

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 A₁ 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

Table 1. Chemical composition of specimens. (%)

Heat No.	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
A	0.98	0.29	0.39	0.018	0.009	1.40	0.08	0.11
B	0.95	0.34	0.39	0.012	0.012	1.41	0.04	0.08
C	0.95	0.35	0.44	0.011	0.010	1.46	0.04	0.10
D	0.96	0.24	0.42	0.012	0.009	1.46	0.07	0.12
E	0.96	0.26	0.37	0.016	0.012	1.46	0.12	0.13
F	1.00	0.28	0.41	0.016	0.010	1.49	0.08	0.11

Table 2. Rolling and extrusion ratio of specimens and specimen size of compressive breaking test.

Heat No.	Hot-working process	Material size dia. or O.D/I.D. (mm)	Rolling and extrusion ratio	Specimen No.	Specimen size of compressive breaking test (mm) O.D×I.D×height (±0.05)
A, B, C	Rolling	110	10	a	97.0×80.0×20.0
		80	20	b	70.0×60.0×20.0
		65	30	c	60.0×53.5×20.0
	Extrusion	100.3/77.3	10	d	97.0×80.0×20.0
		73.5/57.2	20	e	70.0×60.0×20.0
		63.5/51.4	30	f	60.0×53.0×20.0
D, E, F	Rolling	65	48	g	60.0×51.0×20.0
	Rolling and extrusion	63.5/48.0	125	h	60.0×51.0×20.0

行なつて、熱間加工方法と加工比の影響を検討し、併せて炭化物粒度および熱処理温度の影響をもみた。

II. 供 試 材

熱間加工方法と加工比の影響を適確にみるため Table 1 の化学成分を有する高炭素クロム軸受鋼 (SUJ-2) を用いユージン・セジュールネ法による熱間押出鋼管と分塊大型圧延棒鋼を Table 2 のごとく作製した。

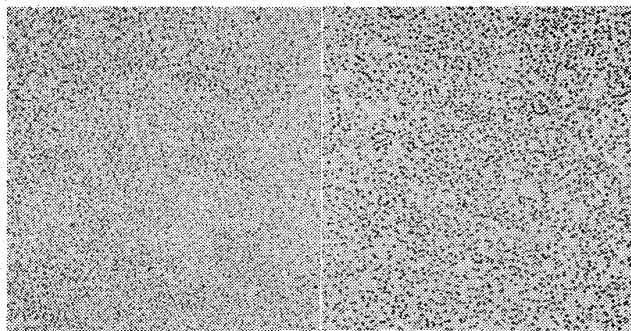
また、球状化処理は炭化物粒度が、Photo. 1 の程度に微粒および粗粒となるように焼ならし、焼なましを行なつた。

III. 実 験 方 法

各供試材は試験片に削出し、810°C、830°C、850°C に焼入 160°C に焼戻後試験した。

(1) 圧 壊 試 験

Table 2 に示す試験片を熱処理後オルゼン万能試験機



(a) (b) ×400 (1)

Carbide particle size, small (a) and rough (b)

Photo. 1. Microstructure of the test specimen after spheroidizing annealing.

で静荷重により圧壊にいたるまでの荷重を測定しつぎの組合せでそれぞれの影響をみた。

イ) Specimen No. a, b, c, d, e, f——同一加工比、同一外径における押出鋼管と圧延棒鋼の比較。

ロ) Specimen No. g, h——同一外径、すなわち、同一ベアリング型番となる押出鋼管と圧延棒鋼との比較。

ハ) Specimen No. a, b, c, h ならびに d, e, f, g——押出鋼管と圧延棒鋼における加工比の影響。

IV. 実 験 結 果

(1) 焼入焼戻硬度

試験片は 600°C に予熱後、810°C、830°C、850°C より油焼入し、160°C に焼戻したが、焼入硬度は炭化物粒度、試験片寸法に関係なく、810°C では H_{RC} 63.5、830°C、850°C では H_{RC} 64.5 を得るように、保持時間を選び、焼戻硬度は全て H_{RC} 62.5 を目標にした。

なお、従来の経験から焼入時のわずかな条件の差が、圧壊値に大きく影響するので、同一寸法の試験片は、同時焼入して条件が同じになるようにした。

同一保持時間で同時焼入を行なつた同一試片寸法の押出鋼管と圧延棒鋼について焼入硬度を比較すると、炭化物粒の微細なものは、押出鋼管からの試片の方が H_{RC} で約 0.5 度高い傾向にあつた。炭化物粒の粗粒のものは、この傾向は明かでない。(Fig. 1)。

(2) 圧 壊 試 験

圧壊値は試片寸法と圧壊にいたるまでの静荷重から次式によつて計算した引張応力で比較した。

$$\delta = -P/(\pi F) [1 - e/\{\lambda(r-e)\}]$$

$$\delta = \text{引張応力 } \text{kg/mm}^2$$

$$P = \text{圧壊荷重 } \text{kg}$$

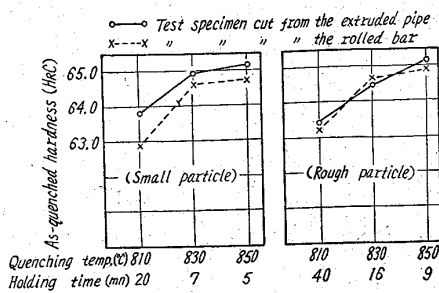


Fig. 1. Relation between as-quenched hardness and quenching temperature. (Test specimen size: 60×53×5×20mm)

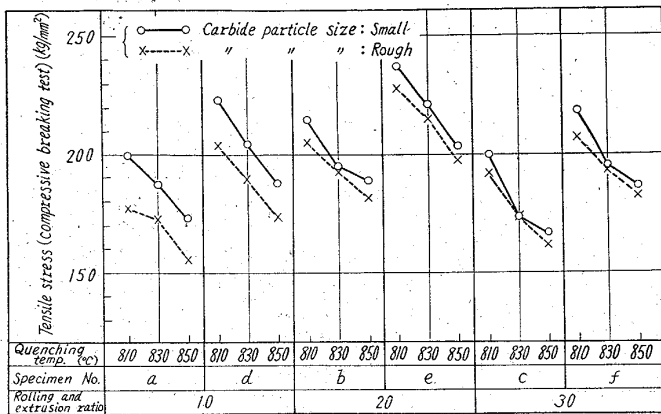


Fig. 2. Relation between tensile stress (compressive breaking test) and hot-working process.

$F = \text{リングの断面積 } \text{mm}^2$
 $e = (\text{リングの肉厚})/2$
 $r = (\text{リングの外径}) - e$
 $\lambda = 1/3(e/r)^2 + 1/5(e/r)^4 + 1/7(e/r)^6 + \dots$

得られた結果 (Fig. 2, 3) を要約するとつぎのごとくである。

イ) 加工比が同じで外径が同じ場合、それぞれ加工比が、10, 20, 30 の場合とも、押出鋼管の方が圧延棒材より 25%~10% 圧壊値が高い (Fig. 2)。これは、熱間押出の、加工の機構が圧壊値に好影響をおよぼしているものと思われる。

ロ) 同一外径の押出鋼管と圧延棒鋼では、押出鋼管の方が 30%~25% 圧壊値が大きい (Fig. 3)。これは、外径が同じで、同一型番のレー

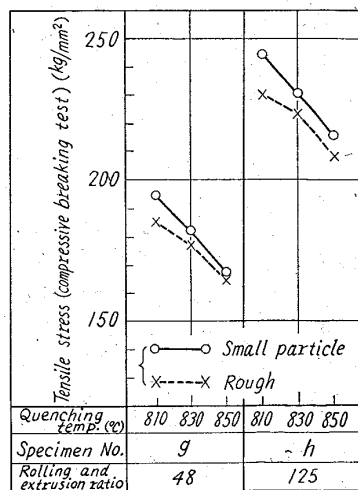


Fig. 3. Relation between tensile stress (compressive breaking test) and hot-working process.

スに旋削される押出管と圧延棒鋼を比較した場合、熱間加工の機構の影響ならびに押出鋼管の加工比が、必然的に圧延棒鋼より、数倍大きいことなどのため、圧壊値が高くなったものと思われる。

ハ) 炭化物粒度の小さいものは、大きいものに比べて、圧壊値はいづれの場合も高い、これは、従来の結果と一致している。

ニ) 押出鋼管と圧延棒鋼について、それぞれ加工比の影響をみると、試片の寸法効果はかなり影響しているようであるが、一般に、加工比が大きくなると圧壊値は大きくなる。

なお、出来得れば本実験と同じ組合せで行なつた疲労寿命試験の結果についても発表する。

66914. 018. 27: 669. 112. 227. 3 ()
 No. 62134
 (134) バネ鋼の恒温変態曲線について 084. 21)

金属材料技術研究所 星野明彦
 T.T.T. Diagram of Spring Steels.

Akihiko HOSHINO.

I. 緒言

バネ鋼においては不完全焼入による疲労限や衝撃抵抗の低下をさけるため、鋼材の大型化につれ当然焼入性のよい鋼が必要となつた。この焼入性判定にはジョミニー試験が一般に利用されるけれども恒温変態曲線図は焼入能以外に変態過程の詳細を予見するに好適である。

そこで前報¹⁾においては Mn-Cr バネ鋼 (SUP 9) の恒温変態曲線図を作成したが、今回はこれと当量の炭素含有量の普通炭素鋼とこれに Si の添加された Si-Mn 鋼 (SUP 6) について研究を行なうとともに Mn-Cr 鋼を微量の B で処理した Mn-Cr-B 鋼 (SUP 11) について恒温変態曲線を求めて変態曲線におよぼす Si, Cr などの影響について検討した。

II. 実験方法

1. 供試材 この実験に使用した各種バネ鋼の化学組成を Table 1 に示したが B の含有量は定性的にのみ認めている。また Macquaid-Ehn の滲炭法によるオーステナイト粒度も付記した。

Table 1. Chemical composition (%) and grain size of the spring steels.

Steel	C	Si	Mn	P	S	Cr	Grain size
Plain C	0.56	0.35	0.82	0.013	0.013	0.18	6
Si-Mn	0.57	1.65	0.87	0.021	0.012	0.07	7
Mn-Cr-B	0.57	0.32	0.84	0.017	0.009	0.75	6

2. 恒温変態曲線 各鋼の Ac_1 および Ac_3 は 5mm φ × 80mm の熱膨脹試験片について測定を行ない、 Ms 点は計算値を示している。恒温変態曲線図作成は顕微鏡組織観察によるもので、試片は 10×10×3mm の大きさのものを用いた。オーステナイト化温度は炭素鋼と Mn-Cr-B 鋼については 850°C とし、一方 Si-Mn 鋼は Ac_3 点が比較的に高いので 900°C とし、それぞれ 30 mn 加熱を行なつた。その後 700°C 以下の各温度に恒