

연구자료

위생96-9-31

국소배기장치 효율향상에 관한 실험실적 연구

- 복합후드의 배기효과에 관한 연구(Ⅱ) -

1996



한국산업안전공단
산업보건연구원

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 연구결과를 1996년도 산업보건연구원의 연구사업
중 “국소배기장치 효율향상에 관한 연구”에 대한 최종결과보
고서로 제출합니다.

1996년 12월 31일

제출자 : 산업보건연구원장 문 영 한

연구책임자 : 책임연구원 심 광 진

공동연구자 : 수석연구원 오 세 민

수석연구원 정 동 인

이 연구보고서에 수록된 내용에 대하여 연구자 개인의 의견과
본 연구원의 공식견해가 다를 수 있음을 밝혀 드립니다.

목 차

I. 서 론	1
II. 실 험	
2.1 후드개구면 속도분포의 균일화와 배기효과	4
2.2 실험장치	5
2.3 관내 평균속도압 측정	8
2.4 관내 정압측정	9
2.5 후드개구면 흡인속도 측정	10
III. 실 험 결 과	
3.1 덕트내 정압변화	11
3.2 후드개구면 속도분포와 배풍량	13
IV. 고 찰	33
V. 결 론	37
참 고 문 헌	38

국소배기장치 효율향상에 관한 실험실적 연구

- 복합후드의 배기효과 -

산업보건연구원 산업위생연구실

심 광 진, 정 동 인, 오 세 민

(Abstract)

An Experimental Study on the Efficiency of Local Exhaust Ventilation

- Regarding on the Exhausting Effect of the Compound Hoods -

K. J. Shim, D. I. Chung, S. M. Ohe

Industrial Health Research Institute, Korea Industrial Safety Co.

This study was carried out to evaluate the effect of compound hoods which were composed of booth, slot, plenum box, tapered takeoff(90° and 120°) and splitter vane, varying velocity in duct.

We had measured the static pressure in duct, the velocity pattern in the hood surface, and compared the flow rate in duct and hood surface.

Experimental results were as follows.

1. In case of the compound hoods which have plenum box with splitter vane, the absolute value of static pressure in duct has become lowered than that case of without splitter vane.

2. Exhaust flow rate in duct has become even to the flow rate in hood surface which results from minimum hood velocity and hood area not mean velocity.

3. To even the velocity pattern in hood surface, it is necessary to install splitter vane and slot hood, but splitter vane is more effective than slot hood.

4. Comparing the effect of tapered takeoff angle 90° and 120° , the velocity pattern in food surface becomes more uniform in case of 120° .

I. 서 론

직업병을 유발하는 작업장의 유해요인에 대한 정확한 측정(measurement) 및 평가(evaluation)와 더불어 공학적인 제어(control)는 산업위생측면에서 매우 중요한 분야이다. 일반적으로 작업환경의 개선대책으로는 환기(ventilation), 대체(substitution), 격리(isolation), 보호구 착용 등의 방법이 있으나 이 중 환기가 가장 일반적으로 이용되고 있는 작업환경개선대책이다. 특히, 유해물질을 취급하는 발생원에서 유해요인을 직접 제거하는 국소배기장치가 주요한 작업환경개선방법이다. 그러나, 대부분의 중소규모 사업장에 설치된 국소배기장치는 설계 및 시공의 전문성 결여, 국소배기시설의 감리제도 불합리, 유지관리 기술미흡, 그리고 전문기관의 국소배기시설 평가기법 미흡 등으로 인해 유해요인에 대한 효율적인 제어기능을 수행하고 있지 못한 경우가 많다.

산업안전공단에서 1991년도에 전국의 제조업체 748개소를 대상으로 국소배기 장치의 설치실태를 조사한 결과, 조사대상업체의 국소배기장치 설치개소는 총 5,164개소로서 업체당 평균 약 7개이었으며, 작업장소별로는 분진작업장소가 2,923개소(56.6%), 유기용제 작업장소가 831개소(16.1%), 특정화학물질 작업장소가 576개소(11.2%), 중금속 작업장소가 389개소(7.5%), 기타 445개소(8.6%)이었으며, 설치된 후드의 형태별로는 외부식 후드가 49.6%, 포위식 후드가 21.6%, 레시바식 후드가 20.9%, 캐노피식 후드가 5.2%, 기타 2.8%의 순으로 외부식, 포위식, 레시바식 후드가 주종을 이루고 있었다(한국산업안전공단, 1993).

특히, 후드의 유해물질 포집효율을 나타내는 포착속도(Capture Velocity)를 조사한 결과 전체의 54.2%가 기준치를 만족하였으나, 기준치를 만족하지 못하여 유해물질의 배기가 원활하지 못한 경우가 45.8%로서 전체 후드의 약 절반이 근로자 건강보호를 위한 제기능을 발휘하지 못하는 것으로 나타났다.

이에 대한 원인으로서는 설계당시 적정배풍량을 고려하지 않은 경우가 대부분이었고, 설계가 적절하게 되었다 하더라도 댐퍼의 조정이 적절히 이루어지지 않거나 덕트의 파손 등으로 인한 누기, 공기정화장치의 관리불량으로 인한 압력손실의 증가 등 사후관리를 제대로 하지 않아 일어나는 경우가 많은 것으로 조사되었다.

또한 후드의 설계나 설치시 근로자의 작업형태나 작업방법, 가공물의 이동경로 등을 정밀조사하지 않고 설계 및 설치함으로써 작업이 곤란하여 근로자가 임의로 철거한 경우도 있었으며, 근로자에 대한 교육이 되지 않아 근로자가 사용을 기피하여 가동치 않는 경우도 있었다.

특히, 유해화학물질의 독성이 큰 물질을 제외하고는 대부분 창문의 개방이 많은 하절기 보다는 작업장 보온을 위하여 창문이나 출입문을 닫고 작업하는 동절기에 비교적 유해화학물질의 폭로가 많으며, 동절기에 국소배기장치를 가동할 경우에 외부공기의 유입이 이루어지지 않아 작업장내부에 음압이 걸리게 되어 배기가 원활히 되지 않은 경우가 많았고, 경우에 따라서는 강제배기하므로써 부수적으로 수반되는 외부공기의 자연적유입에 따른 추위를 피하기 위하여 근로자가 국소배기장치를 가동하지 않는 경우도 있었다(한국산업안전공단, 1993).

한편, 일본의 경우에도, 일본중앙노동재해방지협회에서 1992~95년의 4년간 일본의 관동지방과 대판지방의 120개 사업장 458개 단위작업장소에 대해 환기장치의 설치상황 및 가동상황을 조사하였다(일본중앙노동재해방지협회, 1996).

조사결과, 국소배기장치는 분진작업장의 95%, 연작업장의 81%, 유기용제작업장의 74%, 특정화학물질작업장의 62%에 설치되어 있으며, 각 유해물질 공히 80%이상의 작업장에서 국소배기대책이 이루어지고 있는 것으로 조사되었다.

우리나라의 경우와 마찬가지로, 일본의 경우도 작업환경이 미흡한 69단위작업장소에 대해서 문제점을 조사한 결과, 단위작업장소에서 후드밖으로 유해물질의 누설이 Smoke Tester로 관찰된경우가 74%, 국소배기장치를 유해물질의 주발생원에만 설치한 경우가 42%, 후드와 유해물질발생원 중간에서 또는 포위식후드내에서 작업자가 작업을 하는 경우가 19%, 이외에 설비의 틈새로부터의 유해물질누출, 2차발생원의 영향, 기타 작업장으로부터의 영향 등 많은 문제점이 노출되었다.

따라서, 작업장내의 작업환경개선에 대한 요구가 대내외적으로 점점 고조됨에 따라 작업환경개선을 위해서 가장 효과적인 방법인 국소배기장치의 설계 및 효율향상방안에 관한 연구가 절실하게 요망되고 있다.

본 연구는 '95년도의 실험연구에 계속하여 후드개구면 속도분포의 균일화와 배기효과를 비교하기 위하여 Booth, Slot, Plenum Box 및 테이퍼각도가 120도인 Take-off('95년도는 테이퍼각도 90도로 실험)로 구성된 복합후드에 있어서, 슬로트의 개수 및 면적, Plenum Box내 Splitter Vane 설치유무에 대해 각각 덕트내의 반송속도를 10, 15, 20, 25, 30m/s의 5단계로 변화시켜가면서 후드개구면의 흡인속도 분포 및 관내 압력손실특성을 관측하였다.



국소배기장치 구성도 (1) 2 단

II. 실 험

2.1 후드개구면 속도분포의 균일화와 배기효과

후드와 덕트의 접속부와의 위치관계에 따라 후드개구면에 있어서 속도분포는 전혀 다르다. 따라서, 개구면의 속도분포를 균일하게 하기 위한 기본적인 방법으로서는 테이퍼관과 Splitter Vane에 의한 분배법과 다수의 테이퍼관 접속에 의한 분배법이 있다. 보다 높은 균일성을 얻기 위한 방법으로써 그림2-1에서와 같이 테이퍼관, Splitter Vane 및 슬롯개구의 복합후드에 의한 분배법이 있다.

또, 후드의 개구부에 플랜지를 부착하므로써 유해물의 제거에 필요하지 않은 후드뒷면의 공기유입을 방지할 수 있어, 플랜지를 부착하는 경우가 부착하지 않는 경우에 비해 배기량이 커진다. 동일처리유량이라면 플랜지를 부착한 경우가 부착하지 않은 경우보다 20~25%의 배기효과를 증가시키며, 또한 유입압력손실을 약 50% 감소시킬 수 있다. 플랜지의 폭은 개구가 원형의 경우는 그 직경분, 직사각형의 경우는 그 측면의 길이와 같게 할 필요가 있으나 150mm이상은 필요치 않다 (T.Iwasaki, 1992).

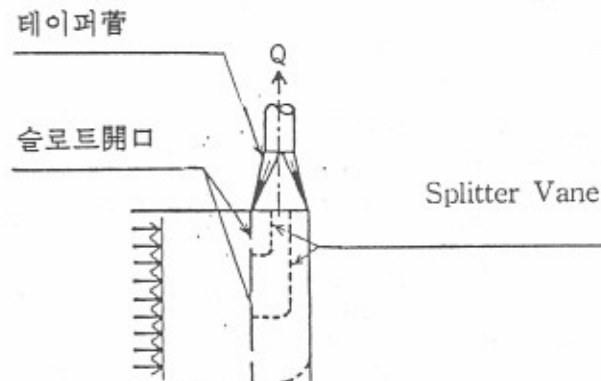
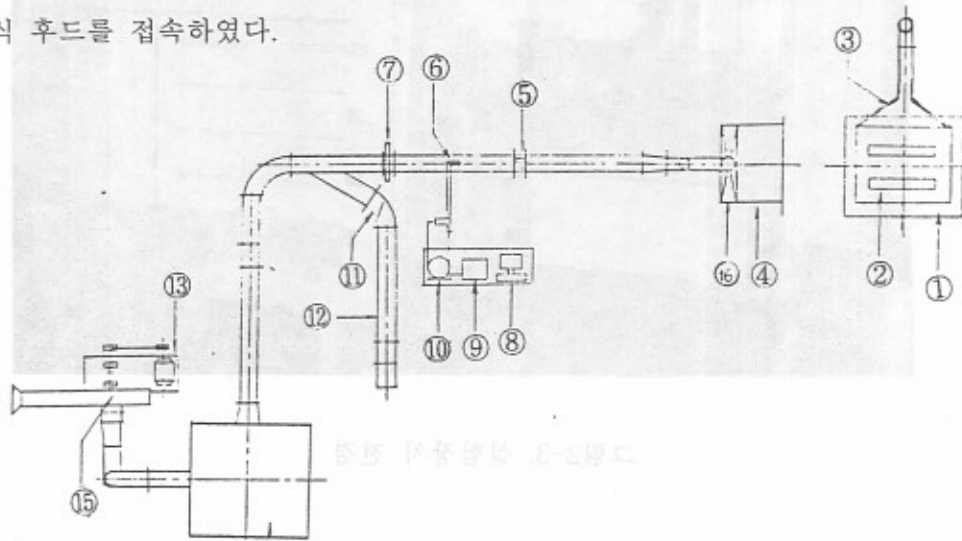


그림 2-1. 국소배기복합후드

2.2 실험장치

그림2-2는 실험장치의 개략을 나타낸 것이다.

풍량 $Q=55\text{m}^3/\text{min}$, 정압 $SP=450\text{mmAq}$ 인 TURBO-FAN ⑮의 흡입구에 Pulseair식 집진기 ⑭와 정밀풍량조절 Slide Damper ⑦, FAN의 서지(변동)방지를 위한 Bypass관 ⑫와 Bypass Butterfly Damper ⑪, 내경 261mm로 길이 1,800mm의 유량측정용직관 및 관내경 261mm의 정밀정류격자 ⑤를 직렬로 연결하고, 그 앞에 내경 261mm, 길이 1,800mm의 직관과 내경 261mm*210mm, 길이 300mm의 Taper 관, 내경 210mm, 길이 420mm의 엘보우 3개와 내경 210mm, 길이 929mm의 직관을 연결한 후, 그 선단에 복합후드로써 내각이 120° 인 Take-off와 플리넘박스(Splitter Vane)이 3개 있는 경우와 없는 경우, 슬로트후드(6종류)와 플랜지부착(폭 150mm) Booth식 후드를 접속하였다.



- | | |
|--|---------------------------|
| ① 플랜지(폭150mm) | ⑨ Digital 미압계 |
| ② 슬로트후드(6종) | ⑩ 차압전송기 |
| ③ Tapered Take-off($\theta=120^\circ$) | ⑪ Bypass Butterfly Damper |
| ④ Booth 후드 | ⑫ Bypass 관 |
| ⑤ 정밀정류격자 | ⑬ 전동기 |
| ⑥ N.P.L. 표준 Pitot관 ($\phi=6\text{mm}$) | ⑭ 집진기(Bag Filter) |
| ⑦ Slide Damper | ⑮ 배풍팬 |
| ⑧ P.C | ⑯ Plenum Box |

그림2-2. 실험장치도

그리고, 실험중에는 난기류의 영향을 최소화하기 위해서, 후드면으로부터 먼곳에 실내부압방지장치를 설치하여, HEPA Filter를 통하여 배풍량과 같은 양의 신선한 외부공기를 실내로 유입시켰다.

그림2-3은 실험장치의 전경사진이며, 표2-1은 실험장치의 주요구성부품 내역을 정리한 것이다.

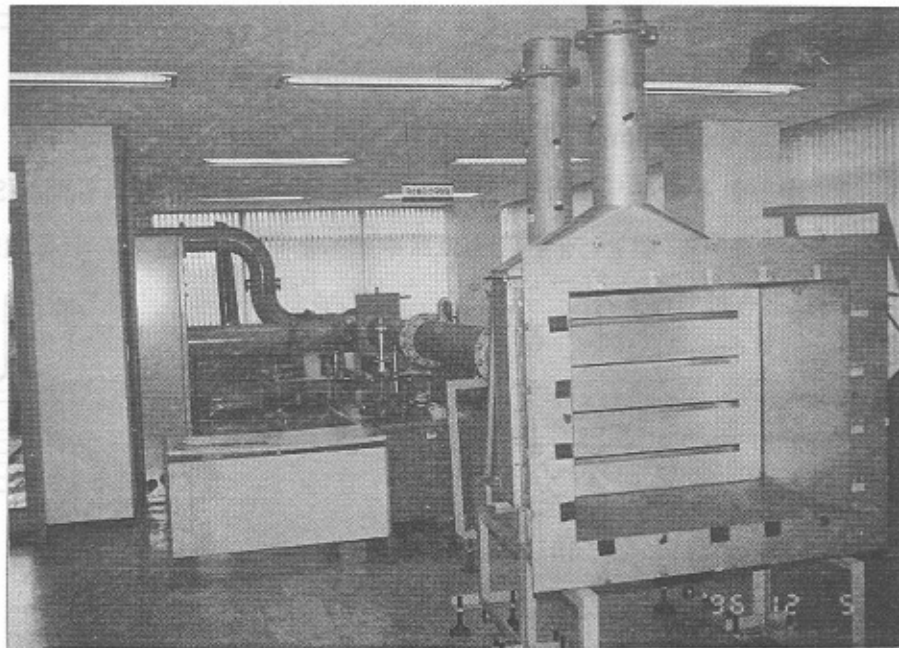


그림2-3. 실험장치 전경

표2-1. 실험장치의 주요구성부품 내역

구 분	규 격	비 고
슬 로 트 후 드	1000×800, SUS 1.5t	그림2-5참조
Tapered Take-off	$\theta = 120^\circ$, SUS 3.0t	
B o o t h	1000×800×600(W*H*D)	
플 리 넘 박 스	1000×800×210(W*H*D)	그림3-2참조
NPL표준Pitot관	$\phi = 6\text{mm}$, L=1000mm	
P. C	PC-9821 Ap2	일본 NEC
Digital 미압계	0~400 mmAq	일본과학공업(주)
차 압 전 송 기	1151 DP형	일본 大倉전기(주)
집진기(Bag Filter)	여과면적55.3m ² , 내압 400mmAq	일본 HOSOKAWA
TURBO FAN	Q=55m ³ /min, SP=450mmAq	일본 MITSUYA
전 동 기	3 ϕ 220V, 7.5kw, 인버터식	일본 TOSHIBA
미 풍 속 계	KANOMAX 6521(0~2.5m/s)	일본과학공업(주)
부 압 방 지 장 치	Q=55m ³ /min, SP=60mmAq, 3 ϕ 220V, 1.5kw, 인버터식	

2.3 관내 평균속도압 측정

그림2-2. 실험장치도의 측정용직관에 연결되어 있는 정밀정류격자로부터 하류측 3.4d의 위치에 있어서 동심원 등면적법(n=5) (ACGIH, 1995; 日本中央労働災害防止協會, 1983)에 의해 10점을 측정점으로 하고, 정밀 TRAVERSE 장치 (그림 2-4참조)를 이용하여 NPL(National Physical Laboratory)형 표준 Pitot관(직경6mm)을 TRAVERSE해 가면서 각 측정점의 정압 및 동압을 Digital 미압계로 측정했다.

측정에 의해 얻어진 관내 평균속도압 P_v , 중력가속도 g 및 공기비중량 ν 로부터 $V = \{(2g/\nu)P_v\}^{1/2}$ 의 관계를 이용하여 관내 평균속도 V 및 V 와 관로단면적($A = \pi d^2/4$)을 곱하여 유량 Q 를 구하였다.

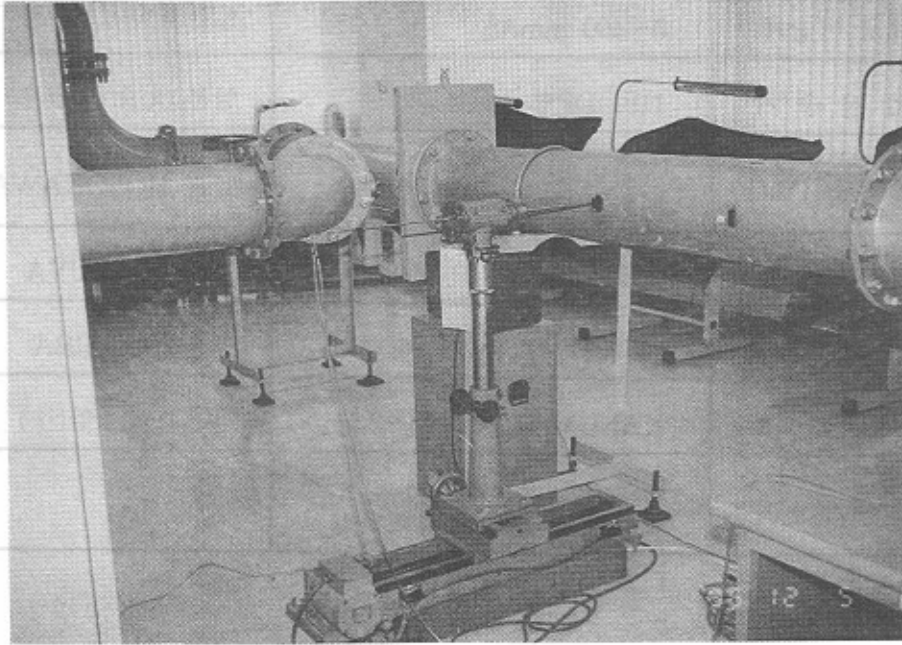


그림2-4. 정밀 TRAVERSE 장치

2.4 관내 정압측정

그림2-5의 슬로트후드를 교체해가면서, 각각의 슬로트후드에 대해 오염물 종류에 따른 덕트내 반송속도(10~30m/s, 日本中央労働災害防止協會, 1992)를 고려하여 풍량을 5단계로 변화시켜 가면서 후드개구면으로부터 하류측에 6개소의 측정위치에서 덕트의 외주상에 등간격으로 4개의 직경2mm의 측정공을 뚫어 관벽에서 정압을 측정하였다.

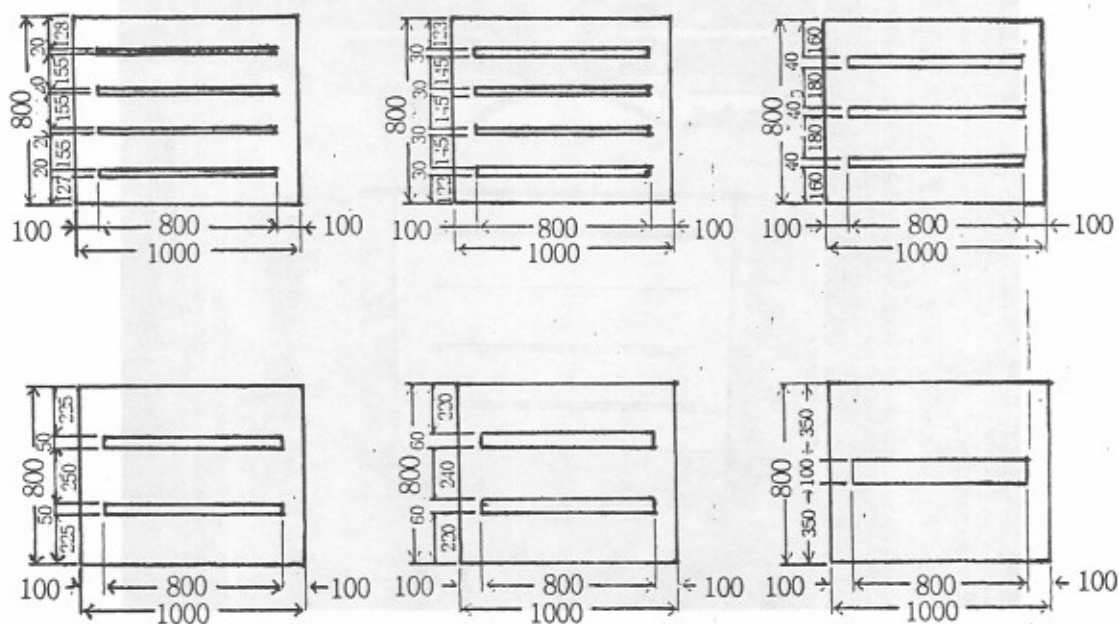


그림2-5. 실험에 적용한 슬로트후드규격

2.5 후드개구면 흡인속도 측정

실험실 내 정압측정과 동시에 후드개구면에서의 흡인속도분포를 파악하기 위해서, 그림2-6에서와 같이 후드개구면적(8000cm^2 , $100\text{cm} \times 80\text{cm}$)을 20등분하고(단위면적; 400cm^2 , $20\text{cm} \times 20\text{cm}$), piano선을 이용하여 격자를 만들어 그 단위면적의 중심부(격자의 교차점)에서의 흡인속도를 열선풍속계로 측정하였다.

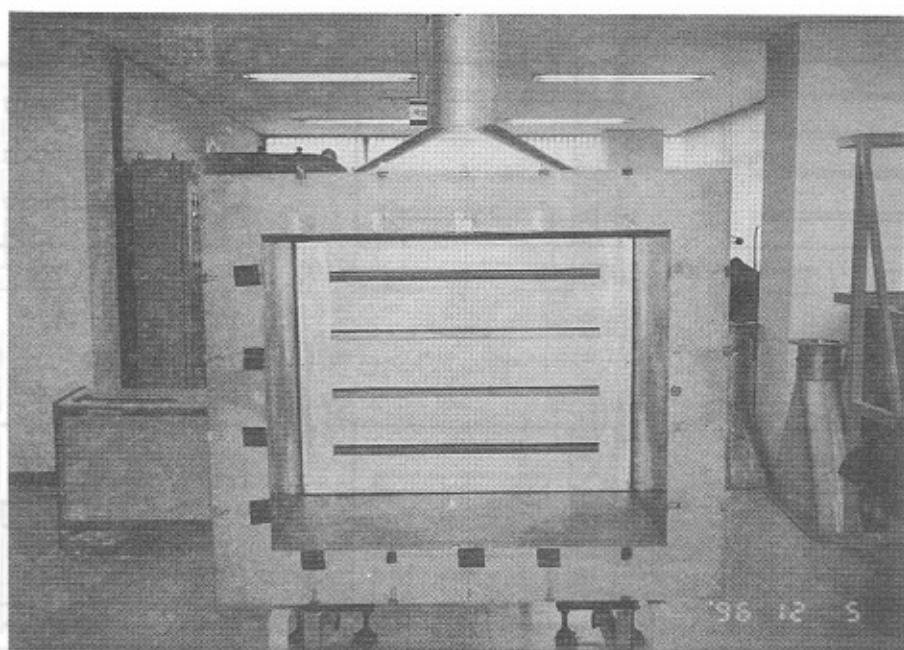


그림2-6. 후드개구면 사진

III. 실험 결과

3.1 덕트내 정압변화

그림3-1은 Slot가 3개인 후드를 부착한 경우, 플리넘박스내에 Splitter Vane 설치시와 미설치시 후드개구면으로부터 하류측으로 6개 지점에서 정압을 측정한 위치이며, 그림3-2는 덕트내 평균반송속도를 10~30m/s의 범위에서 5단계로 변화시켜가며 정압을 측정한 결과로서, 플리넘박스내에 Splitter Vane 설치시 Splitter Vane 미설치시에 비해 덕트내 평균반송속도가 빠른 경우에 있어서도 정압값이 작아지는(정압값의 절대치가) 결과가 도출되었다.

이에 대한 원인으로는, 플리넘박스내에 Splitter Vane을 설치함으로써 후드유입부의 공기유동은 물론 하류측의 덕트내 유동에까지 영향을 미쳐 정압값이 작아진 것으로 판단된다.

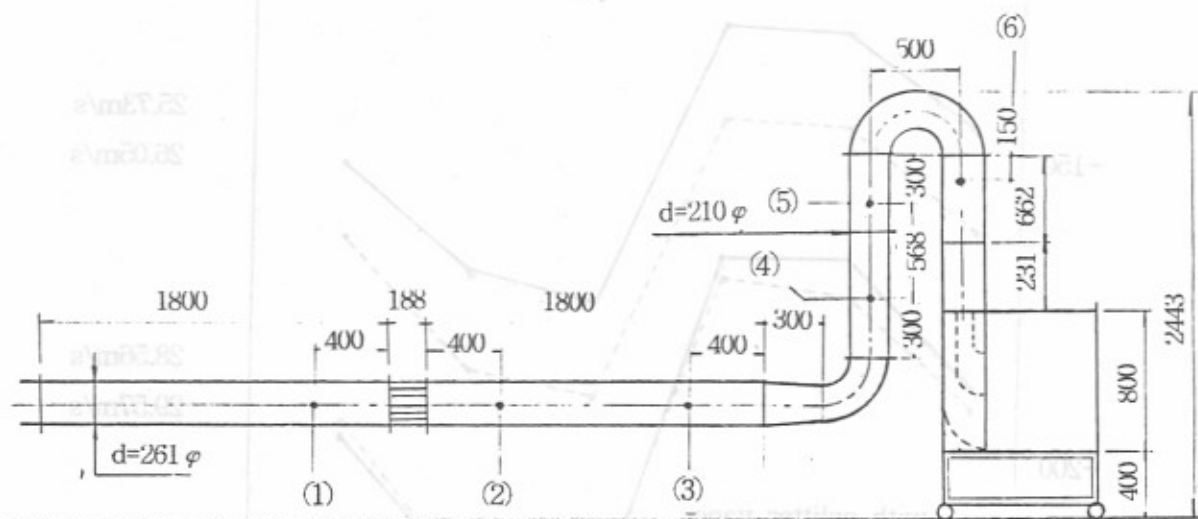


그림3-1. 덕트내 정압측정위치

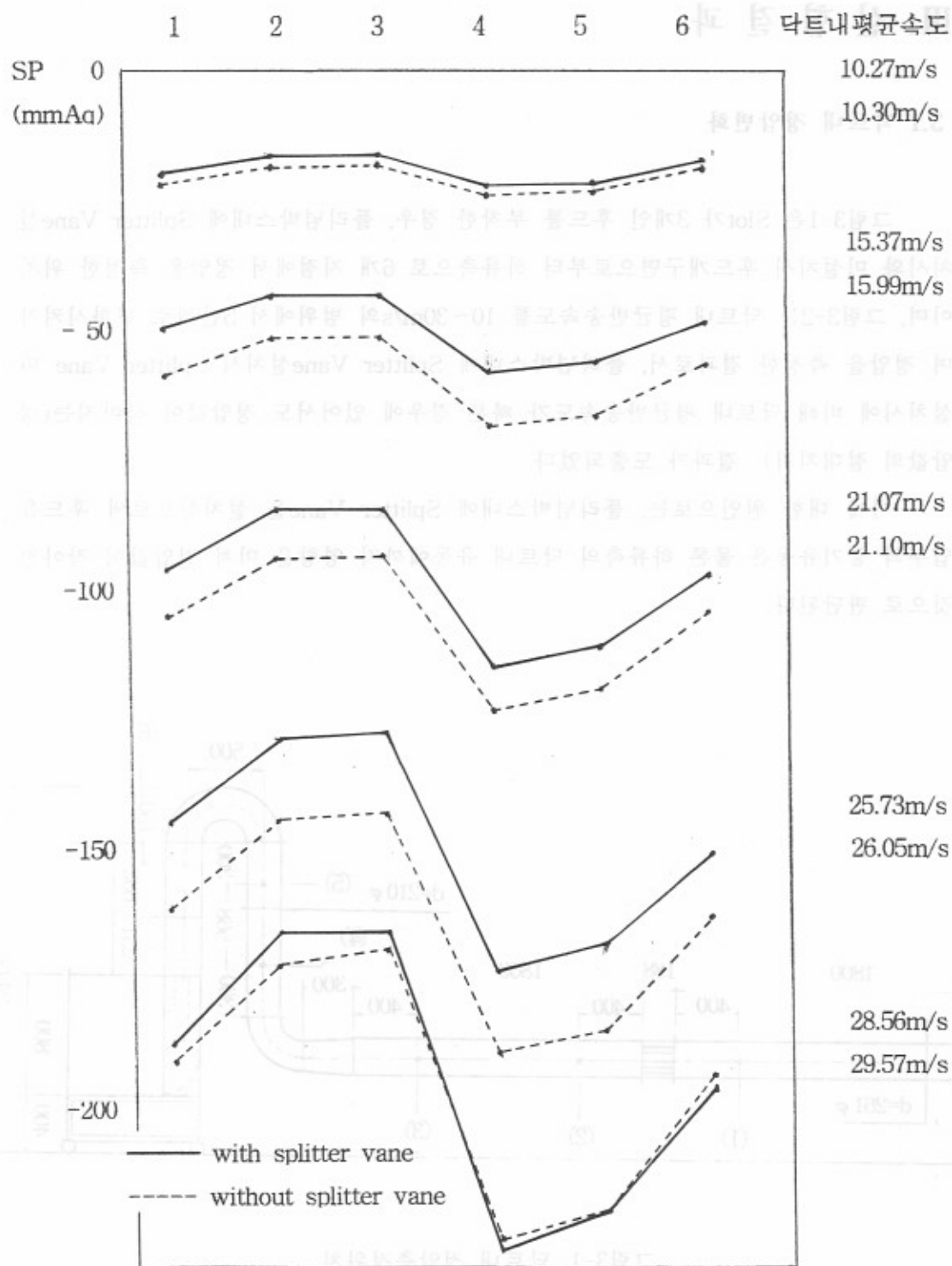


그림3-2. 닥트내 정압측정결과

3.2 후드개구면 속도분포와 배풍량

3.2.1 플리넘박스내에 Splitter Vane을 설치하였을 때

그림3-3은 3개의 Splitter Vane을 설치한 플리넘박스이며, 표3-1~7은 Slot후드를 바꾸어가면서, 덕트내 평균반송속도가 대략 20m/s인 경우, 후드개구면의 20개 격자중심에서의 흡인속도를 측정한 결과이며, 그림3-4~10은 이때의 속도분포를 일본과학공업(주)의 FLOW VIEW 프로그램을 이용하여 등속선으로 나타낸 것이다.

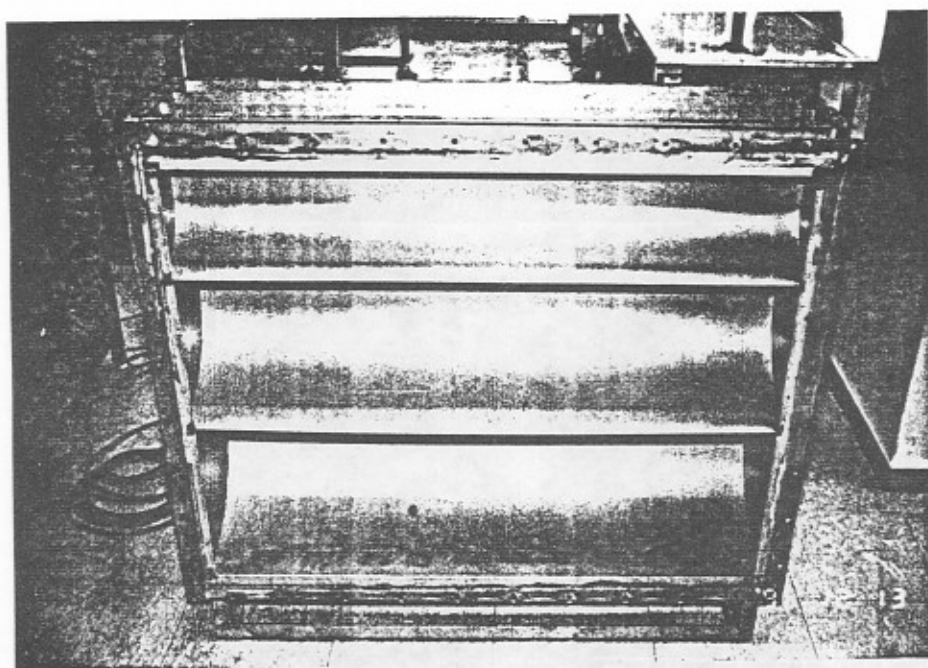


그림3-3. Splitter Vane을 설치한 플리넘박스

표3-1. 슬로트후드 미설치시 후드개구면 흡인속도

(단위: m/s)

1.60	1.64	1.81	1.71	1.65
1.64	1.37	1.44	1.45	1.60
1.66	1.41	1.47	1.43	1.57
1.57	1.51	1.65	1.56	1.49

· 덕트내 평균반송속도 $V=20.34\text{m/s}$

· 후드개구면 평균속도 $v=1.56\text{m/s}$

$S.D=0.11$

$C.V=7.27\%$

· 배풍량 $Q=60 \cdot A \cdot v = 74.95\text{m}^3/\text{min}$

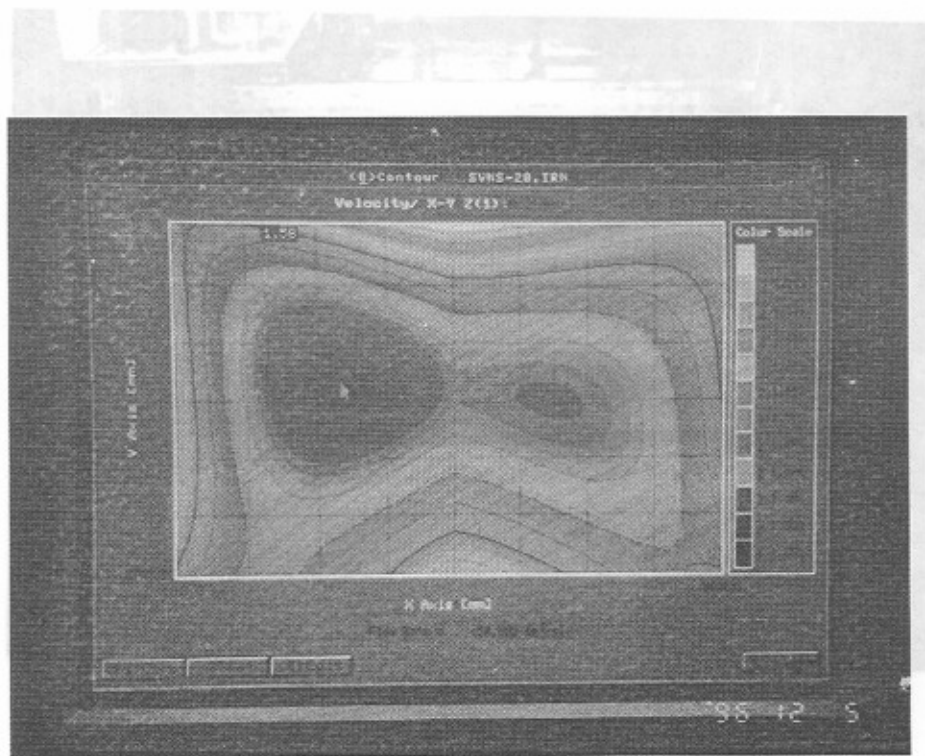


그림3-4. 슬로트후드 미설치시 후드개구면 속도분포

표3-2. 슬로트후드 설치시 후드개구면 흡인속도
(슬로트규격: 100W*800L, 1개)
(단위: m/s)

1.55	1.66	1.77	1.73	1.65	· 덕트내 평균반송속도 $V=20.27\text{m/s}$ · 후드개구면 평균속도 $v=1.59\text{m/s}$ $S.D=0.09$ $C.V=5.61\%$ · 배풍량 $Q=60 \cdot A \cdot v = 76.13\text{m}^3/\text{min}$
1.55	1.42	1.49	1.52	1.60	
1.58	1.44	1.56	1.52	1.59	
1.57	1.59	1.70	1.64	1.59	

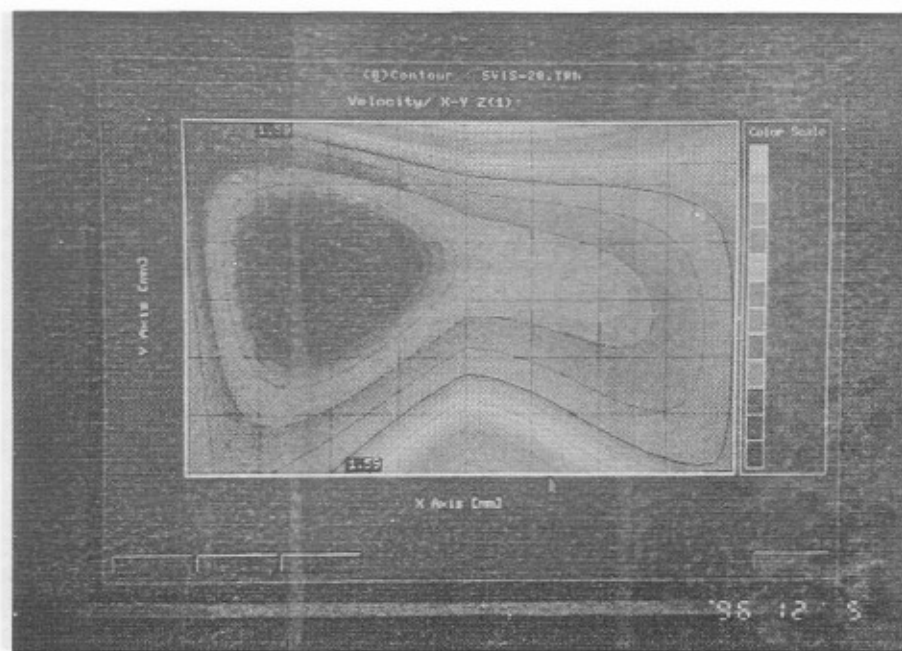


그림3-5. 슬로트후드 설치시 후드개구면 속도분포
(슬로트규격: 100W*800L, 1개)

표3-3. 슬로트후드 설치시 후드개구면 흡인속도
(슬로트규격: 50W*800L, 2개)
(단위: m/s)

1.53	1.62	1.68	1.76	1.59
1.58	1.36	1.54	1.46	1.55
1.62	1.44	1.53	1.50	1.57
1.61	1.66	1.76	1.63	1.58

- 덕트내 평균반송속도 $V=20.47\text{m/s}$
- 후드개구면 평균속도 $v=1.58\text{m/s}$
- S.D=0.10
- C.V=6.24%
- 배풍량 $Q=60 \cdot A \cdot v = 75.77\text{m}^3/\text{min}$

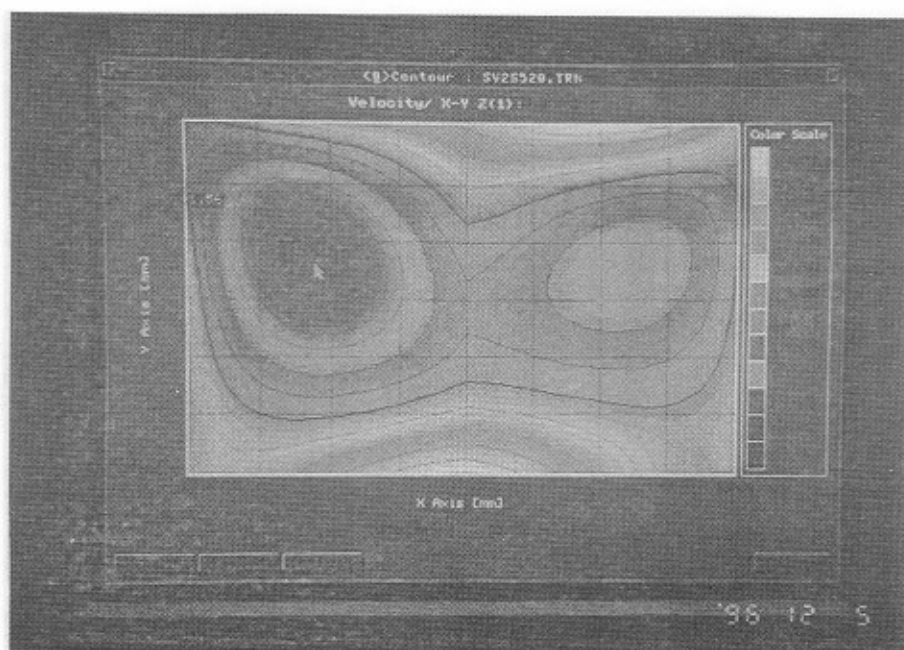


그림3-6. 슬로트후드 설치시 후드개구면 속도분포
(슬로트규격: 50W*800L, 2개)

표3-4. 슬로트후드 설치시 후드개구면 흡인속도

(슬로트규격: 60W*800L, 2개)

(단위: m/s)

1.58	1.69	1.78	1.79	1.59
1.58	1.41	1.51	1.46	1.56
1.72	1.50	1.53	1.49	1.57
1.67	1.68	1.73	1.62	1.60

- 덕트내 평균반송속도 $V=20.63\text{m/s}$
- 후드개구면 평균속도 $v=1.60\text{m/s}$
- $S.D=0.11$
- $C.V=6.62\%$
- 배풍량 $Q=60 \cdot A \cdot v = 76.94\text{m}^3/\text{min}$

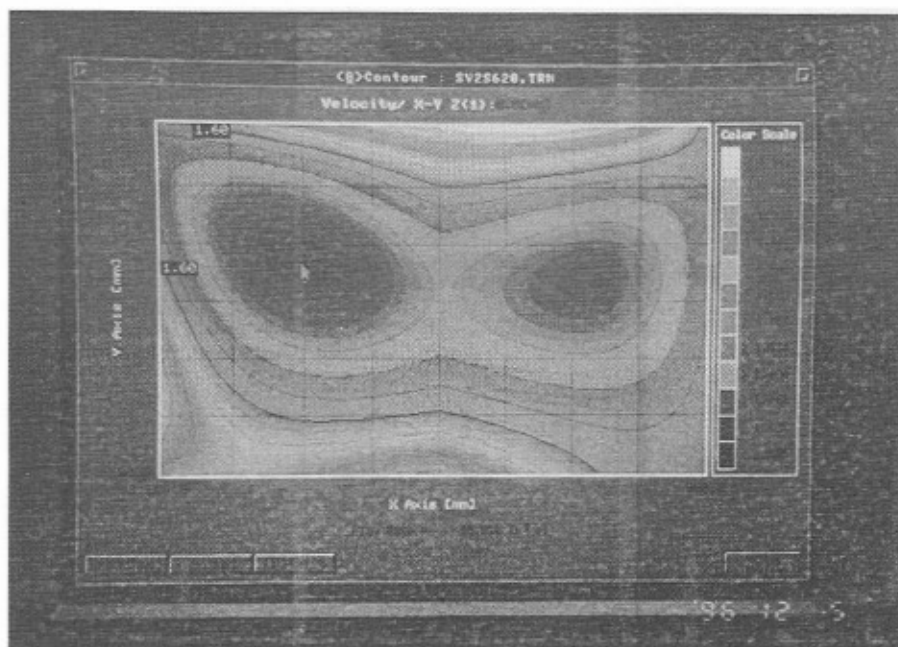


그림3-7. 슬로트후드 설치시 후드개구면 속도분포

(슬로트규격: 60W*800L, 2개)

표3-5. 슬로트후드 설치시 후드개구면 흡인속도

(슬로트규격: 40W*800L, 3개)

(단위: m/s)

1.60	1.64	1.77	1.68	1.62	
1.63	1.43	1.50	1.47	1.67	· 덕트내 평균반송속도 $V=21.07\text{m/s}$
1.69	1.47	1.51	1.53	1.59	· 후드개구면 평균속도 $v=1.61\text{m/s}$
1.69	1.69	1.78	1.71	1.60	S.D=0.10
					C.V=6.26%
					· 배풍량 $Q=60 \cdot A \cdot v = 77.45\text{m}^3/\text{min}$

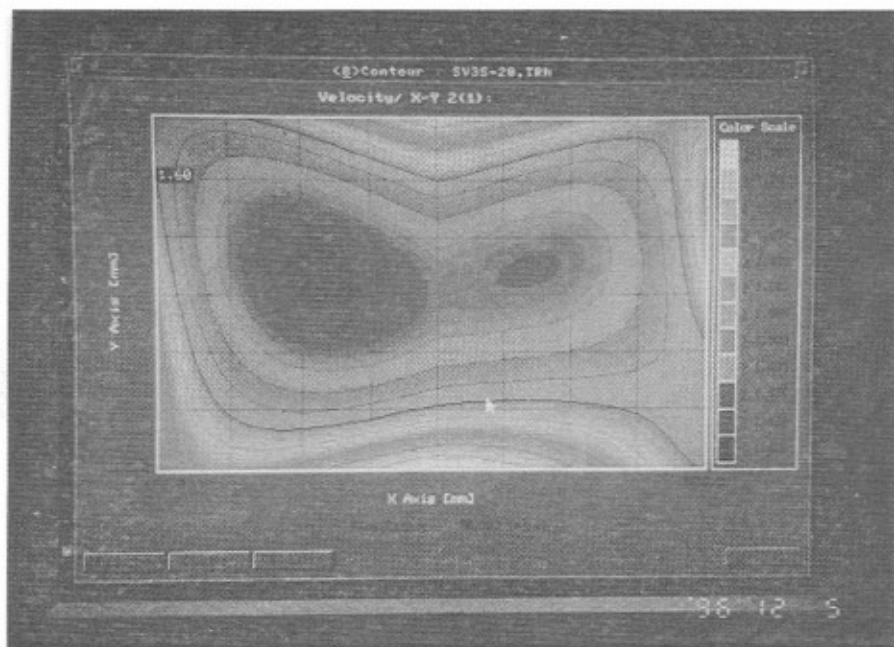


그림3-8. 슬로트후드 설치시 후드개구면 속도분포

(슬로트규격: 40W*800L, 3개)

표3-6. 슬로트후드 설치시 후드개구면 흡인속도
(슬로트규격: 20W*800L, 4개)
(단위: m/s)

1.41	1.52	1.67	1.62	1.52
1.42	1.27	1.34	1.34	1.46
1.47	1.39	1.43	1.43	1.48
1.59	1.57	1.71	1.63	1.49

· 덕트내 평균반송속도 $V=19.85\text{m/s}$

· 후드개구면 평균속도 $v=1.49\text{m/s}$

S.D=0.12

C.V=7.84%

· 배풍량 $Q=60 \cdot A \cdot v = 71.42\text{m}^3/\text{min}$

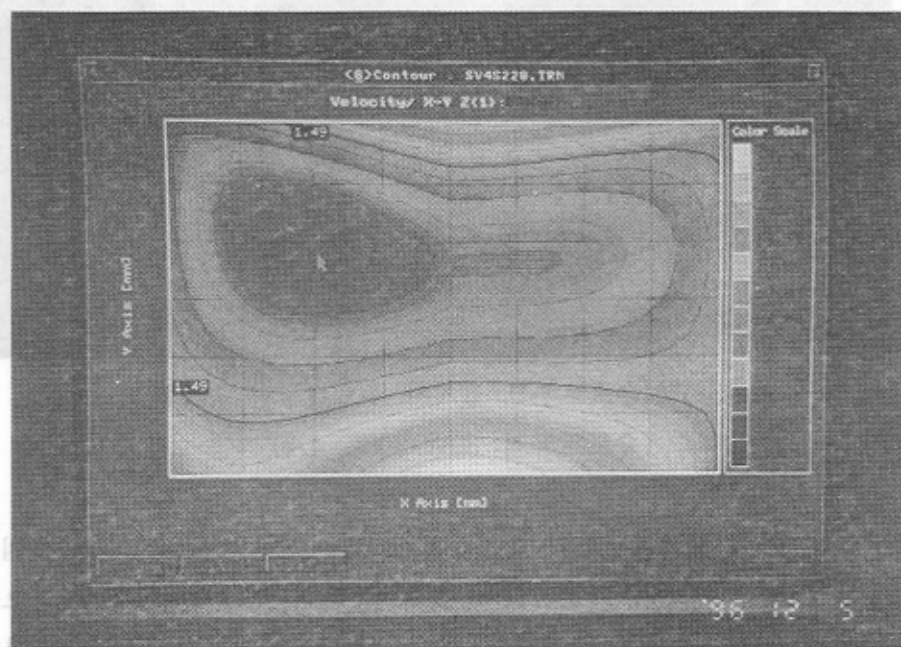


그림3-9. 슬로트후드 설치시 후드개구면 속도분포
(슬로트규격: 20W*800L, 4개)

표3-7. 슬로트후드 설치시 후드개구면 흡인속도
(슬로트규격: 30W*800L, 4개)(단위: m/s)

1.52	1.58	1.73	1.69	1.53
1.46	1.36	1.48	1.38	1.58
1.52	1.38	1.42	1.45	1.55
1.61	1.60	1.72	1.61	1.55

· 덕트내 평균반송속도 $V=20.01\text{m/s}$

· 후드개구면 평균속도 $v=1.54\text{m/s}$

S.D=0.11

C.V=7.08%

· 배풍량 $Q=60 \cdot A \cdot v = 73.01\text{m}^3/\text{min}$

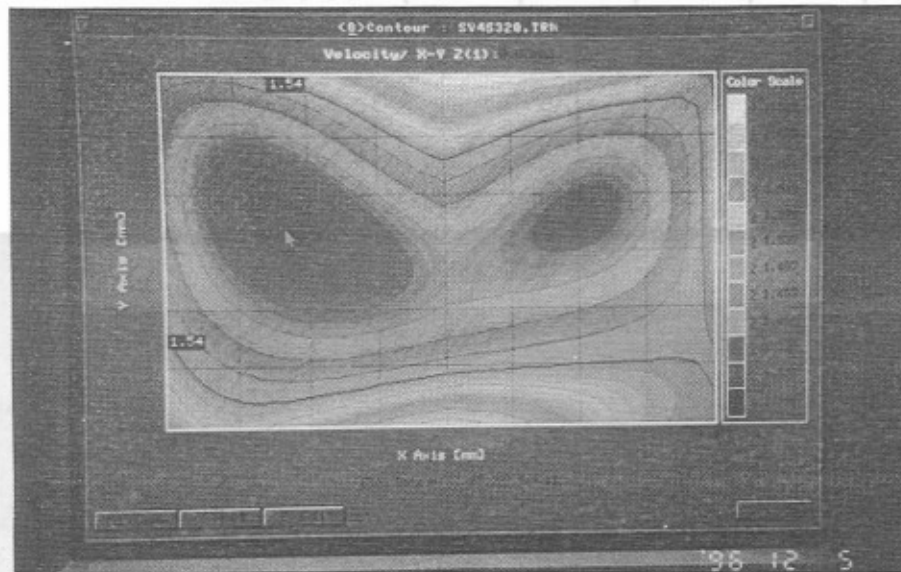


그림3-10. 슬로트후드 설치시 후드개구면 속도분포
(슬로트규격: 30W*800L, 4개)

이상에서와 같이, 후드개구면의 속도분포는 모두 좌우대칭형으로 좌우의 중심부의 흡인속도가 낮고 후드의 가장자리가 높으며, 특히 후드뒷면에서 상방으로 배기하고 있으므로 후드의 윗면 가장자리의 중심부 흡인속도가 높음을 알 수 있다.

표3-8은 플리넘박스내에 3개의 Splitter Vane를 설치시 후드개구면 평균속도로부터 구한 배풍량과 덕트의 평균속도로부터 구한 배풍량과의 관계를 정리한 것이며, 표3-9는 동일조건에서 후드개구면 최소속도로부터 구한 배풍량과 덕트의 평균속도로부터 구한 배풍량과의 관계를 정리한 것이다.

표3-8. 후드개구면 평균속도와 덕트내 평균속도로부터 각각 구한 배풍량의 관계
(폴리넵박스내에 3개의 Splitter Vane을 설치시)

(단위: m/s, m³/min)

구 분	후 드 개 구 면		덕 트 내		배풍량비 $K=Q_h/Q_d$	$\bar{K}$
	평균속도	배풍량(Qh)	평균속도	배풍량(Qd)		
Slot 후드 미설치	0.73	35.18	9.83	31.67	1.111	1.135
	1.13	54.10	14.97	48.22	1.122	
	1.56	74.95	20.34	65.50	1.144	
	1.93	92.76	25.21	81.19	1.143	
	2.25	108.12	29.02	93.43	1.157	
1Slot(W=100mm)	0.76	36.67	10.11	32.54	1.127	1.155
	1.20	57.72	15.36	49.45	1.167	
	1.59	76.13	20.27	65.26	1.167	
	1.98	94.92	25.40	81.77	1.161	
	2.21	105.91	28.47	91.67	1.155	
2Slot(W=50mm)	0.76	36.46	10.26	33.03	1.104	1.142
	1.12	53.81	14.93	48.06	1.120	
	1.58	75.77	20.47	65.91	1.150	
	1.98	95.09	25.29	81.44	1.168	
	2.26	108.46	28.78	92.67	1.170	
2Slot(W=60mm)	0.75	36.19	10.29	33.14	1.092	1.137
	1.13	54.34	15.15	48.77	1.114	
	1.60	76.94	20.63	66.43	1.158	
	1.97	94.68	25.24	81.26	1.165	
	2.26	108.26	29.08	93.62	1.156	
3Slot(W=40mm)	0.75	36.12	10.27	33.07	1.092	1.123
	1.16	55.46	15.37	49.50	1.121	
	1.61	77.45	21.07	67.85	1.141	
	1.95	93.70	25.73	82.84	1.131	
	2.24	107.69	29.57	95.23	1.131	
4Slot(W=20mm)	0.73	34.87	9.91	31.91	1.093	1.115
	1.09	52.51	14.93	48.09	1.092	
	1.49	71.42	19.85	63.92	1.117	
	1.90	91.01	24.78	79.81	1.140	
	2.14	102.79	28.14	90.60	1.135	
4Slot(W=30mm)	0.73	34.94	9.88	31.82	1.098	1.128
	1.13	54.00	14.89	47.96	1.126	
	1.54	73.73	20.01	64.44	1.144	
	1.87	89.57	24.31	78.29	1.144	
	2.22	106.42	29.27	94.23	1.129	
						1.134

표3-9. 후드개구면 최소속도와 덕트내 평균속도로부터 각각 구한 배풍량의 관계
(플리넘박스내에 3개의 Splitter Vane을 설치시)

(단위: m/s, m³/min)

구 분	후 드 개 구 면		덕 트 내		배 풍 량 비 $K' = Qh'/Qd$	— K'
	최소속도	배풍량(Qh')	평균속도	배풍량(Qd)		
Slot 미 설치	0.64	30.72	9.83	31.67	0.970	1.003
	0.99	47.52	14.97	48.22	0.985	
	1.37	65.76	20.34	65.50	1.004	
	1.73	83.04	25.21	81.19	1.023	
	2.01	96.48	29.02	93.43	1.033	
1Slot(W=100mm)	0.68	32.64	10.11	32.54	1.003	1.039
	1.07	51.36	15.36	49.45	1.039	
	1.42	68.16	20.27	65.26	1.044	
	1.80	86.40	25.40	81.77	1.057	
	2.01	96.48	28.47	91.67	1.052	
2Slot(W=50mm)	0.65	31.20	10.26	33.03	0.945	1.008
	1.02	48.96	14.93	48.06	1.019	
	1.36	65.28	20.47	65.91	0.990	
	1.78	85.44	25.29	81.44	1.049	
	2.00	96.00	28.78	92.67	1.036	
2Slot(W=60mm)	0.65	31.20	10.29	33.14	0.942	1.002
	0.98	47.04	15.15	48.77	0.965	
	1.41	67.68	20.63	66.43	1.019	
	1.77	84.96	25.24	81.26	1.046	
	2.02	96.96	29.08	93.62	1.036	
3Slot(W=40mm)	0.67	32.16	10.27	33.07	0.972	0.988
	1.00	48.00	15.37	49.50	0.970	
	1.43	68.64	21.07	67.85	1.012	
	1.68	80.64	25.73	82.84	0.973	
	2.01	96.48	29.57	95.23	1.013	
4Slot(W=20mm)	0.64	30.72	9.91	31.91	0.963	0.975
	0.96	46.08	14.93	48.09	0.958	
	1.27	60.96	19.85	63.92	0.954	
	1.67	80.16	24.78	79.81	1.004	
	1.88	90.24	28.14	90.60	0.996	
4Slot(W=30mm)	0.62	29.76	9.88	31.82	0.935	0.981
	0.97	46.56	14.89	47.96	0.971	
	1.36	65.28	20.01	64.44	1.013	
	1.62	77.76	24.31	78.29	0.993	
	1.95	93.60	29.27	94.23	0.993	
						0.999

표3-8과 표3-9를 비교해 볼 때, 후드개구면 평균속도로부터 구한 배풍량은 덕트내 평균속도로부터 구한 배풍량의 약 1.13배이며, 후드개구면 최소속도로부터 구한 배풍량은 덕트내 평균속도로부터 구한 배풍량과 거의 일치함을 확인하였다.

이상과 같은 결과에 대해 플리넵박스내에 Splitter Vane을 제거하면 어떤 영향이 있을까 실험한 내용은 다음과 같다.

3.2.2 플리넵박스내에 Splitter Vane을 미설치시

표3-10~16은 슬로트후드를 바꾸어가면서, 덕트내 평균반송속도가 대략 20m/s인 경우, 후드개구면의 20개 격자중심에서의 흡인속도를 측정한 결과이며, 그림3-11~17은 이때의 속도분포를 일본과학공업(주)의 FLOW VIEW 프로그램을 이용하여 등속선으로 나타낸 것이다.

표3-10. 슬로트후드 미설치시 후드개구면 흡인속도(단위: m/s)

1.83	1.87	1.93	1.89	1.84
1.65	1.43	1.51	1.55	1.71
1.61	1.38	1.47	1.48	1.58
1.48	1.45	1.54	1.58	1.43

· 덕트내 평균반송속도 $V=20.67\text{m/s}$

· 후드개구면 평균속도 $v=1.61\text{m/s}$

S.D= 0.17

C.V=10.83%

· 배풍량 $Q=60 \cdot A \cdot v = 77.30\text{m}^3/\text{min}$

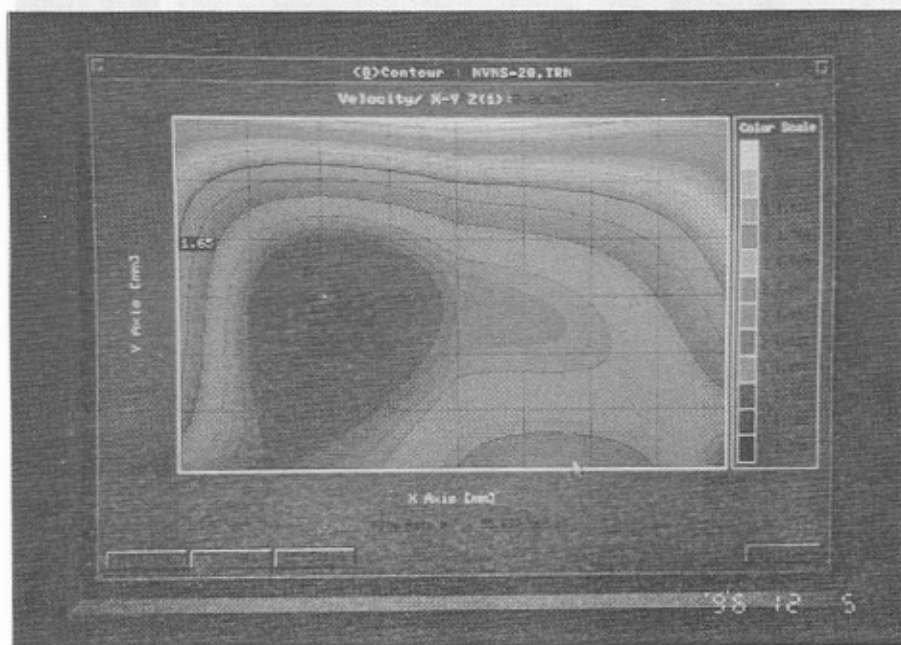


그림3-11. 슬로트후드 미설치시 후드개구면 속도분포

표3-11. 슬로트후드 설치시 후드개구면 흡인속도

(슬로트규격: 100W*800L, 1개)

(단위: m/s)

1.46	1.65	1.60	1.66	1.57
1.47	1.40	1.52	1.48	1.61
1.55	1.48	1.63	1.49	1.57
1.60	1.65	1.78	1.95	1.55

· 탁트내 평균반송속도 $V=20.56\text{m/s}$

· 후드개구면 평균속도 $v=1.58\text{m/s}$

S.D=0.12

C.V=7.80%

· 배풍량 $Q=60 \cdot A \cdot v = 76.01\text{m}^3/\text{min}$

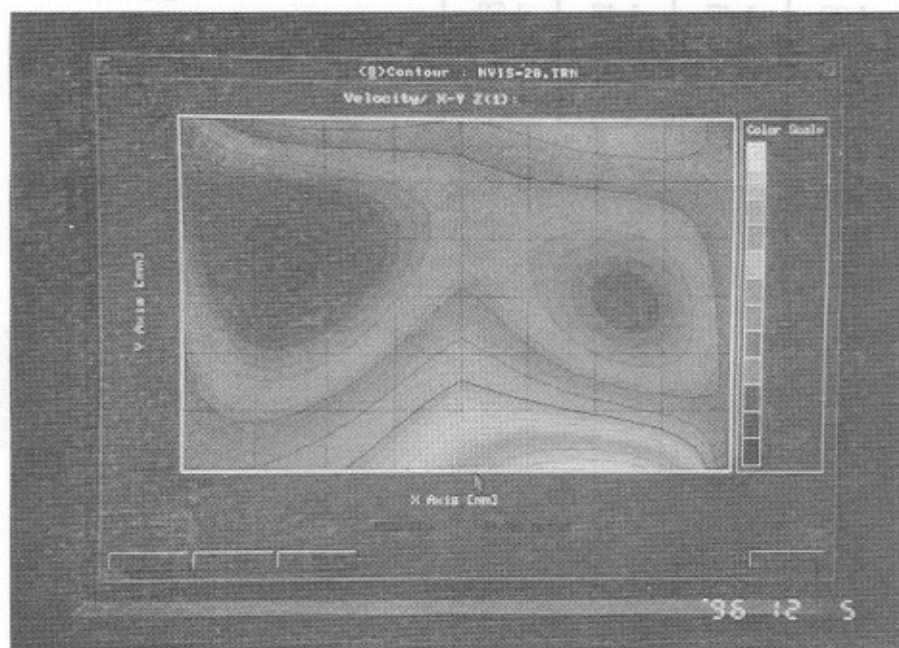


그림3-12. 슬로트후드 설치시 후드개구면 속도분포

(슬로트규격: 100W*800L, 1개)

표3-12. 슬로트후드 설치시 후드개구면 흡인속도

(슬로트규격: 50W*800L, 2개)

(단위: m/s)

1.57	1.59	1.68	1.69	1.56	· 덕트내 평균반송속도 $V=20.35\text{m/s}$ · 후드개구면 평균속도 $v=1.54\text{m/s}$ $S.D=0.09$ $C.V=5.84\%$ · 배풍량 $Q=60 \cdot A \cdot v = 73.97\text{m}^3/\text{min}$
1.54	1.42	1.44	1.43	1.54	
1.48	1.41	1.48	1.47	1.53	
1.53	1.61	1.72	1.61	1.52	

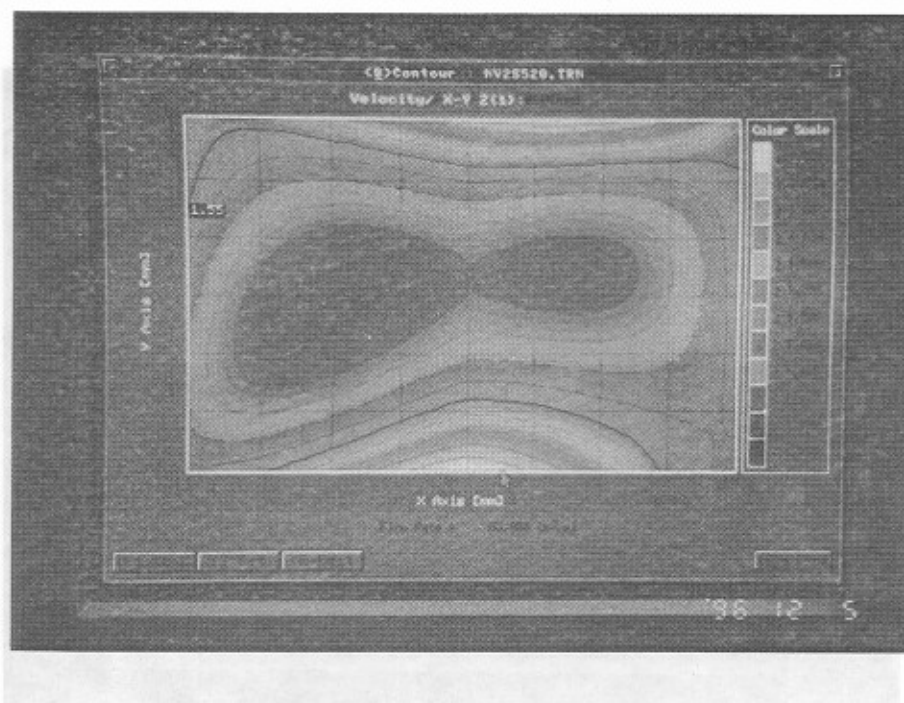


그림3-13. 슬로트후드 설치시 후드개구면 속도분포

(슬로트규격: 50W*800L, 2개)

표3-13. 슬로트후드 설치시 후드개구면 흡인속도

(슬로트규격: 60W*800L, 2개)

(단위: m/s)

1.57	1.63	1.73	1.74	1.57	· 덕트내 평균반송속도 $V=20.58\text{m/s}$ · 후드개구면 평균속도 $v=1.57\text{m/s}$ $S.D=0.11$ $C.V=6.86\%$ · 배풍량 $Q=60 \cdot A \cdot v = 75.26\text{m}^3/\text{min}$
1.54	1.40	1.45	1.45	1.55	
1.53	1.42	1.49	1.50	1.52	
1.57	1.72	1.76	1.65	1.57	

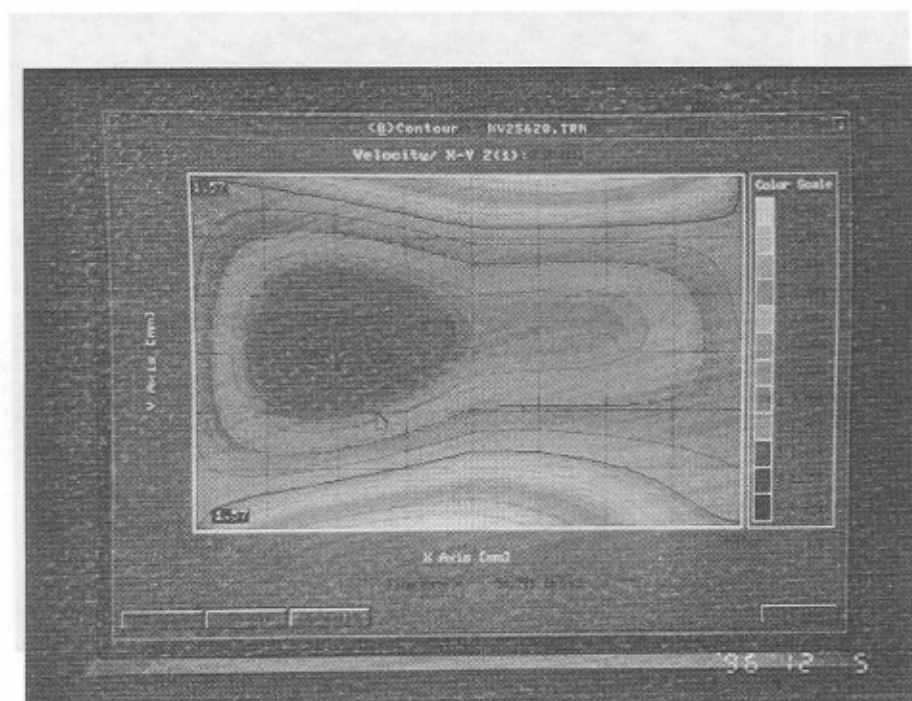


그림3-14. 슬로트후드 설치시 후드개구면 속도분포

(슬로트규격: 60W*800L, 2개)

표3-14. 슬롯후드 설치시 후드개구면 흡인속도
(슬롯규격: 40W*800L, 3개)
(단위: m/s)

1.63	1.67	1.80	1.75	1.68
1.63	1.43	1.49	1.50	1.62
1.71	1.45	1.50	1.50	1.64
1.69	1.68	1.75	1.64	1.60

· 덕트내 평균반송속도 $V=21.10\text{m/s}$

· 후드개구면 평균속도 $v=1.62\text{m/s}$

S.D=0.11

C.V=6.58%

· 배풍량 $Q=60 \cdot A \cdot v = 77.66\text{m}^3/\text{min}$

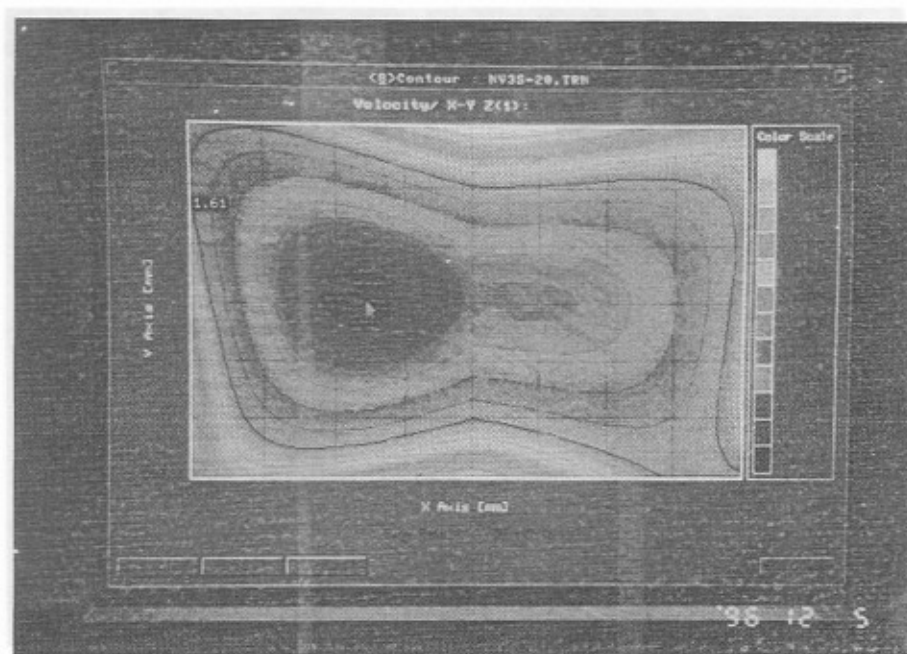


그림3-15. 슬롯후드 설치시 후드개구면 속도분포
(슬롯규격: 40W*800L, 3개)

표3-15. 슬로트후드 설치시 후드개구면 흡인속도

(슬로트규격: 20W*800L, 4개)

(단위: m/s)

1.58	1.60	1.73	1.72	1.62
1.62	1.39	1.50	1.49	1.61
1.67	1.45	1.53	1.46	1.63
1.72	1.64	1.72	1.66	1.61

· 덕트내 평균반송속도 $V=20.46\text{m/s}$

· 후드개구면 평균속도 $v=1.60\text{m/s}$

S.D=0.10

C.V=6.19%

· 배풍량 $Q=60 \cdot A \cdot v = 76.68\text{m}^3/\text{min}$

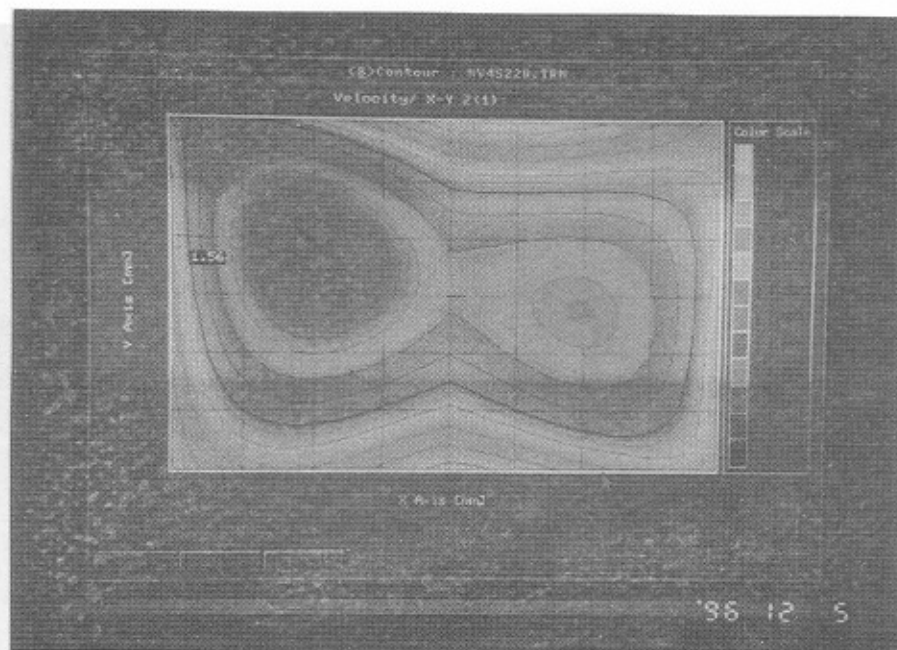


그림3-16. 슬로트후드 설치시 후드개구면 속도분포

(슬로트규격: 20W*800L, 4개)

표3-16. 슬로트후드 설치시 후드개구면 흡인속도

(슬로트규격: 30W*800L, 4개)(단위: m/s)

1.65	1.72	1.72	1.68	1.58
1.58	1.37	1.42	1.42	1.52
1.54	1.38	1.46	1.43	1.56
1.57	1.68	1.70	1.63	1.59

· 덕트내 평균반송속도 $V=20.18\text{m/s}$

· 후드개구면 평균속도 $v=1.56\text{m/s}$

S.D=0.11

C.V=7.05%

· 배풍량 $Q=60 \cdot A \cdot v = 74.88\text{m}^3/\text{min}$

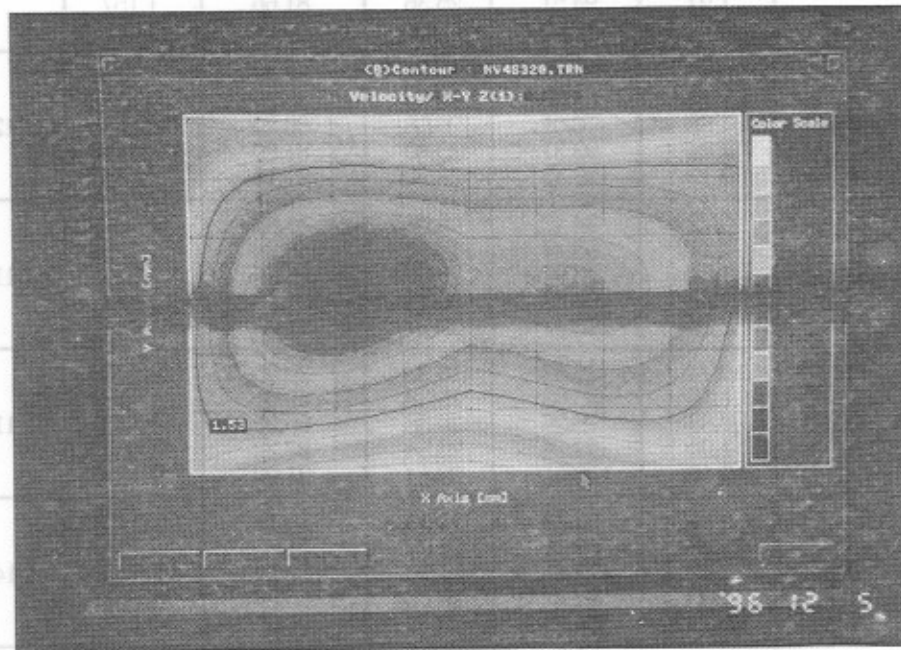


그림3-17. 슬로트후드 설치시 후드개구면 속도분포

(슬로트규격: 30W*800L, 4개)

이상에서와 같이, 후드개구면의 속도분포는 모두 좌우대칭형으로, 슬로트후드 미설치의 경우를 제외하고는 Splitter Vane을 설치시와 유사한 양상으로, 좌우의 중심부의 흡인속도가 가장 낮고, 후드의 가장자리부분이 높으며, 특히 후드의 윗면 가장자리의 중심부 흡인속도가 높음을 알 수 있다.

표3-17은 플리넘박스내에 Splitter Vane을 미설치시 후드개구면 평균속도로부터 구한 배풍량과 덕트내 평균속도로부터 구한 배풍량과의 관계를 정리한 것이며,

표3-17. 후드개구면 평균속도와 덕트내 평균속도로부터 각각 구한 배풍량의 관계
(플리넘박스내에 Splitter Vane을 미설치시) (단위 : m/s, m³/min)

구 분	후 드 개 구 면		덕 트 내		배풍량비	K
	평균속도	배풍량(Qh)	평균속도	배풍량(Qd)	K=Qh/Qd	
Slot 미설치	0.74 1.16 1.61 1.97 2.31	35.45 55.82 77.30 94.51 110.95	10.00 15.31 20.67 25.36 29.90	32.20 49.29 66.55 81.66 96.29	1.101 1.133 1.162 1.157 1.152	1.141
1Slot(W=100mm)	0.74 1.14 1.58 1.94 2.15	35.52 54.79 76.01 93.31 103.42	10.08 15.10 20.56 25.40 28.30	32.46 48.63 66.20 81.80 91.13	1.094 1.127 1.148 1.141 1.135	1.129
2Slot(W=50mm)	0.72 1.11 1.54 1.93 2.15	34.42 53.47 73.97 92.83 103.27	9.88 15.01 20.35 25.46 28.27	31.81 48.35 65.54 81.99 91.03	1.082 1.106 1.129 1.132 1.134	1.117
2Slot(W=60mm)	0.74 1.15 1.57 1.94 2.16	35.52 55.08 75.26 93.26 103.61	10.23 15.38 20.58 25.54 28.54	32.95 49.51 66.27 82.23 91.90	1.078 1.113 1.136 1.134 1.127	1.117
3Slot(W=40mm)	0.77 1.23 1.62 2.03 2.21	36.96 59.11 77.66 97.49 106.25	10.30 15.99 21.10 26.05 28.56	33.15 51.50 67.94 83.87 91.95	1.115 1.148 1.143 1.162 1.155	1.145
4Slot(W=20mm)	0.76 1.15 1.60 1.96 2.15	36.48 55.37 76.68 93.91 103.34	10.10 15.14 20.46 25.30 27.57	32.53 48.75 65.88 81.47 88.77	1.121 1.136 1.164 1.153 1.164	1.148
4Slot(W=30mm)	0.73 1.14 1.56 1.91 2.18	34.90 54.62 74.88 91.54 104.74	9.76 14.76 20.18 24.46 28.71	31.43 47.52 64.98 78.75 92.44	1.110 1.149 1.152 1.162 1.133	1.141
						1.134

표3-18은 동일조건에서 후드개구면 최소속도로부터 구한 배풍량과 덕트내 평균속도로부터 구한 배풍량과의 관계를 정리한 것이다.

표3-18. 후드개구면 최소속도와 덕트내 평균속도로부터 각각 구한 배풍량의 관계
(폴리넵박스내에 Splitter Vane을 미설치시) (단위 : m/s, m³/min)

구 분	후 드 개 구 면		덕 트 내		배풍량비 $K' = Qh' / Qd$	$\bar{K}'$
	최소속도	배풍량(Qh')	평균속도	배풍량(Qd)		
Slot 미설치	0.65 1.04 1.38 1.73 2.00	31.20 49.92 66.24 83.04 96.00	10.00 15.31 20.67 25.36 29.90	32.20 49.29 66.55 81.66 96.29	0.969 1.013 0.995 1.017 0.997	0.998
1Slot(W=100mm)	0.69 1.04 1.40 1.78 1.97	33.12 49.92 67.20 85.44 94.56	10.08 15.10 20.56 25.40 28.30	32.46 48.63 66.20 81.80 91.13	1.020 1.027 1.015 1.045 1.038	1.029
2Slot(W=50mm)	0.64 0.99 1.41 1.73 1.90	30.72 47.52 67.68 83.04 91.20	9.88 15.01 20.35 25.46 28.27	31.80 48.45 65.54 81.99 91.03	0.966 0.983 1.033 1.013 1.002	0.999
2Slot(W=60mm)	0.66 1.02 1.40 1.72 1.93	31.68 48.96 67.20 82.56 92.64	10.23 15.38 20.58 25.54 28.54	32.95 49.51 66.27 82.23 91.90	0.961 0.989 1.014 1.004 1.008	0.995
3Slot(W=40mm)	0.68 1.09 1.43 1.79 1.98	32.64 52.32 68.64 85.92 95.04	10.30 15.99 21.10 26.05 28.56	33.15 51.50 67.94 83.87 91.95	0.984 1.016 1.010 1.024 1.034	1.014
4Slot(W=20mm)	0.68 1.03 1.39 1.71 1.87	32.64 49.44 66.72 82.08 89.76	10.10 15.14 20.46 25.30 27.57	32.53 48.75 65.88 81.47 88.77	1.003 1.014 1.013 1.007 1.011	1.010
4Slot(W=30mm)	0.59 0.96 1.37 1.65 1.98	28.32 46.08 65.76 79.20 95.04	9.76 14.76 20.18 24.46 28.71	31.43 47.52 64.98 78.75 92.44	0.901 0.970 1.012 1.006 1.028	0.983
						1.004

표3-17과 표3-18을 비교해 볼 때, 후드개구면 평균속도로부터 구한 배풍량은 덕트내 평균속도로부터 구한 배풍량의 약 1.13배이며, 후드개구면 최소속도로부터 구한 배풍량은 덕트내 평균속도로부터 구한 배풍량과 거의 일치함을 확인하였다.

이와 같은 결과는 플리넘박스내에 Splitter Vane을 설치하였을 때의 결과와 비교해 볼 때 유사한 양상을 보여주며, Splitter Vane설치유무 및 Take-off의 테이퍼각도($\theta=90, 120^\circ$)에 관계없이 후드개구면 최소속도에 개구면적을 곱하여 구한 배풍량이 덕트내 평균속도에 덕트단면적을 곱하여 구한 배풍량과 거의 일치함을 확인하였다.

100.0	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
100.0	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
100.0	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
100.0	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
100.0	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
100.0	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
100.0	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
100.0	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
100.0	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
100.0	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

IV. 고찰

실제 국소배기에 이용되는 후드의 종류는 다종다양하며 그 형식은 개구의 형상, 설치위치, 배기방향 등에 따라 몇 종류의 명칭으로 나뉘어져 있다.

후드의 흡입공기의 유동특성은 때에 따라 매우 복잡한 경우가 있으나, 유동특성을 고려하는 경우의 기본이 되는 것은 원형, 정방형 및 장방형 개구 등의 지극히 간단한 개구로 생각할 수 있다.

원형, 정방형 및 장방형 개구에 있어서 기류의 분포에 관해서는 J.M.Dalla Valle(1932), L.Silverman(1942), B.Fletcher(1977), R.P.Garrison(1981) 등의 보고가 있었으며, 개구부 및 입구내부(Throat)의 부근에 있어서 기류의 유동특성, 즉 축류 현상 및 압력손실특성에 대한 상세한 보고는 최근에 T.Iwasaki(1989, 1993, 1994, 1995, 1996)에 의해 이루어지고 있다.

국내에서의 국소배기후드에 대한 연구로는 윤명조 등(1991)에 의한 후드의 충만 효과에 관한 연구와 김현석(1993)에 의한 외부식 다단형 슬로트후드의 효율향상에 관한 연구 및 심광진(1995)에 의한 정방형개구의 테이퍼후드에 있어서 관내의 압력 손실특성에 관한 연구보고가 있다.

후드개구면속도가 작업자를 보호하기 위한 후드의 성능을 평가하기 위해서 직접 측정하는 것은 아니지만, 많은 전문기관에서는 국소배기장치의 설계와 운영기준으로서 여러가지의 후드개구면속도를 제시하고 있다(R.E.Ivany et al, 1989; ACGIH, 1995).

표4-1~5는 닥트내 반송속도를 10, 15, 20, 25, 30m/s의 5단계로 변경하면서 슬로트후드별 후드개구면의 20개 격자점에서 측정한 흡입속도에 대해서, 속도분포의 균일성을 비교하기 위해서 Splitter Vane설치 유무별, Take-off의 테이퍼각도 $\theta = 90^\circ$ ('95년도 실험자료)와 120° 인 경우, 슬로트후드별 후드개구면의 평균속도, 표준편차, 변이계수값으로 정리한 것이다.

표4-1. 슬로트후드별 후드개구면의 속도분포 (덕트내 반송속도 : 약 10m/s일 때)

구 분	Splitter Vane 설치시						Splitter Vane 미설치시					
	$\theta = 90^\circ$			$\theta = 120^\circ$			$\theta = 90^\circ$			$\theta = 120^\circ$		
	Vm	S.D	C.V	Vm	S.D	C.V	Vm	S.D	C.V	Vm	S.D	C.V
Slot 미설치시	0.76	0.05	7.25	0.73	0.05	6.55	0.74	0.08	10.85	0.74	0.07	9.32
1Slot(W=100mm)	0.78	0.05	7.02	0.76	0.06	7.32	0.73	0.05	7.10	0.74	0.05	6.35
2Slot(W=50mm)	0.75	0.06	7.54	0.76	0.05	7.15	0.74	0.05	7.02	0.72	0.05	7.11
2Slot(W=60mm)	0.78	0.04	5.66	0.75	0.06	7.87	0.75	0.06	8.06	0.74	0.05	7.24
3Slot(W=40mm)	0.80	0.05	6.37	0.75	0.05	7.00	0.75	0.06	8.44	0.77	0.05	6.49
4Slot(W=20mm)	0.76	0.06	8.46	0.73	0.06	7.84	0.71	0.05	7.17	0.76	0.05	6.70
4Slot(W=30mm)	0.74	0.05	7.14	0.73	0.05	7.24	0.67	0.05	7.38	0.73	0.07	9.85

표4-2. 슬로트후드별 후드개구면의 속도분포 (덕트내 반송속도 : 약 15m/s일 때)

구 분	Splitter Vane 설치시						Splitter Vane 미설치시					
	$\theta = 90^\circ$			$\theta = 120^\circ$			$\theta = 90^\circ$			$\theta = 120^\circ$		
	Vm	S.D	C.V	Vm	S.D	C.V	Vm	S.D	C.V	Vm	S.D	C.V
Slot 미설치시	1.08	0.08	7.27	1.13	0.08	7.24	1.11	0.11	10.26	1.16	0.12	10.68
1Slot(W=100mm)	1.13	0.08	7.09	1.20	0.08	7.24	1.13	0.07	6.34	1.14	0.06	5.21
2Slot(W=50mm)	1.16	0.09	7.47	1.12	0.06	5.65	1.11	0.07	6.59	1.11	0.07	6.08
2Slot(W=60mm)	1.18	0.12	9.90	1.13	0.07	6.47	1.13	0.08	7.31	1.15	0.08	7.12
3Slot(W=40mm)	1.19	0.08	7.08	1.16	0.08	6.53	1.17	0.08	6.71	1.23	0.07	5.86
4Slot(W=20mm)	1.11	0.07	6.65	1.09	0.09	8.09	1.09	0.08	7.18	1.15	0.07	6.08
4Slot(W=30mm)	1.10	0.08	7.69	1.13	0.08	7.31	1.03	0.07	6.75	1.14	0.09	7.70

표4-3. 슬로트후드별 후드개구면의 속도분포 (덕트내 반송속도 : 약 20m/s일 때)

구 분	Splitter Vane 설치시						Splitter Vane 미설치시					
	$\theta = 90^\circ$			$\theta = 120^\circ$			$\theta = 90^\circ$			$\theta = 120^\circ$		
	Vm	S.D	C.V	Vm	S.D	C.V	Vm	S.D	C.V	Vm	S.D	C.V
Slot 미설치시	1.49	0.12	7.83	1.56	0.11	7.27	1.49	0.18	11.97	1.61	0.17	10.83
1Slot(W=100mm)	1.53	0.09	5.97	1.59	0.09	5.61	1.57	0.10	6.39	1.58	0.12	7.80
2Slot(W=50mm)	1.56	0.11	7.27	1.58	0.10	6.24	1.56	0.10	6.65	1.54	0.09	5.84
2Slot(W=60mm)	1.59	0.12	7.30	1.60	0.11	6.62	1.55	0.11	7.26	1.57	0.11	6.86
3Slot(W=40mm)	1.60	0.12	7.29	1.61	0.10	6.26	1.58	0.12	7.47	1.62	0.11	6.58
4Slot(W=20mm)	1.53	0.13	8.20	1.49	0.12	7.84	1.52	0.14	9.32	1.60	0.10	6.19
4Slot(W=30mm)	1.52	0.12	7.71	1.54	0.11	7.08	1.46	0.12	8.19	1.56	0.11	7.05

표4-4. 슬로트후드별 후드개구면의 속도분포 (덕트내 반송속도 : 약 25m/s일 때)

구 분	Splitter Vane 설치시						Splitter Vane 미설치시					
	$\theta = 90^\circ$			$\theta = 120^\circ$			$\theta = 90^\circ$			$\theta = 120^\circ$		
	Vm	S.D	C.V	Vm	S.D	C.V	Vm	S.D	C.V	Vm	S.D	C.V
Slot 미설치시	1.88	0.14	7.59	1.93	0.13	6.98	1.88	0.22	11.90	1.97	0.19	9.90
1Slot(W=100mm)	1.91	0.13	6.70	1.98	0.10	5.15	1.92	0.11	5.74	1.94	0.11	5.47
2Slot(W=50mm)	1.93	0.13	6.65	1.98	0.11	5.54	1.93	0.12	6.40	1.93	0.12	6.32
2Slot(W=60mm)	1.91	0.13	6.57	1.97	0.11	5.66	1.93	0.12	6.23	1.94	0.12	6.06
3Slot(W=40mm)	2.00	0.12	6.18	1.95	0.13	6.53	1.94	0.15	7.93	2.03	0.13	6.64
4Slot(W=20mm)	1.91	0.14	7.14	1.90	0.12	6.19	1.87	0.13	6.70	1.96	0.14	6.94
4Slot(W=30mm)	1.84	0.13	7.25	1.87	0.12	6.64	1.78	0.14	8.08	1.91	0.14	7.38

표4-5. 슬로트후드별 후드개구면의 속도분포 (덕트내 반송속도 : 약 30m/s일 때)

구 분	Splitter Vane 설치시						Splitter Vane 미설치시					
	$\theta=90^\circ$			$\theta=120^\circ$			$\theta=90^\circ$			$\theta=120^\circ$		
	Vm	S.D	C.V	Vm	S.D	C.V	Vm	S.D	C.V	Vm	S.D	C.V
Slot 미설치시	2.10	0.15	7.34	2.25	0.17	7.46	2.14	0.24	11.40	2.31	0.24	10.29
1Slot(W=100mm)	2.19	0.15	6.77	2.21	0.11	4.91	2.21	0.13	5.77	2.15	0.10	4.46
2Slot(W=50mm)	2.20	0.14	6.46	2.26	0.13	5.90	2.15	0.13	6.24	2.15	0.16	7.48
2Slot(W=60mm)	2.17	0.12	5.42	2.26	0.13	5.65	2.19	0.15	6.89	2.16	0.12	5.62
3Slot(W=40mm)	2.21	0.13	5.88	2.24	0.15	6.70	2.16	0.15	7.07	2.21	0.13	5.89
4Slot(W=20mm)	2.14	0.15	6.82	2.14	0.13	5.86	2.08	0.15	7.34	2.15	0.15	7.10
4Slot(W=30mm)	2.16	0.14	6.42	2.22	0.14	6.23	2.15	0.16	7.38	2.18	0.14	6.47

이 표에서 알 수 있는 사실은 Splitter Vane과 슬로트후드가 후드개구면의 속도 분포를 균일하게 하는데 지대한 영향을 미친다는 것이다.

실험결과에 있어서, 슬로트후드와 Splitter Vane 미설치시는 후드개구면의 속도 분포에 대한 변이계수값이 Take-off의 테이퍼각도 $\theta=90^\circ$ 의 경우 10.26~11.97%, $\theta=120^\circ$ 의 경우 9.32~10.83%의 높은 값을 보여주었으며, Splitter Vane설치시에는 슬로트후드의 설치유무에 관계없이 커다란 차이가 없었다.

이를 통해 후드개구면의 균일한 배기효과를 위해서는 슬로트후드에 비해 Splitter Vane의 영향이 더욱 크다는 것을 알 수 있다.

특히, Take-off의 테이퍼각도 $\theta=120^\circ$ 의 경우 충만효과로 인하여 $\theta=90^\circ$ 의 경우에 비해서 후드개구면의 흡인속도가 균일해짐을 알게 되었다.

그러나, 일반적으로 Splitter Vane의 설계 및 설치가 어려우므로 Splitter Vane의 미설치시, 후드개구면의 균일한 배기효과를 위해서는 반드시 슬로트후드의 설치가 요망된다.

이와 같은 결과는 James N. Woods(1995)등이 대형 Push-Pull후드시스템에서 포착효율을 평가한 실험결과중 배기측후드와 플리넘을 Splitter Vane으로 분할하므로써 배기후드 전체적으로 배기기류가 균일하게 되었다는 사실과 일치한다.

V. 결 론

후드개구면 속도분포의 균일화와 배기효과를 평가하기 위하여 Booth, Slot, 플리넨박스 및 테이퍼각도가 90° 와 120° 인 Take-off로 구성된 복합후드에 있어서, 슬로트의 개수 및 면적, 플리넨박스내 Splitter Vane 설치유무에 대해 각각 덕트내의 반송속도를 10, 15, 20, 25, 30m/s의 5단계로 변화시켜가면서 후드개구면의 속도분포 및 덕트내 압력특성을 측정, 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 복합후드에 있어서, 플리넨박스내에 Splitter Vane을 설치하므로써 미설치시에 비해 덕트내 벽면에서의 정압치의 절대값은 작아진다.

2. 복합후드에 있어서, 덕트내 평균속도에 덕트단면적을 곱하여 구한 덕트배풍량은 Splitter Vane설치유무에 관계없이 후드개구면 평균속도가 아닌 최소속도에 후드개구면적을 곱하여 구한 후드배풍량과 거의 일치한다.

3. 복합후드에 있어서, Splitter Vane과 슬로트후드를 동시에 설치하므로써 후드개구면의 속도분포를 더욱 균일하게 할 수 있으며, 후드개구면의 균일한 배기를 위해서는 슬로트후드에 비해 Splitter Vane을 설치하는 것이 보다 효과가 크다.

4. 복합후드에 있어서, Take-off의 테이퍼각도 $\theta = 90^\circ$ 와 120° 의 경우를 비교해 볼 때, 120° 의 경우 압력손실은 커지나 후드개구면 속도분포는 보다 균일해진다.

참 고 문 헌

- 1) 金鉉錫, 外部式 多段形 슬로트후드의 效率向上에 關한 研究, 서울대학교 保健大學院 碩士學位 論文, 1993
- 2) 심광진, 정방향개구의 테이퍼후드에 있어서 관내의 압력손실특성에 관한 연구, 연세대학교 산업대학원 석사학위 논문, 1995
- 3) 尹明照, 金楨紘, 李相鎬, 姜峻遠, 후드의 充滿效果 活用技法에 關한 研究, 한국산업위생학회지 1(1), 1991
- 4) 한국산업안전공단, 산업환기기술회의 기술자료 위생 93-3-4, 1993
- 5) A.C.G.I.H., Industrial Ventilation 22nd ed. : pp.3-6,9-5, 1995
- 6) B. Fletcher, Centerline Velocity Characteristics of Rectangular Unflanged Hoods and Slots Under Suction, Ann. Occup. Hyg. 20 : pp.141~146, 1977
- 7) James N. Woods, James S. McKarns, Evaluation of Capture Efficiencies of Large Push-Pull Ventilation Systems with Both Visual and Tracer Techniques, AIHA J.(56) : pp.1208~1214, December 1995
- 8) J. M. Dalla Valle, Velocity Characteristics of Hoods Under Suction, Air Conditioning : pp.370~375, 1932
- 9) L. Silverman, Centerline Velocity Characteristics of Round Openings Under Suction, J. Ind. Hyg. and Tox. 24 : pp.259~266, 1942
- 10) R. E. Ivany, M. W. First, L. J. Diberarding, A New Method for Quantitative, In-Use Testing of Laboratory Fume Hoods, Am. Ind. Hyg. Assoc. J(50) : p.275, May 1989

- 11) R. P. Garrison, Centerline Velocity Gradients for Plain and Flanged Local Exhaust Inlets, Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 42 : pp.739~746, 1981
- 12) 太田 裕一, 沼野 雄志, 作業場における空気管理の現状と問題点, 日本労働衛生工学会 第35回学会 講演草緑集 : pp.7~13, 1996
- 13) 岩崎 毅(T. Iwasaki), 圓形開口における管内の縮流現象および壓力損失特性, 作業環境 Vol. 10(4), pp.64~72, July 1989
- 14) 岩崎 毅(T. Iwasaki), 局所排氣の設計(1) -排氣フード-, 労働衛生 : pp.38~41, October 1992
- 15) 岩崎 毅(T. Iwasaki), J. Ojima, 堤 晉, 正方形開口のテーパーフードにおけるスロート内の縮流現象及び壓力損失特性, 日本労働衛生工学会 第33回学会 講演草緑集 : pp.91~92, 1993
- 16) 岩崎 毅(T. Iwasaki), J. Ojima, 沈光鎮, 杉原健資, 正方形開口のテーパーフードにおけるスロート内の縮流現象及び壓力損失特性, 日本労働衛生工学会 第34回学会 講演草緑集 : pp.63~64, 1994
- 17) 岩崎 毅(T. Iwasaki), J. Ojima, 沈光鎮, 正方形開口のテーパーフードにおけるスロート内の縮流現象及び壓力損失特性, 日本労働衛生工学会 第35回学会 講演草緑集 : pp.73~74, 1995
- 18) 岩崎 毅(T. Iwasaki), J. Ojima, 沈光鎮, 菅 昭郎, プレーン正方形開口における管内の縮流現象及び壓力損失特性, 日本労働衛生工学会 第35回学会 講演草緑集 : pp.35~36, 1996
- 19) 日本中央労働災害防止協会, 労働省労働衛生課, 局所排氣装置及び除塵装置の定期自主検査指針解説 : p.81, 1983
- 20) 日本中央労働災害防止協会, 労働省労働衛生課, 局所排氣装置・空気清浄装置の標準設計と保守管理(上); p.61, 1992