

〈論 文〉

Vaned Wheel Atomizer에 의한 CWM 미립화

김성준* · 김용선*

(1992년 2월 24일 접수)

Vaned Wheel Atomization of CWM

Sung Joon Kim and Yong Seon Kim

Key Words : CWM(미분탄과 물의 혼합체), Wheel Atomization(휠 미립화)

Abstract

The atomizations of CWM slurry and water are done by a wheel atomizer which is designed and manufactured for this experiment. The variables of the experiment are the angle of vane, aspect ratio, particle loading and the mean size of coal particle distribution. The main purposes of the experiment are to know how the angle of vane and aspect ratio of vane influence the size distribution of CWM droplets. The experimental results say that there are no appreciable effects on the mean size of CWM droplets from the change of loading of coal particles in slurry. The mean size of coal particle in slurry, however, influence quite strongly the mean size of CWM droplets. The mean size of CWM droplets is quite strongly affected by the angle of vane. The size distribution of CWM droplets is controllable by the change of aspect ratio.

1. 서 론

CWM은 석유의 공급 불확실성과 높은 가격을 해결할 수 있는 대체에너지원으로써 최근 크게 관심을 끌고 있다. CWM이 가진 장점은 우선 국내에 있는 에너지원인 석탄을 사용하므로 공급의 안정성을 얻을 수 있으며 그 가격 또한 기존의 기름 연료비의 30% 가량을 절약할 수 있다. 한편 최근에는 CWM을 대형의 발전소 연소기관 뿐만 아니라 가스터빈과 디젤엔진의 대체연료로 사용을 시도하고 있는데 이러한 CWM활용도 확장은 혼합연료 연소과정의 완전한 이해없이 불가능하며 연소과정의 초기 단계인 혼합연료 미립화과정 이해없이 다음단계의 연소 현상을 이해할 수 없으므로 미립화연구는 무엇보다도 먼저 수행되어야 할 선결연구

과제라 하겠다.

과거의 혼합연료 미립화연구는 주로 노즐(Nozzle) 미립화에 의한 연료방울의 크기분포에 관해 수행되어 왔는데 CWM을 노즐 미립화에 의해 미립화시킬때 생기는 가장 큰 문제는 미립화기의 심한 마모 현상으로 잘 알려져 있다. 이러한 노즐 마모현상은 CWM연료 실용화에 큰 장애요인이 되고 있어 이의 해결이 필수적이라 하겠다.⁽¹⁾ Wheel 미립화는 연료가 회전하는 미립화기의 원심력에 의해 분사 및 미립화되는 현상으로 CWM과 같이 마모성과 부식성이 큰 연료를 분사시키는데 Wheel 미립화기가 노즐 미립화에 견주어 구조적 측면에서 내마모성이 절대적으로 유리한 것으로 되어 있다.⁽²⁾ 따라서 Wheel 미립화기를 노즐 미립화기 대신에 사용하는 것이 바람직할 것으로 믿어지나 Wheel 미립화에 의한 CWM 미립화현상이 거의 연구된바 없어 Wheel 미립화기의 실용화가 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 즉 Wheel 미립

*정회원, 강원대학교 기계공학과

화의 연구가 Wheel 미립화기 개발과 실용화에 근거를 제공하게 되리라는 측면에서 그 연구가 절실하다 하겠다. 이외에도 Wheel 미립화가 노즐 미립화에 비해 갖는 장점은 대용량에서 연료방울 크기의 균일성이 좋으며 연료 공급량변화에 따른 연료방울 크기 변화가 적어 연소 현상의 제어 및 효율 향상에 상대적으로 유리한 점이다.

이상의 연구 필요성을 근거로 본 연구의 목적은 Wheel 미립화기로 CWM을 분사시켰을때 Vane의 형태가 혼합연료방울의 크기분포에 미치는 영향을 실험적으로 연구하는 것이며 그 연구 내용을 요약하면 다음과 같다.

- Vane의 형상계수(Aspect ratio)가 연료방울의 크기분포에 미치는 영향
- Vane의 각도가 연료방울의 크기분포에 미치는 영향
- 미분탄 부하도와 연료방울의 SMD변화
- 미분탄 분포의 평균크기변경에 따른 연료방울의 SMD변화

위에서 형상계수라 함은 Vane의 출구직경(d)와 Vane의 출구길이(l)의 비(l/d)를 의미하고 있다.

2. 실험장치

실험장치가 가져야할 기능은 첫째로 CWM을 제조하며 둘째로 계속 혼합하여 실험중 일정한 부하도를 유지하며 셋째로는 CWM을 운반하여 미립화기가 이를 분산시키며 마지막으로 연료방울 크기를 측정하는 것이다. 첫째기능은 Jaw Crusher와 미분화기를 사용해서 미분탄을 얻고 이 미분탄을 70 mesh와 140 mesh Sieve로 나누어서 이를 물과 혼합함으로써 필요한 CWM을 얻고 둘째기능수행을 위해서는 로타리 펌프와 $2.51 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 용량의 탱크를 연결하여 실험중 지속적인 혼합을 하며 셋째기능을 위해서는 슬러리 탱크와 공기 압축기를 연결하여 압력을 0.392 MPa로 유지하여 이 압력으로 CWM이 탱크에서 미립화기에 까지 운반되게 한다. 마지막기능의 수행은 Laser Particle Sizer로 연료방울의 크기 및 분포를 측정한다. 위의 기능을 위해 본 실험장치는 Jaw Crusher, 미분화기, CWM 혼합장치, 미립화기, 분사실, 공기압축기, CWM 수집탱크를 갖추어야한다. 실험장치의 구성도가 Fig. 1에 도시되어 있다.

본 실험에서 사용할 Wheel 미립화기는 실험에 적합한 제품 구입이 곤란하여 직접 제작하여 사용하였다. Wheel 미립화기의 종류는 Vane의 형태에 따라 Upright vane형과 Inclined vane형으로 분류하여 실험을 수행하였으며 이들 미립화기의 구조를 Fig. 2에 나타내었다. Upright vane형 미립화기는 Wheel의 원주와 Vane의 중심선사이의 각도가 90° 인 미립화기를 말하며 직경 49 mm의 원형 평판에 2 mm의 드릴로 구멍을 16개 가공하였다. 그 이유

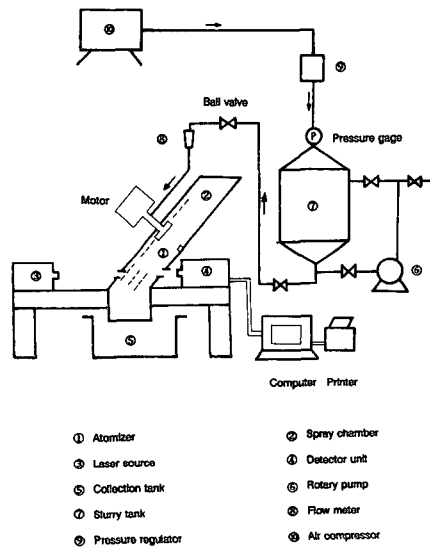


Fig. 1 Schematic diagram of CWM atomization facility

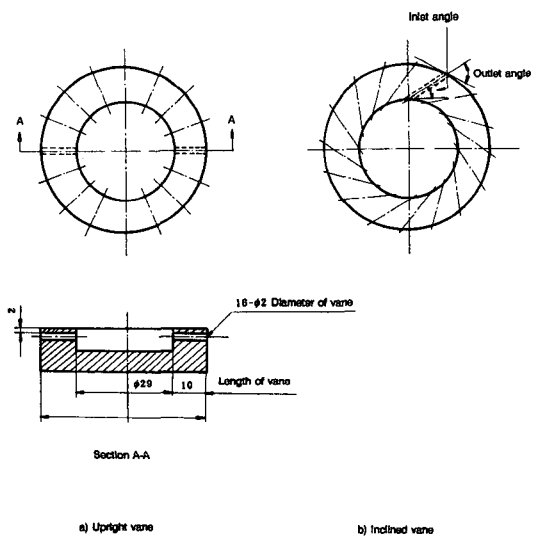


Fig. 2 Structure of vaned wheel

Table 1 Aspect ratios of upright vane

Diameter of vane (d, mm)	Length of Vane (l, mm)	Aspect Ratio (l/d)
2	2	1
2	4	2
2	6	3
2	8	4
2	10	5

Table 2 Outlet angle of vane, release angle & velocity of slurry, length of vane and aspect ratio of inclined vane

Outlet angle of vane (Deg.)	Release angle of slurry (Deg.)	Release velocity of slurry (m/s)	Length of vane (mm)	Aspect ratio (l/d)
59.1	6.32	9.79	13.78	6.89
72.8	7.24	9.53	10.84	5.42
90.0	7.87	9.17	10.00	5.00
107.2	7.84	8.79	10.84	5.42
120.9	7.27	8.51	13.78	6.89

는 CWM과 같이 액체와 고체의 혼합물은 점성이 증가하여 유동성이 감소하므로 이 혼합연료의 분출구 막힘현상을 방지하기 위함이다. Upright vane형의 미립화기는 형상계수의 변화에 따른 미립화에 미치는 영향을 실험하기 위해 모두 5개를 제작하였다. Upright vane형 미립화기의 형상계수를 Table 1에 요약하였다. Inclined vane형은 Wheel의 직경, Vane출구직경 및 갯수를 Upright vane형과 동일하게하고 Wheel의 원주와 Vane사이의 각도를 변화시켜 90°인 Upright vane형에 새로 4가지를 추가 제작하고 이들을 Inclined vane형이라 했다. Vane의 출구면과 연료사이의 마찰을 줄여 Vane의 마모를 줄이기 위해서는 연료의 방출각도(release angle)와 Vane의 출구각도를 가능한 일치시켜야 하며 방출각도는 미립화기의 회전속도와 관련이 있다는 것에 착안점을 두어 Vane의 입구각을 30°, 60°, 90°, 120°, 150°로 제작하여 Vane의 출구각들이 59.1°, 72.8°, 90.0°, 107.2°과 120.9°이 되도록 한다. 각 Inclined vane의 출구각에 대한 슬러리 방출각과 방출속도 그리고 Vane의 길이 및 형상비

변화를 Table 2에 요약하였다.

본사실은 연료방울의 크기분포를 측정하기위하여 외부로부터의 영향을 받지 않도록 만들었으며 본사실 내부는 미립화기에서 분사된 현상에 간섭을 일으키지 않도록 좌우폭을 594 mm로 만들었다. 뒤쪽 면에는 아이치형의 보조덮개를 설치하였다. 특히 정면을 50°의 각도를 주어 미립화기를 통해 이미 분사된 연료방울과 분사되고 있는 연료방울 사이의 충돌을 피하도록 제작하였으며 본사실의 재질은 가공하기 쉬운 합판으로 양쪽 측면을 사용하고 정면과 뒷면은 분사의 형상을 관찰할 수 있도록 3mm 두께의 투명 아크릴판을 사용하였다. 본사실의 구조를 Fig. 3에 나타내었다.

미립화기의 동력원인 전동기는 100 V, 1.8 A, 180 W의 모델명 SDG-7-D인 전동기(삼성)로 회전속도가 최고 3500 rpm인 교류전동기를 선택하였다. 이와같이 교류전동기를 선택한 이유는 회전속도가 연료방울 크기분포에 미치는 영향을 고려할 때 일정한 회전속도를 유지하기에 교류전동기가 유리하기 때문이며 또한 전압의 조절로 간단히 회전속도를 조절할 수 있는 장점도 있기 때문이었다.

로타리 펌프는 혼합 탱크와 25.4 mm 직경의 pipe로 연결되어 있으며 25.4 mm 직경의 큰 pipe를 사용한 이유는 슬러리순환에 따른 마힘 및 마찰손실을 최대한 방지하기 위한 것이다. Pipe의 직경과 같은 크기의 내경을 갖는 Ball Valve를 사용한 것도 같은 이유에서이다. 로타리 펌프를 사용한 이유는 슬러리의 순환과정중에 슬러리속에 들어있는 미분탄이 파괴되는 것을 최대한으로 방지하기 위해서이며 용량은 정격 출력 1.5 KW의 단상유도 전동기에 연결된 초당 2.51×10⁻³ m³의 토출 능력

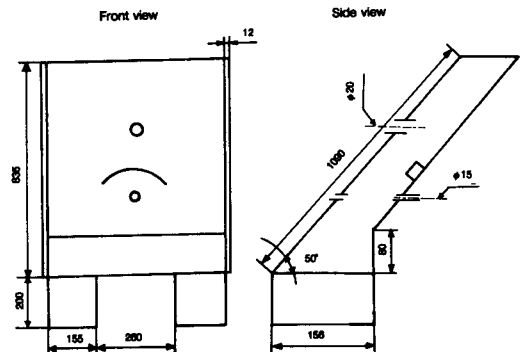


Fig. 3 Structure of spray chamber

을 가지고 있다. 이 로타리 펌프는 실험중 슬러리의 혼합을 수행하며 수집 탱크로부터의 슬러리를 보충하는 역할도 수행한다.

혼합탱크의 재질은 주철제 탱크로써 내압이 1.38 MPa이며 용량은 $2.51 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 이다. 즉 로타리 펌프를 1분간 운전시켰을때 슬러리를 완전히 1회전시킬 수 있는 용량으로 정하였다. 이 탱크는 펌프와 파이프를 연결되어 실험중에 미분탄이 슬러리 액체로부터 분리되지 않아 탱크 밑에 침전물이 생기지 않도록 즉, 균일한 슬러리가 되도록 혼합하는 기능을 갖고있다.

세원의 3.73 KW, 최대압력 1.47 MPa로써 unloader 제어방식으로 되어 있는 공기압축기를 사용했으며 이 압축기는 작업압력 0.686 MPa에서 $0.014 \text{ m}^3/\text{s}$ 의 공기를 공급할 수 있는 장치이다.

3. CWM 제조

본 실험용의 CWM은 SMD(Sauter Mean Diameter)가 다른 두가지 크기 분포의 미분탄과 물을 혼합하여 만들었으며 각 미분탄 분포마다 2가지의 미분탄 부하도가 되도록 제작되었다. 우선 미분탄을 만들기 위하여 석탄을 건조기에서 105°C 로 60분 동안 건조한 뒤 Jaw Crusher로 잘게 부수고 미분화기로 미분화시켰다. 미분화된 미분탄을 70 mesh (210 micron) Sieve로 친 후 이것을 140 mesh (105 micron) Sieve로 쳐서 Sieve를 통과한 105 micron 이하의 미분탄을 TYPE I 미분탄이라 하였고 Sieve 위에 남은 210micron 이하의 미분탄을

TYPE II 미분탄이라 하였다. TYPE I 미분탄의 NMD(Number Median Diameter)는 33.8micron 이었고 VMD(Volume Median Diameter)는 57.4 micron이었으며 TYPE II 미분탄은 NMD가 34.7 micron이었고 VMD는 100.4micron이었다. 여기서 미분탄을 sieve로 쳐서 TYPE I 과 TYPE II 로 분리하는 과정중에 TYPE II 즉, 210micron이하의 미분탄에 105micron이하의 미분탄도 많이 섞여 있었다. 이렇게 얻어진 2가지의 미분탄을 물과 섞어서 5%와 10% 부하도의 CWM을 만들었다. 여기서 부하도는 CWM중에 미분탄이 차지하는 질량비를 의미하며 위의 내용을 요약하면 Table 3과 같다. 한편 사용한 미분탄의 구성 물질을 분석한 결과가 Table 4에 표시되어 있으며 본 실험에 사용한 미분탄이 국내탄이기 때문에 많은 회분이 미분탄에 포함되어 있음을 확인할 수 있었다.

4. 실험 방법 및 데이터 분석 방법

4.1 실험 방법

실험은 연구 내용에 대하여 미분탄의 크기분포에 따라 2가지로 나누어 진행하였다. 먼저 미분탄 TYPE I 과 TYPE II 를 물과 섞어 부하도 5%와 10%의 CWM 슬러리들을 만든뒤 이를 Wheel 미립화기로 분사시켰다. 실험중 분사조건을 일정하게 유지했으며 슬러리의 공급압력은 0.392 MPa이었고 이에대한 슬러리 흐름량은 $6.31 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ 이었다. CWM 슬러리 흐름량은 압력 조절기와 Ball Valve

Table 3 Kinds of CWM slurry

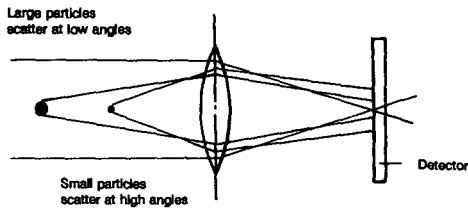
Type of CWM slurry	CWM I -1	CWM I -2	CWM II -1	CWM II -2
Type of coal	Type I	Type I	Type II	Type II
Loading (%)	5	10	5	10

Table 4 Composition of coal

Type of coal paricle	Water (%)	Volaille matter (%)	Ash (%)	Fixed carbon (%)
Type I	1.5	5.8	50.2	42.5
Type II	2.0	6.4	47.0	44.6

Table 5 Experimental conditions and variables

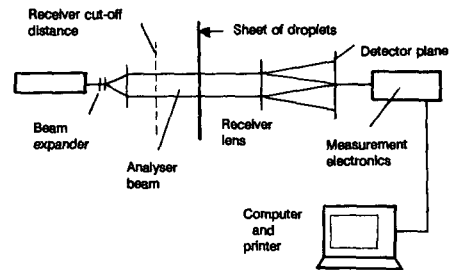
Rotational speed (rpm)	3450
Feed rate (m ³ /s)	6.31×10^{-5}
Pressure (MPa)	0.392
Type of coal	Type I, Type II
Loading (%)	5, 10
Aspect ratio of upright vane	1, 2, 3, 4, 5
outlet angle of inclined vane	59.1°, 72.8°, 90° 107.2°, 120.9°

**Fig. 4** Properties of the scattered light⁽³⁾

로 조절하였고 가장 중요한 인자인 Wheel의 회전 속도는 전압조절기로 조절하고 회전속도계로 확인하여 3450 rpm으로 하였다. 제작된 Upright vane의 다섯가지 형상계수와 Inclined vane의 다섯가지 출구각을 주요 실험변수로하여 미분탄의 평균크기, CWM 슬러리중 미분탄의 부하도, Vane의 형상비와 Vane의 출구각들이 Wheel 미립화에 미치는 영향을 실험하였고 이 내용을 Table 5에 요약하였다.

4.2 데이터 분석방법

연료방울의 크기분포 측정기구로는 Malvern사 제품인 Laser particle sizer를 사용하였고 Malvern particle sizer는 기본적으로 Fraunhofer 레이저 회절 (laser diffraction)을 사용한 입자분포 측정장치인데 입자에 의한 굴절(refraction)과 Fraunhofer 회절을 고려한 Anomalous 회절 교정(diffraction approximation)을 사용하고 있다. 입자들이 Laser Beam을 회절시키는 과정이 Fig. 4에 나타나있는데 입자의 직경이 커질수록 분산각(scattering angle)이 작아지게 된다. 분산된 Laser Beam들의 Light Intensity를 Detector에서 측정하고 측정된 Light Energy에서 입자의 크기분

**Fig. 5** Laser diffraction experiment

포를 얻게된다. 본 Malvern particle sizer의 기본 구성도가 Fig. 5에 소개되어 있다. 한편 Laser Beam의 Length active는 12.5 mm로 했고 미분탄 측정위치는 300 mm Range lens의 Lens cut-off distance가 Lens 중심면으로부터 400 mm이므로 그 안에 위치하도록 했다. 본 연구자는 Laser particle sizer로 연료방울 분포의 평균크기인 SMD와 VMD를 측정하였고 분포의 분산도인 SPAN을 얻었다.

5. 결과 및 고찰

CWM을 Wheel 미립화기로 미립화 시킨 뒤 미립화된 연료방울의 크기 분포를 레이저 입자분포 측정기로 측정한 후 그 실험치를 표에 표시하였는데 연료방울크기분포의 형태 및 분산도를 확인하기 위해 각 실험에서 Upright vane과 Inclined vane으로 미립화된 연료방울 크기분포의 SPAN 변화를 Table 6에 표시하였다. Table 6에서 $D_{0.5}$ 는 누적체적으로 50% 지점의 연료방울의 크기 즉 VMD이고 $D_{0.1}$ 와 $D_{0.9}$ 은 각각 누적체적으로 10%와 90%

Table 6 Variation of SPAN on inclined and upright vane atomizer

Inclined vane atomizer, $SPAN = \frac{D_{0.9} - D_{0.1}}{D_{0.5}}$

Out-let angle of vane (Deg.)	Kinds of CWM	Kinds of CWM			
		CWM I -1	CWM I -2	CWM II -1	CWM II -2
59.1		0.85	1.03	0.98	1.02
72.8		1.03	1.06	1.02	1.02
90.0		1.04	1.01	1.01	0.99
107.2		0.97	1.01	0.99	1.01
120.9		0.96	1.01	0.92	0.97

Upright vane atomizer, $SPAN = \frac{D_{0.9} - D_{0.1}}{D_{0.5}}$

Aspect ratio	Kinds of CWM	Kinds of CWM			
		CWM I -1	CWM I -2	CWM II -1	CWM II -2
1		1.02	0.61	0.93	0.92
2		1.01	0.64	0.98	0.98
3		1.05	1.02	1.01	1.00
4		1.04	1.06	1.04	1.01
5		1.04	1.01	1.01	0.99

Table 7 SMD and VMD of water droplets

Kinds of mean size	aspect ratio	5.42		6.89	
	outlet angle of vane	72.8°	107.2°	59.1°	120.9°
SMD(micron)		193.63	219.71	224.61	227.96
VMD(micron)		323.01	385.24	359.75	386.64

Table 8 SMD and VMD of CWM II -1

Kinds of mean size	aspect ratio	5.42		6.89	
	outlet angle of vane	72.8°	107.2°	59.1°	120.9°
SMD(micron)		270.08	286.03	287.73	312.13
VMD(micron)		363.46	383.53	383.15	390.38

지점의 연료방울의 크기이다. 각 실험조건에서의 SPAN값들이 대부분 1.0 근처에 있음을 볼 수 있는데 이는 다른 미립화 결과와 비교해 봤을때 Wheel 미립화가 갖는 특징 즉, 분사된 연료방울의 크기가 매우 균일함을 잘 보여주고 있다.

물을 Wheel 미립화기로 미립화시켰을때 Vane의 출구각 변화에 따른 물방울의 SMD와 VMD 변화를 Table 7에 표시했다. Vane의 형상비가 6.89인 출구각 59.1°와 120.9°의 경우를 서로 비교하고 형상비가 5.42인 출구각 72.8°와 107.2°의 경우를 서로 비교해보면 출구각이 작은 경우의 물방울 평균 크기가 출구각이 큰 경우의 물방울 평균크기 보다 작음을 확인할 수 있다. 이는 출구각이 작은 경우 Vane 출구로부터 분출되는 물방울의 방출속도가 출구각이 큰 경우보다 크기때문에 물방울의 크기가 작아진 것이다.

Table 8은 CWM 슬러리를 Wheel 미립화기로 미립화시켰을 때 미립화된 CWM 연료방울의 SMD와 VMD를 Vane의 형상에 따라 표시한 것이다. Vane의 형상계수가 5.42일때 Vane의 출구각

이 작은 72.8°에서의 연료 방울크기가 출구각이 큰 107.2°의 경우에 비해 작았으며 형상계수가 6.89일 때도 같은 경향을 보였다. CWM 슬러리의 미립화에서도 Table 7에서와 같이 출구각이 바뀌면서 Vane출구에서 방출되는 물이나 슬러리의 속도가 바뀌어 미립화된 방울의 크기분포가 바뀐것으로 믿어진다.

물과 CWM의 방울크기를 Fig. 6에 도시하였다. 모든 출구각에서 CWM 방울의 크기가 물방울의 크기보다 컸으며 그 차이가 심하여 이류체 미립화의 경우⁽⁴⁾와 좋은 대조를 보였다. 이는 이류체미립화에서 1차 미립화가 미립화기 안에서 생기는 것과 다르게 Wheel 미립화에서는 미립화기 밖에서 생겨 물과 미분탄사이의 분리현상이 비교적 적게 생기기 때문으로 믿어진다.

Fig. 7는 부하도 10%에서 미분탄의 종류가 SMD의 변화에 미치는 영향을 보여주고 있는데 미분탄 크기가 큰 CWM II의 연료방울 크기가 미분탄 크기가 작은 CWM I 연료방울 크기보다 컸다.

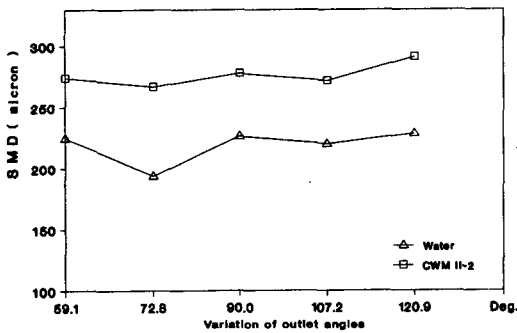


Fig. 6 Variations of SMD of water and CWM II-2 with outlet angles

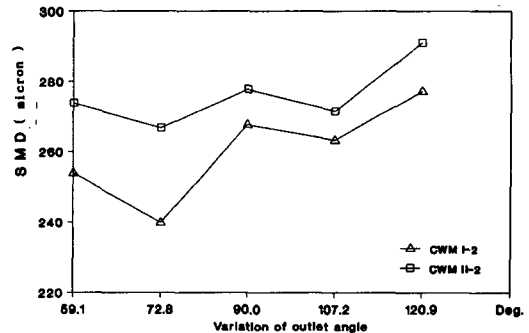


Fig. 7 Variations of SMD of CWM I-2 and CWM II-2 with outlet angles

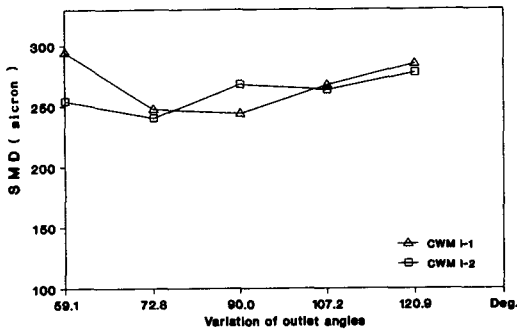


Fig. 8 Variations of SMD of CWM I-1 and CWM I-2 with outlet angles

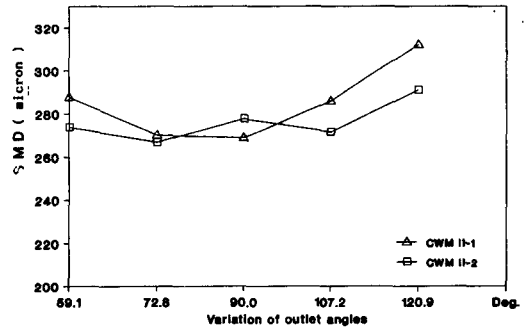


Fig. 9 Variations of SMD of CWM II-1 and CWM II-2 with outlet angles

CWM I에서 부하도의 변화가 연료방울의 크기 분포에 미치는 영향을 Fig. 8에서 볼 수 있는데 부하도 5%와 부하도 10%의 경우 실험치가 서로 교차하고 있어 부하도가 연료방울에 미치는 어떤 특정한 경향을 볼 수 없었다.

Fig. 9는 CWM II에서 부하도의 변화가 연료방울의 크기분포에 미치는 영향을 보여주고 있는데 Fig. 8과 같이 부하도가 연료방울의 크기 분포에 미치는 특정한 경향을 찾을 수 없었다.

Fig. 7, Fig. 8 및 Fig. 9의 결과를 종합해 볼 때 출구각이 연료방울의 크기에 영향을 미치고 있음을 분명히 볼 수 있었으며 이는 연료 방울 방출속도가 Vane의 출구각 변화에 따라 바뀐 결과이었다.

Fig. 10은 Vane의 형상비 변화에 대한 물방울의 SMD와 VMD의 변화를 보여주고 있다. 물방울의 평균크기가 형상비가 1에서 4로 증가하면서 감소하였으나 형상비가 4에서 5로 증가하면서 물방울의 평균크기가 커졌다. 이 그림에서 물방울의 크기가 Vane의 형상계수에 영향을 받으며 어떤 특정 형상비에서 물방울의 평균크기가 극소치에 도달함을 확인할 수 있었다.

Fig. 11는 Upright vane에서 형상비가 CWM 연료방울의 크기분포에 어떻게 영향을 미치고 있는지 그 실험결과를 보여주고 있으며 부하도 5%에서 미분탄의 종류가 연료방울의 크기분포에 미치는 영향을 보여주고 있다. 미분탄의 종류에 관계없이 형상비가 증가하면서 연료방울의 크기가 감소하다가 다시 증가하는 경향을 물의 미립화에서와 같이 볼 수 있었다. 이로부터 형상비가 어떤 특정값을 가질 때 물이나 CWM 모두에서 SMD가 최소치가 됨을 볼 수 있는데 그 경향이 순수 물방울이나 CWM 연료방울 모두에서 서로 같아 구태여 CWM을 가지고 실험을 하지않고 물로 미립화실험을 하여도 형상비가 연료방울 크기에 미치는 영향을 알 수 있음을 보여주고 있었다. 한편 CWM I과 CWM II의 경우를 서로 비교해 보면 연료방울의 크기차이가 거의 40에서 50 μm 에 이르러 미분탄의 종류가 CWM방울의 평균크기에 큰 영향을 미치고 있음을 확인할 수 있다.

Fig. 12는 부하도가 연료방울의 크기에 미치는 영향을 형상비의 함수로 표시한 것이다. CWM II에서 부하도 5%와 10%의 경우를 서로 비교해 보면 부하도 변화에 대한 연료방울의 SMD변화가 거의 없음을 볼 수 있어 부하도가 낮은 경우 부하도

가 연료방울의 크기분포에 미치는 영향이 거의 없음을 확인할 수 있었다. 이는 CWM의 이류체미립화에서 볼 수 있었던 것과 같은 경향⁽⁵⁾이었다.

위의 실험 결과에서 한결같이 우리가 볼 수 있는 것은 형상비가 증가하면서 SMD가 최소치에 도달했다가 다시 증가한다는 사실이며 이 경향이 CWM과 물에서 모두 같다는 것이다. 즉, 형상비가 연료방울의 크기분포에 미치는 영향연구를 위해

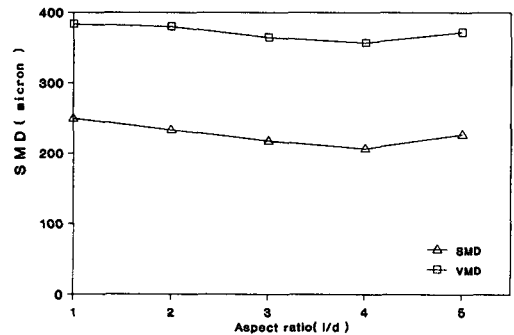


Fig. 10 Variations of SMD and VMD of water droplets with aspect ratios

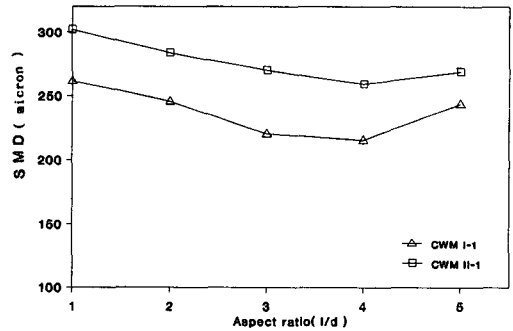


Fig. 11 Variations of SMD of CWM I-1 and CWM II-1 with aspect ratios

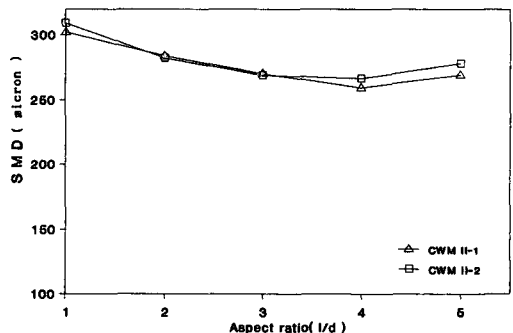


Fig. 12 Variations of SMD of CWM II-1 and CWM II-2 with aspect ratios

서는 구태여 만들기 어려운 CWM을 사용하지 않고 순수 물을 사용해도 그 경향을 찾아볼 수 있었다. 또한 연료방울의 크기분포를 형상비를 조정하여 변경시킬수 있음을 볼 수 있었고 연료방울의 크기분포에 형상비가 지대한 영향을 미치고 있음을 확인할 수 있었다.

6. 결 론

실험용 Wheel 미립화기를 실험목적에 맞게 설계 및 제작한 뒤 미립화기 Vane의 각과 Vane의 형상계수를 실험변수로 CWM연료방울의 SMD변화를 Laser particle sizer로 측정하여 실험을 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 본 실험과 같은 저부하도 CWM의 경우 미분탄부하도가 연료방울크기에 미치는 영향은 거의 없었다.

(2) CWM 연료방울의 크기가 순수 물방울의 크기보다 항상 컸으며 미분탄분포의 평균크기 변화가 CWM방울의 크기분포에 상당한 영향을 미쳤다. 미분탄의 평균크기가 큰 경우의 CWM방울크기가 미분탄의 평균크기가 작은 경우의 CWM방울크기보다 컸다.

(3) Vane의 출구각이 물방울 또는 CWM 연료방울의 크기분포에 상당한 영향을 미쳤으며 최대 20% 정도까지 방울의 평균크기 변화가 있었다.

(4) Vane의 형상비가 물방울 또는 CWM 연료

방울의 크기 분포에 대단히 큰 영향을 미쳤으며 물 또는 연료방울 평균크기의 극소치를 형상비를 조절하여 얻을 수 있음을 확인하였다.

후 기

이 논문은 1990년도 문교부지원 한국학술진흥재단의 지방대육성 학술연구조성비에 의하여 연구되었으며 이에 관계자 여러분께 감사의 뜻을 표합니다.

참고문헌

- (1) Chigier, N. and Meyer, P.L., 1984, "Atomization of Coal-Water Slurries," 6th International Symposium on Coal-Slurry Combustion and Technology, PETC, Orlando, FL, pp. 827~844.
- (2) Masters, K. "Spray Drying Handbook," 4th edition.
- (3) Malvern Instruments Ltd, Instruction Manual (Series 2600), 1989.
- (4) Kim, S. J., 1987, "Atomization of Fuel Mixtures," KSME Journal, Vol. 1, No. 1, pp. 4~8.
- (5) 김종호, 김성준, 1990, "CWM방울안의 미분탄존재", 대한기계학회논문집, 제14권, 제 5 호, pp. 1211~1221.