

2) コンセルアーク熔解により酸素, 窒素量は明瞭に減少している. また, 非金属介在物の減少も認められた.

3) 肉眼組織試験ではコンセルアーク材の方がはるかに良好で, とくに偏析ピンホールの改善がいちじるしい.

4.) 圧壊試験

同一硬度に熱処理した試料の圧壊試験結果はコンセルアーク材が明らかに大きい値を示す.

5) 地キズ試験結果はコンセルアーク材が良好でとくに 0.5mm 以上の地キズはコンセルアーク材には認められない.

6) 球状化処理せる試料の顕微鏡組織はいずれも良好で差異は認められなかつた.

以上のごとく, 全般的にコンセルアーク熔解による材質の改善はいちじるしいものがあるが, 実際使用に際してこれがいかに影響するかが最大の問題で動的試験を現在実施中であり, この結果が出れば改めて報告したい.

'65) ガス腐蝕法による軸受鋼高温組織の観察

愛知製鋼

工 荒川武二・工〇小田昭午・工修山本俊郎

Observation of Micro-Structure of Bearing Steel at Elevated Temperature by Gas Etching.

Takeji Arakawa, Shogo Oda, Toshiro Yamamoto.

I. 緒 言

軸受鋼については, 現在ますます材質の向上が要求され, 種々検討が加えられているが, セメンタイトの球状化組織が品質に大きな影響を与える一要素であることが認められている. そこで本鋼種の球状化熱処理の過程, および球状化焼鈍後, 焼入温度に保持した場合の組織を直接観察することを試みた. 鋼の高温組織を直接観察する方法として, 高温顕微鏡を用いる方法が最近わが国でも広く利用されているようであるが, 従来の装置では表面起伏現象, あるいは熱腐蝕現象等を利用して観察しており, セメンタイトの挙動等, 地の組織を観察することは不可能である. 筆者らは腐蝕性ガスを用いて高温組織を現出し, 球状化熱処理過程におけるセメンタイトの挙動および焼入温度に保持した場合の組織を観察した.

II. 試 料

本実験に使用した試料は, JIS 規格 S11J2 に属する

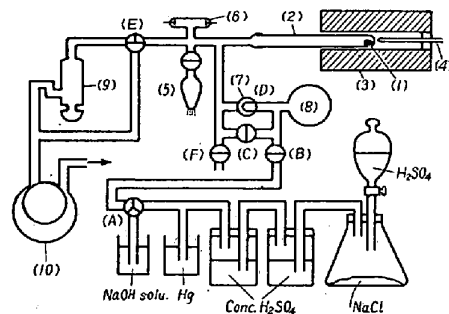
軸受鋼で圧延材より 10mm 立方程度に削出し作製した. 化学組成は以下のごとくである.

Table 1. Chemical composition (%) of specimen.

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
0.98	0.24	0.33	0.012	0.017	0.13	0.07	1.45

III. 高温組織の現出法

Fig. 1 はこの実験に用いた装置である. 大部分は硬質ガラス製であり, 反応管は透明石英管を用いた. 実験に先だち, あらかじめガス留 (容積約 600cm³) に腐蝕性ガスを充填しておく. Fig. 1 に HCl ガスの発生装置も示した. まずコック (B) を開き, コック (F) を閉じてガス留およびポケットコック (D) からコック (A) 間の空気をコック (C) および (E) を通じて水銀拡散ポンプ及び回転ポンプで排気した後, コック (C) を閉じておく. 一方, H₂SO₄ と NaCl との反応により HCl ガスを発生せしめ, conc H₂SO₄ の乾燥瓶 2 本を通し, 三方コック (A) により HCl ガスを NaOH 溶液に吸収せしめて大気中に逃がす. これを数分間続けてガス発生器とコック (A) 間の空気を完全に HCl ガスに置換する. その後コック (A), (B) を通じてガス留に HCl ガスを充填する.



(1) Specimen. (6) Geissler tube.
(2) Reaction tube. (7) Pocket cock.
(3) Furnace. (8) Gas reservoir.
(4) Thermo couple. (9) Hg diffusion pump.
(5) Ionization gauge. (10) Rotary pump.

Fig. 1. Apparatus of gas etching.

試料の一面をバフ研磨した後反応管に挿入し, 排気してガイスター管の色がなくなつてから電離真空計で測定し 10⁻⁵mmHg に達した後, 反応管を加熱炉に入れる. 所要温度に所要時間保持後, 排気系から遮断してポケットコック (D) (容積 1.2cm³) を回転させ, 腐蝕性ガスを反応管に導入する. 一定時間腐蝕させた後腐蝕性ガスを排気し反応管を加熱炉から出す. 冷却後取出して顕微鏡観察する.

IV. 実験結果

(1) 腐蝕性ガスの種類および腐蝕条件

腐蝕性ガスとしてはハロゲン、ハロゲン化水素およびハロゲンのアンモニウム塩等がある。その代表的なガスである Cl_2 および HCl ガスで実験した。

Cl_2 ガスは反応性に富んでいるため、ガス圧および腐蝕時間を極度に小さくしなければならず、さらに鋼種および試料温度の変化に伴うガス圧および腐蝕時間の調節が困難である。すなわち、わずかの過剰腐蝕でも凹凸がはなはだしく観察不可能となる。また拡散ポンプの Hg あるいは油、回転ポンプ等の装置の損傷もいちじるしく衛生的にもよくない。

HCl ガスにより、試料温度、ガス圧、および腐蝕時間を種々変化せしめて実験した結果、軸受鋼の場合、試料温度が $700^\circ\text{C}\sim 850^\circ\text{C}$ であればガス圧約 2mmHg で約 3mn が最も適当であつた。いうまでもなく、目的とする組織により、ガス圧および腐蝕時間を適当に変化させなければならない。

(2) HCl ガスによる軸受鋼高温組織の観察

(i) 球状化焼鈍過程の観察

本実験に使用した試料は圧延のままの状態のもので、この状態では組織は初析セメンタイトとパーライトである。このものを Ac_1 点直上 780°C に保持すると層状

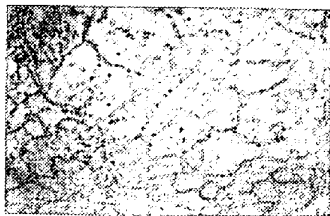


Photo. 1. Structure on spheroidizing treatment etched HCl gas $780^\circ\text{C}\times 5\text{h}$ $\times 350(2/3)$

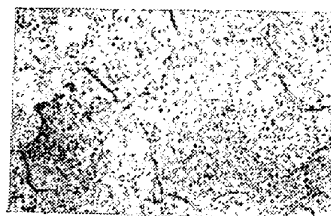


Photo. 2. Structure on spheroidizing treatment etched HCl gas $780^\circ\text{C}\times 20\text{h}\rightarrow 700^\circ\text{C}$ (Cooling rate $25^\circ\text{C}/\text{h}$) $\times 350(2/3)$

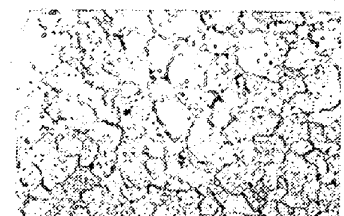


Photo. 3. Austenitizing structure etched HCl gas $830^\circ\text{C}\times 20\text{mn.}$ $\times 350(2/3)$

セメンタイトおよび初析セメンタイトの熔解が起る。この熔解は時間とともに進行するが、パーライトの層は比較的簡単に切れて短時間で点状のセメンタイトの微粒となる。Photo. 1 に見るごとく、 780°C に 5h 保持した場合、パーライトの層は全く原形をとどめないが、初析セメンタイトの方は時間とともに切断はされるがパーライトよりも熔解され難い。また写真において新しいオーステナイトの粒界が見られる。同時に網状セメンタイトの痕跡として前のオーステナイトの粒界が観察され比較することができる。

780°C に 20h 保持後、 $25^\circ\text{C}/\text{h}$ で冷却すると球状化セメンタイトの組織となるが、セメンタイトの析出の状態と結晶粒の成長の様相も観察し得た。(Photo. 2) 780°C に 5h 保持後一旦 Ar_1 点以下に冷却しふたたび Ac_1 点以上に加熱した場合、残留するセメンタイトの微粒は減少し、ゆえに核が少くなり焼鈍後のセメンタイト粒は多少粗くなるが大きさが均一になる傾向が認められた。また 780°C より高温に保持した場合は、かなり早く熔解が進むのが認められ、したがって保持時間を短縮することが可能と考えられた。

(ii) 焼入温度に保持した場合の組織の観察
軸受鋼は使用される際、一般に $830\sim 840^\circ\text{C}$ より油焼入後 $150\sim 160^\circ\text{C}$ 焼戻が施されるが、ここでは保持温度 $830\sim 850^\circ\text{C}$ 保持時間 $20\sim 60\text{mn}$ として実験を行った。Photo. 3 は球状化焼鈍後、 830°C に 20mn 保持した時の高温組織である。保持時間の増加および保持温度の上昇によるセメンタイトのオーステナイトへの熔解の進行状態を知ることができた。また同時にオーステナイト結晶粒の大きさについても観察することができた。

V. 結 言

以上の実験結果を要約すと、

腐蝕性ガスとして HCl ガスは適当であり、軸受鋼の場合、 $700\sim 850^\circ\text{C}$ の範囲でガス圧 2mmHg 、腐蝕時間約 2mn により明瞭な組織を現出した。

HCl ガスを使用した軸受鋼の高温組織を観察し、球状化焼鈍過程の新旧オーステナイト粒界の関係、セメン

タイトの熔解析出の様相、および焼入加熱時セメンタイトの熔解する現象をある程度明瞭に把握した。

(66) 軸受鋼の機械的性質におよぼす
非金属介在物の影響

(鋼中の非金属介在物に関する研究— I)

科学技術庁、金属材料技術研究所

工内山 郁・上野 学

Effect of Nonmetallic Inclusions on Mechanical Properties of Ball Bearing Steel.