

選擇酸化の事實を示すものと考えられる。各元素の分布の例として、Cu, S, Sn, Cr の分布を第 2 圖に示す。この中で興味ある事實は、スケールと鋼との境界に於ける S の濃化が著しく、又スケール中の S の平均含有量が加熱前の鋼中の平均含有量よりも遙かに高い事である。これは燃料中の S が吸収された爲と考えられる。他の元素に關しては兩者の間には殆んど差異はないが、非酸化性元素に於ては前者が稍々低く、酸化性元素に於ては前者が稍々高い傾向が認められる。又 S 及 Sn は他の元素に比し、金屬部での濃化層の厚さが稍々大である事は注目すべき事實である。

IV. 境界層の顯微鏡的觀察

先づ試料を鍛造用加熱爐中で 36hr 加熱し、鋼とスケールとの境界を鋼の表面と直角な斷面に於て觀察した結果に就て述べる。

第 3 圖はその顯微鏡寫眞の 1 例であるが境界に薄膜状



第 3 圖 (3/4 縮寫)

乃至は粒状に腐蝕され難い金屬部分の存在する事が判る。簡單の爲にこの部分を NE 部と呼ぶ事とする。NE 部はこれと接するフェライト部に比し普通の腐蝕に使用される酸及其他の腐蝕劑に對して極めて安定であるが、濃硝酸にて腐蝕すればフェライト部は不動態化するが、NE 部は速かに溶解する事より、この部分が分析より知られる境界に於ける各非酸化性元素の濃化の主體をなしている事が推論される。

次に合金量と NE 部との量的關係を觀察する爲に、Cu 0.20~0.30% の範圍で Sn を 0.04% より 0.24% 迄變化し、鋼の表面に於ける NE 部の量を半定量的に觀察した處、NE 部の量は Sn 量と共に増減する事が判つた。

V. 高温屈曲試験

上述の Sn 量を變化した試料で $1 \times 1/2 \times 5''$ の試験片を作り、これを實驗爐中で 1200°C に 1.5hr, 120cc/hr

程度の酸素を通じながら加熱し、次いで 950°C に加熱された他の爐中に移し、15min 保持した後その温度で内側徑 $1/2''$ の屈曲を行つた。屈曲試験片に發生した龜裂の程度も Sn 含有量と平行して變化する事が判つた。又龜裂の發生した附近を觀察すると、龜裂の周邊の一部及龜裂が開口し始めた浅い部分に顯著な NE 部の存在する事が分る。

VI. 結 論

以上に依り鋼材は加熱に依りスケールを生ずるが、この際選擇酸化に依り非酸化性元素乃至化合物は、スケールと鋼との境界に濃化し、境界に薄膜状及粒状の合金層を形成する事を再確認した。而してこの合金層は或程度鋼の結晶粒界にも侵入し、特に合金層が鍛造温度で熔融状態をなす場合には、鋼の表面の破斷抗力を低下させ、この部分に張力が働けば龜裂を生じ、合金層は龜裂中に侵入して更に龜裂を擴大し、合金層が消費されて了るか、或は鍛造温度が低下して合金層の効果が消失する迄は、龜裂の發達が進行するものと考えられる。この様な見地から有害な元素を求めると、Cu の他に Sn, As, S 等が考えられるが、高温屈曲試験等に依り Sn の効果を實證した。

(7) 鍛鋼材に現れる龜の子状龜裂に就て (II)

—錫及び其の他の因子の影響—

長崎製鋼 K.K. 長崎製鋼所 理 河 合 正 吉

I. 緒 言

第 1 報に於て龜裂の發生が Cu は勿論、他の非酸化性元素とも密接な關連を有する事を推論し、これ等元素の濃化に依つて生じた境界部の合金層が龜裂の發生に對して重大な役割を演ずる事を確認した。特に鋼中に不純物として存在する錫が合金層の生成を極めて容易ならしめる事を知り、錫の龜の子状龜裂の發生に及ぼす影響を實績及實驗に依つて検討する事を第 2 報の目的とし、別に他の元素の影響及び加熱屈曲條件の影響等に就ても言及する。

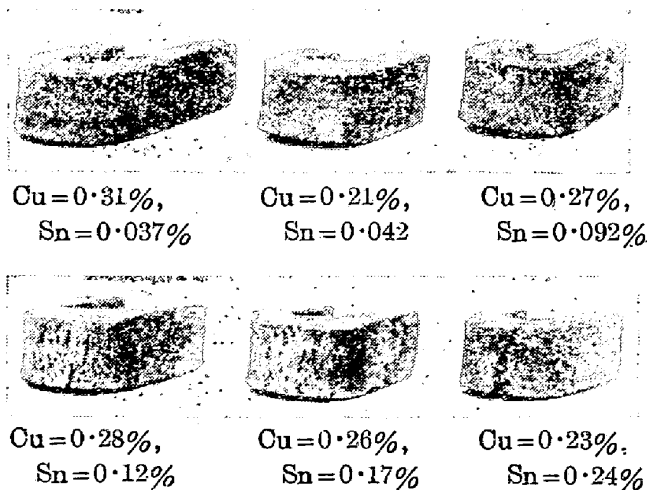
II. 高温屈曲試験

第 1 報で略述した高温屈曲試験に依り龜裂發生に及ぼす加熱屈曲條件及び成分の影響を検討した。先づ第 1 報で述べた寸法の試料を Cu=0.26%, Sn=0.040% の鋼材で製作し、加熱條件及び屈曲温度を變えて屈曲試験を行

つた。最初 1200°C で 120cc/hr の酸素を通じながら 1.5hr 加熱し、屈曲温度を 850, 900, 950°C に選び屈曲したが、Cu, Sn 含有量が低い爲に殆んど龜裂は認められなかった。簡單の爲に例えば 1200°C で、120cc/hr の酸素を通じながら 1.5hr 加熱し、950°C で屈曲する操作を 1200×1.5(120)-950 と記す事とする。次いで 1200×3(120)-950, 1200×1.5(250)-950 の條件で屈曲を行ったが、輕微な龜裂が現われ、加熱時間の延長及酸化を強める事が、龜裂の發生を助長する事を了解せしめる。

更に 1250×1.5(100)-800~650, 1300×1.5(100)-800~1000 で屈曲した結果何れの場合にも 800°C の屈曲の場合を除き龜裂が發生し、温度が低い程龜裂の数は少いが龜裂の大きさが比較的大になる事が判つた。屈曲温度の影響として、試料の寸法が一定の場合、温度が高い程合金層の作用は活潑であるが變形抵抗は小となり、温度が低い程合金層の作用は不活潑であるが變形抵抗は大となるから、龜裂の最も激しくなる屈曲温度の存在する事が豫想される。950°C の屈曲で龜裂が顯著に現れる試料でも 1200°C で屈曲すれば殆んど龜裂が現れず、又上述の試料で 800°C では龜裂が現れず、1000°C になると龜裂の数は増加するが、龜裂の大きさは輕微になる事は良く上述の豫想を裏書している。以上要するに Cu, Sn 等の含有量が比較的低くても合金層の生成を容易にする様な條件で加熱すれば龜裂が生成し、屈曲試験に依り龜裂感受性を試験する爲には 1200×1.5(120)-950 の試験條件が妥當である事を知つた。

この様な試験條件の下に Sn, Cu, Ni, Mo, 及び Cr 等の影響を検討した。第 1 圖は第 1 報で述べた Sn の影響を示す屈曲試験結果である。即ち Sn 0.09% 附近より龜裂が出現し、0.20% に達すると試験片が殆んど 2 つに折れる程度迄龜裂が發達する。一般に Sn 含有量が高い

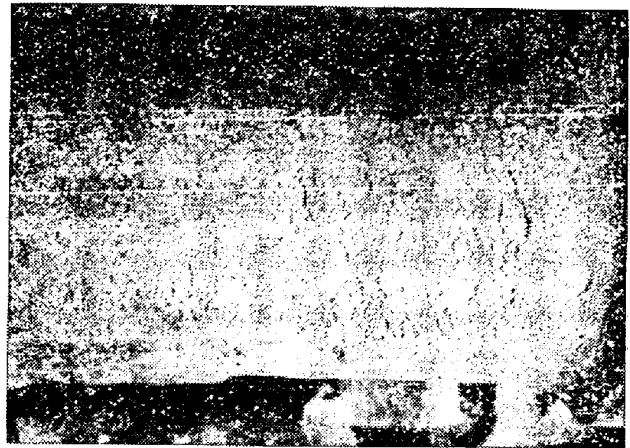


第 1 圖

場合の龜裂は大きく尖鋭である。Sn 含有量の高い試料を加熱後、その境界を検鏡すると顯著な合金層の結晶粒界への侵入が認められ、又屈曲後の龜裂部に於ける合金層の存在も極めて顯著である。これは第 1 報の分析結果よりも知られる様に、Sn の粒界への侵入が Cu よりも激しく、Sn の熔融點が Cu のそれよりも遙かに低い事に依るものと考えられる。Cu の影響は Sn 程著しくはないが、Sn が共存すれば兩者協同して龜裂の發生を容易ならしめるのである。古くより Cu の害を輕減するものと考えられていた Ni は、Cu が比較的多量に存在する場合には餘り有効でなく、少くとも高温屈曲試験に關する限り 2 倍以上添加しなければ有効ではない。これに對し Mo の効果の方が大である事は注目に値する。

III. 鍛鋼材に現われる龜の子狀龜裂

第 2 圖に大型鍛鋼材に現われた典型的な龜の子狀龜裂を示す。鋼材の Cu, Sn 含有量は夫々 0.31 及 0.12% である。實績に依れば Sn 含有量が高い場合には龜裂が比較的尖鋭であり、然らざる場合に現われる龜裂はその尖端が鈍化し、焼過ぎに依るものと判定される場合が多く、この事實は高温屈曲試験結果より豫測された事と一致する。

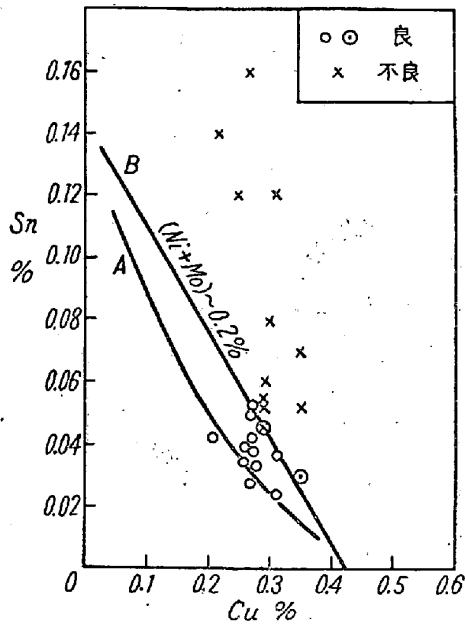


第 2 圖 鍛鋼材の龜の子狀龜裂

現在迄の實績に依り、Cu, Sn が共存する場合の龜裂發生の危険限界を求めると大體第 3 圖の様になる。圖中 A 線は鋼中に Ni, Mo 等の元素が極微量に混入する場合、B 線は兩元素併せて 0.2% 程度含有される場合の危険限界である。

IV. 結 論

以上に依り境界の合金層の生成を盛んにする様な條件の下に加熱を行えば龜裂の發生が容易になり、又龜裂の最も激しく現われる温度の存在する事を示した。更に Sn



第 3 圖

が龜裂の發生に對して顯著な影響を及ぼす事を高温屈曲試験に依つて實證した。Cu の害を軽減する爲には Ni よりも Mo の方が有効であり、Sn はこれ等の元素と逆の効果を有し、Cu と Sn が共存する場合の龜裂發生に對する危険限界を實績より求めた。

(8) 軸受鋼の焼入組織に於ける 粒界現象

不二越鋼材工業 K.K. 工 久 道 卓

高 C 低 Cr の軸受鋼はよく球狀化焼鈍の行われたものを通常 800~850°C の温度に加熱し、球狀セメンタイトの或る程度残留したオーステナイトにして焼入を行う。この焼入組織をピクリン酸ソーダで腐蝕すると残留セメンタイトは黒く着色するが、その他に加熱時のオーステナイトの結晶粒界に薄黒く着色する幅を持った網狀組織の現われることがある。

この粒界組織は焼入條件によつて變化するので、その現出並に變化する條件を明らかにし、更にその本質の検討を行つたものである。

使用した軸受鋼の化學成分は次の如くである。

C	Si	Mn	P	S	Cr
1.03	0.08	0.45	0.021	0.006	1.06

I. 粒界組織の焼入に於ける加熱温度、 加熱時間、冷却液による變化

よく球狀化した 10×10mm の試料で加熱温度は 800、

840、880°C で加熱時間はソルトバスで 3、10、20、60 min とし、冷却液は油と水である、

ピクリン酸ソーダ腐蝕による粒界組織は 800°C×10 min では認められないが、840、880°C と加熱温度が上昇するに従つてその幅が廣くなる。加熱時間の影響は 800°C の場合に 20min 迄は認められないが、60min になると僅か乍ら認められる。840、880°C の場合は加熱時間が長くなると僅かにその幅が廣くなる。冷却液が油と水の場合の冷却速度の差の影響は認められない。但し焼入硬度に於て同じ程度の焼入硬度を得るための焼入温度は水焼入の方が 20~30°C 低い温度でよいため水焼入のものは粒界組織が現われなかつたり又は幅が狭いのであつて、之は冷却速度の差によるものでなく加熱温度の違いによるものである。

加熱温度が更に高くなると幅は廣くなり次第に粒内に及んでゆき、1000°C×20min で球狀セメンタイトの全部溶け込んだものでは粒界組織として粒内と區別出來ず、同じような着色現象が、部分によつて着色程度は異なるが、粒全體に及び而も着色物は針狀を呈する。

II. ソルバイト組織の場合の焼入組織

この場合は粒界組織としては認められず、全體が着色し所々着色の濃淡が雲狀になつて現われるが、高倍率で見ると何れも針狀組織として認められる。従つて粒界組織はセメンタイトが球狀化している場合に現われ、ソルバイト組織の場合は粒界組織として粒内と區別しては認められないが同じように着色するものが針狀組織を示すことから、之等は現出する形状は異なるが本質的には同じ種類のもつと考えられる。ソルバイト組織の場合と反對に球狀セメンタイトが大きく細いセメンタイト粒が少い場合は粒界組織の現われ始める加熱温度はより高くなる傾向がある。

III. 恒温變態組織との關係

ピクリン酸ソーダ腐蝕で現出する粒界組織と恒温變態曲線に於けるトルースタイト並にベイナイトとの關係を検討した。徑 10×厚さ 2mm のものを試料とし、オーステナイト化は實用の焼入作業に準じ球狀セメンタイトを殘存させる温度で行つた。即ち 840°C に 10min 加熱したものを 700~450°C で恒温變態させて水中冷却したもので、そのピクラール腐蝕顯微鏡組織によつて定性的な上部恒温變態の開始曲線を描いたが同じ試料をピクリン酸ソーダで腐蝕した場合の粒界組織の現出はトルースタイト又はベイナイト析出の變態開始曲線との關