

(3) Fe balance

精鍊過程に於ける S, Mn 及び Fe の動きを把握するため、試験材として装入材料を質秤し(屑鐵は全部快削鋼返り屑を使用), balance を行つた。

V. 結 論

- (1) 精鍊作業に於いては、熔鋼に適當な [Mn] を與へ、高熱精鍊を行い、過酸化を避けなければならない。
- (2) 添加する Fe-Mn は、歩留り向上と歩留りの安定化を図るため、ladle charge を増量することが望ましいが、湯熱の降下によりその投入量にも自ら制約を受けるものである。又一方 S に於いても、その投入の時期及び方法が歩留りを左右するものであり、Mn の問題と共に再検討を要するものであらう。

(3) 成品の C が低いのに Fe-Si の使用量僅少 (0.3 kg/t) にして然かも Al は全然使用しないにも拘らず、概して脱酸が稍きく目であるのは、Mn 及び S が高いのが一因ではないかと考えられる。

(4) 鋼塊の内部性状に於いては、A 偏析が極めて明瞭に現われ而かも數本に分たれている。又成分偏析は、普通の Semi-Killed 鋼塊と何等差異は無かつた。

(28) 13% Cr 鋼の焼鈍脆性について

神戸製鋼所研究部 理 高橋孝吉
工 鈴木 章

I. 緒 言

C 量 0.20% 以下 Cr 量 12~14% のマルテンサイト質高 Cr 不銹鋼は所謂 13% Cr 不銹鋼として古くから

構造用不銹材料に實用せられている。而してこの材料の熱處理に依る材力並に組織の變化に就いては多くの研究發表がある。13% Cr 鋼は焼入性が高く通常調質して使用に供するのが原則であるが、之を焼鈍の目的でオーステナイト化温度から徐冷した場合恰かもリムド鋼の場合と同様に衝撃抗力が著しく低下する所謂焼鈍脆性とも稱すべき現象が顯著に認められる。極軟鋼の焼鈍脆性の原因に對しては菊池博士の論文その他二、三の研究に依り詳しく探究されているが 13% Cr 鋼のそれに関しては明確な研究發表が見當らない。著者等はこの原因に對し考察を加へるべく本研究を行つていたのでその一部を發表する。

II. 研究の方針

13% Cr 鋼の焼鈍脆性を調べる爲には先づオーステナイト化の状態と冷却の如何なる過程において脆化を生じる原因を起すかを知らなければならない。そのために本實驗に於ても從來發表された平衡状態圖を基礎として供試材料に對する大略の状態圖を決定した。次に冷却過程を調べる爲には現在の熱處理技術の基礎たる TTT 線圖を決定し、之を基準として冷却に依り生ずる脆化現象と相似の現象を過冷オーステナイトの恒温處理に依り生ぜしめ得れば、脆化の機構の一端がうかゞえると考へ、オーステナイト化温度より各温度への恒温保持實驗を行い夫々の状態に就き衝撃試験、顯微鏡試験等を行い考察を加えた。

III. 供試材料

鹽基性 100 K. W. 高周波爐にて熔解し 80kg 鋼塊に鑄造後、30mm φ に鍛造した炭素量を異にする 4 種の低炭素 13% Cr 鋼を供試材料とした。その化學成分を第 1 表に示す。

第 1 表 供試材化學成分

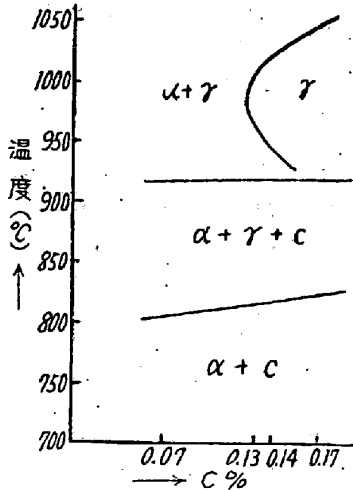
試料 No.	C	Mn	Si	P	S	Cu	Ni	Cr
L	0.07	0.43	0.23	0.01	0.014	0.08	0.13	12.48
M	0.13	0.48	0.30	0.009	0.013	0.08	0.11	12.93
N	0.14	0.59	0.25	0.009	0.012	0.09	0.35	13.20
O	0.17	0.56	0.34	0.019	0.011	0.08	0.15	13.02

尙實驗前の準備處理として各材料を 970°C 3 時間保持後油冷、720°C 3 時間焼戻を行つた。

IV. 平衡變態點並に状態圖の決定

7×5×10mm の大きさの試験片を用い 750~1050°C の

間の各温度の鉛浴中に夫々 1 時間加熱後氷水中に急冷し硬度並に顯微鏡組織を調べた。これらの結果より判明した概略の状態圖を第 1 圖に示す。



第 1 圖 13% Cr 鋼状態圖 (概略)

V. 恒温變態曲線の決定

a) Ms 點の決定

4.5mmφ × 50mm の試料を 970°C で 1 時間加熱後 390°C 以下の各温度に保持せる鉛浴中に浸漬し、その膨脹状態を觀測し鉛浴浸漬後直ちに膨脹をはじめた場合の温度を以て Ms 點とした。R. L. Richett が 12% Cr 鋼の Ms 點について示した實驗式 $Ms(^{\circ}F) = 810 - (1355 \times \%C)$ より算出したものと比較して第 2 表に示す。

第 2 表 13% Cr 鋼の Ms 點 (°C)

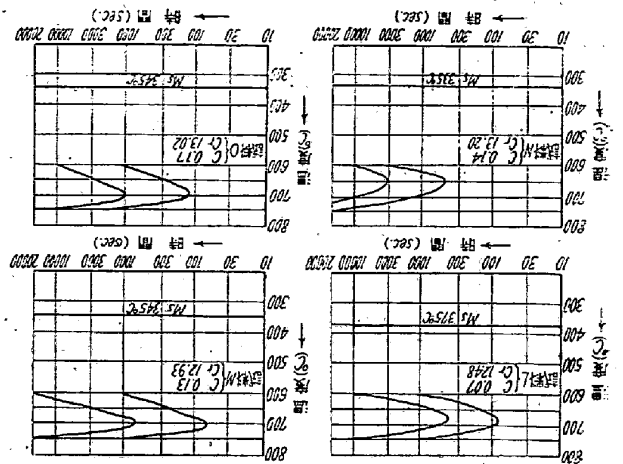
試料 No.	L	M	N	O
Ms (實測)	375	345	335	345
Ms (計算)	385	342	334	312

Ms 點は炭素量の多い程低くなつてゐる。實驗式はオーステナイト化温度に於ける相組成が完全オーステナイトに近いものに對するものであるので試料 M 及 N ではよく一致しているが L は少しずれている。又試料 O は此場合のオーステナイト化温度 (970°C) では炭化物が残つてゐるので Ms 點が高くなつたものと推定される。

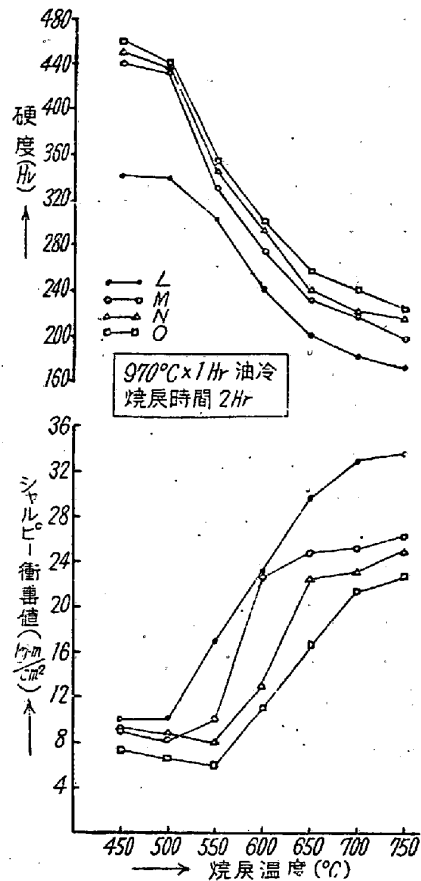
b) 恒温變態曲線 T.T.T. 線圖)

5 × 7 × 10mm の試験片を 970°C 1 時間加熱後 600~700°C の間の各温度の鉛浴中に各時間浸漬後氷水中に焼入れ硬度及顯微鏡組織に依り T.T.T. 曲線を作成した。(第 2 圖)。

この場合各試料共同一のオーステナイト化條件をとつたので相組成を異にして居り、オーステナイト化温度で



第 2 圖 13% Cr 鋼の恒温變態曲線 (オーステナイト化温度 970°C)



第 3 圖 焼戻温度による硬度衝擊値の變化

フェライト及炭化物の存在する場合は曲線の鼻の温度が高く變態開始時間も早い。又恒温變態により生ずる組織は T.T.T. 曲線の鼻の上下でその様相が異り、鼻より上の温度では球狀に近い粗い炭化物が比較的均一に分布し鼻の下では微細な炭化物が網目狀に集合して析出する。

VI. 焼入焼戻處理

焼鈍脆化實驗の基準資料を得る目的で 11 × 11 × 55mm

の試料を 970°C で1時間加熱後油焼入し、450~750°C の間の各温度に2時間焼戻後硬度並にシャルピー衝撃値を測定した。結果を第3圖に示す。炭素量の低いもの程軟くて靱性が大きく炭素量の比較的高いものは 550°C 附近で焼戻脆化現象を示す。

VII. 焼鈍徐冷處理

970°C で1時間オーステナイト化後 20°C/hr の冷却速度で 600°C 迄爐中冷却し 600°C より油冷したものについて硬度及シャルピー衝撃値を測定した。結果を第3表に示す。

第3表 焼鈍徐冷處理せる 13% Cr 鋼の硬度及びシャルピー衝撃値

試料 No.	L	M	N	O
硬度 (hr)	140	162	163	176
シャルピー衝撃値 (kg-m/cm ²)	16.78	9.82	7.85	7.75

硬度はかなり低いが著しく衝撃値が低い。組織は相當粗い炭化物が粒界附近に集つている。之に依り焼鈍脆性の原因は既に 600°C 迄に冷却される過程において生じているものと考えられる。

VIII. 恒温保持實驗

過冷オーステナイトを各温度に保持後急冷した場合如何なる温度の場合に脆化現象が起るかを見る爲各試料を 970°C 1 時間加熱後一つはさきに細目状炭化物を現わした C 曲線の鼻以下の温度他の一つは粗大炭化物が均一に分布する鼻以上の温度更にもう一つはパーライト變態を生じない A_{e_1} 相當點以上の各温度に夫々恒温保持後急冷し硬度及シャルピー衝撃値を測定した結果は第4表、第5表の如くである。(但し變態を生じない最後者では保持後の急冷に依りマルテンサイト變態が生じているので更に 700°C に焼戻した。) 恒温に依る變態を生じた場合即ちパーライト變態域に保持したときの生成炭化物は脆化には悪影響を示さないが A_{e_1} 相當點以上の高温で粒界に非常に粗大に析出する炭化物が脆化を惹起したものであることは通常の焼入焼戻の場合に比較して明瞭である。

IX. 總括

13% Cr 鋼の徐冷焼鈍の際に生ずる脆化現象はパーライト變態域に達する迄の温度域を徐々に冷却する過程において粒界に粗大に析出する炭化物が主要因の一つであることが略判明したが、更に窒化物等の影響等も考慮に

第4表 恒温變態處理せる 13% Cr 鋼の硬度並にシャルピー衝撃値

試料 No.	L	M	N	O
恒温保持條件	750°C ×10 ⁴ sec	750°C×2 ×10 ⁴ sec	750°C×2 ×10 ⁴ sec	750°C×2 ×10 ⁴ sec
硬度 (hr)	138	167	170	183
シャルピー衝撃値 (kg-m/cm ²) (5mmノッチ)	18.0	18.8	18.8	19.6
恒温保持條件	650°C ×10 ⁴ sec	650°C ×10 ⁴ sec	600°C× 2×10 ⁴ sec	600°C ×10 ⁴ sec
硬度 (hr)	155	175	195	201
シャルピー衝撃値 (kg-m/cm ²) (5mmノッチ)	17.0	14.5	15.0	16.6

第5表 A_{e_1} 點以上の温度に恒温處理後焼入焼戻せる 13% Cr 鋼の硬度及びシャルピー衝撃値

試料 No.	L	M	N	O
恒温保持條件	800°C ×15hr	830°C ×28hr	830°C ×28hr	830°C ×28hr
恒温保持後焼入 硬度 (hr)	174	296	367	380
焼戻後の硬度 (hr)	151	225	227	248
シャルピー衝撃値 (kg-m/dm ²) (2mmノッチ)	14.99	8.79	8.71	4.67

入れる必要があり更に詳しい研究が必要なので引續いて實驗を進めている。

而して 13% Cr 鋼において靱性を損はない軟化焼鈍を必要とする場合にはパーライト段階を利用する恒温焼鈍が極めて有効である。其他本實驗に依り得られた結果の二、三をあげると次の通りである。

1) 13%Cr 鋼の M_s 點は R. L. Rickett の實驗式に略一致する。

2) 焼入焼戻の際に低合金鋼に見られる焼戻脆性が、550°C 附近の焼戻に依つて認められ、この現象は炭素量の高い程明かである。

(29) 可鍛鑄鐵の高周波焼入 (II)

大阪府工業獎勵館 工博 高瀬 孝夫
同 岡本 五郎
同 ○中村 弘

I. 緒言

前に第44回本會講演大會に於ては白心可鍛鑄鐵の高周波焼入實驗について述べたが、今回は黒心可鍛鑄鐵に