

時は 20~46% の加工度の試片の硬さは 0.5h で最高となり 0.5h 以上では減少するが、46%以上の加工度の試片は時効処理を行なうと著しく硬さが減少する。

2. 冷間加工度と横弾性係数との関係

冷間加工後 732°C で 2h 時効処理を行なつた試片の横弾性係数が温度の上昇による変化を Fig. 2 に示す。これによると昇温と共に横弾性係数は減少し 600°C 以上になると急激に低下する様子は第Ⅱ報の冷間加工を行なわなかつた試片と同じようである。また加工度 55~61% の試片は室温~300°C の間でやや低い値を示すが、加工度 20~46% ではほとんど同じで昇温によつて同じような減少を示している。

3. 加工度と振り比例限度との関係

冷間加工後 732°C で 2h 時効処理した試片の振り比例限度は Fig. 3 に示す通りである。これによると加工度 20% の試片は第Ⅰ報の冷間加工を行なわない試片とほとんど同じ振り比例限度である。それ以上加工度が増加すると振り比例限度も増加するが 46% 加工度迄は 400~500°C 迄ほとんど減少せず 600~700°C で急激に減少する。55% 加工を行なつた試片は 89 kg/mm<sup>2</sup> を示すが昇温と共に振り比例限度の減少は著しく特に 500°C 以上では急激に減少する。

IV. 結 言

以上の実験結果によると Refractaloy 26 型合金を時効処理前に冷間加工を行なうと硬さ振り比例限度を増加する。硬さの増加は加工後の時効処理温度が 649°C の時は 44h, 732°C では 2h で最高になるが、816°C では時効処理によつて減少する。横弾性係数は冷間加工によつてほとんど変化しない。振り比例限度は冷間加工 55% が最も高く、冷間加工を行なわない試片より 40~50% 高く 80~90 kg/mm<sup>2</sup> を示している。昇温による横弾性係数と振り比例限度の減少は 400~500°C 迄ゆるやかに 600~700°C で急激に減少する。

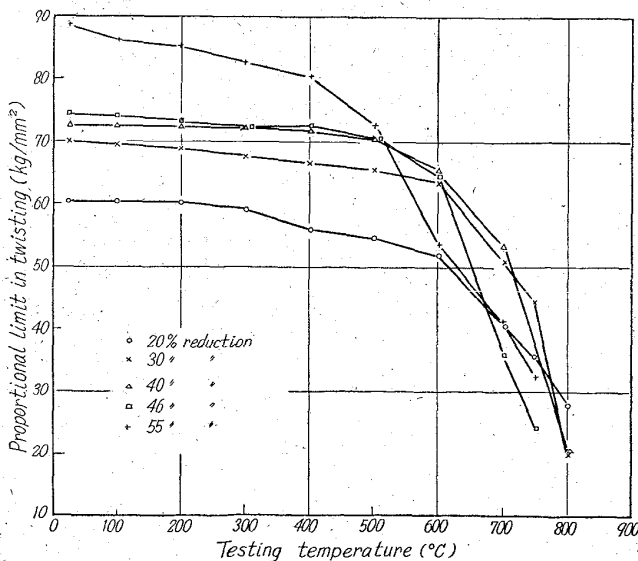


Fig. 3. Effect of testing temperature and reduction on proportional limit for refractaloy 26 type alloy.

文 献

- 1) ASTM: Report on the elevated-temperature properties of selected super-strength alloys, 160 (1954), p. 144~148
- 2) P. R. TOOTING and F. C. HULL: Proc. ASTM, 52 (1952), p. 791~803
- 3) 上正原・金井・関・内山: 鉄と鋼, 49 (1963), p. 617~620

669,018,27,539,557,621,3  
 1785:539,4,016,3  
 (167) Refractaloy 26 型合金の繰返し加熱ばね特性について 63357

(ばね用超合金の研究—Ⅳ)

三菱鋼材

1578~1580

○上正原和典・関不 二雄

金井 良昭・工博 内山 道良

On the Spring Properties of Refractaloy 26 Type Alloy under Repeated Cycle of Heating.

(Studies on super alloys for spring—Ⅳ)

Kazunori KAMISHOHARA, Fujio SEKI,

Yoshiaki KANAI and Dr. Michira UCHIYAMA.

I. 結 言

耐熱合金の高温強度の目安としては従来熱間引張・クリープ・ラプチャー・衝撃・硬度試験などが行なわれているが、試験時における熱的経歴はほとんど1回限りという単純なものである。ところではねのような部品にあつては当然何回となく熱的経歴(以下熱サイクルと呼ぶ)が繰返される場合があり、ばねにおいてよく知られているセットの現象に類似した効果が予想される。そしてこれは最終熱処理としての析出処理、および熱サイクルの過程における温度・時間に応じた析出によつて大きく左右されることは想像に難くない。

また一方において耐熱合金を極めて短時間に加熱(数十~数百 °C/S)した際の強度についての研究が進められており、部品としてのばねについてもある程度の急速な加熱による実験が望まれる。

筆者らは析出処理後のばね性能の使用中の熱サイクルに対する安定度の規準を決定する一助として Refractaloy 26 型合金製圧縮コイルばねを用い、一定応力の下でばねに直接交流を通すことにより急激に加熱(数十 °C/s)する方式で熱サイクルを加えた際の撓みの変化について実験を行ない、一応の結果がえられたので報告する。

II. 試料および実験方法

本実験に用いた試料は第Ⅰ報<sup>2)</sup>と同じ成分の 4mm φ 線から溶体化処理(982°C×2h, 油冷)後、外径 30mm φ, 総巻数 7.5, 有効巻数 5.5, 自由長 101mm の圧縮コイルばね<sup>3)</sup>を作り、これに析出処理(732°C×9h, 空冷)を施したものである。

試験機は容量 1.5t のクリープ・ラプチャー試験機で、これの保持装置(ばねに圧縮荷重が掛るよう設計)にばねを取付け、ばねに荷重を加えた状態で直接交流を通電

(溶接用トランスを使用; 容量 12 KVA; 1次 200V, 2次 11~6V) し, ある温度まで加熱する. ただし測温はテンピルスティックを用い, ばね中央のコイル表面について行なつた. 予定の温度に達した瞬間に止電し, コイルの表面温度 (P-PR 熱電対により測温) が 50°C に低下するまで放冷する. ばねの温度が 50°C になると同時に再び通電し, 上記の操作を繰返し (30 回), この間におけるばねの撓みの変化を 1/100mm 目盛のダイヤルゲージで読取る.

試験は荷重一定(すなわち応力一定)の下で限界温度を 128~816°C の種々段階に変化した場合と, 限界温度一定の下で荷重を 12.2~57.3 kg の種々段階に変化した場合について行なつた.

III. 実験結果

30 回の繰返熱サイクル (荷重 27.3 kg) 後のセット量測定結果を Fig. 1 に示す. 約 500°C まではほとんど影響を受けていないが, 700°C を超えるとセット量は極めて顕著に増大する.

最高加熱温度 (熱サイクルの上限温度) が一定 (593°C) の場合の荷重とセット量 (30 回の熱サイクル後)

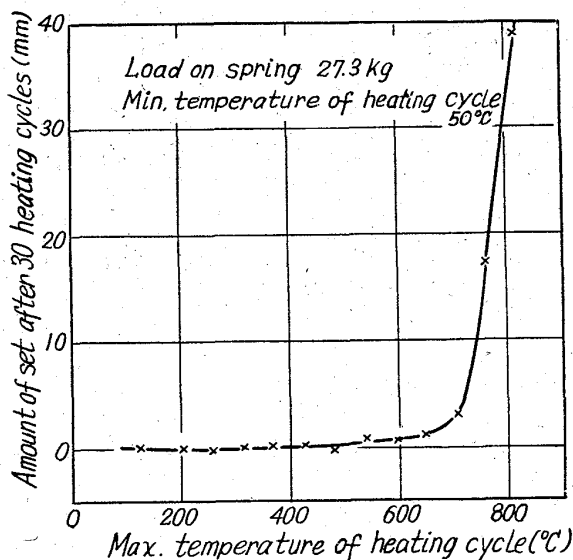


Fig. 1. Effect of the max. temperature of heating cycle on the amount of set of spring after 30 heating cycles.

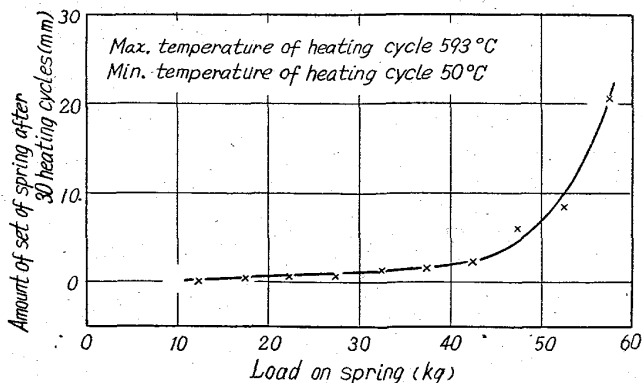


Fig. 2. Effect of the load on the amount of set of spring after 30 heating cycles.

との関係を Fig. 2 に示すが, 40 kg 位迄は徐々に, それ以上では急激に増大している.

50°C と限界温度との間における総撓みは横弾性係数 G の減少による撓みと熱膨張との差として現われるが, これと限界温度との関係を Fig. 3 に示す. ただし荷重は一定 (27.3 kg).

次に 50°C と 593°C との間における総撓みと荷重との関係を Fig. 4 に示すが当然直線関係であり, また荷重 0 kg のときは熱膨張の影響のみ現われる.

Fig. 1 および Fig. 3 からセット量 (30 回の熱サイクル後) 0.2~10% に対する捩り応力 (Wahl の修正係数を 1.231 として計算) —温度 (熱サイクルの上限温度) 線図が Fig. 5 の如く得られる. これと 1 回の荷重-撓み試験結果<sup>3)</sup>と比較すると使用可能温度範囲は 200~300°C 狭くなることになる.

IV. 結 言

以上の実験により次のことを知りえた.

- 1) 熱サイクルを繰返すとばねにはセットが生じる.
- 2) セットの程度はばねに施こされた熱処理, ばねに

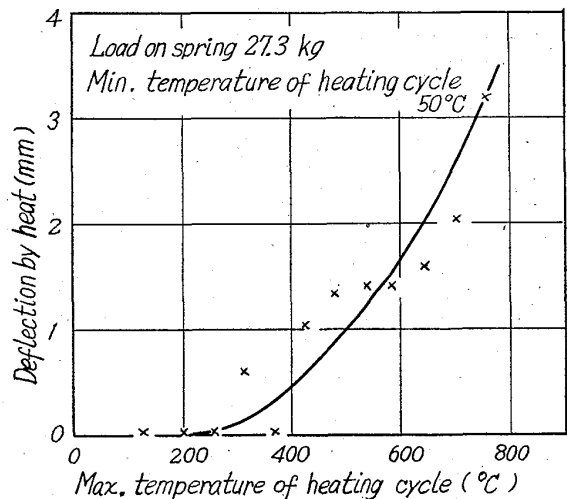


Fig. 3. Effect of the max. temperature of heating cycle on the deflection by heat.

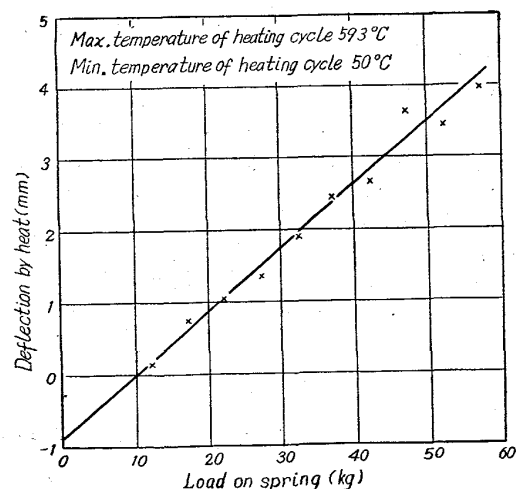


Fig. 4. Effect of the load on the deflection by heat.

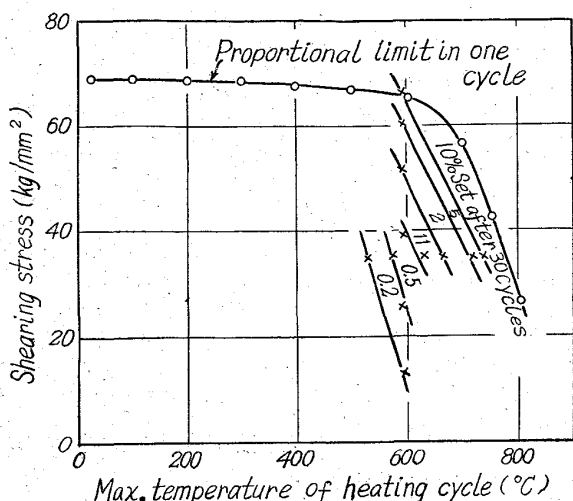


Fig. 5. Effect of the shearing stress and the max. temperature of heating cycle on the set of spring after 30 heating cycles.

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<sup>1)2)</sup>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/mm<sup>2</sup>, 10~80 kg/mm<sup>2</sup>, 10~90 kg/mm<sup>2</sup> 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/mm<sup>2</sup>, 10~80 kg/mm<sup>2</sup>, 10~90 kg/mm<sup>2</sup> 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/mm<sup>2</sup> 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/mm<sup>2</sup>, 35 kg/mm<sup>2</sup>; B2, 35 kg/mm<sup>2</sup>, 29 kg/mm<sup>2</sup>; B3, 38 kg/mm<sup>2</sup>, 36 kg/mm<sup>2</sup>, 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

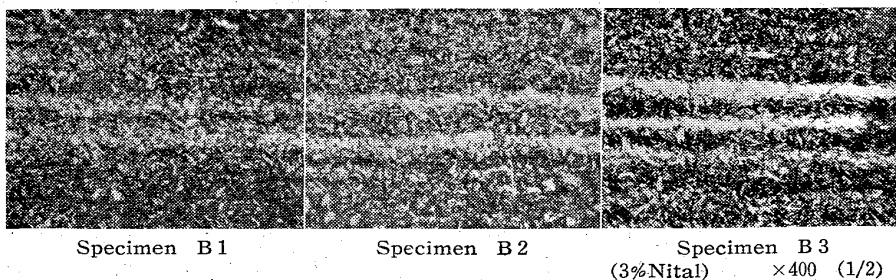


Photo. 1. Banded structure of specimens.