遠心噴霧法による金属粉末の製造

平 田 豊 次*

Toyaji Hirata: On the Manufacture of Metallic Powder by Centrifugal Atomizing.

Extensive researches in the past on methods of producing metallic powder by atomizing the molten metals with air or water jets have resulted in the industrialization of a number of these methods. However, no intensive research has yet been accomplished on the centrifugal method of atomizing the molten metals by revolving a rotor at an enormous speed, although the principle had been generally known. The research under discussion undertakes to probe the atomizing effects involved in the centrifugal atomizing process and thereby to bare the basic technicalities involved in the process. Many problems yet need to be solved before this process can be industrialized, but it has been confirmed that this process is highly promising for industrialization.

The principal dimensions of the rotor used in this experiment were as follows: outermost periphery of rotor 65mm, conical angle of inner surface 70° and maximum speed of rotor 20,000 rpm. The nozzles on the underside of the melting pot were given five diameters of 0.8mm, 1.0mm, 1.2mm, 1.4mm and 1.6mm.

The predominant results obtained in the experiment are as follows:

- (1) Distribution of the particle size is adjustable freely by changing the number of revolutions.
- (2) The grain diameter of the metallic powder obtained is considerably uniform as compared with that prepared by the method of utilizing gas; that is, the distribution of particle size makes a sharp curve.
- (3) Since no gaseous matter is employed in the atomizing process, the recovery of the obtained powder is very easily done.

(Received Feb., 8, 1964)

I ま え が き

溶融金属を機械的に噴霧して金属粉末を得る方法は、各種低融点金属、アルミニウム、銅および銅合金、ステンレスなど多くの金属に適用でき、純度、効率も高いので工業的に重要な方法である。

噴霧の方法としては、窯業や食品工業等で使用されているスプレー・ドライヤーの場合と同様、高速で噴流するガスを利用する方法と遠心力を利用する方法とがある。近時わが国でも噴霧法の研究開発が進められ、2, 3の企業において工業化されつつあるが、いずれも前者のガスを利用する方法によっている。ガスを利用する方法については、国内外において、若干研究成果^{1,2)}が発表されているが、後者についてはこれまで報告を全くみることができなかった。わずかに、漏斗状の回転体を毎分数百回の速度で回転せしめて、鋼球を得る方法について日本特許³⁾がみられるにすぎない。

他方、遠心力を利用した方法は、スプレー・ドライヤーの場合から推察して比較的均一な粒径の粉末を製造す

ることができ、またローターの回転数を変えることにより取得する粉末の粒径を自由に變更得ることができ、さらに粉化の手段として気体を使用しないので取得粉末の回収が容易であり、装置的にも経済的であることが考えられるので、在来行なわれている流体噴霧より有利な面が多いように思われる。

本研究は、上述した遠心噴霧法の有利性に着目し、この方法によるアトマイジングの挙動を調べ、基礎的な知見を求めようとしたものである。

II 実験に用いた装置の主要部は、Fig. 1に示す。Fig. 2は使用したローター（使用材料は、18-8ステンレス鋼）の主要寸法を示す。実験用の資料は、電気溶解炉に投入、溶解され、ニードル弁を引き上げることににより、ノズルを通して円錐体状のローターの中央部に落ちる。円錐体状回転体は、下方の高速電動機によりセフティ・ジョイントを介して駆動される。ローターの中央部に落ちた溶融金属は、遠心力によりローターの円周

* 社団法人日本プラント協会 東京都千代田区有楽町1の1

Fig. 1 Centrifugal atomizing equipment.

部へと拡がり、薄膜となり、ローターの最外縁部で切られて粉体となりコレクタ・タンク内に噴霧される。保温炉は、溶融金属がローターの中央部から外縁部に拡がる間に凝固することを防ぐためのもので、ローターまわりの雰囲気温度は、保温コイルに接続されたスライダッ

Fig. 2 Main dimensions of atomizing rotor. (material; 18-8 stainless steel)

クによって調節された。本研究では使用した資料は半田であったので、雰囲気温度をローター中央部附近で250°Cに調節した。ローターと高速電動機の軸受部との冷却には、少量の水を噴霧することによって行なった。

実験用の資料には Pb50-Sn50 の1級半田を使用、1回の実験には約1kg使用した。また高速用の電動機としては、卓上遠心分離機に使用されている単相直捲電動機を用いた。本電動機の最高回転数は22,000 r.p.m 出力は0.5kwである。

Ⅲ 実験結果および考察

Table 1. は、ローターの回転数が、取得する金属粉末の粒径および粒度分布に及ぼす影響をみるため、ノズ

Table 1 Particle distribution of soft solder powder atomized by centrifugal atomizing method shown by weight percentage.

nozzle dia.	r.p.m.	メツシュ +60	メツシュ -60~+100	メツシュ -100~+150	メツシュ -150~+200	メツシュ -200~+250	メツシュ -250~+325	メツシュ -325	total
0.8m/m	5,000	22.2%	64.7%	9.4%	1.1%	1.1%	1.1%	0.4%	100%
	10,000	5.8	21.3	32.4	29.4	6.6	3.6	0.9	100
	15,000	—	4.7	17.6	23.4	23.6	28.9	1.8	100
	20,000	—	3.4	7.7	9.5	8.4	49.2	21.8	100
1.0m/m	5,000	2.5	51.5	40.3	2.1	1.2	1.2	1.2	100
	10,000	—	4.7	37.8	34.9	12.8	8.7	1.1	100
	15,000	—	3.0	3.9	7.1	34.8	47.8	3.4	100
	20,000	—	1.5	4.3	4.8	6.5	55.3	27.6	100
1.2m/m	5,000	21.2	56.3	17.0	2.4	1.4	1.4	0.3	100
	10,000	24.1	28.1	30.8	8.5	4.3	2.5	1.7	100
	15,000	9.8	20.3	24.2	15.2	11.4	15.6	3.5	100
	20,000	—	6.8	18.6	14.2	15.8	30.6	14.0	100
1.4m/m	5,000	22.1	52.2	15.9	3.8	2.3	2.3	1.4	100
	10,000	15.8	25.2	28.3	16.1	6.5	6.0	2.1	100
	15,000	—	3.0	15.6	21.9	20.6	32.0	6.9	100
	20,000	—	6.4	11.5	14.3	10.5	40.7	16.6	100
1.6m/m	5,000	12.6	42.6	30.2	7.2	3.0	2.7	1.7	100
	10,000	1.6	5.5	32.9	25.1	14.3	16.7	3.9	100
	15,000	1.4	3.2	11.5	21.6	22.0	29.0	11.3	100
	20,000	—	1.3	4.4	8.5	11.8	46.0	28.0	100

Fig. 3 Particle distribution of soft solder powder atomized in nozzle dia 1.0mm.

ル径 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6m/m の各場合について、ローターの回転数を 5,000, 10,000, 15,000, 20,000 r.p.m. の 4 段階に変え、両者の関係を調べたものである。単位は重量パーセントを示す。Fig. 3 は、この中ノズル径 1mm について例示的に図示化したものである。横軸はメッシュによる篩別段階を示すものであるので、正確な表示の方法ではないが、ローターの回転数と粒度分布の関係を明瞭に知ることができる。

(1) 回転数と粒度分布の関係

いずれの実験においても、両者の関係にはほぼ同じ傾向が見られる。すなわち、回転数をあげることににより、粒度分布の山は左から右へずれている。とくにノズル径 1.0m/m の場合にはこの傾向が顕著である。

i) 5,000 r.p.m. の場合、いずれのノズル径についても -60 ~ +100 メッシュが山のピークである。

ii) 10,000 r.p.m. の場合、いずれのノズル径においても -100 ~ +150 メッシュが山のピークである。

iii) 15,000 r.p.m. の場合、ノズル径 1.2m/m の場合を除き -250 ~ +325 メッシュが山のピークである。

iv) 20,000 r.p.m. の場合、いずれのノズル径においても、-250 ~ +325 メッシュが山のピークである。

vi) ノズル径 1.2m/m の場合回転数をあげることによって山のピークが右側に動く傾向は他のノズル径の場合と同様であるが、他の場合と異なって山がなだらかであったのは、その前の実験におい

てローターの内面に付着した半田の酸化物を除去することなく引続いて実験を行なったためと思われた。ローターを用いた噴霧法においては、ローターの内面に金属あるいは金属の酸化物が付着することは、噴霧の安定をくずすので絶対に避けるべきである。

以上の実験結果より、遠心噴霧法では、回転数を変えることにより、取得される金属粉末の粒度分布を自由に調節することができることを知ることができる。

(2) 取得した粉末の形状

Photo. 1~4 はノズル径 1.0 m/m. ローター 回転数 5,000, 10,000, 15,000, 20,000 r.p.m. において取得した半田粉末の顕微鏡写真である。

本研究で得た半田粉末の形状は、これらの写真からわかるように紡錘状のものが多く、噴霧法によって得られる粉末の形状は、溶湯の粒度および表面張力によって球状になり、あるいは紡錘状になることが考えられるが、本実験でも、ローターまわりの雰囲気温度をあげ、ローターの周縁部で湯の流れが切られて、粉化した後も、それぞれの粉体がな溶融状態に保つようにすれば、表面張力のため十分に球状の粉末を取得することができることを予想し得る。実験装置が不備であったために、この点を確かめることができなかったことは残念であった。

(3) ノズル径と粒度分布の関係

本研究では、ノズル径を 0.8~1.6m/m の間で変えただけであるので、ノズル径と粒度分布の間の関係、すなわち単位時間当りの湯の供給量と粒度分布の間の関係を明確につかむことはできなかった。ガスを利用した噴霧

Photo. 1 Soft solder powder atomized at 5,000 r.p.m. (nozzle dia. 1.0mm)

Photo. 2 Soft solder powder atomized at 10,000 r.p.m. (nozzle dia. 1.0mm)

Photo. 3 Soft solder powder atomized at 15,000 r.p.m. (nozzle dia. 1.0mm)

Photo. 4 Soft solder powder atomized at 20,000 r.p.m. (nozzle dia. 1.0mm)

法では、一般にノズル径を 2.5~3.5mm にとっている
ので、本研究ではノズル径は小さすぎたようである。こ
の方法においても、与えられたローターの大きさに対し、
最適のノズル径を求めるため、さらに大きいノズル径に
ついて実験を行なう必要がある。

(4) 振 動

本実験装置では、約 8,000r.p.m. で 1 次の共振がみ
られた。本実験では、共振点をはずれた回転数で実験を
行なっているのに、振動がアトマイジングに及ぼす影響
をみることはできなかった。

IV 結 語

本研究は、ごく貧弱な環境のもとで行なったものでは
あるので、実験結果の整理と分析に不備不満足な点が多い。
しかし、遠心噴霧法に一步踏みこんで、技術的にいろいろ
難しい面を伴うとはいえ、この方法が融点の比較的
低い金属粉末を製造する一つの有力な方法であるという
見通しを得ることができた。

上述した実験結果によって、粒度分布の調整の容易さ、
粒径、粒状の均一さという有利性を確かめることはできた
が、粉化の機構および挙動を十分に解明しうるにたると
のではない。例えば、各種金属について、溶湯の温度や
表面張力が粉化におよぼす影響、さらに、ローターの雰
囲気温度の影響等今後に残された問題は多い。

一方、本法の実用化という観点から考えた場合、主に

次のような問題点が残されている。

1) 近時、金属粉末は、より微細なものが求められつ
つあり、これには、ローターの径を大きくするか、ロー
ターの回転数をあげる必要がある。ローターは比較的高
温下で使用され、しかも遠心力による内部応力はほぼ回
転数の自乗に比例して増大するので、ローターを大きく
することにはおのずから限度があり、一方市販されてい
る高速電動機は、連続最高で 22,000r.p.m. である。ミ
クロン・オーダーの微粉を得るには、50,000r.p.m. 以
上の回転数が必要と考えられるので、高速モーターの開
発が必要である。

2) この方法では、ガスを利用する方法より溶湯がノ
ズルを出てから噴霧後凝固するまでの時間が長いので、
酸化物の生成が多くなることが考えられ、製品の用途あ
るいは取扱う金属の種類により、雰囲気を不活性ガスに
するか、真空にする必要があることがあろう。

3) 高温、高応力のもと溶湯と反応あるいは容易に腐
蝕されないローター材料の研究。

4) ローターと高速駆動機構の間の合理的な冷却方法
の検討。

参 考 文 献

- 1) 田村皖司、武田徹：粉体および粉末冶金 9 (1962), 102
- 2) 梶山正孝：日本金属学会誌 22 (1958), 4, 165
- 3) 石田求：特許公告 昭35-6527

会 告

バックナンバーのお知らせ

当協会では、協会誌「粉体および粉末冶金」のバック
ナンバーを取揃えておりますので、御入用の方は事務局
迄お申込み下さい。(送料実費)

'58	Vol. 5	No. 1 ~ No. 2	単価 350
	Vol. 5	No. 3	単価 250
'59	Vol. 6	No. 1 ~ No. 6	単価 250
'60	Vol. 7	No. 1 ~ No. 6	単価 250
'61	Vol. 8	No. 1 ~ No. 6	単価 250
'62	Vol. 9	No. 1 ~ No. 6	単価 250
'63	Vol. 10	No. 1 ~ No. 6	単価 250

なお、下記の Vol. 1~Vol. 4 の会誌は、以前教室で
発行していた粉体及び粉末冶金刊行会のものです。(送
料実費)

'47	Vol. 1	No. 1 ~ No. 2
'48	Vol. 2	No. 1 ~ No. 2
'49	Vol. 3	No. 1 ~ No. 2
'56	Vol. 4	No. 1 ~ No. 4 単価 150

Vol. 1~Vol. 4 のうち品切れの会誌については、複
写代実費御負担願います。