

中炭素鋼についても一旦鋼材に加工された硫黄快削鋼は熱間加工に際し何等欠陥を生ぜず、またその変形抵抗もこれと同一炭素含有量の普通炭素鋼に比べて何等遜色のないことを確めた。

また中炭素快削鋼は種々の表面焼入用としても使用されることが多いので一例として、高周波表面焼入試験を行い、優秀な硬化層の得られることを確めた。

IV. 結 論

以上の試験結果により、中炭素硫黄快削鋼は同一炭素量の普通炭素鋼に比べて遙かにすぐれた切削性を有する上に、その高い Mn 含有量のために、大なる硬化能とすぐれた靱性を有し高い S 含有量による悪影響は何等現れないことが明らかとなった。また加工性その他についても試験を行い普通炭素鋼に比して何等遜色のないことを確めた。

(37) 耐熱ばね鋼の研究

(Study on the Heat-Resistant Spring Steels)

Yasuo Motomiya, et alii.

大同製鋼株式会社 研究部

工博 浅田千秋・工 藤原達雄・○本宮泰雄

I. 緒 言

400°C 以下で使用する耐熱ばね鋼として、JIS には SUP 8 (Si-Cr 鋼) があるのみだが、最近のようにエンジンの性能が向上して、ばねの耐熱性に対する要求が厳になつてくると、SUP 8 では満足できない場合が生じてきた。これに対して、Cr-W-V 鋼 (DIN 30W Cr V 179)、Cr-Mo-Si-V 鋼 (RR 5) などにつき各種の試験を行い、SUP 8 などとの性能比較を行った。

II. 研究の経過並に成績

(1) 試料の調製

Cr-W-V 鋼は 150 kg 高周波誘導炉で 150 kg 鋼塊を溶製し、Cr-Mo-Si-V 鋼は 2t 塩基性電気弧光炉で 500 kg 鋼塊を溶製した。而して爾後の鋼塊の処理は両鋼種共、焼鈍、皮削りの後 (イ) アプトンルイス疲労試験用として 15×30 角に鍛造後灰冷し (ロ) 変態点、焼入硬度、焼戻硬度、常温の抗張試験用として 9.5φ 線材に圧延後灰冷し (ハ) コネルばねの熱間締付試験用として 9.5φ 線材を 4.5φ 迄常温で線引き加工をした。

(2) 試料の化学成分

試料の主要元素分析値は次の如くである。

(i) Cr-W-V 鋼 (DIN30WCrV179)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni
0.39	0.33	0.41	0.016	0.017	0.18	0.66
Cr	W	V	Mo			
2.46	4.30	0.55	0.07			

(ii) Cr-Mo-Si-V 鋼 (RR 5)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni
0.36	1.08	0.30	0.015	0.006	0.17	0.10
Cr	V	Mo				
4.92	0.35	1.58				

(iii) 全膨張曲線および焼戻曲線

全膨張計および示差膨張計を使用し、加熱速度は 200 °C/Hr; 冷間速度は 400°C/Hr で測定した結果は次の如くである。なお焼戻曲線は Cr-W-V 鋼は 1060°C×10'O.Q. 後、Cr-Mo-Si-V 鋼は 1040°C×10'O.Q. 後焼戻した。

(i) 全膨張曲線によれば Cr-W-V 鋼の加熱変態は 819~852°C で Cr-Mo-Si-V 鋼 (865~905°C) に比較して 46~53°C 低く、また Cr-W-V 鋼の冷却変態は 761~701°C で Cr-Mo-Si-V 鋼 (772~727°C) に比較して 11~26°C 低い。

(ii) 焼戻曲線について言えば、両鋼種共マルテンサイトの焼戻による収縮が 500°C 付近まで見られ、500~700°C 位で残留オーステナイトのマルテンサイト化による所の膨張式は収縮の停止が見られ、また 700°C 附近より Ac₁ 点までは炭化物の析出および凝集の促進に基づく所の大きな収縮が見られる。而して 500°C 付近までの収縮量、および Ac₁ 変態に基づく収縮量は Cr-W-V 鋼の方が Cr-Mo-Si-V 鋼に比較して大きく、700°C 附近で起る収縮量は Cr-Mo-Si-V 鋼の方が Cr-W-V 鋼に比較して大きい。また Cr-Mo-Si-V 鋼は焼入性が良好であるため冷却変態が過冷されている。

(4) 焼入および焼戻硬度試験

9.5φ 線材を長さ約 60 mm に切断し、約 800°C×20' の予熱の後、900~1150°C の各焼入温度 (50°C おき) に 20' 保持後油冷し、焼入硬度を測定した。予熱には鉛浴炉を、焼入温度 900~950°C には鉛浴炉を、1000°C 以上には塩浴炉 (塩化バリウム+食塩) を使用した。両鋼種共焼入温度 1050°C 最高焼入硬度に達しそれ以下の温度では炭化物のオーステナイト中への溶け込み不十分のため、またそれ以上の温度では残留オーステナイトのために、何れも焼入硬度は低下する傾向を示す。また最高焼入硬度は Cr-W-V 鋼が平均 R.C. 55.6 Cr-Mo-Si-V 鋼が平均 R.C. 57.1 で、Cr-Mo-Si-V

鋼の方が大なる焼入硬度を示し、また900~1150°Cの焼入温度においてもその焼入硬度は何れも Cr-Mo-Si-V 鋼の方が Cr-W-V 鋼よりも大なる焼入硬度を示した。次に、1000, 1059, 1100°C×20' O.Q. 後の試料を、電氣管状炉中で各々1時間焼戻(焼戻温度は100, 200, 400, 400, 450, 500, 550, 550, 600, 650, 700, 800°C)後空冷した試料につき硬度測定を行った。Cr-W-V 鋼は約650°C附近まで Cr-Mo-Si-V 鋼は約600°C附近までの焼戻軟化抵抗性が大きく、その耐焼戻性は Cr-Mo-Si-V 鋼の方が大きい。

(5) 常温における抗張試験

9.5φ 線材を平行部の径7.0φ, 平行部の長さ27mmの4号試験片に作成後、電氣管状炉を使用して約700°C×30'の予熱後、塩浴炉(塩化バリウム+食塩)を用いて、Cr-W-V 鋼は1060°C×15', Cr-Mo-Si-V 鋼は1040°C×15'の油焼入を行い、焼戻は両鋼種共電氣管状炉を利用して、580~720°Cの温度範囲で20°Cおきに30'加熱空冷の焼戻を行つてから、10t デムスラー試験機で抗張試験を行った。実験結果は Fig. 1 に示す。即ち抗張力、降伏点、硬度は焼戻温度580~(620~630°C)

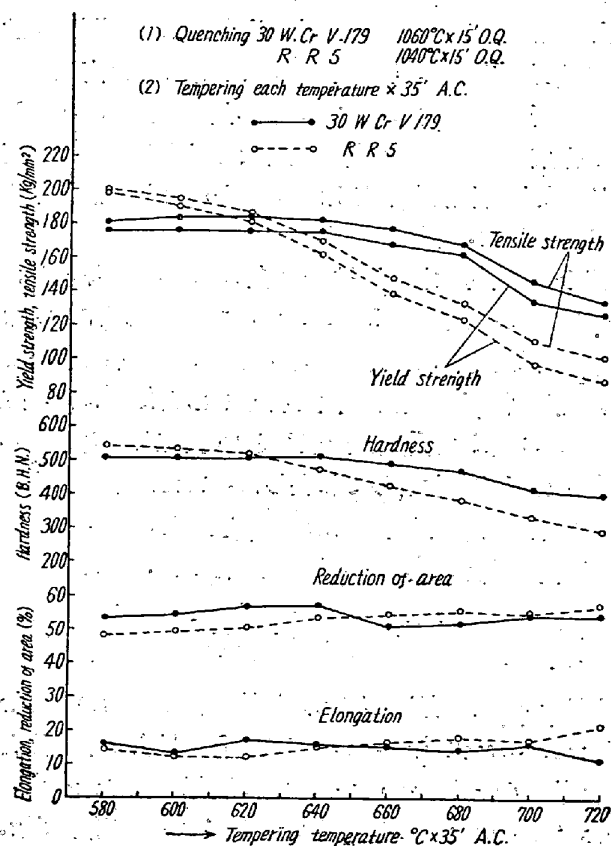


Fig. 1. Relation between mechanical properties and tempering temperature of Cr-W-V steel and Cr-Mo-Si-V steel.

の範囲では Cr-Mo-Si-V 鋼が Cr-W-V 鋼に比較して大きい(620~630)~720°Cの焼戻温度範囲では逆に Cr-W-V 鋼の方が大きな値を示している。また伸び、絞りも焼戻温度580~650°Cの範囲では Cr-W-V 鋼の方が Cr-Mo-Si-V 鋼に比較して大きい、焼戻温度650~720°Cの範囲では逆に Cr-Mo-Si-V 鋼の方が大きな値を示している。

(6) コイルばねの熱間締付試験

4.5φの引抜線材で中心径33φ, 有効巻数4, 総巻数6, 自由長52, 巻方向右のコイルばねを作成、電氣管状炉、およびエレマ炉を使用して、Cr-W-V 鋼は約800°C×14'予熱、1060°C×10', Cr-Mo-Si-V 鋼は約800°C×14'予熱、1020°C×10'の油焼入を行い、焼戻は何れも640°C×30' A.C.の熱処理を施した。しかして、コイルばねの締付応力は何れも50 kg/mm²とし、電氣管状炉で300~700°Cの試験温度中に1時間加熱空冷後そのヘタリ量を測定した。実験結果は Fig. 2 の如くである。即ち、加熱温度300°Cでは Cr-Mo-Si-V 鋼の方が、また400°C以上の温度では Cr-W-V 鋼の方が夫々他に比較して、そのヘタリ量が少い。また両鋼種共加熱温度500°C以上においてそのヘタリ量は温度の上昇と共に急に多くなつてゐる。しかしてコイルばねの最大許容ヘタリ量を自由長の5%とすれば、今回の試験は

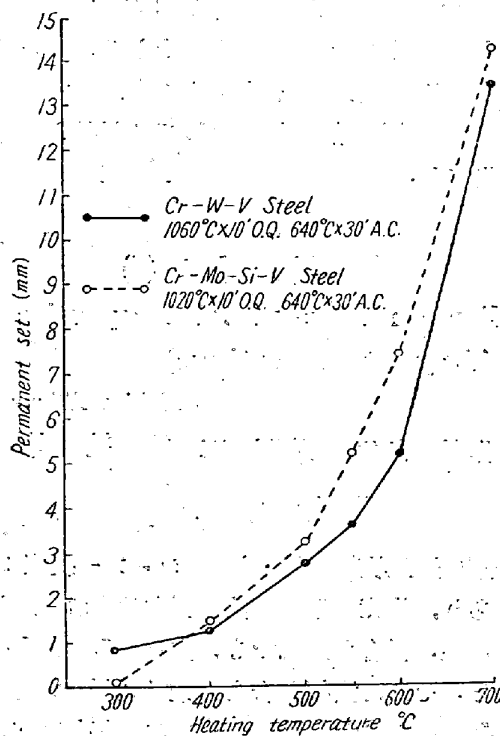


Fig. 2. Permanent set of the coil spring in high temperature.

ねの最大許容ヘタリ量は 2.6mm となり、この時の加熱温度は Fig. 2 より Cr-W-V 鋼は 493°C, Cr-Mo-Si-V 鋼は 466°C 位となる。

(7) 疲労試験

15mm×30mm 角材より 5mm×20mm×100mm の試験片を作成し、電気管状炉、エレマ炉を使用し、Cr-W-V 鋼は約 800°C×30' 予熱、1060°C×10' O.Q., 640°C×30' 焼戻空冷の熱処理を、また Cr-Mo-Si-V 鋼は約 800°C×30' 予熱、1020°C×10' O.Q., 620°C×30' 焼戻空冷の熱処理を施した後、OO 迄のペーパー研磨を行い、アプトンリス疲労試験機を利用して、繰返し曲げ疲労試験を行った。実験結果は Fig. 3 (図省略会場で掲示) に示す如くであるがこれより明らかな如く約 73~74 kg/mm² 位の繰返し曲げ応力を境として、それより高応力側では Cr-W-V 鋼が、また低応力側では Cr-Mo-Si-V 鋼の方が夫々他より優れた耐疲労を示している。なお Cr-W-V 鋼の 620°C×30' 焼戻空冷および Cr-Mo-Si-V 鋼の 640°C×30' 焼戻空冷したものの疲労試験結果については大会で述べる事とする。

III. 結 言

耐熱ばね鋼として Cr-W-V 鋼 (DIN30WCrV179) および Cr-Mo-Si-V 鋼 (RR5) につき、諸種の試験研究を行った結果 Cr-W-V 鋼は 500°C 位迄の使用温度に、また Cr-Mo-Si-V 鋼は 470°C 位迄の SUP8 使用限界以上の温度に耐え得るばね鋼として、夫々適当な性質を有することを確認し得た。この他 Cr-Mo-V 鋼や SAE 6150 鋼の耐熱ばね鋼としての性能試験結果も併せて報告する。

(38) 低合金鋳鋼の研究 (I)

(Studies on Mechanical Properties of Low-Alloy Steel Castings)

Seishiro Miyazaki.

日立製作所亀有工場研究課 工 官 崎 勢 四 郎

I. 緒 言

普通鋳鋼は焼鈍状態で使用し、ショア硬度 20~25 が通常であり、強度や耐磨耗性を要求せられる部品には使用できない。低合金鋳鋼でも大物となると調質作業が困難である。そこで安価な合金元素 Cr, Mn を中心に少量の Mo を加えて、液冷を用いない熱処理によつてショア硬度 33~38 程度の比較的強力な鋳鋼の材質を得るべく調査研究を行った。

II. 実 験 要 領

(1) 成分範囲と溶解

まず Cr-Mo 系, Mn-Mo 系, Mn-Cr-Mo 系の三種について研究すべき成分範囲を決めた。

Cr-Mo 系は no Cr., 1% Cr., 2% Cr., 3% Cr. で, Mo は一定量 0.3~0.4% とし, C% を 0.25, 0.35, 0.45 の目標で 3 通りに変化させ 12 種の試料を選定した。他の成分は一定とした。

Mn-Mo 系は Mn を 0.8, 1.2, 1.6% の 3 通り, Mo を 0, 0.2, 0.35, の 3 通り C を上と同様の 3 通りで組合せて 27 種の試料を選定した。

Mn-Cr-Mo 系は Mn-Mo 系の Mn の高い部分 1.2, 1.6% Mn のものに Cr を各 1% 加えたものについてのみ比較のための試料を作つた。

500 kg 塩基性高周波電気炉で普通鋳鋼々塊から熔製し熔落後 C 以外の成分を調整した後, C 量を 0.1% ブッカーブリットを以つて添加して, 調整する毎に炉を傾けて掛堰を通じ片型試験片の砂型に注湯した。

(2) 熱処理条件と機械試験

鋳鋼の組織を均一にし、鋳造組織を破壊し、鍛造品や液冷処理品になるべく近い靱性を出すには長時間の拡散焼鈍が必要であるが、特に最近唱えられてきた高温から水冷する所謂 Homogenization が有効である。しかし大物は作業も困難なものと現場の実状を考慮し、試験は高温で比較的短時間保持後空冷することにより拡散処理を行うこととした。

1 成分から 12 本の粗材 (30角×300l) を採取し、1000°C で 2h および 4h, 1100°C で 2h および 4h の拡散後空冷を行つてから、870°C で 2h の焼準を行うものと、拡散を行わず焼準、焼戻を行うものとに分けた。焼戻は 650°C 2h で鋳鋼の歪取りという意味を含めて炉冷のものの性質を主として調査した。また焼準のまま、焼鈍のままのものを比較のために試験した。

材料試験は抗張試験と衝撃試験を行った。

III. 実 験 結 果

目標たる硬度を有し、特に衝撃値の低下しないものを見出すために、化学成分の中でこれらの性質に最も影響が大と考えられる C% と硬度との関係を図に示した。

Fig. 1 が Cr-Mo 系, Fig. 2 が Mn-Mo 系, Fig. 3 が Mn-Cr-Mo 系である。目標の硬度 Hs 33~38 に全く入らなかつた成分系即ち Cr-Mo 系の No Cr., Mn-Mo 系の 1% Mn 以下のものは図を省略した。