金属及び合金熔湯の流動性に關する基礎的研究(V)

Sn-Bi系合金の靜的流動停止温度と初晶晶出状態について

柳 原 正*

Tadashi Yanagihara: Fundamental Research on the Flowability of Molten Metal's and Alloy's (V) The Relation between the "Statical Sopping Temperatures" of the Flow Melts in Sn-Bi System and the Form of their Primary Crystals.

The statical stopping temperatures of the Sn-Bi system have shown similar inclination to that in the Pb-Sn system. The crystallised mass of the primary crystals of the Sn-Bi system to stop the flow statically is smaller, when the compositions of the alloys to the eutectic composition are nearer.

The forms of the primary crystals in the melts were observed microscopically. The smaller the primary crystals are, the nearer the compositions of the melts to the eutectic composition are. The smaller primary crystals in the melts increase the viscosity more than the larger one does. This primary crystal's from-composition relation is the cause of the crystallised mass-composition relation above described.

The crystallised primary crystal's mass to stop the flow statically in the Bi side melt of the system is generally less than that in the Sn side, because of the larger increasing effect of the polygonal primary crystal's form of Bi upon the viscosity than that of the rounded primary crystal's form of Sn.

(Received August 22, 1950)

I. 緒 言

前報 (IV) において Pb-Sn 二元合金系熔湯の靜的流動

停止温度の測定を行つた結果、共晶組成に近い組成のもの程初晶晶出量少量で流動停止が起る事實を認めた。これは初晶の晶出状態に起因するのではないかと推論しておいたが、この點を確める爲に Sn-Bi 系について本報に述べるような研究を行つた。Sn-Bi 系を採用した事については東

* 東北大學金屬材料研究所
(1) 日本金屬學會誌寄稿中。

京工業大學長崎久彌助教授の御親切なる御助言による所で、ここに深甚なる謝意を表する次第である。

II. 研究 方 法

静的流動停止温度の測定は前報 (IV) の Pb-Sn 系について行つた測定方法を用いた。静的流動停止温度測定後、静的流動停止温度に30分間保持しておいた熔湯の一部を氷で冷却した水中に投入して焼入れ、後研磨して検鏡した。腐蝕液は 2% HNO_3 のアルコール溶液を用いた。

III. Sn-Bi 系の静的流動停止温度と初晶晶出量

Sn-Bi 系について測定した各組成の静的流動停止温度を Fig. 1 に示した。初晶點は熱分析によつて決定した。

Fig. 4 The Equilibrium Diagram of the Bi-Sn System and the Static Stopping Temperatures of the Flow of its Melts

この結果を見ると、Pb-Sn 系と全く同様な傾向を示した共晶に近い組成のもの程、初晶點よりの降下度は小となる。

Table 1 The Mass of the Primary Crystal in the Melts to Stop the Flow of the Melts in the Sn-Bi System.

Composition Sn %	Liquidus Temp. °C	Static Stopping Temp. of the Flow °C	Crystallised Mass of the Primary Crystals %
10	240	220	40
20	200	190	12.24
30	166	160	6.45
35	—	148	6.94
40	144	141	4.94
45	—	142	4.16
50	158	150	8.33
55	—	155	17.14
60	175	162	22.95
70	194	176	59.22
80	209	188	57.78
90	224	208	76.67

槓杆の法則より算出した静的流動停止温度における初晶晶出量と組成との関係を Table 1 に示した。固相線は Hansen の Aufbau der Zweistoff-legierungen, (1936), Julius Springer に引用されているデータによつた。

静的流動停止を起さしめる初晶晶出量は Pb-Sn 合金系と同様共晶に近いもの程少量となる傾向を明かに示した。又 Bi 側の方が Sn 側よりも一般に初晶晶出量は著しく少量で充分流動停止を起さしむるものであることが判る。

Photo. 1 80% Sn

Photo. 2 55% Sn

Photo. 3 10% Sn

Photo. 4 20% Sn

Photo. 5 30% Sn

Photo. 6 40% Sn

Photo. 1~6 Microphotographs of the Primary Crystals of the Bi-Sn System, After Holding at the Static Stopping Temperatures for 30 min and then Cooled in Ice-water. ($\times 50$)

IV. 静的流動停止を起さしむる初晶々出量と 初晶々出状態との關係

各組成合金熔湯を静的流動停止温度に30分間保持し、後氷を以て冷却した水中に熔湯の一部を投入して冷却し、冷却後研磨腐蝕した。その顯微鏡寫眞を Photo. 1~6 に示した。何れも50倍に擴大してある。Photo. 1 は 80% Sn, Photo. 2 は 55% Sn, Photo. 3 は 10% Sn, Photo. 4 は 20% Sn, Photo. 5 は 30% Sn, Photo. 6 は 40% Sn についでのものである。

Photo. 1~2 は共晶より Sn 側のものであるが、初晶は丸味をおびている。Photo. 3~6 は Bi 側のものであるがその初晶は特有な多角形状をしている。Bi 側の静的流動停止を來さしめる初晶晶出量が Sn 側に比し一般に少量であることは明かに初晶の形態が Bi 側では角張つており、Sn 側では丸味を帯びておつて、熔湯粘性増大効果が Bi 初晶の方が大きいことを了解し得る。

Sn 側の共晶に近い、55% Sn の初晶と 80% Sn の初晶とを比較すると、明かに共晶に近い 55% Sn の初晶の方が小形で丸味を帯びた樹枝狀の形状をしている。このことから共晶組成に近くなる程粘性増大効果が大きくなっていることがわかる。

Bi 側の初晶は共晶に近づく程同様小形となる。このことも Sn 側と同様粘性増大効果の上に大きな影響を持っていることがわかる。

以上の結果から、Pb-Sn, Bi-Sn 合金において静的流動停止を來さしむる初晶晶出量が共晶に近づく程少量で充分

であることは、初晶晶出状態に起因されることが明瞭となつた。

また共晶組成に近い成分のものの初晶が比較的になくなる原因は、液相内の初晶構成原子濃度が共晶に近くなる程小となるために、結晶核表面に集合して結晶發達をなさしむる初晶構成原子の集合確率が小さくなることから説明のつく所である。

V. 總 括

(1) Sn-Bi 系の静的流動停止温度の初晶點よりの降下度、共晶組成に近づく程小となることは Pb-Sn 合金と同様である。(2) Sn-Bi 合金系の静的流動停止を起さしむる初晶晶出量は共晶組成に近づく程少量で充分である。この點も Pb-Sn 合金系と軌を一にする。(3) Sn-Bi 系の静的流動停止を起さしむる初晶晶出量の共晶組成に近づく程少量で充分である原因は、初晶晶出状態が共晶組成に近づく程小さい初晶を生ずることに起因される。(4) Sn-Bi 系の静的流動停止を起さしむる初晶晶出量は Sn 側よりも Bi 側の方が一般に少量で充分である。(5) Sn-Bi 系の静的流動停止を起さしむる初晶晶出量が Sn 側よりも Bi 側の方が少量で充分である原因は、Bi 側初晶が多角形であり、Sn 側初晶が丸味を帯びているために初晶の熔湯粘性増大効果が Bi 側初晶の方が Sn 側初晶より大きいことによることを確認した。

本研究は文部省科學研究費によつて行つたものであることを附記する。