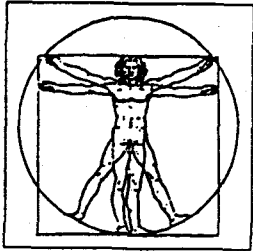


CLEAN ROOM 에서의 AIR CURTAIN 효과

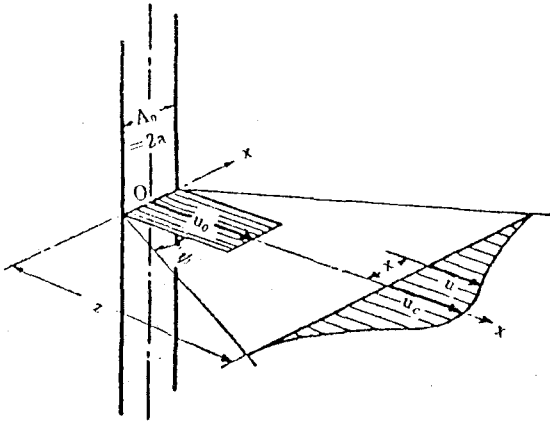


1. 서 두

AIR CURTAIN은 사람과 물품의 출입이 빈번한 장소에, 실내기류의 유출과 외부로부터의 유입에 의한 가스와 진애 침입을 방지할 목적으로 설치된다. 에어커튼의 이점으로서는 경계벽이 없고 시계를 막는 것이 없기 때문에 공간에서의 심리적 개방감을 얻을 수 있고 문의 개폐에 의한 심리적·육체적인 저항감으로부터 개방될 수 있다. 사용되는 용도로서는 일반적으로 사람의 출입이 많은 데파트 출입구, 각종 공장에서의 연속 건조실과 연속도장실, 냉장창고 등의 출입구에 많이 사용되고 있다.

CLEAN ROOM에서 AIR CURTAIN을 사용하는 주목적은 AIR CURTAIN의 분류(噴流)로서 양측구획 부분의 분진과 균의 오염을 방지하는 것이다. 그 사용용도는 주로 CLEAN BENCH와 CLEAN BOX 등에서 소규모로 사용되고 실간의 청정도분리와 실내에서의 청정도 구분용으로서는 그다지 사용되지 않고 있다. 실간의 구분으로서 일반적으로 VINYL CURTAIN이 가장 많이 사용되고 있다. VINYL CURTAIN의 특징은 AIR CURTAIN에 비해서 기류의 폐쇄성이 우수하지만 사람과 물품 출입때에는 통행장애로되고, 만일 VINYL CURTAIN 일부에 약간의 원인으로 개구부가 발생한 경우에는 양측 구획부분에서의 오염이 급격히 발생하는 결점이 있다. AIR CUR-

$Z = Z$ 의 무차원량
 $= Z / \frac{1}{2} A_0$ (평면분류)



<그림 1> 평면류의 해석모델

$= Z / \frac{1}{2} \sqrt{F_0}$ (장방형분류)

$Z' = Z$ 의 무차원량
 $= Z / A_0$ (평면분류)
 $= Z / \sqrt{F_0}$ (장방형분류)

$X, Y =$ 직각좌표축

$X', Y' =$ 미소면적 dF 의 좌표

$Z =$ 원주좌표 및 직각좌표에 있어서 분류축방향

$K =$ 온도전도율

$A =$ Reichardt의 확산함수

$\lambda =$ 변수

$\rho =$ 밀도

$\theta =$ 원주좌표의 각도

$=$ 온도

$\theta_0 =$ 초기온도

$\phi(\epsilon) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^\epsilon e^{-t^2} dt =$ 확산적분

$\varphi =$ 분류의 전개각

$\epsilon =$ 변수

<첨자부호>

$0 =$ 분출구에서의 양을 나타낸다.

$c =$ 중심축상에서의 양을 나타낸다.

$x = x$ 방향의 양을 나타낸다.

$y = y$ " " "

여기에서 Z 축으로 따라가는 중심속도비는 (1)식에서 $X=0$ 로 되어 (2)식으로 나타낼 수 있다.

$\frac{U_c}{U_0} = \sqrt{\phi\left(\frac{a}{CZ}\right)}$ (2)

또 Z 축방향의 풍량 증가비는 (3)식으로 나타낼 수 있다.

$\frac{\theta}{\theta_0} = \frac{1}{2a} \int_{-\infty}^{\infty} \sqrt{\frac{1}{2} \left[\phi\left(\frac{X+a}{CZ}\right) - \phi\left(\frac{X-a}{CZ}\right) \right]} dx$
 (3)

윗식에서 운동량 확산계수 C 는 실험에 의해 구해지는 정수이고 新津 등의 실험에서는 평균 $C = 0.0835$ 의 값을 얻고 실용상으로는 $C = 0.08$ 을 제안한다.

다음으로 新津 등에 의한 Reichardt의 이론을 근거로 한 실용상 이론을 나타낸다.

2.2 실용상의 이론해

(1) 중심 속도비

AIR CURTAIN의 분류는 취출구에서 멀

TAIN이 기류의 폐쇄성에 우수하면 양측구획부분에서의 오염을 방지할 수 있고 사용의 편리함과 미관상에도 가장 훌륭한 방법으로 된다. AIR CURTAIN의 분류성능에 대해서는 新津・加藤에 의해 Reichardt 분류이론의 적합성 검토와 실험 및 이론연구가 이루어지고 있다. 그러나 그후 AIR CURTAIN에 의한 오염물질의 차단성에 대한 연구는 GLASGOW UN1.의 B.H. Shaw와 P. Robertson에 의해 실험연구되고 있는 외에는 주요한 문헌은 그다지 발견할 수 없다. 여기에서는 AIR CURTAIN의 분류특성 이론식을 문헌에 의해 나타내고 실제로 오염물의 차단성을 확인한 실험결과에 의해 AIR CURTAIN 오염물의 차단성능에 대해서 고찰한다.

2. AIR CURTAIN의 분류특성

AIR CURTAIN의 취출기류는 평면분류 또는 장방형 분류이론의 응용에 의해 그 특성을 파악할 수 있다. 이하에 新津・加藤에 의한 분류의 이론식을 나타낸다.

2.1 평면분류의 특성식

Reichardt의 분류기초 방정식을 사용해서 평면류의 특성식을 나타내면 <그림 1>의 모델에서 속도비는 (1)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{U}{U_0} = \sqrt{\frac{1}{2} \left[\phi \left(\frac{X+a}{CZ} \right) - \phi \left(\frac{X-a}{CZ} \right) \right]} \dots (1)$$

$$A_0 = \text{평면분류에서 분출슬롯트의 폭} = 2a \text{ (cm)}$$

$$= \text{장방형 분류에서 분출구의 X방향폭} = 2a \text{ (cm)}$$

$$a = \text{분출구 X방향폭의 } 1/2 \text{ (cm)}$$

$$B_0 = \text{장방형 분류에서 분출구의 Y방향폭} = 2b \text{ (cm)}$$

$$b = \text{분출구의 Y방향폭의 } 1/2 \text{ (cm)}$$

$$= \text{Reichardt가설에서 Z의 임의 함수 (분류혼합역의 폭)}$$

$$C = \text{Reichardt의 확산계수}$$

$$F = \text{면적 (cm}^2, \text{ m}^2)$$

$$F_0 = \text{분출구 면적} = 4ab = A_0 B_0 \text{ (cm}^2, \text{ m}^2)$$

$$K = \text{운동량의 분포계수}$$

$$m = \text{취출구 종횡비} = b/a$$

$$Q = \text{축에 수직한 단면을 통하는 풍량 (kg/s, m}^3/\text{s)}$$

$$Q_0 = \text{분출풍량 (kg/s, m}^3/\text{s)}$$

$$r = \text{원주좌표의 반경방향}$$

$$t = \text{변수}$$

$$= \text{시간}$$

$$U = Z \text{ 방향의 평균속도 (m/s)}$$

$$U_0 = \text{분출구로 부터의 분출속도 (m/s)}$$

$$V = r \text{ 방향의 평균속도 (m/s)}$$

$$X = X \text{ 의 무차원량}$$

$$= X / \frac{1}{2} A_0 \text{ (평면분류)}$$

$$= X / \frac{1}{2} \sqrt{F_0} \text{ (장방형분류)}$$

$$Y = Y \text{ 의 무차원량}$$

$$= Y / \frac{1}{2} \sqrt{F_0} \text{ (장방형분류)}$$

어짐에 따라 중심속도는 감소한다. 분류축에 따른 중심속도비는 (2)식을 무차원화해서 (4) 식으로 나타낼 수 있다.

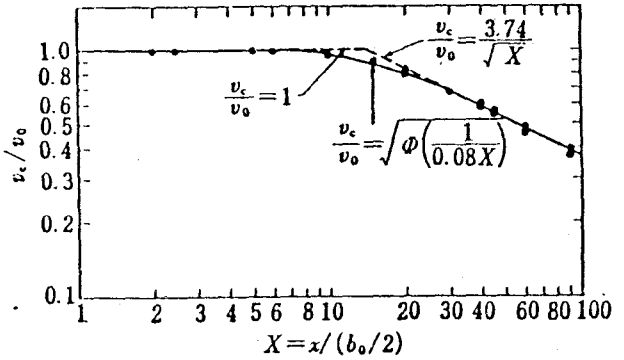
$$\frac{U_c}{U_0} = \sqrt{\phi\left(\frac{1}{CZ}\right)} \dots\dots\dots (4)$$

여기서 $C = 0.08$ 을 대입해서 중심속도비를 나타내면 그림 2의 실선과 같이 된다.

<그림 2>의 점선은 다음식으로 중심 속도비를 개략적으로 계산할 수 있다.

$$\frac{U_c}{U_0} = 1 \quad (Z \leq 14, Z \leq 7A_0) \dots\dots\dots (5)$$

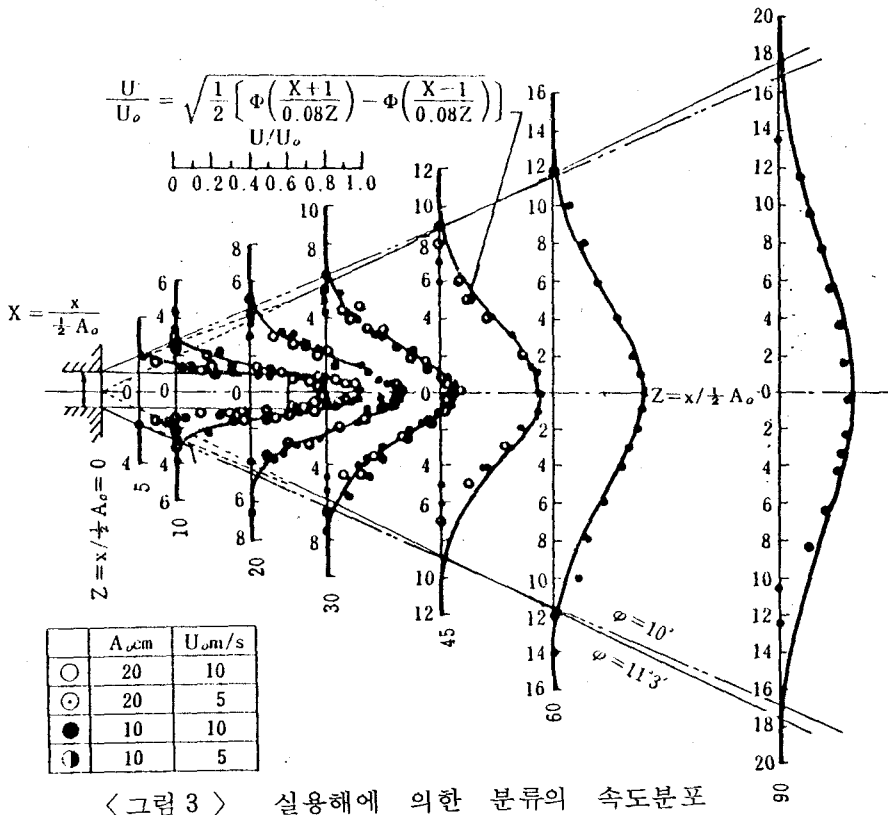
$$\frac{U_c}{U_0} = \frac{3.75}{\sqrt{Z}} \quad (Z > 14, Z > 7A_0) \dots\dots\dots (6)$$



<그림 2> 평면류의 중심 속도비

(2) 속도분포

분류축방향의 속도분포에 대해서 (1)식을 무차원화한 식에 의하면 <그림 3>과 같이 된다. 그림에서 新津 등의 실험치와 잘 일치한다.



<그림 3> 실용해에 의한 분류의 속도분포

여기서 <그림 3>에 의한 분류전개를 구하면 약 11° 정도로 된다.

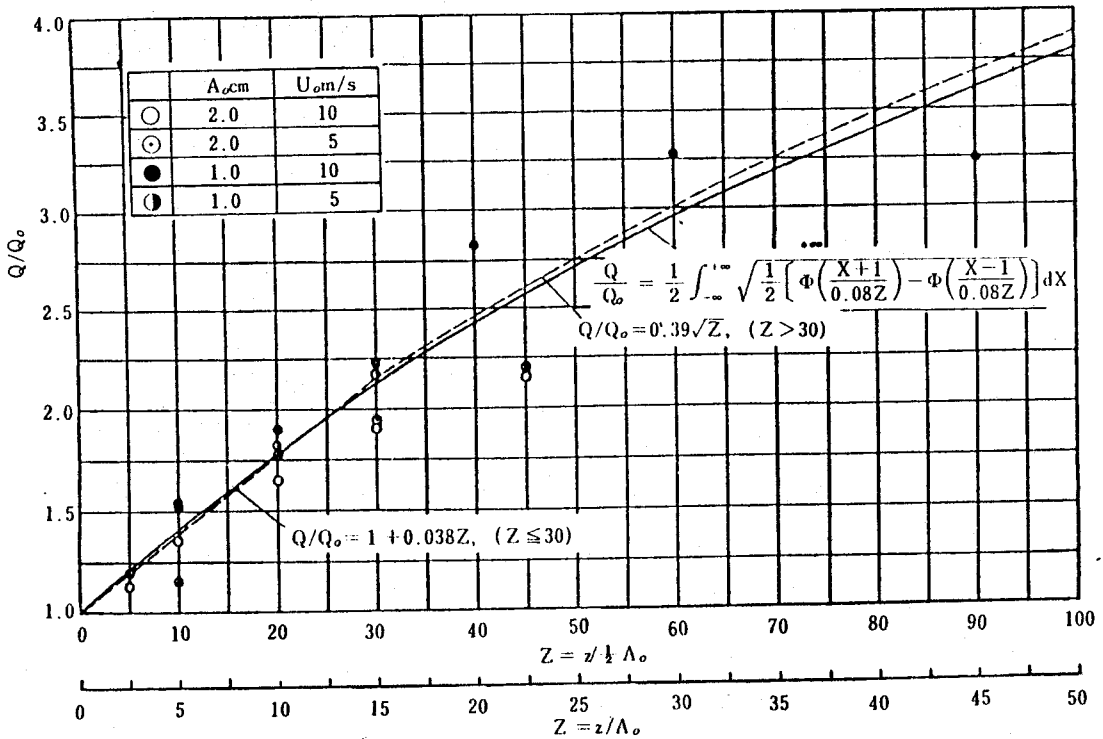
(3) 풍량증가비

분류는 취출구로부터 멀어짐에 따라 주위의 기류를 유인하여 풍량은 증가한다. 풍량증가비는 (3)식을 무차원화하고 실용상의 이론해를 구하면 <그림 4>와 같이 된다.

여기서 그림중의 파선을 바꾸면 다음식으로 개략적인 계산을 할 수 있다.

$$\frac{\theta}{\theta_0} = 1 + 0.038Z \quad (Z \leq 30, \quad Z \leq 30a = 15A_0) \quad \dots\dots (7)$$

$$\frac{\theta}{\theta_0} = 0.39 \sqrt{Z} \quad (Z > 30, \quad Z > 30a = 15A_0) \quad \dots\dots (8)$$



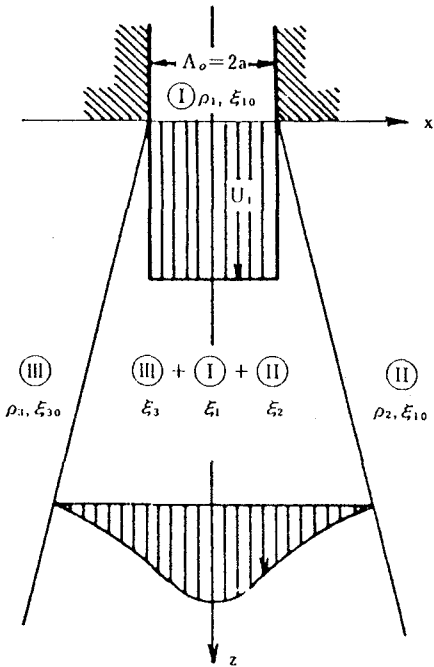
<그림 4> 실용해에 의한 풍량증가비

(4) 가스농도비

분류중에는 주위기류에서 오염물질이 침입하여 그 농도비율은 변화한다. <그림 5>의 모델에서 실용상의 혼합도비는 다음식으로 나타낼 수 있다.

$$\frac{\epsilon_2}{\epsilon_{20}} = \frac{\frac{1}{2} [1 + \phi(\frac{X-1}{0.13Z})]}{1 + \sqrt{\frac{1}{2} [\phi(\frac{X+1}{0.13Z}) - \phi(\frac{X-1}{0.13Z})]}} \quad \dots\dots (9)$$

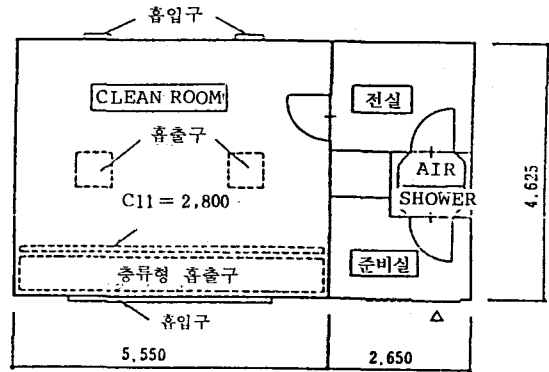
여기서 (9)식의 0.13은 질량확산계수 (C_e)를 나타낸다.



<그림 5> 농도비 해석모델

AIR CURTAIN의 NOZZLE형상을 <그림 8>에 나타내는 4 종류로 변화시켜 각각의 특성을 구해서 비교했다.

CLEAN ROOM에서 부터 분류가 발생하고 그 취출속도를 가변할 수 있도록 하고 있다.



<그림 6> CLEAN ROOM평면도

3. 오염물 차단효과의 실험 연구

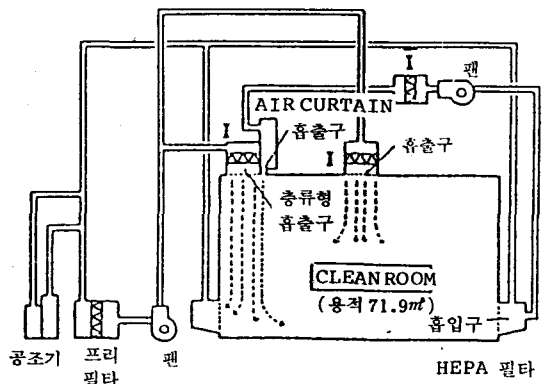
3.1 실험연구 1

이 실험은 CLEAN ROOM내에서의 국소 청정화를 목적으로 등온취출상태에서 AIR CURTAIN의 분류를 대상으로 하고 그 오염물의 차단효과, 기류분포, 분진 농도특성을 구하여 그 가능성을 고찰한 것이다.

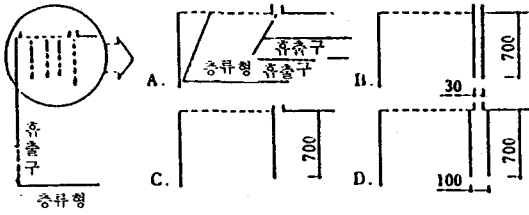
(1) 실험개요

a. 실험용 CLEAN ROOM과 AIR CURTAIN의 형상

실험에 사용한 CLEAN ROOM을 <그림 6,7>에 나타낸다. 이 CLEAN ROOM은 CLASS 1000 ($0.5 \mu\text{m}$ 이상)의 난류와 CLASS 100 ($0.5 \mu\text{m}$ 이상)의 2 가지 청정영역을 가지고 양자경계에 AIR CUR-



<그림 7> 환기 계통도



<그림 8> AIR CURTAIN NOZZLE형상

b. 실험조건

실측은 He-Ne Laser미립자계에 의한부유미립자와 열선 풍속계에 의한 분류속도분포를 측정했다.

실험의 각종조건을 <표1>에 나타낸다. 여기에서는 AIR CURTAIN NOZZLE 형상과 분류취출속도를 변화시켰다. 측정상황은 모기향의 연기를 실외로 부터 흡착 필타를 통해서 CLEAN ROOM의 난류역 중앙 F.L. + 1.0m점에서 발전시켰다. 여기서 발전이 총류역으로의 침입가부는 그 침입미립자 갯수로서 확인했다.

<표 1> AIR CURTAIN성능실험조건

No	1	2	3	4	5	6
항 목						
난 류 역 환기 회수(회/인)	30	30	30	30	30	30
총류역취출풍속 (m/s)	정지	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
AIR CURTAIN 취출풍속 (m/s)	정지	정지	2.8	2.8	2.8	1.0
AIR CURTAIN NOZZLE 형상	A	A	A	B	C	D

(2) 실험결과

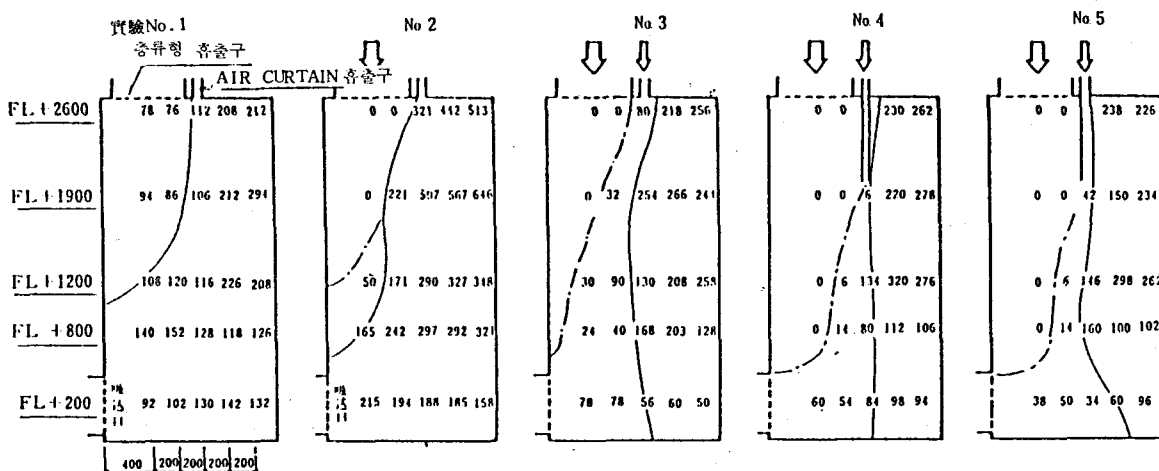
a. 미립자 갯수분포

미립자 측정은 난류역, AIR CURTAIN 분류역 및 총류역의 한단면에 대해서 했다. <그림 9>는 측정결과를 나타낸다. 실험 No. 1은 총류나 AIR CURTAIN도 정지상황에서 난류형 CLEAN ROOM에서의 벽면 및 천정면 구석부분에서의 갯수를 알수있다.

No. 2는 총류역을 가동시킨 경우를 나타내는데, 결과로 난류역에서의 미립자 침입이 현저하다. No. 3는 AIR CURTAIN을 가동시킨 경우에서 CLASS 100의 영역이 증가하고 있는 것을 알수있다. No. 4는 AIR CURTAIN의 분류취출구에 폭 30mm의 SLIT NOZZLE을 설치한 경우를 나타낸다. 이 경우는 CLASS 100 청정영역이 F.L.+800mm 정도까지 확산되어 실제 CLEAN ROOM내에서의 작업영역을 CLEAN하는 것이 가능하다.

No. 5에서는 SLIT NOZZLE을 철거하고 늘어뜨린벽으로한 경우의 결과를 나타낸다. 이 결과와 No. 4의 결과를 비교하면 No. 5의 쪽이 총류역에서의 청정도가 다소 상승하는 것을 알수있다.

미립자를 계측한 단면에 대해서 F.L에서 200mm마다 풍속분포를 TRAVERSE 방법으로 측정했다. <그림 10>에서 실험CASE마다 측정결과를 나타낸다. 실험 No. 2와 No. 3에서는 총류역에서의 풍속변동이 크고 난류



〈그림 9〉 부유진애농도와 기류분포에 의한 국소 청정평가 ($0.5\mu\text{m}$ 이상·개/ft³)

역으로부터의 기류영향을 받고 있는것을 알 수 있다. No. 4에서는 AIR CURTAIN의 분류에 의해 층류역에서의 난류가 적어지는것을 알 수 있다. No. 6에서 AIR CURTAIN의 NOZZLE폭을 넓게한 경우에는 No. 4에 비해서 층류역에서의 기류에 다소 난류가 일어나고 있다. 층류역에서의 난류와 앞에 나타난 미립자 갯수를 비교하면 난류가 적은 영역만큼 청정도가 높은 상관관계를 확인할 수 있다. 지금 No. 3에 대해서 미립자의 측정점과 같은 위치에서 벡터를 측정하고 그 결과를 〈그림 11〉에 나타낸다. 〈그림 11〉에서 층류역과 AIR CURTAIN 분류역의 기류는 거의 연직방향을 나타내는데 AIR CURTAIN분류역에 가까운 난류역의 측정점에서는 기류가 AIR CURTAIN분류에 유인되는 경향을 볼수있다.

기류의 유인에 의해 난류역의 미립자가 AIR CURTAIN의 분류와 층류역의 기류에 침입할 가능성이 있다.

이것은 〈그림 9〉에 나타내는 미립자 갯수 분포에서 미립자가 층류역으로의 침입을 관찰할 수 있기 때문에 명확하다.

C. 미립자의 변동특성

AIR CURTAIN 분류주위의 미립자에 대해서 그 갯수와 입경특성 및 갯수 변동특성을 구했다.

앞의 실험에서 No. 4를 근거로 〈그림 12〉에 나타내는 바와 같은 난류역, AIR CURTAIN분류역 및 층류역의 대표점에서 연속 미립자 갯수를 계측하여 아래에 분석했다. 우선 〈그림 13〉에 측정점, 입경별로 미립자 갯수 농도의 출현확률을 나타낸다. 일반적으로 부유미립자의 농도는 대수정규분포에 근

사하고 <그림 13>에서 보는 바와 같이 명
확하다. <그림 13>에서 층류역의 측정점 ①
에서는 0.4 μm 이상의 입자가 존재하지 않
고 0.3 μm의 입자에 대해서 CLASS 100을
만족한다.

측정점 2에서는 CLASS 100을 상회하는
경우도 관찰되고 측정점 2와 측정점 3의 미
립자 특성이 거의 같은 경향을 나타내는 것
에 의해 측정점 3의 난류역에서 AIR CUR-
TAIN 분류역으로의 미립자 침입이 예상된
다. <그림 13>에서 0.5 μm이상의 입자에대
해서 측정점별로 50% 출현확률농도를 비
교하면 난류역 (측정점 4)에서 100,000개/
ft³을 나타내는 것에 대해 AIR CURTAIN
의 분류역 (측정점 2)에서는 80개 /ft³으
로 되고 층류역에서는 0개 /ft³으로 되어
AIR CURTAIN에 의한 미립자 차단이 가
능하다는 것을 확인할 수 있다.

<그림 12>에 나타내는 각 측정점에서 미
립자 갯수농도 변동특성을 고찰했다. <표2>
에 0.2 μm이상과 0.5 μm이상의 미립자에
대해서 표준편차 변화계수등의 계산결과
를 나타낸다. 표에서 0.2 μm이상의 입자가
평균치에 대한 변동이 큰 경향이 있다. 갯수
농도의 대수치에 의해 0.2 μm와 0.5 μm 입
경에서 상관 관계를 보면 측정점 4에서 r=
0.49의 상관계수를 나타낸 이외는 r=0.1
정도로 입경간 농도의 상관관계는 볼 수 없
다. 또 측정점 4에서의 입경별 추정발전량은

다음식으로 나타낼 수 있다.

$$\log y = -4.39 \log d + 3.73 \dots\dots\dots (10)$$

그러나

y : 입경 d μm이상의 갯수농도
(개 / ft³)

d : 입경 (μm)

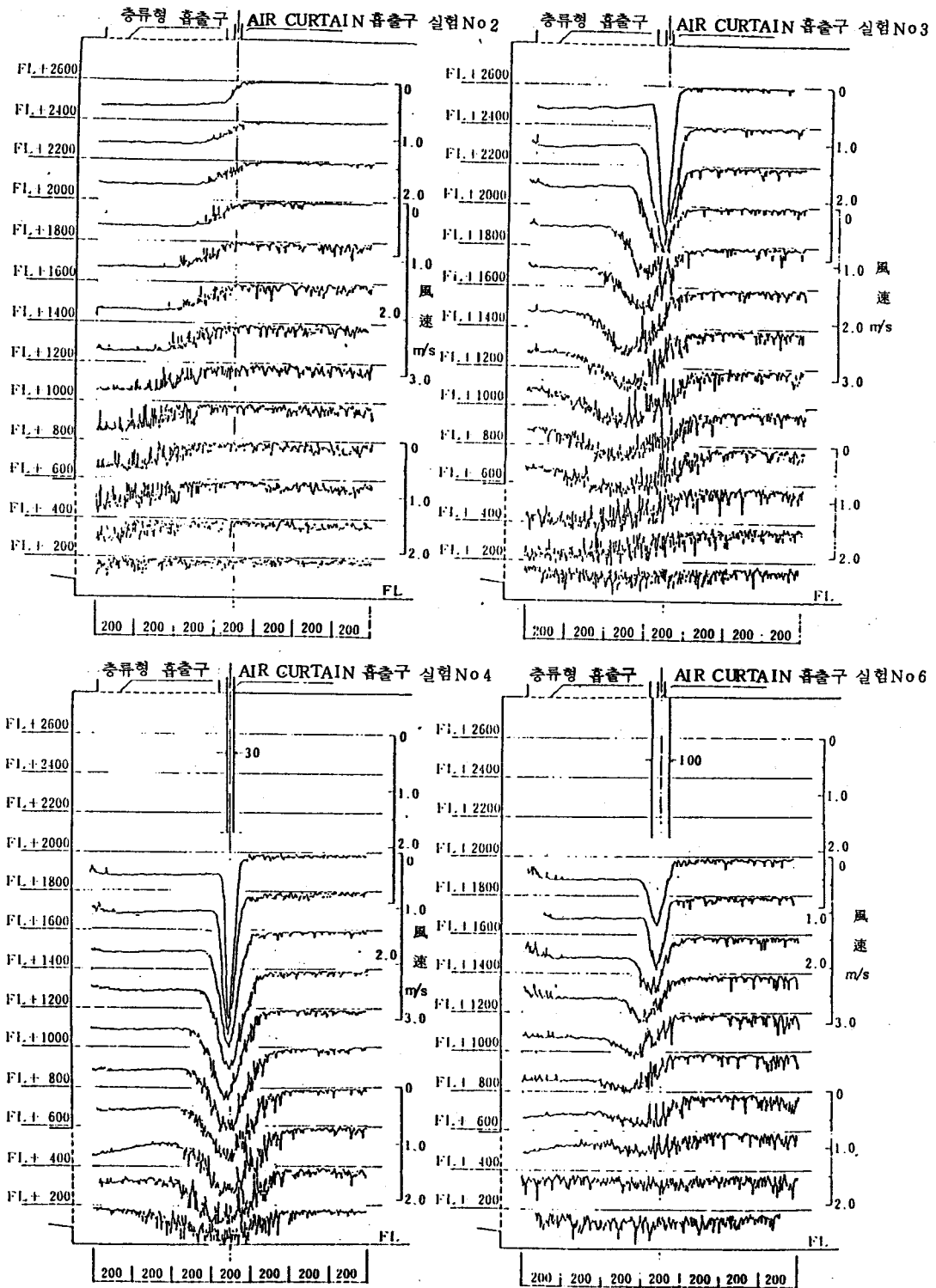
d. 중심 속도비

AIR CURTAIN의 분류중심축에서 풍속
을 측정하고 취출구에서의 거리에 의한 풍
속감소상태를 구했다. 분류의 중심속도비에
대해서는 먼저 이론식을 나타내었지만 <그
림 14>에 실측치와 이론치와의 비교를 한다.
취출구폭의 50배 정도까지는 실측치가 속
도의 감소가 적은 경향을 나타내었다. 이것
은 이번 실험에서 사용한 AIR CURTAIN
의 한 측면이 층류기류역에 접하고 있어 거
리에 의한 속도저하 현상을 완화시키기 때
문으로 생각된다. 실측치에서 취출구폭(H₀)
의 6H₀ 정도까지는 속도변화가 없고 15H₀
정도에서 약 50%, 50H₀에서는 약 30%정
도까지 속도저하를 볼수 있다.

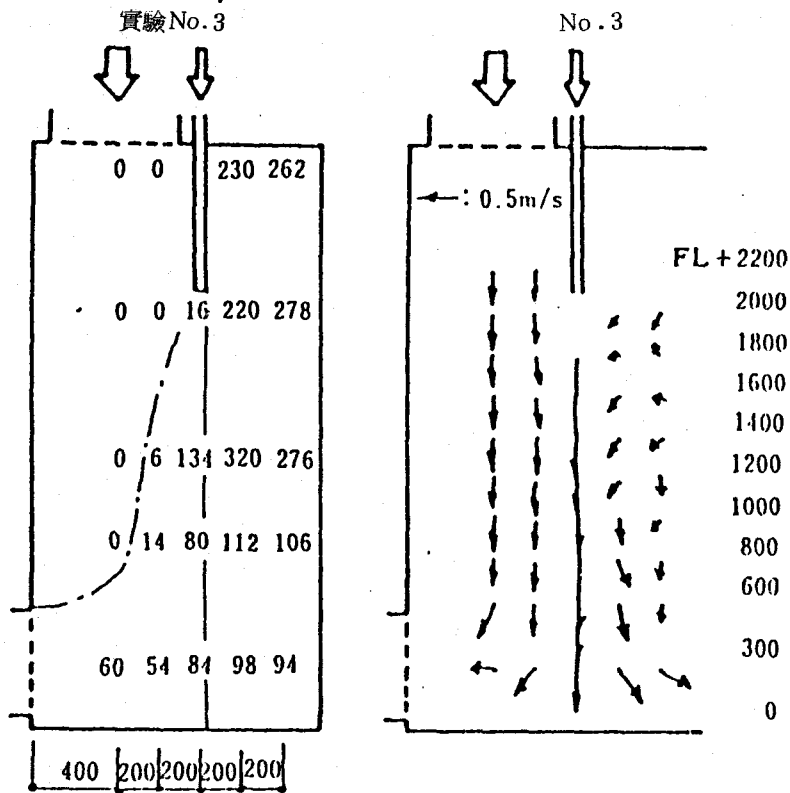
e. 오염 혼합비

AIR CURTAIN의 분류로 주위의 기류
에서 오염이 침입하는 정도를 실측치로 계
산했다. 오염혼합비에 대해서는 新津, 다른사
람에 의해서 이론식이 도입되고 있다.

<그림 15>에 실측치와 이론치를 비교했
다. 이론치로서는 가스선상에서 취출구가 가



<그림 10> AIR CURTAIN분류 축방향의 풍속분포

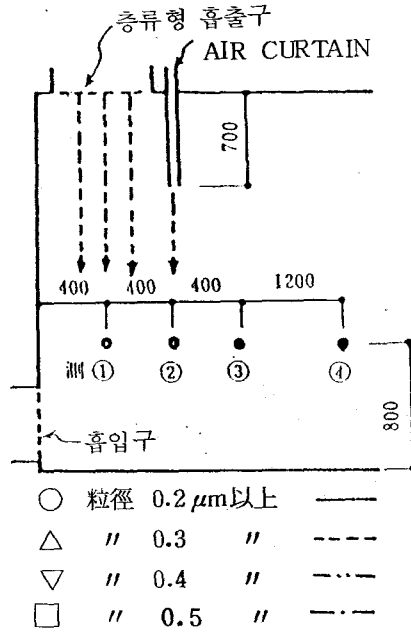


〈그림 11〉 부유진애농도분포와 기류분포에 의한 국소청정평가 ($0.5\mu\text{m}$ 이상·개/ft³)

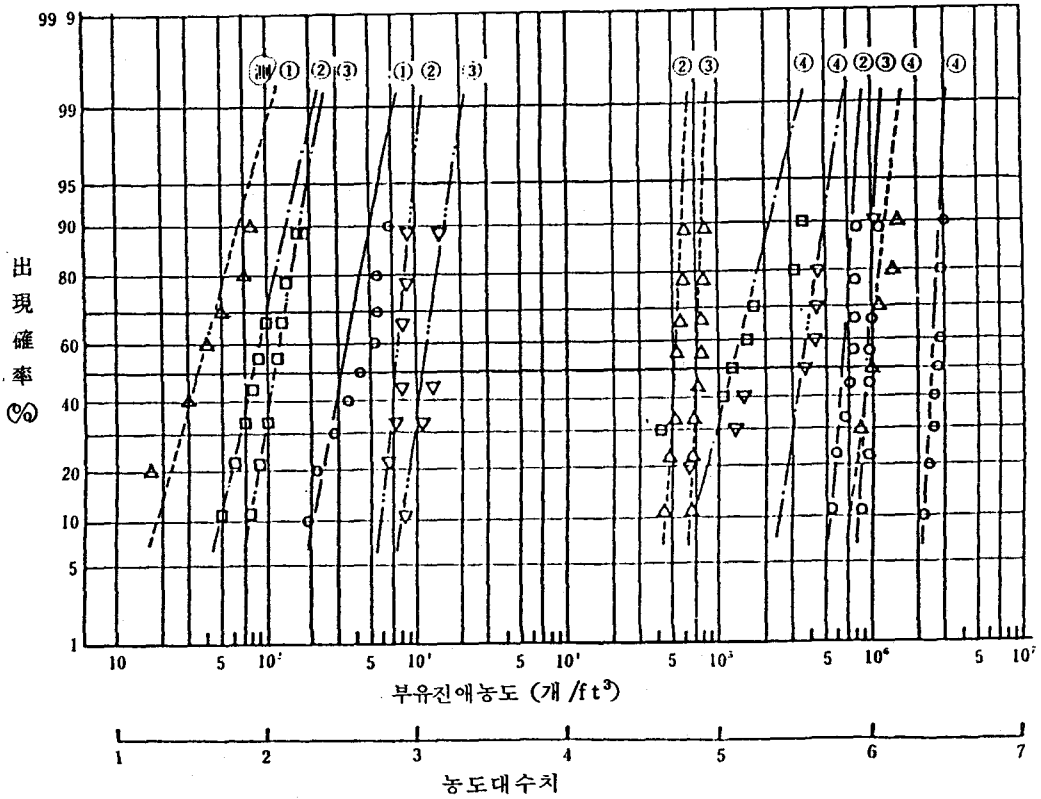
〈표 2〉 미립자 농도의 변동평가 (실험 No. 4)

	0.2 μm 이상						0.5 μm 이상					
	\bar{X}	σ	C_v	$\log \bar{X}$	$\log \sigma$	$\log C_v$	\bar{X}	σ	C_v	$\log \bar{X}$	$\log \sigma$	$\log C_v$
측정점 1	485	262	54	2.61	0.28	10.73	—	—	—	—	—	—
" 2	762780	94436	12	5.88	0.06	1.02	104	48	46	1.98	0.20	10.10
" 3	1074564	115869	11	6.03	0.04	0.66	129	43	33	2.09	0.14	6.70
" 4	4476312	1089686	24	6.64	0.11	1.66	205759	154927	75	5.18	0.38	7.34

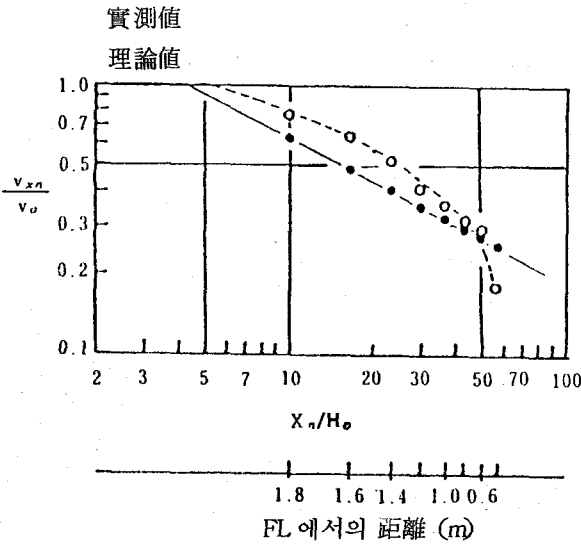
\bar{X} : 평균치. σ : 표준편차. C_v : 변화계수 ($C_v = \sigma / \bar{X} \times 100$)
 $\log \bar{X}$: 대수치에 의한 평균치.



<그림 12> 미립자 갯수측정점



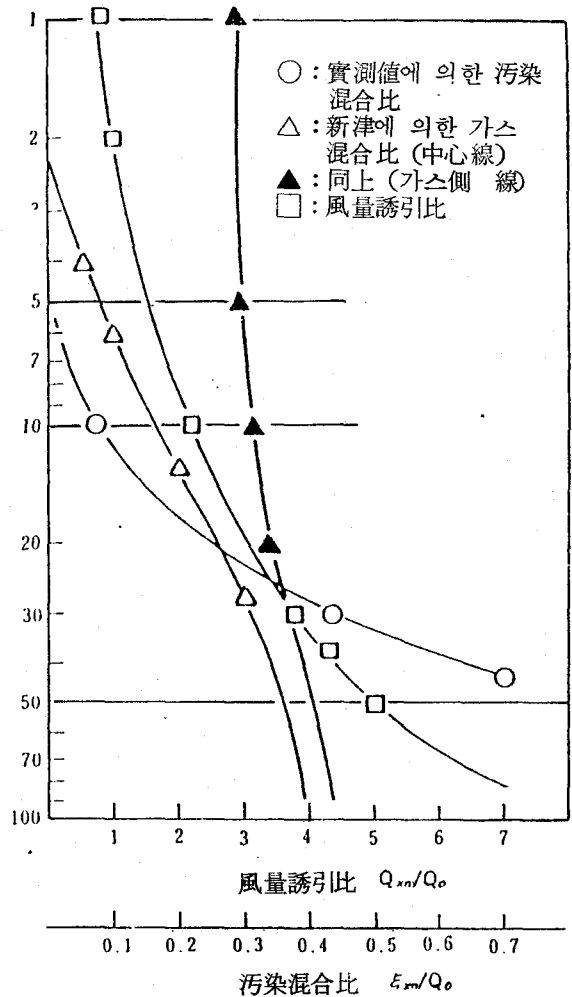
<그림 13> 입경별·부유진애농도의 출현 확률 (실험 No. 4)



<그림 14> 분류층에 따른 중심속도비

까우면, 취출구에서 먼곳에서의 혼합비에 그다지 변화 없이 30~40% 정도를 나타낸다. 그러나 분류중심에서는 취출구의 가장 가까운 지점에서는 혼합이 없고 취출구폭의 2~3배정도 거리에서 혼합이 개시되어 50H₀ 정도에서의 거의 40% 혼합비로 된다. 50H₀ 이상에서는 거의 혼합비가 상승하지 않는 상태를 알 수 있다. 실측치를 보면 5H₀ 정도까지는 혼합이 없고 취출구로부터 멀어짐에 따라 혼합비가 상승한다.

그 원인으로서 AIR CURTAIN하부에 흡입구가 없기때문에 바닥면 부근에 기류가 도달하면 좌우로 기류가 확산하는 것에 의해 오염혼합이 일어나기 쉬운 상황으로 되기 때문이라고 생각할 수 있다.



<그림 15> 분류의 풍량유인비와 오염혼합비

3.2 실험연구II

이 실험은 GLASGOW UNI.의 B.H. Shaw와 P. Robertson에 의해 실시한 것으로 그들은 무균수술실의 청정도 확보를 목적으로 하여 부분벽의 형상, AIR CURTAIN형상, 운전제어에 의해 그것들의 오염물 차단효과를 실험적으로 고찰하고 있다.

이하에 그들의 발표논문에 의한 개요를 나타낸다.

(1) 실험개요

a. 실험용 AIR CURTAIN

실험에 사용한 AIR CURTAIN과 주위의 상황을 <그림 16>에 나타낸다. 여기서 사용된 UNIT는 수직 층류의 4면을 AIR CURTAIN으로 둘러싼 방식을 채용한다.

AIR CURTAIN의 형상적인 특징으로서 중앙 층류식에는 HEPA FILTER가 3개 설치되어 있고 FILTER 주위를 수직벽으로 둘러싸 주위로부터의 기류유입을 막는다. 또 AIR CURTAIN의 NOZZLE내부에 분류

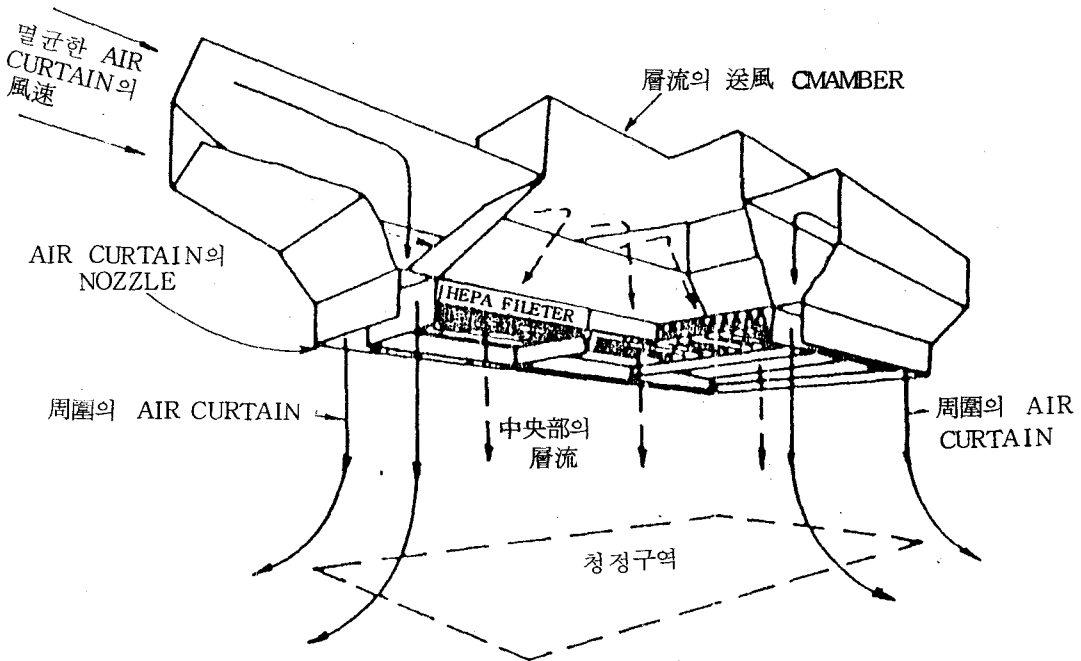
의 수직성을 확보할 목적으로 칸막이판을 설치한다.

여기서 층류역과 AIR CURTAIN으로부터의 취출공기는 양쪽 공히 HEPA에 의해 청정하게 유지되고 있다.

b. 실험조건

실험은 AIR CURTAIN의 외측에서 연기(연기의 종류가 명확하지 않다.)를 발생시켜 각부위에서 로이코의 미립자 계측기를 사용해서 입자의 갯수를 계측한다.그외에 풍속은 열선풍속계를 사용해서 측정한다.

실험은 AIR CURTAIN과 층류역에서 공급기의 취출속도와 AIR CURTAIN의 취



<그림 16> 층류 SYSTEM의 부분단면도

출구쪽을 변화시켜 미립자의 차단성능을 비교한다.

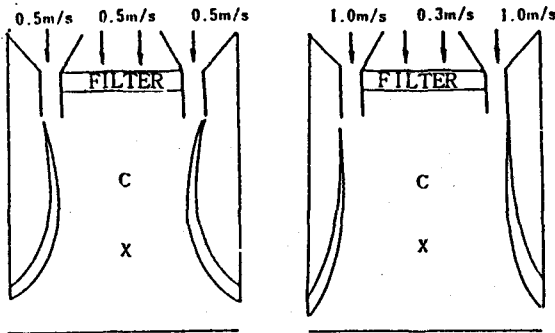
(2) 실험결과

미립자의 차단성능을 확인하기 위해서는 등농도비선도에 의해 청정도를 구분한다. 농도비는 AIR CURTAIN의측의 미립자 농도에 대한 대상으로 하는 청정역에서의 농도비를 백분율로서 나타낸 것이다.

a. 취출속도 변화

<그림 17>에 충류역과 AIR CURTAIN의

(a) 충류와 AIR CURTAIN (b) 충류와 AIR CURTAIN (동질충류역)



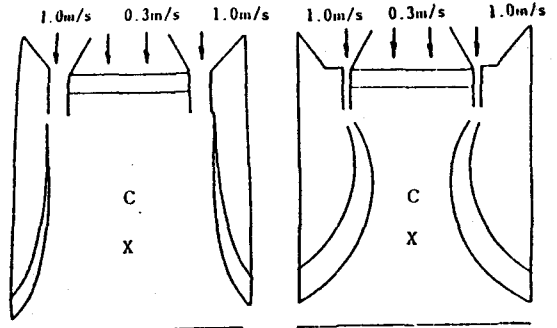
濃度 LEVEL
 □ 1%未滿
 ⊗ 1.0%以上 10%未滿
 □ 10%以上
 0 0.5 1.0 (m)
 X 作業 높이

<그림 17> 등농도 분포도

(등온취출조건, NOZZLE혹 0.225m)

공기취출속도를 변화시킨 경우의 등농도분포를 나타낸다. <그림 17>의 (a)(b)를 비교하면 AIR CURTAIN 취출속도를 충류역보

(a) 충류와 AIR CURTAIN (b) 충류와 AIR CURTAIN
 -0.225M NOZZLE -0.075M NOZZLE



濃度 LEVEL
 □ 1.0%未滿
 ⊗ 1.0%以上 10%未滿
 □ 10%以上
 0 0.5 1.0 (m)
 X 作業 높이

<그림 18> AIR CURTAIN의

JET 두께 영향 (등온조건)

다 높게하는 것에 의해 청정도 영역을 넓게 확보할 수 있음을 알 수 있다.

b. 취출구 폭의 변화

<그림 18>에 AIR CURTAIN 취출구 폭을 변화시킨 경우의 등농도 분포도를 나타낸다.

이 결과로부터 취출구 폭과 분류량을 크게하는 것에 의해 청정도 확보가 쉽다는 것을 알수있다.

4. 결 론

여기서는 CLEAN ROOM내에서 AIR

CURTAIN을 사용한 경우의 오염 차단 효과에 대한 실험예를 근거로 설명했다. 新津, 다른 사람에 의한 실험·연구에서 얻어진 AIR CURTAIN분류의 성능특성에 대해서 이론식을 나타내었고 거기서 얻어진 이론치와 실험에서 얻어진 실험치를 비교검토했다.

이상의 검토에서 AIR CURTAIN 분류 특성으로서 다음과 같은 것을 알수있다.

1) 평면분류에 대해서는 Reichardt의 분류이론에서 유력한 이론해를 얻을수있다.

2) 중심속도비, 풍량유인비 및 오염 혼합비를 이론식에 의해 얻을 수 있고 그것들의 값은 실험치와 잘 합치한다.

3) 축류중심축상의 오염물 혼합비는 취출구에서 0이지만 분류축에 따라 무한원에서 50%정도로 된다.

또 실험 DATA에서 다음과 같은 것을 알수 있다.

1) 층류역과 AIR CURTAIN이 접하는 경우는 AIR CURTAIN의 취출속도를 층류역의 취출속도보다 빠르게 하면 오염차단 효과가 상승한다.

2) 분류의 폭을 넓게하므로써 차단효과는 상승한다.

3) 분류의 중심 속도비는 취출구보다 $6H_0$ (H_0 는 취출구폭) 정도까지 속도변화가 없고 오염물의 혼합도 볼 수 없다.

실제로 AIR CURTAIN을 계속할때에는 다음의 문제점을 고려해야 한다.

1) 분류에 의해 완벽한 오염물의 차단은 불가능하며 사람과 물품이 분류를 통과한 직후의 오염물 침입에 세심한 주의가 필요하다.

2) 본래의 AIR CURTAIN에 의한 차단효과를 기대하는 경우는 바닥면에 흡입구를 설치해야 한다.

그러나 실제의 CLEAN ROOM에서는 바닥면에 개구를 설치하지 않는 경우가 있다. 그 경우는 실내의 기류분포와 AIR CURTAIN 분류를 가능한 한 난류가 되지 않도록 환기구 계획을 해야한다.

3) AIR CURTAIN 취출 풍량을 증가시키는 것은 소음원으로 되고 운전동력비를 상승시키게 된다.

실험 및 이론에서 AIR CURTAIN의 분류에 의해 오염물의 차단효과를 기대할수있다고 생각되지만 실제로 CLEAN ROOM 내에 설치하는 것은 앞에서 서술한 약간의 문제점도 있기 때문에 충분히 검토해서 설계할 필요가 있다.

