

669.14.018.29: 669.15'26'27'292-194: 669.15'74'782-194  
 621.785.6: 620.178.152.42: 620.178.746.22

p. 573 ~ 574 10.62/35  
 (135) 9%W-Cr-V 鋼系および Si-Mn 鋼系バネ材料の熱処理と硬度、繰返し打撃試験などについて

(バネ材料に関する研究—X)

熊本大学工学部 工博 堀田秀次  
 Relation between Heat-Treatment and Hardness, Repeated Impact Test of Spring Materials made of 9% W-Cr-V Steel and Si-Mn Steel.

(Study on the spring materials—X)

Dr. Hideji Hotta.

I. 緒言

バネ材料に関する研究として、著者は既往において種々の研究発表を行なつたが前回の第9報においては9%W-Cr-V 鋼系合金工具鋼 (JIS, SKD5 類似品) について、恒温熱浴処理を施し、また Si-Mn 鋼系バネ鋼第7種 (JIS, SUP7) について焼入焼戻を施したのについていずれも常温および高温の振り試験その他について報告を行なつた。今回はこれに引続き高温用バネ材料として9%W-Cr-V 鋼系 (SKD5) については、恒温熱浴処理および焼入焼戻の熱処理を施し、また Si-Mn 鋼系 (SUP7) については、焼入焼戻の熱処理を施し、硬度試験、衝撃試験、顕微鏡試験および松村式繰返し打撃試験その他についての試験経過の概要を報告することとする。

II. 供試材料

(1) 化学成分

供試材料はつぎの Photo. 1 に示す化学成分を有する9%W-Cr-V 鋼系 (SKD5) および Si-Mn 鋼系 (SUP7) である。

Table 1. Chemical compositions of specimens. (%)

Steel	JIS	C	Si	Mn	P
9% W-Cr-V Steel	SKD5	0.27	—	—	—
Si-Mn Steel	SUP7	0.59	2.00	0.91	0.012

  

Steel	JIS	S	Cr	W	V
9% W-Cr-V Steel	SKD5	—	2.51	9.62	0.35
Si-Mn Steel	SUP7	0.008	—	—	—

(2) 熱処理法

Si-Mn 鋼系の熱処理は 811°C ないし 870°C に各 20 分保熱後油焼入したものを焼戻温度 450, 500 および 550°C に各 30mn 保熱後空冷を行なつた。また 9%W-Cr-V 鋼系の熱処理は加熱温度 1,100°C に 3mn 保熱後 KNO<sub>3</sub> 50 : NaNO<sub>3</sub> 50 の salt bath の温度 350, 450 および 600°C に各 60mn 保熱後空冷したものと、加熱温度 1,100°C に 3mn 保熱後油焼入したものを焼戻温度各 400, 500 および 600°C に各 30mn 保熱後空冷した。

III. 試験結果

[I] Si-Mn 鋼系

(1) 焼入焼戻とシャルピー衝撃値の関係

シャルピー衝撃試験機を使用し、Si-Mn 鋼系を 870°C 油焼入後 450, 500 および 550°C の各温度に空气中焼戻後試験の結果は Table 2 に示す通り、焼戻温度が高くなるにつれて、衝撃値はやや大となる。

Table 2. Relation between heat-treatment and Charpy impact value of Si-Mn steel.

Heat-treatment	Charpy impact value (kg. m/cm <sup>2</sup> )
870°C×20mn O.Q. 450°C×30mn A.C.	4.61
870°C×20mn O.Q. 500°C×30mn A.C.	4.77
870°C×20mn O.Q. 550°C×30mn A.C.	6.02

(2) 焼入焼戻とロックウェル C スケール硬度の関係  
 上記と同様のテストピースにつきロックウェル C スケール硬度を測定した結果はつぎの Table 3 に示す通り、一般に焼戻温度が上昇するにつれて硬度は反対にやや低下する傾向を示す。

Table 3. Relation between heat-treatment and HRC value of Si-Mn steel.

Heat-treatment	HRC value
870°C×20mn O.Q. 450°C×30mn A.C.	{ 50, 50, 50, 50, 50 (mean 50)
870°C×20mn O.Q. 500°C×30mn A.C.	{ 47, 46, 47, 48, 47 (mean 47)
870°C×20mn O.Q. 550°C×30mn A.C.	{ 42, 42, 43, 42, 43 (mean 42.5)

(3) 焼入焼戻と繰返し打撃試験成績との関係

松村式繰返し打撃試験機を使用し、打撃エネルギー 20 kg-cm を以て繰返し打撃試験を行なつた。その結果、油焼入後焼戻温度それぞれ 450, 500 および 550°C に変化したとき焼戻温度が高いものほど、破断までの繰返し打撃回数はやや小となる傾向がある。

[II] 9%W-Cr-V 鋼系

(1) 恒温熱浴処理とシャルピー衝撃値との関係

シャルピー衝撃試験機を使用し、9%W-Cr-V 鋼系を加熱温度 1,100°C より salt bath の温度 350, 450 および 600°C に各 60mn 保熱後空冷したもののシャルピー衝撃値は 450°C austemper のものが最も小で、350°C および 600°C austemper の順に次第にやや大となる。

(2) 恒温熱浴処理と繰返し打撃試験成績との関係

松村式繰返し打撃試験機を使用し、Si-Mn 鋼系の場合と同様打撃エネルギー 20 kg-cm で試験した結果 450°C austemper のものが破断までの繰返し打撃回数最大で 350°C および 600°C austemper の順にやや小となる。

(3) 焼入焼戻と繰返し打撃試験成績との関係

加熱温度 1,100°C より油焼入し 400, 500 および 600°C より空气中焼戻したものの繰返し打撃回数は 500°C 焼戻のものが最大で、400°C 焼戻はこれにつきやや大で、600°C 焼戻のものはこれよりやや小となる。

IV. 総括

上記諸実験の結果を総括すると概ねつぎのごとく述べることが出来る。

(1) Si-Mn 鋼系において油焼入後 450, 500 およ  
よ 550°C の各焼戻温度から空气中焼戻した場合焼戻温  
度が上昇するにしがたつて一般に硬度は低下し, このシ  
ャルピー衝撃値はやや大となる。

(2) Si-Mn 鋼系において焼入後焼戻温度が上昇す  
るにつれて松村式繰返打撃試験による破断までの繰返回  
数はやや小となる。

(3) 9%W-Cr-V 鋼系において, 恒温熱浴処理した  
場合 450°C austemper したものの破断までの繰返回  
数も大で 350°C および 600°C austemper の順にやや  
小となる。

(4) 9%W-Cr-V 鋼系において恒温熱浴処理した場  
合のシャルピー衝撃値は破断までの繰返回数と正に逆の  
成績を示す。

におよぼす各種元素の影響を試験するのに先立つて, 熱  
処理の影響の概略を把握しておく必要があると考えられ  
たので実施したものである。供試材は 0.36C 鋼, 5%  
Cr-Mo-V-W 鋼および Cr-Mo-V 鋼である。

II. 実験方法

(1) 試料

0.36C 鋼は 1.4 t 鋼塊, 5% Cr-Mo-V-W 鋼は 540  
kg 鋼塊, Cr-Mo-V 鋼は 50 kg 鋼塊より 13mm φ に  
鍛伸した。試料の化学成分および熱処理は Table 1 の  
通りである。各鋼種ともオーステナイト化温度からの冷  
却はマルテンサイト (水または油焼入), パーライト (恒  
温変態), およびベーナイト (恒温変態) が生成する方  
法を選び, これに炉冷 (5°C/mn) を加えた 4 種類とし  
た。ただし 0.36 C 鋼は完全にベーナイト組織とするこ  
とは出来ず, 焼入状態で初析フェライトが混入していた。  
焼戻はマルテンサイトに対しては 550°C から 700°C ま  
での 4 温度, その他に対しては 650°C 1 温度で行なつ  
た。

(2) 高温硬度および衝撃

高温硬度の測定はアカシビッカーズ硬度計用 AVK-  
HF 高温装置を使用し測定荷重 10 kg で実施した。また  
高温衝撃は JIS 4号 V ノッチシャルピー試験片を用い  
た。その他試験要領の詳細は前報<sup>1)</sup>の通りである。

III. 実験結果

高温硬度の測定結果を Fig. 1 に, 高温衝撃試験結果  
を Fig. 2 に示す (0.36C 鋼は図省略)。

硬度の温度による変化は, 0.36C 鋼では焼戻温度以下  
の硬度は歪時効によると考えられる現象を除けば概ね温  
度上昇とともに一様に低下する。5%Cr-Mo-V-W 鋼の  
場合も熱処理と無関係に一様に硬度が低下する。Cr-  
Mo-V 鋼の場合は焼戻ベーナイト DG が焼戻マルテン  
サイト DB よりも高温硬度が高いが, これに類似する

669.14. 018. 258. 21621. 085. 4  
620. 178. 152. 341 - 977  
620. 178. 046. 22

(136) 数種の鋼の高温における硬度と  
衝撃値におよぼす熱処理の影響

(高温工具鋼に関する研究—II)

日本製鋼所室蘭製作所研究所

堀 清 No. 62/36

Effect of Heat-Treatment on Hardness  
and Impact Value of Several Steels at  
Elevated Temperature.

(Study of hot-working tool steels—II)

Kiyoshi HORI.

I. 緒 言

数種の鋼の高温硬度および衝撃値におよぼすオーステ  
ナイト化温度からの冷却方法および焼戻温度の影響につ  
いて試験を行なつた。この実験は高温硬度および衝撃値

Table 1. Chemical composition and heat treatment of specimens.

Types	Chemical composition %	Marks	Heat treatment	
C steel	C 0.36	AA	850°C × 1/2 h W.Q.,	700°C × 1 h × A.C.
	Si 0.27	AB	"	650°C × "
	Mn 0.58	AC	"	600°C × "
	Ni 0.17	AD	"	550°C × "
	Cr 0.12	AE	850°C × 1/2 h → 570°C × 1/2 h A.C.,	650°C × "
	Mo 0.07	AF	" → 350°C × 1 h A.C.,	"
		AG	" 1/2 h F.C.,	"
5Cr-Mo-W-V steel	C 0.36	BA	1010°C × 1/2 h O.Q.,	700°C × "
	Si 0.82	BB	"	650°C × "
	Mn 0.53	BC	"	600°C × "
	Ni 0.16	BD	"	550°C × "
	Cr 4.99	BE	1010°C × 1/2 h → 750°C × 10 h A.C.,	650°C × "
	Mo 1.38	BF	" → 350°C × 24 h A.C.,	"
	V 0.12	BG	" × 1/2 h F.C.,	"
W 0.91				
Cr-Mo-V steel	C 0.43	DA	850°C × 1/2 h O.Q.,	700°C × "
	Si 0.21	DB	"	650°C × "
	Mn 0.70	DC	"	600°C × "
	Ni 0.39	DD	"	550°C × "
	Cr 1.18	DE	850°C × 1/2 h → 670°C × 2 h A.C.,	650°C × "
	Mo 0.34	DF	" → 350°C × 2 h A.C.,	"
	V 0.07	DG	" × 1/2 h F.C.,	"