

バネ材料に関する研究 (III)

(昭和 25 年 4 月本會講演大會にて講演)

堀 田 秀 次*

STUDY ON THE SPRING MATERIALS (III)

Hideji Hotta, Dr. Eng.

Synopsis:

Following the 2nd. report, the author studied on the experiments with the two kinds of spring materials for parallel slide gate valve at high temperature and pressure.

The experiments were carried out the change of hardness by different heat treatments, and the measurements of forginability, microstructure, compression test at room and high temperature at about 500°C.

As the results of this investigation, it is ascertained that the high speed steel containing C 0.71, W 13.93, Cr 5.99% was the good spring material similar to the high speed steel containing C 0.73, W 14.72, Cr 6.26, V 1% by proper heat treatment.

I. 緒 言

バネ材料のうちで、450°~500°C の高温で而も高圧に用いるものゝ研究に就ては、従來國內は勿論外國に於ても研究發表せられたものは極めて尠いようであるので、著者は之が研究に關し、既に第1報⁽¹⁾及び第2報⁽²⁾で述べたのであるが本研究では之に引續き、主として高速度鋼第二種相當品の外、今回新たに高速度鋼第一種相當品を追加し、之に就て加工性、各種焼入焼戻と硬度の關係、荷重實用試験等を施行し之が性能を比較検討した結果、概ね所期の成果を得たので之に就て概説する次第である。

II. 供試材料

本研究に使用したバネ材料の主要分析成分は次の通である。

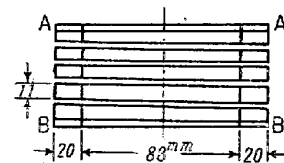
- (1) 高速度鋼第二種相當品。
(C 0.73; W 14.72; Cr 6.26; V 1.0%)
- (2) 高速度鋼第一種相當品。
(C 0.71; W 13.98; Cr 5.99%)

III. 試験の経過

[A] 高速度鋼第二種相當品

- (1) 焼入後の各種焼戻と硬度の關係

高温高圧用パラレル・スライド・ゲート・バルブに用うるバネ材として C 0.73; W 14.72; Cr 6.26; V 1% の分析成分を有する高速度鋼第二種相當品を前同述べた通り鍛錬開始温度約 1,200°C; 鍛錬終了温度約 800°C で丸棒から鍛延し第1圖の通所定形状寸法の螺旋状に成



第1圖 バネの形状寸法圖 (例)

形熱間加工し (一例、バネの内径 88mm, 断面寸法 20×11mm, 全捲數 5.5; 有効捲數 4) 之をコークス爐内で約 1,100°C 油冷後電氣爐で 550°C (メーターで計測) に 30 分間均熱後大氣放冷を行い前回の如く常溫で繰返壓縮荷重試験を施行した處折損した。

之が破面を觀察するに鍛錬による龜裂のみに基因するとも認め難き個所あり、もし熱處理にも基因するとすれば、之が適當な熱處理溫度如何等を探究する爲先づバネの破片に就き熱處理特に焼戻溫度等を異にしたものに就て硬度を測定した。即ち、破片寸法 20×11×120mm の

* 熊本大學工學部

(岡野バルブ製造株式會社門司工場) 工博

ものに就て電気爐で焼戻温度 600°, 630°, 650° 及び 970°C (各計測) に各 20 分間保熱後大氣放冷し, 又 900°C に 20 分間保熱, 爐中焼鈍後コークス爐で約 1,100°C にて油冷後焼戻温度 450°, 470° 及び 500°C に各 20 分間保熱後大氣放冷した. 之等はショアー硬度各 10 箇所宛計測し平均値を測定したが之が成績は第 1 表に示す通りである.

第 1 表

高速度鋼第二種相當品製バネ材の硬度に及ぼす焼戻温度の影響

焼入温度 (°C)	焼戻温度 (°C)	ショアー硬度			記事
		最低	最高	10個所の平均	
約 1,100° (2.回目)	450°	64	70	67	
	470°	58	66	62	
	500°	63	70	67	
	600°	55	61	58	
	630°	48	65	52	
	650°	45	56	50	
	670°	43	54	47	
約 1,100° (1.回目)	600°	54	60	56	折損した儘のもの
	630°	44	52	48	
	650°	43	48	45	
	670°	41	46	43	
	550°	59	64	61	

第 1 表に示す通りバネ製品の破片のショアー平均値は 61 であつて, 焼戻温度 450°~550°C のものは平均硬度 60 以上最高 67 であり, 630° 及び 650°C の平均値は夫々 48 及び 45 で低位を示して居る.

抑々高速度鋼第二種を切削工具材として使用する場合には, 一般に焼入温度を 1,300°C とし之を焼戻した場合, 焼戻温度 500°C のときは焼戻温度 300° 及び 400°C のときよりも硬度は概ね上昇の傾向を示し焼戻温度 600°C のときは硬度は更に上昇する傾向があるが, 之が理由に關しては従來種々の説がなされて居り, (3), (4), (5) 600°C 焼戻のときは單なる Austenite より Martensite 化ではなく, 残留 Austenite は炭化物を或程度析出する爲 Austenite は次第に不安定となり r-α 變態を來すのである. 500°C 焼戻のときは残留 Austenite は炭化物を析出するも, 温度が 600°C より低い爲 r-α 變態は現れないことを熱膨脹硬度及び顯微鏡試験等から, 昭和 16 年に既に, 著者は明かにしたのである.(6)

高速度鋼第二種相當品をバネ材料として使用する場合には上述の切削工具材として使用する場合と其の使用目的を異にするので, 上述の如く焼入温度を殊更に低下せしめ約 1,100°C とした爲, 之が焼戻温度と硬度の關

係は切削用工具材として使用の焼入温度 1,300°C の場合と自ら異なる結果を生じたものと考えられる. 即ち本研究の如く焼入温度が比較的低温の場合には焼鈍状態で微細に存在する炭化物固溶體を Austenite 中に固溶せしめる量が, 焼入温度の高い場合より少く, 残留 Austenite より Martensite への變態緩慢なるべく, 又其の焼戻温度も 500°C の如く比較的低温の方が高温の場合よりも, 却て炭化物の析出量等稍多くなる傾向あるものと推定される.

(2) 焼入焼戻したバネ製品の荷重壓縮試験

一般に硬度の高いものは靱性少き傾向があるので, 繰返荷重壓縮試験の際折損の虞れ概して多きものと考えられるので, バネ製品の焼戻温度を低い硬度値を示す筈の 670°C とした. 之を 30 ton アムスラー型萬能試験機を使用し, 常温で繰返壓縮荷重試験後, バネの使用状態に於ける 500°C の高温試験として, バルブ内の所定の張込長さにバネをボルトで締付けて壓縮し, 500°C で 2.5hr 保熱し電気爐内で高温壓縮を施し, 大氣放冷後バネの自由高の減少量所謂ヘタリの程度並に形量等を實測した結果, 共に尠く, 更に常温で 5 回繰返壓縮荷重試験を施行した成績例は第 2 表に示す通りで良成績を示した.

第 2 表

高速度鋼第二種相當品製バネ製品の 500°C × 2.5hr 高温壓縮後の荷重試験成績例

試験回数	自由高 (mm)	指定負荷 (200kg)迄 の壓縮量 (mm)	指定壓縮後 の壓縮量 (mm)
第 1 回	102.0	10.5	2.5
第 2 回	102.0	10.5	2.5
第 3 回	102.0	10.5	2.5
第 4 回	102.0	10.5	2.5
第 5 回	102.0	10.5	2.5
平均	102.0	10.5	2.5
指 定	108.0	16.0	6.0

(バネ:-内径...96.4mm. 断面...23.5mm × 12.5mm)
全捲數...7. 有効捲數...4.

(3) 顯微鏡試験

高速度鋼第二種相當品製のバネ材を約 1,100°C 油冷後 500°C 大氣放冷したものゝ顯微鏡組織は残留 Austenite は白色粒狀の炭化物を可成り析出するが, 670°C 大氣放冷焼戻のものゝ地は, 殆ど Troostite 組織を呈する.

[B] 高速度鋼第一種相當品

(1) 鍛造作業

C 0.71; W 13.98; Cr 5.99% の分析成分を有する高

速度鋼第一種相當品製丸棒(徑 25mm)を角材に鍛延する爲にコークス爐で加熱し、1/2 t 空氣槌で鍛鍊開始温度約 1,100°C、終了温度は約 800°C 以下にならぬ様特に注意を拂つた結果、この種のは高速度鋼第二種相當品に比して可鍛性稍々大であつて龜裂等の發生も少い傾向がある。

(2) 成形加工作業

鍛延した角材はコークス爐内で加熱し、成形加工開始温度を約 1,100°C とし、之が終了温度約 750°C 以下とならぬ様に特に注意して行つた。本鋼種は高速度鋼第二種相當品に比べて、加工性稍々容易である。成形後のものは、研磨機で研磨加工を施し兩端面を平行ならしめた。

(3) 焼入、焼戻と硬度との關係

高速度鋼第一種相當品の角棒を焼入温度夫々約 1,100°C と 1,200°C のものにつきショアー硬度を各 10 箇所測定した成績例は次の通り焼入温度によつて硬度に大差を認めなかつた。

焼入	ショアー硬度		
	最低	最高	10箇所測定平均
約 1,100°C 油冷の儘	53	61	58
約 1,200°C "	52	59	56

次に油焼入したものを更に各種焼戻温度で大氣放冷したものの、硬度例は次の通りである。

焼入	焼戻	ショアー硬度		
		最低	最高	平均
約 1,100°C 油冷	500°C 大氣放冷	47	56	49
約 1,200°C "	550°C "	62	67	64
" "	580°C "	50	58	54
" "	600°C "	57	62	60

本成績より約 1,100°C 油冷後 500°C 大氣放冷のものはショアー平均硬度 49 であつて低いが約 1,200°C 油冷後 550°, 580° 及び 600°C より大氣放冷した硬度は之より高く、特に 550°C 焼戻のものはショアー硬度 64 で本測定範囲内では最高を示した。

(4) パネ製品の荷重壓縮試験

高速度鋼第一種相當品製パネ製品(パネの内徑 88.7 mm)の熱処理は上記硬度成績より強靱性を考慮し、約 1,150°C 油冷(油温 20°C)後、510°C × 1hr. 大氣放冷したものを選択し、30 t. アムスラー萬能試験機で繰返壓縮荷重試験の結果第 3 表の通り、ヘタリ 2.8mm で尠

く良成績を示し、使用状態に於ける 500°C の高温試験の結果 2.5hr. 保熱後のヘタリは 4.5mm で、10hr. 保熱後のヘタリは 5.4mm で小である、更に之を常温で繰返荷重試験の結果、ヘタリは 1.2mm で小さく良成績で、之が成績例も第 3 表中に示してある。

第 3 表

高速度鋼第一種相當品製パネ製品の 500°C 高温荷重壓縮試験成績例

試験回数	自由高 (mm)	指定負荷(200kg)迄の壓縮量 (mm)	指定負荷後の壓縮量 (mm)
第 1 回	85.8	15	8
第 2 回	84.6	15	8
第 3 回	84.6	16	7
第 4 回	84.6	15.5	7.5
第 5 回	84.6	15	8
平均	84.8	15.3	7.7
指定	84.0	18.0	6.6

パネのヘタリ測定成績

試験順序	試験の種類	パネの高さ (mm)		ヘタリ量 (mm)
		試験前	試験後	
1	繰返壓縮荷重試験 (常温)	94.0	91.2	2.8
2	高温壓縮試験 (500°C)	91.2	86.7 (2.5hr 保熱後)	4.5
			85.8 (10hr 保熱後)	5.4
3	繰返壓縮荷重試験 (常温)	85.8	84.6	1.2

(パネ:-内徑...88.7mm. 断面寸法...20.3mm × 10.7mm)
全捲數...5.5. 有効捲數...4.

IV. 總括

本實驗結果を要約すると次の通りとなる。

(1) 高温高圧用のバルブに用うるパネ材料として高速度鋼第二種相當品の外高速度鋼第一種相當品に就て鍛鍊、成形加工、焼入焼戻による硬度、顯微鏡組織の影響等を試験し常温の繰返壓縮荷重試験並に高温壓縮試験等を施行した。

(2) 高温用パネ材として高速度鋼第一種相當品は高速度鋼第二種相當品に比して可鍛性稍々大にして鍛延及び成形加工の際龜裂等の發生率は極めて尠い。鍛鍊終了温度は約 800°C 以下にならぬ様注意する必要がある。之が約 1,100°C 油冷後 500°C 焼戻のショアー平均硬度 49 にして比較的安く約 1,150°C 油冷、510°C 大氣放冷したものの、常温繰返荷重並に 500°C の高温壓縮試験によるヘタリ量は尠く、良成績を示し、折損等の異状は認

められなかつた。

(3) 高速度鋼第二種相當品を約 1,100°C 油冷後 450°C~550°C 焼戻のものはショアー平均硬度 60 以上、最高 67 にして、630°C~650°C 焼戻のものは平均硬度 48~45 で低い。常温並に 500°C 高温壓縮試験の結果 550°C 焼戻のものは折損の虞が稍々あるが、670°C 焼戻のものは折損の虞なく、高温でのヘタリ量も尠く、高速度鋼第一種相當品と同様良成績を得た。

終りに臨み、御懇篤な御鞭撻を賜つた九大教授谷村熙博士に深謝し、併せて實驗に助力された江淵悟君並に關係者各位の勞に謝する次第である。

(昭和 25 年 8 月寄稿)

文 献

- (1) 堀田秀次:「バネ材料に關する研究」(第 1 報) 鐵と鋼, 36, No. 7 (昭. 25.) 31.
- (2) 堀田秀次:「バネ材料に關する研究」(第 2 報) 日本鐵鋼協會, 昭和 24 年 10 月大會講演(於八幡), 講演大要録. 32.
- (3) Maurer & Schelling; St. u. Ei., 45 (1925) 1152~1169.
- (4) Eilender; Arch. Eisenhüttenwes. (1932~1933) 563~566.
- (5) Michel & Bénget; Rev. d. Met. (1932) 259~295.
- (6) 堀田秀次:「高速度工具に關する研究」(第 2 報) 鐵と鋼 27. No. 6 (昭. 16) 384.

日本に於ける鐵鑛石の處理と熔鑛爐の操業

(昭和 26 年 7 月 14 日 東京大學工學部第 1 號館に於て講演)

講 演 ティ・エル・ジョセフ*
解 説 堤 英 三 郎**

IRON ORE PREPARATION AND BLAST FURNACE OPERATION OF JAPAN.

by T. L. Joseph.

Synopsis:

Results of laboratory tests and surveys on full scale furnaces are referred to for the purpose of illustrating some of the more important principles of ore preparation and blast furnace operation.

I. 燃 燒 帶

熔鑛爐に於いて製鍊作業を行う爲め必要な熱と還元瓦斯は羽口の近くで作られる。燃焼帶は羽口先から 40~50 in の比較的狭い範圍に局限せられていることは周知の事實である。羽口附近より採取した瓦斯の分析によると、第 1 圖の A の部分では送風中の酸素が炭酸瓦斯に變り、此の酸化帶を越えると炭酸瓦斯は一酸化炭素に變る。B の部分を越えると燃焼も熱の發生も起らない。羽口の形を變えることによつて、此等の A 或は B の部分の形を變えようとする試みが度々企てられたが成功しなかつた理由は、燃焼帶の大きさはコークスの粒度及び瓦斯と

コークスとの接觸面積によつて決定されるからである。小粒のコークスは燃焼帶を縮小する傾向があり、従つて高温の活動部分即ち爐床の環狀になつた活動部分を小さくする。爐の中心部には活動しない部分があり、之は爐床徑が増すに従つて大きくなる。此の不活動の核は羽口の上まで延び漏斗の内壁を形作り、傾斜せるボツシエの壁は漏斗の外壁を形作る。小粒のコークスは此の漏斗を

* 總司令部經濟科學局特別顧問。

米國ミネソタ大學工科大学副學長。冶金學部長。
米國鑛山冶金學會鐵鋼部會長。

** 總司令部經濟科學局技術顧問。工博。