

Photo. 2. Dendrite structures obtained with deoxidation of Al and Ti.  
Etched with Stead's solution  $\times 25$ . (1/2)

Al 0.05% のものは砂型のみ脆性を起し、Al 0.05%、Ti 0.05% のものは砂型も脆性を起していない。なお Al 添加量の多いもの程また Al-Ti 併用のもの程デンドライト組織の微細なことは前実験と同様である。

さらに Al または Ti の添加が一次組織を微細化する理由に対する一つの検討としてつぎの実験を行った。

塩基性高周波電気炉で C 1.60/1.80% の炭素鋼を熔製し、これを 16 kg の砂型に铸込んだ。ただしこの場合 Al を 0~0.1% 添加し、Ti を 0.05~0.2% 添加した。その結果 Al の添加量を増すにつれて炭化物の分布が微細となり、Al-Ti の併用ではさらに微細化することがわかったが、特に注目すべきことは炭化物の芯部に介在物の見られることで、これが炭化物生成時の核作用をしていることが推察される。

以上鋼の一次組織、特にその微細化におよぼす Al、Ti 等添加の影響を述べたが、この微細化が鋼の均質性や機械的性質に如何なる影響をおよぼすかについては後報する。  
(文献省略)

## (86) 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 (II)

### On the Relation between Austenitic Grain Size and Aluminium Nitride (II)

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

先に我々は Cr-Mo 肌焼鋼について熔鋼試料と圧延材試料を別々の熔解から採取して、オーステナイト結晶粒度と窒化アルミニウムの関連性を各々について調べ、両試料の間に類似の関係を認めた。今回は合金元素 (Cr や Mo) を含まない炭素肌焼鋼についてオーステナイト結晶粒度と窒化アルミニウムの関係が如何に変化するかをみると共に前報において問題となつた高 Al 含有試料の結晶粒の現出の特異性について若干の検討を行つたので、その結果について報告する。なお同一熔解から熔鋼試料と高温加工(鍛造)試料を同時に採取して結晶粒度と窒化アルミニウムの関係をチェックしたので、この結果も併せ報告する。

#### II. 試料の調製および実験方法

炭素肌焼鋼(および Cr-Mo 肌焼鋼)を前報と同様に 20 kg 塩基性高周波誘導炉を用いて Al 添加量を種々変化させて熔製した。これより前報の如く小型熔鋼試料を採取して結晶粒度と AlN の関係を調べた。これと同時に铸込んだ 10 kg 鋼塊を 30 mm  $\phi$  (鍛造比 16) に鍛造してその底部に当る部分より試料を採取して結晶粒度との関係を調べた。オーステナイト結晶粒度の測定は学蒸滲炭法、AlN の分析はエステルハロゲン法を用いた。

#### III. 実験結果および考察

III-a. 炭素肌焼鋼(熔鋼試料)の結果粒度と AlN の関係について。

Table 1 に II の方法で求めた炭素肌焼鋼の実験結果を示す。Fig. 1 は結晶粒度と AlN の関係を図示したものであり、前報でえた Cr-Mo 肌焼鋼の結果および一部、真究熔解の結果も示してある。

以上の結果から炭素肌焼鋼の結晶粒度と AlN の間には Cr-Mo 肌焼鋼の場合と類似の関連性が認められる。すなわち AlN が少くても、また多くても結晶粒は混粒で粗くなる傾向がみられ、AlN の適當の範囲において細整粒がえられる。たゞ Cr-Mo 肌焼鋼と比較すると AlN の広い領域にわたつて結果粒度と AlN の関係は粗

Table 1. Analysis of plain carbon case hardening steel.

Sample	Al added %	Chemical composition %								ΣAl%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	ΣN%	AlN %	G.S.N.
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr					
237	0.000	.16	.22	.52	.018	.021	.22	.41	.32	.006	.0037	.0118	.0029	*5.0
238	0.000	.14	.23	.52	.017	.019	.17	.19	.16	.007	.0010	.0104	.0012	*4.6
239	0.015	.15	.29	.59	.017	.019	.20	.13	.13	.011	.0160	.0109	.0018	*4.9
240	0.025	.13	.23	.56	.017	.016	.20	.14	.16	.018	.0225	.0106	.0073	*4.8
242	0.070	.14	.34	.60	.017	.018	.20	.12	.10	.091	.0150	.0122	.0266	*5.6
244	0.090	.15	.29	.71	.017	.018	.18	.14	.14	.117	.0124	.0112	.0284	*5.4
245	0.100	.14	.31	.60	.017	.015	.18	.12	.10	.129	.0090	.0123	.0269	*5.4
246	0.150	.15	.34	.59	.018	.018	.19	.12	.10	.160	.0162	.0119	.0248	6.4
247	0.200	.14	.31	.59	.018	.018	.20	.11	.08	.240	.0193	.0138	.0228	*5.4
277	0.020	.14	.18	.43	.017	.021	.30	.07	.17	.010	.0110	.0115	.0012	*4.0
278	0.030	.14	.26	.54	.018	.021	.22	.12	.08	.027	.0170	.0114	.0131	6.7
279	0.040	.14	.21	.51	.017	.019	.20	.14	.08	.036	.0121	.0100	.0175	6.7
280	0.300	.14	.26	.57	.017	.019	.20	.14	.10	.330	.0092	.0108	.0225	*4.5
281	0.400	.14	.30	.60	.017	.020	.21	.14	.07	.440	.0090	.0105	.0248	*4.1

\* mixed grain

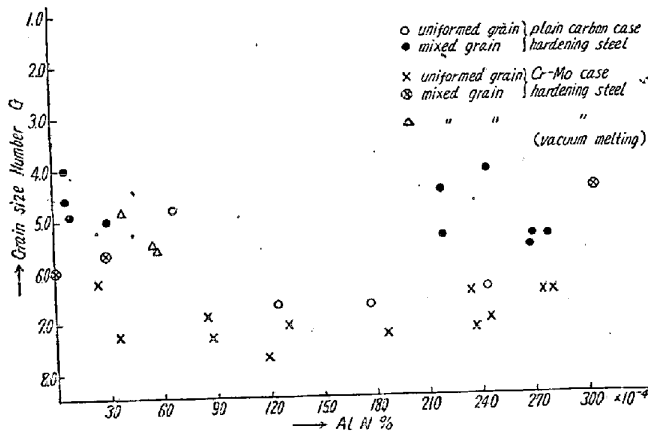


Fig. 1. Relation between austenitic grain size and AlN content in molten steel sample.

い方に平行移動していることが認められる。これは Cr や Mo 等の合金元素の影響によるものと思われるが、それが如何なる作用、例えば拡散の問題あるいは AlN 以外の結晶粒の成長阻止物質の生成によるものであるかは明らかでない。更に検討を加える予定である。

Ⅲ-b. 高 Al 含有、熔鋼試料の結晶粒の現出について

この問題に関しては前報にもその結晶粒の現出の特異性について触れた如く、AlN の多い所に見られる現象であるが、その原因は AlN のみによるものでなく、高 Al という特殊条件が重なって生ずるものと思われる。そこで我々は Cr-Mo 肌焼鋼の高 Al 含有熔鋼試料の内、滲炭による結晶粒現出の特異なもの（大きい結晶粒の中に小さな結晶粒が点在する）についてガス腐蝕法（塩素ガス）で 925°C、2h 加熱により結晶粒の現出の様子を調べた。その写真を Fig. 2 に示す。

これを見ると結晶粒の様子は前報で報告した滲炭法と同様の現出、すなわち大きい粒の中に小さい粒が点在し

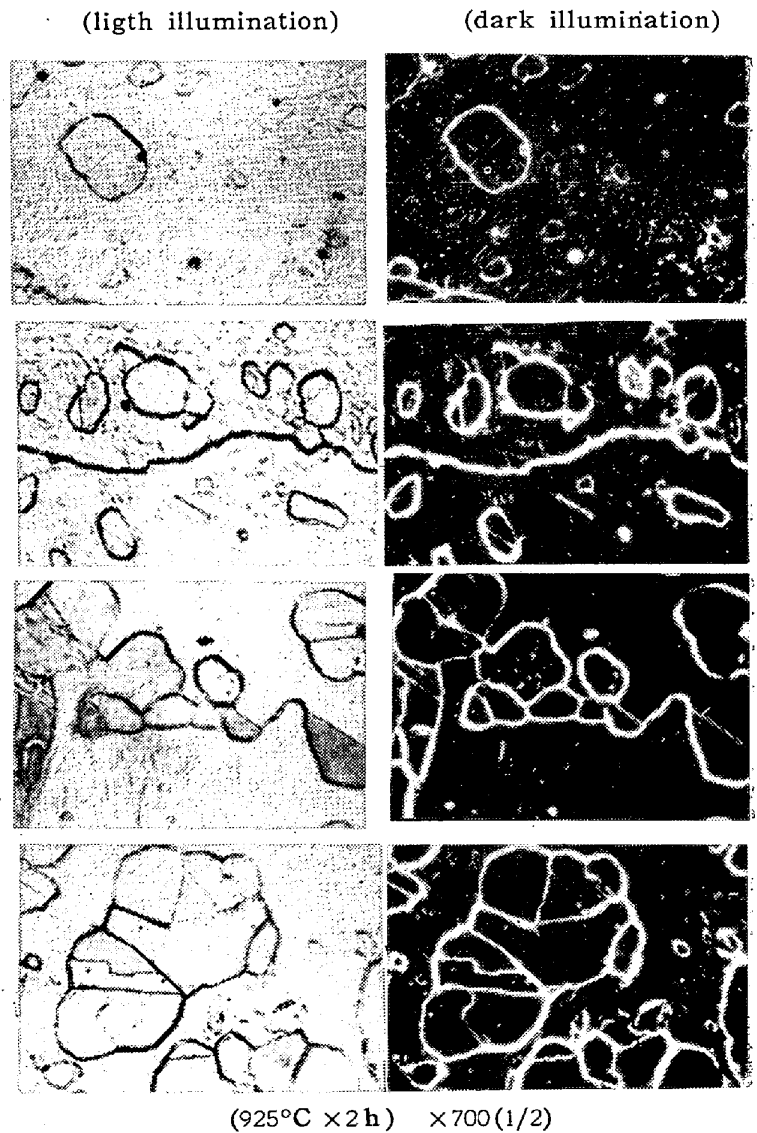


Fig. 2. Grain structure in specimen of high Al content by gas-etch method (Sample 268)

Table 2. Relation between austenite G.S.N. and AlN content in molten and forged steel sample.

Sample mark	Steel	Al added %	G. S. N.		AlN %		Remark
			Molten steel sample	Forged sample	Molten steel sample	Forged sample	
10	Cr-Mo case hardening	0.150	* 4.5	6.0	0.0304	0.0334	
16		0.000	* 5.7	* 3.4	0.0029	0.0015	
18		0.020	7.1	* 5.0	0.0137	0.0105	
19		0.050	6.5	6.4	0.0234	0.0278	
128		0.120	6.5	* 6.2	0.0286	0.0216	
130		0.010	7.3	* 5.9	0.0041	0.0029	
132		0.040	7.2	* 6.1	0.0237	0.0172	
268		0.300	* 1.4	* 5.9	0.0293	0.0263	
238	Plain carbon case hardening	0.000	* 4.6	* 4.2	0.0018	0.0015	
242		0.070	* 5.6	7.6	0.0266	0.0251	
247		0.200	* 5.4	* 3.8	0.0228	0.0240	
278		0.030	6.7	7.7	0.0131	0.0187	
279		0.040	6.7	7.6	0.0175	0.0207	
281		0.400	* 4.1	* 3.3	0.0248	0.0286	
727	Cr-Mo case hardening	0.075	7.4	6.8	—	—	2 ton arc furnace
729		0.100	7.3	7.2	—	—	
897		0.025	7.3	7.3	—	—	
910		0.050	7.4	7.1	—	—	

\* mixed grain.

ているのがわかる。さらにこれを詳細に観察するとFig. 2の如く大きい結晶粒はその表面が複雑でモザイク構造がみられるが、大きい粒の中に存在する小さい粒はその表面が滑らかで着色したり、双晶のみられるものもある。大きい粒には双晶は認められない。

以上の現象は鑄造試料においてのみ見られた。而して炭素肌焼鋼にはみられないようである。この特異な現象のみられたCr-Mo肌焼鋼の試料の場合加熱温度を高くしても明瞭に粗大化の現象がみられるのは1000°C以上であるから、小さな結晶が成長中に喰われる過程にあるものとは考えられない。従つて鑄造材特有の現象であり鑄造材の結晶粒は粗いから、小さい結晶は再加熱過程において発生したものでないかと考えられる。

### III-c. 鑄鋼試料の鍛造による結晶粒度の変化。

鑄鋼試料を鍛造して結晶粒度とAl添加量の関係を求めるとTable 2の如く、鑄鋼試料と鍛造試料ではAl添加量に対する結晶粒度に差がみられる。Cr-Mo肌焼鋼の場合、Al添加量の少い所では鑄鋼試料の方が細く、逆に多い所では鍛造試料の方が細い。その中間のAl添加量では鑄鋼および鍛造試料の結晶粒度は近い値を示している。これは前報で報告した細粒を保障しうるAlN含有量の範囲である。このことから、この範囲では小型鑄鋼試料の結晶粒度から高温加工材の結晶粒度を推定することができる。炭素肌焼鋼の場合にはCr-Mo肌焼鋼と反対の傾向が認められる。

なお、同一溶解の鑄鋼試料と鍛造試料における結晶粒度とAlNの関係はCr-Mo肌焼鋼では前報の別々の溶解による結果に近いが炭素肌焼鋼では鍛造試料の高AlNの所で極端に粗くなっている。

### IV. 結 言

同一溶解から鑄鋼試料および鍛造試料を調製して実験を行つた結果、(1)同一AlN含有量の場合、炭素肌焼鋼の方がCr-Mo肌焼鋼に比して一般に結晶粒は粗い。(2)高Al含有の結晶粒の現出の特異性について若干の考察を加えた。この現象はCr-Mo肌焼鋼の鑄造試料のみにみられ炭素肌焼鋼にはみられぬようである。(3)、(2)の現象はCr-Mo肌焼鋼でも鍛造試料にはみられず高温加工すればかへつて細粒となる。(4)炭素肌焼鋼のAlの高い所では高温加工すればかへつて結晶粒は粗くなる(5)Cr-Mo肌焼鋼の場合、高温加工材も細粒を保障しうるAlN量のある範囲では小型鑄鋼試料の結晶粒度で高温加工材のそれを推定しうる。以上のことがわかつた。

(文献省略)