

## (42) 硫黄快削鋼の機械的性質に及ぼす熱処理の影響

(The Effect of Heat Treatment on the Mechanical Properties of Sulphurized Free-Cutting Steels.)

東都製鋼K.K. 須 關 昭 二

### I. まへがき

軍需生産の再開に依り低炭硫黄快削鋼が再び使用され始め此等鋼材に必要な強度を与えるため色々の処理が試みられている。

其の内の一つに熱処理に依る方法があるが従来この種の鋼材に対してはこの方面に関してあまり注意が払われておらず又そのため文献も余り見られないので SAE 1117 に該当する C0.19, Si0.182, Mn1.01, P0.017, S0.103 の成分のものについて簡単な機械的試験を行つて見た。

その結果低炭素の快削鋼であるにもかかわらず適当な処理を行う事により焼斑を生ずることなく相当高い強度と其の変化が期待出来低級調質鋼としても充分使用出来る事が再認識されたのでここにその概要を報告する。

### II. 主な試験結果

#### i) 焼入条件と機械的性質及金属組織の関係

硫黄快削鋼は焼斑が発生しやすく特に脱酸にアルミニウムを使用したものはこの傾向が強いと言うので予備試験を行つた所、焼入液の種類やサンプルの大きさによつて大分異なつた結果を示した。

即ちマルテンサイト変態の起る附近の温度域を急冷する食塩水、苛性ソーダ水溶液等に焼入すれば充分な硬さと均一な分布が得られ、常温の水や、温수에焼入れた場合は焼の入りも悪く、且つ非常に不均一な硬度分を示し又油焼入した場合は均一な硬度となつた。

金属組織も 10% の食塩水や苛性ソーダ水溶液に焼入れたものは均一なマルテンサイトになつている。22°C の水道水や 73°C の温수에焼入れたものはウイドマン状フェライトとマルテンサイトの混合組織となつている。550°~720°C 附近の冷却能を比較してみると 13°C の水を 1 とした場合に 10% 苛性ソーダは 2.06, 10% 食塩水は 1.96 で水は温度により著しい変化があり 0°C で 1.06, 25°C で 0.72, 50°C では 0.17, 75°C では 0.047, 100°C では 0.044 の比で遅くなつている。

この結果から常温の水に焼入れるとサンプル自体の熱でサンプル周辺の温度に差を生じ 0°~75°C 附近の水の

冷却能の変化が甚だしいため焼斑がひどくなると推察出来た。そのため温水又は沸騰水に焼入れた場合は硬度は低いが冷却能の変化が少ないため割合焼斑も少ないことがわかる。

次に焼入温度との関係を調べるべく 550°乃至 1000°C の各温度より 10% 食塩水及び水道水 (15°C) に焼入して機械試験した。A<sub>1</sub> 変態をすぎると急に抗張力、硬度は増加し伸び絞り衝撃値は低くなつている。A<sub>1</sub> 変態~A<sub>2</sub> 変態区間で焼入れた場合は水道水でも食塩水でもサンプルが割合少さいため差は出ないが A<sub>2</sub> 変態点以上の温度から焼入れると水道水焼入の場合は抗張力が 137kg/mm<sup>2</sup> (850°C) を max としてこれ以上の焼入温度では逆に低下して 1000°C では 75.3kg/mm<sup>2</sup> であつた。一方食塩水焼入は若干は低下するが (グレングロス等のためと思ふ) 1000°C で 122kg/mm<sup>2</sup>~128kg/mm<sup>2</sup> を示している。

伸び、絞り、衝撃値は二者の間に顕著な差はなかつた硬度測定は食塩水の場合しか行わなかつたが大体抗張力と同じ様な傾向であつた。

更に水道水に焼入した場合の温度と組織の関係をみたサンプルの大きさは 23mmφ, 12.5mmφ, 5mmφ の三種とした。その結果 5mmφ のサンプルは水冷でもウイドマン状フェライトは発生せずどの温度で焼入れても均一な焼入組織になる。これはサンプルの熱容量が小さく且つ均一冷却されるためであると思ふ。

又 A<sub>1</sub> 変態点と A<sub>2</sub> 変態点の中間の温度より焼入したサンプルはサンプルの大きなのは影響は少なくマルテンサイトとフェライトの二相でウイドマンステツテン組織は見られない。

しかし 800°C 附近又はそれ以上の温度になるとサンプルの大小は焼入効果に相当影響して来てサンプルは大きい程焼入温度は高い程ウイドマン状フェライトは多量に又よく成長していた。

10% 食塩水に焼入した場合は 23mmφ, 5mmφ をどの温度より焼入してもウイドマンステツテン組織は発生しなかつた。

#### ii) 焼入焼戻に依る機械的性質の変化

焼入試験結果より焼入は 900°C, 20 分保持 10% 食塩水冷却とした。300°C 乃至 800°C の各温度に一時間焼戻し空冷し (一部の温度に対しては炉冷も行つた) 機械的性質の変化をみた。

まづ空冷した場合の抗張力の変化をみると 300°C, 400°C の焼戻しで急激に低下し 128kg/mm<sup>2</sup> より平均 117kg/mm<sup>2</sup> 及 83kg/mm<sup>2</sup> となり次に 600°C, 700°C

で再び大きく低下して  $54\text{kg}/\text{mm}^2$  及び  $50\text{kg}/\text{mm}^2$  となる。

伸びは  $600^\circ\text{C}$  より急に回復して 20% を越え  $800^\circ\text{C}$  で平均 36% となる。絞りも  $400^\circ\text{C}$  より増加して 39% 台となり  $700^\circ\text{C}$  で max となり  $800^\circ\text{C}$  では減少を示し 53% より 49% となっている。

炉冷は  $500^\circ\text{C}$  及  $600^\circ\text{C}$  で戻したものに就いて行つたが空冷した場合と差はなかつた。

金属組織の変化を見ると焼入されたものはマルテンサイト組織であるが  $400^\circ\text{C}$ 、 $500^\circ\text{C}$  に戻したものは焼が戻り始めてトルース状になり  $600^\circ\text{C}$  でソルバイトが大分認められる。 $700^\circ\text{C}$  になるとパーライトが認められ  $800^\circ\text{C}$  では完全なパーライトとなつており焼入焼戻操作により調質鋼同様に圧延時の組織に比べて改善され均一微細なものとなっている。

### III. ま と め

以上の試験で知り得た主な結果は

i) 快削鋼は単に切削性が良く仕上面が綺麗であると言う特長だけでなく低炭素でも或る程度の熱処理がきき抗張力  $120\text{kg}/\text{mm}^2$  乃至  $50\text{kg}/\text{mm}^2$ 、伸び 8 乃至 40% 絞り 29% 乃至 53% の強度変化をあたえられ、低級調質鋼としても充分利用出来き普通ならば切削困難な熱処理を行つても機械加工が割合容易である。

ii) 従来この種の鋼に対しては焼入は焼斑が発生しやすいため困難視していたが焼入液を撰択することにより Al 脱酸した快削鋼にもかかわらず均一な焼入硬度分布が得られた。

即ち焼入時、焼入液の冷却能効果は大で  $550^\circ\text{C}$  乃至  $720^\circ\text{C}$  附近の冷却速度の早い苛性ソーダ、食塩等では焼が均一によく入るが、水の様に温度により冷却能の著しく変化し余り早くないものでは焼斑が出やすく均一な強度や十分な焼入強度は出ない。そのため逆に適当な冷却能の焼入液を撰択すれば焼入焼戻操作しなくてもこれに近い性能を出し得る。

iii)  $A_1$  変態と  $A_2$  変態の間の温度より焼入した場合は焼入液の種類に鋼の性質が左右されない。

iv) 焼入焼戻すれば調質鋼同様圧延時の性質が相当改善出来層状組織は破壊され抗張力を圧延のままと同じくすれば伸びが約 7% 絞りが 4% も増加する。

と言う事がわかつた。

### (43) 三帯加熱爐による大型鋼塊の加熱について

### (Reheating of Large Size Ingots by a Triple Fired Furnace)

住友金属工業 K. K. 鋼管製造所

工 大 塚 武 彦

今 野 誠

理 ○ 吉 成 大 治

#### I. 緒 言

連続加熱炉で材料を加熱する場合に、特別の手段をこらじない限り材料厚さの経済的限界は 300mm である。然るに吾々の工場において断面 415 角の鋼塊を加熱するに当り、諸種の事情の為に均熱炉の設置が困難な為、三帯式連続加熱炉により加熱作業を行つている。ここにかかる特殊な加熱炉を設計するに当り、吾々が特に考慮を払つた点、及び過去 2 ヶ年半の操業によつて得た設計上の問題点につき記してみる。

#### II. 設計について

##### 1. 与えられた数値

##### A. 鋼塊寸法

平均断面 415mm 角  $\times$  1,750mm

単 重 1,800kg

##### B. 加熱温度

装入温度 常温、抽出温度 1,250°C

##### C. 燃料

〇重油、発熱量 10,000kcal/kg

##### D. 全炉長

立地条件により 24,000mm とす。

##### E. 所要加熱量

成し得る限り多量

##### 2. 炉型の選定

計画炉に対して最も考慮を要することは、連続加熱炉としては余りに被加熱材の断面が大であること、及び加熱量を増大する場合の均熱性の問題である。重油バーナーの焰の性質により炉長 24m の場合二帯式は困難であると考えられるのと、圧延機故障或は休憩等の場合に炉を休止する時に加熱材をその間抽出温度に保持し、而も炉中材料の加熱曲線がある定まつた曲線に保持する為には三帯式が必要である。次に上記の様に炉長は制約を受けるに拘らず加熱容量は出来る限り大なることが望まれる為、炉内平均温度を上昇せしめて熱伝達率を増大する必要がある。即ち炉尻温度を相当に上昇せしめる必要がある。併し之には優秀な廢熱回収装置が必要となつてくるが、場所の狭隘な為設置困難であるので、加熱容量の