

の試料は混粒であることがわかる。

Table 2 は顕微鏡写真上、径 60mm の円内において各面積範囲内の面積をもつすべての結晶粒子が占める面積の割合を示す。

Table 2. The percentage of area occupied by grains having the area of (0~45), (45~90), (90~135), and (135~180) mm², respectively.

Photo. No.	Area (mm ²)			
	0~45	45~90	90~135	135~180
1	74.7	15.0	10.3	0.0
2	69.0	18.7	12.3	0.0
3	69.1	22.6	8.1	0.0
4	68.2	27.7	4.1	0.0
5	60.5	34.0	5.5	0.0
6	64.6	23.6	4.5	7.3
7	63.4	29.9	0.0	6.7
8	63.7	32.9	3.4	0.0
9	66.5	27.3	0.0	6.2
10	61.4	27.3	11.3	0.0

III. 考 察 と 結 論

この実験結果から考えると I. の理論は正しいことが証明された。すなわち、結晶粒が等軸である場合はある任意の断面に現われる結晶粒の面積の分布状態が上記理論の値を満足しない場合に、すなわち理論的に混粒と結論できる場合には測定した結晶粒子の消長の結果から混粒であることが証明された。

以上に概説した研究について報告する。

文 献

- 1) 堀川映二: 鉄と鋼, 40 (1954) 10, p. 991
- 2) E. C. Bain, Metals and Alloys, (1937) p. 348
- 3) W. M. Williams and C. S. Smith, Trans. AIME J. Metals 4 (1952) 755

(105) オーステナイトおよびフェライト領域における AlN の析出限

大同製鋼, 研究所

永田重雄・梶山太郎・○加藤剛志

Precipitation Limits of Aluminium Nitride in Austenite and Ferrite Regions.

Sigeo Nagata, Tarō Sugiyama and Kōsi Katō.

I. 緒 言

熔鋼に Al を添加すればまず、熔鋼中の酸素 O と結合して Al₂O₃ となるが、鋼中に残留する Al₂O₃ は一定の鋼種では殆んど一定であり、オーステナイト結晶粒を細粒ならしめる作用は殆んどない。

熔鋼中に残留する metallic Al は熔鋼が凝固後に N と結合して AlN となる。この AlN が鋼に対して溶解度の変化を示し、オーステナイト結晶粒をあるいは細粒ならしめ、あるいは粗粒ならしめる。AlN が存在しなければ鋼のオーステナイト結晶粒は細粒とならず、またオーステナイト結晶粒が細粒である鋼も AlN がオーステナイト中に溶解、消失すれば粗粒(粗大化)となる。さきの報告において水冷試料を再加熱する時と炉冷試料を再加熱する時とは同じ温度において析出 AlN 量はなほ大きく異なることがあり、水冷試料では AlN の析出速度がきわめて大きいことおよび変態直後の AlN の挙動がオーステナイト結晶粒をあるいは細粒ならしめ、あるいは粗粒ならしめると述べた。本実験においてはオーステナイト領域における AlN の析出限と併せてフェライト域における AlN の析出限をも求めたので、その結果について報告する。

II. 実 験 試 料

本実験に用いた純鉄、炭素肌焼鋼 (S15CK) および Cr-Mo 肌焼 (SCM21) 鋼の化学成分を Table 1 に

Table 1. Chemical composition of specimens.

Sample No.	Type of steel	Chemical composition (%)													Remarks
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	S.Al	I.Al	N ₂	O ₂ *	
V 430	Pure iron	0.03	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0.035	0.001	0.012 ₄	0.001 ₃	As-forged, 27 mm φ, F.R.=8
W 684	S15CK	0.15	0.27	0.52	0.002	0.009	0.03	0.02	0.03	—	0.019	0.008	0.010 ₃	—	As-forged, 30 mm φ, F.R.=8
E 6235	SCM21	0.17	0.28	0.68	0.012	0.006	0.17	0.10	0.96	0.18	0.057	0.007	0.010 ₃	—	As-rolled, 70 mm φ, As-soaking, R.R.=6.4

* Vacuum-fusion method.

示す。

各試料の位置によると化学成分の相異を調べるためにそれぞれ供試材の一端から他端へと 5 ないし 10cm 間隔 (試料の太いものは 5cm, 細いものは 10cm) で分析試料を採取して調査した結果, 各試料とも均一な材料とみなすことができた。

III. 実験方法

(1) 試料調製

各供試材からそれぞれ 10mm 厚の板を切り出して, 実験用試料とした。

(2) 予備実験

それぞれの試料を 1300~1400°C に加熱して AIN 析出量が 0, すなわち, AIN がオーステナイト中に完全に溶け込む条件を求めた。

(3) 試料の熱処理

i) 純鉄, 炭素および Cr-Mo 肌焼鋼のそれぞれの試料について常温から約 400°C/h の加熱速度でそれぞれ 875, 925, 1000 および 1100°C の各温度まで, 加熱し, それぞれその温度において保持し, 適当時間後, 順次水冷し AIN をエステルハロゲン法により定量した。

保持時間は AIN の値が一定値を示すまで, 順次増しその一定値をもつてその温度における AIN の析出限とみなした。

ii) また (2) の予備実験の結果より, 純鉄 (V430), S15CK (W684) については 1300°C, SCM21 (E6235) については 1400°C まで試料を加熱してこの温度に 10~30 分保持して AIN をオーステナイト中に完全に固溶せしめ, その後, 直ちに i) に述べた各温度に保持した炉に移し i) に述べたごとくしてその温度における AIN 値を求めた。

iii) さらに同じ方法によりフェライト領域における AIN の析出限を求めた。すなわち, 高温から 925°C まで冷却し, そこで保持してこの温度における AIN の析出限まで AIN を析出せしめた後, さらに炉の温度を下げて 810, 770, 650 および 500°C において同様な実験を行い, それぞれの温度における AIN の析出限を求めた。この熱処理およびそれに対応する AIN の定量結果を Fig. 1 に示す。

IV. 実験結果および考察

(1) 純鉄 (V430), S15CK (W684) および SCM21 (E6235) のオーステナイトからフェライト領域にいたる各温度における AIN の析出限を Fig. 2 に示す。これから判るように鋼中の AIN は高温になるほど, オーステナイトに多く溶け込む。換言すれば, 析出限は

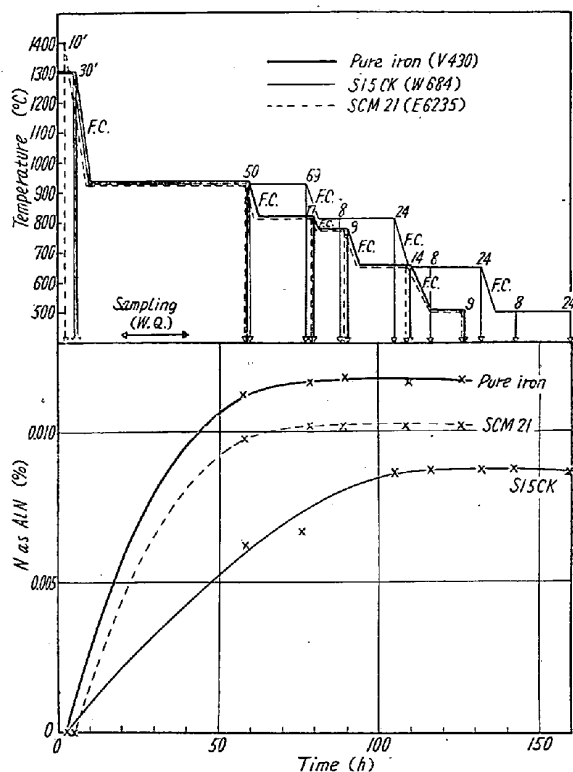


Fig. 1. Relation between heat-treatment from high temperature to 500°C and AIN content..

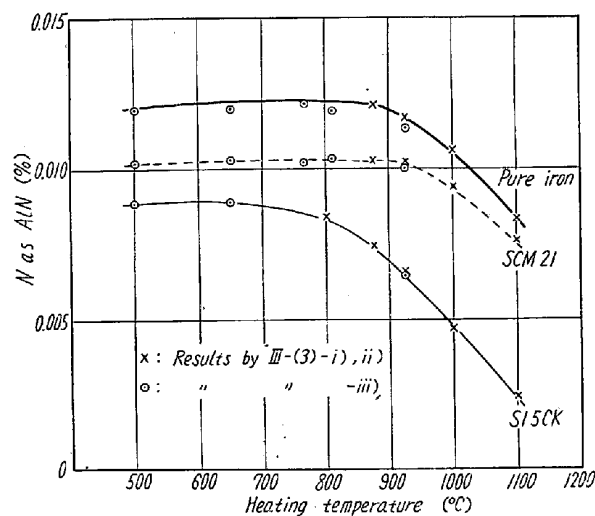


Fig. 2. Precipitation limits of AIN at each temperature.

小さくなる。一方, フェライト領域になると析出限はオーステナイト領域における析出限と連続しているが, 温度の変化にはほとんど無関係で一定値を示す。この点に関する H. F. Beeghly¹⁾の実験結果は常温から加熱して短時間保持して求めたものであり, AIN 析出量はオーステナイト領域より減少している。われわれの行なつた実験結果からはフェライト領域における AIN の析出にはきわめて長時間を要することが判つた。そこで, われわれは III-(3)-iii) に述べた方法により高温からある温度ま

で降温して、そこで長時間保持した後、さらにつぎの温度まで降温しては同じことを繰り返してフェライト領域における AlN の析出限を求めた。その結果によると順次温度を下げて保持しても AlN 析出量は殆んど増加もまた減少もせず一定であつた。

(2) したがって高温のある温度において析出限まで析出せしめた後に炉冷(200°C/h)すると炉冷中にさらに AlN が析出する。

(3) (1) の結果にもとづいて三つの異つた鋼種の試料についてそれぞれのオーステナイト領域における反応 $[Al] + [N] \rightleftharpoons AlN$ の平衡恒数 $K = [Al] \cdot [N]$ の温度函数を Fig. 3 に示す。log K と $1/T$ は直線的關係をなす。S. L. Darken²⁾ の実験式は主として low C-steel を用い、オーステナイト中の N の溶解度を求め、一定温度において鋼中の N が増加し始める点の $[Al]$ を求めて実験式を導いている。本実験においてえられた式は直接に平衡する AlN を H. F. Beeghly¹⁾ のエステルハロゲン法により分析して求めたものであり、求め方が異つている。

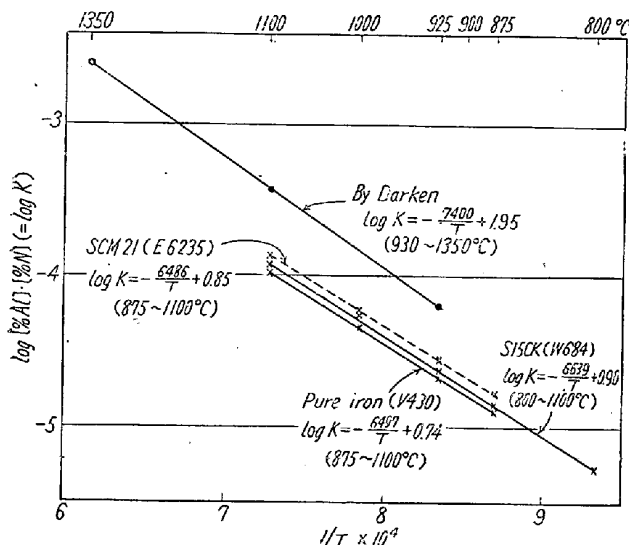


Fig. 3. Relation between equilibrium constant K and temperature T.

(4) Fig. 3 において純鉄 (V430)、炭素肌焼鋼 (W684)、および Cr-Mo 肌焼鋼 (E 6235) について求めた実験式はそれぞれつぎのごとくなる。

$$\log K = -6497/T + 0.74 \quad (875 \sim 1100^\circ\text{C}) \cdots \cdots \text{純鉄}$$

$$\log K = -6639/T + 0.90 \quad (800 \sim 1100^\circ\text{C})$$

$\cdots \cdots$ 炭素肌焼鋼

$$\log K = -6486/T + 0.85 \quad (875 \sim 1100^\circ\text{C})$$

$\cdots \cdots$ Cr-Mo 肌焼鋼

図からも判るようにこの 3 直線はそれぞれ殆んど平行でかつその間隔は僅少である。(また Darken の結果と

も平行である。) したがって鋼種別に求めたこれらの 3 式は activity などの概念を導入すれば一つの式にまとめることができるものと推察される。

(5) 一般に常温から加熱して一定温度に保持した方が高温から降してきて、その温度に保持するよりも AlN は早く析出限に達する。換言すれば析出が速い。

文 献

- 1) H. F. Beeghly: Anal. Chem., 21 (1949) p. 1513
- 2) S. L. Darken: J. of Metals, Dec., (1951), p. 1174

(106) 鋼管の渦流探傷法

日本鋼管、技術研究所

○赤沢 雄二・森 年弘

Inspection of Steel Tubes by Eddy Current Methods.

Yuji Akazawa and Toshihiro Mori.

I. 緒 言

一般に行われている鋼管の検査は目視、水圧および磁粉探傷検査などであるが、目視検査は検査員の熟練度、作業環境などによつて確実性が左右され、水圧検査は貫通、開口していないキズに対する検査能力に乏しく、磁粉探傷検査は全数検査に不適當である。またこれらの検査法はいずれも表面に現われていないキズに対して不確実で、重欠点を見逃し、事故を起す例がある。そこで従来の検査法の欠点を補う新しい検査法の検討を行い、渦流探傷法がもつとも適當であると考えられたのでこれについて研究し、試作探傷器による現場実験を経て実用化に成功した。

本報告は、鋼管の渦流探傷法の概要と探傷例とについてとり纏めたものである。

II. 管状導体の渦流

円形コイル内に導体をおいて、そのコイルに交流を流すと、交流磁束は時間的に変化して、試料には同心円状の渦流を生ずる。渦流の強さはコイルの形状およびそれに流す電流の大きさ、周波数によつて変化し、さらにこれらが一定であるときは、中に挿入した試料の形状、大きさ、磁性、電気抵抗によつて変化する。