な場合がある。

## V. 結 論

熱間用テルドロールの使用後の表面疵は大別して縮細疵、蝨肌疵、鎖線状疵の三種に別れる。いずれも熱応力に依る Crack が其の原因となつていようである。

此の Crack の発生は Cementite 粒の小さいものの方が少いようである。1mm<sup>2</sup> 中 300 個以上あるものが美麗な表面を保つようである。また Cementite 粒が丸みを帯びたものの方が望ましい。

最後に本調査にあたり努力された松本和正君に深甚の謝意を表すものである。

## (66) 過度の加熱を受けた鋼塊とその 壓延鋼片に於ける表面疵に就て

(On the Surface Defects of Steel Ingots and its Rolled Blooms Subjected to Over Heating)

日本鋼管 K. K. 川崎製鐵所技術研究所

高島徳三郎

### I. 緒 言

所謂押込式連続加熱炉は周知の如く加熱と均熱とが同一室内で行われる関係上スキッドから落した鋼塊は炉床に長く停まることがあると往々焼過ぎとなりその程度如何ではこれを圧延した鋼片に疵が現われる。しかしかゝる場合仕上品だけの調査で材料疵か加熱による疵かを判定する事は相当困難で、現在のところこれを明確に区別し得る方法は無いと言つても過言ではないと思われる。従つて往々製鋼者側と圧延者側との間に論争が見られることはよく知られている。

本調査はかゝる場合に対処するため、普通鋼に特別過度の加熱を行つた場合、即ち主として熱的原因によつて如何なる疵が現はれるかに就いて実験し、その発生経路と特徴を明かにする目的を以て行つたものである。

### II. 調 査 方 法

本調査に移る前に正常の加熱中に起るスケール下の酸化物粒生成層（以下完全脱炭層と呼ぶ）とオーステナイト粒子の成長程度の観察及び測定をした。前者に就いては某目的で各種の条件下に加熱した鋼塊多数をとり、

各 32 箇所づゝ採取した切片を調査せる結果、完全脱炭層はスケールが酸化又は固体として厚く附着する部分では厚い層となるが、スケールが熔融流下する程度の温度下では極めて薄く、約 1350°C 以上では痕跡が 0.1~0.3 mm 程度であることがわかつた。勿論これは冷却後測定の結果である。故にスケールの熔融点以上の最終加熱を行う場合完全脱炭層による害は無現してよいと信ずる。次にオーステナイト結晶粒度は単重 2t、長さ約 1.5 m、厚み平均 440mm の平炉製普通鋼塊を約 6 時間加熱し、1350°C に達せしめた実験では表面結晶粒度は平均 G-3 程度となり、かなりの成長を示すが、この程度では未だ圧延で疵を生ずる事実を認めなかつた。従つてこの点についても心配はないと考えられる。よつて本調査に於いては専ら鋼の熔融点附近即ち異常加熱が鋼塊の表層に及ぼす影響を確めるために行つた。即ち鋼塊を極度の高温に加熱し、一部熔融する程度迄に至らしめ、この鋼塊の外表面状態を詳細観察すると共に、同鋼番の他の鋼塊を略同条件下に加熱し、これを圧延して発生した疵を調べ、先に調査した鋼塊面に於ける欠陥部の特徴と一致するものがあるか否かを確めた。本調査に於ける供試材料及びその化学成分は第 1 表の如くである。

第 1 表 供試材及其の化学成分

鋼塊	材 質	化 學 成 分					
		C	Si	Mn	P	S	Cu
A	低炭キ 下鋼	0.15	0.26	0.46	0.014	0.028	0.20
B	高炭キ 下鋼	0.41	0.29	0.96	0.057	0.020	0.23
C	低炭素 リム下鋼	0.14	tr	0.39	0.011	0.023	0.15

鋼塊単重 2T、長さ約 1.5M、胴部平均 440mm 横断面略角形、周辺波形、圧延後の鋼片は 125mmφ 又は 150mmφ、加熱炉押込連続式、燃料コークス炉瓦斯、炉内雰囲気弱酸化性。

### III. 調 査 結 果

#### i 加熱後鋼塊表面の状態

##### A 鋼塊の場合 (抽出温度 1460°C)

加熱冷却後鋼塊表面及び断面状態を観察せる結果次の如き諸点を列挙することが出来る。

##### (1) 表面滑かで変化なき部分

これは表面層に変質組織なく、健全状態である。

##### (2) 表面に小気泡現はれ明かに異状を呈せる部分。

断面は相当厚く完全脱炭し、多くの小孔及び小孔内に

酸化鉄を含むものがある。脱炭層との境界は漸变的である。

(3) 局部的に盛り上りその面がさくれている部分。

大体(2)と同様の断面組織で一層気孔性を増す。但し大なる空孔にならない。

(4) 鋼実質の一部が熔融流下した形跡の溝ある部分。溝の内面に脱炭層なし。但し燃焼組織を見るものあり。

(5) 流下熔融物の凝固せる部分

凝固物は断面では隆起し完全脱炭せる単相組織である。腐蝕すれば茶褐色に変色す。内部は鑄巢状小気孔あり、地の鋼との境界は明瞭で、酸化鉄の微粒が層状をなす。

(6) 微細な亀裂が酸洗によつて認められる部分。

この断面は周知の燃焼組織で、元のオーステナイト粒界に非金属物質の薄層あり、間々融解後凝固せる如き部分も見える。本鋼に於いて特筆すべき点は燃焼組織の粒界介在物中には鋼塊の胴部面に対し略直角の方向性が認められるものが多い点である。

B 鋼塊の場合(抽出温度 1405°C)

欠陥は端部にのみ現はれたが、表面に於ける異常の種類は A 鋼塊の場合と同様である。但し表面のさくれ部分は一層甚しくなる。断面は脱炭層が明瞭である。

C 鋼塊の場合(抽出温度 1490°C)

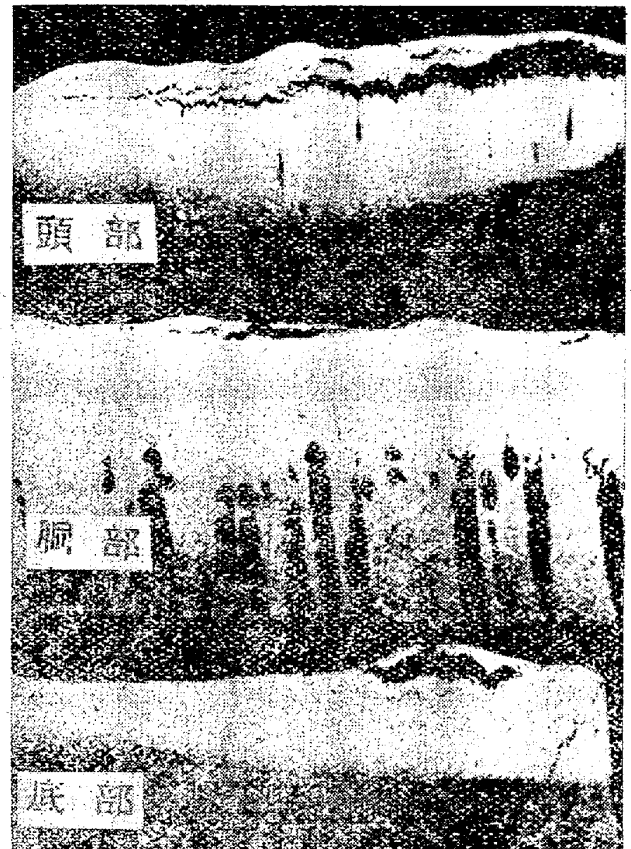
本鋼塊も A 鋼塊の(1)の状態に対比すべき何等変化なき外観部がある。但し(2)は余り認められない。(3)は盛り上りの上面が比較的滑かで中央に開口した大なる空孔を生ずる。其他一般に表面のさくれは少い。又表面に於ける(6)に対比する亀裂は余り見られない。

断面状態で最も特徴ある点は表層が膨れ上つてブリストアを形成し内部実質に鋼塊面と略平行の裂け疵が生じている。この裂け疵の進む方向は燃焼組織の粒界介在物と一致するものが多い。即ち本鋼塊の燃焼組織の粒界介在物中にはキルド鋼と異り、鋼塊の胴部面に平行の方向性を持つものが多い。但し頭底部等には直角の方向性を持つものも僅か見られる。この附近は脱炭してパーライトは見られず酸化鉄の微粒子が広く分散している。これらの異常裂け疵及び燃焼組織はすべてリム部内に起つている点に注意を要する。その断面状態は第1図の如くである。

ii 圧延後鋼片の表面疵

(1) A 鋼番の鋼塊より圧延せる鋼片の表面疵(鋼塊抽出温度 1480°C)

圧延方向に伸びた鱗状或いは X 字状小ラップ疵及び



第1図 リムD鋼塊のリム部に発生した割れ疵の状態を示す(×2/3)

巾広の紡維状或いは帯状の薄層内に微細な横破れ或いは縦疵を有するものが認められた。前者の疵の断面は余り脱炭されず薄片部も本体と同様の組織状態である。然るに後者は完全に脱炭した単相組織で本体とは判然と区別出来る。割れ疵はこの脱炭層内にだけある。以上のうち前者は燃焼層の破れ疵、後者は熔融物又は半熔融状態の部分が凝固した後に圧延されて生じた疵と考えられる。このほかの疵は確認出来なかつたが鋼塊に発生した諸欠陥はそれぞれ縦疵、ラップ疵等になる可能性が鍛造実験で認められた。

(2) B 鋼番の鋼塊より圧延せる鋼片の表面疵(鋼塊抽出温度 1382°C)

この場合は燃焼層より発生した破れ疵と考えられる疵を端部に認めたのみで他は発見出来なかつた。疵の状態 A は鋼塊の場合と略同様であるが、疵の附近はフェライトライン中に介在物を有するものが多い。これは A 鋼塊の場合よりも明瞭に現はれている。

(3) C 鋼番の鋼塊より圧延せる鋼片の表面疵(鋼塊抽出温度 1470°C)

この場合認められた最も特徴ある疵は処々に発生した大形ラップである。これはよく密着しているものもあり、

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、大体總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<sup>1)</sup>。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。

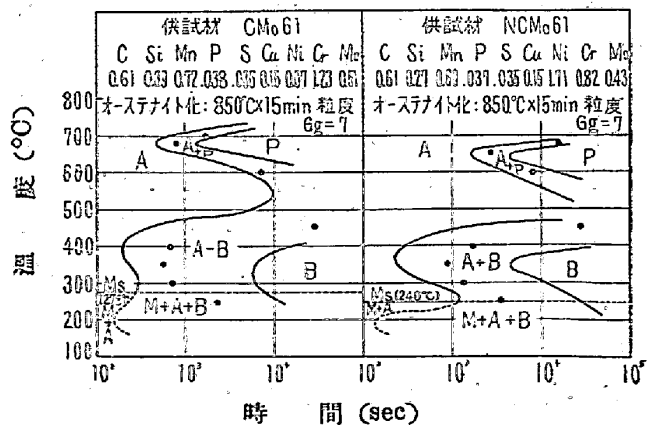
II. 供試材及試験方法

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<sup>2)</sup>。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-



(图中的●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