

ある。即ち焼戻軟化に対する抵抗性はVが最も大きく、次いで Mo, W の順に低下し、Crの与える抵抗性は最も小さい。例えば焼戻温度 600°C において、1 At. % のVの添加はWの 2.5At. % (Wt. % では8%) 或いは Mo の 1.5At. % (Wt. % では 2.5%) の添加に略匹敵する。

上述のように合金鋼の耐焼戻性は合金元素の種類によつて大いに異なるが、それは如何なる理由によるか、その機構は複雑なものと考えられる。しかし鋼の焼戻現象はマルテンサイトからの炭化物の析出とその凝集の過程および炭化物反応による mean free path の変化によつて説明され得るわけである。したがつて各特殊元素が与える焼戻抵抗性もまた必然的にそれぞれの析出炭化物の mean free path と関連性を持つものと考えなくてはならない。この点について各合金鋼の焼戻による析出炭化物を電子顕微鏡によつて観察した。その結果、炭化物形成用元素を含む鋼の低温度範囲での焼戻においてはその特殊元素を固溶したいわゆる θ 炭化物を生成し、その炭化物は普通の Fe_3C にくらべて分散状態に変化が起りにくいために、焼戻軟化の遅滞を起させるものであることが認められた。第二次硬化を起す温度範囲においては、上記 θ 炭化物が消失し、改めて特殊炭化物が極めて微細に再分布するため硬度の上昇をおこすのであるが、V鋼に析出する特殊炭化物は極めて coagulate し難く、その程度はWおよび Mo 鋼の場合よりもよほど強いことが確かめられた。一方 Cr 鋼においては coagulation が進行しやすく、容易に mean free path の大きい分散状態を示すことが認められた。

(136) ガス浸炭におよぼす Mn および Ni の影響について

日立製作所亀有工場 佐々木敏美
Effect of Mn and Ni in Case-Hardening Steel on Gas-Carburizing of Steels.

Toshimi SASAKI

I. 緒 言

鋼をガス浸炭した場合に、鋼中に含まれる合金元素の影響はきわめて大きく且つ重要である。特にガスのカーボンポテンシャルと合金元素との関係は、ガス浸炭がカーボンポテンシャルを自在にえらび得る所から実際作業に当つては非常に重要である。すなわちガス浸炭の特長は、浸炭ガスの組成を適当に選ぶ事によつて浸炭される炭素鋼製品の表面炭素濃度を任意に選ぶ事ができ、表面

Table 1. Chemical composition of specimens. (%)

T.P.No.	C	Si	Mn	P	S	Ni
M 1	0.15	0.33	0.76	0.016	0.024	—
M 2	0.16	0.33	1.77	0.016	0.019	—
M 3	0.20	0.38	3.90	0.016	0.013	—
N 1	0.18	0.36	0.34	0.015	0.027	1.23
N 2	0.16	0.22	0.32	0.020	0.026	2.85
N 3	0.03	0.20	0.18	0.012	0.010	3.97

硬度、靱性、疲労強度などを所定の値にする事ができることである。

しかし浸炭される製品が合金鋼である場合には、同じ浸炭ガスであつても炭素鋼とは表面炭素濃度がことなるから鋼中の合金元素の種類と量によつて表面炭素濃度がどう変化するか定量的に明らかにされなければならないが、かかる実験は現在迄なされていないよう見受けける。

本報告はさきに実験を終つた Cr¹⁾ に引き続き、鋼中の Mn 及 Ni の含有量によつて表面炭素濃度の変化する様子を調べた。また浸炭深さ、浸炭部の Ac_1 変態点、及び焼入硬度と Mn 量及び Ni 量との関係をも検討した。

II. 実験方法

実験に使用した試験片の Mn 及び Ni 含有量並びに他の成分の含有量は Table 1. に示す通りである。

試料は純鉄 S40C 圧延材、フェロマンガ 及び電解ニッケルによつて熔製した。

表面炭素濃度測定用試験片は 20φ×150mm の丸棒で、これを浸炭徐冷後表面から 0.1mm づつ切削して切削粉の化学分析により表面炭素濃度分布曲線を求めた。 Ac_1 変態点測定用試験片は 3φ×80mm とし、これを浸炭後本多一佐藤式熱膨脹計によつて測定した。これは内部迄均一な炭素濃度となる様に試験片の直径を細くしたものである。

焼入用試験片は 20φ×40mm の丸棒で浸炭焼入後切断して検鏡並びに硬度測定を行つた。

浸炭ガスの露点は -10°C, -12°C とし、浸炭の実験を行つた。浸炭の条件は前報と同様である。

III. 実験結果

Fig. 1. に、露点を変えて浸炭した時の、表面炭素濃度と試料の Mn および Ni 含有量の関係を示す。

Mn 含有量及び Ni 含有量と浸炭ガスのカーボンポテンシャルと表面炭素濃度との関係は (1) 及び (2) 式の様な実験式として得られる。

$$C_x = C_0 \dots \dots \dots (1)$$

ただし C_x : x% Mn 鋼に対するカーボンポテンシ

Table 2. Quenching temperature

T.P.No.	M 1		M 2		M 3		N 1		N 2		N 3	
	Ac ₁ (°C)	Q. temp. (°C)	Ac ₁ (°C)	Q. temp. (°C)	Ac ₁ (°C)	Q. temp. (°C)	Ac ₁ (°C)	Q. temp. (°C)	Ac ₁ (°C)	Q. temp. (°C)	Ac ₁ (°C)	Q. temp. (°C)
-10°C	725	775	730	780	690	740	705	755	685	735	670	720
-12°C	725	775	690	740	650	700	675	725	660	710	645	695

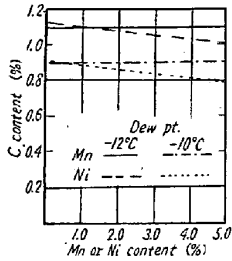


Fig. 1. Relation between carbon content on the surface and the Mn or Ni content in steel.

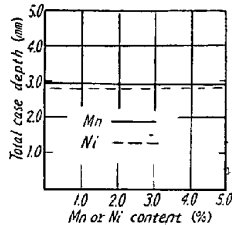


Fig. 2. Relation between total case depth and the Mn or Ni content in steel.

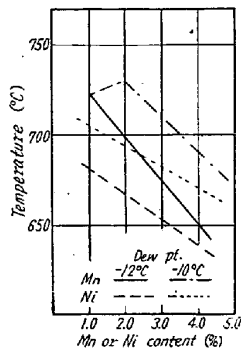


Fig. 3. Effect of the Mn or Ni content on Ac₁ temperature.

る鋼の Mn 含有量の変化によつては影響されない。
 (2) 浸炭ガスのカーボンポテンシャルは浸炭される鋼の Ni 含有量が増加すると大きくなる。炭素鋼に対するカーボンポテンシャルが C₀ の時, x% Ni を含む鋼に対するカーボンポテンシャル C_x は次の様な実験式で表わされる。

$$C_x = C_0 - 0.025x$$

ヤル
 C₀; 炭素鋼に対するカーボンポテンシャル

$$C_x = C_0 - 0.025x \dots \dots \dots (2)$$

ただし C_x; x% Ni 鋼に対するカーボンポテンシャル

C₀; 炭素鋼に対するカーボンポテンシャル

Fig. 2. に浸炭層の厚さに対する Mn 含有量及び Ni 含有量の関係を示す。浸炭層全体の厚さは Mn 含有量及び Ni 含有量によらず一定である事が判る。

Fig. 3. は浸炭部の Ac₁ 変態点の測定結果で Ac₁ 変態点は Mn 量, Ni 量及び C 量によつて変化している。Fig 3. の結果より焼入温度を Table 2. の様に選び, この温度から焼入を行なつてさらに表面硬度並びに焼入層深さなどを求めた。

IV. 結 言

実験結果を要約すれば次の如くである。

(1) 浸炭ガスのカーボンポテンシャルは浸炭される鋼の Mn 含有量の変化によつては影響されない。

(2) 浸炭ガスのカーボンポテンシャルは浸炭される鋼の Ni 含有量が増加すると大きくなる。炭素鋼に対するカーボンポテンシャルが C₀ の時, x% Ni を含む鋼に対するカーボンポテンシャル C_x は次の様な実験式で表わされる。

$$C_x = C_0 - 0.025x$$

(3) 全浸炭層は, この実験の範囲では Mn 含有量, Ni 及び含有量には関係無く一定である。

(4) 浸炭部の Ac₁ 変態点は, Mn 含有量, Ni 含有量及び C 量が増加すると低下する。

文 献

- 1) 佐々木: 鉄と鋼, 46 (1960) 10, p.1291

(137) ばね鋼の不均一なスラック焼入組織と機械的性質との関係

三菱鋼材 工博○内 山 道 良
 " 上 正 原 和 典
 " 関 不 二 雄

Relation between as-Slack-Quenched Heterogeneous Structure and Mechanical Properties of Spring Steel.

Dr. Michira UCHIYAMA, Kazunori KAMISHOHARA and Fujio SEKI

I. 緒 言

本報告は筆者等が行なつている熱処理ばね鋼についての一連の研究の一部であつて, 均一なスラック焼入組織と機械的性質との関係についての研究の後を承け, 初析フェライトを伴う不均一なばね鋼のスラック焼入組織及び質量効果によつて内外两部分の組織を異にする様になつた不均一組織ばね鋼の機械的性質をしらべたものである。

II. 試料及び実験法

試料としては JIS に規定された鋼の中から研究目的に沿うものを選んだが, Sup 1・Sup 4・Sup 6・Sup 9・等のばね鋼の他比較のための, S35C・S40C・S45C・SCr4・SCr21 等の構造用鋼・肌焼鋼も取上げた。

各試料は Table 1. の様な処理を施して試片としたが, この場合 No. 1~2 はそれぞれの A₁ と A₃ 点との中間から焼入を行なつて一旦マルテンサイトとフェライトとからなる組織を作り, これを Hv30kg で測定した値がばね硬度全域にわたる様な焼戻を行つた後, 引張り・