

Fig. 1. Photographs showing the nucleation and growth of spangles.



No. 1 ← 2 × 0.0625 s → No. 2 ← 2 × 0.1625 s → No. 3 ← 4 × 0.0625 s → No. 4  
 Fig. 2. Photomicrographs showing the crystallization of hot-dip coated zinc melt on the sheet iron.

晶について線成長量と時間との関係を示すと Fig. 3 のようである。また前者の場合には核生成速度をも求めた。その1例を示すと Fig. 4 のようである。肉眼的観測結果によれば、純 Zn の成長速度は最も小さく添加される Al あるいは Sn 量が増加するとその速度は増加する。また核生成速度の時間的経過は Fig. 4 に見られるようにタンマンが示した過冷度と核数との

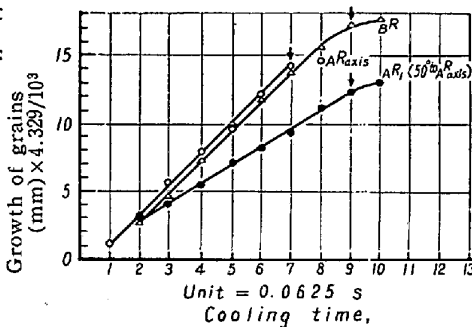


Fig. 3. Linear growth as a function of time.

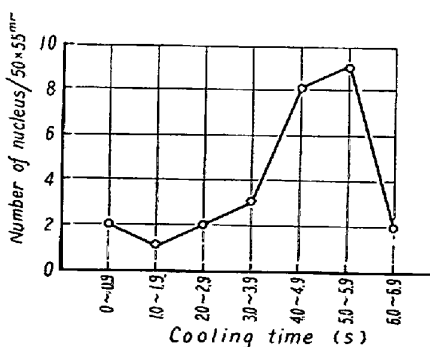


Fig. 4. Number of nucleation as a function of time

関係を示す曲線とよく一致した。顕微鏡的観測においては測定範囲の過冷度 (330~370°C) では平均結晶成長速度はほとんど等しくなった。このことはタンマンの成長曲線から十分理解できる。これらに関して詳しく報告するとともに考察を試みたいと考えている。

### (64) コンセルアーク熔解せる軸受鋼の性質について

神戸製鋼所, 神戸研究所  
 理〇八木 芳郎・栗原 正男  
 On the Characteristics of "Cons-el" Arc Melted Bearing Steels.  
 Yoshiro Yagi, Masao Kurihara.

#### I. 緒言

ベアリング鋼 SUJ-2 のコンセルアーク熔解を試み、まず現在一般に行われている確性試験を行つて空气中熔解材との比較を行つた所、コンセル材の優秀性が認められたのでその結果を報告する。

#### II. 供試材

普通の大気中熔解材と、これを電極としてコンセルアーク熔解したものを試料とした。鑄塊の寸法をそろえるために、大気中熔解材としては、この寸法は必ずしも好ましくはないが頭部約 190mmφ、底部約 130mmφ、高さ約 600mm の鑄塊を得、コンセルアーク材としては同一チャージの鑄塊を鍛造して電極とし、130mmφ の水冷鋼るつぼ中に再熔解して約 130mmφ × 250mm の鑄塊を得た。

またコンセルアーク熔解すれば一般に Mn が減少するためその含有量が普通程度のもので、規格値の上限に近いものの2種類の大気中熔解材を使用した。Table 1 に大気中熔解材およびコンセルアーク材の化学成分を示す。

Mn の含有量がコンセルアーク熔解により減少しているが Mn 含有量の多いものの方が減少の度合いがいちじるしく結果的には、2種のコンセルアーク材の Mn 含有量はほぼ同様になっている。

つぎに大気中熔解材のガス分析試験を行つた結果を Table 2 に示す。酸素、水素は N. R. C. ガス分析装置により行い、窒素はケルダール法により行つた。いずれもコンセルアーク熔解により相当の減少が認められてい

Table 1. Chemical compositions of test materials. (%)

Kind of test materials	Designation	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Ni	Sn
Air melted (normal Mn content)	A	1.01	0.29	0.35	0.015	0.008	1.40	0.11	0.05	0.019
Cons-el arc melted (normal Mn content)	AC	1.00	0.29	0.29	0.013	0.008	1.38	0.11	0.05	0.014
Air melted (a higher Mn content)	B	1.02	0.31	0.48	0.014	0.009	1.48	0.11	0.05	0.016
Cons-el arc melted (a higher Mn content)	BC	1.02	0.30	0.31	0.012	0.008	1.46	0.10	0.05	0.014

Table 2. The results of gas analyses of test materials. (%)

Test materials	N	O	H
A	0.0090	0.0047	tr.
AC	0.0071	0.0030	tr.
B	0.0089	0.0042	tr.
BC	0.0060	0.0015	tr.

る。

ついでこのインゴットを 45 mm φ に鍛伸し A および

B のそれぞれ頭部、底部、AC、BC の頭部より試料を採取し、諸種の試験を行った。

### III. 各種試験結果

#### (1) 非金属介在物試験

コンセルアーク熔解材は空气中熔解材に比し、非金属介在物が減少する。結果の一例を示せば Table 3 のごとくである。

A 型、B 型いずれも減少しているのが認められる。

#### (2) 肉眼組織検査

試料を焼準後、ベアリング協会検査規定にしたがい、

Table 3. Non-metallic inclusions of air-melted and "cons-el" arc-melted bearing steels.

Designation	Type A			Type B	
	Cleanliness	Average thickness	Maximum length	Cleanliness	Average thickness
A	0.57	3 μ	50 μ	1.97	4 μ
AC	0.15	3 μ	20 μ	1.42	4 μ
B	0.42	3 μ	30 μ	1.92	4 μ
BC	0.22	3 μ	30 μ	1.50	4 μ

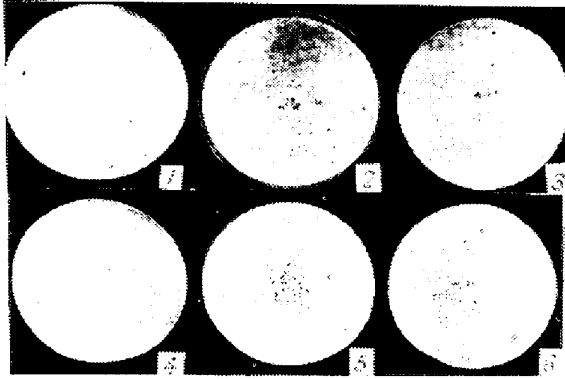
Table 4. The results of macrostructure inspection.

Designation	Position	Segregation	Dendrite	Pinholes	Remarks
A	Top of ingot	Bad	Good	Bad	Pit
A	Bottom of ingot	Excellent	Good	Bad	Pit
AC	Top of ingot	Excellent	Good	Good	
B	Top of ingot	Bad	Good	Bad	Pit
B	Bottom of ingot	Excellent	Good	Bad	Pit
BC	Top of ingot	Excellent	Bad	Good	

Table 5. Hardness of test pieces for compressive breaking test after tempering.

Designation	Corresponding part of ingot	Hardness of test pieces after tempered						Average
		1	2	3	4	5	6	
A	Top	63.3	62.2	62.2	62.0	62.2	62.2	62.4
A	Bottom	62.8	62.8	63.4	62.4	62.8	62.6	62.8
A·C	Top	62.9	62.5	62.2	62.5	62.3	62.3	62.5
B	Top	62.9	62.8	62.4	62.3	62.3	62.0	62.4
B	Bottom	62.5	62.2	62.0	62.4	62.3	62.8	62.4
B·C	Top	63.0	62.4	62.2	62.5	62.2	62.3	62.4

強酸腐食してそのマクロ組織を観察した。その結果を Fig. 1 に示すが、コンセルアーク材にはほとんど欠陥が認められない。同様試料を某社にて判定せる結果を Table 4 に示す。



- (1) AC Cons-el arc melted (top)
- (2) A Air melted (top)
- (3) A Air melted (bottom)
- (4) BC Cons-el arc melted (top)
- (5) B Air melted (top)
- (6) B Air melted (bottom)

Fig. 1. Macrostructures of air-melted and Cons-el arc-melted bearing steel.

Table 6. Compressive breaking strength Cons-el arc-melted and air-melted bearing steels.

Designation	Corresponding part of ingot	Strength (kg)			
		1	2	3	Average
A	Top	4300	3600	4450	4120
A	Bottom	4300	5650	5150	5030
AC	Top	5860	6120	7200	6390
B	Top	6350	5800	5400	5850
B	Bottom	5670	5330	5360	5450
BC	Top	6450	6200	7100	6580
Spec.		4900			

(3) 顕微鏡組織

供試材を球状化焼鈍せる組織はいずれも良好で、両者に差は認められない。またオーステナイト結晶粒度も両者ほぼ同様であつた。

(4) 圧壊試験

球状化焼鈍せる 45 mm φ 丸棒から日本ベアリング協会検査規程に定められた圧壊試験片を切出し焼入、焼戻しを行い、圧壊試験を行つた。

圧壊試験片の寸法は外径 40 mm × 内径 20 mm × 高さ 10 mm である。焼入は 845°C にて 30mn 保持後油中に焼入れ、ついで 170~180°C にて 2h 保持後空冷した。焼戻しカタサは Table 5 に示すごとく各試料いずれもほとんど同様の値を示している。

上記試料を用いて圧壊試験を行つた結果を Table 6 に示す。圧壊試験片の強度はほとんど同様であるにもかかわらず、圧壊値には明瞭な差がありコンセルアーク材が大きな値を示している。

(5) 地キズ試験

球状化焼鈍せる試料の段削り地キズ試験を行つた。その結果を Table 7 に示すが、コンセルアーク材の改善がいちじるしく、とくに 0.5 mm 以上の地キズは認められていない。

IV. 結 言

大気中熔解材およびこれを電極としてコンセルアーク熔解炉にて再熔解せるベアリング鋼 SUJ2 についてまず一般的な確性試験を行つた。その結果

1) 大気中熔解材として Mn 含有量の比較的多いものと普通程度のもの 2 種類を選びそれをコンセルアーク熔解した所、Mn 含有量の異なるものほど減少がいちじるしく、コンセルアーク熔解せる両者はほとんど同様の含有量となつた。今回行つた試験結果ではこの程度の Mn 含有量の差異の影響はないようである。

Table 7. Results of surface defects inspection.

Designation	Corresponding part of ingot	Numbers of defects							
		1st stage (40 φ × 70)				2nd stage (22.5 φ × 70)			
		0.1~0.4 mm	0.5~0.9 mm	1.0~1.9 mm	>2.0 mm	0.1~0.4 mm	0.5~0.9 mm	1.9~1.9 mm	>2.0 mm
A	Top	28	5	0	0	17	2	1	0
A	Bottom	34	1	0	0	13	1	0	0
AC	Top	4	0	0	0	2	0	0	0
B	Top	16	2	1	0	7	2	0	0
B	Bottom	13	0	0	0	6	1	0	0
BC	Top	5	0	0	0	3	0	0	0
Spec.			27	5	1		15	3	1

