

(71) 海綿鉄を原料として熔製した軸受鋼について

金属材料技術研究所

○上野 学・中島宏興・池田定雄

Ball Bearing Steels Made from the Sponge Iron as Raw Materials.

Manabu Ueno, Hirooki Nakashima
and Sadao Ikeda.

I. 緒 言

軸受の寿命試験が数年前より盛んに行われ、寿命の向上のためには軸受鋼の品質向上の研究の必要性が強調されてきたが、いずれの研究も熔解法、鍛造加工、熱処理に関するものであり、熔解原料についての検討が殆んど行われていない。

スウェーデンの SKF では海綿鉄を熔解原料とし、わが国では砂鉄銑と返り屑を熔解原料の主体としている。それで著者らはこの直接製鉄法による海綿鉄が本当に軸受鋼の寿命に影響するかを検討するために研究を行なってきたのである。なお、最近直接製鉄法がわが国の製鉄・製鋼メーカーの間でもようやく注目をあび、ある人達はスクラップの代用だと単に考えているが、しかしこの海綿鉄が本当に市場スクラップと同じ程度のものであるか、あるいは鋼の品質向上に重要な役割を果たすものであるかは、直接製鉄法の発展に重要な問題を提示するものである。それで著者らは数年来この問題に取り組み、一応の結果が出たので本稿に報告する。

II. 試料の熔製、化学組成および介在物

試料の熔製の際の配合割合を Table 1 に示す。この配合原料を塩基性アーク電気炉にて熔解精錬し、500kg の鋼塊に casting、これを鍛造圧延により 60mm ϕ の棒材に圧延した。

No. 1 は市販軸受鋼と同じ配合割合であるが、とくに“silicious slag”の下に熔製した。No. 2 は No. 1 に V が 0.2% 含有されたものである。これらの試料の化学組成とガス分析は Table 2 に示す通りである。海綿鉄を 50% も含有すると Cu 量が減少することが明らかである。非金属介在物量を新学振法第 3 法（点算法）で測定すると Fig. 1 のようになる。海綿鉄の配合割合が多くなるにつれて、A 型と C 型が多くなる傾向を示し、B 型はあまり変化がないか、あるいは減少している傾向を示す。介在物の全体の清浄度は海綿鉄が多くなる

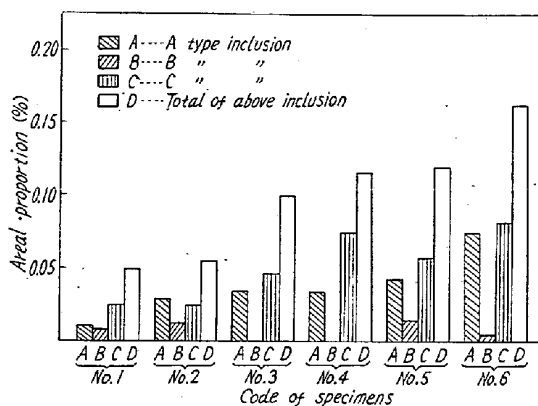


Fig. 1. Nonmetallic inclusions of each specimen.

Table 1. The allocated ratio of raw materials.

Raw materials	Returned scrap (%)	Market scrap (%)	Sand iron (%)	Sponge iron (%)	Vanadium (%)
Code of specimen					
No. 1	30	50	20	—	—
No. 2	30	50	20	—	0.2
No. 3	50	—	—	50	—
No. 4	—	—	50	50	—
No. 5	25	—	—	75	—
No. 6	—	—	—	100	—

Table 2. Chemical composition and gas content.

Composition	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Ni %	V %	Cu %	H ppm	O ppm	N ppm
Code of specimens												
No. 1	0.95	0.31	0.38	0.012	0.010	1.43	0.09	—	0.16	0.4	62	54
No. 2	1.05	0.36	0.39	0.012	0.011	1.35	0.09	0.24	0.14	0.4	48	30
No. 3	0.83	0.28	0.38	0.014	0.012	1.49	0.08	—	0.09	0.8	48	52
No. 4	0.98	0.40	0.40	0.013	0.014	1.28	0.06	—	0.04	0.5	25	46
No. 5	0.96	0.40	0.33	0.015	0.011	1.42	0.14	—	0.07	0.6	67	36
No. 6	1.05	0.22	0.36	0.015	0.011	1.37	0.22	—	0.06	0.07	39	38

Table 3. Results of sand mark test.

Code of specimen No of test		No. 1		No. 2		No. 3		No. 4		No. 5		No. 6	
		T 1	T 2	T 1	T 2	T 1	T 2	T 1	T 2	T 1	T 2	T 1	T 2
Sand mark test	Total number			28		4	2	6	15			5	
	Total length	0.4~ 10 mm many	0.4~ 3 mm many	27.4	0.4~ 5.0 mm many	2.5	0.8	4.3	17.4	0.4~ 6.0 mm many	0.4~ 3.0 mm many	6.5	0.4~ 10.0 mm many
	Max.length			5.0		1.0	0.4	0.7	5.0			3.0	

Table 4. Mean size and standard deviation of spheroidized carbide.

Code of specimens		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
Size & standard deviation							
Mean size (μ)		1.04	0.91	0.87	0.91	0.91	0.84
Standard deviation		0.55	0.48	0.39	0.45	0.51	0.41

と一般に悪くなる。砂疵検査の結果を Table 3 に示す。

III. 球状炭化物の分布と挙動

球状炭化物の大きさは微細なほど寿命に対して最適だといわれている。Table 4 に各試料の焼鈍のままの炭化物の径の平均寸法とそのばらつきの程度を示す標準偏差とを示す。

つぎに各試料を 820°C, 840°C, 860°C の各焼入温度に約 40mn 保持し油焼入を行なった。この焼入処理した試料の残存炭化物量と硬度との関係を示せば Fig. 2 のようになる。残存炭化物量の測定には lineal analysis 法、硬度測定にはロックウェル硬度計を使用した。寿命の最適範囲の残存炭化物量は 7~9% であるので、No. 2 以下の試料の焼入温度を 840°C に選んだ。No. 2

の試料は 860°C に 40 mn 保持して最残存炭化物量はなお約 11% 程度残存するが、これ

以上の焼入温度より焼入すると、焼割れおよび破断面粒度が荒れるので焼入温度を No. 2 の場合 860°C とし

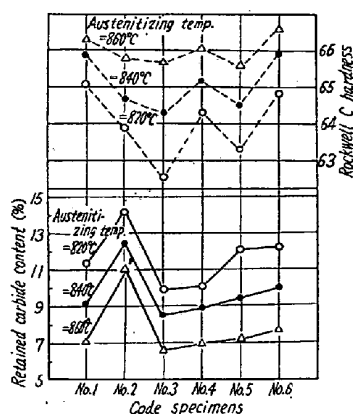


Fig. 2. The effect of the austenitizing temperature on the hardness and retained carbide content.

た。講演会当日各種熱処理した試料の静的振り試験結果をも報告する。

IV. スラスト型軸受鋼寿命試験機による寿命試験結果

60 mm ϕ の棒材の試料より 60 mm ϕ $\times$ 5.5 mm の円板を多数旋削し、これを上記焼入温度 840°C (ただし No. 2 は 860°C) $\times$ 40 mn 加熱後油焼入し、150°C $\times$ 1 h 焼戻処理した。この熱処理した円板を平面研磨盤でもって研磨した。研磨砥石は 60 # ビクトロファイダー砥石と 120 # ホワイト・アランダム超仕上砥石を使用した。さらにビュラー製の 04 番エメリーで手仕上研磨を行なった。表面粗さを小坂式粗さ計で測定し、各試料の試験円板の表面粗さは 0.3~0.6 μ 程度以下であつた。この試験円板を Fig. 3 に示すスラスト型軸受鋼寿命試験機でもって寿命試験した。Fig. 3 (a) (b) にその外観を示す。

Fig. 3 (c) は試験円板とボールが接触する部分を拡大した図である。試験円板の上に 3 コのボールが乗り、この 3 コのボールの位置を一定に保つために保持器がボールにかぶさり、この 3 コのボールの上に 51305 # のスラスト・ベアリングのレースが乗る。荷重は Fig. 3 (a) に示すカンティ・レバーにより Fig. 3 (c) の大きなボールを下より上に持ち上げる力を生ずる。上部のモータによりシャフトを回転し、51305 # のスラスト・ベアリングのレースを回転させる。すると、試験円板上にボールが一定の円軌道でもって回転し、試験円板上に点接触の繰返し転り疲労を与える。スラスト・ベアリングのレース

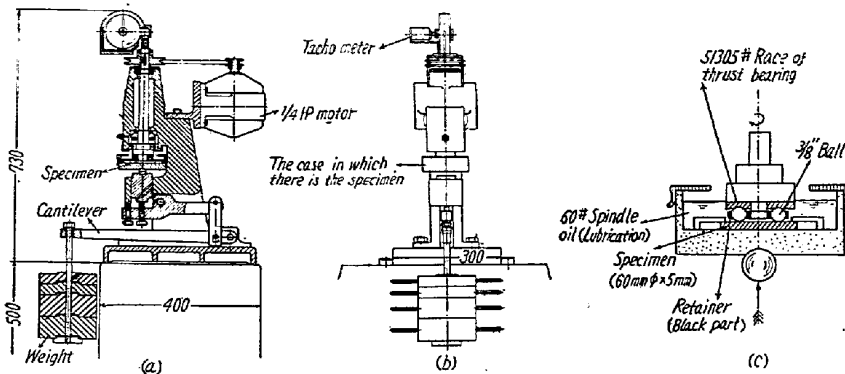


Fig. 3. Thrust-type life test machine for bearing steels

が2回転すると丁度3コのボールが1回転して元の位置にかえる。本試験機では1分間に約990回ボールが円軌道の1点を通過する。本試験機の回転数は上部につけた回転計で読取る。このようにして寿命試験を実施しフレーキングが発生するまでのボールの通過した繰返し数を求める。なお、この試験円板全体は60#スピンドル油で覆われている。この試験機のカンティ・レバーの上に振動ピックアップを取付け、軸受鋼が転り疲労して、試験円板上にフレーキングを生ずると、その上をボールが通過するたびに振動を生じ、その機械的振動を振動ピックアップにより電気的振動に変換し増巾器を通して制御回路に導き振動が規定値以上になった時リレーが動作し試験機の運転を停止させる振動監視装置が設置されている。

つぎに試験円板とボールの間の最大接触圧力 (P_{max}) を求める式はつぎの通りである²⁾。

$$P_{max} = 471 \sqrt[3]{\frac{P}{d^2}} \quad (\text{kg/mm}^2) \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで P は荷重 (kg), d はボールの直径 (mm) である。本実験の場合には $P_{max} = 500 \text{ kg/mm}^2$ として、荷重 P を計算して、試験機の分銅荷重を調整した。それで、各試験円板とも $P_{max} = 500 \text{ kg/mm}^2$ の下に転り繰返し疲労試験を受けたことになる。試験データは統計的に処理した。結果は紙面の都合上講演会当日に報告する。

文 献

- 1) 上野・三橋・中野; 鉄と鋼, 41 (1955) 10, 1102.
- 2) Eschmann, Hasbargen & Weigand; Die Walzlagerpraxis, (1953).

(72) 高炭素鋼の機械的性質におよぼす顕微鏡組織の影響

日新製鋼尼崎工場

角谷卓爾・○吉田潔司

Effect of Microstructure upon Mechanical Properties of High Carbon Steel.

Takugi Kakutani and Kiyoshi Yoshida.

I. 緒 言

鋼の顕微鏡組織は、機械的性質にいちじるしく影響することは、周知のことである。亜共析鋼において、オーステナイト界域より、いろいろの条件で冷却を行なった場合（ただし焼入は除く）機械的性質に影響をおよぼす顕微鏡組織上の、重要な因子として、結晶粒度、パーライト層の層間距離、パーライトとフェライトの分布率炭化物の析出などが考えられる。

従来より、中炭素鋼以下の鋼種についての研究報告は若干発表されているが、C 0.60% 程度の鋼種については、比較的研究報告が少いようである。本報告においては、C 0.62% の高炭素鋼を用い、いろいろなる熱処理を行い、その機械的性質と顕微鏡組織との関係について行つた実験結果についてのべる。

II. 実験方法

84mm□ の鋼片より、圧延方向に平行に 12×12×75 mm の寸法に切削し、焼準処理 (850°C×30mn) 後、熱電対挿入のため試片中央に、深さ 10mm 径 2mm の穿孔を行い、熱処理試験片とした。試験片の化学成分は C 0.62%, Si 0.31%, Mn 0.37%, P 0.020%, S 0.018% である。

熱処理に際し、まず試験片に熱電対を挿入し、ニクロム電気炉にて加熱温度 850°C に 30 mn 保持後（実験を通じて加熱温度、および保持時間は常に一定とした）下記に示すいろいろの条件にて冷却した。熱処理条件 5, 6, の処理にては、徐冷開始温度に達すれば、別に所要の温度に加熱してある鉛浴炉に試験片を投入し、所定の速度にて 400°C まで徐冷し、以後空冷を行なった。熱処理後の試験片は、引張試験 (G. L 28mm, 8mm φ) Vノッチ・シャルピー衝撃試験、硬度、検鏡試験を行なった。

熱処理条件

1. 急冷処理 (500°C までの冷却速度