

置における引抜き限界の値については、Fig. 2 に示すように、その伸び/絞りの比の値との間に密接な直線的正相関が存在することが判った。しかもこの関係は造塊法あるいは化学成分に関係なく一義的に存在すると思われる。

したがって軟鋼線材では鋼種すなわち、化学成分あるいは造塊法に関係なく、引張り試験による伸び/絞りの比の値をもつてその引抜き限界を推定することが可能であると思われる。

V. 結 言

今回各種の軟鋼線材について引抜き限界を測定した結果、原素線の引張り試験による伸び/絞りの比の値をもつて、先述のように定義したその引抜き限界を一義的に推定できることを見出した。

文 献

- 1) 田島・津田：金属学会第 41 回大会（戸畑），（1957）

(108) 中炭素鋼の高温延性と窒化アルミの形態

（鋼中の窒化アルミの研究—II）

住友金属工業中央技術研究所 長谷部 茂雄
High-Temperature Ductility and Shapes of AlN in Medium-Carbon Steel.

（Study of aluminum nitride in steel—II）

Shigeo Hasebe.

I. 緒 言

前報¹⁾においては炭素鋼中に析出した窒化アルミ (AlN) を電子顕微鏡によつて直接観察した結果について報告し、鋼中の AlN は長方形の薄板状の析出物として存在すること、また析出初期の長さが 100 Å 程度の微細なものから 10 μ を越える長大なものまで観察され

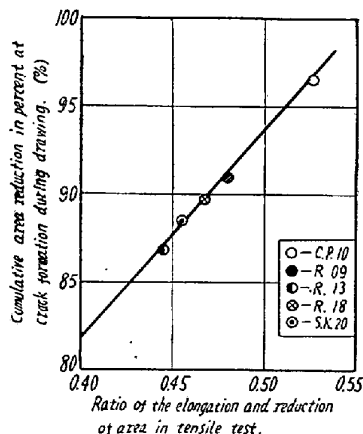


Fig. 2. Relation between the drawability and the ratio of the elongation and reduction of area in tensile test for mild steel used for wire rods.

ることを示した。

本報では中炭素鋼の高温引張試験における延性の変化が AlN の形態と密接な関係を示す現象について報告する。また中炭素鋼の鋳鋼あるいは鍛造材の高温割れが Al の添加によつて増加する現象の機構およびその防止法などについて考察を行なつたものである。

中炭素鋼の鋼塊の縦割れあるいは鍛造材の高温割れは結晶粒調整の目的で行なわれる Al 添加によつて増加することが知られている^{2)~5)}。この場合の中炭素鋼は割れの伝播が容易な薄いフェライトネットで囲まれたパーライト組織であるが、IRVINE らは Al の影響についてフェライトネット中に析出した AlN あるいは硫化物が割れの発生起点となるためではないかと推察している²⁾。DESAI は高温引張試験を行なつて Al 添加による 600°~700°C での延性の減少が鋼塊割れの現象と関係があるとしている³⁾。また BIGGS は同じく高温引張試験を行ない、DESAI と同じく 600°~700°C での延性の低下を示し、Al 添加による割れの増加は Al 添加によるフェライトの強度の低下によるものかあるいは IRVINE らの考えと同じく AlN の析出によるものではないかと述べている⁴⁾。なお 800°C での引張試験の結果は両者で相異している。

このような考えには Al を添加した鋳鋼の常温における脆性に関する LORIG らの報告がヒントとなつていゝるが、彼らは N を多く含有する鋳鋼中に AlN と思われる析出物の存在することを光学顕微鏡によつて示している⁶⁾。

II. 実験方法

Al 添加量を異にした C 0.45%, Si 0.30% および Mn 0.80% の中炭素鋼を高周波炉によつて溶製して供試材とした。鋼塊の重量は 50 kg である。なお AlN の影響をはつきりさせるために N を 0.02% 程度まで多く含有させた鋼塊も溶製した。高温引張試験片は径 6 mm および標点距離 20 mm とし、鋳造のままの鋼塊および熱間鍛造後焼準処理した棒鋼より削出して 500~1000°C における引張試験を行なつた。

また Al の他に Ti, V, B および Zr などの諸元素を添加した鋼塊を溶製して供試した。

鋼中の AlN などの析出物の観察は前報¹⁾と同じく主としてカーボン抽出レプリカ法によつた。

III. 実験結果ならびに考察

Fig. 1 には鋼塊より削出しそのままに 500°~1000°C のいろいろの温度で引張試験を行なつた結果の一部を示す。Al の添加はオーステナイト域において延

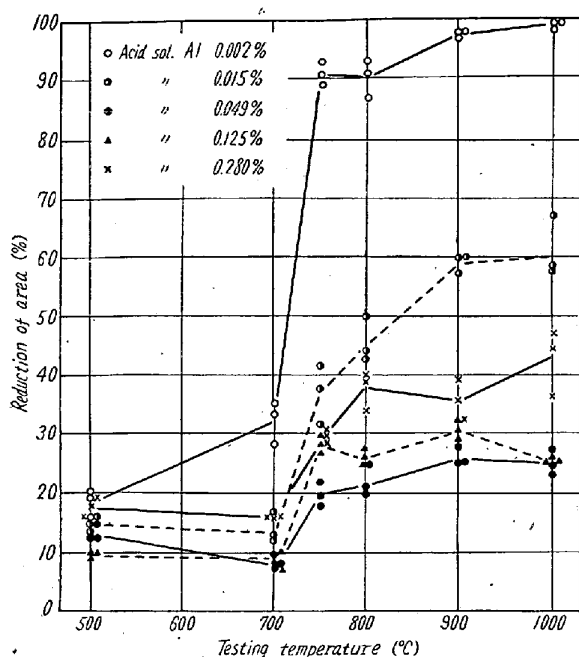


Fig. 1. Effect of aluminum content on high-temperature ductility of medium-carbon steel containing 0.002~0.280% Al and 0.02% N.

Test pieces are 6mm ϕ (D) $\times$ 20 mm (L) in size and are made from a 50kg ingot as cast. Drawing speed is 50mm/mn.

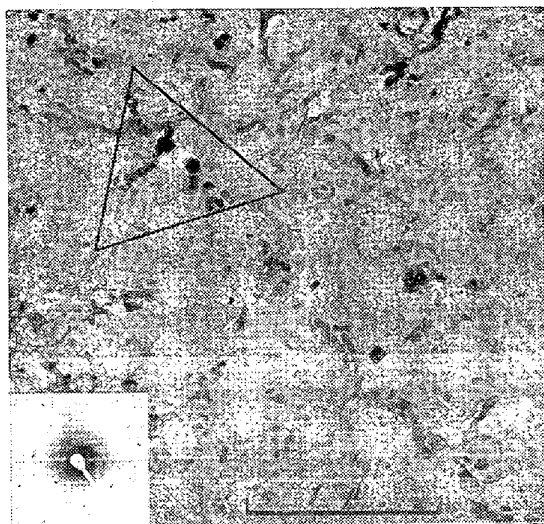


Photo. 1. Electron micrograph by a carbon extraction replica of a tensile test piece containing 0.049% Al and 0.02% N after drawn at 1000°C as shown in Fig. 1.

Small AlN precipitates are lined.

性をいちじるしく低下させていることが判る。なお酸可溶の Al 量が 0.125% およびこれを越える 0.280% の試料では延性の低下が多少回復している。

Photo. 1 は酸可溶の Al が 0.049% の試料の 1000°C における引張試験片に観察された AlN 析出物を示

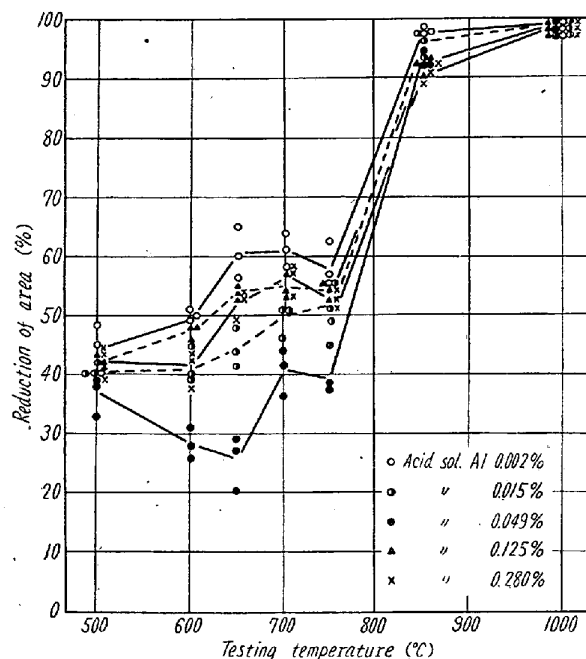


Fig. 2. Effect of aluminum content on high-temperature ductility of medium-carbon steel containing 0.002~0.280% Al and 0.02% N.

Test pieces are heated for 30 mn at 1350°C to solve AlN, cooled slowly (cooling rate 150°C/h) to 1000~500°C and then drawn.

したものである。Fig. 1 に示したようなオーステナイト域における延性の低下はこのように連らなつて析出している AlN によるものと思われる。なおこのような AlN 析出物の大部分は鋼塊における最初のオーステナイト粒界に鑄造時にすでに析出していたものである。

Fig. 2 は Fig. 1 におけると同じく鋼塊より削出した試験片を 1350°C のアルゴンガス雰囲気中で 30 分間加熱して AlN を溶解させた後 150°C/h の速度で 1000~500°C のいろいろの温度まで徐冷しただけにその温度で引張試験を行なつた結果である。Fig. 1 に見られたような Al 添加によるオーステナイト域での延性のいちじるしい低下は見られない。これは電子顕微鏡による観察の結果 AlN が溶解した高温からの徐冷によつて析出した大型の AlN は孤立して散在しており、Photo. 1 に示したように連続しては分布していないためであると思われる。

一方 1350°C より徐冷せずに 1000~500°C のいろいろの温度まで急冷してただちにその温度で引張試験を行なつた結果は Fig. 1 と同じ傾向を示していた。Photo. 2 は 1000°C における引張試験片に観察される AlN 析出物を示したものである。このようにオーステナイトの粒界に連続して析出した AlN が延性を低下させる原因

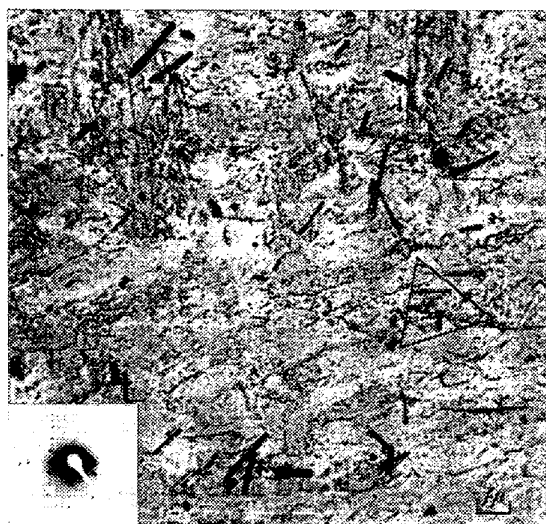


Photo. 2. Electron micrograph by a carbon extraction replica of a tensile test piece containing 0.049% Al and 0.02% N after drawn at 1000°C.

The test piece is heated for 30 mn at 1350°C to solve AlN, cooled rapidly to 1000°C and then drawn. Small AlN precipitates are lined along the austenite grain boundary.

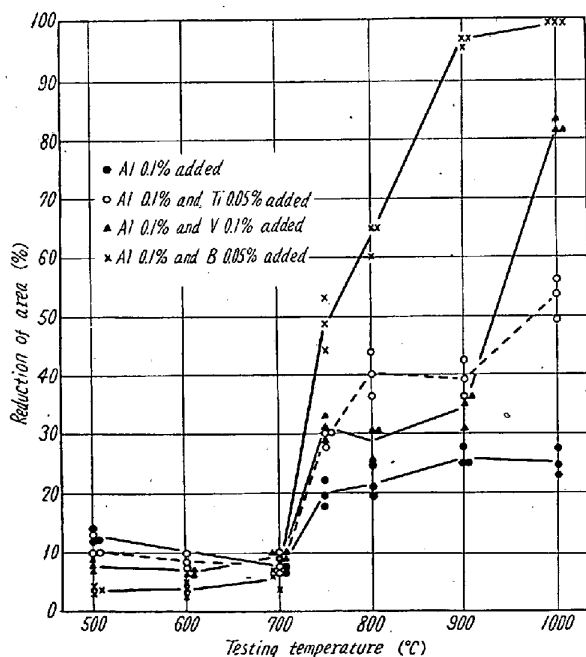


Fig. 3. Effect of Al, Al+Ti, Al+V and Al+B addition on high-temperature ductility of medium-carbon steel containing 0.02% N. Test pieces are drawn as shown in Fig. 1.

であると思われる。

Fig. 3 は Al の他に Ti, V および B をそれぞれ添加した試料と Fig. 1 において最も低い延性を示した試料 (酸可溶の Al 0.049%) との比較を行なった結果で

ある。Fig. 1 と同じく鋼塊より削出してそのまま直ちにいろいろの温度で引張試験を行なった結果であるが、Al 以外のこれらの諸元素の添加はいずれも Al 添加によって失われた延性を回復させており、とくに B の添加はいちじるしく有効であることを示している。これは電子顕微鏡による窒化物の観察の結果鋼中における各種の窒化物の形態の相異によるものであることが判った。

Fig. 1~3 および Photo. 1 および 2 はいずれも N を多く含有させた試料についての結果であるが、N 含有量が低いふつうの試料においても Al 添加による高温延性の低下はいちじるしく、微量の AlN が大きな影響をおよぼすことが判った。

文 献

- 1) 長谷部: 鉄と鋼, 46 (1960) 3, p. 332~335
- 2) K. J. IRVINE and F. B. PICKERING: Iron & Steel, 30 (1957), p. 219~223
- 3) S. C. DESAI: J. Iron & Steel Inst. (U.K.), 191 (1959), p. 250~256
- 4) B. L. BIGGS: J. Iron & Steel Inst. (U.K.), 192 (1959), p. 361~377
- 5) 谷口, 栗山 および 井上: 鉄と鋼, 46 (1960), p. 291~293
- 6) C. H. LORIG and A. R. ELSEA: Trans. Amer. Foundry. Assoc., 55 (1947), p. 160~174

(109) 溶接熱影響部の割れにおよぼす窒化アルミの影響

(鋼中の窒化アルミの研究—Ⅲ)

住友金属工業中央技術研究所 長谷部 茂雄
Effect of AlN on the Cracking at the
Welding Heat-Affected Zone.

(Study of aluminum nitride in steel—III)

Shigeo Hasebe.

I. 緒 言

前報¹⁾では中炭素鋼を対象にしてその高温延性と窒化アルミ (AlN) 析出物の形態に密接な関係のあることを報告したが、本報では溶接構造用低 Mn 鋼の溶接熱影響部割れと AlN 析出物の関係について調査した結果を報告する。

溶接構造用鋼の溶接熱影響部割れ (溶接ビード下割れともいう) におよぼす鋼材の含有成分の影響については多くの報告があり、割れの発生機構についても多くの研究が行なわれている。しかし Al 量の影響はとくに複雑