

Fig. 2. Diagram to obtain tempering range.

Mn-Cr鋼: $\mu_t = 730 \cdot 4 - 0 \cdot 720 t$

ばね用硬さは, SUP 3 で $X_1 = 341$, $X_2 = 401$, その他の鋼種で, $X_1 = 363$, $X_2 = 429$ であるから, h は,

SUP 3: $h = 78 \cdot 2$

SUP 6: $h = 84 \cdot 2$

Cr-V: $h = 86 \cdot 2$

Mn-Cr: $h = 91 \cdot 7$

σ , バネ技術研究会資料などを総合すると, ブリネル硬さで, 10, 12, 15 の 3 段階を考えれば十分であるから, k は,

SUP 3 $k = 6 \cdot 0, 5 \cdot 0, 4 \cdot 0$

その他 $k = 6 \cdot 6, 5 \cdot 5, 4 \cdot 4$

これらの h, k と Fig.2 より, 温度範囲は, $p_0 = 0 \cdot 95$ として, Table 1 となる.

Table 1. Tempering range of spring steels. ($^{\circ}\text{C}$, $p_0 = 0 \cdot 95$)

Steels	Standard deviation of hardness (H_B)		
	$\sigma = 10$	$\sigma = 12$	$\sigma = 15$
SUP 3	34.5	26.6	12.7
SUP 6	42	33.7	19.8
Cr-V	43	34.5	20.4
Mn-Cr	46	36.8	24.0

VI. 結 言

以上の考察の結果, ばね用硬さに対する焼戻温度範囲に影響する因子は, 硬さの変動 σ と, 焼戻曲線の傾斜 β_1 であることがわかった. そして現用のばね鋼では, Table 1 に見られるように, 実用上十分な温度範囲を求

めることができた. (なお多くの実験例について会場で説明する.)

ひるがえつて, 新たにばね鋼を選定するに際しては, この温度範囲が広ければ広いほど, 作業の安定性が増し品質は安定するから, 焼戻曲線の傾斜が鋼種により変化するなら, 傾斜の小さい鋼種を選定すべきである. またもしこの傾斜が鋼種によりあまり変化しないときには, σ を小さく安定させやすい鋼種をとるべきである.

この問題はいい方を変えると; ばね用硬さを決めるときには, 従来のような弾性限・疲労限に対すると同様に以上のべてきた関係をも十分に考慮せねばならないことをしめしている. この考慮を怠ると, 実用的な温度範囲を求めがたい場合に逢着するであろう.

(86) Si-Mn-Cr ばね鋼の焼入性および機械的性質について

(Si-Mn-Cr ばね鋼の研究—I)

Hardenability and Mechanical Properties of Si-Mn-Cr Spring Steel

(Research on the Si-Mn-Cr spring steel—I).

T. Miyagawa, et alius.

愛知製鋼

工 荒川 武二・工〇宮川 哲夫

I. 緒 言

わが国の自動車用ばね鋼として, 従来 Si-Mn 鋼が一般に用いられていることは衆知の通りで, 就中 0.6% C 1.65% Si, 0.85% Mn 鋼 (JIS-SUP 6) が大部分をしめている.

しかしながら近年車両の大形化につれて, ばね用鋼材も次第に寸法の大きなものを使用するようになり, ばね鋼の焼入性が問題となつてきた. すなわち, 断面積の大きな鋼材を焼入する際, その質量効果のため中心部まで十分硬化せず, したがつて所期の機械的性質を得ることが困難な場合が生ずるようになった. このため大形のばねに対しては, 米国などでは Si-Mn-Cr 鋼あるいは Cr-Mn-B 鋼を使用し, わが国においても Cr-Mn 鋼, あるいは Cr-Mn-B 鋼などが使用されるようになった.

当社においても, さきに Si-Mn 鋼におよぼす Cr の影響について調査し, その有効なことを確認したが, 今回さらに SUP 6 の基本組成に Cr 0.4% を添加した Si-Mn-Cr 鋼について, 焼入性, 機械的性質, 疲労強度などの諸性質を調べたのでその結果につき報告する.

II. 供 試 材

0.6% C, 1.65% Si, 0.85% Mn, 0.4% Cr の Si-

Table 1. Chemical composition of steels tested.

Sample No.	Kind of steel	Chemical composition (%)								Corresponding specifications
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	
1	Si-Mn-Cr	0.61	1.65	0.90	0.021	0.006	0.19	0.06	0.44	SAE-9262
2	Si-Mn	0.64	1.57	0.80	0.023	0.009	0.23	0.06	0.03	JIS-SUP 6
3	Cr-Mn	0.49	0.33	0.76	0.017	0.008	0.22	0.07	0.87	SAE-5150

Mn-Cr 鋼を 8 t 塩基性電弧炉で熔製し、さらに比較のために Si-Mn 鋼および Cr-Mn 鋼を同様にして製造した。

その化学成分は Table 1 の通りである。

ついでこれらを 7×80, 6×45 mm 平鋼および 28 mm 鋼に圧延して供試材とした。

III. 試験方法および結果

1) 変態点

本多, 佐藤式熱膨脹計により Ac および Ar 変態点を測定した結果, 3 鋼種の間にいちぢるしい差異はないが, Cr-Mn 鋼 > Si-Mn-Cr 鋼 > Si-Mn 鋼の順であった。

2) 焼入性

25 mm 丸のジョミニー標準試験片を削出し, 870°C より水冷一端焼入を行って焼入硬化能を調べた結果, 0.4 %Cr の添加により Si-Mn 鋼の焼入性はいちぢるしく大となり, Si-Mn-Cr 鋼 > Cr-Mn 鋼 > Si-Mn 鋼の順となることがわかった。

3) 熱処理と機械的性質

つぎに熱処理温度と機械的性質の関係をみるために, JIS 4 号引張試験片および 3 号衝撃試験片を 850°C から油焼入した後, 400~700°C の各温度に 1 時間焼戻し, 引張, 硬さ, ならびに衝撃試験を行つた。その結果を Fig. 1 にしめす。同一焼戻温度において, 強さ, 硬さいずれも Si-Mn-Cr 鋼が高値をしめし, Si-Mn 鋼がこれにつき, Cr-Mn 鋼がもつとも低い。伸び, 絞りはこの逆の関係をしめし, 絞りにはその差がやや顕著に現れている。シャルピー衝撃値は, Si-Mn-Cr 鋼は Si-Mn 鋼と大体似た傾向をしめすが, 焼戻温度 600°C 以上において Cr-Mn 鋼の値が急に上昇しているのが目立つ。

なお, 硬さとこれら機械的性質との関係も検討してみたが, 上述の結果とほぼ似た傾向であった。

4) 疲労強度

850°C 油焼入後, 焼戻温度を変えて同一硬さに揃えた試験片について, 小野式回転曲げ疲労試験および繰返平面曲げ疲労試験を行つた。小野式回転曲げ疲労限は 10φ × 50 mm 平滑材につき, 回転速度 3,600 r.p.m. で測定

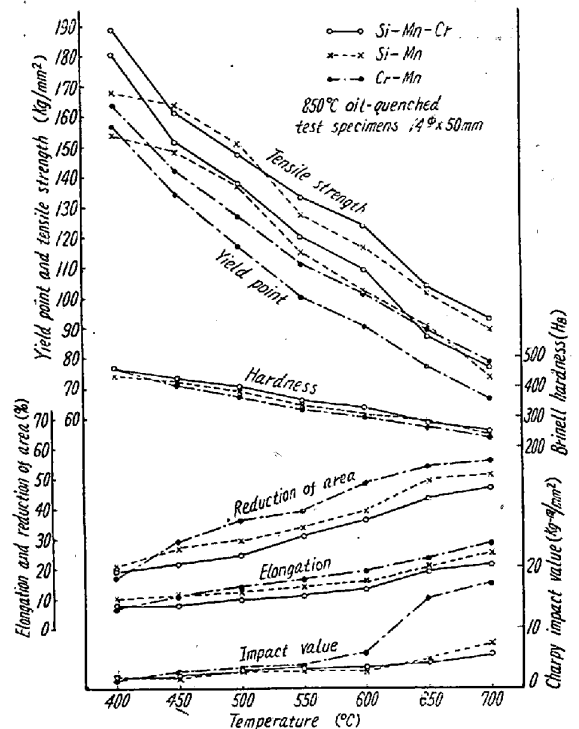


Fig. 1. Relations between mechanical properties and tempering temperature.

したが, Si-Mn-Cr 鋼の疲労限は他の 2 者よりも大であった。(詳細は会場で説明する)

平面曲げ疲労試験は, クランク負荷型式の試験機を用い, 圧延黒皮のままで行つたものであつて, 片振 0~70 0~80, 0~90 kg/mm² の各応力段階において, 1,000 r.p.m. の繰返速度により, 試験片が折損するまでの繰返数を求めた。試験片が黒皮表面であるため, 結果はややバラッキを示すが, いずれの応力にても Si-Mn-Cr 鋼は Si-Mn 鋼と大きな差は認められなかつた。なお, Cr-Mn 鋼は全般に幾分低い傾向がうかがわれる。

IV. 結 言

1. Si-Mn ばね鋼 (JIS-SUP 6) に Cr を約 0.4% 添加した鋼を試作し, Si-Mn 鋼 (JIS-SUP 6) および Cr-Mn 鋼 (SAE 5150) と諸性質を比較した。

2. Cr 0.4% 前後の添加により焼入性はいちぢるしく向上する。

3. 熱処理後の機械的性質については, Si-Mn-Cr 鋼

は Si-Mn 鋼, および Cr-Mn 鋼に比較して, 同一焼戻温度における硬さおよび引張強さはやや高く, 逆に伸び, 絞りはやや低い。

4. 回転曲げおよび平面曲げ試験における疲労強度は良好な成績を示した。

(87) 含鉛特殊鋼における鉛系介在物の挙動について

(鉛快削鋼の研究—Ⅶ)

Study on Behaviour of Pb-inclusions in Leaded Tough & Hard Steels

(Study of leaded free-cutting steels—Ⅶ)

T. Araki, et alii.

大阪特殊製鋼

工〇荒木 透・工 小柳 明・工 大橋久道

I. 緒 言

含鉛特殊鋼については, 前報までに種々の特性を明らかにしたが, これらの性質によつて来るところは鋼中に分散して存在する微粒の鉛粒子の分布によるものである。

常温にて分散する鉛粒子については種々従来の報告があるが¹⁾²⁾, 特殊鋼としての特質上, 材力などに不利な影響をおよぼさぬような微細かつ均整な分布については精しく研究が行われていないようであり, 不明な点が多く残されていた。以下のべるところは, これに着目して製造した含鉛特殊鋼について, その鉛系介在物の挙動を明らかにし, また外国他社の快削鋼との比較を行ったものである。

II. 巨大型介在物について

大型の鉛粒子は, 鋼塊の時の凝固時に重量偏析やその他の事故によつて, 主として底部の表皮に近く分布する事がある。前記文献などに報ぜられている 2t ないし 8t の鋼塊においては, 底部側 4~5% (鋼塊 B 端) にかようなマクロの偏析鉛を認めている。その大きさは 100 ミクロン程度以上数 mm に達するものもあり, 極端には沈澱鉛塊の存在を認めたことも報ぜられている。

これらの存在は初歩的には, B 端の切捨, マクロ試験によつて除かれるが, さらに高度の要求には通常の鋼材に行われるごとく, 段削りの抜取りテスト, マグナフラックス, ダイチェック, スーパーソニックなどで検査し微細なものも調査した材質保証をせねばならない。

われわれはこれらの鉛を含むマクロ的な地疵を Pb-mark と名付けて, 通常の砂疵試験値と同様に取扱つて

いる。

これらの中には鉛単独の線状疵と鉛および酸化物系硫化物系のサンドマークが接着または混在した形状のものを認める。造塊時の成因についてはそれぞれ異なつたものもあり, プローホール系のものも含まれる。しかし鋼材の欠陥としてはその巾および長さ, 分布の量によつて有害の程度を判定し, 同類に取扱い得るものと認めている。

III. 鉛介在物の識別法について

マクロの介在物識別はソーダ液と H₂S またはクロム酸またはピクリン酸などによつて鉛であるか, ないかの区別がつく。問題はミクロの顕微鏡的鉛の粒子, 特に介在物と接着介在している鉛や (超) 微粒の鉛の存在形態および密度をみることの困難さにある。

従来の薬品によるエッチングや電解法は必ずしも十分なものでなく, またその粒子の大きさ判定に困難性が多い。筆者などは簡便なる方法によつて試片を鏡下昇温し, 「ほぼ 250°~280°C にて鉛の分布を判定し, さらに 340°C 以上にて確認を行う」方法を標準として採用している。

これによればたく磨時に脱落する鉛の分布面積比と, 0.5 ミクロン以下程度の超微粒子 (この量は 0.01~3% 前後と考えられる) 以外の鉛の分布の形態はかなり正確に把えることができるものである。

Table 1 はこの加熱標準をしめす。(検鏡倍率は約×50) さらに研磨, たく磨は exuding による鉛の稀薄化が表面数ミクロンに生起しないような注意が必要である。

さらに電子顕微鏡や薬品処理, ミクロ X 線透過などによつて分布の形態を確かめることもできる。

IV. 鋼塊における鉛系介在物

鋼塊において, 鉛は鉄溶液よりの析出粒鉛液 (particles) およびすでに乳濁化していた浮游鉛粒子が一部初結晶の中にもはさまこまれているが大部分は粒界に混在して存在する。

初結晶内の超微粒のものは凝固温度附近の析出の可能性がある。鉛粒の一部は非金属介在物と共存している。

綜括して, 鉛粒子の分散度は当社の 200 kg~250 kg 鋼塊においては Fig. 1 のごとき典型のものである。(なお鉛の添加条件などは当社特許製法に準拠した。)

250 kg 型 S45C+Pb (0.11%) 鋼塊の例で分布の粒鉛の面積比 (これは統計的には体積比 Pb/Fe に等しい。) はつぎのごとくである。

鋼塊の表皮, 中間, 中心の順に Pb/Fe の面積比 μ^2/mm^2 を記すると, T (293, 313, 342), M (295, 305,