

(61) 低合金鋼の硬化能調整について

大阪特殊製鋼吹田工場 工 荒 木 透

我國に於て自動車用其の他に、多量に用いられる特殊鋼として、クロム鋼、クロムモリブデン鋼、低ニツケルクロム鋼等の低合金鋼があり、又米國に於ては、トリプアロイ鋼や硼素鋼等が規格化されて居り、我國に於ても實用化に向いつゝある。これ等のグループは合金元素や不純物による硬化能の變動が可成り大きく、使用用途によつては成品の品質（主として熱處理性の）不揃いによつて量産の工程に非常に不都合を生ずる事が多い。JIS に於るこれらの成分規格は可成り低い範囲に限定されているが、なお實用上には不充分で需要家に於て特に更に狭い成分規格を指定しつつある現状である。

茲に於て製鋼工場では、原料及び製鋼工程に對する品質管理を行うと共に、製品に於ける硬化能の管理調整を行つて、之に對處しなければならない。以下當社に於けるデータを基として此等の事について検討した處を述べる。

1) 強靱鋼系：一當社で現在熔解しつつある總てのチャージについて Jominy (一端焼入) 試験を行つているが、量産しつつあるクロム鋼、クロムモリブデン鋼、低ニツケルクロム鋼系の各々 20 チャージ前後について硬化能のばらつきを統計的に觀察し之と成分(原料)の關係を調べて見た。

Jominy 試片は小鋼塊より鍛伸後機削した 1"φ×3"のものをを用い加熱は 850°C×20 分、冷却條件は SAE のスタンダードによつて行つた。冷却端よりの距離は mm によつて圖示した。この距離 (J-Distance) の夫々 1m, 5mm, 10mm, 20mm の冷却速度はスタンダードによるものと略々等しく夫々大凡次の意味を有するものと考えられる事を確めた。

以下 Jominy 硬度曲線を一々記する事を省略し、上記の各 J-點に於るロックウエル C 硬度の分布について

述べる。

§ A) 先ず一例として自動車用クロムモリブデン鋼 (SC-MoA) の 4 種乃至 5 種について得た J-點と硬度分布の關係について考察した。原料は白銑 10% 及び戻り屑及び購入屑の規定範囲内のものを装入して、電弧爐による標準熔解を行つた計 40 チャージについての試片の硬度分布を調査し、これらを炭素量及び硬度範囲によつて夫々 4 種及び 5 種のグループに分けた。(4 種及び 5 種は炭素量のみでは分つ事は出来ない。)得た結論を茲に列挙すると次の如くなる。

イ) SCMoA4 のグループ 23 チャージについては 2 シグマ管理限界として次の値を得た。(結晶粒度 G 7~8)

ロ) この硬度値を 1"φ の標準材料試験片の熱處理性の點より検討すると略々 70% マルテンサイト以上となり硬度のばらつきもやゝ満足し得る範囲内にある。

ハ) 成分を常に上記のばらつき範囲に収める事は困難な事もあるが、中心點を狙い、各元來の硬化能力のバランスを以て硬度を範囲内に入れる様にすることが出来る。

各成分と各 J-點硬度との相關々係を統計量より求めた結果、硬化能を代表する J-10mm の硬度と Mn の % との間に $\alpha < 0.1\%$ の明らかな相關が認められたが J-20mm と Mn は $\alpha = 10\%$ の危険率であり他の元素の影響はこの程度の N では明瞭に出て來ない。

ニ) 半實驗的に各元素の硬化能に及ぼす影響について次の誘導式をあてはめてみると此の鋼種の J-10mm 點又は理想臨界直徑 D_1 に近似の量の算出が出来るが我國の原料事情では偏差は可成り大きい。

$$D_1 = D_0 \cdot K \cdot (1 + \Delta Mn + .64 \Delta Cr + 1.68 \Delta Mo + .09 \Delta Ni + .65 \Delta Si)$$

(但し、 ΔMn 等は各元素 % の中心値よりの偏差を示す)

ホ) SCMoA5 のグループについては N=17 についてイ) 頃と同様にして夫々の次の値を得た。

$$55.5 \pm 3, 54.5 \pm 4, 50.5 \pm 6.5, 42.5 \pm 7, 37 \pm 7$$

J-Dis	1mm	5mm	10mm	20mm	30mm	
同等の冷却速度の點	細物の水焼入表面	1" 鋼棒の油焼入の中心	1" 鋼棒油焼入の中心	2" 鋼棒油焼入中心又は細物空冷の表面	80mm 鋼棒油焼入中心	
J-點	1mm	5mm	10mm	20mm	30mm	
硬 度 PC	53±3.5	51±3.5	44.5±6	36±7	33.5±7	
成 分 範 圍 %	C ·31±.02	Mn ·72±.08	Cr ·91/1.22	Mo ·23±.05	(Ni+Cu) ·38±.10	Si ·27±.08

成分は C: 33/37% の外は前と似た程度である。

へ) 以上の結果を基として今後これら二種の製鋼に當つては C 量のみならず硬化能試験によつて振當を決定すべきもので各元素の硬化能に及ぼす影響に數量的に注目して中心値を狙う必要がある。

§ B) 同じく C=0.33 前後の Cr 鋼, SCrA4 及び SCrA5 と當社獨特の鋼種 Ni=1.1, Cr=0.8, Mn=0.8 の低 Ni-Cr-V 鋼についての統計より得た結果を上記と比較すると成分範圍は似た條件にあつたが硬度は次の如く云う事が出来る。

J-1mm 點の硬度の範圍は此等鋼種間で大差はない。

±3.5~4.

J-5mm 點の硬度の範圍は Cr 系にて ±6 を示し他は ±4 程度。

J-10mm 點の硬度の範圍は Cr 系 ±7~8, CrMo 系 ±6~6.5, NiCrV 系 ±5 と順次狭くなる。

J-20mm 點以上は Cr 系, CrMo 系は等しく NiCr 系はこれより可成り狭い。

この事から有効合金元素の種類が多くなる程, 同程度の硬化能の分布が確率的にも偏差の少いものになる事が判る。

2) 肌焼鋼系強靱鋼について述べたと同じく Cr, Cr-Mo, Ni-Cr-Mo の 3 系統についての比較及び高 Ni 系統との比較を行つた。茲にその結論を述べると,

イ) 現在用いられている JIS-SH85B, SH70 等の規格成分は硬化能として夫々 2 つ以上のグループに分つべきものであり材力規格は熱處理方法を改めねばならない。

ロ) C 量のばらつきの範圍を ±0.2% におさえて各肌焼鋼種を比較すると規格成分範圍内に於て Cr 鋼 CrMo 鋼等は特に J-10mm 點の硬度の分布が擴がり $R_c \pm 8$ の範圍を越えるものが多い。之には硬化能の有効合金元素の相互作用について前出の式により検討した結果多元素系の低合金鋼例えば Ni-Cr-Mo-鋼等が硬度, 硬化能を狭い範圍に収めるに有利であることを知つた。SH100 の如く 2 元素が主なる働きをなす場合は, ニツケルの他の効果はあつても硬化能はばらつく。

ハ) 更に B 等を用いて硬化能のレベルを少し上位に上げる事も同様の事が期待出来るものと考えが, 別途に實驗中である。

(62) 低合金鋼の焼戻脆性について (II)

(含有 N₂ ガスの影響)

K.K. 神戸製鋼所 高尾善一郎

○國井和扶

I. 緒言

茲に著者等は MnCr 鋼について完全焼入後焼戻する際に生ずる 300~350°C の低温焼戻脆性と 450~450°C に現われる高温焼戻脆性とに關して P, Mo, Ti の外一部 N₂ 等の影響について調べ, 二つの脆性現象に對する諸元素の舉動より前者は不安定系のマルテンサイトの分解に基く析出物の臨界分散によつて生ずる現象であり, 後者は安定系よりの析出が結晶粒界の異狀性に關連して生ずる析出現象であると推論したが析出物質については何等觸れるところがなかつた。今回は再び MnCrSi 鋼について低壓熔解によつて N₂ 量 0.002% 以下 (O₂ 量 0.0010% 以下) の試験材を熔製して含有 N₂ の直接の影響, 即ち窒化物析出の有無と共存せる Mn, P (脆性促進元素), Mo (脆性緩和防止元素), Al, Ti (脱窒窒素固定元素) 等との關連性について調査した。

II. 實驗結果

1) N₂ の影響

試験材は焼戻脆性の感受性の強い MnCrSi 鋼 (C ≐ 0.30%, Mn ≐ 0.80%, Si ≐ 0.80%, Cr ≐ 1.0%) を選び鹽基性高周波誘導爐を用い, 普通の方法で熔製した N₂ 量 ≐ 0.010%, O₂ 量 ≐ 0.010~0.040 のものとこれを更に低壓熔解によつて N₂ 量 0.6020% 以下, O₂ 量 0.0010% 以下の試験材を作り, 兩者の焼戻脆性に對する感受性を比較することにより N₂ の直接影響を調べた。Table 1 は代表的な試験材の化學成分を示す。

Fig. 1 は代表例として標準の MnCrSi 鋼及びこれに P, Ti, Al を添加した鋼の高窒素のものと同窒素のものとの低温焼戻脆性域 (200°~450°C) に於ける衝撃値の焼戻性を比較したものである。

焼入は總べて Ac₃+50°C/40min 油焼入 (Ti 添加のものは水焼入) 後各温度で 2hr 焼戻した結果である。

第 1 報に於ては MnCr 鋼の低温焼戻域の脆性に關して一部低壓再熔解を試み若干その効果を認めたことを述べたが今回更に精細に實驗を試みた結果多くの鋼種を通じて N₂ を極端に低減しても衝撃値の焼戻性には殆んど變化を認め難く, MnCrSi 鋼, (P) 鋼はともに 350°C に著しい脆性の谷を生じ, (Ti) 鋼, (Al) 鋼には脆性の