

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

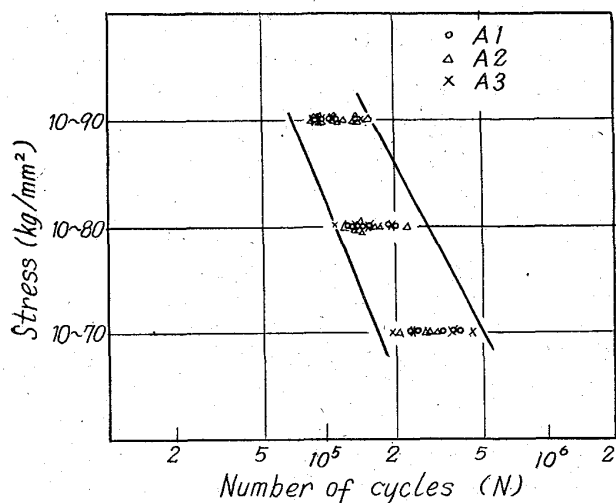


Fig. 1. Effect of banded structure on S-N curve.—(1)

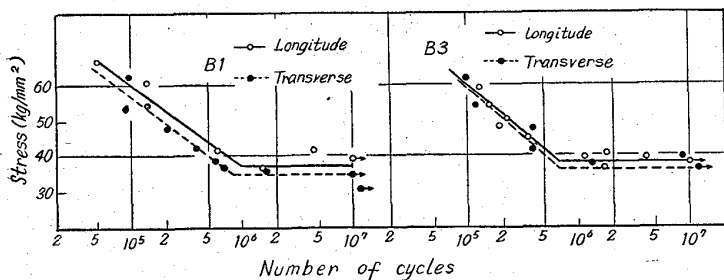


Fig. 2. Effect of banded structure on S-N curves.—(2)

同じである。B1, B2, B3 といず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。

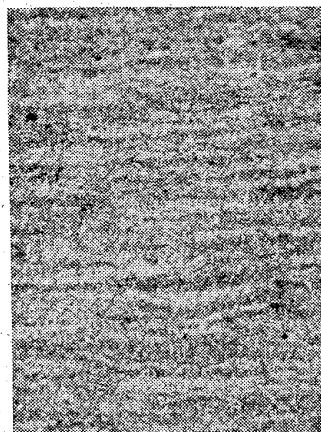
SUP 6 鋼 30 溶解につき帯状組織の強度を 0~3 の 4 階級に分けて 850°C 焼入後、焼戻温度による帯状傾向の変化を調べた結果を Table 1 に示す。帯状組織は 400°C 附近で焼戻した場合に最も顕著になるものが多

い。溶解法別(電弧炉, 高周波誘導炉), 圧延材のフェライトバンド出現傾向, 化学成分等との関連性は認められなかった。

III. 带状組織と疲労強度の関係

Table 2 に示す化学成分をもつ厚さ 7mm, 巾 70mm の圧延材を 850°C 油焼入後, 各種の温度で焼戻を行なった黒皮試験片について両振曲疲労試験を行なった。

焼戻に伴う疲労限, 硬度および焼戻带状組織の変化を Fig. 2 に示す。これによれば黒皮状態におけるばね鋼の疲労限は実用している焼戻温度 480~530°C に極大を示し, 他方疲労限が極大値



×300 (3/5)
SUP6 850°C, O.Q. 400°C
Tempered

Photo. 1. Banded structure by tempering.

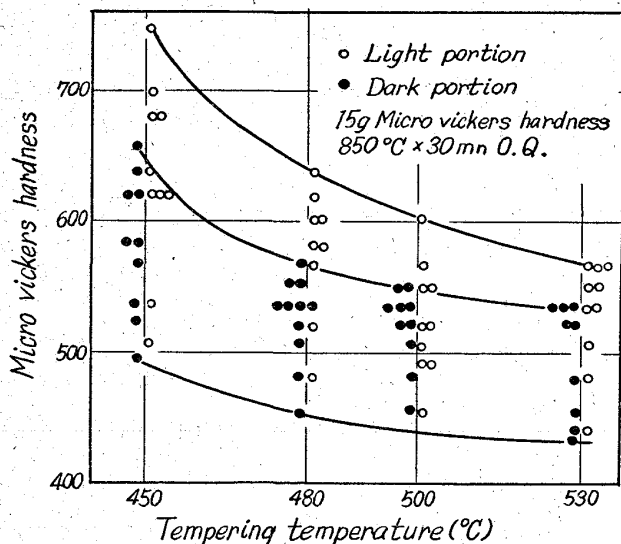


Fig. 1. Hardness change of banded structure by tempering.

Table 1. The relation between the frequency of appearance of banded structure and tempering temperature. (%)

Tempering temp. (°C × 1h)	Grade of banding inclination			
	0	1	2	3
As quenched	100	0	0	0
300	23.3	76.7	0	0
400	0	0	30.0	70.0
480	0	0	66.7	33.3
530	0	23.3	66.7	10.0
580	6.6	56.7	33.3	3.3
650	16.7	66.7	16.6	0
700	50.0	43.3	6.7	0

Table 2. Chemical composition. (%)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
0.58	1.69	0.83	0.011	0.010	0.15	0.05	0.04

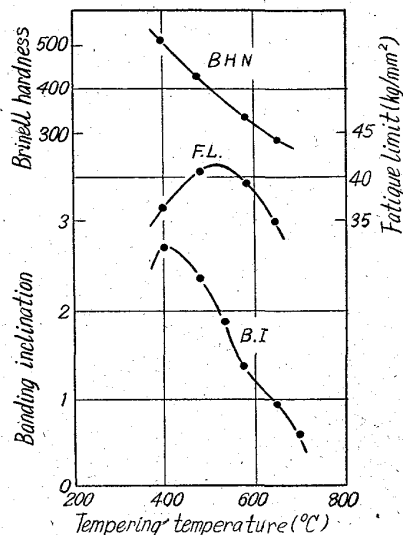


Fig. 2. The relation between tempering temperature and fatigue limit, hardness, banding inclination.

を示す焼戻温度以下における焼戻温度域では带状組織が顕著で, 焼戻不十分なマルテンサイトが残存していることを示している。

带状組織の焼戻温度に伴う変化の状態と疲労強度の焼戻温度に伴う変化の状況の関連性から带状組織と疲労強度との間の因果関係が考えられたので, 带状組織を積極的に低減せしめる処理として拡散焼鈍を行なったものとそれを行なわないものにつき疲労強度の比較を行なった。

SUP 6 200kg 鋼塊につき 1250°C で 15h 拡散焼鈍を行なったものを行なわないものを厚さ 7mm, 巾 70mm の板に圧延し, 850°C 油焼入, 後各種の温度で焼戻して焼戻带状組織および疲労強度の変化を調べた。焼戻带状組織は拡散焼鈍を施したものでも焼戻温度 400~530°C で認められるがその強度は拡散焼鈍をしないものに比して可成り減少し, かつ带状の巾が広がっている。疲労限の変化は Fig. 3 に示す如く焼戻温度 650°C の場合を除けば何れも拡散焼鈍せるものの方がしないものより高く, その差は焼戻温度が低く, 従つて硬度の高いものの方が著しいようである。

焼戻带状組織が合金成分の偏析によるものとすれば, 鋼塊中の位置による带状組織の変化も考えられる。

Table 3 に SUP 6 鋼の 1300kg 鋼塊より厚さ 7mm, 巾 70mm に圧延したものについて鋼塊頭部, 中央, 底部に該当するものから採取した試料について带状組織および疲労限を測定した結果を示す。带状傾向の強い中央部では疲労限も低い。

IV. 総括

ばね鋼の焼入後の焼戻に伴つて出現する带状組織に関

669, 14, 018, 41, 539, 7
 (170) 鉄鋼の低温における 2, 3 の機械的性質について

金属材料技術研究所

63360

工博 鈴木 正敏・○藤田 充苗

Study on Some Low-Temperature Mechanical Properties of Iron and Steel.

1583 ~ 1585
 Dr. Masatoshi SUZUKI and Mitsutane FUJITA.

I, 緒 言

近年低温を利用する各種工業の発達に伴って、低温用鋼に関する多くの研究結果が報告されているが、耐疲労性に関しては、余り詳細な検討は行なわれていないようである。

本報告においては、低温用鋼研究の基本的なデータを得ることを目的とし、純鉄および軟鋼に数種類の合金成分を単独添加した試料に対して、常温以下の温度における各種の実験を行なった。

II. 供 試 材

純鉄としては、電解鉄を 500 kg 真空溶解炉で溶解して 250 kg の铸塊としたもの、および電解鉄そのままを、軟鋼としては市販の S 10 C 鋼を使用した。これらを基本として、Cr, Si, および Mn をそれぞれ 1% 位迄 2 ~ 3 段階, Ni を 9% 位迄 8 段階, 単独に配合したものを高周波炉で溶解し、Al 脱酸したものを 6 ~ 50 kg の鋼塊にし、熱間圧延によつて 20mm φ および 12mm 厚の板に成形した。これら各試料は適当な温度に加熱焼準しを行なつて後、試験片とした。供試材分析値の一部として、電解鉄を基本としたものを示したのが Table 1 である。なお、この表の最下欄の C-1 ~ 3 はそれぞれ市販の炭素鋼そのままの分析値で、これらは一部において比較のために試験した。(C-1 はこれを再溶解し合金元素を添加する際の基本材料である。)

III. 実験方法および結果

(1) 衝撃試験

上記各試料からシャルピー V ノッチ衝撃試験片 (JIS 4 号) を切り出して、常温以下の試験を行ない、遷移曲線を求めた。

Fig. 1 はこれらのうち、Ni を添加した場合の実験結果を示したものであり、Fig. 2 は同系列の各試料の破断面より脆性破面率を求めたものである。これらから、Ni は遷移温度を低下させるだけでなく、遷移範囲を著しく拡大することがはつきりとわかる。これに対して他の元素を添加した場合、添加によつて遷移温度が降下する場合でも一般に遷移範囲はせまく、曲線は急激な傾斜を示している。Table 1 に示した各試料の曲線から求めた遷移温度を Fig. 3 に示す。この場合これらの温度としては、5 kg · m/cm² の値をとつて示してある。従つて通常採られる 15 ft · lb (約 2.1 kg · m) の場合に比較して、高い値を示しており、特に Ni 添加の場合の如く、遷移曲線の傾斜のゆるやかな場合においてその傾向は著しい。

Ni は添加量の増加と共に、低温迄靱性を保持させる傾向を増大させることは周知の通りであるが、Cr およ

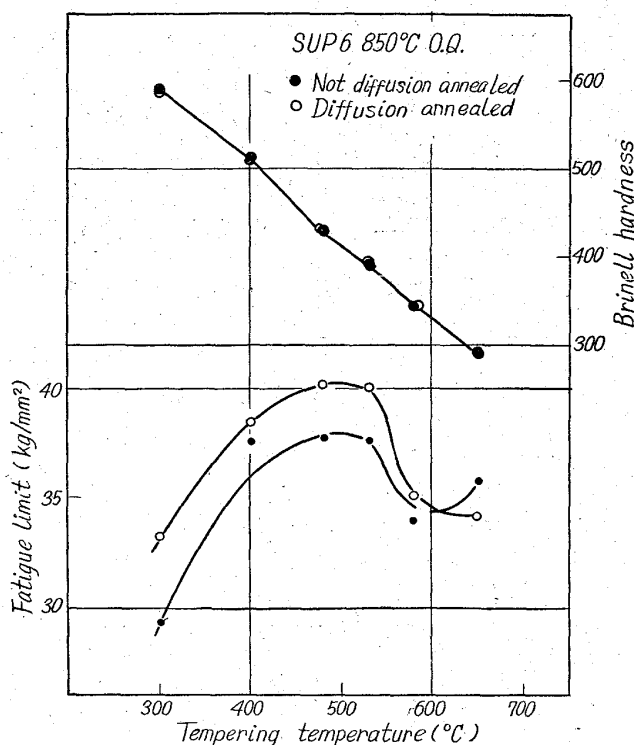


Fig. 3. The effect of diffusion annealing on the fatigue limit.

Table 3. The effect of position of ingot to the banding inclination and fatigue limit.

Position	Banding inclination	Fatigue limit (kg/mm ²)
Top	1	40.2
Middle	2	36.9
Bottom	1	39.1

し、主として SUP 6 についてその出現頻度、帯状組織の性格、疲労強度におよぼす影響について調べた。

帯状組織は実用焼戻温度域で熱処理された SUP 6 鋼のほとんど全てに検出されるものであるが、その他の合金ばね鋼にも認められ、一般に焼戻温度を高くすることによりその傾向を弱めることができる。

Si, Mn, Cr などの焼戻抵抗性を増す元素を含む鋼ではこれらの元素の局所的な濃度差が焼戻抵抗性に大きな差を与え、その上ばね鋼の如く焼戻温度が低い時には合金元素の多い部分はマルテンサイトの分解が十分でなく腐食され難い白色部分として検出されるものであろう。

焼戻帯状組織は拡散焼鈍によつて軽減され、これに伴つて疲労強度も上昇するが疲労限におよぼすその影響は実用焼戻温度域では約 6.3% の程度である。