

炭化物、窒化物（ならびに酸化物）等の Cb 化合物が鋼の変態に際して析出するオーステナイト相の結晶核となるためであり、また Fig. 1 に示したオーステナイト結晶粒の粗大化温度の上昇は、これらの Cb 化合物が結晶粒の成長を抑制する結果であると考えられる。なお鋼塊の鑄造組織の微細化は凝固過程中に析出する化合物たとえば酸化 Cb あるいは Cb と鉄との金属間化合物等によるものとも考えられるが、この点についてはさらに検討をおこなう予定である。

5. 経 済 性

Fe-Cb を用いてオーステナイト結晶粒の微細化調整をおこなうことにより、従来の V によるオーステナイト結晶粒微細化調整法に較べて 50~70% 経費節減を計ることが可能である。

(126) オーステナイト粒度と窒化アルミの形態

(鋼中の窒化アルミの研究—VI)

住友金属工業中央技術研究所

長谷部 茂雄

Austenite Grain Size and Morphology of Aluminum Nitride.

(Study of aluminum nitride in steel—VI)

Shigeo HASEBE

I. 緒 言

窒化アルミ (AlN) の量と、オーステナイト粒度との関係については、K. BORN らの研究¹⁾をはじめ多くの報告があり、AlN による結晶粒の微細化作用および粗粒化の阻止作用について論議されている。しかしながら、AlN の固溶現象だけでなく、AlN の析出形態の変化にも注意して研究する必要がある事が述べられている²⁾。

前報に続き³⁾今回は電子顕微鏡によつて観察される AlN の形態とオーステナイト粒度との関係について調査した結果である。

II. オーステナイト粒度におよぼす Al の含有量の影響

(1) 実験方法

Al の量を異にする 4 種の中炭素鋼について行なつた。高周波炉製の 50 kg の鋼塊を鍛造したのち供試したが、鍛造前の加熱温度は 1000°C、鍛造終了温度はおよそ 800°C、鍛造比は 5 とし、鍛造後空冷した。AlN を観察するための試料は、粒度測定用の試料とおなじ速度

で加熱し、おなじ時間加熱したのち水冷した。

(2) 実験結果ならびに考察

a) 酸可溶の Al が 0.10% をこえた試料では、それより Al の少ない試料よりもかえつて粗粒となるが、こ

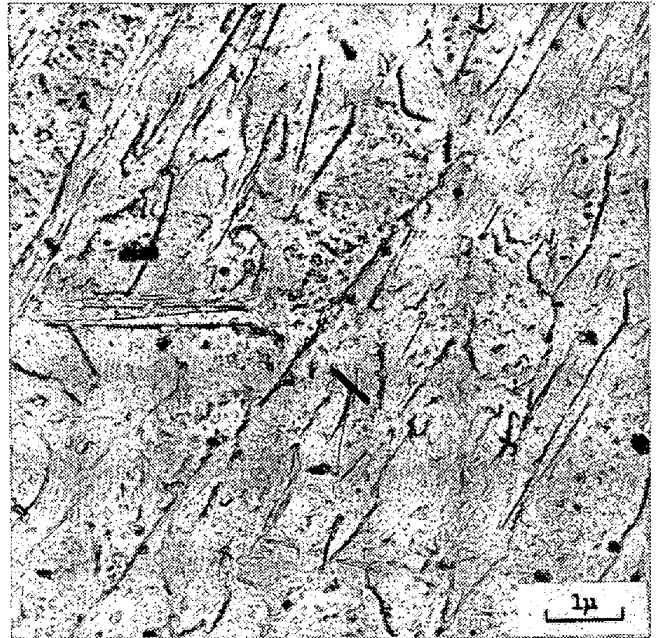


Photo. 1. Many small precipitates of aluminum nitride (AlN extracted by carbon replica from the medium-carbon steel (acid-soluble Al 0.025% and N 0.009%) heated for 6 h at 1000°C after forging (forging temperature, 1000-800°C).

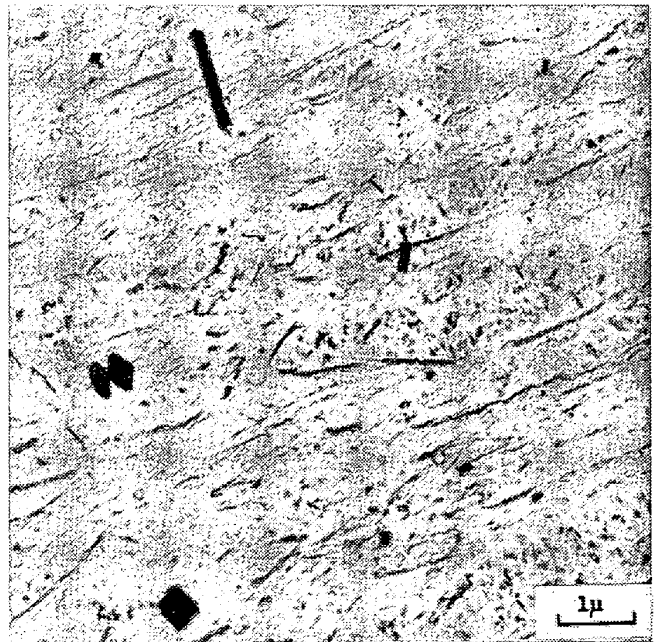


Photo. 2. Large AlN precipitates extracted by carbon replica from the medium-carbon steel (acid-soluble Al 0.124% and N 0.010%) after the same heat-treating and forging as in Photo. 1.

れは AlN の析出形態の相異によるものと思われる。

b) 50 kg の鋼塊を 1000~800°C で鍛造した場合、Al の量を異にする試料では、鋼塊における AlN の析出形態の相異が鍛造後も残り、酸可溶の Al が 0.10% をこえる試料と 0.03% 前後の試料とを比較すれば、前者では大型の AlN が多いのに対して、後者では微細なものが多い。高温で長時間加熱すると、AlN は凝集して大型となる傾向がみられるが、1000°C で 6h 加熱しても、両試料の相違は残存している。このような AlN の析出形態の相違が粒度にあらわれるものと考えられる (Photo 1 および Photo 2)。

c) 益子⁴⁾によれば、混粒は、偏在型の混粒と混在型のものに分類できるが、それらの混粒の生成原因はつぎのように考えられる。

層状偏在型の混粒は、一次オーステナイトの粒界附近に析出した AlN が、鍛造によつて層状の偏析をつくるために発生する。混在型の混粒は、AlN の凝集あるいは固溶による消失が原因で発生するものと考えられる。

III. オーステナイト粒度におよぼす鋼塊の大きさの影響

(1) 実験方法

100 kg 鋼塊および 5 kg の取鍋試料について比較した。いずれも酸可溶の Al を 0.03% 含有する中炭素鋼である。

鋼塊から削り出した鍛造のままの試料、および鍛造材について比較した。鍛造温度は、前節とおなじく 1000~800°C、鍛造比は 5 とした。

(2) 実験結果ならびに考察

a) 100 kg 鋼塊と 5 kg の取鍋試料の鍛造材では、後者の方が粗大化温度が高いが、これも AlN の析出形態の相違によるものと思われる。

b) 鋼塊が大きいと、鍛造時に大型の AlN が析出しやすく、それだけ低温で析出する微細なものが少ない。また、一次オーステナイト粒も粗大化し、偏析の傾向がよくなる。これに対して、小鋼塊では、冷却速度が速いため微細な析出物の数が多く、また、一次組織も微細であるために偏析の傾向も少ない。このような AlN の析出形態の相違は、1000°C で 6h 加熱したのちにも残っており、粗大化温度の差の原因となっているものと考えられる。

IV. オーステナイト粉度におよぼす高温加工の影響

(1) 実験方法

前節で使用した 100 kg 鋼塊を供試して、鍛造温度と

鍛造比の影響を調査した。鍛造前の加熱温度は 1000, 1150 および 1300°C、鍛造終了温度はそれぞれ、およそ 800, 950 および 1100°C とした。鍛造比は 2, 5 および 10 にそれぞれ変え、鍛造後は空冷した。

(2) 実験結果ならびに考察

a) 鍛造によつて粗大化温度は低下するが、鍛造温度の影響が大きい。鍛造温度が 1150~950°C の場合に粗大化温度はもつとも低く、1000~800°C の場合にはそれよりも高く、1300~1100°C の場合にはさらに高い。

b) 鍛造比と粗大化温度との間には関係が認められない。

c) 鍛造前の加熱温度が AlN の固溶温度よりも高い場合に析出する AlN は微細であるが、1100°C 前後の場合には AlN が凝集して大型の析出物となる。加熱温度が低いと凝集が進行しない。鍛造温度、とくに鍛造前の加熱温度の高低によるこのような AlN の析出形態の変化が、粗大化温度の高低の原因になっているものと考えられる。

V. オーステナイト粒度におよぼす熱処理の影響

(1) 実験方法

前節で使用した中炭素鋼の 100 kg 鋼塊を、1000~800°C で鍛造し、次の 3 種類の熱処理の影響を調査した。

a) 1200°C で 30mn 加熱後水冷の固溶処理を行なったのち、それぞれ 700, 900 および 1100°C で 6h 加熱し、水冷した場合

b) 1200°C で 30mn 加熱後、それぞれ 700, 900 および 1100°C で 6h 等温加熱し、ついで水冷した場合

c) 1200°C で 30mn 加熱後、それぞれ水冷、ならびに 600°C/h および 100°C/h の速度で 500°C まで冷却し、ついで空冷した場合

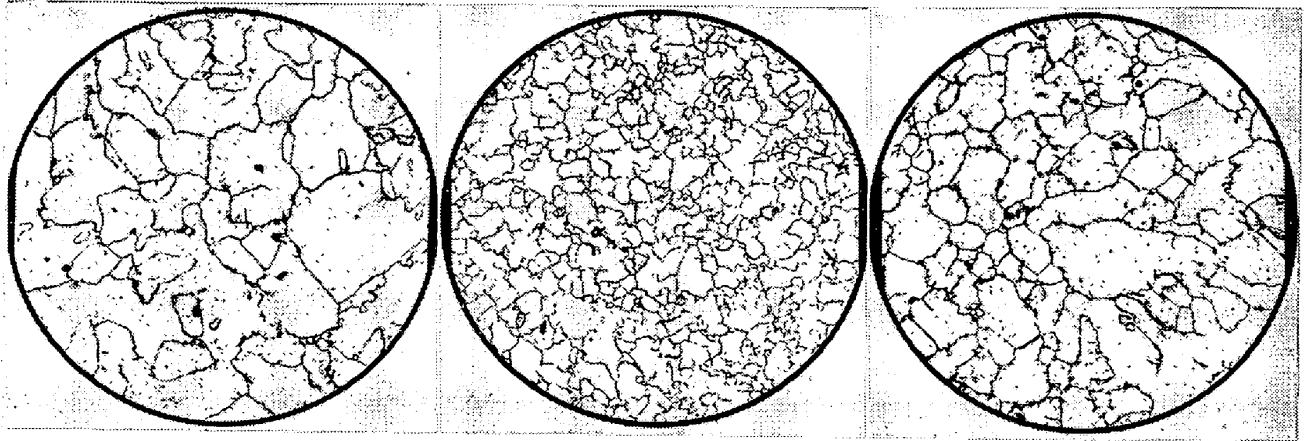
(2) 実験結果ならびに考察

a) 固溶処理後の再加熱温度の高低によつて、粗大化温度は変化する。900°C で、粗大化温度がもつとも高い (Photo 3)。

第 1 報³⁾でのべたように、700°C で再加熱した場合に析出する AlN は、900°C の場合よりも長大なものが多い。

b) 固溶処理後の等温加熱温度の高低によつても、粗大化温度は変化する。700°C で粗大化温度が最も高い。700°C で析出する AlN がもつとも微細であることは、第 1 報³⁾でのべた。

c) 固溶処理後の冷却速度の緩急によつても、粗大化温度は変化する。600°C/h で、粗大化温度がもつとも高い。



Previous heat-treatment
1200°C, W. Q.
700°C, 6 h

1200°C, W. Q.
900°C, 6h

1200°C, W. Q.
1100°C, 6h

Photo. 3. Austenite grain size (925°C, 6hs) of the medium-carbon steel (acid-soluble Al 0.030% and N 0.009%) heated for 6 h at 700, 900 and 1100°C after solution-treatment (1200°C, 0.5 hs, W. Q.).

d) 前熱処理による粒度の変化は、AINの析出形態の変化と関係があり、AINを微細に析出させるほど粗大化温度は高くなる。

VI. 結 云

オーステナイト粒度におよぼすAlの量、鋼塊の大きさ、高温加工、あるいは熱処理の影響などいずれも、AINの析出形態によつて説明できることを明らかにした。

従来の研究の結果には、一見相反すると思われる結果もみられたが、それらも統一して整理することができるようである。

Ti, Zr および V の添加も、粒の微細化に有効であり、しかも、粗大化温度はそれらの含有量の増加とともに上昇し、また、熱履歴の影響も少なく、Alの場合と異なっている。これは、第5報⁵⁾でのべたように、微細化に有効なこれらの諸元素の析出物が、AINよりは安定であることによるものと思われる。

文 献

- 1) K. BORN and W. KOCH: Stahl u. Eisen, 72 (1952), 1268-1277
- 2) A. B. CHATTERJEA and B. R. NIJHAWAN: Metal Treatment & Drop Forging, 24 (1957), 137, 54-60
- 3) 長谷部: 鉄と鋼, 46 (1960) 3, 332-335
- 4) 益子: 鉄と鋼, 43 (1957) 12, 1307-1312
- 5) 長谷部: 鉄と鋼, 47 (1961) 3, 512-515

(127) X線マイクロアナライザによる 非金属介在物の同定

(鋼中の非金属介在物の研究—IV)

金属材料技術研究所 内山 郁

Identification of Nonmetallic Inclusions by X-Ray Microanalyzer.

(Study on nonmetallic inclusions in steels—IV)

Iku UCHIYAMA

I. 緒 言

鋼中の非金属介在物の組成あるいは結晶構造を知ることとは、鋼の品質向上という観点から非常に重要なことである。しかし、未だにその実体は確実につかめていない。これは、その調査方法が一長一短であること及び非金属介在物の組成の複雑性によるものと考えられる。筆者は、前報までに、電子顕微鏡的な方法及び超音波ジャックハンマーで非金属介在物を取り出しそれを同定する方法などを報告した。本実験では、X線マイクロアナライザを用いて、種々の非金属介在物を調べたので、その実験方法及び結果について以下に報告する。

II. X線マイクロアナライザ装置について

本実験で使用した装置はフランスのカメラ社製のものでその概要を以下に述べる。先づCSF型電子顕微鏡の電子銃を利用して電子線を発生させ、1段電磁コンデンサーレンズで最小1 μ のスポットに集束し、電磁対物レンズに組込んだ光学顕微鏡レンズ系で観察しながら試料中の非金属介在物のところに投射させる。投射された箇所からは、そこに含まれる組成元素の特性X線が発生す