

高炭素高クロム系ダイス鋼におよぼす ニッケルの影響について*

小柴定雄**・永島祐雄***

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

Sadao Koshiba and Sukeo Nagashima

Synopsis:

The high-carbon high-chromium steel have been widely used for punching dies of silicon steel plates and other mild steel plates, and also used for materials of precise gauges, because of their small distortion characteristics after heat treatments. This feature is resulted from the fact that these steels are fully hardened by air cooling.

From the general fact that the higher the quenching temperature, the larger the distortion ratio becomes, quenching temperature to get equal quenched hardness must be as low as possible. Standing on this view point, the authors studied the effect of nickel addition to such steel and found that about 0.5% addition of Ni was most effective.

I. 緒 言

高炭素高クロム鋼は従来冷間ダイス鋼として、耐摩耗不変形性を有し、ことに電気鉄板その他軟鋼板の打抜用型材および精密用ゲージ材として広く使用されている。この鋼種は元来空冷で十分硬化するため、熱処理による変形率が少ないのが特徴である。しかして一般に焼入温度を上昇する程、残留オーステナイトを増大し、変形率を増すので、同一焼入硬度を表わすための焼入温度はできるだけ低い方が望ましい。それゆえ十分な硬度を出し焼入温度を低下せしめる効果のある元素としてニッケルおよびマンガンが考えられる。

本研究においては高炭素高クロム鋼におよぼすニッケルの影響を調べたものである。

II. 実験方法

上述のごとく、型材としての硬さ、耐摩耗性その他機械的性質を低下せしめることなく、しかも熱処理による変形率の少ない組成を得るにあるが、その判定法としてまず変態点の生起状況をしらべ、熱処理温度と硬度、変形率および機械的性質との関係をしらべ、あわせて高温の機械的性質をもしらべた。

試料は 50 kg 高周波誘導電気炉により 40 kg の鋼塊をつくり、これを各所要寸度に鍛伸した。しかる後 875°C で焼鈍した。変態点の測定は本多式熱膨脹計により、7 mm φ × 70 mm の試料を用い、最高加熱温度を 950°C とし、10 分保持後炉冷および空冷を行なった。つぎに熱

処理による硬度測定試料は 16×16×16 mm のものを用いた。変形率測定は 8 mm φ × 80 mm l の試料により行なった。寸度の測定はマイクロメーターおよびコンパレーターを用いた。また衝撃試験は 30 kg m シャルピー試験機によつた。引張試験は 30 t アムスラー式万能試験機によつた。

III. 実験結果ならびに考察

まず試料の化学成分を Table 1 に示す。変態点の生起状況を Table 2 に示す。変態点の測定結果より明ら

Table 1. Chemical composition of specimens.

No. of specimen	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
N 1	2.13	0.18	0.56	0.028	0.006	0.12	13.53
N 2	2.14	0.16	0.49	0.028	0.005	0.45	13.63
N 3	2.15	0.18	0.60	0.028	0.006	0.86	13.51
N 4	2.14	0.18	0.60	0.025	0.005	1.58	13.54

Table 2. Transformation point of specimens.

No. of Specimens	Transformation pt. during heating	Transformation pt. during cooling	
		Furnace cooled (5°C/mn)	Air cooled
N 1	791~813°C	721~699°C	150°C
N 2	787~808°C	707~683°C	148°C
N 3	772~794°C	680~655°C	136°C
N 4	754~781°C	653~611°C 2段~450°C	129°C

* 昭和32年4月本会講演大会にて発表

** 日立金属工業株式会社安来工場冶金研究所長工博

*** // // 冶金研究所

かに、Ni 量を増すほど加熱変態点も、また冷却変態点もともに低下する。ことに Ni 約 1.6% を含む試料は炉冷の場合に二段に変態を生起する。なお Ar'' 点は Ni 量を増す程低下する。

(1) 焼入および焼戻温度と硬度との関係

まず各試料の鍛伸したものを焼鈍温度を変えて硬度をしらべてみると、875~900°C で最低硬度を示し、また Ni 量を増す程焼鈍硬度を増大する。したがって焼鈍軟化に対してはこのましくない。しかし Ni 約 0.5% 程度ではあまり大差ない。

つぎに 800~1050°C の焼入温度から油中冷却および空中冷却した場合の焼入温度と硬度との関係を Fig. 1 および Fig. 2 に示す。油中焼入の場合は Ni 0.12 および 0.45% の試料の最高焼入硬度を示す温度は約 1000°C、Ni 0.86 および 1.58% の試料においては約 950°C である。また空中焼入の場合はいずれも約 1000°C で最高硬度を示す。しかして Ni 量を増すほど、焼入温度 1050°C の場合硬度を低下する。それは残留オーステナイトをより多く存するためと考えられる。

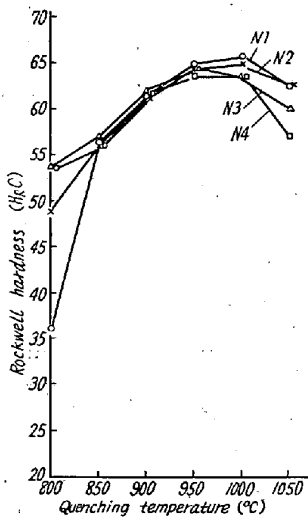


Fig. 1.

Fig. 1. Relation between oil quenching temperature and hardness of N1~N4.

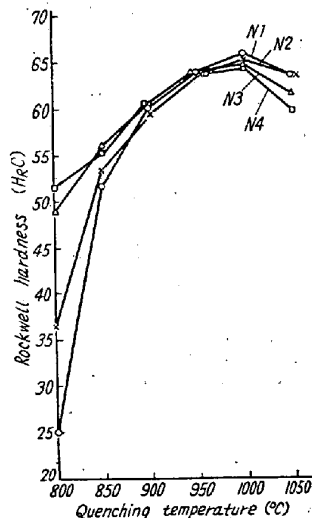


Fig. 2.

Fig. 2. Relation between air quenching temperature and hardness of N1~N4.

つぎに上記各焼入試料の焼戻温度と硬度との関係をもとめたが、その代表的なものとして試料 N 2 (Ni 0.45%) および N 4 (Ni 1.58%) の空中焼入試料の焼戻温度と硬度との関係を Fig. 3 および Fig. 4 に示す。Ni 0.45% の場合は焼入温度約 1000°C までは二次硬化の程度は少ないが、1050°C 以上はややいちじるしい。また Ni 1.58% の場合もほぼ同様であるが、焼入温度

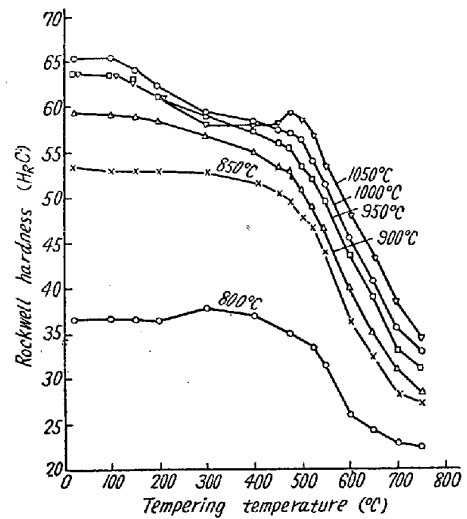


Fig. 3. Relation between tempering temperature and hardness of air-quenched specimen N2.

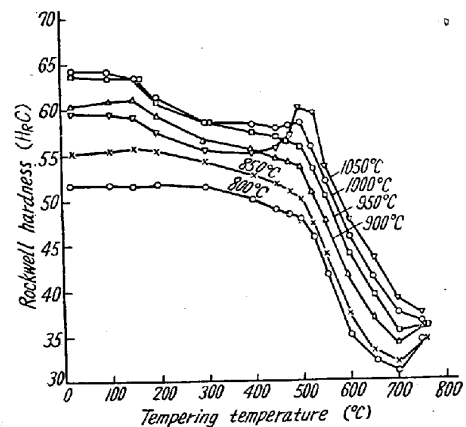


Fig. 4. Relation between tempering temperature and hardness of air-quenched specimen N4.

1000°C 以上は二次硬化現象を示す。なおいずれも焼戻温度約 500°C までは硬度の低下が少ない。

(2) 変形率と熱処理との関係

変形率は熱処理方法、試験片の形状、大きさおよび熱処理温度によつてことなる。

まず最高加熱温度を 950°C とし、この温度から油中焼入、空中焼入および空中焼入後深冷処理した後おの常温から 750°C まで焼戻温度を変えて変形率を測定した。その結果を Fig. 5, Fig. 6 および Fig. 7 に示す。なお硬度変化をも併記した。硬度は Ni 量によつてあまり大差なく、油中焼入の場合長さ方向の変形率は約 475°C までは Ni 量を増す程減少し、また直径方向の変形率は焼入状態で Ni 量約 0.86% までは正の値を示し、Ni 1.58% 添加すると負の値すなわち収縮を示す。焼戻温度 200°C 以上上昇すると約 500°C までは

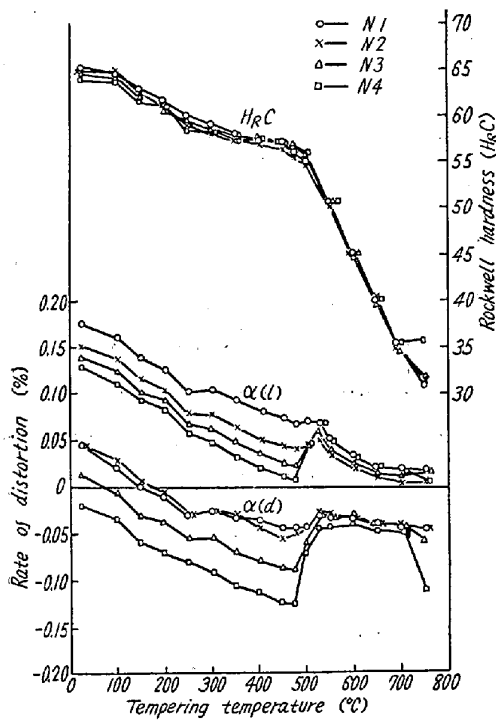


Fig. 5. Relation between tempering temperature of oil-quenched specimens from 950°C, rate of distortion and hardness.

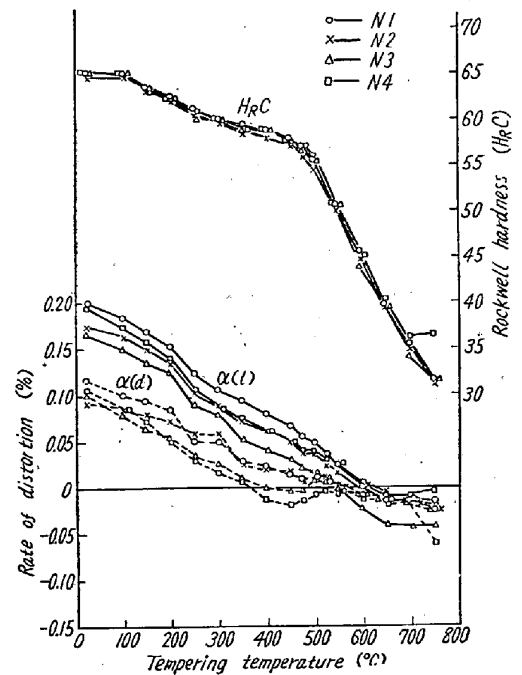


Fig. 7. Relation between tempering temperature of subzero-treated specimen after air quenching from 950°C, rate of distortion and hardness.

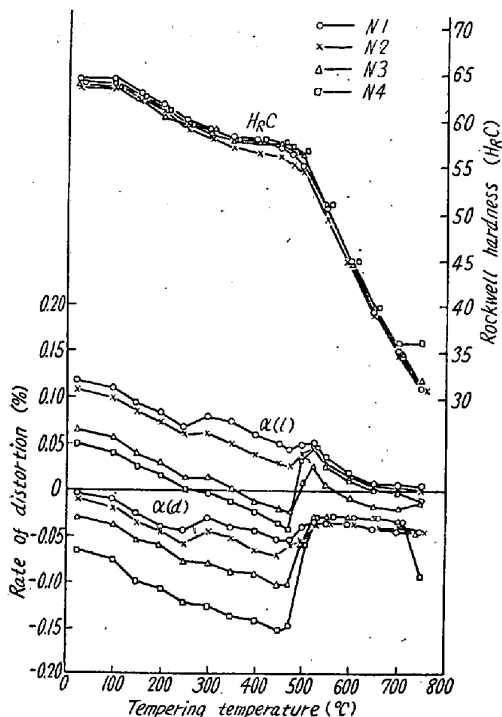


Fig. 6. Relation between tempering temperature of air-quenched specimen from 950°C, rate of distortion and hardness.

Ni 量を増す程負の値を増大する。すなわち収縮の量を増大する。なお 800°C 以上温度を上昇するといずれも膨脹を示す。ことに直径方向においていちじるしい。し

かして長さ方向および直径方向とも、Ni 量を増す程膨脹程度が大きい。これは Ni 添加によつて焼入の際残留オーステナイトをより多く含有するためと考えられる。

つぎに空中焼入の場合も前述とほぼ同様の傾向を示し前述の油中焼入の場合に比して焼入の際の長さ方向の変形率は小さい。ことに Ni 0.86% 添加の場合焼戻温度 350°C 以上においては負の値を示す。また直径方向の変形率は焼入の際各試料とも負の値を示し、Ni 量を増す程負の値を増す。すなわち収縮の程度がいちじるしい。

つぎに 950°C から空中焼入し、-75°C に深冷処理した場合は Fig. 7 に示すごとく、硬度は前述と同様ほとんど変わらないが、変形率の状況は前述の油または空中焼入した場合とやや趣をことにする。すなわち深冷処理によつて残留オーステナイトの大部分がマルテンサイト化するため、焼入—深冷処理のまゝでは長さ方向および直径方向とも変形率は大きい。しかして長さ方向の変形率においては 500°C 附近の膨脹はほとんど見られない。一方直径方向の変形率においては 500°C 附近にわずかながら膨脹の傾向が見られる。すなわち 500°C 附近の焼戻においては Ni 添加の差は少ない。

以上各熱処理方法においてことなるも、適量の Ni を添加すると焼戻温度によつて変形率をかなり小さくすることができる。

(3) 熱処理温度と機械的性質との関係

焼入温度 900~1000°C 空冷(焼戻温度を300°C 一定とする。)の常温における衝撃値におよぼす影響を見るにあまり大差なく、Ni 量の影響は明らかにすることができなかつた。また 950°C 空冷試料の焼戻温度と衝撃値との関係をしらべてみたが、やはり Ni 量によつてあまり大差なく、Ni の影響は明らかでない。

つぎに打抜型としてはあまり使用中温度上昇をきたさないとされるが、しかし連続作業のためごく表面は多少温度上昇するものと考えられる。それゆえ参考のため 950°C 空冷試料を300°C に焼戻を行ない、常温から 650°C までの種々の試験温度と機械的性質との関係をしらべた。その結果抗張力に多少バラツキがあり、つねに一定の値を得ることが困難であり、一方伸および絞は試験

温度約 500°C まではほとんど零を示し、600°C 以上わずかに、ある値を示す。すなわちロックウエル硬度約 55 以上のこの種の鋼種においては高温抗張力を正確にもとめることが困難であろう。

IV. 結 言

高炭素高クロム鋼を打抜用型として使用する場合、その熱処理による変形率をとくに重要視して、各種熱処理方法による変形率におよぼす Ni 添加の影響を確かめた。その結果約 0.5% 前後の Ni 添加は有効であると考えられる。なお、あわせて常温および高温における機械的性質をもしらべたが Ni の影響はあまり明らかでない

(昭和 32 年 5 月寄稿)

9.5% W-Cr 系熱間工具鋼の研究*

(C, Ni, Co, W, Mo の影響について)

山 中 直 道**・ 日 下 邦 男***

INFLUENCE OF CARBON, NICKEL, COBALT, TUNGSTEN AND
MOLYBDENUM ON PROPERTIES OF 9.5% TUNGSTEN
CHROMIUM HOT-WORKING TOOL STEEL

Naomichi Yamanaka, Dr. Eng. and Kunio Kusaka

Synopsis:

The influence of C, Ni, Co, W and Mo on properties of the hot working tool steel containing 0.3% C, 9.5% W, 2.5% Cr, and 0.4% V was investigated.

The Result obtained were as follows:

- 1) The addition of Ni lowered the critical point, and enhanced the hardenability remarkably. Ni, being a gamma-forming element, led to a decrease in the amount of ferrite existing at high temperature.
- 2) The addition of Co raised the critical point and Ms-point and improved the tensile strength and impact value at elevated temperature at the higher quenching temperature.
- 3) As the carbon content increased, the hardenability increased and the Ms-point was lowered. The tensile strength increased and the impact value decreased at room and elevated temperatures in parallel with the increasing carbon content.
- 4) The addition of Mo lead to the presence of additional quantities of ferrite at the heat-treating temperature and decreased the hardenability.

I. 緒 言

9.5% W-Cr 系熱間工具鋼は高温強度が大で押出ダイス、ダイカスト用ダイス等に広く用いられており、C, W, V, Co 等の影響について既に一部報告されている¹⁾²⁾。この中 Co の添加は焼戻軟化に対する抵抗を増

し熱間用ダイス鋼として Co 添加が有効であることが知られており、また Ni を添加したのも諸外国では用いられている³⁾⁴⁾。吾々はこれら合金元素の影響を明らか

* 昭和 32 年 4 月本会講演大会にて発表

** 特殊製鋼株式会社 工博

*** 同研究所