



×15,000 (2/3)

Photo. 2. Tempered at 360°C acetylcellulose-aluminum filmy replica shadowed with Cr.

微鏡組織(30,000倍)を示す。Sub-boundary に析出する $\epsilon$ -炭化物は板状(?)に走り、これが連続していない。しかるに360°C、焼戻したものは Photo. 2 の如く炭化物が $\alpha$ 鉄をとりかこんで網目状に連続しているので、これが脆性の原因かと考えられる。Photo. 2 はアセチルセルローズ-アルミニウム法に射角を大にしたクロムシャドウを併用<sup>6)</sup>したもので、粒状セメントタイトらしき微細な析出も明瞭に現われている。

#### 文 献

- 1) T. Swinden & G. R. Bolsover: J. of Iron & Steel Inst., 84 (1936) 457.
- 2) H. Shraden, H. J. Wiester u. H. Siepmann; Arch. Eisenhüttenwesen, 21 (1950) 21.
- 3) P. Payson: Iron Age (1951) Sept. 27-86.
- 4) 高尾, 国井: 鉄と鋼 38(1952)10-110(講演大要).
- 5) 河井, 益子及西田: 鉄と鋼 40 (1954) 9号.
- 6) 深見章: 電子顕微鏡学会関東支部講演会報告. 1954年12月.

## (57) 軸受鋼の炭化物偏析に関する研究 (追補)

(軸受鋼の研究第4報)

Study on the Carbide Segregation of the  
Ball-bearing Steel (Supplement)

(Study on the Ball-bearing Steel IV)

Kiyoji Deguchi.

日本特殊鋼株式会社 工 出 口 喜 勇 爾

W. Tofaute 等の提出した Fe-C-Cr 系平衡状態図<sup>1)</sup>によれば、C 1.02, Cr 1.64% の凝固開始温度は 1460°C、同終了温度は 1220°C となっており、凝固区間は実に 240°C もある。これだけ凝固区間が長ければ、凝固速度によつていちぢるしい偏析の起り得ることは推定に難くない。

さきに第1報<sup>2)</sup>において、軸受鋼材に現われる粗大炭化物の一部は既に凝固の際 C, P 等の顕微鏡的偏析部において共晶として生成するものと考察した。しかる時は凝固速度が当然粗大炭化物の生成に影響をおよぼすものと推定されるので、試験用小鋼塊(高周波電気炉, 8kg)において、凝固速度がかかる炭化物偏析に影響をおよぼすことを実験的に確認し、その概要はすでに報告した<sup>3)</sup>。

ところで軸受鋼において炭化物の偏析がいちぢるしく現われるのは、Cr 炭化物の拡散しがたいことが一原因と考えられているので、軸受鋼と同程度の C を含有し Cr を含まない高 C 鋼につきかかる凝固速度の影響を検討した。すなわち試験用高周波炉にて予定成分 C 1.05, Si 0.3, Mn 0.4, P 0.02, S < 0.03% の高 C 鋼を 8kg 熔製し、熱電対を挿入した石英管を熔鋼の中心に立て、徐々に電圧を低下調節して熔鋼を炉中において凝固せしめ、その間の温度を測定した。かかる凝固速度を Fig. 1 に示す。凝固後炉をとりこわし凝固した試料の中心線を含んだ縦断面の顕微鏡組織を全断面にわたり調べた。

これらの結果によれば凝固速度の小さいもの特に 10°C/10mn においては炭化物の偏析がいちぢるしく、小気泡が存在するとその下方または側方にはやむやみ粗大炭化物が生成しており、その量は軸受鋼の場合ほど多くはないが、かなり現われている。いまピクリン酸ソーダで 15mn 煮沸後検鏡すると、Photo. 1 に示すごとく粗大炭化物は数個の炭化物の集合であることが知られ、この点軸受鋼に現われる粗大炭化物につき実験したところと同様である。

さて、かかる粗大炭化物の偏析している部分の成分的

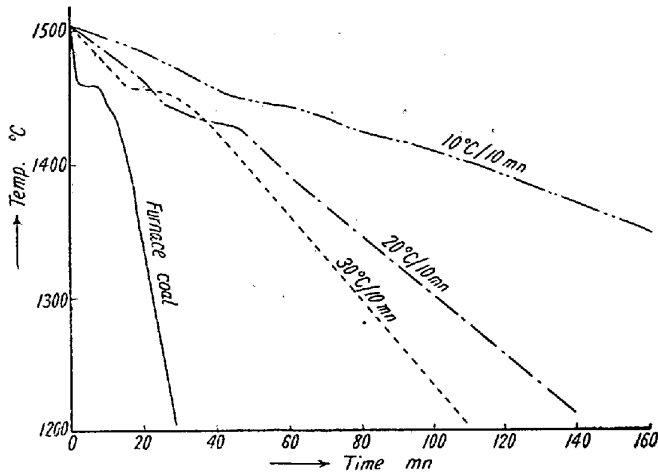


Fig. 1



Photo. 1 x400

偏析を調べるために、2mmφドリルによつて粗大炭化物の偏析している部分より分析試料を採取したが、きわめてわずかしか採取出来なかつたので、Cは顕微鏡組織により概略の推定が出来るから、Pのみを分析した。これと偏析していない他の部分との比較の一例を示せばつぎのとおりである。

Solidification velocity	Position of sampling for chemical analysis	P %
Furnace cool	Segregation zone	0.032
	Other zone	0.025
30°C/10mn	Segregation zone	0.041
	Other zone	0.027
10°C/10mn	Segregation zone	0.102
	Other zone	0.031

これを軸受鋼の実験において最も粗大炭化物の偏析していた部分の分析値 C 2.20, P 0.30, Cr 2.28% と比較すると、かなりPの偏析は少いが、要するに、拡散しがたいCr炭化物の存在しないこの場合においても炭化物偏析は凝固速度によつて影響され、且つこれはPの偏析と相関連していることが実験的に示される。

その他Pの高い試料における実験との比較、大鋼塊における実測凝固速度との比較等を述べる。

- 1) W. Tofaute, A. Sponhuer, H. Benneck, Arch. Eisenhüttenw., 8 (1934/35), 499.
- 2) 出口, 鉄と鋼, 38 (昭 27), 406.
- 3) 出口, 鉄と鋼, 39 (昭 28), 189.

### (58) 軸受鋼の研究 (II)

(ベアリングの寿命に及ぼす金相学的因子の影響について)

#### Studies on Ball-Bearing Steels (II)

(Effect of Some Metallurgical Factors on Life of Ball-Bearing Steels)

Manabu Ueno, Lecturer, et alii.

工業技術院機械試験所

○上野学・三橋鉄太郎  
埼玉高等学校教諭 中野泰

#### I. 緒言

我が国で製造されているボール・ベアリングの寿命の向上については、尙相当の研究と調査を必要とすることは、当所のボール・ベアリングの寿命試験の結果明らかとなつた。この寿命試験の結果によるとベアリングの故障は主として内輪に発生する確率が多く、次にボール、それから外輪である。そこで、寿命試験の結果寿命時間の判明せる内輪について金相学的因子、即ち化学組成、非金属介在物、硬度、圧壊値、セメントイト含有量、結晶粒度、鍛造程度等を調べた。そしてベアリングの寿命とこれらの金相学的因子の間に相関があるか、ないかを調査研究した結果を報告する。

さて、ここで寿命とは型番 6304 のボール・ベアリングをラジアル荷重 500 kg, 廻転数 1200 r.p.m の条件下で試験した時に、内輪のレース面に “pitting” 及び “flaking” が発生するまでの時間をいうのである。

調査研究したボール・ベアリングは五大メーカー、即ち日本精工、東洋ベアリング、光洋精工、不二越鋼材、旭精工 K.K. のベアリングである。6304 の型番のベアリングの寸法は内径 20mm, 外径 52mm, 巾 15mm である。

#### II. 実験結果及び考察

##### (1) 化学組成と寿命との関係