

軸受鋼の顕微鏡組織について⁽¹⁾

近 藤 正 男
山 田 正 夫
池 田 正 夫

On the Microstructure of the Ball Bearing Steel

Masao KONDO
Masao YAMADA
Masao IKEDA

This investigation researched the relation between the microstructure of the ball bearing steel and its heat treatment conditions.

New structure, so called as "Tortoise-Shell Structure" for the present, was observed. This structure was shown remarkable on the martensitic structure under deep etching in alcohole solution with picric acid.

Under microscope the coloured part of the structure is Bainite and the other part is Martensite as shown photo 1.

I 緒 言

軸受鋼の熱処理については、既に多くの研究があり、その焼入及び恒温変態については、既に著者の一人が詳しく研究を発表しているが、焼入鋼の顕微鏡組織については、なお二三の疑問が残されているので、我々はその点について研究をした。

焼入硬化した軸受鋼は、セメントタイトと緻密なマルテンサイトから成るものであるが、deep etching をすると、マルテンサイトの中に着色する部分が亀甲状に現われて来る。我々は一応これを「亀甲状組織」と名付けて置く。著者等はこの亀甲状組織の出る焼入条件について、種々検討したので、その結果の概略を以下に報告したい。

II 研究試料と研究方法

研究に使用した試料は表1に示すものである。

表 1. 軸 受 鋼 の 成 分 (%)

C	Si	Mn	S	P	Cr
0.95~1.05	0.15~0.35	0.50以下	0.030以下	0.030以下	1.20~1.60

検鏡用試料の大きさは23mm×15mm×5mmで、焼鈍して球状パーライト組織とし、焼入温度を780°Cより900°C迄20°C間隔に変化させて、油焼入と水焼入とを行つた。焼入液は白紋油或は10%食塩水である。

焼入或は焼戻膨脹曲線は、佐藤式及び本多式によつて求めた。更に本研究では硬度、圧碎値をも求めた。

Ⅲ 焼入曲線について

佐藤式焼入試験機によつて、焼入温度・焼入方法が、焼入曲線に及ぼす影響を求めた。

図1-a, 図1-b はその焼入曲線であつて、変態点を曲線上に矢印で示して置いた。焼入温度と、図-1 の矢印で示す変態点との関係を図示すると図-2 の様になる。即ち、油焼入では、800°C 以上になるとマルテンサイトが得られるが、それより低温度から焼入すると、ツルースタイトとベイナイトの混合組織である。そして820°C 以上ではベ

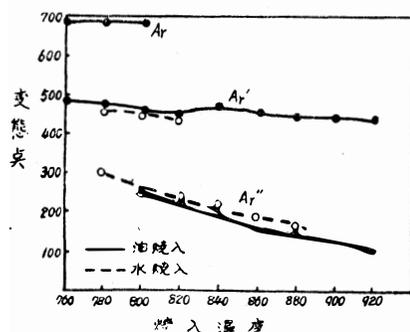


図-2 焼入温度と変態点の関係

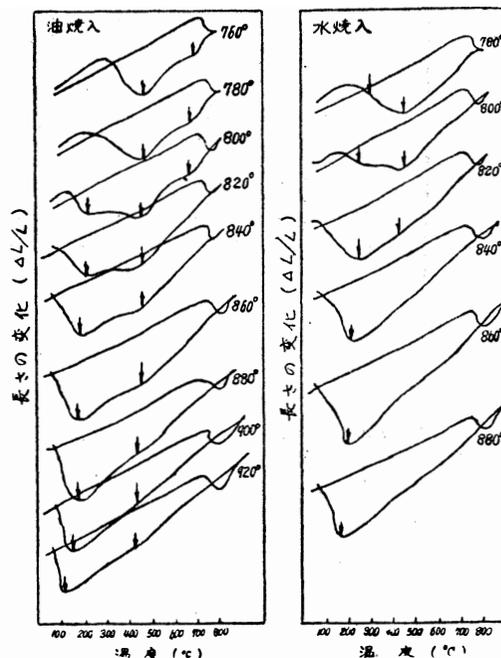


図1-a軸受鋼の焼入曲線 (油焼入)

図1-b軸受鋼の焼入曲線 (水焼入)

イナイトとマルテンサイトとの混合組織である。

水焼入では、実験した範囲ではどれにも、マルテンサイトを認めたが、820°C 以下ではベイナイトとマルテンサイトとの混合組織になつている。

Ⅳ 亀甲状組織について

上記の焼入曲線をとつた試料について、前記の亀甲状組織の有無を検すると、油焼入の場合は780°C 以上に現われ、780°C 以下の油焼入の場合には全面が黒くエッチされてしまう。又水焼入の場合は820°C 以下の場合に現われるのであつて、図-2 と比較すると、この亀甲状の組織は軸受鋼に於けるベイナイトに対応しているものと思われる。

この試料をピクリン酸ソーダ水溶液中で約80°Cに30分~1時間エッチすると亀甲状とは又異つた、久道氏の所謂「雲状組織」が現われるが、この組織は、油焼入の場合には780°Cでかすかに現われ、800°C 以上のすべての焼入のものに認められ、しかもそれは、焼入温度の高い程増加して来る。一方水焼入の場合には、これは820°C 以下の温度で現われ、それ以上からの焼入温度では、全面が着色する。

結局、亀甲状組織組も雲状組織も、ベイナイトとマルテンサイトの共存している温度で現われることになるが、写真1 (820°C 油焼入のもの、ピクリン酸3%アルコール溶液 deep etch) と写真2 (830°C 油焼入のもの、ピクリン酸ソ



写真 - 1

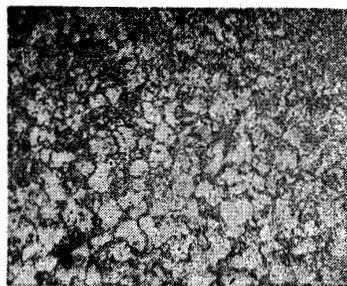


写真 - 2



写真 - 3

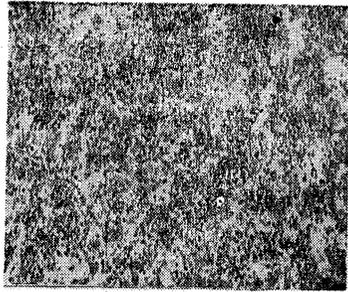


写真 - 4

ピクリン酸ソーダでエッチしたもので、セメンタイトは黒色に着色し、雲状組織は認められず、写真4は同じ試料をピクリン酸アルコール溶液で強く腐蝕したもので、亀甲状組織は認められない。

ーダでエッチ)と比較してわかる様に、前者の黒色部分が後者で白く、前者で白い部分は後者で黒く出ている、即ち前者の黒色部分がベイナイトの部分に相当し、後者の黒色部分がマルテンサイトに相当している様である。

写真3は840°C水焼入後、ピ

V 焼戻膨張曲線と残留オーステナイト

油焼入を行つた試料について、本多、佐藤式熱膨脹計を使用して、焼戻膨脹曲線を求め、残留オーステナイト量の比較を行つた。図-3はその曲線で760°Cから20°Cおきに940°C迄とつたものであり、図-4は残留オーステナイト分解の開始温度(図中記号A)と分解終了温度(図中記号B)とを求めたものであり、図-5は残留オーステナイトの分解量(図中記号a)を求めたものである。800°C~820°C焼入で、残留オーステナイトは急激に増大する。マルテンサイトが急に増加して、ベイナイトの減少する温度と

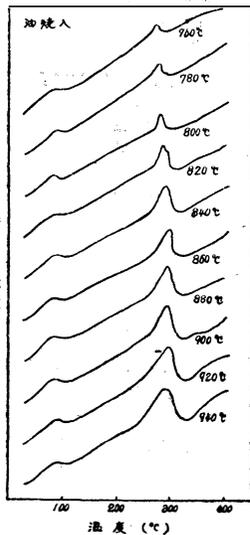


図-3 油焼入した軸受鋼の焼戻曲線

残留オーステナイトの急に増加する温度と一致しているので、マルテンサイトは相当の残留オーステナイトを含有しているものと考えられる。

VI 焼入温度と機械的性質

図-6は、油焼入、水焼入の場合の焼入温度と硬度との関係を示す。水焼入では820°Cに、油

焼入では840°C或は860°Cに硬度の最高が認められているが、これは、低温度から焼入したものにベイナイトが多く、高温から焼入したものには、残留オーステナイトが多いことに起因するも

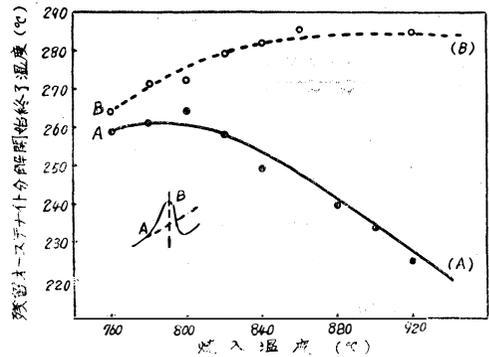


図-4 残留オーステナイト分解開始及終了温度

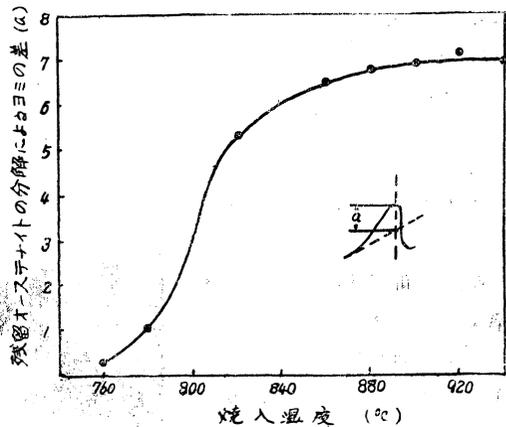


図-5 残留オーステナイト分解量と焼入温度

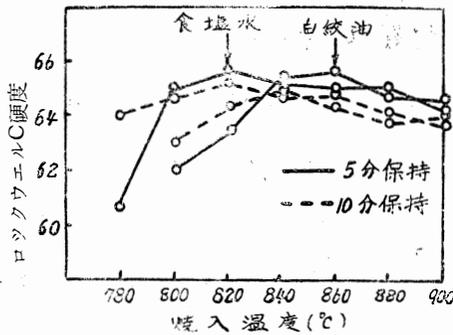


図-6 硬度と焼入温度との関係
(川口) 水温28°C油温40°C

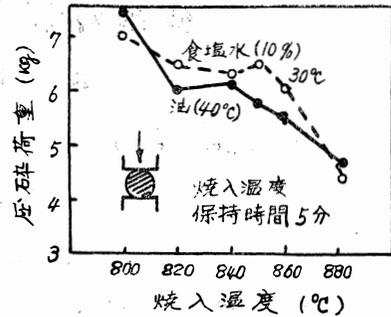


図-7 焼入温度と圧砕値

のである。

図-7 には圧砕値と焼入温度との関係を示したが、図中に記した様な荷重方法によつたものであつて、一般に焼入温度が高くなるに従つて、圧砕荷重は低下して行くが820°~840°C には、水焼入の場合も油焼入の場合にも、圧砕荷重のあまり変化しない部分がある。

Ⅶ 総 括

軸受鋼の焼入したものに認められる所謂「亀甲状組織」を雲状組織と比較して、試料の焼入曲線焼戻曲線から検討し、機械的性質をも附記した。その結果を総括すると次のようになる。

1. 油焼入の場合、780°C以下の温度から焼入した場合はベイナイトとツルースタイト、820°C以上ではベイナイトとマルテンサイトから成つている。
2. 水焼入の場合、820°C 以下ではベイナイトとマルテンサイト、それより上の焼入温度ではマルテンサイトになつている。
3. ピクリン酸ソーダで腐蝕した場合に認められる雲状組織の着色部分は マルテンサイト、白色部分はベイナイトである。
4. ピクリン酸アルコール溶液で強く腐蝕した場合に認められる 亀甲状組織の着色部分はベイナイト、着色しない部分はマルテンサイトである。

註 1. 本研究は昭和26年10月、日本金属学会秋季大会に発表したものである。