

Table 1. Chemical composition and austenite grain size of three steels used.

Mark	Chemical composition (%)						Austenite grain size Gr(925°C×6h)	Deoxidizer	Remark
	C	Si	Mn	P	S	Sol. Al			
G 1	0.53	0.34	0.72	0.010	0.022	0.025	7.6	Si+Al (0.06%)	Fine-grained
G 2	0.52	0.35	0.73	0.009	0.022	—	3.6	Si	Coarse-grained
G 3	0.54	0.34	0.71	0.010	0.023	0.009	5.7	Si+Al (0.02%)	Duplex-grained

供試鋼はタンマン炉で熔製した炭素鋼でその化学組成および粒度は Table 1 に示す通りである。すなわち上記の実験目的を満足するために脱酸条件をかえて、細粒鋼 (G 1), 粗鋼 (G 2) および混粒鋼 (G 3) をつくったわけである。なお前報までしばしば掲げたような、加熱時間を 6h とした場合の成長性は Fig.1 の通りであり、それぞれ特徴ある様相を示している。

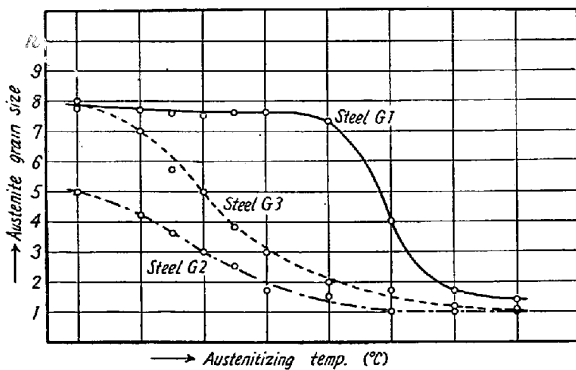


Fig. 1. Grain growth characteristics of austenite in three steels used. (Austenitizing time; 6h)

これらの鋼を鋳込後鍛伸して焼準後多数の粒度試験片を採り、これを 850~1200°C の種々の温度で 1/2~10h 保持しその粒度を求めた。ただし加熱時変態点を通過する速度は 7°C/mn に一定した。粒度の現出法としては徐冷法を用い、フェライトのネットワークで粒度を判定した。

実験結果の一例として、925°C における等温成長の様子を示せば Fig. 2 の通りである。すなわち細粒鋼、粗鋼とも時間が長くなるにつれて結晶粒は徐々に大きくなるが、混粒鋼ではある温度で急に大きくなる場所がある。そしてこの温度は加熱温度が高くなるにつれて次第に低下する傾向がある。しかし細粒鋼でも加熱温度が高くなり、1050~1100°C になると同様な現象を示す。粗粒鋼では見られない。

以上の現象はオーステナイト結晶粒の平均直径と加熱時間の関係でみるとさらにはつきりと認められ、また結晶粒の成長速度を定量的に比較することができる。

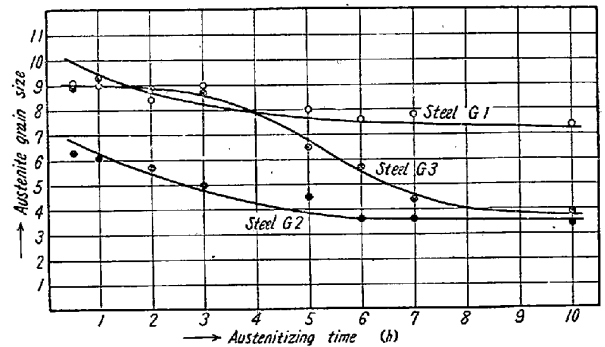


Fig. 2. Influence of austenitizing time on austenite grain size of three steels used. (Austenitizing temp.: 925°C)

さらに AlN がオーステナイト結晶粒界の移動を妨げることから見れば、これらの現象は鋼中 AlN の挙動とも当然関連することであり、この面からの検討についてものべたいと思う。

文 献

- 1) 河井, 益子: 本誌, 41 (1955) 435
- 2) 益子: 本誌, 42 (1956) 482
同じく 176, 178, 242 (第 51 回本会講演大会で講演)
- 3) 例へば, O. O. Miller: Trans. A.S.M., 43 (1951) 260

(44) 鋼のオーステナイト結晶粒度に及ぼす添加元素の影響 (III)
(熱腐蝕法に依る)

The Effect of Alloying Elements on the Austenite Grain Size by Thermal Etching Method (III)

H. Hirotani, et alius.

東北大学金属材料研究所 工博 今井 勇之進
" " " 〇理 広 谷 宏

I. 緒 言

オーステナイト結晶粒の現出法として瞬間的酸化法が

最も合理的と思われるがその酸化法にも酸化度の調整に困難があり、筆者達は熱腐蝕法を採用してこれが酸化法に代り得るものであることを証し、すでに Fe-Cr, Fe-Mo, Fe-W, Fe-Co, Fe-P 系の試料を使用して滲炭法との比較をしながらオーステナイト結晶粒におよぼす各添加元素の影響を考察してきた。本報はさらに Fe-Al Fe-N, Fe-Zr, Fe-Nb, Fe-Cu, Fe-Ti 系に関して検討した結果である。Zr に関しては真空溶解についても実験をおこない普通溶解と比較検討している。判定法は従来通り学振法に基いた。Cu 拡散法によるオーステナイト結晶粒の現出についても検討をおこなっているが本紙では Al, N, を Fe に添加した時の熱腐蝕法によつて 950°C, 1000°C 各 7h 保持したものと滲炭法による 1000°C 7h 保持した場合の図表および Fe-Zr の普通溶解と真空溶解を比較するための図表のみを掲げ詳細は講演の際に発表することにした。

II. 実験試料

電解鉄を Si 0.3% で脱酸した後 Al, N, Zr, Nb, Cu, Ti, を各一元素づつ添加した。ただし N 添加の場合 MnN を使用したために試料中すべて Mn 0.25% 配合されている。高周波炉普通溶解は 20mm 角型、真空溶解は炉のセットの都合上 20mm 丸型に鑄込み直径 11mm に鍛造した。各添加量は Table 1 に示した通りである。

III. 実験結果ならびにその考察

1. Al による影響

Fig. 1 は Al 添加量とオーステナイト結晶粒度との関係を示したものである。一般に Al キルド鋼は 950°C 以上になると急速に結晶粒は粗大化されるといわれている。本実験においてもそのことは確証されており 950°C に保持した場合と 1000°C に保持した場合との結晶粒度には大きな差が見受けられる。また結晶粒を微細化する能力を有する Al 添加量に一定範囲があつて 0.02% ~ 0.03% の添加で微細化する。Al の場合滲炭法と熱腐蝕法との差異はほとんど見受けられなかつた。

2. N による影響

Fig. 2 は N 添加量とオーステナイト結晶粒度との関係を示したものである。熱腐蝕法において N の添加約

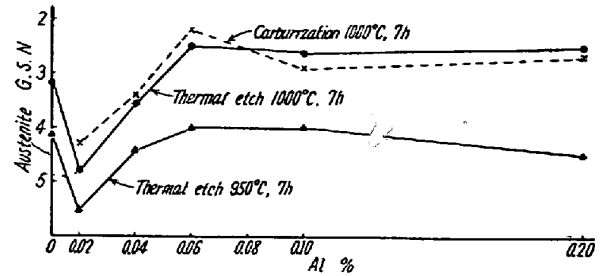


Fig. 1. Influence of Al% on the austenite grain size.

0.016% までは結晶粒を微細化するもそれ以上の添加をおこなうと結晶粒は幾分粗大化の傾向を示すようになる。滲炭法による結晶粒は熱腐蝕によつて現出したものよりも大きくなつてゐる。Fe 中に N を添加した試料を滲炭した場合 C は N を中央部に押し入れ C が外部を占めると考えられ顕微鏡組織にもよく現われる。1000°C で 7h 滲炭した場合過共析鋼の結晶粒度にほぼ等しくなつてゐる。

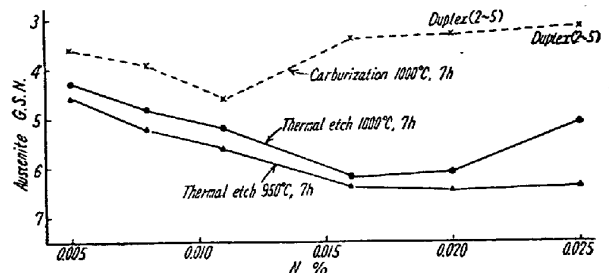


Fig. 2. Influence of N% on the austenite grain size.

3. Zr による影響

Zr にも微細化能力を有する添加範囲があつて Zr 添加約 0.10% 以上になると結晶粒は粗大化する傾向にある。滲炭による結果は ZrC により熱腐蝕法によるものよりも細粒を示す。10⁻⁴ ~ 10⁻⁵ mmHg で真空溶解をおこない普通溶解と比較して、オーステナイト結晶粒を微細化させるのに効くのは Zr の化合物の存在によるものであることも考察できた。Fig. 3 は熱腐蝕法による普通溶解と真空溶解との比較を示すものである。

4. Nb および Ti による影響

Nb の添加量の増加にしたがいオーステナイト結晶粒

Table 1

Al-Fe	0.01	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40	(Al%)
Zr-Fe	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.20	(Zr%)
N-Fe	0.005	0.008	0.010	0.016	0.020	0.025	(N%)
Nb-Fe	0.01	0.03	0.05	0.10	0.30	0.50	(Nb%)
Cu-Fe	0.05	0.10	0.50	1.00	2.00	3.00	(Cu%)
Ti-Fe	0.05	0.10	0.20	0.30	0.50	0.80	(Ti%)

平岡 昇

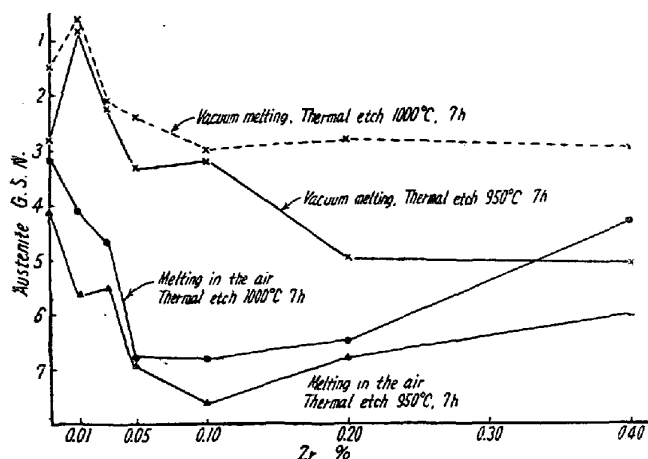


Fig. 3. Influence of Zr% on the austenite grain size.

は幾分粗大化する傾向にあり、Tiは微細化する傾向にある。Fe-Nbの試料を滲炭した結果Zrの場合と同様、Nb炭化物が粒界に析出し、このことがオーステナイト結晶粒度に影響を与えていることが考察され

5. Cuによる影響

Cuの添加によつて結晶粒は微細化し、とくに約0.5%~3.0%の添加は微細化能力大である。しかしながら滲炭法でおこなつた場合Cu添加量約1.0%以上になると結晶粒は粗大化する。

IV. 総括

前報の結果もあわせ考えるとオーステナイト結晶粒度を微細化するのは直接添加元素によることもあるがその元素の化合物の生成による場合が相当に多い。熱腐蝕法による結果に基づいて各添加元素のオーステナイト結晶粒度におよぼす影響を短的にのべると i) Al, N, Zrはオーステナイト結晶粒を微細化する添加量に限度があり、Alは約0.002%~0.003%, Nは約0.008~0.016%, Zrは約0.03%~0.10%である。ii) Cu, Tiはオーステナイト結晶粒を微細化し、iii) Nbは幾分粗大化する傾向にある。

(45) オーステナイト結晶粒度現出法に関する研究

A Study on the Method for Revealing the Austenite Grain Size in Steel

K. Mizukawa, et alii.

大阪大学教授 工博 足立 彰
大阪大学工学部 ○水川 清

I. 緒言

鋼のオーステナイト結晶粒度現出法としては、滲炭法焼入法、酸化法等多くの方法が用いられ、それぞれ特徴をもっているが、含有元素の影響を受けて、現出操作や判定が困難な場合があつた。そこで従来の方法と腐蝕剤を再検討し、各鋼種に対する適否を定めんとした。また判定および写真撮影が非常に容易な金属拡散法について詳しく試験した。

II. 実験方法および実験結果

試験に用いた試料の化学組成は Table 1 に示す。粒度現出法としては、滲炭法、熱腐蝕法を標準にして、黒鉛堆積法、酸化法、二回焼入法、焼入法、金属拡散法をおこなつた。

焼入法の場合は、合金元素の非常に少ない極低炭素鋼の場合でも明瞭な組織を現出せしめ得るよう種々の腐蝕剤についての試験もおこなつたが、その組成に依じて、1~3mmの適当な厚さの試片を、所定の温度で適当な時間、 5×10^{-4} mmHgの真空中で加熱して5°Cの冷水中に焼入れ、150~200°Cで10mn焼戻した後、研磨仕上げして、5%ピクラール+5%FeCl₃水溶液、またはこれに1%のナイトルの腐蝕を加えた場合に最もよい結果が得られた。しかし試料を非常に薄くとらねばならぬ際には、熱処理による歪等のために研磨作業は困難であつた。

金属拡散法

鋼拡散法—結晶粒を現出しようとする試料2個をとり各々その一面をエメリー紙でO3まで研磨し、研磨面にそれぞれ錫を附着せしめてこれを錫の熔融温度以上に加熱し、錫の附着した面をたがいに接触させて“サンドウィッチ”を作る。これを木炭粉中で所定の温度に所定の時間加熱保持してオーステナイト結晶粒を生長させるかあるいは研磨した試料をそのまま硼砂浴中でオーステナイト化させる。これと同じ温度の別の容器にCu-P (Cu=15%)を少量溶解しておき、サンドウィッチ試料を取出し、剥してその錫の附着した面を下にして手早く合金浴中に移し、約30mnその温度に保持して合金を結晶粒界に拡散させた後水中に急冷する。試料に附着した合金を取除き、研磨面を合金拡散層が消失しない程度に再研磨し、5%ピクラールで適当に腐蝕して検鏡する。この方法はいかなる組成の鋼についても適用することができ、極低炭素鋼の場合でも研磨し易い形の試料を用いることができるので、焼入法の場合のような困難を生じな