

(71) 鋼のオーステナイト結晶粒調整法の研究

On the Grain Control of Austenite in Steel

T. Tanoue.

住友金属工業鋼管製造所 工 田 上 豊 助

I. 結 言

鋼のオーステナイト結晶粒に関しては現在まできわめて多数の研究が発表せられており、添加元素の影響、熱処理および加工の影響、その焼入性や機械的諸性質におよぼす影響等、広汎な現象が解明されている。しかしながら従来から問題視されている混粒の生因に関してはまだ明かでなく、脱酸等の製鋼作業に起因して発生するものと指摘されているに過ぎない。

筆者は主として混粒の生成条件を明らかにするため、オーステナイト結晶粒の粒度分布と Al 添加量、加熱温度および時間との関係を低炭素鋼について試験した。

II. 試 験 方 法

i) 試料調製

100 kg 高周波電気炉により成分目標 C 0.12, Si 0.23, Mn 0.45% の低炭素鋼 2 熔解を熔製し、Al を 0 より 3.86 g まで 0.12 g 飛びに増加して添加し 6 kg 鑄型に注別けて鑄込み、Al 添加量の異なる 31 種の鋼塊を鑄造した。20 mm φ に鍛造後 925°C, 1 h 空冷の熱処理を行ない試験片を製作した。

ii) 試験条件

- イ. 試料の Al 量 Sol. Al 0.002~0.033%
- ロ. 試験温度 925, 950, 975, 1000, 1025, 1050, 1100, 1150°C
- ハ. 試験時間 6, 24, 96 h

オーステナイト結晶粒の顕出は滲炭法により行なつた学振法により 10 視野検鏡して結晶粒の分布を測定した。

III. 試 験 結 果

i) Al 添加量の影響

925°C, 6 h 滲炭の試料に認められた Al 添加量の増加に伴う粒度分布の typical な変化を Fig. 1 に示す。Al 量の増加にしたがつて粒度分布は Fig. 1 の①型より②, ③……⑥を経て⑦型に変化する傾向が明瞭に認められた。すなわち Al 量が増加すれば平均粒度 2~3 の粗粒(①型)より 3~4 の中粒(②型)となり、さらに増せば逆に粗粒化して 0~1 番附近まで達して巨大な粒(③型)の発生が見られた。さらに増加すれば 0 番程度の巨大な粒と 5~7 番の細粒とが混合した 2 峰分布型の混

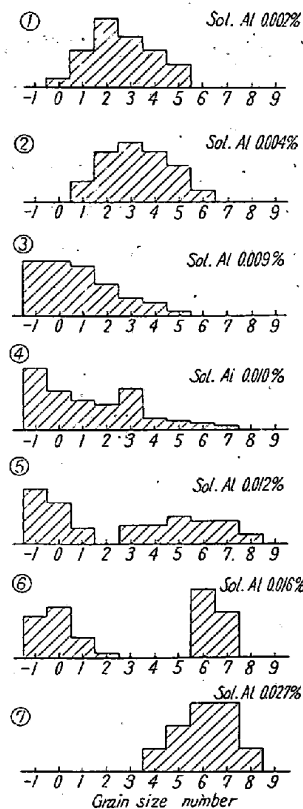


Fig. 1. Typical grain distribution observed in test specimens.

粒(⑤型)となり、次第に巨粒分野が減り細粒分野が増して⑥型を経て遂に細粒(⑦型)となる傾向が見られた。注目された点は Al 量の間範囲において粗粒化の範囲と 2 峰分布型混粒の現れる範囲が見られたことである。

ii) 温度の影響

上記実験に使用した試料より typical な粒度分布を有する数種の試料を選び、925, 950, 975, 1000, 1025, 1050, 1100 および 1150°C の各温度で 6 h 滲炭を行ない粒度分布を測定した。平均粒度の温度による変化を Fig. 2 に示す。

イ) 粗粒鋼(①型)

Sol. Al 0.002%

温度が上昇するにしたがつて漸次粗大化し、1150°C では平均粒度が 0.5 まで達した。

ロ) 中粒鋼(②型) Sol. Al 0.004 および 0.007%  
温度が上昇しても粗大化は非常に少なく、1100°C においても粒度は 3 程度であつた。1 個の試料では 1150°C までの間に若干の粗大化が見られたが、いずれの温度においても正規型分布を呈し、他種試料に比して変化は最も少なかつた。

ハ) 巨粒鋼(③型) Sol. Al 0.009%  
1100°C まではほとんど変化は見られず平均 1 程度の粗粒であるが 1150°C では 1.5 となり若干細粒化する傾向が見られた。

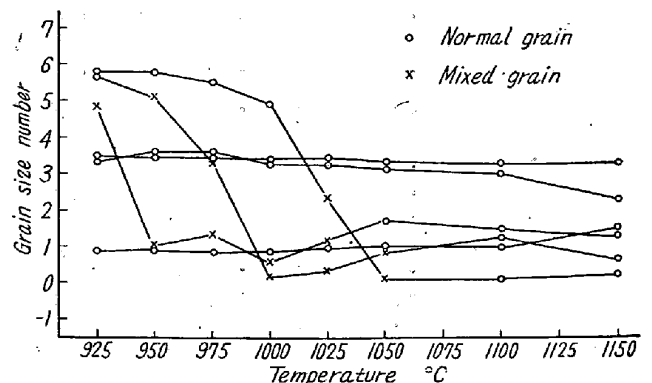


Fig. 2. Change of grain size with temperature.

### ニ) 混粒鋼 (⑥型) Sol. Al 0.016%

巨粒と細粒の混合した混粒は温度が上ると共に細粒分野が減り巨粒分野が増加して1番程度の巨粒となり、その後は若干細粒化される傾向が見られた。

### ホ) 細粒鋼 (⑦型) Sol. Al 0.022 および 0.027%

Sol. Al 0.022% の試料は 950°C で2峰分布型の混粒となり、温度の上昇と共に⑥→⑤→④→③型の方向に変化する傾向が見られた。Al 量の多いものはその変化が高温にずれる傾向が見られた。これらの Al 量の高い細粒鋼は高温においては Al 量の低い中粒鋼よりも粒度が大であった。細粒→混粒→巨粒への変化は恰も925°C, 6h の粒頭出条件における Al 量の減少に伴う変化と全く同様であり、粒の成長抑制物質と言われている AlN の減少によつて合理的に解釈される。

#### IV. 総括ならびに考察

試験結果でとくに注目された点は、i) 925°C, 6h 滲炭の条件において、Sol. Al 0.01~0.02% 附近に粗粒化の段階と2峰分布型混粒の現われる段階が認められたこと。ii) 混粒の成長過程に巨粒化が、また細粒の成長過程に細粒→2峰分布型混粒→巨粒への移行段階が見られ、925°C, 6h 滲炭の場合に見られた Al 量の減少に伴う変化と同様であること。iii) 925~1100°C の温度では Al 量の低い中粒鋼が漸進的な成長を示すに対して、Al 量の多い細粒鋼はいちじらしい突然成長を起す結果、1000°C 以上の高温では Al 量の多い細粒鋼の方が粒はむしろ大である傾向が見られたこと等である。925°C, 6h 滲炭の標準条件下で2峰分布型混粒を呈する鋼は、その条件下において突然成長の過程にあるもので

はないかと考えられる。2峰分布型混粒は細粒の突然成長段階に現われるものであり、一定の現出条件下においては AlN 量が完全微細化に必要な量を若干不足する条件下において発生するものではないかと考えられる。

## (72) オーステナイト結晶粒度と窒化アルミニウムの関係について(III)

(肌焼鋼におけるオーステナイト結晶粒の成長性および AlN)

On the Relation between Austenitic Grain Size and Aluminium Nitride(III)  
(Austenitic Grain Growth and AlN on the Case-hardening Steel)

K. Kato, et alius.

大同製鋼・研究所 工 永田重雄・工〇加藤剛志

### I. 緒 言

炭素および Cr-Mo 肌焼鋼の熔鋼試料、鍛造試料についてオーステナイト結晶粒度と AlN との間に密接な関連のあることを前報で述べた。今回は各種の温度に定時間加熱してオーステナイト結晶粒を成長せしめた場合のオーステナイト結晶粒度と AlN の関係を求めた。なおこれに附随して AlN に関する二、三の問題について検討を行なつたのでそれらの結果について報告する。

### II. 実 験

#### 1) 試料調製

20kg 塩基性高周波誘導炉を用いて、炭素肌焼鋼および Cr-Mo 肌焼鋼の Al 添加量の異なるものを若干熔製

Table 1. Chemical composition of test specimens.

Sample	Al added (%)	Chemical composition (%)										Kinds of steels	Remarks
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Σ Al		
238	0.000	.14	.23	.52	.017	.019	.17	.19	.16	—	.007	C-case-hardening	10kg. ingot
242	0.070	.14	.34	.60	.017	.018	.20	.12	.10	—	.091		〃
130	0.010	.14	.33	.77	.021	.014	.19	.12	1.00	.21	.013	Cr-Mo-case-hardening	〃
268	0.300	.15	.31	.82	.018	.018	.18	.14	1.08	.21	.240		〃
118'	0.020	.15	.34	.70	.020	.016	.19	.12	1.03	.22	.027	〃	30mm φ
127'	0.100	.13	.35	.74	.020	.015	.17	.10	1.01	.21	.076	〃	
131'	0.035	.14	.33	.80	.020	.014	.17	.11	.99	.19	.031	〃	
132'	0.040	.14	.34	.74	.020	.016	.19	.14	1.01	.19	.027	〃	
209'	0.100	.14	.41	.80	.022	.018	.22	.27	1.23	.22	.115	〃	
268'	0.300	.15	.30	.81	.016	.018	.18	.21	1.07	.21	.267	〃	
279'	0.040	.14	.21	.50	.017	.017	.18	.14	.08	—	.038	C-case-hardening	〃
281'	0.400	.16	.29	.60	.017	.018	.21	.16	.06	—	.350	〃	〃