

## (61) 軸受鋼の曲げ強さについて (I)

(非金属介在物及び熱処理の影響)

## On the Bend Fracture Strength of Bearing Steel (I)

(Influence of Non-metallic Inclusions and Heat-treatment)

Koji Tasaka, Lecturer, et alius.

住友金属工業K.K 製鋼所技術部

工 田 坂 鋼 二

工 田 辺 政 三

## I. 緒 言

軸受鋼においては、JIS 参考試験として圧壊試験非金属介在物試験等が規定せられているが、前者は軸受の使用条件との関連がなく、実際には意義が乏しいと思われること、又熱処理後の硬度、靱性等のみを検討するための便宜的手段と考えられ、そのための試験ならば圧壊値と良好な相関を示す簡単な平試験片による曲げ試験で代用し得ることが指摘せられており、後者は熱処理状態における軸受鋼の靱性或いは寿命に如何なる影響を及ぼすかについて充分明らかにせられていない等、未だ不明の点が多い。そこで筆者等はこの間の事情を明らかにする目的で実験を開始した。又種々の熱処理状態（油焼入、焼モドシ処理、サブゼロ処理）における影響を、残留オーステナイト量との関連において調べるため、通常焼入温度（800~850°C）より焼入れたものでは直接光学顕微鏡組織について残留オーステナイトを観察し、従来より行われている Lineal Analysis 法或いは Point Counting 法により測定することは困難であるので電子顕微鏡組織によりその観察、定量を行つている。本報では平試験片を用いて行つた曲げ試験結果の二、三について報告する。

## II. 供試材及び試験方法

供試材は塩基性電気炉製の軸受鋼第2種で非金属介在物成績を異にする2種である。その化学成分及び125φ圧延棒材の圧延方向断面について行つた学振法による非金属介在物成績をTable 1.に示す。学振法による非金属介在物の判定は個人間の誤差が大で、再現性に乏しいことが決論せられているので更にPoint Counting法等によりその面積率の検討を行つているが比較のために学振法の測定値を掲げた。試験片は125φ圧延棒材より圧延方向及びそれと直角方向に外周部、中心部及びその中間部の各位置について5本宛採取し球状化焼ナマシ後仕上寸法（平10×20mm）に片側0.25mmの仕上代を残し焼入、焼モドシを行つた。焼入は840°C×20mn→油冷、焼モドシは160°C×1h（油中）→空冷した。サブゼロ処理は焼入後直ちに液体空気中に浸漬し1h後取出して焼モドシを行つた。曲げ試験は上記熱処理後平10×20長さ60mmに仕上げ、間隔50mmの両支点で支え、中央部を先端丸みR=7mmのステムで加圧し圧折するときの荷重を測定した。

## III. 試験結果

## 1. 曲げ試験結果

試験片の位置による曲げ荷重の値は統計的検定の結果差がなかつたので圧延方向及びそれと直角方向の二つの成績に一括した。硬度及び曲げ荷重の値をFig. 1に示す。

即ち熱処理による影響についてはサブゼロ処理を行つたものは油焼入、焼モドシのものに比し硬度Rc 1~2高く、曲げ荷重はかなりバラツているが明らかに著しく低値を示し、残留オーステナイト分解の影響が現われている。又サブゼロ処理を行つたものの方が曲げ荷重のバラッキは少ない傾向が認められる。同一硬度に焼モドシして比較した場合に如何になるかについては更に実験を行つている。非金属介在物成績と曲げ荷重については圧延に直角方向の試験片についてサブゼロ処理を行つたものにのみ有意差が認められ平均厚さの大なる方が曲げ

Table 1. Results of the test on chemical composition and non-metallic inclusion (according to the methods of Japan Society for Promotion of Science) of specimens.

Specimen symbol	Chemical composition						Test result of non-metallic inclusion		
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Type of inclusion	Degree of clean-liness	Mean thickness $\mu$
K	0.09	0.28	0.40	0.016	0.006	1.34	A	0.7~1.1	8.0~8.8
							B	2.1~2.6	9.0~9.9
Y	1.00	0.31	0.43	0.010	0.006	1.40	A	0.8~1.3	3.8~5.5
							B	2.0~2.6	5.2~6.0

荷重は低いことが知られる。

又試験片の採取方向による差異は負荷方向に対する繊維の方向が異なるのであるから当然差異を生ずる筈であるが、非金属介在物の平均厚みの大なる熔解のサブゼロ処理を行つたものにもみ有意差が認められ、圧延に直角方向の試験片の方が曲げ荷重が低いが、他は差異を生じなかつた。これは興味あることと思われる。

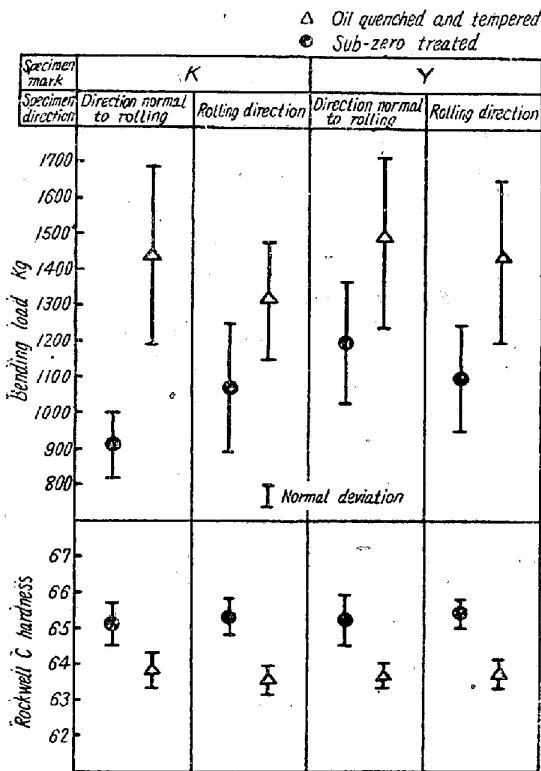


Fig. 1. Result of bending test.

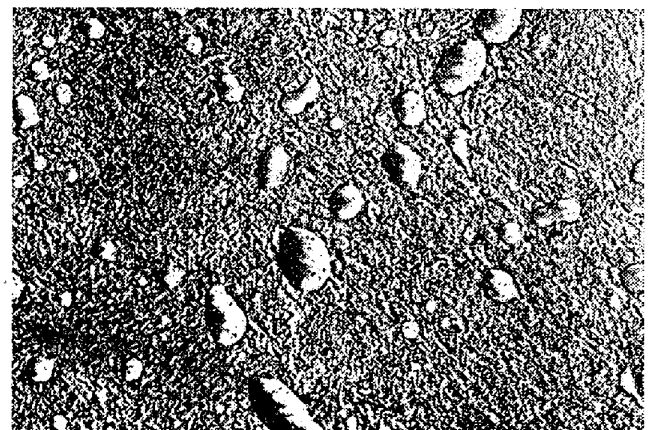
2. 電子顕微鏡による残留オーステナイトの観察

残留オーステナイト量の測定はX線分析により行われることが多いが直接光学顕微鏡組織について、Point counting 法、或いは Lineal analysis 法で測定する研究が2, 3 報告されている<sup>2)3)</sup>。しかしこれは焼入温度が低い場合には困難であるので電子顕微鏡組織について Point counting 法により定量することを試みている。Fig. 2~3 にその代表的な組織を示す。油焼入、焼モドシのものでは多角形をなした残留オーステナイトが明瞭に認められるが、サブゼロ処理を行つたものは殆んど認められない。このような写真を1つの試料について数多く撮りそれについて Point counting 法により測定するわけであるが、現在までの結果では残留オーステナイトにかなりの偏析があり、写真によつてその量に相当のバラッキがあることを認めている。

IV. 総 括



×10,000 (1/3) Formvar 1段法, Cr shadow, 4% Nital+1% Z.C. Etch  
Fig. 2. Electron-microscopic structure of the oil-quenched and tempered specimen.



×10,000 (1/3) Formvar 1段法, Cr shadow, 4% Nital+1% Z.C. Etch  
Fig. 3. Electron-microscopic structure of the sub-zero treated specimen.

以上の結果を総括すれば次の如くである。

1. サブゼロ処理を行つたものは油焼入、焼モドシのものに比し硬度 Rc 1~2 高く曲げ荷重は 20~40% 低値を示した。
2. 非金属介在物の平均厚みのより大なるものは圧延に直角方向の試験片についてサブゼロ処理を行つたものについてのみ曲げ荷重が低値を示しその他のものは差異は認められない。
3. 圧延棒鋼中における試験片の採取位置による曲げ荷重の差異はないが採取方向については非金属介在物平均厚みのより大なる熔解のサブゼロ処理を行つたもののみ差異が認められ圧延に直角方向のものは平行方向のものより曲げ荷重が低いことは上述の通りである。
4. 油焼入、焼モドシのものは電子顕微鏡組織に残留オーステナイトが明瞭に認められるが、サブゼロ処理を行つたものは殆んど認められず、これにより Point Counting 法を用いてその定量を行つている。

文 献

- 1) 出口: 本誌 39 (1953) 1150
- 2) 三橋, 上野: 本誌 39 (1953) 722
- 3) R.T. Howard, M. Cohen: A.I.M.E. (1947) 413

(62) 帯鋼冷間圧延の作業条件の研究

(III)

(ロール及び帯鋼の温度について)

Study of Cold-Strip Rolling (III)

(Measurement of Roll and Strip Temperatures)

Kunio Saeki, Lecturer, et alii.

東洋鋼板株式会社下松工場

工 松永晴男・工 久能一郎

工〇 佐伯邦男・ 藤井昭明

I. ま え が き

冷間圧延の作業条件の研究について、先に圧延圧力、前後張力、出入口板厚等の測定方法<sup>1)</sup>並びに、圧延圧力の変動<sup>2)</sup>について述べたが、今回はロール及び帯鋼の温度について述べる。ロールの温度上昇及び温度分布はロールの形を変え、帯鋼の形状に大きな影響を持つといわれており、又圧延油の研究に際してもロールと帯鋼、或いはその接触面の温度測定は必要欠くべからざるものである。接触面の温度測定は旋盤等の切削温度の測定に於ける如く、ロールと帯鋼とを1つの熱電対と見なし、接触面を高温接点として測定する方法も考えられるが、回路の絶縁其の他に困難性があり早急な実施は望み得ない。本報告はアルメル・クロメル熱電対を用いて、ロール内部及び表面、帯鋼の温度を測定したものである。

II. 温度測定方法及び測定箇所

(a) ロール内部温度の測定

ワークロールには内径 3"φ の中空孔があり、ロール端面にはセンター孔を持つプラグがねじ込んである。此のプラグを取りはずし、転り軸受を一端に持つ鋼管 (20 mmφ) を Fig. 1 の如くロール端面より取りつけ、此の管を利用して熱電対を挿入しロール中心部及び中心より 16 吋端の 2ヶ所につき温度を測定した。

(b) ロール表面及び帯鋼の温度測定

先端を平たくしたアルメル・クロメル熱電対を Fig. 2 の如きブロックに取りつけたものを試作し、之をワークロールに押しつけ表面温度を測定した。帯鋼の表面温度も同じ熱電対を帯鋼に押しつけて測定した。ロール及び

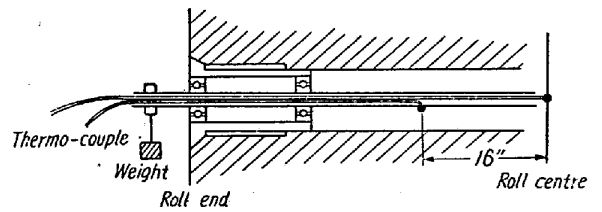


Fig. 1

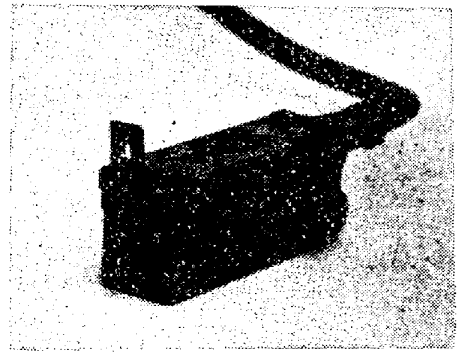


Fig. 2

帯鋼と熱電対の摩擦による誤差が懸念されるが、ワークロール及び帯鋼について、停止した場合、圧延速度を増した場合、熱電対の押しつけた圧力を変えた場合等について試験した結果、ロール表面が平滑で且つ油が存在していれば、正しい温度を指示することが確かめられた。圧延の際の出口側の中央部及び端部をロール表面及び帯鋼について測定した。

(c) 冷却水温度測定

圧延の際の冷却水について、ロール及び帯鋼冷却前後の水温を測定した。

III. 測定結果及び考察

使用圧延機は U.E. 社製可逆式 4 段帯鋼冷間圧延機でワークロールは 16½"φ×42", バックアップロールは 49"φ×42" である。使用帯鋼は巾 750 mm, 重量 7.5t であつて、定常に達した後の圧延諸元及びロール、帯鋼温度の一例を示すと Table 1 の通りである。

圧延を開始してロール内部温度が定常に達するまでの時間は約 1 時間で、それから後は徐々に上昇し 850°C 程度に達するが、之は冷却水の使用状況によつて異なる。又ロール表面、及び帯鋼の温度は圧延速度に比例して高い値を示す。

ロール内部温度は中央部に於いて 10~15°C 変化するが此の変化と同調して中央部と端の温度差も変化する。ロール中央と端部温度差は約 150°C で最初ロールに与えられたカーブと同程度の径の変化を生ずると思われる。帯鋼の温度は 200°C 前後に達するが、此のことはロールと帯鋼の接触面の温度が 300~500°C 或いはそれ