

を上部又は下部から滲炭函に通じて滲炭を行つた。尙變成材(340mm ϕ \times 1200mm)中にはガスの分解を促進させる為木炭を装入した。滲炭が終れば直ちに油中焼入を行つた。滲炭函、分解函は共に 18-8 ステンレス鋼である。滲炭に関する諸因子については、

a) ガス流量の影響 930°C に於けるガス流量変化による變成ガスの組成及び之にベンゼンを添加して 930°C, 1.5 時間滲炭を行つた時の滲炭深さを第1表に示す。第1表はガスが滲炭函の下部から入つた場合であるが上部から入れた場合は 50 l/min のガス流量で上下の滲炭深さの差は認められなかつた。

第 1 表

流量 l/min	ガス組成 %					滲炭深さ mm	
	CO ₂	O ₂	CO	CH ₄	H ₂	滲炭函 下部	滲炭函 上部
20	0.4	0.2	19	10	50	0.7	0.3
40	0.7	0.2	17	11	50	0.8	0.6
60	1.5	0.4	17	15	45	0.8	0.7

b) アンモニアガス添加の影響 850°C, 2hr, 5% NH₃ ガス添加の結果滲炭深さは 0.6mm を得た。

IV. 總括

以上当社に於けるガス滲炭の概略を述べたが總括すると、

a) 分解温度 930°C, 滲炭温度 930°C, 滲炭時間 1.5 hr, ガス流量 60 l/min にて表面 0.8% C, 硬化深度 0.7 mm が得られる。

b) 均一な滲炭を得るには炭化水素の分量が 20% 余りになる如くベンゼン又はベンゼン添加量を加減し CO₂, O₂ が多くならぬ程度にガス流量を多くしてやれば上部と下部の滲炭深さの差をなくすことが出来る。

c) 変型量は油焼入せる場合は径方向 0.1mm 以上のものが 3% 前後であつた。焼入硬度は R_c 58~60 を示している。

(30) 高周波焼入を施した鋼材の性質 (V)

(硬度分布と衝撃値について)

Properties of Induction Hardened Steels (V)
(Hardness Distributions and Results of Impact Bending Test)

鐵道技術研究所 理 官 入 宮 人

I. 緒言

高周波焼入を施して鋼材の諸特性については近年多くの研究がなされ、又その実用面における発達はめざましいものがある。この何れの場合にもその目的とするところは相当良好な耐摩耗性、耐衝撃性を得ると同時に一般的な疲労限の向上や、静強度の上昇を得んとするところにある。

実際問題として高周波焼入はこれらすべての目的を或る程度満足している。

本報においては、特に耐摩耗性と耐衝撃性の向上の立場に立つて各種炭素量のスエーデン鋼に高周波焼入を施しその硬度分布と衝撃値とを求めてみたので、これについて報告する。

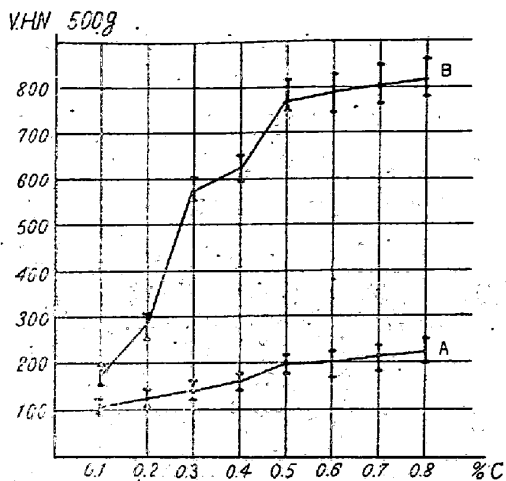
II. 試験片とその高周波焼入

実験に用いた材料は 0.1% C~0.8% C のスエーデン鋼に夫々適当な温度に 2 時間保持焼鈍したもので、素材の径 25mm のものから、シャルピー衝撃試験片および 22 ϕ \times 50 l の硬度測定用の試験片を作りこれに、前者は特殊な方法で、後者は 25 ϕ の誘導子を用いて定置焼入を行つた。

高周波焼入を施した鋼の多くの特性はこの焼入方法がいわゆる動的焼入であつて、しかもその加熱時間が極めてみじかく、加熱が表面だけに限定される点に歸することができるので、焼入時間は非常に大切な意義を有つてくる。シャルピー試験片の加熱時間は、3, 4, 5, 6, 30 秒の五種類、硬度試験片の加熱時間は 2, 4, 6, 11 秒の 4 種類である。装入装置の入力はそれぞれ適当に調節した。

III. 硬 度 分 布

焼入したもつゝ硬度分布及び素材の硬度分布はマイクロピッカースにて測定した、動的焼入の特性を求めるための一つの手段として硬度の偏差を求めたものであるから素材のもつ硬度の“バラツキ”も求めておく必要がある。



第1図 硬度分布 (500g 荷重)
 A: 焼鈍
 B: 焼入表面部 (通電時間 4 秒)
 (0.1% C のものは境界部)

る。500g 荷重での測定結果は第1図に示すように、素材のもつ偏差はビッカース硬度で 30~50 位であり、焼入部の偏差は、炭素量によつて異なり、焼入境界部の偏差もまた炭素量によつて異つている。焼入部の硬度が境界部よりも低いものが出て来ているが、一般には焼入部の方が境界部よりも高い。

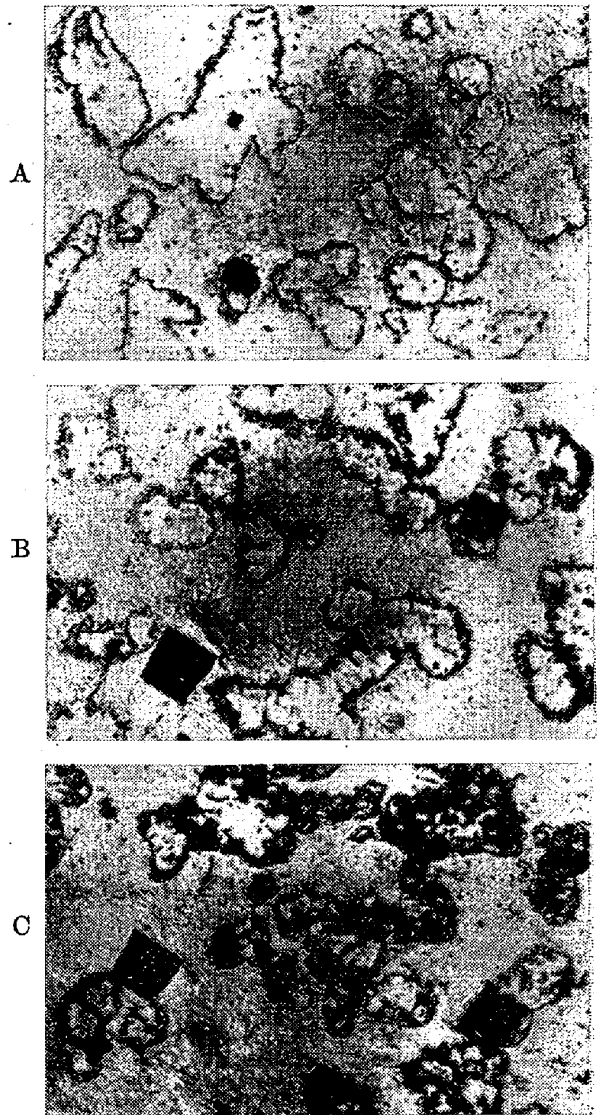
しかしこれを 50g 荷重で測定すると、おもむきはすこし異つて 0.1% C および 0.2% C, 0.7% C のもの、焼入部および境界部の偏差は何れもおよそ 800~700 位は存在する。

近来、低炭素鋼に対する高周波焼入が耐摩耗、その他の立場から実施せられ、良好な成績を上げていることは 500g 荷重で測定した第1図から明らかなようにその平均硬度が 180 前後から 200~300 前後で上昇している点に主なる原因があるものと考えられ、50g 荷重で測定した局所的に高い硬度 (800 以上) をもつことがまたこの平均硬度を上昇させる原因になつているとも考えられる。

IV. 顕微鏡組織

硬度測定に用いた試験片から顕微鏡組織を求めて見た特に興味のある 0.2% C 鋼のものを第2図に示す。

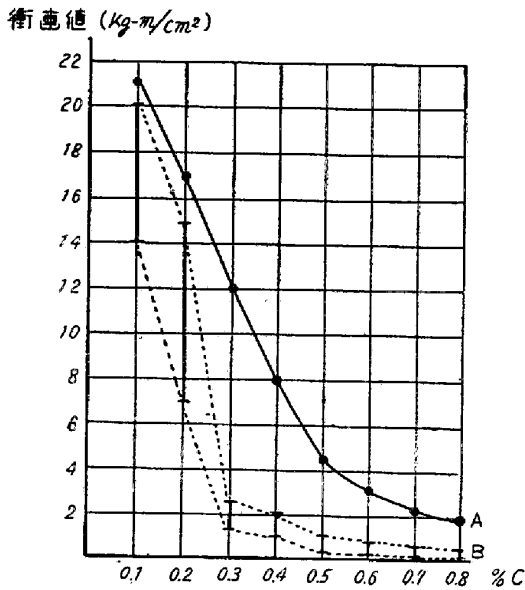
フェライトの中にマルテンサイトの島があつてこれが焼入部を構成し、次第に中心部に入るに従つてこのマルテンサイト部が小さくなり、フェライトとの間に黒いフェインパーライトの部分が多くなつて行くのがよくわかる。高炭素鋼になるに従つてマルテンサイトの占める割合が急激に増加する。(同一加熱時間で)



第2図 0.2% C 鋼の組織 (300 倍)
 A は表面焼入部でマルテンサイトがフェライト地と共存しておりそれぞれの硬度を示すマイクロビッカースの壓痕がこれらの両者を區別している (50g 荷重)
 B 境界部に近いところ (壓痕は 500g)
 C 境界部でパーライトの中の一部がマルテンサイトになつている (500g)

V. 衝撃試験の結果

以上に述べたように、高周波焼入を施した鋼は、軟いフェライトの中に、非常に硬いマルテンサイトの粒子を含んだような組織の表われる低炭素鋼から、比較的一様な硬化物をもつ高炭素鋼までの種々の場合が考えられる。そして焼入深さが増すに従つて巨視的な立場から、硬化部と軟部との割合が変化して行く。衝撃値そのものはこれら両者の組合せられた結果であろうと考えられるが一般に 0.3% 以上の鋼では焼鈍材に比して焼入材は、その焼入深さがすくないときでも相当シャルピー



第3圖 衝撃値

- A: 焼鈍
B: 高周波焼入を施したものの焼入条件に従って相當な幅がある

値の低下はまぬがれない。しかし、0.1% C および 0.2% C 位のところでは殆んど大きな低下はないが相当ぼらつき、しかもそれが焼入条件と余り簡単にむすびつけることは難しい。0.3% C 以上では焼入深さが深くなれば一般に衝撃値は低下する。

VI. 結 語

高周波焼入を施す目的の多くは鋼に耐摩耗性と耐衝撃性を同時に附与することである。耐摩耗性は一般に表面硬度に関係し耐衝撃性は中心部の素材硬度と焼入深度なども考えに入れなければならない。本実験は急速加熱による焼入れによつて得られる炭素鋼の硬度分布、顕微鏡組織、および衝撃値などを求めたもので、その結果を要約すると次のようになる。

1. 0.1% C 程度の低炭素鋼では非常に焼が入り難く、又一部マルテンサイトになつても平均の表面硬度は余り上昇しない。又表面からすこし中に入った焼入境界部の附近に比較的の平均硬度の高い部分が出来易い。

2. 0.2% C の鋼では表面の平均硬度は相当上昇し、焼入の条件によつては V.H.N. 220~280 位のものを得ることは容易である。このことは低炭素鋼に高周波焼入を施して相當な耐摩耗性を期待できる。

3. 0.3% C, 及 0.4% C 鋼の平均硬度は V.H.N. 550~700 位で両者の間には余り大きな差はない。0.5% C 以上のものは 700~850 位の平均硬度を示し、それぞれの間にも余り大きな差はない。

4. 十分に焼鈍した鋼に高周波焼入を施した場合、焼入表面部はマルテンサイトとフェライトの混合の組織を示すが同一の加熱時間で (4 秒) フェライトが 300 倍の顕微鏡下にみえるのは 0.5% C 位の鋼までである。焼入境界部にはパーライトの中心部だけがマルテンサイトになつた組織が見え、このマルテンサイト部と地のフェライト部では硬度に大きな差がある。

5. 従来の硬度計による測定値は平均的な硬度を示すもので、微小硬度計によつて 500g 荷重によつて測定する場合もこれに近い。然し、50g の低荷重によつて上記のようなものを測定する場合に表われてくる最高硬度などは全く異つた性格のものを示しており 0.1% C~0.8% C に至るまで最高硬度は 900~1000 を示している。

6. 焼入によつて衝撃値は焼鈍のものより下る。この下り方は 0.1~0.2% C のものは余り大きくないが個々の「バラツキ」は非常に大きい。

0.3% C 以上のものでは急激に低下して後者に比して 1/5~1/7 位の値になる。そして焼入深さが大きいものは小さいものよりわずかながら低い値を示す。