

온풍난방기 성능 개선 연구 ( I )  
- 송풍방식에 따른 송풍성능 비교 -  
Improvement of Space Heater ( I )  
- Comparison of Blowing Performance for Blowing Type -

권순홍\*, 정성원\*\*, 이승기\*\*\*  
Soon-Hong Kwon\*, Sung-Won Chung\*\*, Seung-kee Lee\*\*\*

<Abstract>

This study was carried out to investigate blowing performance for blowing type in space heater. This paper present that power requirement, static pressure, total pressure and static pressure efficiency were increased in proportion to air flow rate. And in the Korean space heater, side ward blowing type was effected than downward blowing type.

*Key words : Space heater, Sideward blowing, Downward blowing*

1. 서 론

시설원에용으로 사용되고 있는 난방기기로는 온풍난방기와 온수보일러가 채택되고 있으나 현재 국내의 시설원에 난방용으로는 일부 대형의 유리온실을 제외하고는 경제성을 고려하여 거의 대부분 송풍기 조립형의 바닥설치식 온풍난방기를 이용하고 있다.

국내에서 생산보급되고 있는 온풍난방기의 송풍기는 송풍방식에 따라 측향식 송풍팬과 하향식 송풍팬을 사용하고 있는데 국내의 제조업체들은 이론분석을 통한 기본설계없이 외국의 제품을 모방한 후 경험적으로 임의 설계 제작하여 공급하고 있을 뿐만 아니라 실수요자의

시설규모나 사용조건에 따라 적정하게 선택 사용할 수 있는 체계적이고 기술적인 지원 및 교육이 미흡한 실정이다.

따라서 본 실험에서는 현재 국내에서 생산보급되고 있는 측향식과 하향식 온풍난방기의 송풍성능을 비교분석하여 시설원에 작물재배용으로 공급되는 온풍난방기의 송풍기 설계프로그램의 기초자료로 활용하고 온풍난방기의 경제적 이용과 합리적 운용을 위한 자료로 제시하고자 실시하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험재료

본 실험에 사용한 온풍난방기는 국내의 동일

\* 정희원, 밀양대학교 기계공학과 교수, 工博  
E-mail kwonsh@arang.miryang.ac.kr  
\*\* 정희원, 밀양대학교 기계공학과 교수  
E-mail swchung@arang.miryang.ac.kr  
\*\*\* 공주대학교 산업과학대학 교수, 工博

\* Dept. of Mechanical Engineering  
Miryang National University

본 연구는 밀양대학교 산학공동연구과제 연구비 지원에 의해 수행되었음.

Table1. Specification of space heater tested.

Items	Dimensions and remarks	
	T-1	T-2
Type of space heater	Duck joined hot air heating type	
Capacity(kcal/hr)	160,000	
Total weight(kg)	540	
Type of fan	Sideward blowing type	Downward blowing type
Fan diameter(mm)	540	
Number of blade	5	
Normal revolution(rpm)	1750	

Table2. Specification of measuring instruments.

Measuring instrument	Specification	
	Item	Type
Dynamometer	Mode	A.C commutator motor type
	Max. absorbing power(kW)	30
	Revolution range(rpm)	0 ~ 3,500
Air tunnel	Mode	Pitot tube type
	Diameter(mm)	520
	Length(m)	5.5
Commutating lattice	Mode	Square type
	Scale(mm)	90
	Length(mm)	300
Torque meter	Mode	Non-contact rotary type
	Measuring range(kgf · m)	0.00 ~ 99.99
	Linearity	±0.1%
Tachometer	Mode	Non-contact digital type
	Measuring range(rpm)	0 ~ 10,000
	Accuracy(rpm)	±1
Pressure transducer	Mode	Flow sensing type
	Measuring range(mmAq)	0 ~ 1000
	Linearity	±0.1%

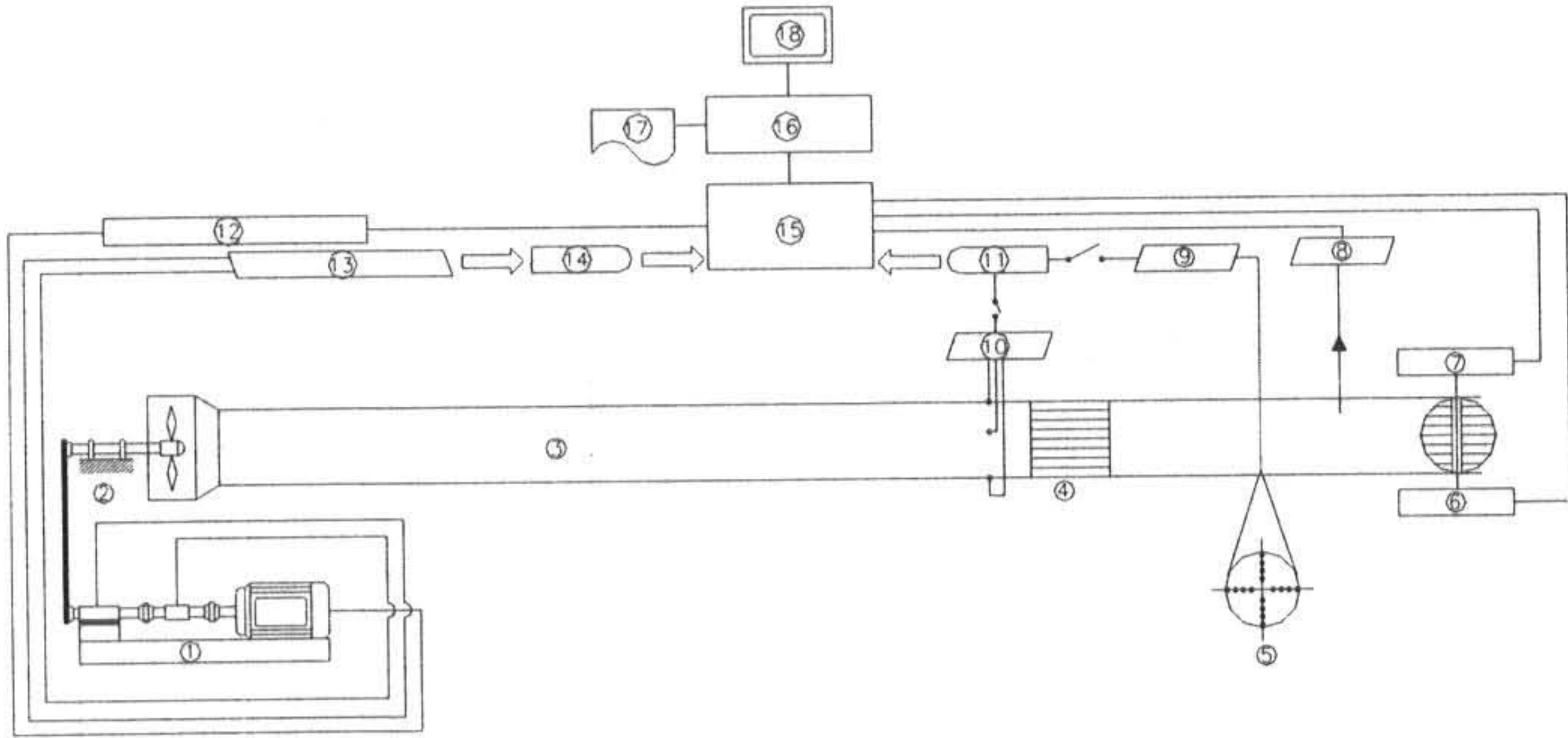
회사에서 제작한 용량 160,000 kcal/hr의 덕트 접속식으로서 송풍성능에 영향을 미치는 송풍 장치를 제외한 전 제원을 동일한 규격의 기종을 이용하였으며 그 제원은 Table 1과 같다.

시험에 사용한 측정장비는 Table 2와 같으며

시험장치는 Fig.1과 같이 설치하였다.

## 2.2 실험방법

송풍성능시험은 Fig.1과 같은 시험장치에 공 시기의 송풍기를 설치하여 한국공업규격 KS B



1. Dynamometer    2. Fan    3. Air tunnel    4. Commutating lattice    5. Pitot tube  
 6. Angle detector    7. Air control valve    8. Air thermocouples    9. Dynamic pressure detector  
 10. Static pressure detector    11. Pressure transducer    12. RPM controller  
 13. Torque meter    14. Torque transducer    15. Control unit    16. Personal computer  
 17. Printer    18. Monitor

Fig.1 Schematic diagram of experimental apparatus.

6311 “송풍기의 시험 및 검사방법(1997)”에 의하여 실시하였다.

송풍량 변화에 따른 송풍기의 축동력, 풍량, 정압 및 전압, 정압효율 및 전압효율을 각각 분석하기 위하여 송풍기의 회전속도는 상용회전수로 하고 흡입공기의 상태는 표준 흡입상태로 환산하였다. 공기량의 조절은 완전 폐쇄상태에서 완전개방상태를 포함한 10단계로 조절하여 시험하였다.

(1) 축동력

송풍기의 축동력은 동력계에서 측정한 값을 식(1)에 의하여 계산하였다.

$$L = \frac{W \cdot N}{K} \dots \dots \dots (1)$$

- 여기서,  $L$  : 축동력 (kW)  
 $W$  : 동력계의 하중(kg)  
 $N$  : 동력계의 회전수(rpm)  
 $K$  : 동력계 계수

(2) 송풍기의 풍량

풍량을 검출하기 위하여 관로내의 동압을 Fig.2와 같이 20개 점으로부터 측정하여 다음식 (2), (3),(4)로 계산하였다.

$$Q = 60AV \dots \dots \dots (2)$$

- 여기서,  $Q$  : 토출구에서의 풍량 ( $m^3/min$ )  
 $A$  : 토출구쪽 측정관로의 단면적 ( $m^2$ )  
 $V$  : 토출공기의 풍속 ( $m/s$ )

$$V = \frac{1}{20} \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} (\sqrt{hd_1} + \sqrt{hd_2} + \sqrt{hd_3} + \dots + \sqrt{hd_{20}}) = \sqrt{\frac{2gh\bar{d}}{\gamma}} \dots \dots \dots (3)$$

- 여기서,  $g$  : 중력가속도 ( $=9.81m/s^2$ )  
 $hd_1, hd_2, \dots$  : 각 측정점의 측정동압 ( $mmAq$ )  
 $\bar{hd}$  : 시험관로의 평균동압 ( $mmAq$ )

$\gamma$  : 시험관로내 공기의 단위체적당 무게 ( $kg_f/m^3$ )

$$\gamma = \frac{P}{R(273.2 + t_d)} \dots \dots (4)$$

여기서,  $P$  : 시험관로내 공기의 절대압력 ( $mmAq$ )  
 $R$  : 공기의 기체상수 ( $= 29.44 kg \mu / kg \text{ } ^\circ K$ )  
 $t_d$  : 건구 공기온도 ( $^\circ C$ )

(3) 송풍기 전압 및 정압

송풍기 전압 및 정압은 정압 측정구에서 측정한 측정전압을 기초로 하여 식 (5),(6)에 의하여 계산하였다.

$$P_t = h_s + h \bar{d} (1 + 0.025l/d) \dots (5)$$

여기서,  $P_t$  : 송풍기 전압 ( $mmAq$ )  
 $h_s$  : 정압측정구에서의 측정정압 ( $mmAq$ )  
 $l$  : 송풍기 토출구에서 정압 측정구까지의 거리 ( $m$ )  
 $d$  : 시험관로의 내경 ( $m$ )

$$P_s = P_t - h \bar{d} (d/D)^4 \dots \dots (6)$$

여기서,  $P_s$  : 송풍기 정압 ( $mmAq$ )  
 $D$  : 송풍기 토출구경 ( $m$ )

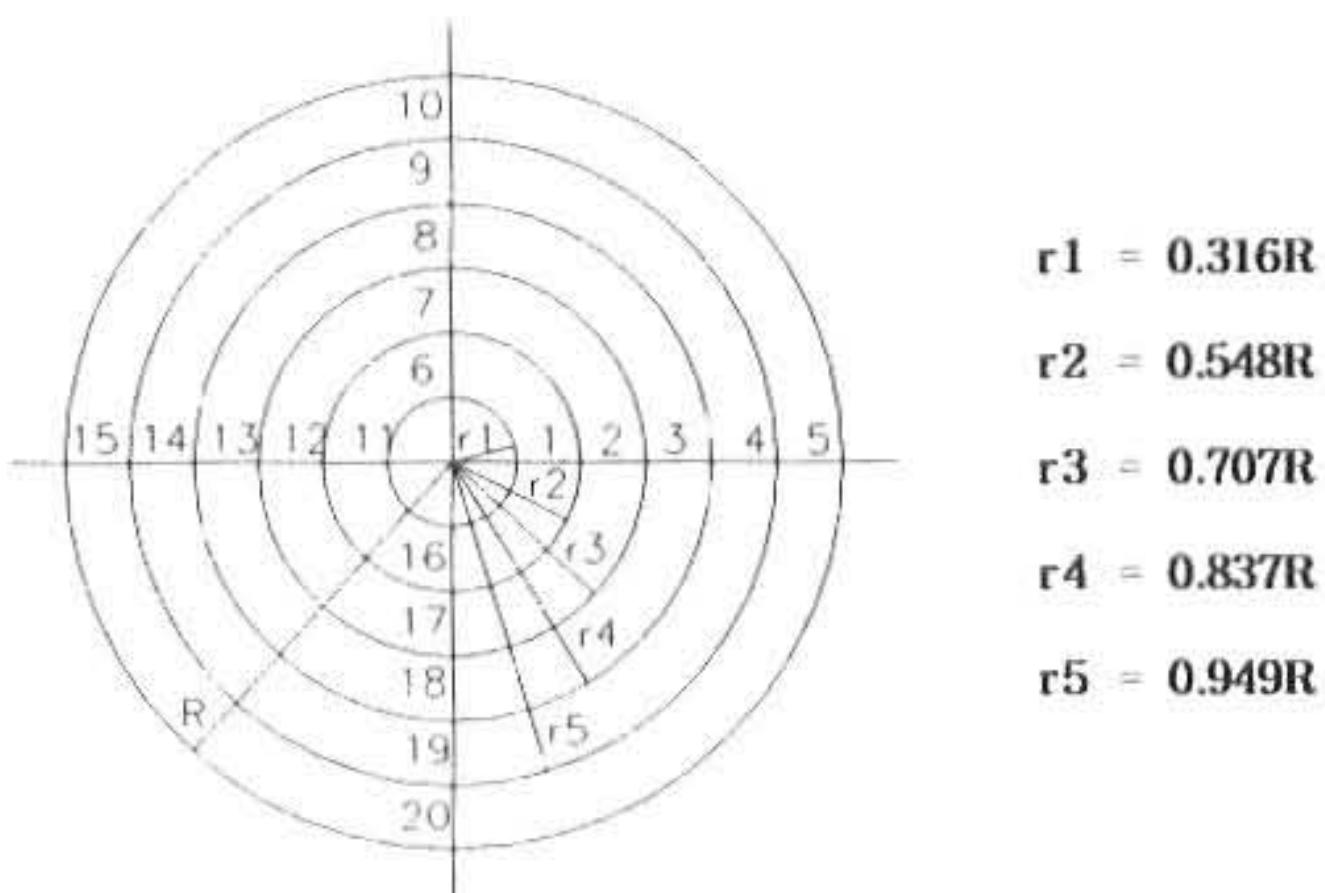


Fig.2 Measuring point of dynamic pressure for pitot tube.

(4) 정압효율 및 전압효율

송풍기 정압효율 및 전압효율은 각각 다음 식 (7),(8)을 사용하여 구하였다.

$$\eta_s = \frac{Q \cdot P_s}{L \times 60 \times 102} \times 100 \dots \dots (7)$$

$$\eta_t = \frac{Q \cdot P_t}{L \times 60 \times 102} \times 100 \dots \dots (8)$$

여기서,  $\eta_s$  : 정압효율 (%)  
 $\eta_t$  : 전압효율 (%)

3. 결과 및 고찰

3.1 공기량 변화에 따른 축동력

송풍기의 토출 공기량 변화에 따른 축동력을 검출한 결과 Fig.3과 같다.

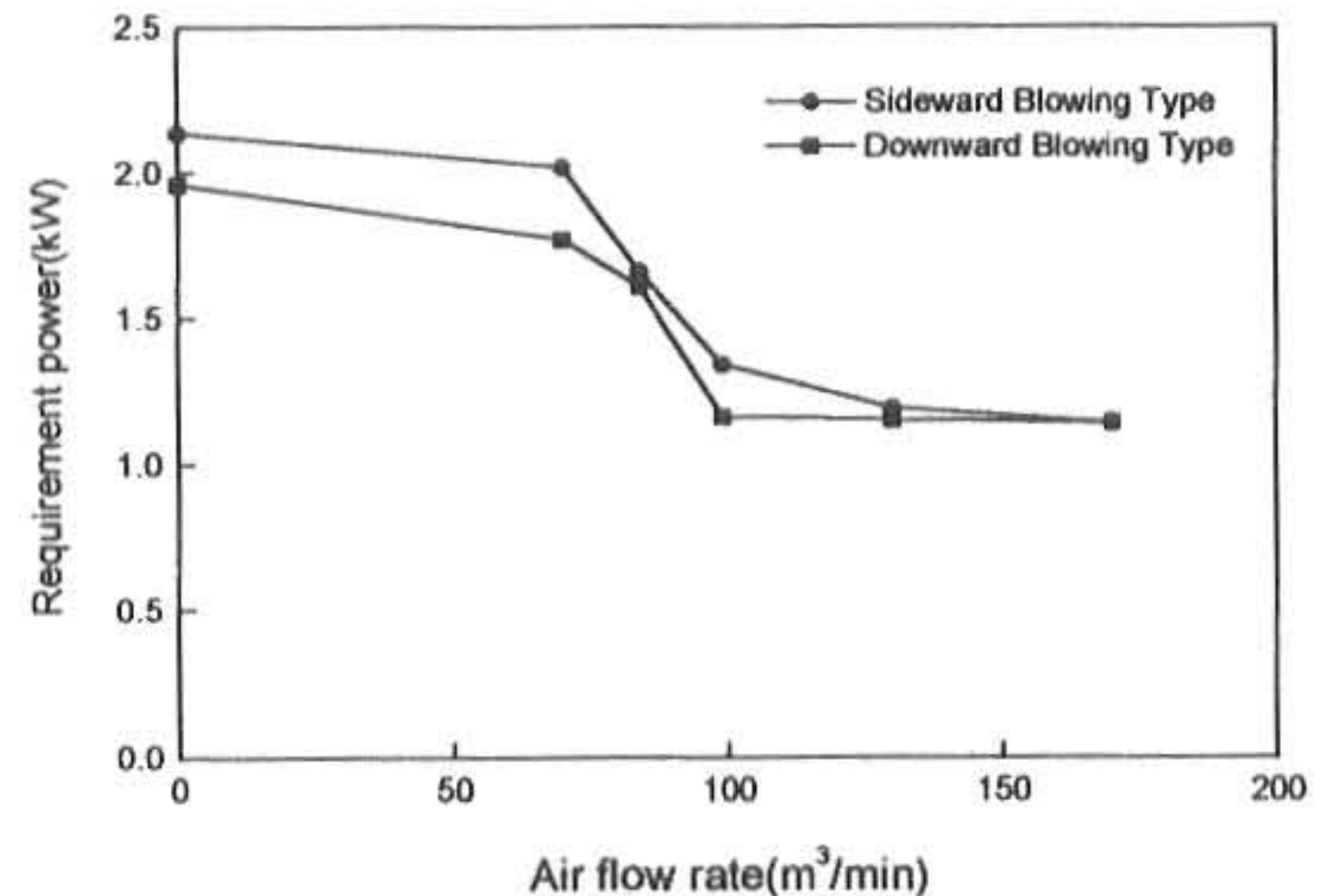


Fig.3 Relation of requirement power to air flow rate.

Fig.3에서 알 수 있는 바와 같이 완전폐쇄 상태에서 측향식이 2.14kW, 하향식이 1.96kW, 20% 개방상태에서는 측향식이 2.02kW, 하향식이 1.77kW, 40% 개방상태에서는 측향식이 1.66kW, 하향식이 1.61kW, 60% 개방상태에서는 측향식이 1.34kW, 하향식이 1.16kW, 80% 개방상태에서는 측향식이 1.19kW, 하향식이 1.15kW, 완전개방상태에서는 측향식, 하향식 모두 공히 1.14kW로 나타났다.

시험결과 토출공기량이 증가함에 따라 송풍기 축동력은 감소하는 것으로 나타났으며 측향식이 하향식에 비하여 소요동력이 더 많이 소

요되는 것으로 나타났다.

### 3.2 공기량 변화에 따른 정압 및 전압

송풍기의 토출 공기량 변화에 따른 정압 및 전압을 조사한 결과 Fig.4, 5와 같다.

Fig.4에서 보는 바와 같이 정압은 완전폐쇄 상태에서는 측향식이 85.83 mmAq, 하향식이 67.35 mmAq, 20% 개방상태에서는 측향식이 81.63 mmAq, 하향식이 59.33 mmAq, 40% 개방 상태에서는 측향식이 58.72 mmAq, 하향식이 45.80 mmAq, 60% 개방상태에서는 측향식이 36.70 mmAq, 하향식이 23.14 mmAq, 80% 개

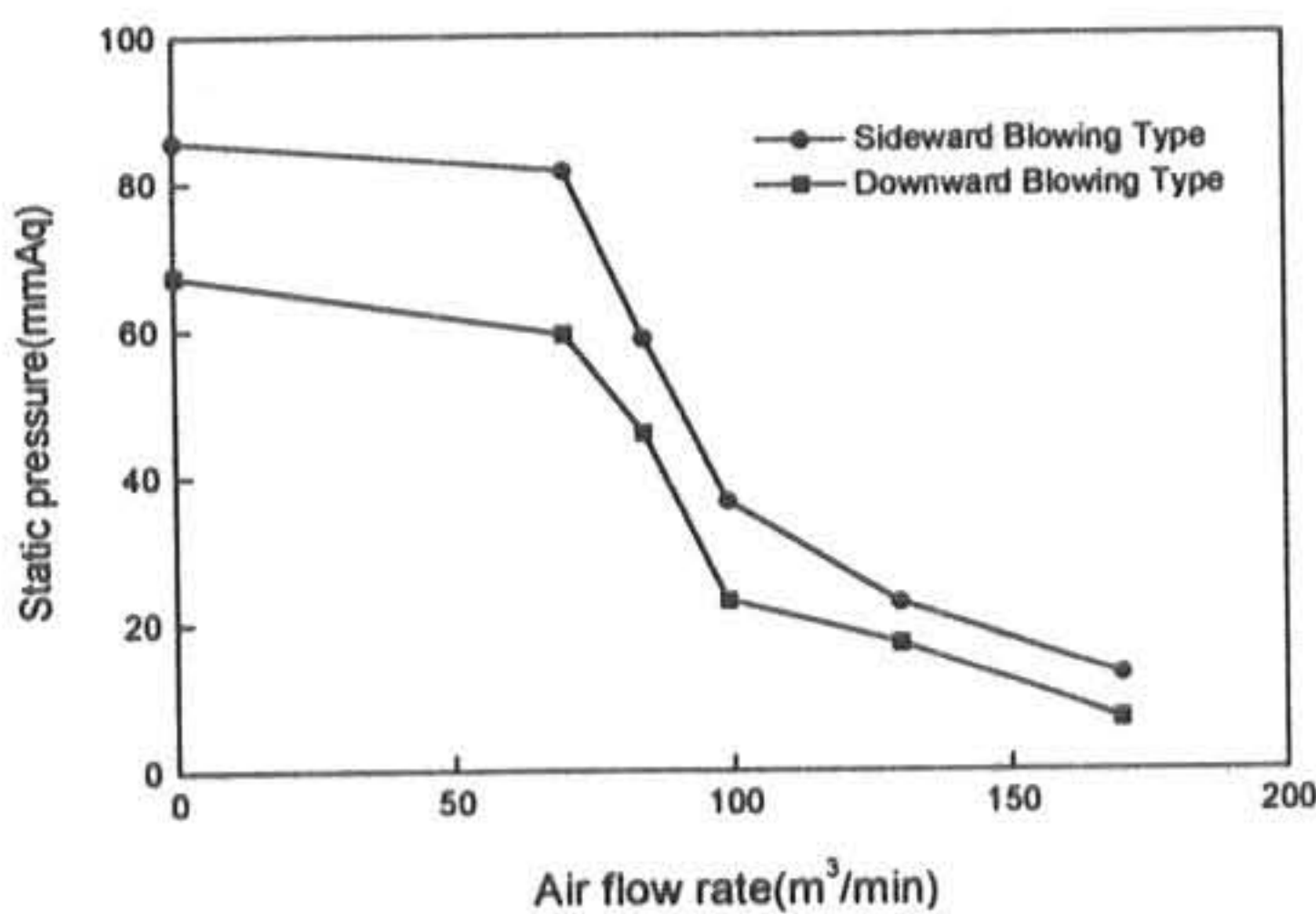


Fig.4 Relation of static pressure to air flow rate.

방상태에서는 측향식이 22.86 mmAq, 하향식이 17.40 mmAq, 완전개방상태에서는 측향식이 13.05 mmAq, 하향식이 6.95 mmAq로 나타났다.

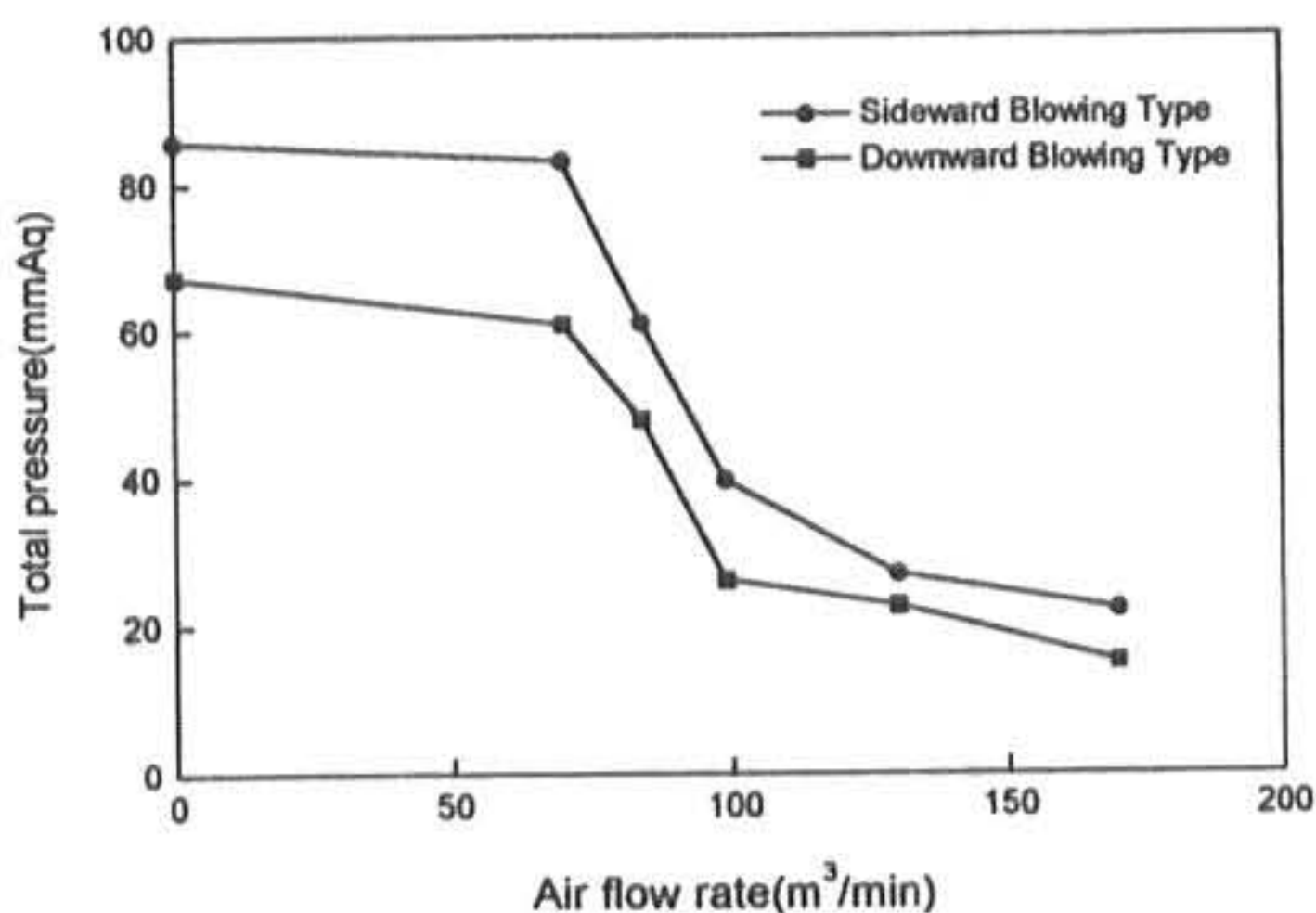


Fig.5 Relation of total pressure to air flow rate.

Fig.5에서 보는 바와 같이 전압은 완전폐쇄 상태에서는 측향식이 85.83 mmAq, 하향식이 67.35 mmAq, 20% 개방상태에서는 측향식이 83.14 mmAq, 하향식이 60.81 mmAq, 40% 개방 상태에서는 측향식이 61.01 mmAq, 하향식이 47.77 mmAq, 60% 개방상태에서는 측향식이 39.67 mmAq, 하향식이 26.03 mmAq, 80% 개방 상태에서는 측향식이 26.90 mmAq, 하향식이 22.60 mmAq, 완전개방상태에서는 측향식이 22.03 mmAq, 하향식이 15.10 mmAq로 나타났다.

시험결과 토출공기량이 증가함에 따라 정압 및 전압은 감소하는 것으로 나타났으며, 측향식이 하향식에 비하여 토출공기의 압력이 더 높은 것으로 나타났다.

### 3.3 공기량 변화에 따른 정압효율 및 전압효율

송풍기의 토출공기량 변화에 따른 정압효율 및 전압효율을 측정된 결과 Fig.6, 7과 같다.

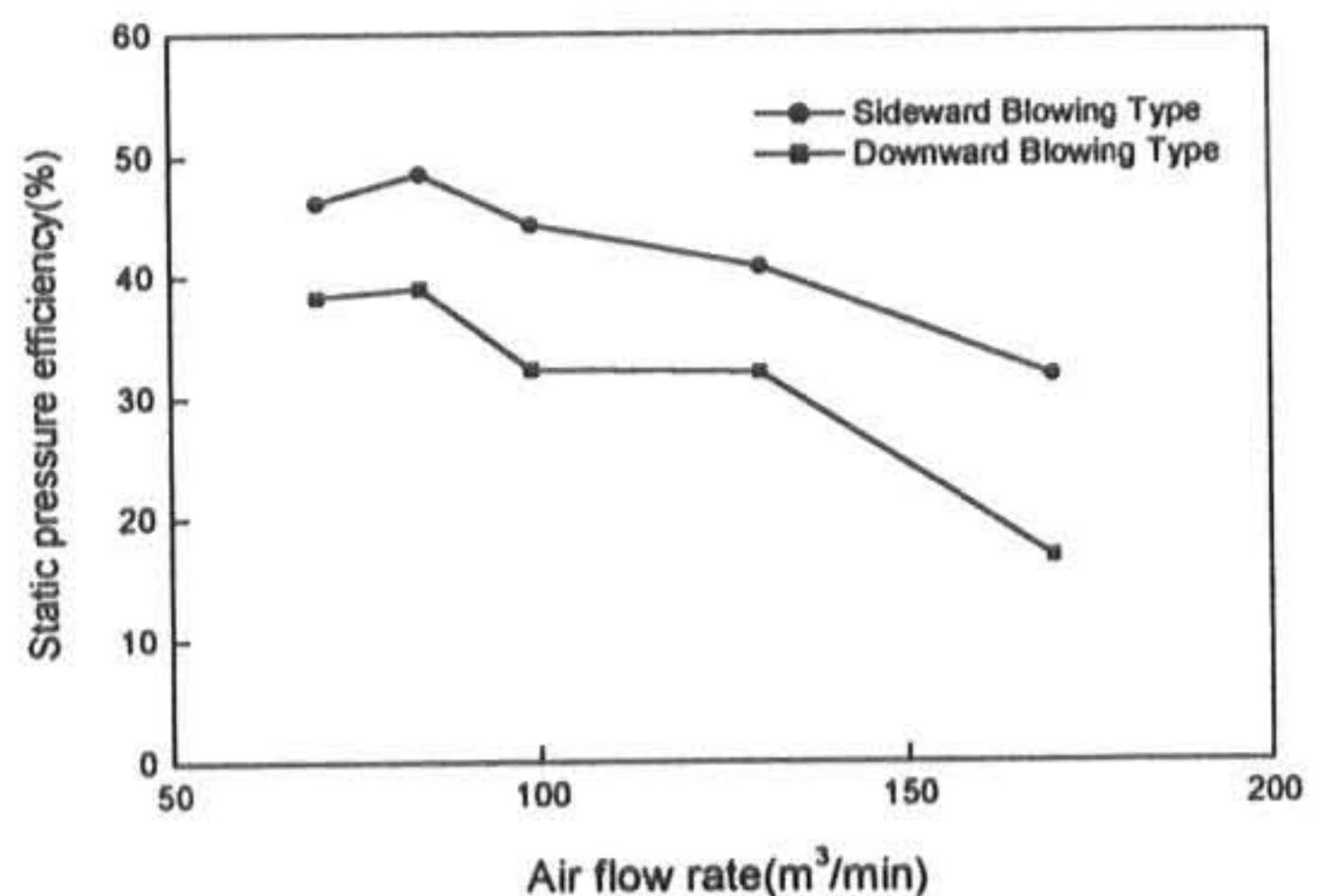


Fig.6 Relation of static pressure efficiency to air flow rate.

Fig.6에서 나타난 바와 같이 정압효율은 20% 개방상태에서는 측향식이 46.2%, 하향식이 38.3%, 40% 개방상태에서는 측향식이 48.6%, 하향식이 39.0%, 60% 개방상태에서는 측향식이 44.3%, 하향식이 32.3%, 80% 개방상태에서는 측향식이 40.8%, 하향식이 32.1%, 완전개방상태에서는 측향식이 31.8%, 하향식이 16.9%로 나

타났다.

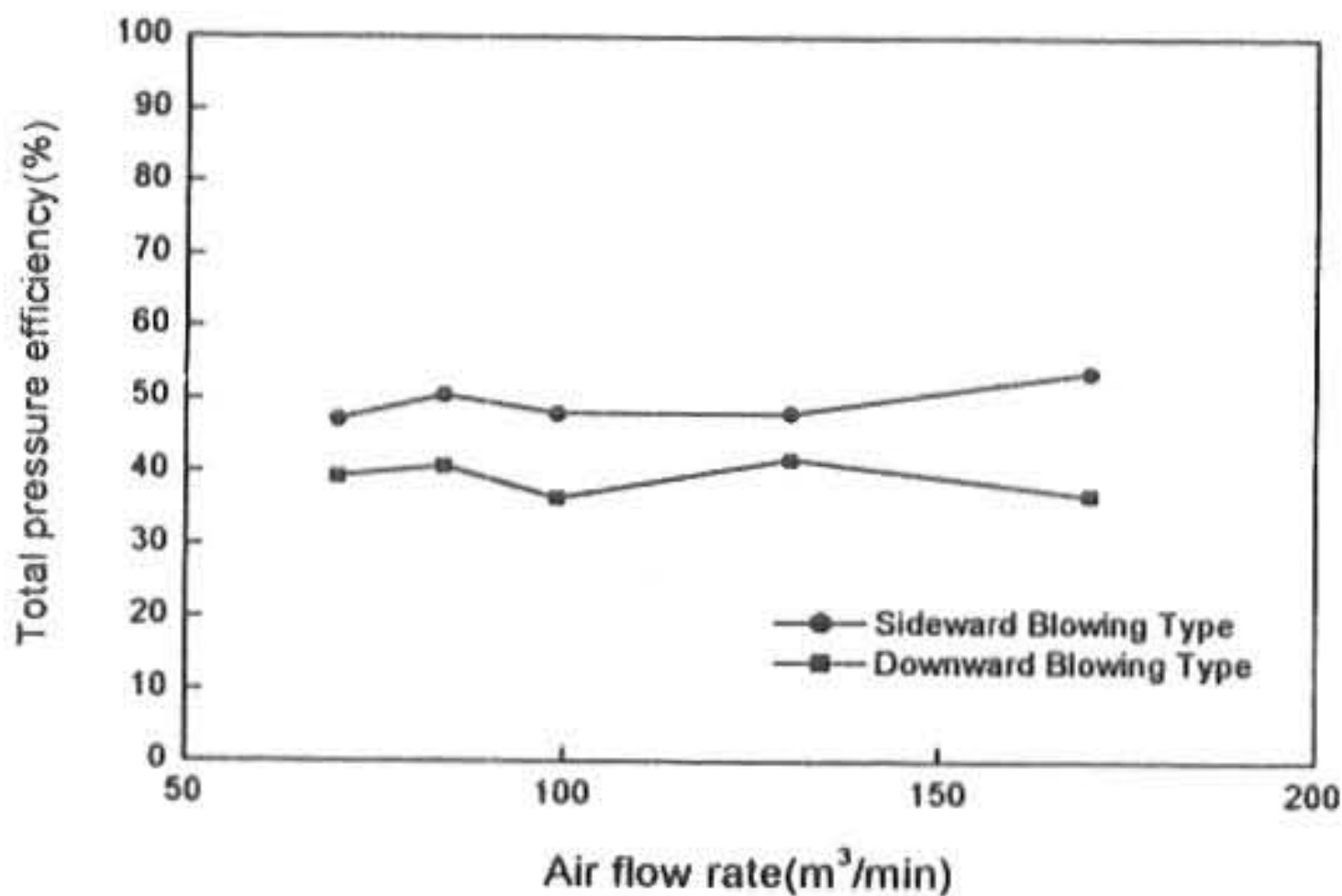


Fig. 7 Relation of total pressure efficiency to air flow rate.

Fig.7에서 나타난 바와 같이 전압효율은 20% 개방상태에서는 측향식이 47.1%, 하향식이 39.3%, 40% 개방상태에서는 측향식이 50.4%, 하향식이 40.7%, 60% 개방상태에서는 측향식이 47.9%, 하향식이 36.3%, 80% 개방상태에서는 측향식이 48.0%, 하향식이 41.7%, 완전개방상태에서는 측향식이 53.7%, 하향식이 36.8%로 나타났다.

시험결과 토출공기량이 증가함에 따라 정압효율은 감소하는 것으로 나타났으며 측향식이 하향식에 비하여 효율이 높은 것으로 나타났다.

이상의 결과에서 알 수 있는 바와 같이 온풍난방기에서는 측향식 송풍팬을 사용하는 것이 하향식 송풍팬을 사용하는 것보다 효과적인 것으로 나타났다.

#### 4. 결론

현재 국내에서 생산 보급되고 있는 온풍난방기의 송풍방식에 따른 송풍성능을 측향식 송풍팬과 하향식 송풍팬에 대하여 비교 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 송풍량의 증가에 비례하여 소요동력, 정압 및 전압, 정압효율은 감소하는 것으로 나타났다.
- (2) 온풍난방기의 송풍성능면에서는 측향식이 하향식에 비해 효과적인 것으로 나타났다.

#### 참고문헌

- 1) 농업기계화 연구소, 농업용 온풍난방기 검사 기준, 농업기계 평가규정, NAMRI S 7010 (1998)
- 2) 농업기계화 연구소, 농업용 온풍난방기 시험 방법, 농업기계 평가규정, NAMRI T 7010 (1996)
- 3) 서정덕외 4인, 시설원예용 온풍난방기의 온도분포에 관한 연구(I), 한국농업기계학회지, 24(4), 335~342(1999)
- 4) 안정균, 농업용 난방기의 송풍기 풍량과 배출온도에 관한 연구, 건국대학교 석사학위논문(1993)
- 5) 한국공업규격, 송풍기의 시험 및 검사방법, KS B 6311 (1997)

(2000년 4월 28일 접수, 2000년 8월 18일 채택)