

669.14.018.29;539.22  
;621.785.6:620.192.43

Table 3. Life of specimens. (%) (mn)

Quench. temp.	820°C	840°C	860°C
Spheroidal cementite large	356	414	484
	440	223	587
	486	598	413
	89	186	870
	382	394	478
	314	1408	515
	229	439	
	417	302	
Mean	340	505	558
Small	454	829	759
	561	354	454
	344	468	818
	198	855	401
	421	419	504
Mean	396	811	586

る。これらの諸現象についてはつぎのように説明できると考える。

炭化物が小さいときには炭化物全体の表面積は大となり、地への C, Cr などの溶け込みが速に行なわれるため寿命に対し適正な地の強さが得られやすい。これに対し炭化物大のときには表面積が小さいため C, Cr の溶け込みは前者より少くなり、粒度小の場合と同等に溶け込ますには焼入温度を上昇させねばならない。しかし焼入温度が高くなれば結晶粒の粗大化、残留オーステナイトの増加など好ましくない現象が生じ、地の C, Cr 濃度は増加するが強さは逆に低下し最高寿命が得られないまま寿命が低下するようになると考えられる。したがって炭化物粒度が大きい場合の最大寿命における残留炭化物量と、粒度小におけるそれとは当然相違するものと考えられ、たまたこれより寿命、同一残留炭化物量における圧壊強さなどが炭化物粒度の小さいとき優れていることがうなづける。

#### IV. 結 言

焼なまし後の球状化炭化物粒度の大きさと圧壊強さ、寿命などとの関係につき調査した結果つぎのことがわかった。

- (1) 焼入硬さは、球状炭化物粒度小の方が大であり、また熱処理条件の感受性も鈍くなる。
- (2) 圧壊強さは同一焼入温度では球状化炭化物小の方が低いが同一残留炭化物量では高い。
- (3) 寿命については球状化炭化物の小さい方が大で、平均  $0.5 \sim 1.0 \mu$  のものと平均  $2.5 \sim 3.5 \mu$  のものとの寿命比は 1.5:1 であった。

以上の結果から軸受の強度および寿命を向上させるためには球状化炭化物粒度を小さくすべきで、したがって焼なまし時間をできるだけ短くできるよう焼なまし時の材料質量を小さくし連続式などの恒温焼鈍方法を採用することが望まれる。

### (132) 軸受鋼のファイバー方向および直径方向位置と寿命との関係

光洋精工

○前川良雄・森原源治・中川 省

#### Relation between Fiber Orientation and Life, Radial Position of Bar and Life in Bearing Steel.

Yoshio MAEKAWA, Genji MORIHARA and Akira NAKAGAWA.

#### I. 緒 言

鋼塊を製造するとき、溶鋼の凝固過程で樹枝状晶が生成する。しかしこの樹枝状晶は鋼塊中一様ではなく鋼塊の外周部と中心部では異なる。軸受鋼のように高級な材料については、このような現象をできるだけ少なくするため脱酸、均熱処理などに特に注意が払われ比較的良好であるがまだ充分とはいえない。

棒材は鋼塊より鍛造、圧延加工により作られるが、その過程において樹枝状晶は加工方向に延伸されファイバー組織を呈する。このように加工方向に組織が延伸されると材質的に異方性をもつようになり、伸び、絞りおよび衝撃値などが加工方向とそれに対して直角な方向では差のあることが認められており、ころがり疲れについても関係があると云われている<sup>1)2)</sup>。また鋼塊時の内外部の不均一性は棒材になつてからも残り、直径方向の位置により成分あるいは介在物が異なると云われている。したがって棒材の直径方向の位置により寿命も異つてくると考えられる。

現在までに報告されているファイバー方向と寿命との関係についてはこの直径方向の位置による寿命の相違を無視して実験されているため、ここにおいてはこれを考慮してファイバーの方向と寿命との関係をより明確にすると同時に棒材の直径方向の位置と寿命との関係について調査を行った。

#### II. ファイバー方向と寿命との関係

##### (1) 試 料

##### 1) 試料の採取

高炭素クロム軸受鋼 2 種 (以下 SUJ-2 と略す) 105 mm  $\phi$  の焼ナマシ材より外径  $\times$  内径  $\times$  巾 = 70  $\phi$   $\times$  50  $\phi$   $\times$  30 l (mm) リングを作った。本リングの製品分析値を Table 1 に示す。

Table 1. Chemical composition. (%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Ni
1.04	0.31	0.38	0.011	0.009	1.39	0.20	0.22

このリングより Fig. 1 のごとく 5mm  $\phi$   $\times$  20mm l の針状コロ試験片を製作した。したがって、(a), (b) および (c) の各試料におけるファイバー方向は Fig. 1 の下ようになる。

##### 2) 熱 処 理

以上の各試料について熱処理条件と寿命の関係も併せて調査するため焼入温度をつぎのようにかえた。

焼入 810°C および 830°C  $\times$  30mn 保持後油冷 (油温 20°C  $\sim$  30°C)

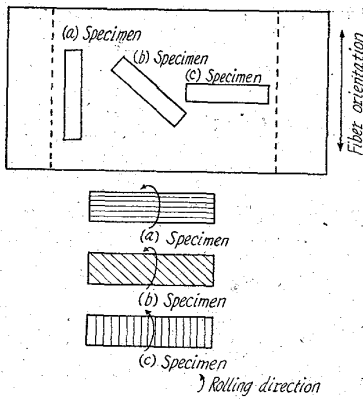


Fig. 1. Specimens.

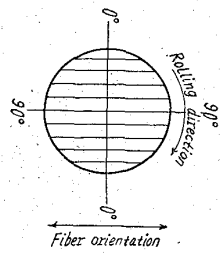


Fig. 2. Relation between rolling direction and fiber orientation of (C) specimen.

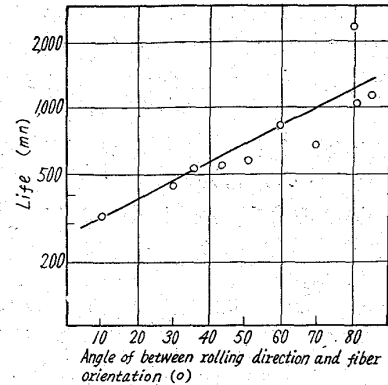


Fig. 3. Relation between life and angle of fiber orientation of (C) specimen.

焼モドシ 160°C × 90mn 保持後空冷

(注: 焼モドシは 810°C および 830°C いずれの処理を行つたものも同一に行つた.)

以上の熱処理にて試料の焼モドシ後のカタサはつぎのようになった。

810°C 焼入のもの 61~61.5 HRC  
830°C 焼入のもの 62~62.5 HRC

3) 仕 上

試料は熱処理後、センターレスグラインダーにて研削を行い超仕上げを行つて 4.5mm φ ± 0.002 に仕上げた。

Table 2. Life of specimens. (mn)

Fiber orientation Quenching temp.	(a) Specimen	(b) Specimen	(c) Specimen
810°C	1,530	1,435	444
	1,560	600	828
	1,813	574	480
	796	1,998	661
	1,511	1,620	449
	588	463	487
	3,111	2,708	930
	1,615	701	192
	1,738	1,107	886
	2,693	1,827	143
	1,429	505	701
	2,852	470	1,483
	1,159	845	604
	1,985	569	512
	1,040	852	368
2,001	2,271	169	
Mean	1,715	1,160	580
830°C	1,553	668	1,036
	922	948	342
	2,733	290	1,117
	1,600	505	543
	1,435	2,016	844
	528	3,207	676
	1,791	738	2,412
	1,887	810	545
	1,784	3,433	439
5,227	1,500	570	
Mean	1,946	1,411.5	852.4

(2) 試験方法

試験機は早期寿命試験機を用い荷重は  $P_{max} 294 \text{ kg/mm}^2$  に行つた。

(3) 実験結果

寿命試験結果を Table 2 に示す。寿命の分布は対数正規分布をすることが知られているため Table 2 の数値を対数変換を行い分散分析をした結果焼入温度およびファイバー方向について 5% 以下の危険率で有意差のあることがわかつた。

以上の結果、つぎのことがわかつた。

1) (a) 試料のものもつとも寿命が長く (c) 試料のものはもつとも寿命が短くその比は約 2.5 : 1 であつた。また (a) 試料と (b) 試料での寿命の比は、約 1.4 : 1 であつた。

2) 焼入温度が 810°C より 830°C になると寿命が短くなり、その比は約 1.2 : 1 であつた。

3) ファイバー方向と寿命との関係は焼入温度の影響を受けない。

また本試験中 (b) または (c) 試料の、特に (c) 試料でのファイバー方向は Fig. 2 のごとくであり、転動方向とファイバー方向とのなす角度は 0° ~ 90° までである。したがつてどの角度部分でフレーキングを起しやすいか当然考えられる。Fig. 2 に示すごとくファイバー方向を 90° とし角度と寿命との関係を焼入温度 830°C の (c) 試料について調査した結果を Fig. 3 に示す。転動方向に対してファイバー方向が平行になれば寿命は短くなり、直角になれば寿命は長くなる。

(4) 考 察

文献 1) および 2) における棒材より削り出したリングについてファイバー方向と寿命との関係を調査した結果では、本実験の場合と同様な結果が得られている。しかしこの場合には棒材の直径方向の位置が考慮されずに実験されているため本実験の如く明確な相違が認められてない。

軸受における疲れの起点は非金属介在物であると云われており本試験結果におよぼした寿命の要因も非金属介在物およびその方向性にあると考えられる。

一般にアルミナあるいは酸化物系非金属介在物は鋼塊からの鍛造または圧延に際し十分に延引されないため、しばしば非金属介在物の圧延方向の側に間隙を作り時に

はダイヤモンド型になると云われている。したがって非金属介在物と地との結合状態は均一ではなく圧延方向と関係があり、また集中応力の受け方も相違してくると考えられる。これよりして圧延方向と寿命との間には関係があり、圧延の方向を示すファイバー方向と寿命との間に関係を認めたものと考ええる。

III. 直径方向位置と寿命との関係

(1) 試料

1) 試料の採取

IIにて使用した同じ材料より Table 3 のごときリングを製作した。以上のA, BおよびCのリングよりファイバー方向と同一方向に試料を採取した。試料の大きさは 5.0mm φ × 20mm ml である。

Table 3. Dimension of rings. (mm)

Mark	Outer dia.	Inner dia.	Width
A	100 φ	80 φ	30
B	70	50	30
C	40	20	30

2) 熱処理

焼入 830°C × 30mn 保持後油冷 (油温 20°C ~ 30°C)

焼モドシ 160°C × 90mn 保持後空冷

なお焼モドシ後のカタサは直径方向位置に関係なく、HRC 62.0~62.5 であつた。

3) 仕上げ

IIの場合と同様に仕上げた。

(2) 試験機および試験条件

IIの場合と同一の試験機および試験条件にて行つた。

(3) 実験結果

各試料の寿命を Table 4 に示す。これについて分数分析を行つた結果直径方向位置間に 1% の危険率で有意差が認められた。

Table 4. Life of specimens.

Specimen	(A) Specimen	(B) Specimen	(C) Specimen
Life	1875	1553	280
	1863	922	502
	1942	2733	527
	1167	1600	497
	5805	1435	2812
	1459	528	695
	2107	1791	1652
	4287	1887	476
	5464	1784	3374
	1364	5227	
	6482		
	1509		
	Mean	2902	1946

これより直径方向位置と寿命との関係は

	最外周部	外周部	中心部
寿命比	2.4	1.6	1
	1.5	1	0.62

となる。

(4) 考察

棒材の中心部は最外周部に比べいじりしく寿命が低下することが判明したが、これが何に起因するか以下考察を行う。

化学成分、含有ガス量および非金属介在物の清浄度について調査したが Ni 以外については直径方向位置による差は特に認められなかつた。

しかし、Ni, 多孔質性および偏析の程度は中心部になるほど悪くなつていのが認められた。したがってこれらが原因となつて中心部の寿命を低下させたと考えられる。

Ni については 0.4% まで寿命に影響を与えないと云われているが、Ni は A<sub>1</sub> 変態点をさげオーステナイトをより多く残留させ安定させる元素であるためむしろ地を弱める元素であると考えられ、そのために寿命が低下したと考えられる。

つぎに多孔質と偏析であるが、偏析が中心部に多く最外周部に少ないことは、溶鋼よりの凝固過程で、内外部の冷却速度の差により中心部に偏析は多くなるが、この他に一般に棒材に加工するに圧延加工が行われるが、この加工は外周に近い程鍛錬比が大きいいため、最外周部は偏析の破壊が行われやすく偏析が少くなるとともに組織が緻密になつたものと推察される。

以上のような理由で棒材の最外周部は寿命が向上したと考えられ、中心部の寿命が低くなるのは Ni の量が多いこと、偏析が多いことおよび圧延時の加工率が低いことが組合せられて寿命に影響をおよぼしたものと考えられる。(結言略)

文 献

- 1) 黒田, 山内: 日本機械学会講演会前刷 (1959), Nov., No. 12. *no. 62/33*
- 2) Thomas, L. Carter: NACA Technical Note 4216 (1958), Feb.

669.14.018.24:669.15'26-194:  
539.388.1:539.424:621.7.016.2  
(133) 軸受鋼の疲労寿命および圧壊値 620.186

におよぼす熱間加工方法および  
顕微鏡組織の影響 p.579~571

山陽特殊製鋼

瀬戸 浩蔵・高橋 国展

Effect of Hot-Working Process and  
Microstructure upon Enduring  
Limit of 1% C-1.5% Cr Bearing Steel.

Kozō SETO and Kuninobu TAKAHASHI.

I. 緒 言

高炭素クロム軸受鋼はベアリングとしての使用条件からみて、高度の材質的要求が荷せられ、従来から種々の研究がなされて来た。時に最近軸受鋼レース材の熱間押出法によるパイプ化が進んでいるので、著者はここにパイプ材と棒材の材質的相違を主体に一連の調査を行なつた結果の一部を報告する。

本実験においては、同一 Heat No. から押出鋼管と圧延棒材を種々の加工比に組合せて試作し、圧壊試験を