

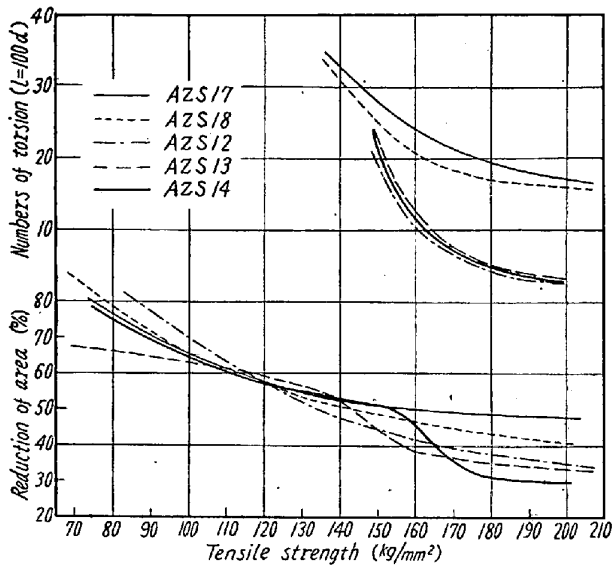


Fig. 3. Effect of carbon content on tensile strength, number of torsion and reduction of area.

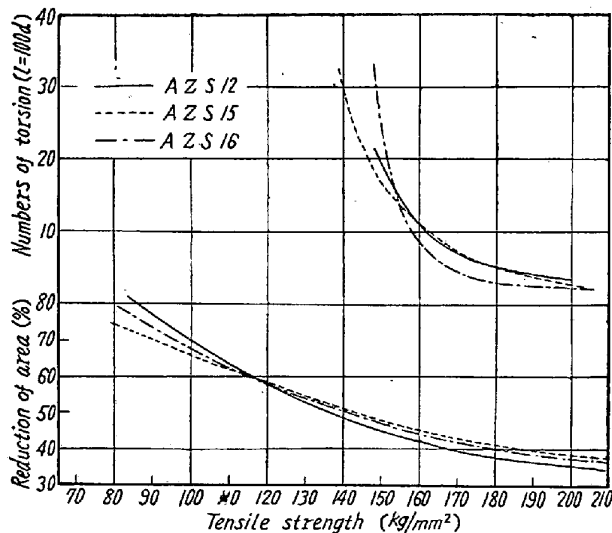


Fig. 4. Effect of carbon and vanadium content on tensile strength, numbers of torsion and reduction of area.

している。

絞りには捻回数ほど顕著な差が認められない。また V, B の影響はほとんど認められない。

#### (3) 疲労試験

16Cr-2Ni ステンレスばね鋼線およびバネ用硬鋼線 (SWRH4A) の繰返回転曲げ試験結果を Fig. 5 に示す。高応力側では両鋼種の間にほとんど差は認められないが、疲労限およびその近くの低応力側では SWRH4A の方が強い値を示すがこれは抗張力の差によるものと思われる。

#### IV. 結 言

(1) 16Cr-2Ni ステンレスばね鋼線中の C が 0.17%

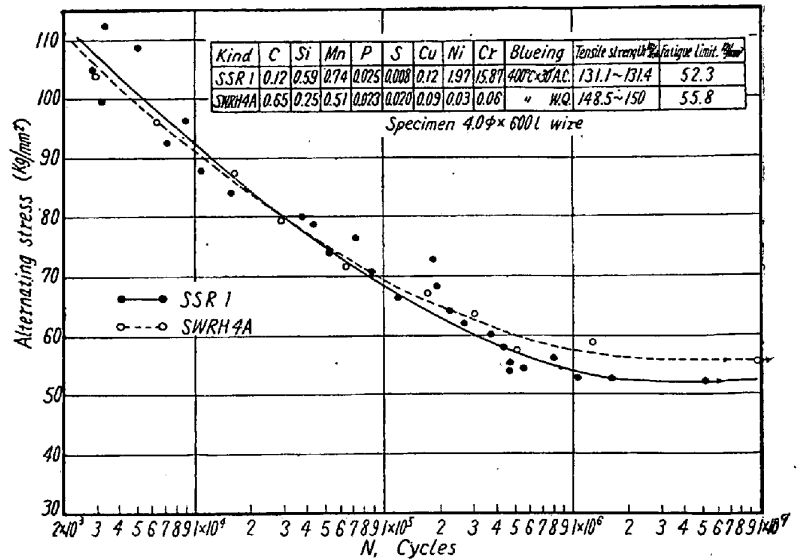


Fig. 5. Reversed rotative bending fatigue data on both wires of 16Cr-2Ni stainless steel and SWRH4A plain carbon steel.

以上になるとその材質は脆くなる傾向があり、抗張力の増加とともに捻回数は急激に減少する。0.13% C 以下ではこの傾向は小さい。

(2) 16Cr-2Ni 鋼線の機械的性質によぼす V, B の影響は軽微である。

(3) 16Cr-2Ni の疲労限はバネ用硬鋼線に比較してしばしば小さい値を示す。

#### (150) 9% W-Cr-V 系バネ材料の恒温熱浴処理の研究

(バネ材料に関する研究—VIII)

熊本大学工学部 工博 堀田 秀次

Study on Austempering of 9% W-Cr-V Series Spring Materials.

(Study on spring materials.—VIII)

Dr. Hideji Hotta.

#### I. 緒 言

高温用バネ材料に関する研究として、著者は既往において各種の研究発表を行ない、前回の第7報においては主として Si-Mn 鋼と 9% W-Cr-V 系合金工具鋼 (SKD5) の熱処理と常温高温における硬度試験および振り試験その他の試験成績との関係について報告したが今回はこれに引き続き第8報として 9% W-Cr-V 系合金工具鋼 (SKD5) について熱膨脹試験、恒温変態曲線、恒温熱浴処理後の硬度試験、引張試験、ヤング率の測定シャルピー衝撃試験および顕微鏡などに関して施行した試験経過の概要につき報告する次第である。

Table 1. Chemical compositions of SKD 5.

| Types of steel | C    | Si   | Mn   | P     | S     | Cr   | W    | V    |
|----------------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|
| SKD 5 (A)      | 0.22 | 0.14 | 0.52 | —     | —     | 1.81 | 8.97 | 0.65 |
| SKD 5 (B)      | 0.27 | 0.16 | 0.38 | 0.027 | 0.005 | 2.51 | 9.62 | 0.35 |

## II. 供 試 材 料

## (1) 化学成分

供試材料として Table 1 に示す化学成分を有する 9 %W-Cr-V 系合金工具鋼 (JIS 記号: SKD 5) を使用した。

## (2) 熱処理

上記合金工具鋼 (SKD 5) の熱処理は、後述の恒温変態曲線の成績より Fig. 1 の熱処理曲線に示す通り、加熱温度 1,100°C より salt bath ( $\text{KNO}_3 50 : \text{NaNO}_3 50$ ) の温度 350°C, 450°C, 600°C に各 60 分保熱後空冷した。

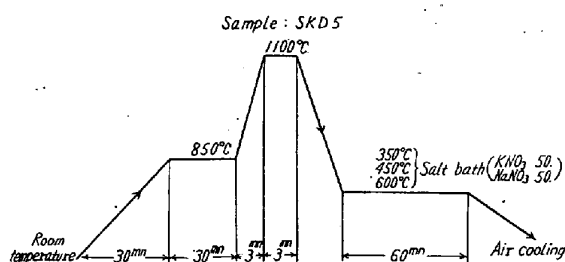


Fig. 1. Heat-treatment curve.

## III. 試験の経過ならびに成績

## (1) 熱膨脹試験

本多式全膨脹計により加熱冷却速度を約 10°C/3mn とした場合、SKD 5 (B) の加熱変態点  $A_c$  は 795°C ~ 870°C, 冷却変態点  $A_r$  は 775°C ~ 720°C である。

## (2) 恒温変態曲線

SKD 5 (B) の試料寸法  $12\phi \times 12\text{mm}$  につき、1,100°C  $\times$  3mn より 300°C ~ 650°C までの 50°C ごとの塩浴におおの 30 s, 1, 2, 5, 10, 30mn, 1, 2, 5 h 保熱後水冷し、顕微鏡組織、ロックウエル C スケール硬度などより恒温変態曲線を求めた。これが試験結果より加熱温度 1,100°C からの salt bath の温度はそれぞれ 350°C, 450°C および 600°C  $\times$  1 h 空冷を選択した。

## (3) 硬度試験

SKD 5 (A) と (B) とにつき、ロックウエル C スケール硬度ならびにヴィッカース硬度試験を施行した。その結果は Table 2 に示す通り両鋼種ともおおむね 450°C オーステンパーのものの硬度が最大で 600°C および 350°C オーステンパーの順に硬度は低下する。また (B) は (A) よりも概して硬度やや大である。

Table 2. Hardness value (HRC &amp; Hv) of SKD 5.

| Heat treatment                                          | No. | A    |     | B    |     |
|---------------------------------------------------------|-----|------|-----|------|-----|
|                                                         |     | HRC  | Hv  | HRC  | Hv  |
| 1, 100°C $\rightarrow$ 350°C $\times$ 1 hr Austempering |     | 45.3 | 455 | 46.3 | 495 |
| 1, 100°C $\rightarrow$ 450°C $\times$ 1 hr              |     | 48.0 | 530 | 50.6 | 580 |
| 1, 100°C $\rightarrow$ 600°C $\times$ 1 hr              |     | 47.2 | 488 | 50.2 | 540 |

## (4) 引張試験およびヤング率の測定

SKD 5 (B) について 20,000 lbs オルゼン型万能試験機により引張試験を施行した。その結果、降伏点および引張強さは上記硬度成績とほぼ同様の傾向を示す。またこれがヤング率を測定した結果、350°C オーステンパーのものは 20,000 kg/mm<sup>2</sup>, 450°C オーステンパーは最大で 23,500 kg/mm<sup>2</sup>, 600°C オーステンパーは 20,300 kg/mm<sup>2</sup> である。

## (5) シャルピー衝撃試験

SKD (B) につき 30 kg-m シャルピー衝撃試験機により試験の結果は、概して 450°C オーステンパーの衝撃値が最小で、350°C, 600°C の順に衝撃値は大となる傾向を示す。

## (6) 顕微鏡試験

SKD (A) および (B) の両鋼種を 2% Nital で腐食し顕微鏡試験の結果、一般に 350°C オーステンパーのものはおおむねベーナイトと複炭化物が認められ、450°C オーステンパーのものはマルテンサイト、ベーナイトと複炭化物、600°C オーステンパーはマルテンサイトと複炭化物などが認められる。

## IV. 総 括

上記諸実験の結果を総括すると概要つぎの通り述べることができる。

(1) 9% W-Cr-V 系合金工具鋼 (SKD 5) につき熱膨脹試験の結果、加熱変態点  $A_c$  は 795°C ~ 870°C で、冷却変態点  $A_r$  は 775°C ~ 720°C である。

(2) 硬度および顕微鏡試験などより恒温変態曲線を作製し、これより塩浴温度を選定した。

(3) 硬度を測定の結果、450°C オーステンパーの硬

度は最大で 600°C および 350°C オーステンパーの順に硬度は低下する。

(4) 引張試験の結果、降伏点および引張強さは上記硬度成績とほぼ同様の傾向を示す。またこれがヤング率は 450°C オーステンパーががいして最大の値を示す。

(5) シャルピー衝撃値を計測した結果、がいして 450°C オーステンパーのものの衝撃値は最小で、350°C および 600°C の順に大となる。

### (151) 軸受鋼の恒温変態による球状化焼鈍について

住友金属工業鋼管製造所

工博○三好 栄次・川野 和男

#### Spheroidizing in Ball-Bearing Steel due to Isothermal Transformation.

Dr. Eiji Miyoshi and Kazuo Kawano.

#### I. 緒 言

高炭素クロム鋼による軸受鋼の球状化焼鈍は一般に長時間を要するものであるから短時間に完成させようという試みは多い。中でも恒温変態を利用する方法は新しいことではない。しかしこの方法を系統的に研究して可能な限界を求める研究はいまだない。故本多博士や近藤氏は最高加熱温度と恒温変態温度における保持時間を一定として球状化の可能な温度範囲を決定している。本研究は種々の最高加熱温度に対して恒温変態によつて球状化する過程を詳細に研究し、この結果を基にして球状化焼鈍時間の短縮化を計ろうとするものである。

#### II. 実 験 方 法

8 t のエルー式電弧炉で溶解された 1.5 t の鋼塊より試験片の素材は採取された。高温均熱加熱処理後圧延鍛造により試験片が製作された。試験片の寸法は巾 15mm 長さ 30mm、厚さ 3mm である。すべての試験片は試験片の状態焼準された。焼準方法は 930°C に 1 h 加熱後空冷する方法によつた。試験片の加熱はすべて塩浴を使用して保持時間の正確を期した。したがって加熱炉は最高加熱温度と恒温変態温度の二基の炉を使用した。加熱後は水冷し、表面層を約 1mm 研磨除去して硬度測定ならびに顕微鏡試料に研磨した。

#### III. 実 験 結 果

##### 1) 硬度測定による恒温変態の状態

高炭素クロム鋼の加熱時の変態点は 750°C 前後であるから最高加熱温度の下限として 760°C を選び、20°C

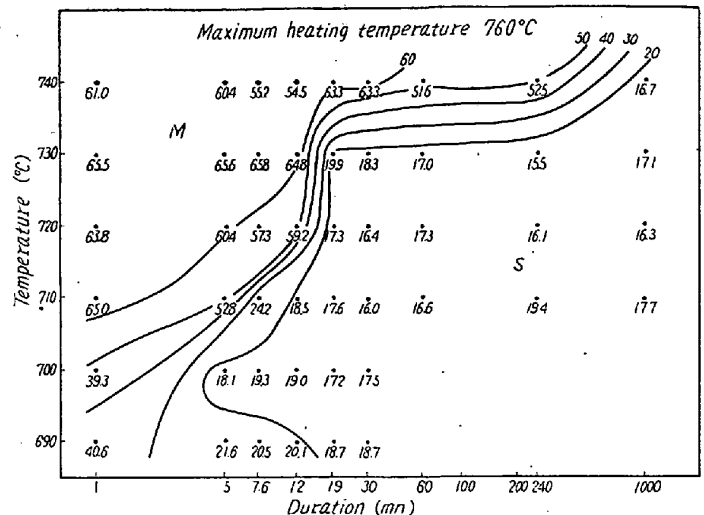


Fig. 1. Hardness and phase changes in ball-bearing steel during isothermal transformation.

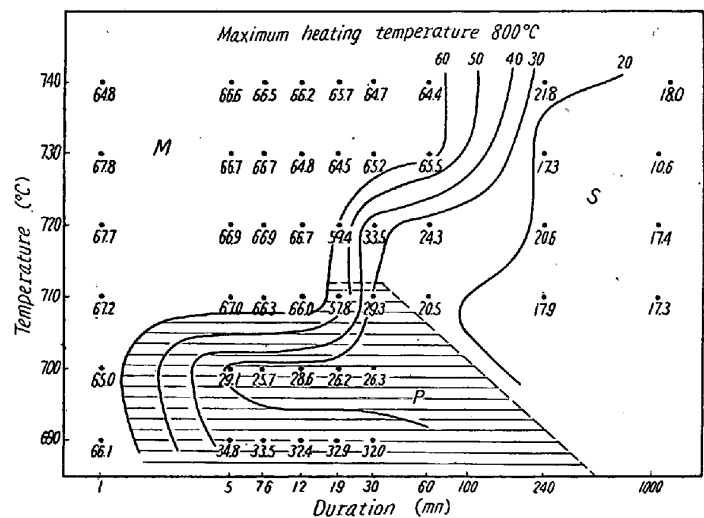


Fig. 2. Hardness and phase changes in ball-bearing steel during isothermal transformation.

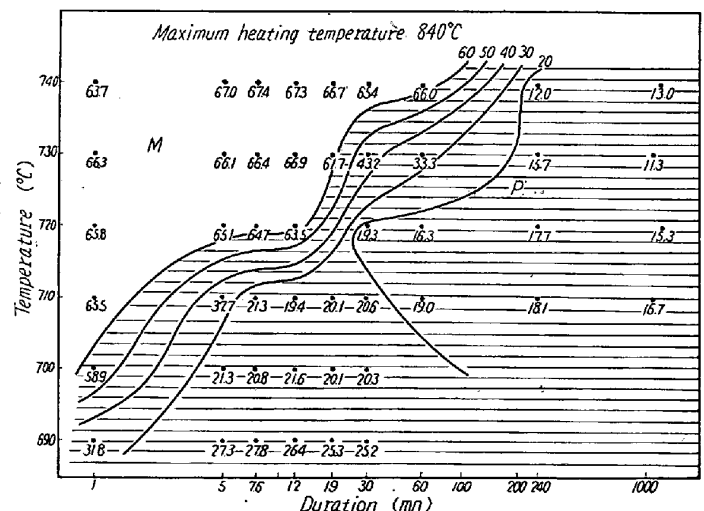


Fig. 3. Hardness and phase changes in ball-bearing steel during isothermal transformation.