

の実験例で明らかである。これらの撓みは軸表面の emissivity の変化によるものとして矛盾なく説明される。すなわち撓みは昇温時には emissivity の大なる側降温時には小なる側へ凸に生ずる（一時的な熱膨脹の差によることはいうまでもない）。この emissivity の差が加熱で矯正される時にはA型、然らざる時にはD型撓みとなる。また、軸表面の輻射による熱吸収と軸端方向への伝導放熱との平衡による温度保持の状態で、emissivity のより大きい側が高温に保たれることが考えられ、これが C' 型撓みの成因と見られる。これは電流を止め、輻射熱を与えぬことにより急激に撓みが減少することからも裏付けられる。

なお軸部の冷却水を加減し放熱条件を変えることにより C' 型撓みの大きさを变化せしめた実験例、A, D型撓みを示した軸材の表面を清浄することにより正常なものとした現場経験もあるが、詳細は講演に譲る。

V. 結 言

加熱計測試験において見出される各型撓みの成因を明らかにするために行われたモデル試験により、材料的には正常な軸材でも単なる表面状態の変化によつてA, C', D型撓みを生じうることを明らかにした。その結果、従来は看過されていた表面状態に注意すべきこと、とくに表面状態は軸対称であるべきことが指摘される。なお軸材表面の温度分布, emissivity などについてもさらに検討の予定である。

文 献

- 1) S. H. Weaver; G. E. Review, Oct. 1941
- 2) M. Caplan, L. Jolley & J. Reeman; Symposium on Internal Stress in Metals and Alloys (Oct. 1947), Inst. Metals, 1948, p. 145
- 3) H. H. Barton & J. E. Russell; Iron & Steel Inst., Special Rep. No.4 (1954), p. 17
- 4) A. Barker & J. W. Jones, Proc. Inst. Mech Engrs., 169 (1955) p. 853
- 5) 阪部喜代三, 本間亮介: 日本金属学会第42回講演大会, 講演概要 (昭33-4)
- 6) D. P. Timo & D. F. Parent, ASME, Preprint No.58-A-270, Nov. 30, 1958

(104) 混粒判定の一方法について

大阪大学工学部 工博 美 馬 源次郎

〃 大学院 川井俊彦・〇荻野喜清

Theoretical Analysis of Duplex-Grain Structure.

Genziro Mima, Toshihiko Kawai
and Yoshikiyo Ogino.

金属材料の結晶粒子の大きさに対する要求と、その要求目的とは、金属の種類によつて違ふが、少くとも構造用金属材料においては、結晶粒子の大きさが、使用目的に応じてそれぞれ適當であること、その大きさが均斉であることは金属の種類の如何に拘らず材料に要求される性質の一つである。たとえば、鋼のオーステナイト結晶粒子の大きさが増すと、冷却に際して「オーステナイト」→「パーライト」変態の速さが遅くなり、したがつて「オーステナイト」→「マルテンサイト」変態が起りやすくなるために、焼入れを必要とする鋼には一般にオーステナイト結晶粒子の大きいものが選ばれ、電弧溶接するような場合には熱影響部に焼きが入り難く、かつ接手に適當な機械的性質を付与する目的で被溶接鋼材（低合金鋼）の種類に応じてオーステナイト結晶粒度を適当に指定する。また深絞りあるいは成形加工する真鍮、アルミニウムなどにおいては結晶粒子の大きさが大きくなれば、加工後の表面が粗になるため、製品の仕上り表面を美しくする目的には結晶粒子の大きい材料は好まれない（もちろんこの場合には結晶粒子の大きさは機械的性質にいちじるしく関係する。）

結晶粒の大きさは鋼材および非鉄金属材料のいずれの場合に対してもすでにそれぞれに適合した測定方法、たとえば A.S.T.M. 法、学振法などが定められている。しかしながらこれらの結晶粒測定方法は、材料を構成する結晶粒子の大きさが、同一である場合にのみ適合するもので、違つた大きさの結晶粒子が混在する場合には、それらの測定方法により測定した値はまったく無意味となる。またこれらの測定方法では大きさの違つた結晶粒子が混在しているか否かを知ることもしがたし。

違つた大きさの結晶粒子が混在している場合の計算については堀川氏の発表がある程度で、この種の研究は見られない。ここにおいて著者らは材料の結晶粒子が混粒か整粒かを判定することを目的とした下記のような簡単な理論と、これを確める実験を行なつた。これらについて簡単に説明すればつぎのようである。

I. 理 論

研究の結果²⁾³⁾によれば、金属を構成する結晶粒子の形状は複雑な多面体であるが、理論を簡単にするために、結晶粒子を半径 r_0 の真球と仮定する。またこの球の大円の面積を a_0 、大円から $x_1, x_2, \dots, x_n$ の距離にある切円の面積をそれぞれ $a_1, a_2, \dots, a_n$ とし $a_1/a_0 = a_2/a_1 = \dots = a_n/a_{n-1} = \rho$ と仮定すれば、大円から k 番目の

切円までの距離 x_k は, $x_k = r_0(1 - \rho^k)^{1/2}$ となり, k 番目の切円と $(k-1)$ 番目の切円との間の切円が現われる確率を p_k とすると, $p_k = (x_k - x_{k-1})/r_0 = (1 - \rho^k)^{1/2} - (1 - \rho^{k-1})^{1/2}$ となる. また上記 2 切円の平均面積を, πr_m^2 , それら 2 切円の間の容積を V_s とすれば, その平均切円面積, $\pi r_m^2 = V_s/r_0(1 - \rho)^{1/2} = \left[\int_0^{r_0(1-\rho)^{1/2}} \pi(r^2 - x^2) dx \right] / r(1 - \rho)^{1/2}$ となる. 材料が同一大きさの等軸な結晶粒子より構成されている場合には, a_{k-1} なる面積の切円と a_k なる面積の切円との間の断面積をもつ総ての切円(結晶粒子)が占める面積の割合は $\{ \pi r_m^2 (x_k - x_{k-1}) / r_0 \} / \sum_{k=1}^n \{ \pi r_m^2 (x_k - x_{k-1}) / r_0 \}$ として求めることができる. したがって, $\rho = 0.8$ から, 大円と $(0.8 \times \text{大円の面積})$ との間の面積をもつすべての切円が占める面積の割合を求めると 62.20% となる. πr_m^2 とそのおの割合との関係は Fig. 1 のようになる.

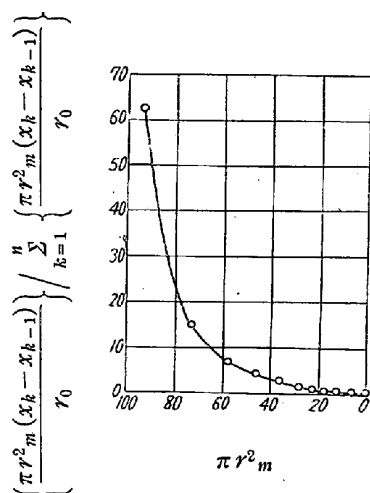


Fig. 1. Relationship between

$$\pi r_m^2 \text{ and } \left\{ \frac{\pi r_m^2 (x_k - x_{k-1})}{r_0} \right\} / \sum_{k=1}^n \left\{ \frac{\pi r_m^2 (x_k - x_{k-1})}{r_0} \right\}$$

すなわちこれは, 測定せんとする試料(ただし, 結晶粒が等軸の場合)の注意の断面の視野内に現われるもつとも大きい面積の結晶粒と, その 0.8 倍の面積の粒子との間の大きさを持つすべての結晶粒子の占める面積の割合が約 65% であれば, 結晶粒子は均斉であるという

ことができ, それ以下ならば, 結晶は混粒であるということができる.

II. 実 験

(i) 試料: 実験試料としては極軟鋼, E 8357, および 18-8 不銹鋼を使用した. その化学分析結果は Table 1 のようである.

(ii) 実験方法: 不銹鋼はそのままの結晶粒子の消長を, また極軟鋼および E 8357 鋼は滲炭法 (BaCO_3 : 木炭 = 4:6, 中にて $960^\circ\text{C} \times 12\text{h}$) にて出現したオーステナイト結晶粒子の消長をそれぞれ試料片表面の研磨と粒子面積の測定を交互に繰返すことによつて求めた.

(iii) 実験結果: 測定結果の代表例として E 8357 鋼の結果の一例を示す Fig. 2 は測定に用いた顕微鏡写真の一例である.

Fig. 3 は, 各写真上の各結晶粒の面積と試料表面から測定面までの距離との関係を示したものであり, こ

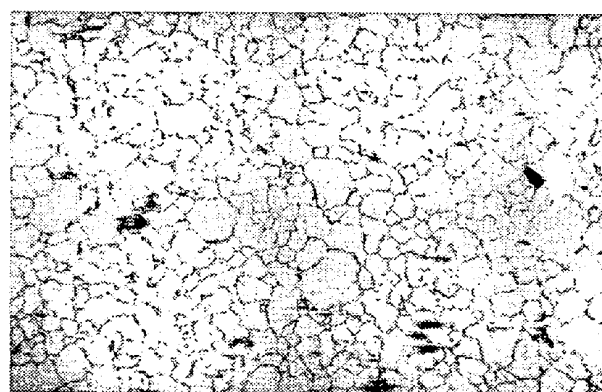
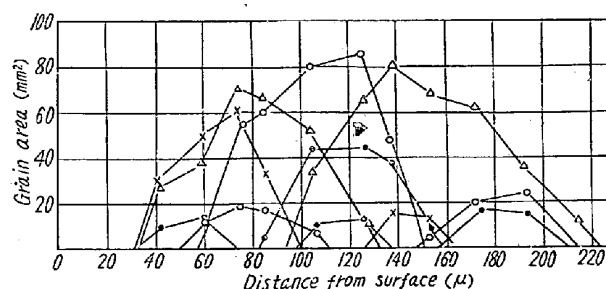
Fig. 2. Example of duplex-grain structure.
(E 8357 steel) $\times 85$ (2/5)

Fig. 3. Area of each grain corresponding to the depth from the surface of the specimen.

Table 1. Chemical compositions of steels tested.

Steel	Composition							
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
Low carbon steel	0.12	0.22	0.45	0.013	0.021	0.12	—	—
E 8357	0.32	0.28	0.59	0.008	0.009	0.16	—	0.66
18-8 stainless steel	0.11	0.37	0.50	0.014	0.018	0.16	8.64	18.03

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	.03	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	.035	.001	.012 ₄	.001 ₃	As-forged, 27 mm φ, F.R.=8
W 684	S15CK	.15	.27	.52	.002	.009	.03	.02	.03	—	.019	.008	.010 ₃	—	As-forged, 30 mm φ, F.R.=8
E 6235	SCM21	.17	.28	.68	.012	.006	.17	.10	.96	.18	.057	.007	.010 ₃	—	As-rolled, 70 mm φ, As-soaking, R.R.=6.4

* Vacuum-fusion method.