研 究

遠心噴霧における粉末粒子の飛翔距離*

原 田 幸 明**, 菅 広 雄**

Kohmei Halada and Hiroo Suga: Flying Distance of Particles Atomized by the Centrifugal Atomization.

Flying distance of the particles atomized by use of a centrifuge was investigated. Numerical calculations supported the experimental results that the finer powders flew shorter than coarser powders. However, the calculated flying distance became a couple of times greater than that observed. Three different hypotheses on the discrepancy of the flight distance were discussed, i.e. (i) the effect of counter flow, (ii) the reduction of centrifugal force transmitted to the droplet and (iii) the increase of the drag force to the flying droplet. The increase of the drag force caused by deformation of the droplet at the moment of departure from the rotating disk explained reasonably the experimental results.

(Received July 13, 1989)

I 緒 言

遠心噴霧による金属粉末の製造法は比較的容易に清浄な金属粉や合金粉を得ることのできる技術であり、近年は商用粉末の生産技術としてのみならず新粉末材料開発のための試験的な粉末試作手段としても広く普及する兆しをみせている。しかし、この遠心噴霧による金属粉末製造法は、その噴霧諸因子と粉末性状の関連など未だ明らかにされていない点が多く、装置設計の目安や操業条件の決定などもっぱら経験に頼らざるをえない面が強いのが現状である。

噴霧条件を決める中で、特に、生成した金属融滴の飛翔距離の問題は装置の大きさや回転条件を決める上で重要な因子となる。飛翔距離が噴霧容器の径より大きくなった場合には金属融滴は容器壁に衝突しフレーク状の金属微片となるか、容器壁に溶着して厚膜を形成する場合もある。もちろんこれらの現象を逆に利用して急冷組織を得ることも可能であろうが、そのためにも融滴の飛翔状態を的確に把握しておく必要があることは言うまでもない。衝突急冷を目的とする場合を除いて、金属融滴の容器壁への衝突を解決するには、回転条件一定の下では、1) 容器径を飛翔距離以上に大きくとる。2) 強制対流冷却を併用し衝突以前に凝固させてしまう。3) 同様の理由で溶湯の過熱を最小限とし、融点直上の温度から噴霧する。4) 回転盤形状を変え過剰の遠心力を与えないようにする。などの手段が考えられるがそれぞれ一長一短を持っており、いずれにしても、それらの手段を有効に使うには粉化された後の融滴の飛翔に関する知見が必

要となる。

著者らは先に、諸処の噴霧因子を変えて Zn の噴霧を行い、噴霧諸因子と粉末の粒度や位置的分布を調べ報告した¹⁾が、本稿では回転円盤端で粉化された後の融滴の飛翔という観点から、先報の実験結果を基により詳しい検討を加えることとする。

II 実 験

装置および実験方法と条件は先報¹⁾の通りであるが、ここでは噴霧容器について詳しく述べておく。容器の概観は Fig. 1 のようになっており、大別して噴霧部 (1) と溶解部 (2) に分かれる。溶解部には抵抗加熱電気炉 (3) があり、溶湯ノズル (4) とノズル加熱炉 (5) が噴霧部に突き出ており、噴霧部とはガスの絶縁されていない。噴霧部の直径は 1.2 m、高さは 0.4 m であり、中心部に高速回転モーター (6) が立ち上がっており、回転盤 (7) の表面から噴霧容器底面までの距離は 0.3 m となっている。

噴霧容器底面には扇状の捕集皿 (8) を Fig. 2 に示すように配置した。捕集皿の一つ (A) は内側から 0.1 m 毎に隔壁を設け、その飛翔距離毎の粉末が収集できるようにした。隔壁の高さは 0.02 m であり、粉末の飛翔の障害にはならないものとみなせる。他の二つの捕集皿 (B) は中に隔壁がなく捕集皿の方向に飛翔した粉末のうち底面

* 平成元年 5 月本協会春季大会にて一部発表、平成元年 7 月 13 日受理。

** 科学技術庁金属材料技術研究所、〒153 東京都目黒区中目黒二丁目 3-12。

Fig. 1 Centrifugal atomizer.

1: atomizing chamber 2: melting chamber 3: furnace 4: nozzle 5: nozzle heater 6: motor 7: rotating disk 8: collecting plate 9: vacuum pump 10: window 11: stopper 12: gas inflow pipe 13: gas outlet 14: collecting port

Fig. 2 Arrangement of collecting plates.

A, B: collecting plate

1: chamber wall 2: rotating disk 3: bottom of the chamber 4: collecting port 5: motor

に落下したものを回収できるようになっており、これらを回転盤に対して対称な位置に置くことにより、溶湯落下位置の偏心などがあればそれぞれの回収粉末量などの違いでわかるようにした。

容器内は、試料をルツボにセットした後、一旦真空排気を行った後アルゴン雰囲気中に置換し、外気からの空気の混入を防ぐため排気口から微弱なアルゴンの流出が確認される程度でガスフローの下で昇温し噴霧を行った。容器内へのアルゴンの流入口は覗き窓の所に設け、排気は溶解部の側壁にある排気口より行った。この時、線香の煙を用いて容器内にアルゴンの顕著な流れは存在しな

Table 2 Physical properties of molten Zn and Ar gas.

	Zn (873 K)	Ar (289 K)
Density (kg/m ³)	6.50 × 10 ³	1.78
Viscosity (Pa · ns)	3.29 × 10 ⁻³	2.08 × 10 ⁻⁵
Surface tension (N/m)	0.774	—
Thermal conductivity (Wm ⁻¹ K ⁻¹)	58.16	1.77 × 10 ⁻²

いことを確認してある。

実験結果の中で生成粉末の飛翔に関係のあるもの、すなわち、噴霧条件と捕集皿 (A) の各部分で回収された重量およびそれらの平均粒径と対数正規プロットより得られた幾何標準偏差を Table 1 に示した。飛翔距離が 0.1 から 0.2 m と短い粉末は粉末量が少なく標準偏差も他とかけ離れており平均粒径の値の信頼性に乏しいため平均粒径を () でくくっておいた。また、常温のアルゴンと 827 K の Zn の必要な物性値^{2,3)}を Table 2 に示しておく。

III 粉末の飛翔の理論

遠心力により粉化された液滴は円盤周端から離脱し容器内に飛び出す。飛び出した液滴は凝固しながら容器内に満たされたガスにより減速され回収位置まで飛翔する。このとき液滴の密度を ρ 飛翔速度を u とするとガス中での減速の抵抗力 F は抵抗係数 C_D 、断面積 A を用いて

$$F = \rho u^2 C_D A / 2 \quad (1)$$

と表される。ここで飛翔体を剛体球と仮定すると抵抗係数 C_D は Re 数の関数として次のように表されることが知られている。

$$Re < 0.1 : C_D = 24 / Re$$

$$0.1 < Re < 1.0 : C_D = 24 / Re (1 + 3Re / 16 - 19Re^2 / 1280)$$

$$1.0 < Re < 20 : C_D = 20.4 (1 + 0.136Re^{0.803}) / Re$$

$$20 < Re < 100 : C_D = 20.4 (1 + 0.138Re^{0.793}) / Re$$

$$100 < Re < 1000 : C_D = 24 (1 + 0.125Re^{0.72}) / Re$$

$$1000 < Re : C_D = 0.44 \quad (2)$$

ここでの用いられる Re 数は飛翔速度と粒径 d およびガ

Table 1 Mean diameter and deviation of produced powders at various flight distances.

Revolution rate (rpm)		40000	10000	20000	10000	20000	30000	30000	40000	40000
Disk diameter (mm)		20	50	50	30	30	30	20	20	20
Pouring rate (g/sec)		12	12	12	6	6	6	6	2.4	6
Distance										
0.1~0.2 m	d_m	(28.2)	(51.9)	(31.4)	(82.0)	(26.4)	(15.6)	(44.1)	(16.9)	(21.3)
	σ	2.0	2.0	3.5	3.6	2.6	2.9	1.8	2.7	2.4
0.2~0.3 m	d_m	43.3	55.1	38.0	49.4	34.8	24.9	47.5	41.7	41.1
	σ	1.3	1.6	2.8	1.7	1.9	1.9	1.9	1.4	1.5
0.3~0.4 m	d_m	50.8	66.0	80.7	94.5	52.1	41.7	58.5	52.0	57.0
	σ	1.3	1.3	1.7	1.5	1.7	1.6	1.4	1.5	1.5
0.4~0.5 m	d_m	72.6	103.8	90.6	140.8	83.3	65.2	88.1	72.0	73.1
	σ	1.4	1.7	1.4	1.4	1.5	1.4	1.4	1.4	1.5
0.5~0.6 m	d_m	94.4	108.8	94.0	128.6	94.5	83.6	104.7	95.3	97.8
	σ	1.4	1.5	1.4	1.5	1.4	1.3	1.4	1.4	1.4

d_m : mean diameter, σ : deviation

スの密度 ρ_g と粘性係数 μ_g を用いて

$$Re = \rho_g du / \mu_g \quad (3)$$

となり、飛翔速度の変化に従って変化して行く値であり、それにつれて C_D も速度変化に従って変化して行く。1式より、微小時間 $\Delta\tau$ における水平方向の飛翔速度 u_h および垂直方向の飛翔速度 u_v の微小変化はそれぞれ

$$\Delta u_h = - \left(\frac{3\rho_g C_D}{4\rho d} u_h u \right) \Delta\tau \quad (4)$$

$$\Delta u_v = \left\{ g \left(\frac{\rho - \rho_g}{\rho} \right) - \left(\frac{3\rho_g C_D}{4\rho d} u_v u \right) \right\} \Delta\tau \quad (5)$$

$$u = \sqrt{u_v^2 + u_h^2} \quad (6)$$

となる³⁾。ここで g は重力加速度である。時間 t 経過後の飛翔距離 s_h, s_v は

$$s_h = \int_0^t u_h d\tau, \quad s_v = \int_0^t u_v d\tau \quad (7)$$

と表されるから、時間 t における速度と飛翔距離は、液

滴の飛び出す初速度を回転盤の周端速度と等しいと仮定すると、4式、5式の差分式を $t=0$ のとき $u_h=R\omega$, $u_v=0$ の初期条件で解き、そのつど得られる速度 u から Re 数および抵抗係数 C_D を求め、差分式に逐次代入し、さらに7式に基づいた数値積分を行うことによって得られる。

計算結果の一例として回転盤径 $20\text{ mm}\phi$ で異なる回転速度で噴霧した場合を想定し、そのとき飛び出す $50\text{ }\mu\text{m}$ 径と $100\text{ }\mu\text{m}$ 径の粒子の水平方向の距離の時間経過を Fig. 3 に示した。回転速度により飛翔距離が変化することは容易に想像がつく結果であるが、一方で粒径が小さくなると早期に減速され 0.1 sec 程度の時間経過で飛翔距離が停滞してしまうという結果が得られている。その傾向を詳しくみるために、 $20\text{ mm}\phi$, 40000 rpm を想定し、粒径の異なる粉末が同一の条件で飛び出したとした時の計算軌跡を Fig. 4 に示す。図から粒径の依存性が顕著に読み取れ、特に、 $60\text{ }\mu\text{m}$ 以下の径の粒子はガスの抵抗力が慣性力に打ち勝ち粒子がガス中に滞留する *stopping distance* に達している。さらに、より微細な粒子では垂

Fig. 3 Calculated flying distance of produced powder.

Fig. 4 Calculated trajectory of produced powder.

Fig. 5 Calculated flying distance of the droplets.

直方向への落下もおぼつかなくなっており、この計算では繰り込まれていない円盤の回転により誘起される流れの存在を考慮すると、噴霧の際観察される回転盤付近に広がる霧状の微細粒子に相当するものである。なお、計算結果をまとめて回転盤から 0.3 m の高さの位置に落下するまでに飛行する距離を粒子径と初速度との関係で三次元的に示したものが Fig. 5 である。

IV 実験結果との対応

Fig. 5 に示された先の計算から飛翔距離が回転速度および粉末粒径に依存する傾向を把握することができる。しかし、この計算の数値は単純に飛翔距離などを与えるものとは言い難い。例えば Fig. 4 においては 20 mmφ, 40000 rpm の噴霧条件で得られた 80 μm の径を持つ粒子は 1 m 以上の飛翔距離を持つこととなるが、本実験で用いた容器の半径は 0.6 m でしかなく、0.5 m から 0.6 m の間で回収された粉末の平均粒径でさえ 95 μm と計算結果よりも大きな粉末が得られている。これを別の面から見たものが Fig. 6 である。Fig. 6 では 0.4 m から 0.6 m の間の飛翔距離の粉末を対象に、それらの粉末の生成時の初速度としてそれぞれの周端速度を横軸にとり、平均粒径で与えられる粒子がその距離まで飛翔するのに十分な初速度を Fig. 5 の図をもとに逆算した結果を縦軸に示したものである。図より明らかなように回転条件から推定される初速度に対して、飛翔距離から逆算される初速度は約 1/3 程度の小さな値となっている。また、この傾向は比較的粒径の大きい器壁寄りの位置で捕集された粒子に著しく、より容器の中心に近い 0.3~0.4 m で捕集された粉末では回転盤の周端速度と逆算初速度の開きは小さくなっている。

このような減少が起こる理由として次のようなものが考えられる。一つは、回転盤の表面で溶湯がすべり、回転が溶湯に十分に伝達されていない場合である。第二は、

Fig. 6 Calculated initial velocity of collected powder.

容器内に存在する微妙なガスの流れが粉末の飛散距離に影響を与える場合である。第三は、回転盤端で生成した液滴が分離するときに表面張力により内側に引っ張られるなど回転盤からの分離を阻害する力が働く場合である。第四は、高速の流れにさらされた液滴の変形が2式で考えた剛体球の仮定の場合と異なり、ガスより受ける抵抗が大きくなる場合である。ここで、Table 1 に示した噴霧条件ではもっぱら滴状分裂で融滴が生成しており、滴状分裂やヒモ状分裂の場合には回転盤端の液滴は回転盤とともに移動している⁹⁾ので、たとえ回転盤の途中で溶湯の滑りがあったとしても回転盤端では相対速度ゼロとなっており液滴の初速度等には影響を与えないこととなる。よって、先述の可能性のうち溶湯の滑りは本稿の対象としている条件では考慮する必要はなく、後の三者について検討をすすめてみる。

V ガス対抗流の飛散距離に及ぼす影響

飛散方向の逆の水平方向のガス流速 u_g のみを考えてその影響を考慮した計算式は、1 から 6 式において u_h を相対速度 $u_h + u_g$ に置き換えればよい。そうして計算した 95 μm の粒子が 20 mmφ, 40000 rpm の回転条件で打ち出された場合の結果を Fig. 7 に示した。対抗流の存在は粒子の滞空時間を長くし、その分だけ同一の水平距離に達したときの落下位置が大きくなっている。流速が大きくなるほど最終的な飛翔距離は短くなっているが、これは一旦遠くまで飛翔した粒子が吹き戻される形になっており、最終的な飛翔距離より最大飛翔距離が問題となる容器壁への付着などの観点からは、対抗流の効果はあまり有効とは言い難い。そもそも、飛散するすべての方向に対して対抗流を考えると中心部にガスの吸い込みが存在しなければならぬが、それを許したとしても、中心から 0.1 m の距離に内向きの 1 mm 幅のスリットを取り付け、50 l/min のガス流量を流したと仮定して、スリットを出た直後の流速は 1.3 m/s にしかならない。これらのことは、実際に対抗流で飛散粉体を減速することが困難なことを意味していると言える。

Fig. 7 Effect of counter flow.

VI 表面張力による離脱時の減速の効果

遠心噴霧時の滴状分裂はよく重力場の中での平板端からの滴下に擬される⁹⁾。Fig. 8 に概略的な図を示すが、このとき滴上の点 P では表面張力の垂直分力が自重と液圧の和より大きく 8 式の不等式を満たすならば滴は板端から分離する事はなく、滴が成長し自重が大きくなって Fig. 8 b) の様に滴下していく⁹⁾。

$$2\pi r \sigma \sin \phi \geq \rho g \int_0^r \pi r^2 dz + \rho g (Z - z) \pi r^2 \quad (8)$$

遠心噴霧の場合は 8 式の g のかわりに角加速度 $R\omega^2$ が用いられる。8 式の不等式が満たされている限りにおいては重力場での滴下と遠心噴霧の違いは無いと考えられる。しかし、Fig. 8 b) の状態になった場合、重力場では分離しようとする液滴の先端部 A にも重力加速度がかかっているが、遠心噴霧の場合には先端部に与えられる加速度はない。そのため加速度 0 初速度 $R\omega$ で飛散するとされる。しかし、厳密にはネック部分 B においても表面張力が働いており、回転盤の中心方向への引っ張り力として作用している。これは、重力滴下の場合も同様であるが、一般に重力加速度に比べて小さいため無視できる。遠心噴霧の場合には、先述したように、先端部 A に加わる加速度が無いいため、このネック部での引っ張り力が有意な値となる可能性があるのをそれを評価してみる。

ネック部分では 8 式の左辺の ϕ はほぼ $\pi/2$ と見なせる。故に、表面張力の垂直分力 T は

$$T = 2\pi r \sigma \quad (9)$$

となり、 τ sec で分離が終了し、その間にネック部の径 r が時間 t に対して直線的に

$$r = r_0(1 - t/\tau) \quad (10)$$

と減少していくとする最も単純な仮定をとり、また液滴先端部 A の質量を w としてその部分全体に加速度がかかるとすると A の接線および法線方向の速度 u , v の変化

$$\begin{aligned} du &= -(2\pi r/w) \sin \omega t dt \\ dv &= -(2\pi r/w) \cos \omega t dt \end{aligned} \quad (11)$$

より、 τ 時間後の速度は

$$u_\tau = u_0 - \frac{2\pi r_0 \sigma}{w} \int_0^\tau (1 - t/\tau) \sin(\omega t) dt$$

Fig. 8 Droplet on the edge of the rotating disk.
a) Centrifugal force and surface tension are balanced.
b) Centrifugal force has outweighs the surface tension.

$$v_\tau = \frac{2\pi r_0 \sigma}{w} \int_0^\tau (1 - t/\tau) \cos(\omega t) dt \quad (12)$$

ここで、初速度 $u_0 = R\omega$ であり、分離開始時では $T = R\omega^2$ であるから、12式を積分してこれらを代入すると、

$$\begin{aligned} u_\tau &= R \sin(\omega \tau) / \tau \\ v_\tau &= R(1 - \cos(\omega \tau)) / \tau \end{aligned} \quad (13)$$

となり、飛び出し速さは

$$\begin{aligned} V &= \sqrt{u_\tau^2 + v_\tau^2} \\ &= \frac{2R\omega}{\tau \omega} \left| \sin\left(\frac{\omega \tau}{2}\right) \right| \end{aligned} \quad (14)$$

となる。

$\tau \omega$ は分裂開始から飛び出すまでの間の回転角に相当し、 $\tau \omega \rightarrow 0$ の極限で $V = R\omega$ となる。しかし、 $\tau \omega$ を大きくとっていき $\tau \omega = \pi/2$ とした場合でも V は $0.9 R\omega$ にならない。 $\tau \omega = \pi/2$ という回転角自体が回転盤端で液滴が $1/4$ 周も引きずられた形となるが、これはヒモ状分裂時のヒモ⁹⁾ よりも細長い液滴を想定する現実には有り得ない大きな値であり、それでも飛び出し速度が周端速度の 1 割減程度に留まるということは、表面張力による中心方向への引っ張りの効果も実際の場合の粒子の短い飛翔距離に説明を与えることはできないと判断される。

VII 液滴の変形の影響

液滴は厳密には 2 式で仮定したような剛体球ではない。Re 数が 100 以下の領域では液滴も剛体球とほぼ同じ挙動をとるが、それ以上の Re 数では液滴が扁平な回転楕円体に変形し抵抗係数 C_D が一旦減少し、さらに Re 数が増加して 1000 以上になると滴の振動などにより C_D が大きく増加することが知られている⁹⁾。これを参考文献⁹⁾中の図面から読み取り、対数目盛りで多項式近似をする

$$\begin{aligned} \log C_D &= 0.0048(\log Re)^4 + 0.0739(\log Re)^3 \\ &\quad + 0.410(\log Re)^2 + 1.236(\log Re) + 2.045 \end{aligned} \quad (15)$$

となる。15式を 2 式の代わりに用いて同様の計算を行ったが、Fig. 4, Fig. 5 とほとんど変わらない結果しか得られなかった。その理由は、Fig. 9 に示すように、飛び出した直後では速度が大きく Re 数も大きくなっているが、短時間で減速され、剛体として扱っても差し仕えの無い低 Re 数の領域に入ってしまうからである。逆に言うと、遠心噴霧の条件では液滴の飛翔は剛体として扱ってもほとんど差し仕えが無いと言える。

2 式におけるいま一つの仮定は液滴が球形であることであつた。垂滴の場合、Fig. 8 b) の様に液滴が長く尾を引くことは日常生活でもよく見られる現象である。遠心噴霧の場合にも同様の変形が起っているとすると、それは飛翔方向に対してほぼ垂直に引き延ばされたかたちになり、断面積ひいてはガスからの抵抗を増大させる。ここで形状因子 S としてある形状の粒子の飛翔方向に

Fig. 9 Reduce of Reynolds number with time.

垂直な断面積 A_p とその粒子と同一体積の球の断面積 A_s の比をとると, 4, 5 式は

$$\Delta u_h = -\left(\frac{3\rho_g C_D}{4\rho d} S u_{h,u}\right) \Delta \tau \quad (16)$$

$$\Delta u_v = \left\{ g \left(\frac{\rho - \rho_g}{\rho} \right) - \left(\frac{3\rho_g C_D}{4\rho d} S u_{v,u} \right) \right\} \Delta \tau \quad (17)$$

となる. これを解いて 20 mmφ, 40000 rpm の条件で飛散した 95 μm の粒子の場合を Fig. 10 に示した. 形状因子 S の値が大きくなるほど飛翔距離は短くなっており, $S=2.45$ 付近で実験の容器半径である 0.6 m よりも短くなっている.

次にこの $S=2.45$ 程度の値が実際に有り得るか否かを検討してみる. Fig. 11 A の段階で体積 V の液滴が 7 式を満たさなくなり回転盤端より遊離を開始し始めたとする. ここで, 完全に盤端から末端が遊離するまで τ 時間かかったとすると, その間に盤は $\tau\omega$ 回転しており, 液滴は長く尾をひいて b の様になると想定される. この時, 液滴の先端 A が飛び出し始めたときの周端速度を保存しているとすると AB' の長さは $R\omega\tau$ となり, 液滴の長さ l は

$$l = \frac{R\omega^2\tau^2}{2} \quad (18)$$

Fig. 10 Effect of the shape of droplet.

Fig. 11 Stretch of droplet.

と考えることができる. これを直径 a の円柱状と考えると, 同一体積で球状になった場合の直径 d を用いて,

$$a = \sqrt{(2d^3)/(3l)} \quad (19)$$

となり, Fig. 11 では紙面に向かって右となる飛翔方向の断面積 A_c は

$$A_c = \frac{\omega\tau\sqrt{Rd^3}}{\sqrt{3}} \quad (20)$$

となるから, 形状因子 S は

$$S = \frac{4\omega\tau}{\pi\sqrt{3}} \left(\frac{R}{d} \right)^{0.5} \quad (21)$$

になる. 20 式より $S=2.45$ を与える遊離時間 τ は 20 mmφ, 40000 rpm の時の 95 μm の液滴に対して, $\tau=0.078$ ms が得られる. 即ち, たかだか 0.078 ms, 角度にして 0.32 rad だけ回転する間, 遊離しつつある液滴が長く引き延ばされて飛び出すとすれば液滴の飛翔方向に対する断面積が大きくなり, 容器内のガスの抵抗により実験で得られたような飛翔距離の短縮を生み出すことができるわけであり, この液滴離脱時の変形が実際の短い飛翔距離を説明するのに最も妥当であると考えられる. また, 加藤ら¹⁰⁾ も遠心噴霧のある条件ではアスペクト比の長い粒子が存在することを報告しており, 噴霧直後の引き延ばされた粒子がそのまま急冷されたものとみなされる. もちろん, 離脱後の液滴は回転盤中心方向への引っ張りをうけることは無くなるので表面張力によって速やかに球状化していき, 抵抗も小さくなっていくであろう. しかし, Fig. 10 に Re 数の変化で示したように, 飛翔液滴がガスによる抵抗を最も強く受けるのは離脱直後であり, 以上に述べたように, その時点で大きく変形していることが飛翔距離に大きな影響を与えるものと考えられる.

VIII 結 論

遠心噴霧で生じた粉末の飛翔距離について検討を行った. 一般の剛体球仮定で抵抗係数を算定した計算では, 飛翔距離の粒径依存性などの傾向は実験結果と一致するが, 飛翔距離を過大に見積ってしまう. その原因は, 回転盤からの液滴の離脱時に液滴が引き延ばされ, 飛翔方向に対する断面積が増大しているためであり, それを考

慮した形状因子 S を導入することにより実験の値に近い計算結果を得ることができる。

文 献

- 1) 原田, 菅: 粉体および粉末冶金, 37 [3] (1990), 398.
- 2) 金属データブック: 日本金属学会編, 丸善 (1974), 59.
- 3) 化学便覧, 改訂3版, 基礎編II: 日本化学会編, 丸善(1984), II-38.
- 4) D. Bhattacharyya and W. H. Gauvin: AIChE J., 21 [5] (1975), 879.
- 5) D. J. Hodkin, P. W. Sutcliffe, P. G. Mardon and L. E. Russel: Powd. Met., 16 [32] (1973), 277.
- 6) 棚沢, 宮阪, 梅原: 日本機械学会論文集 (第二部), 25, 156 (1959), 897.
- 7) 棚沢: 機械及電気, 8 [3] (1943), 7.
- 8) N. Dombrowski and T. L. Lloyd: J. Chem. Eng. Japan, 6 [4] (1973), 363.
- 9) 城塚, 平田: 「気泡・液滴工学」, 化学工学協会編(1969), 27.
- 10) 加藤, 草加, 洞田, 市川: 電気製鋼, 54, 3 (1988), 174.

会 告

金属学会セミナー

《金属間化合物》

主 催: 日本金属学会
 協 賛: 粉体粉末冶金協会ほか
 日 時: 1990年6月21日(木)・22日(金)
 場 所: 日本私学振興財団 講堂
 (千代田区富士見町1-12-20)
 定 員: 150名
 受講料: (テキスト代含む・消費税込)
 会員(協賛学協会含) 26,000円, 非会員
 52,000円, 学生会員 8,500円, 学生非会員
 26,000円

プログラム:

第1日(6月21日) 9:30~17:00

- ①金属間化合物の結晶構造とその体系
(豊橋技科大) 森永正彦
- ②Ni-Al系金属間化合物 (東工大) 鈴木朝夫
- ③Ti-Al系金属間化合物 (京大) 山口正治
- ④高融点金属間化合物 (阪大) 馬越佑吉
- ⑤機能材料としての金属間化合物
(金材技研) 西田勲夫

⑥総合質疑応答

第2日(6月22日) 9:20~10:30

- ⑦金属間化合物の加工 (東北大) 花田修治
- ⑧金属間化合物の燃焼合成—SHSプロセス
(阪大) 宮本欽生
- ⑨金属間化合物の粉末冶金—Pseudo-HIP プロセス
(京大) 新宮 秀夫
- ⑩金属間化合物と複合材料 (京大) 落合庄治郎
- ⑪金属間化合物の破壊特性 (阪大) 新原皓一
- ⑫総合質疑応答

新しい射出成形技術の動向

主 催: 日本機械学会 材料加工委員会
 協 賛: 粉体粉末冶金協会ほか
 日 時: 平成2年7月3日(火) 10:00~17:00
 4日(水) 9:30~17:00
 会 場: 食糧会館 (千代田区麴町3-3-6)

プログラム:

7月3日(火)

1. 射出成形一般論・サーベイ (工学院大) 大柳 康
2. 成形機(機能成形技術) (新潟鉄工所) 岩橋俊之
3. 全電動成形機 (ファナック) 稲葉善治
4. 型内温度の可視化 (東工大) 黒崎晏夫
5. 金型・FP システム (日精樹脂工業) 高山和利
6. CAE の実際 (三菱瓦斯化学) 奈良崎則雄

7月4日(水)

7. 射出成形の実際(技術情報)
(リョービ) 西 直美
8. プラスチック(高精度転写性)
(旭化成工業) 前田邦夫
9. セラミックス (名工試) 野崎佳彦
10. 金属粉末 (住友金属鉱山) 加藤 豊
11. 精密鋳造 (石川島播磨重工業) 堀 利光
12. 加工技術の選定(OA, ミシン)
(蛇の目ミシン) 松永 昇
13. 加工技術の選定(自動車)
(本田技術研究所) 林 直義

定 員: 100名

購読料: 会員および協賛会員 20,000円(学生会員 5,000円), 会員外 40,000円

申込先: 社団法人 日本機械学会材料加工委員会

〒151 渋谷区代々木2-4-9 (三信北星ビル5階)

Tel (03) 379-6781