

Table 1.

	C	Si	Mn	P	S
HDC	0.32	0.10	0.34	0.019	0.003
CRD	2.13	0.14	0.42	0.023	0.004
SGT	1.00	0.14	0.99	0.024	0.003
	Ni	Cr	W	V	
HDC	0.07	2.52	9.86	0.41	
CRD	0.18	13.31	—	—	
SGT	0.13	0.82	0.63	—	

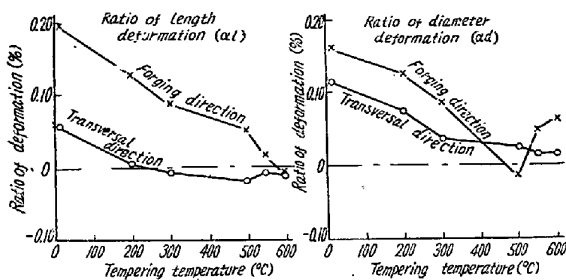


Fig. 1

Fig. 1. Relation between tempering temperature and length-deformation ratio of CRD

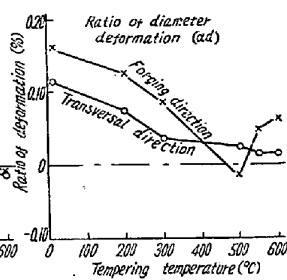


Fig. 2.

Fig. 2. Relation between tempering temperature and diameter deformation ratio of CRD

なお熱処理に際しては試料の酸化、脱炭に注意し、かつ曲りの出ないように留意した。HDC, CRD および SGT 各鋼の焼入温度はそれぞれ 1050°C, 950°C および 850°C とし、いずれも 50°C の油中に焼入した。

Fig. 1 および Fig. 2 は CRD 鋼の鍛伸および直角方向から採取した試料におけるそれぞれの長さおよび直径の変形率と焼入焼戻温度との関係を示す。明らかに両変形率とも鍛伸方向の方が直角方向に比して大きいことが判る。また長さの変形率の場合直角方向の変形率の値は焼戻温度約 200°C で零に近く、それ以上温度上昇すると負の値を示す。

なお鋼種によつて変化の様相が多少異なる。これらについて実験結果を述べる。

### III. 結 論

上述の実験結果を要約すると、熱間ダイス鋼 HDC および冷間ダイス鋼 CRD においては熱処理による長さおよび直径の変形率共概して鍛伸方向の方が直角方向よりも大である。ゲージ用鋼 SGT においては長さ変形率は直角方向の方が大であり、直径の変形率は鍛伸方向の方が大である。

## (19) ガス滲炭に関する研究

(滲炭層の深さと靱性の関係について)

### Studies on the Gas Carburization

(On the Relation between Toughness and Depth of Carburized Layer)

N. Komuro, et alius.

東京工業大学 河上益夫・○小室 登

### I. 緒 言

滲炭は低炭素鋼の表面に硬度の高い滲炭硬化層を形成し耐摩耗性を附与して、素材の有する強靱性により衝撃抵抗を維持することを主な目的とすることは今更いまでもない。従つて表面硬度が高く硬化層の浅い方がこの目的にそうわけであるが実際には滲炭硬化層が表面荷重を支えるに足る耐圧強度を有しなければならないから一定の深さを必要とするわけである。この滲炭層の深さと靱性の関係、さらに耐圧強度の関係は機械設計上はもちろん滲炭処理の面からもすこぶる重要であるにもかかわらず従来ほとんど明らかにされていない。われわれは 2, 3 の実用鋼について有溝衝撃試験片を用いてガス滲炭を施し、この関係におよぼす熱処理、滲炭温度、素材含炭量などの影響を検討し、また固態滲炭、液態滲炭、ガス滲炭窒化などの各種の化学的 surface 硬化法について比較した。

### II. 試 料

試料は SH85B (0.15% C) および SAE 4320 (0.21% C) と素材含炭素の影響をみるのに SCr90 (0.39% C) および加熱時間の影響をみるのに SUJ2 (0.97% C) を使用した。化学組成は省略するが結晶粒度はいずれも No. 7~8 であつた。これらの 50~80mmφ の丸棒から円周に平行に JIS 3 号有溝衝撃試験片を切り出した。

### III. 実 験 方 法

滲炭ガスは都市ガスを 1000°C において木炭変成し、ガス流速は 500cc/mn とし、内径 33mmφ の石英管内において通常 900°C において 1/2~4 1/2 h 各所定時間滲炭処理し、続いて 30°~50°C の油中に焼入した。2 次焼入は高純 N<sub>2</sub> 気流中で 800°C, 20mn 加熱した。いずれも 150°C, 2h 油中焼戻空冷した。また固態滲炭は木炭 + BaCO<sub>3</sub> 15% の滲炭剤、液態滲炭は NaCN : Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> = 1 : 1 に BaCl<sub>2</sub> 10% を加えた混合塩を使用した。ガス滲炭窒化は上記の滲炭ガスに NH<sub>3</sub> 10% を添加した。

所定の滲炭および熱処理の終つた試片について先ず VHN (10kg), Rc (150kg) および Hb (3000kg) の

硬度と Charpy 衝撃値  $E/A$  ( $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$ ) を測定した。前者から定性的に耐圧強度の傾向と後者から靱性を判定した。また顕微鏡により滲炭組織および内部組織を観察し、別の同処理小試片を  $\text{N}_2$  中で焼鈍し素材 C 濃度より約 0.1% C 濃度の高い所までを深さとして測定した。

IV. 実験結果の要約

1. 加熱時間の影響: 滲炭の際、鋼材をオーステナイト状態で長時間加熱すれば結晶粒の成長によつて靱性の低下をきたし、これは 1 次 2 次焼入の微細化処理によつて相当まで回復できるとされている。そこでまず素材におよぼす加熱時間の影響をみるために高純  $\text{N}_2$  気流中で各鋼を  $900^\circ\text{C} \times 1/2 \sim 4 1/2 \text{ h}$  の各時間加熱し次の 2 通りの熱処理をした。(1 次 2 次焼入)  $\rightarrow 900^\circ\text{C}$  1 次焼入  $\rightarrow 800^\circ\text{C}$  2 次焼入。(直接焼入)  $\rightarrow 900^\circ\text{C}$  10mn で炉冷  $\rightarrow 800^\circ\text{C}$  20mn 保持焼入。この結果は加熱時間によつて衝撃抵抗の変化はほとんど認められず、粒度も  $4 1/2 \text{ h}$  で大体 1 番ぐらい粗大となつたのみであつた。これは温度が低いためと思われる。また SH 85 B は熱処理の差異はほとんどないが、4320 は 1 次 2 次処理の方が直接焼入よりもいずれの硬度も高く、衝撃値が低いこれは Ni を含有するため直接焼入の方が残留オーステナイトが多いためであろう。

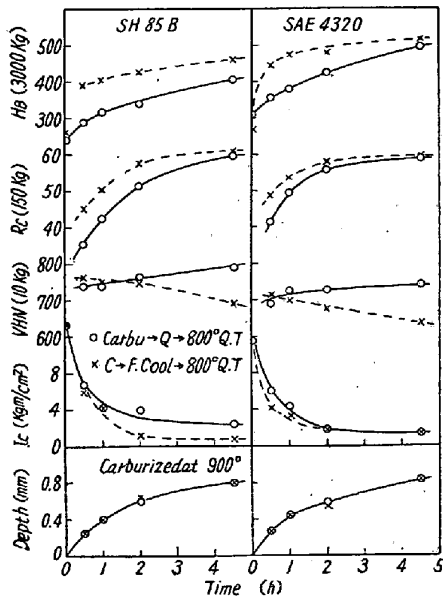


Fig. 1. Effect of heat treatment on relation between carburizing time and Charpy impact value, various hardness.

2. 熱処理の影響: Fig. 1 は熱処理の影響であり 1 次 2 次焼入と直接焼入の差を示す。いずれも滲炭深さは時間と共に抛物線的に増加するが、衝撃抵抗はこれとは

逆に非常に急激に減少する。直接焼入の方が衝撃抵抗は低く、とくに SH85B は著しいが Rc, Hb 硬度は直接焼入が高く、耐圧強度が大きいことを示す。表面硬度は滲炭時間の長くなるに従い直接焼入の方が残留オーステナイトが多く硬度は低い。いずれの場合にも Rc 硬度が大体一定値となるには 0.7~0.8mm 以上の滲炭層が必要であり、この時の衝撃抵抗はかなり低下する。

3. 滲炭温度の影響: 滲炭温度を  $950^\circ\text{C}$  にし、1 次 2 次焼入すると時間とともに滲炭層が増し衝撃抵抗が減少し反対に耐圧強度が高くなる。しかし表面硬度は  $900^\circ\text{C}$  の場合と大差なく滲炭時間とともに緩漫に上昇する。

4. 素材含炭量の影響: 0.39% C の SCr 90 に  $900^\circ\text{C}$  滲炭、1 次 2 次焼入、 $850^\circ\text{C}$  滲炭直接焼入した場合、滲炭層がわずかに形成されると表面硬度は急激に増し衝撃値が低下するが地の C 濃度が高いからこれに支配されて滲炭層が増しても衝撃抵抗および耐圧強度は変化しない。

5. 固態滲炭との比較: 固態滲炭とガス滲炭の場合を比較すると顕微鏡による滲炭層の深さおよび表面硬度は余り変化しないが、固態滲炭の衝撃値は著しく低く耐圧強度が大きい。これは固態滲炭による滲炭層は表面 C 濃度が高く、C の濃度分布が全般に高いためである。1 次 2 次焼入のために表面炭化物は球状化しているがこの影響もあろう。従つて一定硬度の得られる有効深さは固体滲炭の方が深い。SAE 4320 はこの差が少ないがこれは SH85B より焼入性が優れているためである。

6. 液体滲炭とガス滲炭窒化との比較: 処理温度  $850^\circ\text{C}$  で液体滲炭およびガス滲炭窒化を施し直接焼入した場合を同条件で処理したガス滲炭と比較するとガス滲炭窒化は  $\epsilon$  相を生成するため全般に滲入深さが若干大きく表面硬度は非常に低いが Rc 硬度は高い。しかし荷重の大きい Hb 硬度は硬化層が脆弱なために低くなる。3 者の衝撃値は余り差がないが SH 85B のそれはガス滲炭、ガス滲炭窒化、液体滲炭の順に低くなる。

(20) 熱間工具鋼の熱処理について

On the Heat-Treatment of Hot-Working Tool Steel

E. Miyoshi.

住友金属工業, 鋼管製造所 三好栄次

I. 緒言

熱間工具鋼の熱処理は空気焼入を行うものが多い。硬度、抗張力等に関する限り十分であることは多くの研究