

高炭素高クロム系ダイス鋼に於ける炭素の影響

(昭和 26 年 10 月本會講演大會にて講演)

小 柴 定 雄*・永 島 祐 雄**

EFFECT OF CARBON ON THE HIGH CARBON-HIGH CHROMIUM DIE STEEL

Sadao Koshiba, Dr. Eng., and Sukeo Nagashima

Synopsis:

The high carbon-high chromium steel is today playing a very important role in the improvement of the efficiency of mechanical industries, particularly in the field of punching and cold drawing dies.

The authors carried out a series of experiments with four samples of high carbon-high chromium steel and studied changes in their hardness and deformation brought about by different heat treatments, and also tested their mechanical properties at room temperature and high temperatures.

As the results of these experiments, they found the most moderate composition and heat treatment of dies steel, concluding that 2% or more carbon content in the dies steel containing 14%Cr was the better for the punching and cold drawing dies.

I. 緒 言

高C高Cr鋼は従来一般鋼棒或いは鋼線類の冷間引抜用ダイスとして広く賞用せられてきた。これは同鋼が相当高度の耐摩耗性を持つと共に、その割合に加工がし易いからである。又同鋼が高Cr鋼の通有性として耐銹、耐高温酸化性に富み、且つ焼入性が極めてよく、空冷でも高い硬度を得ることが出来、しかも熱処理による變形率が極めて小さく、成品に狂いを起すことが少なく、又焼割等の事故の少いことなど熱処理を必要とする場合に特に有利な諸条件を有するので、現今ではむしろ抜型用として重要視せられてきている。

著者等は先きに当社で製造しているCRD鋼(高C高

Crダイス鋼)の熱処理と諸性質との関係に就て研究してきたが¹⁾²⁾、更に諸種の用途に一層適切なものを見出すべく、各元素の影響を調べた。本研究はCr量約14%に對しC1.5~2.2%の影響に就て實驗した結果である。

II. 試 料

試料は50kg高周波電気爐により50kg鋼塊を造り、これを60mm角に鍛伸し、中間焼鈍を行つてから更に16mm角に鍛伸し、880°Cに焼鈍を行つた。試料の化學成分を第1表に示す。尙各試料の變態點をも併記した。

第 1 表

類別	試料 番號	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	加熱變態 °C	冷却變態 °C	
										爐 冷	空 冷
A	1	1.50	0.08	0.23	0.029	0.006	0.36	13.78	800~817	744~727	195~
	2	1.84	0.23	0.32	0.028	0.008	0.28	13.70	798~814	742~716	165~
B	1	1.84	0.67	0.24	0.037	0.007	0.28	14.22	814~840	755~724	190~
	2	2.16	0.40	0.19	0.037	0.007	0.31	14.04	810~830	745~724	204~

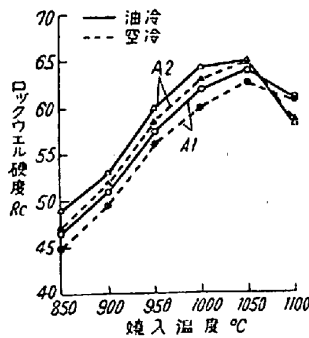
* 日立製作所安來工場 工博 **

III. 熱処理と硬度との関係

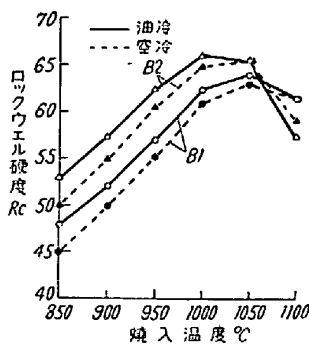
Cr 鋼の冷却變態點は最高加熱溫度及び冷却速度によつて異なるが、一般に降下し易い。本實驗の如く 950°C より空冷すれば Ar₁ 變態は完全に阻止せられ、Ar'' 變態のみとなる。尙 Cr 鋼の變態に關しては村上博士の詳細なる研究がある⁴⁾⁵⁾⁶⁾。

(1) 焼入溫度と硬度との關係

850°C~1100°C から油冷及び空冷を行つて、焼入溫度と硬度との關係を調べた結果を第 1 圖及び第 2 圖に示



第 1 圖 A 類試料の焼入温度と硬度との關係

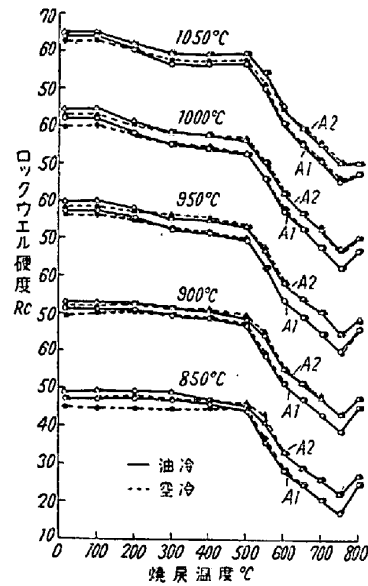


第 2 圖 B 類試料の焼入温度と硬度との關係

す。但し加熱溫度に保持する時間は 10 分とした。A 類の試料は何れも油冷及び空冷共に 1050°C で最高硬度を示す。B 類では C 量の高い B2 が油冷で 1000°C 附近で最高硬度を示し、空冷の場合は 1050°C で最高値を示す。而して A 類、B 類共 1050°C までは C 量の高い方が硬度が高く、1100°C では逆に低くなつてゐる。尙 Cr 炭化物は比較的 γ 相中にとけ込み難く、一般に焼入加熱は少くとも 10~20 分保持すべきであると云われている。(15mm 角試料の場合) 著者の實驗では 950°C の場合 10~30 分の保持時間では焼入硬度に或る程度の差が見られた。従つて加熱保持時間を長くした場合は最高硬度は幾らか低温側にずれることゝなるう。

(2) 焼戻溫度と硬度との關係

前述の 850~1050°C 焼入試料を 100~800°C の溫度

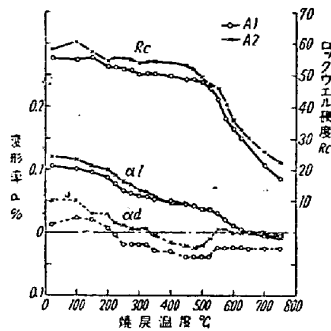


第 3 圖 A 類 850~1050°C 焼入試料の焼戻溫度と硬度との關係

に焼戻を行つた結果を第 3 圖に示す。B 類の場合もほゞ同様であるので省略する。いづれの焼入溫度についても又油冷、空冷何れもすべての焼戻溫度に於て C 量の多い方が焼戻硬度の高いことが明らかである。又焼入溫度の高いもの程焼戻硬度高く、500°C 附近までは硬度の低下緩慢で、それ以上はやゝ急激に低下する。次に油焼入の場合と空冷焼入の場合とを比較すると、焼戻溫度の低い所では焼入硬度の高い油焼入試料の方が硬度が高いが、400~550°C 附近に於ては多くの場合空冷試料の方が僅か硬度が高くなつてゐる。これらの關係を熱膨脹計により検討した結果残留オーステナイトの多少によるものと思われる。

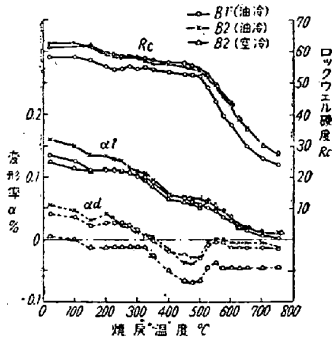
IV. 熱處理と變形率との關係

高 C 高 Cr 鋼は一般に熱處理による變形率がかなり小さい。而してこの變形率は Cr 量と共に C 量によつて相當異なるものと思われ、又熱處理條件により左右されるものと考えられる。著者等は 8mm ϕ ×80mm の試料を作り、焼入溫度 950°C 及び 1000°C の場合の焼戻溫度を順次繰返しあげていつた場合の變形率の變化を求めた。此處に變形率(長さ及び直径)とは焼鈍状態を基準にしてとつた値を指す。第 4 圖は A 類試料の 950°C 油焼入後焼戻溫度と變形率との關係を示す。B 類試料の場合もほゞ同様の傾向を示す。これらの結果から焼入變形率は C 量の多い方が長さ、直径兩變形率共大きく、又此處には示さないが、1000°C 焼入の場合の方が 950°C の場合より變形率は大きい。長さ方向の焼戻變形率は焼

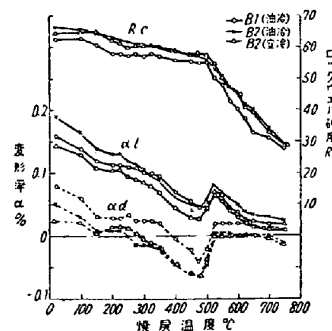


第4圖 A類 950°C 油焼入試料の焼戻温度と變形率との關係

戻温度の上昇と共に減少し、700~750°C 附近で零に近くなるか、或いは更に負となる。直径方向の變形率は500°C 附近までは長さの場合とほぼ同様の傾向を以て温度の上昇と共に収縮するが、それ以上の温度では膨脹を起し 575°C 附近を頂點として再び収縮するが、その變化は少い。500~575°C 附近の焼戻に於ける膨脹は前述の如く残留オーステナイトの變態によるものである。而して高Cの方が膨脹量が多いのは多量の残留オーステナイトを保有していたものと考えられる。第5圖はB類試料の 950°C 油焼入及び B2 試料の空冷試料の焼戻温度と變形率との關係を示したものである。前述と同様焼入



第5圖 B類 950°C 油焼入及び空冷試料の焼戻温度と變形率との關係



第6圖 B類 1000°C 油焼入及び空冷試料の焼戻温度と變形率との關係

變形率は高C試料の方が大きく、又直径方向の變形率より長さ方向の變形率の方が大きい。又焼戻による變化もA類の場合と同様である。而して同一試料について油焼入の場合と空冷の場合の變形率の比較を見るに、明らかに空冷の方が小である。焼戻による變形率の變化は多少異なるが、大體似た様な傾向を示し、500~550°C 附近に於て現われる膨脹の度合も大差ない。第6圖は同様B類試料の 1000°C 油焼入及び空冷試料の焼戻温度と變形率との關係を示し、上述とほぼ同様の傾向を示す。尙變形率の點よりすれば上述の如く油焼入より空冷の方が有利なことは明らかであるが、實際作業に當つては他の條件例えば硬度の點より、特に大型成品の場合質量効果を考慮に入れる必要があるので簡單には決定出来ない。

V. 熱處理と機械的性質

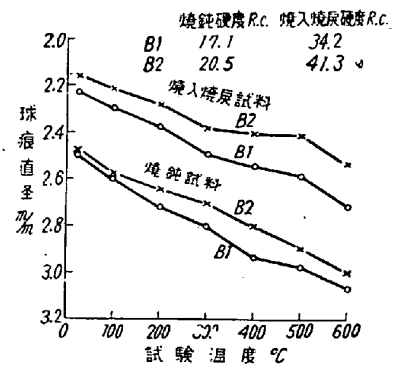
C量の高い鋼種は一般に高硬度を得られる反面、衝撃値の低いことは免れ難い。本鋼種の實際使用に當つてはかなり靱性が問題とされ、殊に拔型等に於ては熱處理との關連が重要である。

(1) 焼戻温度と衝撃値との關係

焼入温度 950°C (油冷) の場合の焼戻温度による硬度と衝撃値との關係を求めた。(圖は省略する)。焼戻温度 100°C~500°C に於ては衝撃値は餘り變化はないが、200°C 附近が僅か高目を示す。然しその値は何れも低い。尙低C試料の方極く僅かに高い。550°C 附近より上昇しその程度は低C試料の方がやゝ著しい。

(2) 焼入温度の衝撃値に及ぼす影響

焼戻温度を 625°C とした場合の焼入温度と衝撃値との關係を求めたが、(圖は省略する。) 何れも焼入温度の高い程衝撃値は低く、又C量の多い方が低い。



第7圖 B類 880°C 焼鈍試料及び 950°C 油焼入 625°C 焼戻試料の温度と硬度との關係

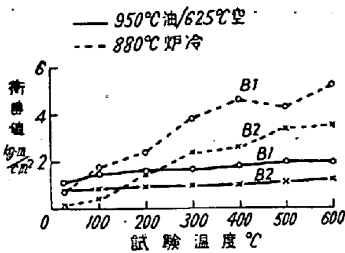
(3) 高温硬度

本實驗では 880°C 焼鈍試料及び 950°C 油焼入、625

°C 焼戻試料について行つた。自家製熱間硬度試験機⁷⁾により常温~600°C の温度について試験した結果は第7圖に示す。C量高い方高温硬度が高い。A類試料の場合もほぼ同様である。

(4) 高温衝撃試験

シャルピー試験機を用い、前述と同様の試料に就て行つた。その結果の一例を第8圖に示す。焼鈍試料は常温の衝撃値は極めて低いが、温度の昇るにつれてやゝ急激に高くなる。熱処理試料は温度と共にやゝ上昇するけれども、その度合は緩慢である。C量による差異はかなり大きく、C量の多い方が低い。



第8圖 B類 880°C 焼鈍試料及び 950°C 油焼入 625°C 焼戻試料の温度と衝撃値との関係

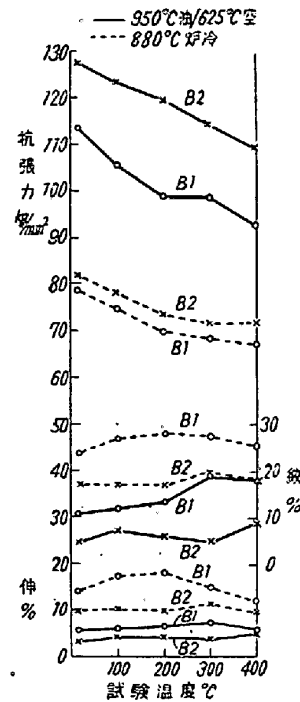
(5) 高温抗張試験

直径 7mm の抗張試験棒を作り、アムスラー式万能試験機により常温~400°C について高温抗張試験を行つた。その結果の一例を第9圖に示す。抗張力は高Cの方が高く、伸及び絞は低Cの方が大である。又抗張力は一般に温度の昇るにつれ低下するが、伸及び絞は必ずしも温度と比例的には變化しない。

VI. 結 論

上述の研究結果を要約すれば次の通りである。

- (1) A類試料 (Cr 約 13.8%, C 1.5% 及び 1.84%)
B類試料 (Cr 約 14.0%, C 1.84% 及び 2.16%) 共C量高い方が變態の開始及び終了温度が幾分低い。
- (2) 實用範圍の焼入温度 900~1050°C による焼入硬度及び 800°C までの焼戻硬度はC量の高い方が全面的に高い。
- (3) 熱処理による長さ及び直径方向の變形率を測定した。焼入及び焼戻變形率共、一般にC量の高い方が大きい。



第9圖 B類 880°C 焼鈍試料及び 950°C 油焼入 625°C 焼戻試料の温度と機械的性質との關係

(4) 常温及び高温に於ける硬度、抗張力は一般にC量の高い方が大である。

(5) 常温及び高温に於ける韌性はC量の低い方が大である。

上述の如くC量の多い場合、少ない場合、各々一長一短があるが、線引用ダイスとしては一般に高度の耐摩耗性を必要とするので、或る程度他の性質を犠牲にしてもC量を高めるべきであろう。Cr量を増す程Cの所要量を増す傾向にあるが、本研究結果を総合し、Cr 約 14% の場合は拔型用ダイスとしても、C量は少くとも 2% 附近は必要であると思われる。尙拔型用としては被加工性韌性及び變形率等をも考慮せねばならぬ。

(昭和 26 年 11 月寄稿)

文 献

- 1) 小柴, 永島: 日立評論, 30 (昭和 23), 3 號 38
- 2) 小柴, 永島: 日立評論, 31 (昭和 24), 3 號 28
- 3) 小柴: 機械の研究, 2 (昭和 25), 7 號.
- 4) 村上: 金屬の研究, 8 (1931), 299.
- 5) 村上: 金屬の研究, 8 (1931), 341
- 6) 村上: 金屬の研究, 8 (1931), 389
- 7) 小柴, 永島: 日立評論, 27 (昭和19), 4 號 215