

準したもの、フープのままのものを各々 680°C で 4 h 焼鈍した結果、焼準したもの、フープのままのものはごく一部が球状化したに過ぎないに反し、焼入したものは完全に球状化しており、磨帯鋼製品とほとんど変りない組織であった。この結果、以後の実験はすべて焼入してから球状化焼鈍した。

つぎに試料を 680, 700, 720°C の各温度に加熱保持し、その際に振動を与えたものとしからざるものについて球状化程度を調べた。このうち 0.87% C 鋼についての結果を Table 1 に示す。

Table 1. Results of spheroidizing by heating below A_{c1} temperature.

| Heating temperature | Heating time (mn) | | | | | | | | |
|---------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | |
| 680°C | ○ × | B C | B C | B C | B B | A B | A A | A A | A A |
| 700°C | ○ × | C D | C C | C B | B B | A B | A A | A A | A A |
| 720°C | ○ × | C D | B C | B C | B B | A B | A A | A A | A A |

○: Vibrated ×: Non-vibrated

A: Better B: Good C: a little D: Non

鋼種別では亜共析、共析、過共析の順に球状化し易く温度による差はあまりないようである。また、振動を与えることは球状化に幾分好影響をおよぼすように見受けられる。

つぎに試料を 770, 760, 750, 740°C の各温度より 5°C/mn の割で冷却し、720°C で保持して、全加熱時間が 15mn となるように焼鈍した。この処理の結果を

Table 2. Results of spheroidizing by slow cooling through A_{c1} temperature.

| Initial temperature (°C) | C % | | |
|--------------------------|--------|--------|--------|
| | 0.51 | 0.87 | 1.21 |
| 770 | ○ × | A A | A B |
| 760 | ○ × | A B | A B |
| 750 | ○ × | B B | B B |
| 740 | ○ × | B C | B B |

○: Vibrated ×: Non-Vibrated

A: Better, B: Good, C: a little, D Non

Table 2 に示す。この場合も振動の影響は良好と認められる。

IV. 結 論

(1) 球状化焼鈍の前処理として焼入することは非常に有効である。

(2) 変態点以下に加熱保持する方法は、加熱温度による差はあまり見られない。炭素量は少ない方が球状化は容易なようである。

(3) 変態点以上から徐冷する方法は、初加熱温度が高い方が良い結果が出る。

(4) 振動を与えることは好ましい影響をおよぼすようである。

(30) 軸受鋼の強度に関する研究 (III)

(Al, Ti, V 添加の影響)

Studies on the Strength of Ball Bearing Steel (III)

(Influence of Small Addition of Al, Ti, V)

K. Tasaka.

住友金属工業、製鋼所 技術部

田 坂 鋼二

I. 緒 言

前報において、軸受鋼の静的曲げ強度に対し炭化物含有量 (基地組織中の C 含有量)、オーステナイト粒度、非金属介在物などが大きな影響を与えることをのべた。本報告では Al, Ti, V を少量添加することにより、とくに炭化物含有量およびオーステナイト粒度の面から曲げ強度がいかんにか変るかを切欠なしの曲げ試験および切欠曲げ試験により調べた結果を報告する。

II. 実験方法

(1) 供試材

軸受鋼第 2 種を 50 kg 塩基性高周波電気炉にて溶製し 16kg 鋼塊に鋳込み、これを 15mm 手に鍛伸後、焼準および球状化焼鈍をおこない 10.5mm 手×60mm に粗仕上げして切欠なし曲げ試験用とした。切欠曲げ試験用としては 10mm 手×60mm にグラインダー仕上げ後中央にアイゾット溝を附して供試材とした。各供試材の化学成分および添加剤は Table 1 に示すごとくである。

(2) 熱処理および試験方法

上記の供試材を 800~880°C 間 20°C おきの温度に 20mn 保持後油冷、170°C×1h (油中)→空冷の焼入、焼モドシをおこない切欠なし曲げ試験片は 10mm 手にグラインダー仕上げし、切欠曲げ試験片はそのまま曲げ試

Table 1. Composition of specimens.

| Specimen No. | Chemical composition % | | | | | | | | Added elements % | Bend test |
|--------------|------------------------|------|------|-------|-------|------|------|------|--------------------|---------------------|
| | C | Si | Mn | P | S | Cr | V | Ti | | |
| 1 | 1.00 | 0.28 | 0.38 | 0.011 | 0.011 | 1.39 | Nil | Nil | None | Unnotched 10φ×60 |
| 2 | 1.03 | 0.28 | 0.38 | 0.009 | 0.013 | 1.47 | // | // | Al 0.02 | // |
| 3 | 1.02 | 0.27 | 0.37 | 0.012 | 0.011 | 1.43 | // | 0.04 | Al Ti 0.02 0.05 | // |
| 4 | 1.02 | 0.30 | 0.40 | 0.012 | 0.012 | 1.44 | // | Nil | None | Notched 10φ×60 |
| 5 | 1.04 | 0.29 | 0.40 | 0.011 | 0.011 | 1.39 | // | // | Al 0.02 | // |
| 6 | 1.03 | 0.28 | 0.41 | 0.010 | 0.011 | 1.43 | // | 0.04 | Al Ti 0.02 0.05 | // |
| 7 | 1.00 | 0.29 | 0.41 | 0.009 | 0.012 | 1.42 | 0.11 | Nil | Al V 0.01 0.2 | // |
| 8 | 0.99 | 0.28 | 0.40 | 0.009 | 0.011 | 1.43 | 0.12 | // | // | Unnotched 10φ×60 |
| 12 | 1.03 | 0.31 | 0.40 | 0.009 | 0.009 | 1.40 | Nil | // | Al 0.06 | // |

験をおこない、破断時の荷重および撓みを測定した。試験片は各焼入温度に対して5本を充当した。曲げ試験方法、炭化物量およびオーステナイト粒度の測定法は前報と全く同一であるからここには省略する。

III. 実験結果

(1) 曲げ試験結果

Fig. 1 に切欠なし試験片の曲げ荷重および硬度と焼入温度との関係を示した。各点は5ヶの平均値をとつてある。これから、Vを添加したものは各焼入温度において曲げ荷重の平均値が最も高く、他のものはいずれも大差ないが添加をおこなっていないもの (No. 1) が最も

低い値を示すことが知られる。硬度と曲げ荷重の関係をとつてみると (図略) 各供試材ともに、有意水準1%以上で直線相関があり、Vを添加したものは最もバラツキの巾が少なくかつ、各硬度水準において最も高い強度を示す。添加をおこなっていないものはバラツキが最も大きく、他の3者 (No. 2, 3, 12) は大差ない。すなわち強度水準、バラツキの点において0.2%のV添加により顕著な改良がなされ、0.05%程度のTi添加ではAlのみによる効果と大差のないことが知られる。

切欠曲げ試験の結果も傾向は略々上記と同様であるが詳細は講演の際にのべる。

(2) 炭化物量測定結果

炭化物量の測定結果を Fig. 2 に示す。840°Cまでは

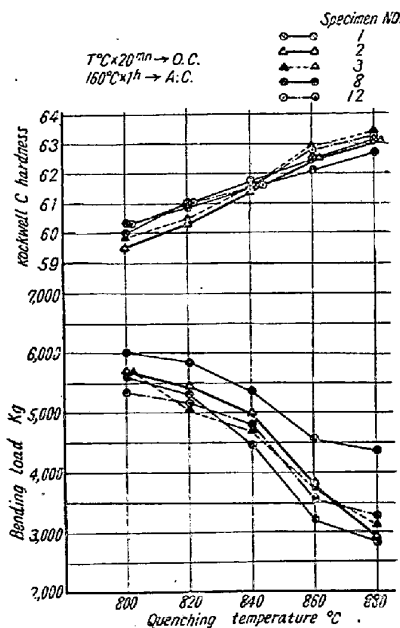


Fig. 1. Effect of quenching temperature on bending load (unnotched specimen, 10φ×60mm) and hardness.

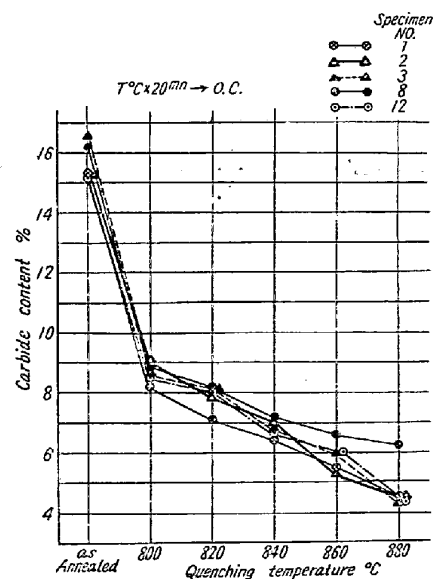


Fig. 2. Effect of quenching temperature on carbide content.

添加をおこなっていないものが最も少ないがこれ以上になると V を添加したものが最も多く他は大差ない。とくに 860°C 以上で V を添加したものと他との差が大となる。この傾向は曲げ強さの焼入温度に対する傾向と略々一致している。Ti, V による炭化物の安定化は定性的にはよく知られた事実であるが, 0.05% 程度の添加ではほとんど影響なく, V は 0.1% 程度で相当効果のあることが知られる。炭化物量と標準曲げ荷重の関係をとつてみると (図略) 極めて高い有意水準で直線相関が成立つがバラツキの巾は相当大きい。

(3) オーステナイト粒度

オーステナイト粒度の測定結果は Fig. 3 に示す通りである。920°C までいずれも細粒 (整粒) であるが添加をおこなっていないものは最も粗くかつ温度上昇による粗大化の傾向が急である。他の 3 者は略々同等であり, 920°C までは Ti, V 添加の効果は Al 単独の効果と変りないようである。

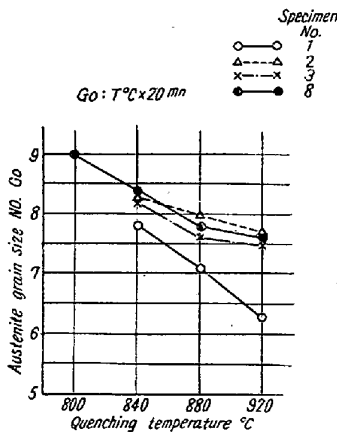


Fig. 3. Effect of quenching temperature on austenite grain size.

(31) 軸受鋼の研究 (VIII)

電解分離による軸受鋼の炭化物の挙動について (その 1)

Studies on Ball Bearing Steels (VIII)

(Behaviour of Carbides in Ball Bearing Steels by Electrolytic Isolation (I))

H. Nakashima, et alius.

Table 1. Chemical composition of ball bearing steels.

| Mark | C% | Si% | Mn% | P% | S% | Ni% | Cr% | Cu% | V% | N% |
|--------------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|-------|--------|
| Home made HM | 0.98 | 0.32 | 0.41 | 0.011 | 0.005 | 0.31 | 1.37 | 0.22 | — | 0.0027 |
| SKF tube SKF | 1.04 | 0.29 | 0.31 | 0.025 | 0.019 | tr | 1.47 | 0.03 | 0.011 | 0.0027 |

工業技術院機械試験所

工 上 野 学・工 〇 中 島 宏 興

I. 結 言

軸受鋼の寿命が残存炭化物量とかなり関係の深いことを報告したが, この場合残つた炭化物の量そのものよりもその時の基地の組成がより大きい影響をもつと考えられる。基地の組成を直接求めることもできるが, 本報告では残存炭化物の組成を先ず求めて, それから基地の組成を計算することにした。

ここでは軸受鋼の炭化物の量および化学組成, ならびに基地の化学組成が熱処理によつていかに変化するかについて報告する。

II. 実験試料および実験方法

実験試料としては, SKF パイプ材と国内産の塩基性電気炉鋼を使用した。その化学組成は Table 1 に示す通りである。

いずれも JIS の軸受鋼第 2 種に相当する。上記材料より 8mmφ×100mm の丸棒を削出し, これを 780~900°C で 20°C おきにそれぞれ 30mn 保持して油焼入をした。

炭化物の電解分離は, 東北大佐藤教授の考案された装置²⁾を使用し, 電解液は 0.2N 塩酸+5% クエン酸約 2 l, 電流密度は 10mA/cm², 電解時間は 48 h で, 電解中水素を通した。

残存炭化物の量は Hurlbut Counter を使用して lineal analysis によつて測定した。

III. 実験結果

ここでは SKF パイプ材についてのみ述べ, 国内産軸受鋼については講演の際に譲ることにする。

SKF パイプ材の各焼入温度に対する残存セメンタイトの量は Fig. 1 の通りである。図から明らかなように比較的低温でかなりの量のセメンタイトが固溶し, この曲線から推察すれば 970~980°C でセメンタイトは大体固溶し終るようである。

電解分離において, 焼鈍鋼は 92% 程度の炭化物が得られるが, 焼入鋼では 70~80% の収率である。Fig. 1 で「分離された炭化物」とは残査より基地中の炭素や介在物などを除いた値であり, 「未溶解の炭化物」とは lineal