

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 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 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、衝撃値が低いがこれは 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。

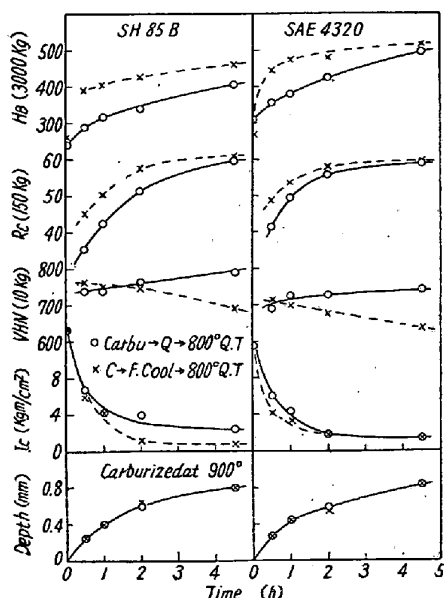


Fig. 1. Effect of heat treatment on relation between carburizing time and Charpy impact value, various hardness.

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 SH 85 B 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 $0.7 \sim 0.8 \text{ mm}$ 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°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°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°C 滲炭、1 次 2 次焼入、 850°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 SH 85 B 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°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 ϵ 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 85 B 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

に示されている。しかし恒温変態した場合焼戻状態において衝撃値の低下することは Eilender 等および Bimgardt 等によつて示されている。実際の工具の使用に当つてはその形状或は寸法の大小によつて質量効果のため組織的に上述と同一の結果となることは十分予期される。工具はこの場合使用条件によつて割、折の発生原因となる。筆者はこの実用上の見地から熱間工具鋼の熱処理性とその性質について Jominy 試験片を中心として研究した。Jominy 試験片の使用により多少共工具の大きさと関連せしめうるからである。

研究に供した材質は C 0.37~0.39%, W 3.9%, Cr 1%, Mo 0.20% および C 0.30%, W 7%, Cr 2.2% V 0.3% の二鋼種について恒温変態図, 連続冷却曲線およびその顕微鏡組織との関係を探め, さらに種々の熱処理に対する硬度, 高温抗張力, 高温衝撃試験等の機械的性質を調べた。

II. 試験結果

1. 熱処理線図

(1) 恒温変態図: 熱間工具鋼については既に武田教授他および M. Kroneis 等によつて報告されているが連続冷却曲線との比較あるいは供試材の他の性質との関係を考察するため簡単に硬度と顕微鏡によつて求めた。

(2) 連続冷却線図: 主として Liedholm の方法により求めた。これ等の鋼種は硬化能が高いのでこの方法では殆どベイナイト段階変態までしか求められない。不銹鋼製の 50mmφ と 110mmφ の丸鋼中心に小試験片を埋込み, これを空冷する方法および冷却速度を制御した炉冷によつてこれを補つた。さらに Jominy 試験結果の 5箇所について残留オーステナイトを X線により測定した。これ等の完成した線図を比較すると恒温変態は変態の開始は早いを終了が遅く, Bs 点は連続冷却の方が高い。

2. 焼入焼戻硬度: Jominy 試験片について焼戻硬度を調べ Fig. 1 に示すような線図をえた。焼入温度 1100°C である。この結果水冷端よりの距離 3/4" 以上, 他の鋼種では 1" 以上において焼戻温度の上昇と共に二次硬化を示すことがわかる。

3. 焼入焼戻後の 600°C における耐熱性について

1100°C 焼入, 600°C 焼戻を施した Jominy 試験片について 600°C で 27 h まで保持して耐熱性を調べた。焼入時の組織によつて両鋼種では多少逆の傾向を示しているが硬度差が HRC 2~4 程度でありこの意義については検討中である。両組織では著しい差はない。

4. 衝撃試験 (1) 焼戻温度の影響: 焼入方法を Jo-

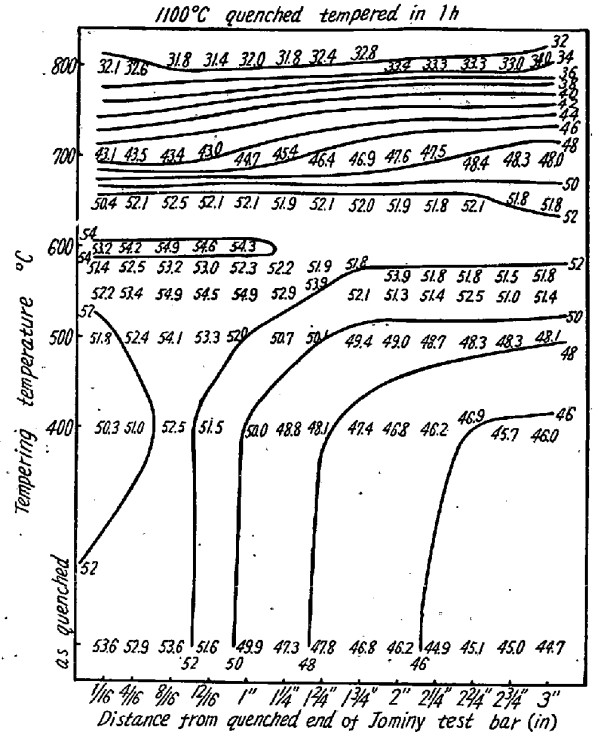


Fig. 1. Equi-hardness curve which shows relation between quenched and tempered temperature and position of Jominy test bar of hot working tool steel containing C 0.24%, W 6.01%, Cr 1.91%, V 0.46%. (Numbers in figure are hardness in Rockwell C scale)

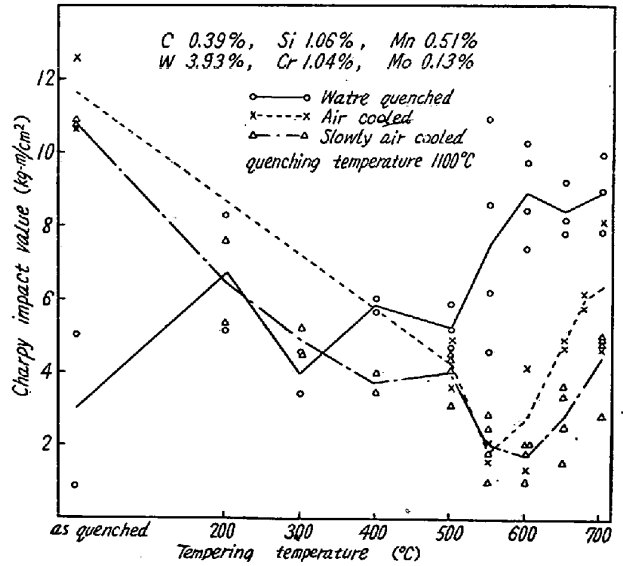


Fig. 2. Effect of tempering temperature on Charpy impact value of hot working tool steel.

miny 試験の水冷端, 1~1½" 附近, 2~3" 附近に相当する冷却速度で冷却したものに対して焼戻温度による衝撃値の変化を調べた。試験温度は熱処理による差の最も

よく表われる 50°C において実施した。Fig. 2 に結果を示す。焼入のまゝでは水焼入が低いが 200~500°C では差が認められず 550°C 以上においてその差が明瞭に現われてくる。

(2) 試験温度の影響: 上述の最も差の表われる熱処理条件すなわち 1100°C 焼入, 600°C×1h 焼戻の試料について各試験温度において試験した。Fig. 3 に結果を示す。この結果から三種の焼入条件に対して差のあることが明瞭である。550~600°C の試験温度において強度的に軟化しているにもかかわらず衝撃値が増加しない点は注目に値するものと考ええる。

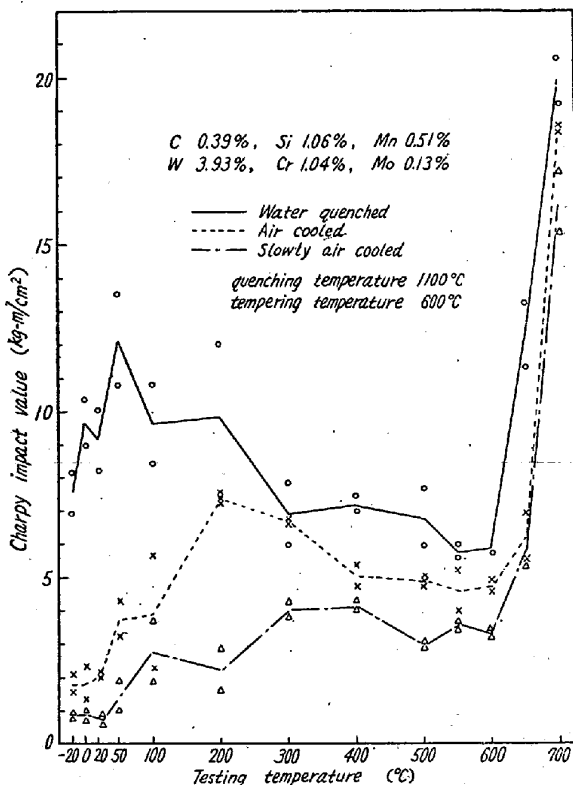


Fig. 3. Effect of testing temperature on Charpy impact value of hot working tool steel.

5. 高温抗張試験: 径 5 mm ϕ , 標点距離 35 mm の試験片を雰囲気調整して焼入した。直接油焼入および 25 mm ϕ 不銹鋼丸棒中において空冷したものを比較した。これらはそれぞれ Jominy 試験片の 1/8" および 2~3" に相当する冷却速度である。これらの結果常温から 700°C まで両熱処理に対しては著しい差は認められない。強いていえば焼入儘で空冷試料は片方の鋼種で伸および絞が低く、油焼入試料で 550~600°C において伸が低いことである。後者は衝撃試験の結果とあわせて注目すべきことであると考えられるがくわしい検討は行っていない。

III. 結果に対する考察

Jominy 試験片の 1"~2" 附近ではこの二鋼種は熱処理線図等から見てベイナイトおよび残留オーステナイトより成ることが判る。従つてこれらの衝撃値の低下はこれらの組織に基くものであらうことは強靱鋼の場合と同様推察しうる。ただこれらの結果が実際の工具においては常に遭遇することであつて使用条件によつては適当でないことがわかる。筆者が製管用工具においてしばしば遭遇する割, 折の原因がここにあるのではないかと推察している。これを改良するためには Ni の使用, 工具の設計変更, 焼入速度の増加等が考えられるがこれらの問題はそれぞれ個々の問題について検討しなければならないことはいふまでもない。

VI. 結 言

熱間工具鋼二種について熱処理線図を求め Jominy 試験片と対照しながら異なる熱処理に対する機械的性質を比較した。この結果焼入時の冷却速度の比較的遅い焼入では衝撃値を低下し, 工具の使用条件によつては割, 折等の破損の原因となることを考察した。この対策としては Jominy 試験片, 工具の寸法, 形状およびこの試験結果を対照することにより, 成分あるいは焼入時の冷却方法を調整することである。(文献省略)

(21) 薄板の再絞り試験結果について Some Test Results of Redrawing of Cold Rolled Sheets

T. Akamatsu.

富士製鉄, 広畑製鉄所 研究所

工 赤 松 泰 輔

I. 緒 言

一般に薄板は一回深絞りしたまゝで使用される場合とこれを再絞りして使用される場合があるので, 若干の再絞りの実験を行つた。

II. 試料並びに実験方法

試料は 1.2 mm の薄板を 2 種類鋼塊の T. M. B 部に相当する所より採取し, 調質直後とこれを 100°C で 1 時間人工時効処理したものについて実験を行つた。再絞り試験法としては前回報告せるポンチ径 13/16" の円錐形ダイスにて底平ポンチを用いて破断限度, ブランク直径 1 mm おきにカップを作り, このカップを Fig. 1 に示す如き再絞りダイスにて, 底平, 底丸ポンチを使用して再絞りを行つた。ポンチ直径としては 9/16, 19/32, 5/8" のものを使用したので, 再絞り率は 69, 73, 77% に相当する。ポンチとダイスの間のクリアランスは再絞