

Fig. 5. Effect of the shearing stress and the max. temperature of heating cycle on the set of spring after 30 heating cycles.

かかる応力、熱サイクルの温度限界などによつて左右される。

3) セットの程度は数回~数十回の熱サイクルの繰返しを行なわないと把握できない。

文 献

- 1) ASM: Short-time high-temperature testing, (1958) 5
- 2) 上正原・金井・内山: 鉄と鋼, 49 (1963) 3, p. 617
- 3) 金井・上正原・関・内山: 鉄と鋼, 49 (1963) 3, p. 619

669.14.018.27-620.191.31.539

(168) ばね鋼の縞状組織と疲れ強さ

愛知製鋼研究部

赤 沢 唯 一・小 田 昭 午
○飯 野 一 雄・和 田 俊 雄

Relation between Banded Structure and Fatigue Strength of the Spring Steel.

Iichi AKAZAWA, Shōgo ODA,
Kazuo IINO and Tosio WADA.

I. 結 言

Si-Mn ばね鋼に現われる縞状組織についてはすでに2, 3の報告¹⁾²⁾があり主として鋼塊凝固の際生ずるSiの結晶偏析によると考えられている。本報告はこのような縞状組織が熱処理後ばね材料に存在する場合、疲れ強さに如何なる影響をおよぼすか、また更に方向性にも注目して調査したものである。

II. 実 験 方 法

1. 試 料

試料はいづれも製品 (80×7mm) から Photo. 1 に示す縞状組織の

程度によつて縞状の少ないもの (分類 1), 激しいもの (分類 3), その中間程度のもの (分類 2) と3段階のものを選んだ。その化学組成、機械的性質と縞状組織の程度を Table 1 に示す。表中試料 No. B1は電気炉鋼でそれ以外のものは平炉鋼である。

2. 試 験

熱処理 (850°C O. Q.→510°C A. C.) 後黒皮状態で疲労試験を行なつた。

(i) バネ協会型互理式高速ばね疲労試験機

繰返し応力 10~70 kg/mm², 10~80 kg/mm², 10~90 kg/mm² で繰返し速度 2000 cpm の条件下で部分片振り曲げ疲労試験を行なつた。

(ii) 電磁共振型両振り曲げ試験機

80×7mm の板ばねから圧延方向と圧延方向直角の試験片 (厚み 7mm, 平行部 16mm) を作り繰返し速度 70.4 cps で両振り曲げ疲労試験によつて縞状組織と疲れ強さ並びに縞状組織の存在による方向性を調べた。

III. 実 験 結 果

1. 部分片振り曲げ試験

部分片振り曲げ試験の結果を Fig. 1 に示す。試料 A1, A2, A3 において 10~70 kg/mm², 10~80 kg/mm², 10~90 kg/mm² の繰返し応力での疲労試験では縞状組織の程度の異なる A1, A2, A3 ともほとんど同じ疲れ強さを示し、縞状組織の影響は認められない。

B1, B2, B3 においては鋼塊の Top, Mid, Bot の位置より採取した試料を 10~80 kg/mm² の一定繰返し応力で部分片振り曲げ疲労試験の結果も同様縞状組織による疲れ強さの差は認められなかつた。

また縞状組織の強弱によつて疲労破面に差異が認められるようなこともなかつた。

2. 両振り曲げ試験

縞状組織の異なる B1, B2, B3 の圧延方向と圧延方向直角の試料を電磁共振型両振り曲げ試験を行なつた結果、B1, B2, B3 の圧延方向・直角の疲れ限度は B1 37.5 kg/mm², 35 kg/mm²; B2, 35 kg/mm², 29 kg/mm²; B3, 38 kg/mm², 36 kg/mm², で S-N Curve の一例を Fig. 2 に示す。板ばねの使用状態に相当する圧延方向においては B1, B2, B3 の疲れ限度は部分片振り曲げ試験の場合と同様ほとんど差が認められない。

一般に鋼材には圧延比、非金属介在物等により圧延方向と圧延方向直角との差すなわち方向性が存在し縞状組織も当然方向性を助長するものと考えられるが圧延方向直角の試験では B1, B2, B3 と順に縞状組織が激しくなつても疲れ強さは B2 でわずかに低下するが Fig. 2 で明らかのように縞状組織の激しい B3 は B1 とほとんど

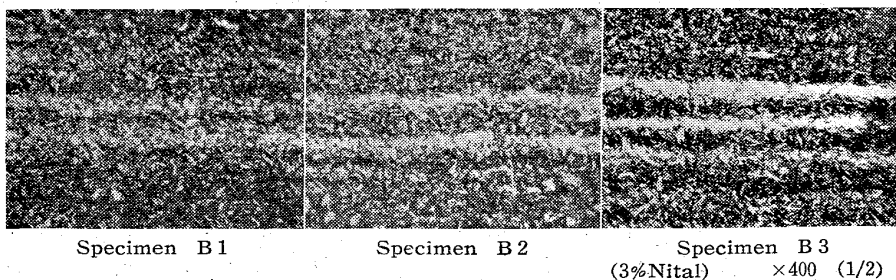


Photo. 1. Banded structure of specimens.

Table 1. Chemical compositions, mechanical properties and classification of banded structure.

Specimen No.	Chemical compositions (%)								Mechanical properties*				Classification of banded structure
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Yield point (kg/mm ²)	Tensile strength (kg/mm ²)	Elongation (%)	Hardness (H _B)	
A 1	0.63	1.70	0.80	0.016	0.018	0.16	0.06	0.09	121.0	134.0	13.0	380	1
A 2	0.60	1.64	0.74	0.017	0.018	0.14	0.05	0.09	129.0	140.0	15.0	390	2
A 3	0.61	1.65	0.83	0.017	0.018	0.16	0.07	0.09	126.0	138.0	13.0	388	3
B 1	0.59	1.70	0.84	0.019	0.005	0.20	0.10	0.07	121.4	132.3	15.4	380	1
B 2	0.61	1.62	0.80	0.015	0.015	0.16	0.06	0.11	120.8	131.2	13.1	378	2
B 3	0.63	1.67	0.85	0.017	0.012	0.13	0.07	0.14	123.2	134.1	14.5	388	3

* Heat-treatment: 850°C O. Q. → 510°C A. C. 669.14, 018.27, 620, 192.43, 539.43

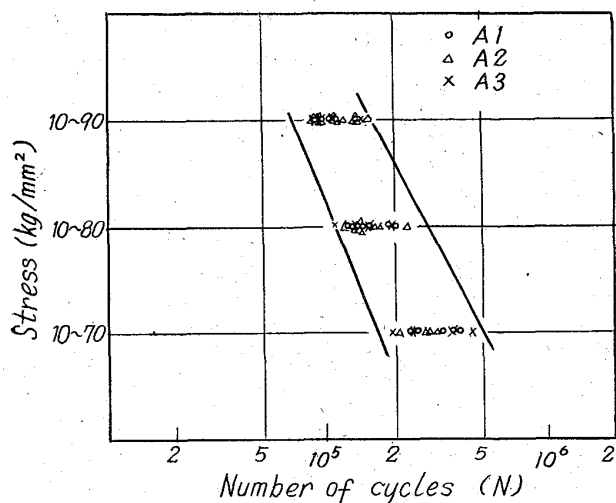


Fig. 1. Effect of banded structure on S-N curve.—(1)

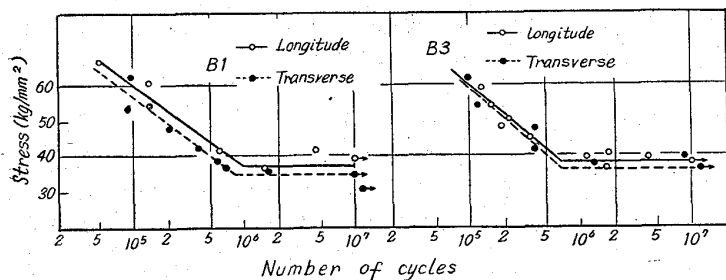


Fig. 2. Effect of banded structure on S-N curves.—(2)

同じである。B1, B2, B3 といづれも方向性は認められるがその程度は極めて小さくしかも縞状組織の程度と方向性の大小とは全く相関は認められない。

IV. 結 言

以上の結果を要約すると Si-Mn ばね鋼に焼入焼戻後縞状組織が存在しても疲れ強さには影響なくこの程度の縞状組織では縞状組織の存在によつて方向性が助長されることはないと考えられる。

文 献

- 1) Я. Н. МАЛИНОЧКА; Извест Вузчер Металл, 143 (1960), p. 106~110.
- 2) 藤原達雄: バネ論文集, 8 (1962), p. 67~74

(169) ばね鋼の疲労強度におよぼす焼戻帯状組織の影響

大同製鋼研究所

工博○藤原 達雄・福井 彰一

The Effect of Tempering Banded Structure on the Fatigue Strength of Spring Steel. 1581~1583.

Dr. Tatsuo FUJIWARA and Shoichi FUKUI.

I. 結 言

圧延鋼材には一般に鋼塊の結晶偏析に基づく元素の帯状偏析が内在している。これは鋼塊の冷却条件、合金元素の種類と量、圧延比、熱履歴などの諸要因の影響によりその現れ方がいろいろに変化する。合金ばね鋼は Si, Mn, Cr の如き合金元素の影響と熱処理に際して一般の構造用鋼に較べると比較的低い焼戻温度を採用するために帯状組織を生じ易い条件で使用される。

しかし熱処理したばね鋼の顕微鏡組織をみても常にこの帯状組織が見えるという訳ではなく、硝酸アルコール溶液で腐食する場合に認められるものでもピクリン酸アルコール溶液で腐食する場合には識別困難である。

本研究はこのような帯状組織が実用ばね鋼についてどの程度存在し、どのような性状を持ち、疲労特性に如何なる影響を与えるかを明らかにせんとするものである。

II. 帯状組織の出現域とその性格

板ばねの横断面を硝酸アルコール溶液で腐食して組織をみると Photo. 1 の如き白色の帯状組織を認めることがある。厚さ 7mm, 巾 70mm に圧延した SUP 6 鋼について 850°C 焼入後、各種の温度で焼戻した場合の白色部 (腐食され難い部分) と黒色部 (腐食され易い部分) の硬度の変化を調べた結果を Fig. 1 に示す。白色部分は HmV 700 以上を示すものもあり、組織像および焼戻に伴う硬度変化と合せ考えると焼戻不十分なマルテンサイトであることが推察される。これらの帯状組織が出現するのは板ばねの場合、板厚の内部であり、表面部 1~3mm 附近は均一に焼戻された部分となる。

SUP 6 鋼 30 溶解につき帯状組織の強度を 0~3 の 4 階級に分けて 850°C 焼入後、焼戻温度による帯状傾向の変化を調べた結果を Table 1 に示す。帯状組織は 400°C 附近で焼戻した場合に最も顕著になるものが多