

669.14.018.27:669.15'26'27'292-194
 :669.15'26'74-194:669.15'74'782-194:

621.785.6/199.01
 :621.784.6.06

撃試験によると衝撃に対する抵抗は 200°C 焼戻の実用状態で 2.3C および 1.3C が SKD1 より大きい。一方圧縮破壊強度は 175°C の焼戻で全試料がほぼ同一の約 380kg/mm² となり、それ以下の場合では 2.3C, 1.3C, SKD1 の順に強度が低下し、それ以上の温度では焼戻軟化抵抗の大きいもの程強度は大となる。

(4) 耐摩耗性は 8%Cr 鋼では未溶解炭化物の量、すなわち C 量が増加するにつれて耐摩耗性は増加する。2.3C は SKD1 や SKH9 とほぼ同程度の耐摩耗性を示す。

文 献

- 1) 赤沢, 小田, 鈴木: 鉄と鋼, 50 (1964) 4, p. 673
- 2) 荒川, 小田, 鈴木, 林: 鉄と鋼, 50 (1964) 12, p. 1493

(175) 9%W-Cr-V 鋼系, Mn-Cr 鋼系 および Si-Mn 鋼系 バネ材料の 焼入剤による焼入効果および焼戻性等について

(バネ材料に関する研究—XIII)

熊本大学工学部 工博○堀 田 秀 次
 Study on the Quenching Effect in Several Media and the Temperability of Spring Materials made of 9%W-Cr-V Steel, Mn-Cr Steel and Si-Mn Steel.

(Study on the spring materials—XIII)

Dr. Hideji HOTTA.

1. 緒 言

バネ材料の研究として従来発表されたもの¹⁾²⁾があるが、著者は高温用バネ材料に関する研究として既往において種々の研究発表^{3)~7)}を行なつたが、前回の第12報⁸⁾においては 9%W-Cr-V 鋼系合金工具鋼 (SKD5) および Si-Mn 鋼系 (SUP7) については焼入性試験後の焼戻硬度分布試験、また 9%W-Cr-V 鋼系 (SKD5) には恒温熱浴処理および焼入焼戻の熱処理を施し、Si-Mn 鋼系 (SUP7) については、焼入焼戻を施したものであるについて、曲げ試験、圧壊試験および高温シャルピー衝撃試験その他について報告を行なつた。

今回はこれが第13報として高温用バネ材料として 9%W-Cr-V 鋼系 (SKD5) および Mn-Cr 鋼系 (SUP9) につき異なる焼入剤による焼入効果および焼戻性を調査し、併せて 9%W-Cr-V 鋼系 (SKD5), Si-Mn 鋼系 (SUP7) のほかに新たに Mn-Cr 鋼系 (SUP9) を追加し、9%W-Cr-V 鋼系 (SKD5) には、恒温熱浴処

理および焼入焼戻の熱処理を施し、Si-Mn 鋼系 (SUP7) および Mn-Cr 鋼系 (SUP9) には、いずれも焼入焼戻の熱処理を施したのにつき圧壊試験、曲げ試験ならびに高温衝撃試験等を施行したのでこれら諸試験の経過の概要を報告する。

2. 供 試 材 料

2.1 化学成分

供試材料は、次の Table 1 に示す化学成分を有する 9%W-Cr-V 鋼系 (SKD5), Si-Mn 鋼系 (SUP7) のほかにさらに Mn-Cr 鋼系 (SUP9) を追加試験した。

3. 試験の経過ならびに成績

3.1 焼入剤の相違による焼入効果

3.1.1 試験方法

9%W-Cr-V 鋼 (SKD5) と Mn-Cr 鋼 (SUP9) の両鋼種は、それぞれ 10φ×25mm, 15φ×40mm および 20φ×50mm の形状寸法に切削加工後 Mn-Cr 鋼 (SUP9) では、焼入温度 850°C×20min, 9%W-Cr-V 鋼 (SKD5) では焼入温度 1100°C×3min にそれぞれ保熱して、菜種油、ひまし油の植物油およびギア油の鉱物油に焼入した。焼入後中央部にて切断し研磨後、中心より円周方向に 2mm 間隔にてビッカース硬度を測定した。

3.1.2 試験結果

9%W-Cr-V 鋼 (SKD5) および Mn-Cr 鋼 (SUP9) の両鋼種につき菜種油およびひまし油の植物油に焼入れた場合の断面の焼入硬度分布は、いずれも断面直径が 10φmm, 15φmm および 20φmm と大となるにしたがい硬度は低く、ひまし油の方が菜種油に比して焼入効

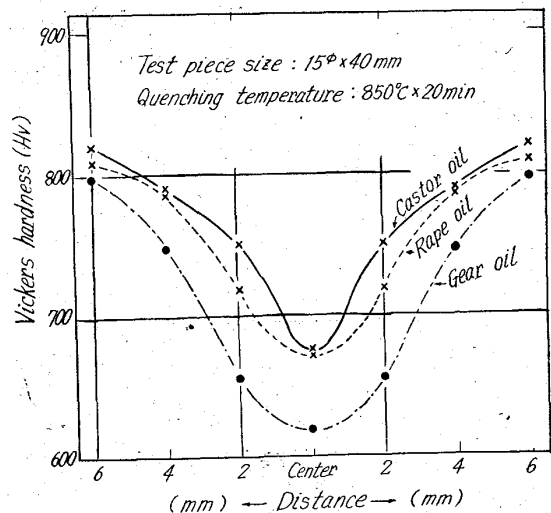


Fig. 1. Hardness curves of Mn-Cr Steel (SUP9) in several media.

Table 1. Chemical composition of specimens (%).

Steels	JIS	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	W	V	Cu
Si-Mn Steel	SUP7	0.65	1.97	0.86	0.014	0.008	—	—	—	—	—
Mn-Cr Steel	SUP9	0.52	0.30	0.72	0.014	0.010	0.11	0.76	—	—	0.15
9%-W-Cr-V Steel	SKD5	0.29	0.17	0.29	0.025	0.013	—	2.45	9.10	0.41	0.09

果一般に少々大である。ギア油に焼入れた場合の断面の焼入程度分布は、質量効果は植物油の場合と同様で、焼入硬度はおおむね植物油に比し低下している。一般に Mn-Cr 鋼系は 9%W-Cr-V 鋼系より焼入硬度大で焼入性は 9%W-Cr-V 鋼系の方がまさっている。Mn-Cr 鋼 (SUP9) の断面直径 15φ mm の場合の焼入硬度分布の成績例は Fig. 1 の通りである。

3.2 焼戻性試験

3.2.1 試験方法

Mn-Cr 鋼 (SUP9) および 9%W-Cr-V 鋼 (SKD5) の両鋼種をいずれも 10×10×8mm に切削加工後、Mn-Cr 鋼 (SUP9) では焼入温度 850°C×20min に加熱保持後油焼入によつて焼入硬度、HRC 59 とし、また 9%W-Cr-V 鋼 (SKD5) では焼入温度 1100°C×3min に保熱後油焼入によつて焼入硬度 HRC 48 とした後両鋼種共焼戻温度 300°, 400°, 500°, 600° および 700°C に 1min から 900min まで保熱後油焼戻し、それぞれロックウエル C スケール硬度を測定し、焼戻性曲線を作成した。

3.2.2 試験結果

Mn-Cr 鋼 (SUP9) において、焼戻温度を一定にした時、焼戻保持時間の経過とともに焼戻硬度は次第に少々低下し、また焼戻温度の上昇とともに焼戻硬度は低下し、ことに 700°C 焼戻では長時間焼戻したる場合の硬度低下が著しい。これが試験成績例を Fig. 2 に示す。9%W-Cr-V 鋼 (SKD5) では、焼戻保持時間が経過しても焼戻硬度は余り低下が認められないが、焼戻温度 700°C では長時間焼戻の場合かなり硬度低下が著しい。一般に 9%W-Cr-V 鋼 (SKD5) の方が Mn-Cr 鋼 (SUP9) に比して焼戻軟化抵抗が大である。

3.3 曲げ試験

所定の熱処理後 10φ×200mm に切削加工したるのち、島津製 50t 万能試験機により曲率半径 $r=22$ mm の当金にて静荷重を加え、破断時の荷重を測定したる結果 Si-Mn 鋼 (SUP7) および Mn-Cr 鋼 (SUP9) を焼入焼戻したるものについては、焼戻温度が高くなるにつれて曲げ荷重は低下し、一般に各焼戻温度において、Si-Mn 鋼 (SUP7) の方が曲げ荷重大である。また 9%W-Cr-V 鋼はオーステンパー処理したるものは、450°C オーステンパーのものが荷重最大で、焼入焼戻したるものは、500°C 焼戻しが最大である。一般に 9%W-Cr-V 鋼系の方が Si-Mn 鋼系および Mn-Cr 鋼系より高温側でやや大なる値を示す。

3.4 圧壊試験

外径 32mm, 内径 22mm, 巾 10mm に切削加工後所定の熱処理を施し、島津製 50t 万能試験機で圧壊したときの荷重を測定した結果、Si-Mn 鋼 (SUP7) および Mn-Cr 鋼 (SUP9) を焼入焼戻したるものについ

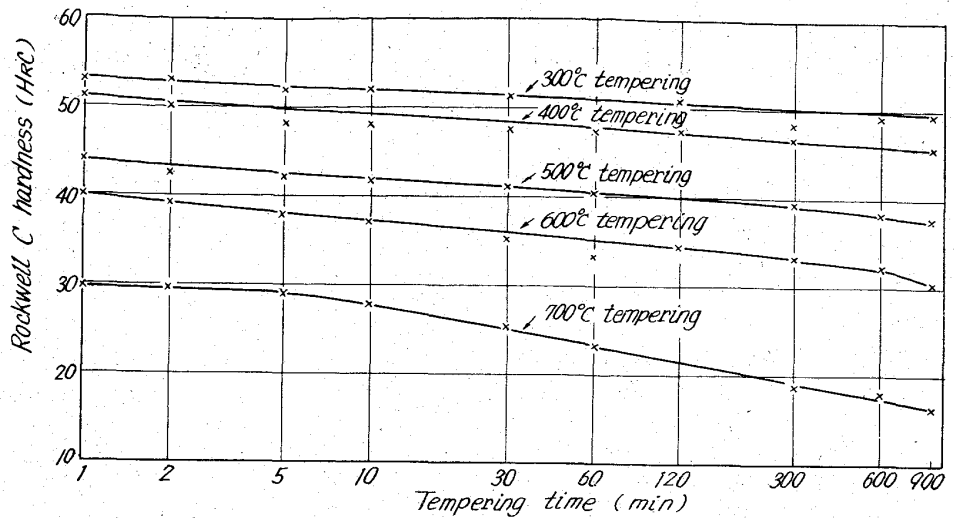


Fig. 2. Temperability curves of Mn-Cr steel (SUP9).

ては、焼戻温度が高くなるにつれて圧壊荷重は低下し、一般に各焼戻温度に対して Si-Mn 鋼より Mn-Cr 鋼の方が低い値を示す。また 9%W-Cr-V 鋼 (SKD5) では、焼入焼戻したるものは、400° および 500°C 焼戻しは同等程度で 600°C 焼戻しは低下し、オーステンパー処理したるものは、450°C オーステンパーのものが高い値を示す。一般に 9%W-Cr-V 鋼系の方が Si-Mn 鋼、Mn-Cr 鋼より高い圧壊荷重を示す。

3.5 高温衝撃試験

Si-Mn 鋼系 (SUP7) および Mn-Cr 鋼系 (SUP9) では、焼戻温度が高くなると各試験温度とともに一般に衝撃値は大となり、また 9%W-Cr-V 鋼 (SKD5) では 350°C オーステンパーしたるものが試験温度とも高い衝撃値を示す。一般に高温での衝撃値は Mn-Cr 鋼が高く、次いで Si-Mn 鋼、9%W-Cr-V 鋼の順に小となる傾向がある。

4. 総 括

上記の諸実験の結果を総括するとおおむね次のごとく述べることができる。

(1) 9%W-Cr-V 鋼 (SKD5) および Mn-Cr 鋼 (SUP9) とともにひまし油、菜種油の方がギア油よりも焼入効果が大である。表面と中心との硬度差は、9%W-Cr-V 鋼に比して Mn-Cr 鋼はかなり大である。

(2) 9%W-Cr-V 鋼の方が Mn-Cr 鋼に比べて焼戻性すなわち焼戻軟化抵抗が大である。

(3) 一般に 9%W-Cr-V 鋼の焼入焼戻したるものは Si-Mn 鋼および Mn-Cr 鋼のそれに比して曲げ荷重大である。

(4) 9%W-Cr-V 鋼は Si-Mn 鋼および Mn-Cr 鋼に比較し、焼戻温度高い場合圧壊にいたる荷重は大である。

(5) 高温シャルピー 衝撃試験の結果一般に 9%W-Cr-V 鋼および Si-Mn 鋼は Mn-Cr 鋼に比してともに低い値を示す。

文 献

- 1) P. E. BUFF: Metal Progress, 75 (1959) 3, p. 103

669.14.018.298.2:669.15'26-194:621.785.52.01
 ; 669.24:669.28:669.3

- 2) J. M. THORNTON: Materials in Design Engineering, Aug. (1960), p. 111
- 3) 堀田: 鉄と鋼, 40 (1954), p. 613
- 4) 堀田: 鉄と鋼, 42 (1956), p. 333
- 5) 堀田: 鉄と鋼, 44 (1958), p. 38
- 6) 堀田: 鉄と鋼, 47 (1961), p. 449
- 7) 堀田: 鉄と鋼, 48 (1962), p. 573
- 8) 堀田: 鉄と鋼, 50 (1964), p. 652

ゴットに分鑄した。電解鉄を使用した試料 CR5 も小型実験炉で溶解した。試料 CR6 は市販鋼 SCM21 種であり、試料 CR7 は同材を Ar 雰囲気中で約 500g を再溶解したものである。鋼塊は鍛造または冷圧により 300 mm φ および 0.10±0.01 mm の板材にし、平衡炭素濃度測定用試料片は 0.10mm の板を 20×20mm 角に切断し、拡散係数測定用試片は丸棒より 30×25mm φ にし、また浸炭ジョミニー試片は規格寸法に加工した。浸炭は前回と同様 Lindberg 社 150mm φ の管状ガス浸炭炉を用いた。また C の分析は Wösthoff 式電気伝導法により、N は JIS 容量法により分析した。

(176) 1%Cr 鋼の浸炭特性におよぼす微量 Mo, Ni, Cu の影響

金属材料技術研究所

○倉部兵次郎・工博 荒木 透・宮地博文

Effect of Small Amount of Molybdenum, Nickel and Copper on Gas Carburizing Characteristics of 1%Cr Steel.

Hyojiro KURABE, Dr. Tōru ARAKI
 Hirohumi MIYAZI.

1. 緒 言

筆者らは鋼に対する微量不純金属の影響を調べるため主として肌焼鋼を対照とし、前回¹⁾は構造用低炭素鋼の浸炭特性に対する 1% 以下の Ni, Cr 複合添加の影響を報告した。本報は肌焼鋼として 1%Cr 鋼を選定し、ガス浸炭特性およびガス浸炭窒化層におよぼす微量の Cu, Ni, Mo の影響を検討した。JIS 規格によるとクロム鋼 (SC γ系) の不純物としての Cu は 0.35% 以下、Ni は 0.30% 以下に規定されている。これらの不純物はオーステナイト中の C の物理化学的性質に対して Cr, Mo と反対の作用を示すため、その影響は無視できないものと考えられる。また製造履歴の違いをみるため供試材として市販鋼を採用した。Cr 鋼と Cr-Mo 鋼の関係もみるため 0.2%Mo の影響を調べた。

2. 試料および実験方法

試料は 7 鋼種あり、化学組成および溶解条件は Table 1 の通りである。試料 CR1 から CR4 は小型実験炉で 80kg 溶解し、Mo, Cu, Ni 量を変化させて 20kg イン

3. 実験結果と考察

3.1 平衡炭素量に対する不純物の影響

Fig. 1 は板厚 0.1mm の試料を 3 段階のカーボンポテンシャル雰囲気中で 5 hr 間浸炭したときの平衡炭素分析量を表わしたもので、Fig. 1 a は A cm 線以下の γ 相域で浸炭したときの炭素量を示し、Fig. 1 b は A cm

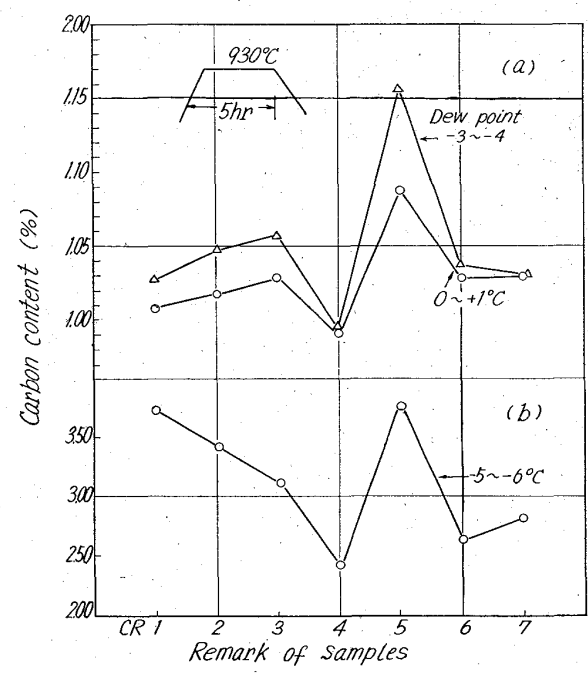


Fig. 1. Equilibrium carbon content in carburizing gas at various dew point.

Table 1. Chemical composition of steels used.

Mark	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Cu	O	Grain size	Remarks
CR 1	0.13	0.22	0.73	1.04	<0.03	<0.03	0.08	0.0106	6	Constructional low carbon steel melted under air.
CR 2	0.13	0.20	0.73	1.05	0.12	<0.03	0.08	0.0114	6	"
CR 3	0.12	0.18	0.70	1.03	0.22	<0.03	0.08	0.0120	6	"
CR 4	0.12	0.18	0.68	1.00	0.22	0.25	0.29	0.0137	6	"
CR 5	0.05	0.19	0.73	1.05	<0.03	<0.03	<0.02	0.0052	6	Electrolytic iron melted under air.
CR 6	0.17	0.29	0.77	1.09	0.21	0.10	0.14	0.0035	9	Comercial steel.
CR 7	0.18	0.32	0.75	1.09	0.21	0.10	0.14	—	—	Comercial steel melted under argon.