

Atomize법에 의한 용융소재의 고효율 미세화에 관한 연구
(제2보 : 이젝터의 원리를 이용한 액체노즐의 액체공급 및
액막생성 기구와 특성)

A Study on the High-Efficiency Atomization Molten Materials
(PART 2 : A Study on the Mechanism of Liquid Supplying and Film
Formation by Applying the Ejector Principle)

오재건*, 조일영*
J. G. Oh, I. Y. Cho

ABSTRACT

The negative pressure as much as 10's mmHg is demanded at nozzle inside, in case of atomizing the large density molten materials, by conventional air jet nozzle. In this study, suction type fluid nozzle is designed by applying the ejector principle in order to clarify the air flow of nozzle inside, mechanism of liquid suction and liquid film formation. The results of this experimental study areas follows. Suction force of liquid is magnified by using liquid nozzle, and it is able to supply the liquid stable. Negative pressure at nozzle inside is varied by throttle angle of liquid nozzle, position and outer diameter of air jet nozzle, and have a influence on liquid suction quantity and liquid film formation.

주요기술용어 : Jet(제트), Powder Metallurgy(분말제조), Atomizer(에토마이저), Twin-Fluid Atomization(이류체미립화), Ejector(이젝터)

1. 서론

자유 공기제트를 분출시켜 주위의 액체를 빨아올려 미립화되는 특성을 파악했던 제1보의 결과에 의하면, 단순히 공기제트를 분출시키는 방법만으로 액체를 공급하여 미립화시키는 방법은 어느 일정한 조건에서의 미립화 특성은 뛰어나

게 양호함을 알 수 있었으나 반면, 미립화특성 및 흡상공급유량이 액면의 영향을 받기 쉽다는 것과 또한 공기제트를 주위로부터 격리하여 주위공기의 흡인을 차단하면, 공기제트 주변의 부압을 강하게 하여 안정된 액체의 공급이 가능하다는 것을 알았다.

* 정희원, 두원공업전문대학

그러나 공기제트에 의해 밀도가 큰 용융금속 및 세라믹을 공급, 미립화하는 것이 본 연구의 목적이므로 수mm의 액면의 변화에도 안정되게 액체를 공급하기 위해서는 수십mmAq 이상의 부압을 생성하는 새로운 기구가 요구된다. 이를 위하여 노즐의 구조를 개량, 변경하여 이젝터(ejector)의 원리를 도입하면 부압을 상당히 강하게 하는 것이 가능하여 안정된 액체의 공급이 가능하다고 생각된다.

이젝터라는 것은 유체 제트의 흡인작용을 이용하여 다른 유체를 수송하는 장치이며, 예로부터 배기펌프⁽¹⁾ 및 열압축기⁽²⁾ 등에 널리 이용되어왔다. 지금까지 많은 연구결과에 의해 설계를 위한 작동특성곡선도가 제안되고 있다. 그럼에도 불구하고 이젝터의 내부유동에 관해서는 불분명한 점이 많고, 작동특성곡선의 물리적인 해명은 충분하지 않다. 특히 공기 이젝터에서는 이젝터 구동용의 1차류와 흡인되는 2차류의 혼합부가 단면적이 일정한 직관의 경우⁽³⁾와, 혼합부에 경사각을 설정한 경우⁽⁴⁾⁽⁵⁾가 있으나, 이들이 이젝터의 특성에 미치는 영향에 대해서는 현재까지도 명확하지 않다.

따라서 이번 보고에서는 흡상식 액체공급용 액체노즐의 내부 공기유동 및 액체의 흡상기구를 해명하고, 용융체의 공급기구 및 액막의 생성기구를 명확히 하는 것을 목적으로 한다.

먼저 액체노즐의 진공특성을 조사하기 위하여 공기제트의 속도, 혼합부 경사각 등을 변화시켜 실험하였다. 다음으로 흡상공급능력을 예측하기 위하여 흡상공급된 물의 질량유량을 측정하고, 투과광 사진에 의한 관찰로 액막의 생성기구를 조사하였다.

2. 실험장치 및 실험방법

2.1 실험장치

Fig. 1에 액체노즐 내부의 정압 및 흡상공급된 분무량을 측정하는 실험장치의 계통도를 나타낸다.

이젝터 구동용 공기는 컴프레서 ①에 의해 가압되어, 서지탱크 ②로 들어 간다. 서지탱크로부터의 공기압은 바이패스 밸브 ③에 의해서 조

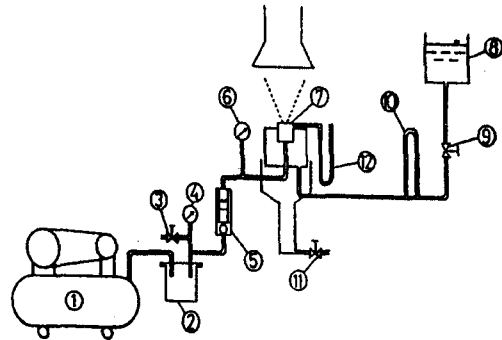


Fig. 1 Experimental apparatus

정되고, 유량은 면적식 유량계 ⑤에 의해 측정되어, 압력계 ⑥을 통하여 계측된 분출압 및 공기 온도에 의해 질량유량을 계산하였다.

조절·계측된 공기는 물이 들어있는 용기를 통과하여 노즐 ⑦의 중심축으로부터 상향으로 분출되어 액체노즐의 내부를 부압으로 한다.

또한, 리저버탱크 ⑧에 담긴 물은, 니들밸브 ⑨로 유량을 조정, 오리피스 유량계 ⑩에 의해 유량이 계측되어, 액체노즐의 측면에 마련된 공급구를 통하여 액체노즐에 공급되고 흡상분출된다.

물은 항상 넘쳐 흐르고 있어서 흡상되지않고 넘쳐 흐른 물은 메스 실린더 ⑪에 채워져 그 유량을 측정하였다.

흡상 분무량은 공급유량과 넘쳐흐른 유량을 차로 정의하였다.

공기제트에 의하여 액체노즐 내부에 생성되는 부압은, 액체노즐 측면의 물의 공급구를 막고 그곳에 고감도 정밀차압계(0~100mmAq)와 마노

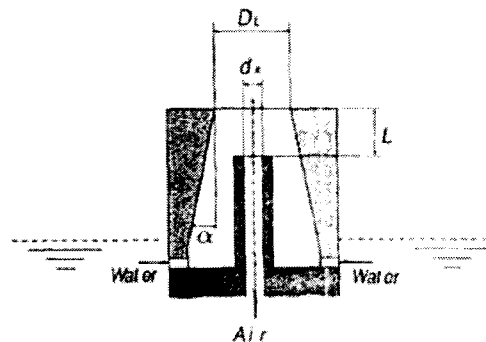


Fig. 2 Liquid nozzle

미터 ⑩를 병용하여 측정레인지를 바꾸어가며 측정하였다.

Fig. 2 에 공기제트에 의한 흡인특성을 조사하기 위한 이젝터방식의 액체 노즐을 나타낸다.

이 액체노즐은 스페이서에 의하여 액체노즐의 출구로부터 공기노즐의 위치 L 의 조정이 가능하게 설계되어 있다.

노즐 경사각 α 는 $0^\circ, 10^\circ$ 의 2 종류이며, 액체노즐 밑바닥의 직경은 20mm, 공기노즐의 출구지름 d_A 는 1.5mm, 그리고 단면적이 각각 $d_A=1.5\text{mm}$ 의 약 2, 4 배가 되는 $d_A=3.5, 5.0\text{mm}$ 에 관해서, 또한 공기노즐의 위치에 관하여는 $L=-5\sim-28\text{mm}$ 의 범위에서 실험을 하였다.

실험에서 액체노즐 내부의 정압 P_V 를 측정할 결과, 부압이 상당히 크기 때문에 수면의 위치에 의한 부압의 변화는 무시할 수 있는 정도라고 생각하여, 수면을 물의 공급구로부터 10mm 높은 위치에 고정하여 실험을 하였다.

3. 이젝터 모델

본 실험에서는 이젝터의 원리가 되는 흡인특성을 응용하여 액체를 공급하기 때문에, 설계된 액체노즐의 성능 및 내부의 부압을 예측할 필요가 있다.

Fig. 3에 간단한 이젝터의 모델⁽⁶⁾을 나타낸다.

그림에 있어서 액체노즐의 중앙에 위치한 공기노즐로부터 공기제트가 분출하면, 공기 제트의 흡인작용에 의해 2차유체가 흡인되어 액체노즐의 내부에서 공기와 2차유체가 혼합하여 액체노즐 출구로 분출된다. 액체노즐 입구에 있어서 공기 및 2차유체의 단면내 속도분포가 같다고 가정하고, 또한 액체노즐의 길이가 비교적 길며 액체노즐 출구까지의 사이에서 양유체가 균일하

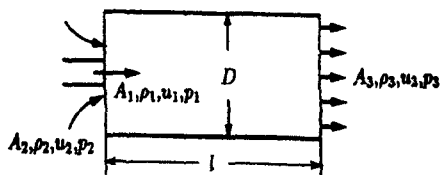


Fig. 3 Ejector model

게 혼합하고, 출구측에서의 단면내의 속도분포도 일정하다고 가정하면, 액체노즐의 흡인성능은 질량보존을 나타내는 식(1)과 운동량보존을 나타내는 식(2)로 나타낼 수 있다.

$$A_1\rho_1u_1+A_2\rho_2u_2=A_3\rho_3u_3 \quad (1)$$

$$A_1(\rho_1+\rho_1u_1^2)+A_2(\rho_2+\rho_2u_2^2)=A_3(\rho_3+\rho_3u_3^2) \quad (2)$$

A 는 단면적, ρ 는 밀도, u 는 속도, p 는 압력, 첨자 1,2,3은 각각 공기제트 출구, 2차유체 입구, 혼합유체 출구를 나타낸다.

여기서, u_3, ρ_3, p_3 는 u_1, ρ_1, p_1 에 의해 결정되기 때문에, 본 실험에 사용되는 액체노즐의 흡인성능을 제어하기 위해서는 u_1, ρ_1, p_1 및 A_1, A_2, A_3 을 바꾸어 실험을 할 필요가 있다.

본 실험에 사용되고 있는 액체노즐에 있어서, u_1, ρ_1, p_1 의 변화는 공기의 분출압력의 변화에 상당하게, A_1, A_2, A_3 의 변화는 단면적비, 즉 노즐 경사각 α 및 공기노즐의 위치 L 의 변화에 상당하기 때문에 실험은 공기의 분출압력과 α, L 을 변화시켜 행한다.

4. 실험결과

4.1 공기제트에 의한 액체노즐 내부의 정압 변화

Fig. 4에 액체노즐 경사각 $\alpha=0^\circ$, 공기제트의 분출구의 지름 $d_A=1.5\text{mm}, 3.5\text{mm}, 5.0\text{mm}$ 인 경우 있어서 공기제트의 분출유량 W_A 에 대한 액체노즐 내부의 정압 P_V 의 측정결과를 나타낸다.

공기의 분출유량 즉, 분출속도가 빨라지면, 액체노즐 내부의 정압은 부압으로 되며 점점 증가하여 2차유체를 흡인하기 쉽게 된다. 또한 공기제트의 출구의 위치가 노즐 선단보다 낮게 될수록 (L 의 절대치가 클수록) 부압은 커진다.

Fig. 5에 액체노즐 경사각 $\alpha=10^\circ$ 의 경우의 공기의 분출유량 W_A 의 변화에 의한 액체노즐 내부의 정압 P_V 의 변화를 나타낸다.

$\alpha=0^\circ$ 의 경우와 같이 공기제트의 분출유량, 즉 분출속도가 커짐에 따라서 액체노즐 내부의 부압도 커져서 액체를 빨아 올리기가 쉽게 된다.

또한 공기제트의 분출압력이 동일한 경우, 공기노즐의 출구지름 d_A 가 클수록, 공기노즐의 위

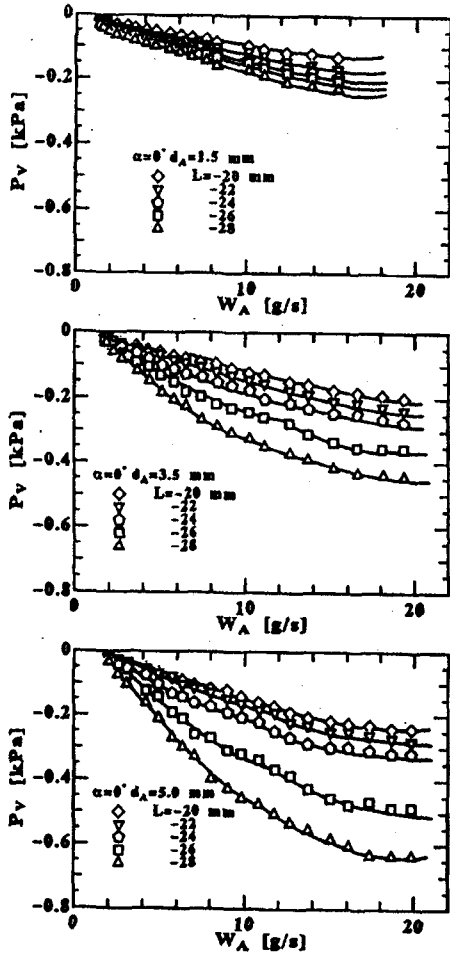


Fig.4 Relation of W_A and P_v at $\alpha=0^\circ$

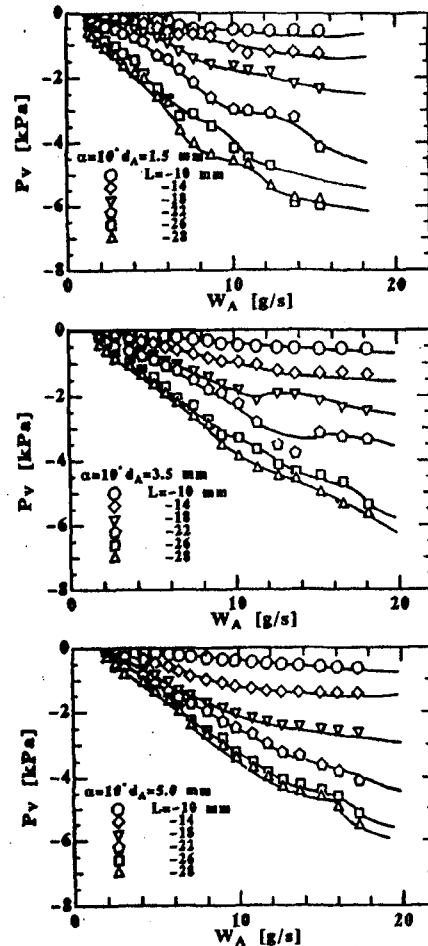


Fig. 5 Relation of W_A and P_v at $\alpha=10^\circ$

치가 액체노즐 선단보다 낮을수록 (L 의 절대치가 커질수록) 부압이 커지는 것을 알 수 있다.

그러나 $\alpha=0^\circ$ 의 Fig. 4와 비교해 보면, 공기 유량 W_A 및 공기제트 출구 지름 d_A , 공기노즐의 위치 L 이 같음에도 불구하고 부압은 대단히 커진다. 이것은 액체노즐 경사각에 의해 출구면적이 좁아져서, 액체노즐 출구 주위의 주위의 공기가 내부로 들어가 공기제트에 의한 부압이 감소되기 어렵기 때문이다.

또한 $d_A=5.0\text{mm}$, $L=-26\text{mm}$ 의 경우가 $L=-28\text{mm}$ 의 경우보다 부압이 크다. 이것은 $L=-28\text{mm}$ 의 경우는 공기제트의 경계가 액체노즐의 내부벽면과 접촉하여 공기제트의 흐름을

방해하는 성분이 생성되기 때문이다. 공기제트는 난류확산을 하면서 그 지름을 확대해 가기 때문에, 공기제트의 지름은 주위유체의 밀도 및 온도에 따라 다르지만 일반적으로 분출구로부터의 거리에 비례하여 확대된다.

공기제트가 확대되어 지름이 커짐에 따라 공기의 제트의 경계와 액체노즐의 출구선단 사이의 공간, 즉 주위공기가 액체노즐 내로 빨려들어가는 유로단면적 $AL-AJ$ 가 좁아져서 액체노즐 내부의 부압이 감소하기 힘들게 된다.

Fig. 6에 액체노즐에 흡입되는 주위공기의 유로단면적 변화의 모델을 나타낸다. 먼저 (a)와 (b), (c)와(d)를 비교하면, 공기노즐의 위치가 액

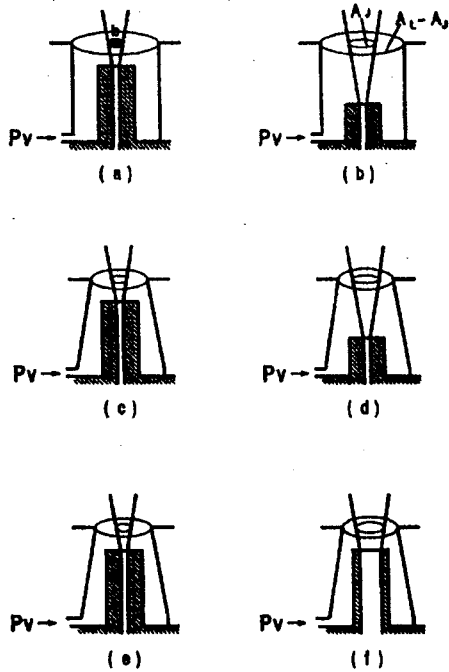


Fig. 6 Various Model of entrained air path area

체노즐의 선단보다 낮을 수록(L 의 절대치가 커질 수록), 공기제트가 발달하여 제트의 면적 A_J 가 커져서 $AL-A_J$ 가 좁게 되는 것을 알 수 있다. 또한 (a)와(c), (b)와(d)를 비교하면, 액체노즐의 출구 단면적이 작을수록 $AL-A_J$ 가 작게 되어 주위공기가 액체노즐의 속에 들어가기 어렵다는 것을 알 수 있다.

(e)와(f)를 비교하면 원래의 공기출구직경 d_A 가 클수록 $AL-A_J$ 가 작게 되는 것을 알 수 있다.

이상을 종합하면, α 및 L , d_A 가 클수록 공기제트에 의해 액체노즐의 내부에서 생기는 부압이 커지는 것을 알 수 있다.

그러나 A_J 가 커져서 공기제트가 액체노즐의 내벽에 접촉하게 되면, 액체노즐 내부에 공기제트의 유동을 방해하는 성분의 유동이 발전하여 액체노즐 내부의 부압은 더 이상 커지지 않는다.

$d_A=1.5\text{mm}$ 의 경우 $\alpha=0^\circ, 10^\circ$ 의 어느 쪽의 경우라도 공기의 유량이 적어질수록, 빨아 들어지는 주위공기의 유로단면적이 커질수록, 액체노

즐의 내부는 부압으로 되기 힘들다는 것을 알 수 있다.

4.2 공기제트에 의한 물의 흡상 분무량의 변화

Fig. 7은 $\alpha=0^\circ$, Fig. 8은 $\alpha=10^\circ$ 의 액체노즐에 있어서의 공기유량 W_A 와 공기노즐의 위치 L 에 의한 물의 흡상 공급량의 변화를 나타낸 것이다.

$\alpha=10^\circ$ 의 경우가 $\alpha=0^\circ$ 의 경우보다, 또한 공기노즐의 위치가 액체노즐의 선단에서 깊을수록 (L 의 절대치가 클수록), 공기유량 W_A 가 많을

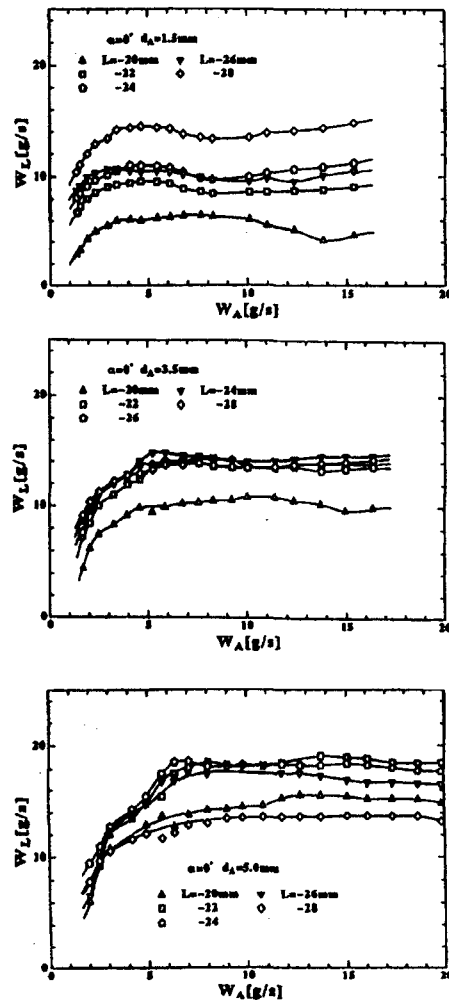


Fig. 7 Effect of Air Flow Rate on the Supplied Liquid Flow Rate at $\alpha=0^\circ$

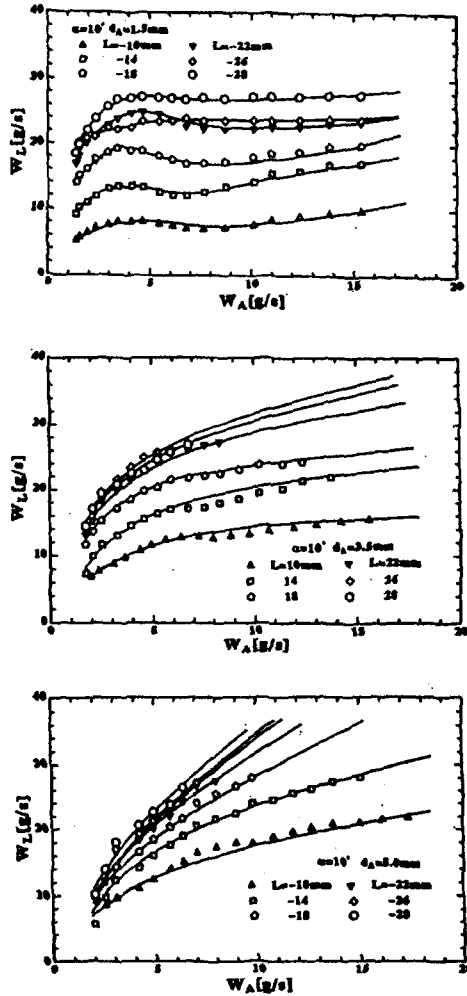


Fig. 8 Effect of Air Flow Rate on the Supplied Liquid Flow Rate at $\alpha=10^\circ$

수록, 물의 흡상 분무량 W_L 은 많아진다. 이 결과, 앞 절의 액체노즐 내부가 부압이 되기 쉬운 조건과 일치하고 있어, 액체노즐 내부의 부압이 액체의 흡상 분무량에 깊이 관여하고 있는 것을 알 수 있다.

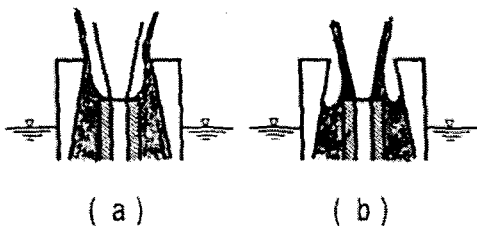


Fig. 9 Liquid Film Flow by Air Jet

그러나 $\alpha=0^\circ$ 의 $W_A > 8.0 \text{ g/s}$ 의 조건에서는, W_A 가 증가하더라도 W_L 의 변화는 거의 없다. 이것은, W_A 가 증가하면 공기의 유속이 빨라져서 액적이 공기제트 속으로 빨려 들어가, 액적이 흐름에 저항을 가져와서 공기유속이 감소하게 되어 분무량은 그다지 증가하지 않는다고 생각된다.

또한 L 에 대해서 보면, $L=-24, -26 \text{ mm}$ 의 경우 W_L 의 변화는 거의 없고, $L=-28 \text{ mm}$ 이 되면 흡상 분무량은 급격히 감소한다. 이것도 흐름 속으로 빨려 들어간 액체에 의한 저항 때문이다.

$\alpha=10^\circ$ 의 경우, W_A 의 증가에 따라서 물의 흡상 분무량 W_L 은 증가한다는 것을 알 수 있다.

또한 공기노즐 직경 d_A 가 작아질수록 공기의 속도는 빨라짐에도 불구하고 W_A 에 의한 W_L 의 변화는 그다지 커지지 않는다.

$d_A=1.5 \text{ mm}$, $W_A > 5.0 \text{ g/s}$ 의 조건에서는 W_A 가 증가하더라도 W_L 은 증가하지 않는다. 이것은, 액적을 포함하여 유동저항이 커져서 공기제트의 속도가 감소하여 동반력이 작아진 때문이라고 생각된다.

4.3 공기제트에 의한 액막생성 및 거동의 관찰

4.3.1 액막생성의 형태

공기제트에 의해 물이 액체노즐의 속으로 빨려 들어가 분출하는 흐름의 형태는 Fig. 9 와 같이 두 가지 형태로 나눌 수 있다.

먼저 Fig. 9(a)와 같이 액체노즐로부터 환상액막으로 되어 분출하는 형태와 Fig. (b)와 같이 공기노즐의 선단부에서 액체가 공기제트와 함께 분출하는 형태로 크게 나눌 수 있다. 결국, 액체

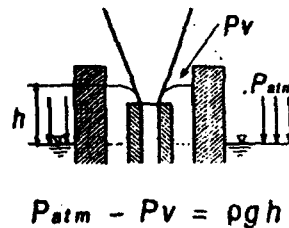


Fig. 10 Rising of Liquid Surface

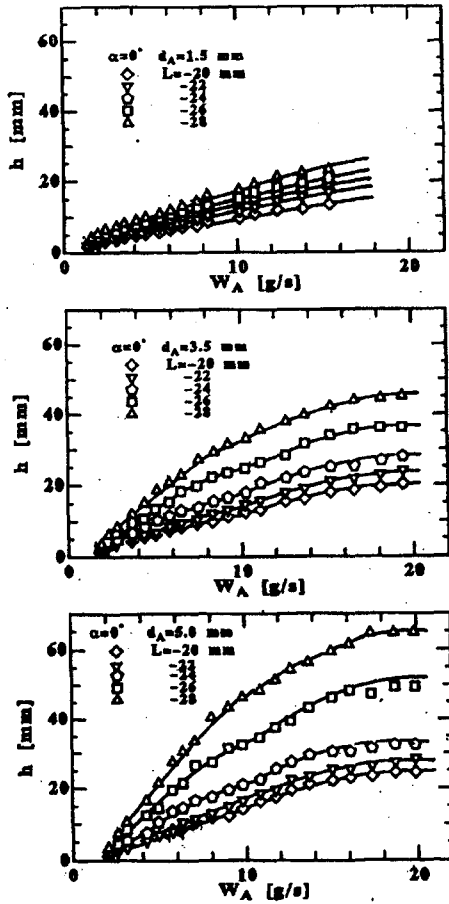


Fig.11 Effect of Air Flow Rate on the Height of Liquid Surface at $\alpha=0^\circ$

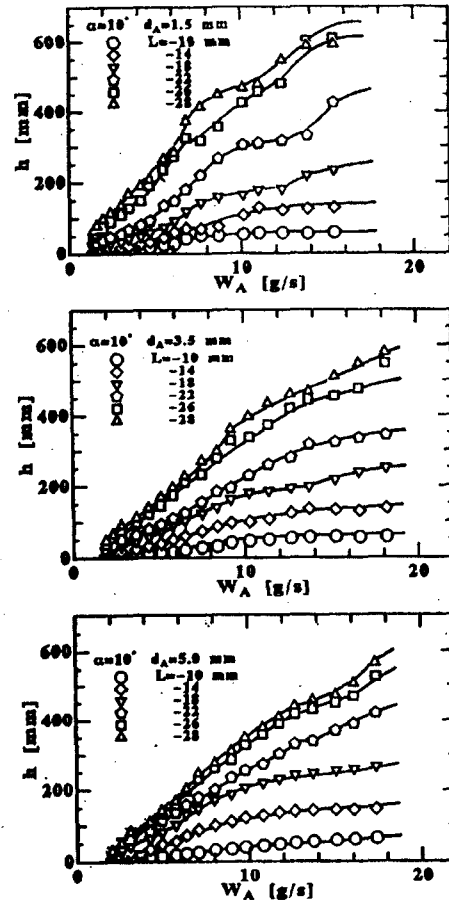


Fig.12 Effect of Air Flow Rate on the Height of Liquid Surface at $\alpha=10^\circ$

가 액체노즐의 출구에서 액막상으로 되는가, 또는 공기노즐의 선단에서 액막상으로 되는가의 차이가 있으나(물론 그 중간의 상태도 있지만), 본질적으로는 액막의 미립화라고 할 수 있다.

이 두개의 형태의 어떤 효용으로 발전하는 가 는 공기노즐의 치수, 위치, 분사조건에 의해서 결정되는 것이며, 액체노즐 내부가 충분히 부압 이 되면, 액면은 당연히 액체노즐의 출구까지 상승하고, 부압이 작으면 액면상승도 낮게 되어 공 기 노즐의 선단부에서 액체가 분출되기 쉬울 것 이다.

액체노즐내부에서 액면은, Fig.10과 같이 압력 이 평형이 되는 높이까지 상승하여, 그 높이 h

는 식 3 에 의해 구해진다.

$$P_{atm} - P_V = \rho gh \quad (3)$$

Fig. 11, Fig. 12 에 식(3)에 의해 계산되어진 공기제트에 의해 떨어올려간 액면 높이 h 의 변 화를 나타낸다.

Fig. 11 의 $\alpha=0^\circ$ 의 경우, 공기노즐 선단위치가 낮아질수록 (L 의 절대치가 커질수록), d_A 가 커질수록, 공기유량 W_A 가 많아질수록 액면높이 h 는 높아지게 된다.

그러나, Fig. 12 의 $\alpha=10^\circ$ 의 경우, h 의 값은 $\alpha=0^\circ$ 의 경우보다도 10배 정도 높아져서, W_A , L 에 대하여서는 같은 경향을 보이고 있지만, d_A 가 커지더라도 h 의 변화는 거의 없거나 낮

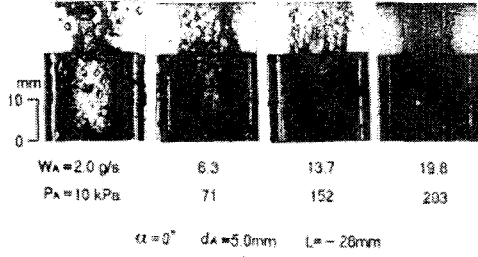


Fig. 13 Liquid Film Motion in the Liquid Nozzle at $\alpha=0^\circ$

게된다. 이것은, 제트의 경계가 액체노즐 선단과 접촉하여 흐름이 순환하여 액체노즐 내부의 부압이 약해지기 때문이다.

이와 같이 액면은 공기제트에 의한 부압으로 높아지고, 또한 공기제트에 빨려 들어가서 액체노즐의 외부로 분출된다. 액체가 공기제트에 빨아 들어가더라도 액면높이가 공기노즐 선단높이까지 상승하면 Fig. 9 (a) 와 같은 형태로 되지만, 액체가 공기제트에 빨려 들어가서 액체노즐의 외부에 분출되어 액면의 높이를 공기노즐의 선단높이까지 유지할 수 없는 경우는 Fig. 9 (b) 와 같이 된다.

4.3.2 사진관찰

Fig. 13 은 액체노즐 경사각 $\alpha=0^\circ$, 공기노즐의 내경 $d_A=5.0\text{mm}$, 공기노즐의 위치 $L=-28\text{mm}$ 의 경우의 투과광에 의한 사진이다.

공기유량 $W_A=2.0\text{g/s}$ 의 경우, 공기제트의 동반력에 의해 빨아 올라간 물은 액체노즐의 내벽을 따라 액막상으로 되어 대기중으로 분출된다. 생성된 액막이 두껍고 공기의 속도가 느리기 때

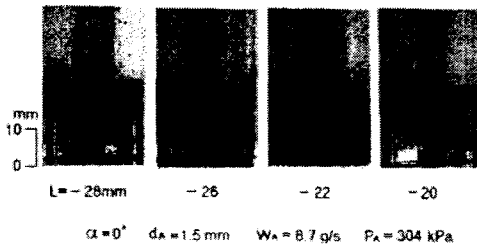


Fig. 14 Liquid Film Motion in the Liquid Nozzle at $\alpha=0^\circ$

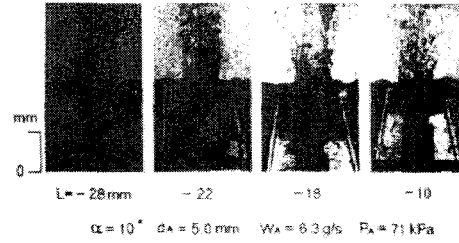


Fig. 15 Liquid Film Motion in the Liquid Nozzle at $\alpha=10^\circ$

문에 액막은 굵은 리가먼트(ligament)로 되고 큰 액적으로 분열된다. 공기제트의 속도가 빨라짐에 따라 액막의 분열길이는 짧아지고 액적으로 분열된다.

또한, 빠른 공기에 의한 동반력이 커져서 중심축을 흐르는 공기제트로 빨려 들어가 미립화되는 물의 양도 많아져서, $W_A=19.8\text{g/s}$ 의 조건에서는 액막은 거의 생성하지 않고 액적으로 된다. 이 중심축의 공기에 빨려 들어가 미립화 된 물의 액적은 입경이 크고, 액적의 재분열에는 많은 에너지가 필요로 하기 때문에, 이 큰 액적들은 전체적인 미립화 특성을 나쁘게 하는 요인으로 작용한다.

액체노즐의 내벽을 따라 상승하는 액막은 중심축의 공기의 흐름에 의해 크게 과상으로 흐트러지고 있다. 공기의 노즐의 위치가 낮아지면 공기제트의 지름이 커져서 공기제트와 액체노즐의 선단이 접촉하여 Fig. 6의 $AL-A/I$ 가 좁아져서 액체가 액체노즐의 내벽으로 눌러 액막이 생성되기 쉽게 된다.

Fig. 14는 액체노즐의 경사각 $\alpha=0^\circ$, 공기제트

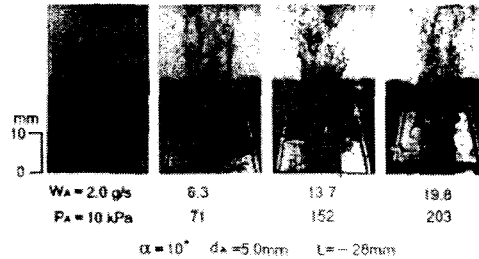


Fig. 16 Liquid Film Motion in the Liquid Nozzle at $\alpha=10^\circ$

노즐의 지름 $d_A=1.5\text{mm}$, 공기제트의 분출유량 $W_A=8.7\text{g/s}$ 인 경우의 투과광에 의한 사진이다.

빨리 올라간 물의 대부분이 공기 제트의 중심부에 흡인되어 액막류가 아닌 환상 분무류의 형태로 분출하고 있는 것을 알 수 있다

Fig. 15 는 $\alpha=10^\circ$, $d_A=5.0\text{mm}$, $W_A=6.3\text{g/s}$ 인 경우의 투과광에 의한 사진이다.

공기노즐 선단에서 액체노즐의 출구까지의 거리 $L=-28\text{mm}$ 의 조건에서 깨끗하고 얇은 액막이 생성되는 것이 보인다. 또한 L 이 작게 되면 액막의 분열길이는 짧아진다. 또한 $L=-10\text{mm}$ 의 경우의 사진을 보면 물은 먼저 공기제트 노즐의 선단 높이까지 빨아 올려져서 액막을 만들고 있다.

Fig. 16은 $\alpha=10^\circ$, $d_A=1.5\text{mm}$, $W_A=8.7\text{g/s}$ 인 경우의 투과광에 의한 사진이다. $L=-28\text{mm}$ 인 경우, 액막은 생성되지만 공기제트로 빨리 들어가는 물의 양도 많아져서, 흐름의 중심부는 분무류 형태로 되어 있다. L 이 작아짐에 따라 분무량도 적어지며 액막도 생성하기 어렵다.

앞에서 나열한 사진의 관찰에 의해 액막은, d_A 가 클수록, L 이 작을수록, W_A 이 적어서 공기제트의 흐름이 흐트러지지 않을수록 액막이 생성되기 쉬우며, $\alpha=0^\circ$ 인 경우 보다 $\alpha=10^\circ$ 의 경우가 액막이 생성되기 쉬운 것을 알았다.

5. 결론

흡인되는 주위공기의 유로를 차단하고 액체를 액막상으로 안정하게 공급하는 것을 목적으로 ejector의 원리를 응용한 액체의 흡상공급기구 및 액막 생성 기구를 조사하는 실험에서 다음과 같은 결과를 얻었다.

(1) ejector의 원리를 응용하여 설계된 액체노즐은 제1보 에서의 오리피스를 사용한 경우보다 액체를 안정하게 공급하는 것이 가능하게 되었다.

(2) 액체노즐 경사각, 공기 노즐의 위치 L , 공기 노즐 출구 지름 d_A , 공기 제트의 분출 유량 W_A 은 액체노즐 내부의 정압 및 액체의 흡상공

급량 및 액막생성에도 크게 영향을 준다.

(3)공기제트에 의한 액체의 흡상공급량은, 액체노즐내부의 정압이 부압이 될수록 많아지지만, 액체노즐의 경사각 $\alpha=0^\circ$ 의 $d_A=1.5, 3.5, 5.0\text{mm}$ 의 조건 및 $\alpha=10^\circ$ 의 $d_A=1.5\text{mm}$ 의 조건에서는, 공기제트의 유량을 증가시키더라도 액체의 공급유량은 증가하지 않는다.

(4)공기의 제트에 의한 흐름은, $\alpha=0^\circ$, L 이 작을 수록, d_A 가 작을수록 환상분무류로 되었고 액막은 생성하여 어렵게 된다.

이상의 결과로부터, 본 연구에 의해 개발된 흡상공급 액막형 미립화방식을 용융체에 적용한 경우, 생산량(공급량)의 제어 및 액막상으로 용융체를 안정하게 공급하는 것이 가능하며, 종래의 텀디쉬에서 중력 식으로 낙하시켜서 액주로 공급하는 방식보다도 유리한 용융체 공급 및 미립화특성을 갖는 용융체 미세화용의 아토마이저의 개발이 가능하다고 예상된다.

6. 참고문헌

- (1) E.P.Neumann et.al, "An Investigation of Ejector Design by Analysis and Experiment", J. of Applied Mechanics, 299-309, 1950.
- (2) C.J.Chen et.al, "Flow Pattern of a Circular Vortex Ring with Density Difference under Gravity", J. of Applied Mechanics, 869-872, 1972.
- (3) A.L.Addy and W.L.Chow, "On the Starting Characteristics of Supersonic Ejector Systems", J. of Basic Engineering, 861-868, 1964.
- (4) P.G.Hill et.al, "Analysis and Testing of Compressible Flow Ejectors with Variable Area Mixing Tubes", J. of Basic Engineering, 407-416, 1972.
- (5) 辻 正一, 容器内流れ學, 日刊工業新聞社, 1984
- (6) N.Dombroski and W.R.Johns, "The

Aerodynamic Instability and Disintegration of Viscous Liquid Sheets", Chemical Engineering Science, 18:203-214, 1963

(7) 吳在健 외, "高效率ガスアトマイズ法による熔融素材の微粒化に関する研究", 第1回微粒化シンポジウム論文集, 1992

(8) 吳在健, "高效率ガスアトマイズ法による熔融素材の微粒化に関する研究", 東北大學工學研究科 精密工學専攻 博士學位論文, 1994. 3

(9) 오재건 외, "Atomize 법에 의한 용융소재의 고효율 미세화에 관한 연구(제1보:공기제트에 의한 액체의 공급기구)", 한국액체미립학회지, 2권2호, 35-42, 1997