

# 공압용 더블챔버 로터에서 베인개수에 따른 성능특성에 관한 실험적연구

조종현\* · 최상규\*\* · 조수용\*\*\*

## An Experimental Study of Performance Characteristics on a Double Chamber Rotor Operated by High Pressure Air with Various Vanes

Chong-Hyun Cho\*, Sang-Kyu Choi\*\*, Soo-Yong Cho\*\*\*

*KeyWords* : Double chamber(더블챔버), Vane-type rotor(베인형 로터), Air grinder(에어그라인더), Performance characteristics(성능특성), Performance test(성능시험)

### ABSTRACT

An experiment about performance characteristics is conducted on a double chamber vane-type rotor. Three different rotors, which have 6, 8 and 9 vanes, are applied to the driver and various lift holes at the rear plate are used to increase the effective vane height. The inner diameter of a double chamber cylinder is  $\phi 27$  mm, and the length of the cylinder is 65 mm. The maximum offset length between the rotor outer surface and the cylinder inner surface is 4.5 mm. In this study, specific output torques and powers are measured, and also noise and vibration are measured at the real operating situation. The operating torque on the double chamber is increased to 17% compared to the operating torque obtained at the single chamber which has the same size. The experimental results of noise and vibration show that the operating sound and vibration are directly related to the operating power generated by the double chamber rotor.

### 1. 서론

더블챔버의 경우 펌프에서는 양흡입을 위하여 오래 전부터 사용하여 왔던 방식이지만 회전장치의 드라이브로 적용하는 경우는 현재에도 제한적으로 일부분에서만 사용되고 있다<sup>(1)</sup>. 현재 에어툴의 경우에는 베인형의 회전장치를 대부분 사용하고 있으며, 사용되어지고 있는

베인형 로터의 대부분은 싱글챔버를 적용하고 있다<sup>(2)</sup>. 회전장치를 터빈형으로 적용하는 경우에는 높은 회전수의 문제와 부분분사로 인하여 토크가 다소 떨어지고 있어서<sup>(3)</sup> 베인형이 가장 많이 적용되고 있는 실정이다.

베인형의 경우에는 베인챔버에서 형성되었던 압력이 회전력을 만들게 되고 이 회전력에 의하여 로터가 회전하면서 순간적으로 챔버내에 있던 압력이 외부로 배출됨으로 말미암아 베인챔버내에서 압력의 변화는 펄스파처럼 형성되어져 회전체에 진동을 야기하는 문제점이 있다. 이러한 압력의 펄스를 줄이기 위하여 베인의 개수를 증가할 수 있지만 가공공정의 증가와 마찰면이 증대

\* 경상대학교 대학원

\*\* 한국기계연구원 지능형정밀기계연구본부

\*\*\* 경상대학교 항공기부품기술연구센터(기계항공공학부)

책임저자 E-mail : sycho@gsnu.ac.kr

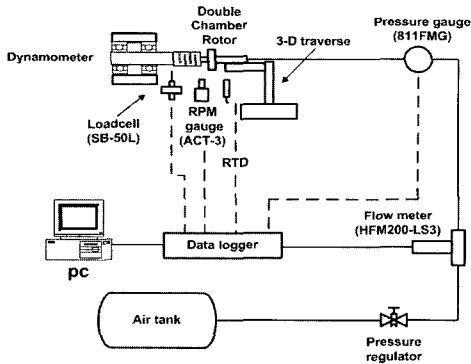


Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus

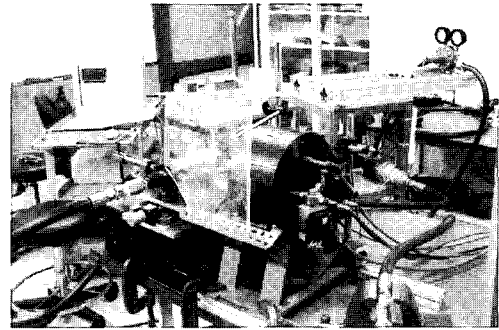


Fig. 2 Picture of experimental apparatus

되어 출력을 저하하게 된다. 따라서 이에 대한 대책으로 토크의 증가와 압력의 펄스를 줄이기 위하여 더블챔버에서 베인의 개수를 늘리는 방법이 개발되어지고 있다.

본 연구에 적용되어진 회전체는 소형으로 로터의 직경이 27 mm이고 길이가 65 mm이며 베인의 최대 높이는 4.5 mm인 장치로써 압축공기에 의하여 회전력을 얻어서 에어 그라인더나 임팩트렌치 등에 적용되어진다. 본 연구에서는 이와 같은 소형의 회전장치에 더블챔버형의 실린더를 적용하여 베인의 개수 및 뒤판에 설치된 부양홀 등을 변경하여 토크의 상승과 소음진동의 감소가 달성가능한지에 대한 성능특성에 관하여 연구하고자 한다.

## 2. 실험장치

실험에 사용된 더블챔버 회전장치는 고압의 공기를 작동유체로 하여 회전력을 얻는다. 실험에서 입구조건을 동일하게 하기 위하여 5 m<sup>3</sup>의 압축공기 탱크를 사용하여 측정 중에 압력의 변화가 없도록 하였다. 특히 베인 입구로 들어가는 압력라인에 정밀 압력 레귤레이터

를 설치하여 동일한 압력조건에서 실험이 이루어지도록 하였다. 더블챔버의 로터축과 회전력 조절의 다이내모메터는 스프링커플링에 의하여 직결식으로 연결하였으며 축 간의 직진도 향상을 위하여 3차원 트레버스를 사용하여 조정하였다. Fig. 1은 실험장치의 개략도이고, Fig. 2는 실제 실험장치의 모습이다.

더블챔버 입구에서의 압력과 온도를 입구라인 블록 챔버에서 측정하였으며 더블챔버 출구에서의 온도는 베기의 스웰을 고려하여 6개의 온도센서를 사용하여 측정하였다. 질량은 유량계와 온도계 및 압력계를 사용하여 측정하였으며 측정에 사용된 계기는 Table 1에 요약하여 놓았다. 로터의 회전수제어 및 출력을 측정하기 위하여 다이내모메터를 사용하였으며 다이내모메터는 에디전류방식으로써 출력의 측정 정밀도는 1.5급 이상이며 토크 검출기의 로드셀은 ±0.5% 이상의 정밀도를 갖고 있다. 진동 및 소음의 측정에 관한 장치는 진동소음부분에서 언급하였다.

## 3. 토크 예측

베인에 의하여 작동하는 로터에서 토크 예측은 측정결과와 비교가 가능한 싱글챔버에서 수행하여 토크를 결정하는 주요변수를 확인하고자 한다. 예측을 위하여 베인은 로터와 동일한 몸체로 가정하며 로터의 외경이 35 mm인 모델을 기준으로 계산을 수행한다.

Figure 3의 모델에서 베인의 방향은 로터의 반경방향에 비하여 6.3 mm 오프셋 되어 회전을 원활하게 하고 있다. 로터축을 기준으로 Fig. 3에서 나타나 있는 것처럼 실린더내경, 로터외경 및 베인의 방향에 대한 식을 아래와 같이 각각 나타낼 수 있다.

Table 1 Degree of accuracy on measuring device

Measuring equipment	Models	Accuracy
Flowmeter	HFM 200-LS3 Hastings Instruments	Less than 0.5 % at % FS 0~1500 L/min air
Loadcell	SB-50L CAS	±0.03 % Max. 50k gf
rpm gauge	ACT-3 Monarch	±0.0015 % Max. 20,000 rpm
Pressure gauge	811 FMG Sensotec	Less than 0.25 % at % FS 150 psi gauge
DAQ	Agilent 34970A	0.0035%

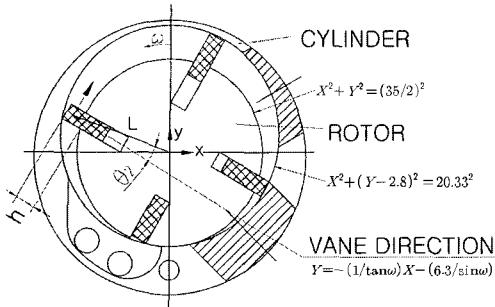


Fig. 3 Geometry of rotor, cylinder and vanes

$$\begin{aligned} x^2 + (y - 2.8)^2 &= 20.33^2 \\ x^2 + y^2 &= (35/2)^2 \\ y &= -(1/\tan \omega)x - (6.3/\sin \omega) \end{aligned} \quad (1)$$

회전각도에 대한 베인의 높이 ( $h$ ) 변화는 식 (1)에서 실린더 내경과 로터외경의 교점으로부터 Fig. 4에서처럼 얻어진다. 하지만 베인의 방향이 로터의 반경방향에

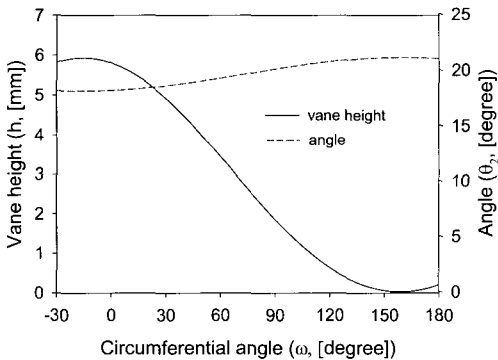


Fig. 4 Vane height and angle between vane and rotor radial direction along circumferential direction

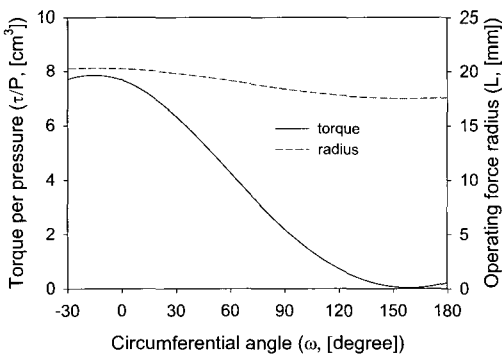


Fig. 5 Torque per pressure and operating force radius along circumferential direction

대하여 오프셋 되어 있으므로 회전위치에 따라 Fig. 3에서처럼 로터의 반경방향과 베인의 방향이 이루는 각도 ( $\theta_2$ )를 얻어야 하며 이 결과는 Fig. 4에 나타나 있다. 따라서 작동토크 ( $\tau$ )는 식 (2)와 같이 얻어지며 식 (2)에서의  $P$ 는 작동압력을 나타내며  $W$ 는 베인의 폭을 의미한다.

$$\tau = P \times L \times \cos \theta_2 \times h \times W \quad (2)$$

본 계산 모델에서의 로터의 중심에서 작동점까지의 반경거리 ( $L$ )와 단위압력에 대한 토크의 예측을 회전방향에 따라 Fig. 5에서 보여주고 있다.

본 예측모델은  $6 \text{ kg/cm}^2$ 의 압력에서 작동하는 경우에 실험 결과에서 얻어진 토크가  $4.5 \text{ N-m}$ 를 나타내었으므로 상당히 잘 일치하는 결과를 얻었다. 따라서 토크의 상승은 베인의 높이에 직접적인 영향이 있음을 알 수 있으며 더블챔버의 경우에는 회전상태에서 베인의 유효높이를 최대로 할 수 있도록 하는 방법을 공력실험의 결과에서 나타내었다.

#### 4. 1차모델 공력시험

Figure 6은 베인로터의 핵심부품들을 보여주고 있으며 로터는 실린더와 실린더의 양쪽 면을 차단하는 앞판(front plate)과 뒤판(rear plate)에 의하여 형성된 챔버 내에서 작동한다. 특히 뒤판 면에는 부양홀(lift hole)이 설치되어 있으며 에어홀에서 일부의 공기압은 뒤판 벽면의 작은 내부유로를 통하여 부양홀에 공급된다. 부양홀의 목적은 로터의 작동 시 베인이 수직으로 부양되어 실린더와 충분한 마찰이 되도록 하여 베인 공간의 기밀이 유지되도록 한다.

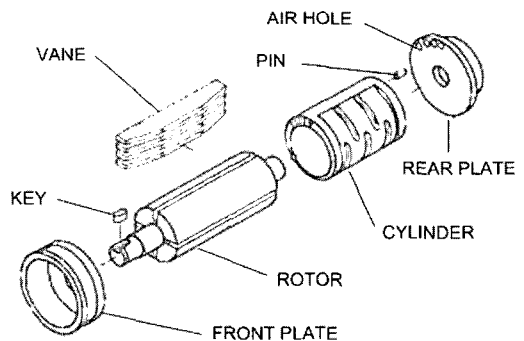


Fig. 6 Core parts of vane type rotating driver

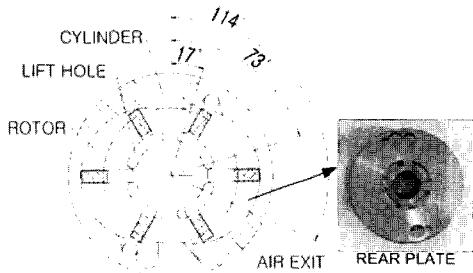


Fig. 7 Four lift holes on the rear plate

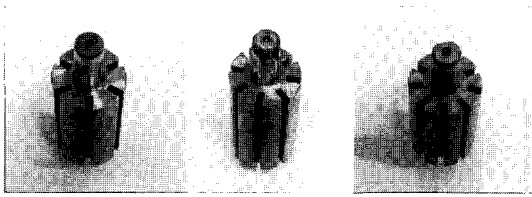
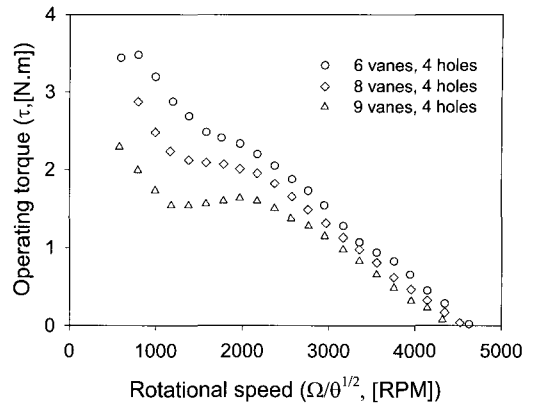


Fig. 8 Picture of rotors having different vane slots

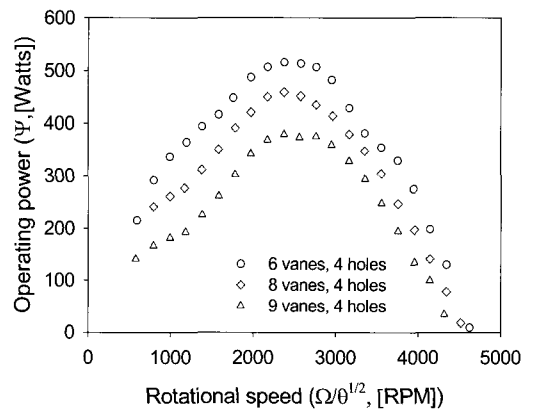
Figure 7은 본 실험에 적용된 뒤판의 형상과 뒤판에 설치된 4개의 부양홀을 보여주고 있다. 부양홀은 대칭으로 가공되어 에어홀의 조정에 따라 로터의 회전방향을 자유롭게 할 수 있는 장점이 있으며 부양홀 시작부의 라운드중심은 수직선에서 17°이며 끝나는 부분의 라운드중심까지는 73°이다. 베인챔버에서의 공기는 실린더에 설치된 공기 출구를 통하여 빠져나가며 이 공기 출구의 시작위치는 수직선에서 114°이다.

실험에 적용된 베인의 개수는 6개, 8개, 9개가 적용되었으며 Fig. 8은 이러한 베인을 설치할 수 있는 로터의 형상들을 보여주고 있다. 각각의 베인수에 따라 측정되어진 작동토크와 출력은 Fig. 9에서 회전수의 변화와 함께 보여주고 있다. 회전수는 베인 입구에서 측정된 온도를 표준온도에 의하여 보정한 온도보정계수 ( $\theta$ )를 적용하였다.

뒤판에 4개의 부양홀이 있는 경우에 베인의 개수가 증가할수록 토크와 출력이 감소하는 결과를 보여주고 있다. 정지토크는 로터와 실린더 내경에서 형성되어지는 베인의 유효높이에 비례한다. 따라서 높은 토크를 얻기 위하여서는 베인의 최대유효 높이를 크게 하는 것이 유리하다. 베인의 유효높이는 뒤판의 부양홀, 베인의 개수, 에어홀의 흡입구 및 출구의 위치에 따라 좌우된다. 특히 베인의 회전방향에 따른 상대적인 위치에 따라 변화가 발생되어지므로 동일한 회전속도에서 비교를 하여야 한다.



(a) Operating torque



(b) Operating power

Fig. 9 Operating torque and power on various vanes with 4 lift holes at the rear plate

실험에 적용된 Fig. 7의 더블챔버에서 로터와 실린더 사이에서 형성되어지는 베인의 높이는 로터 외경을 나타내는 원호와 실린더 내경을 나타내는 원호를 기준으로 구하게 된다. 하지만 베인의 높이에 대한 단순한 수치보다는 Fig. 7에서 보여주는 수직선을 기준으로 형성되어지는 회전각도 ( $\phi$ )를 바탕으로 베인의 높이를 수직으로 나타내게 되면 베인의 유효높이를 계산하는데 있어서 여러 모로 유리하므로 베인의 높이를 식 (3)과 같이 나타낸다. 이렇게 얻어진 식 (3)은 실제 베인 높이와의 차이는 전 영역에서 0.1% 이하이며 사인함수의 괄호안의 값은 라디안을 나타낸다.

$$h = 0.75 + 3.75 \times \sin((2\pi\phi)/(0.79 \times 360) + 5.87) \quad (3)$$

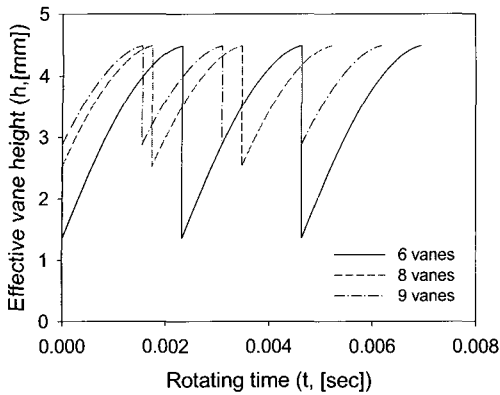


Fig. 10 Variation of effective vane height with 4 lift holes at the rear plate

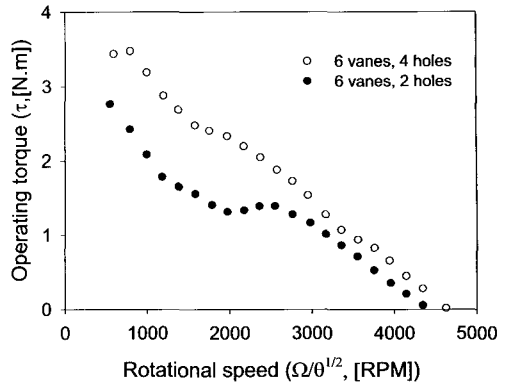


Fig. 11 Comparison of operating torque on 6 vanes with 4 and 2 lift holes at the rear plate

베인의 유효높이는 베인챔버에서 압력이 유지되어지는 상태에서 베인높이를 의미한다. 따라서 베인 개수에 따른 유효높이의 변화를 비교하기 위하여 회전수가 4320 rpm 인 경우를 기준으로 압력이 유지되는 순간까지 베인의 유효높이를 식 (3)을 이용하여 얻는다. 회전수 4320 rpm은 부양홀의 변화나 베인 개수의 조정에 따른 실험에서 최대의 회전수가 되므로 여러 실험의 경우와 비교를 위하여 선정한 회전수이다.

Figure 10에서 베인의 개수에 따른 베인의 유효높이 변화가 회전에 따라 펄스파처럼 형성되어진다. 이들 유효높이를 시간에 대하여 평균하면 6, 8, 9개의 베인에 대하여 3.30, 3.78, 3.89 mm의 평균 유효높이를 얻게 된다. 따라서 가장 높은 토크를 얻어야 하는 경우가 9개의 베인을 적용하는 경우가 되어야 하지만 Fig. 9의 성능시험 결과는 다른 결과를 나타내고 있다. 이러한 이유는 베인의 개수가 증가하게 됨에 따라 베인과 실린더간의 마찰력의 증가가 더 크기 때문에 발생된 현상이다. 이를 확인하기 위하여 뒤판에 부양홀을 길게 가공하여 끝부분의 라운드 중심 위치를 수직선에서 120° 까지 증가시켜 부양홀이 두 개만 설치된 경우와 비교한 출력 토크의 결과를 Fig. 11에서 보여주고 있다.

Figure 11에서의 결과에서는 베인의 개수를 동일하게 6개를 적용하였으므로 회전에 따른 베인과 실린더간의 마찰력은 동일하다. 하지만 베인의 평균 유효높이는 4320 rpm 기준으로 4개의 부양홀을 적용하는 경우에는 3.30 mm이었으나 2개의 부양홀을 적용하는 경우에는 2.46 mm로 줄어들었기 때문에 출력 토크의 감소가 발생되었다. 따라서 이러한 결과를 바탕으로 더블챔버에서 작동하는 로터의 출력을 증가하기 위하여서는 마찰력의

감소를 위하여 가능한 베인의 개수를 줄이면서 반면에 베인의 유효높이는 크게 얻도록 하여야 함을 알 수 있다.

## 5. 2차모델 공력시험

베인의 유효높이를 증가하기 위하여 로터 외경과 실린더 내경간의 폭을 증가할 수 있지만 이러한 경우에 베인 슬로트의 깊이가 증가하여야 하므로 로터의 크기에 영향을 미치게 된다. 따라서 1차 모델과 동일한 크기의 로터에서 베인의 유효높이를 키우기 위하여 뒤판의 부양홀 끝부분 위치를 조절하여 유효높이를 향상하였다.

부양홀의 끝부분 위치가 길어짐에 따라 대칭형 4개의 부양홀이 불가능하므로 2개의 부양홀을 설치하여야 한다. 부양홀 끝부분의 위치는 수직선에서 라운드 중심까지 각도를 94°와 101°로 선정하였다. 94°의 경우는 6개의 베인이 적용되었을 때 베인팁이 출구홀에 도달되었을

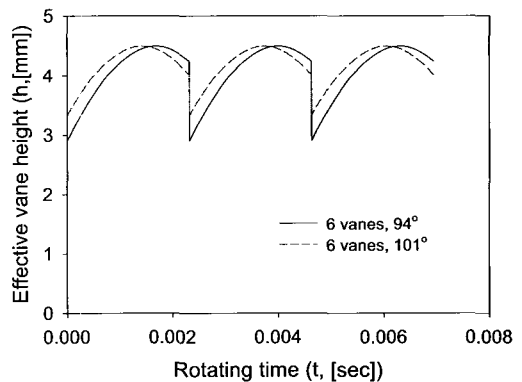
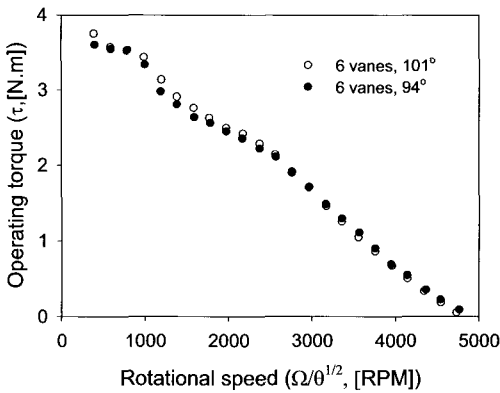
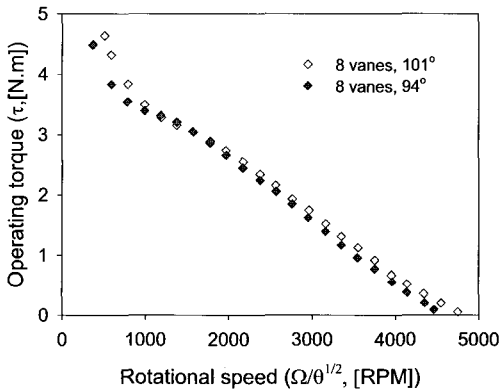


Fig. 12 Variation of effective vane height on the 6 vanes with 2 lift holes at the rear plate



(a) 6 vanes



(b) 8 vanes

Fig. 13 Operating torque on the 6 and 8 vanes with different lift holes size at the rear plate

때 부양홀에 있는 베인은 부양홀을 벗어나게 되어 부양홀과 출구와는 완전히 차단되어있는 상태가 유지되는 마지막 순간이 되고, 101°의 경우는 베인의 팁이 출구홀에 완전히 들어가게 되는 순간의 상태이며, 이 때 부양홀에 있는 베인은 부양홀을 벗어나는 순간이 되는 경우의 각도이다. 단지 두 경우의 차이로는 101°의 경우는 베인팁과 실린더가 면 접촉으로 이루어지는 것으로 고려한 경우이고 94°의 경우는 선 접촉으로 이루어진다고 가정하여 얻어지는 각도이다. 각각의 경우에 대하여 4,320 rpm의 회전수에서 6개의 베인이 적용되었을 때 회전시간에 따른 베인의 유효높이 변화를 Fig. 12에서 보여주고 있다.

Figure 12에서 부양홀의 끝부분 각도가 94°와 101°로 되었을 때 베인의 평균 유효높이는 4.08과 4.19 mm로 1차 모델에 비하여 24~27% 증가하였다. Fig. 13은

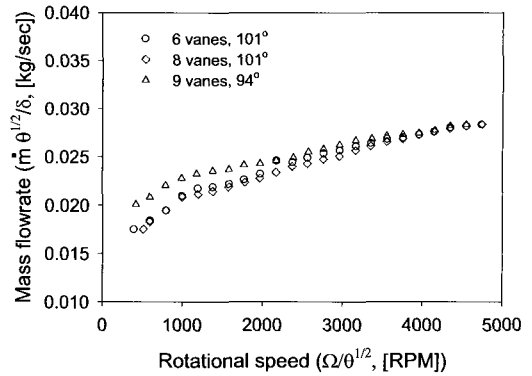
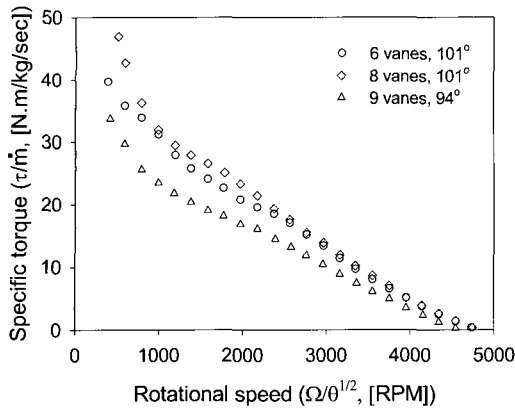


Fig. 14 Mass flowrate on the various vane rotor with 2 lift holes size at the rear plate

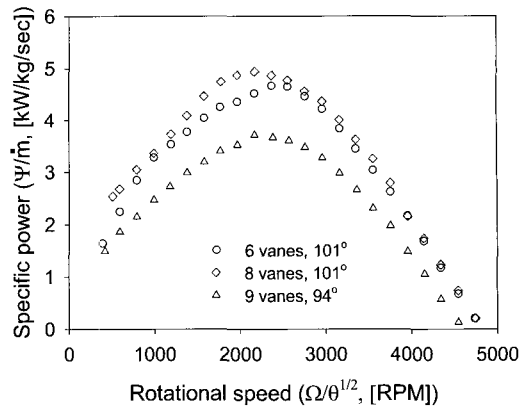
베인의 개수가 6개와 8개가 적용된 경우에 얻어진 작동토크의 변화를 보여주고 있으며 부양홀의 끝 부분 위치가 101°인 경우에 얻어진 토크가 다소 큰 값을 나타내고 있음을 보여주고 있으며 베인의 개수가 9개인 경우에는 부양홀의 끝부분 위치가 101°인 경우나 94°도의 경우나 큰 차이를 보이지 않았다. 특히 베인의 개수가 8개인 경우에 회전속도가 1,200 rpm에서는 베인의 유효높이 증가에 따라 토크가 47%까지 증가하였다.

동력계에서 출력의 조절에 따라 소모되어지는 질량유량의 변화를 Fig. 14에서 보여주고 있다. 질량유량은 표준온도를 기준으로 베인 입구에서의 공기온도에 온도보정계수( $\theta$ )를 적용하고, 압력의 경우는 표준압력을 기준으로 베인 작동 압력에 압력보정계수( $\delta$ )가 적용되었다. 작동 시에 질량유량은 회전속도가 커질수록 증가하는 경향을 나타내고 있는데 이러한 것은 베인형의 로터에서는 회전수가 질량유량에 직접적인 비례관계를 갖기 때문이다.

Figure 15는 각각의 베인 개수에 따른 비토크와 비출력의 변화를 나타내고 있으므로 각각의 성능을 비교할 수 있다. 1차 모델에서의 결과와는 달리 베인의 개수가 8개인 경우가 가장 양호한 특징을 보여주고 있다. 이러한 것은 베인의 유효높이 증가에 따른 출력 증가의 영향이 베인 개수의 증가에 따른 마찰력에 의한 출력감소의 영향보다도 더 크기 때문이다. 동일한 크기의 싱글챔버에 비하여 토크의 상승은 17% 정도 상승한 결과를 얻었다. 최대 비출력은 회전수가 2,200~2,500 rpm 영역에서 얻어졌는데 이러한 것은 세 경우 모두 회전수 변화에 따른 토크의 변화율이 비슷하기 때문에 발생되었다.



(a) Specific torque



(b) Specific power

Fig. 15 Specific torque and power on the various vane rotor with 2 lift holes size at the rear plate

### 6. 소음진동시험

베인 개수의 증가에 따라 베인의 유효높이가 증가하는 것은 Fig. 10에서 이미 보여주었다. 이 유효높이의 변화 펄스폭은 베인 개수가 증가함에 따라 줄어들기 때문에 줄어드는 유효높이의 펄스폭이 진동소음에 유리한지를 확인하기 위하여 실제작동에 따른 소음진동을 측정하였다. 측정은 ISO에 의하여 규정<sup>(4),(5)</sup>된 측정방식에 의하여 수행되었다.

측정을 위한 장치는 B&K<sup>(6)</sup> 3560C 모델이 적용되었으며 진동의 측정을 위하여 수완계 측정기구인 이동식 어댑터가 적용되었다. 이동식 어댑터의 형상은 Fig. 16에서 보여주고 있으며 그림에서처럼 손으로 전달되어지는 3차원의 진동을 측정하게 된다.

측정 시에 이동식 어댑터를 손에 끼고 에어공구를 작동하면서 측정하여야 하므로 미니어처급의 가속도계가

사용되었다. 적용되어진 가속도계의 기본사양은 Table 2와 같다. 소음측정을 위하여 사용된 마이크로폰은 B&K의 4189 모델로써 민감도는 46.6 mV/Pa를 나타내었으며 Prepolarized free field 1/2"의 크기이다. 측정시 B&K 4231 소음교정계에 의하여 교정한 후 측정되었다. 진동 측정의 결과는 FFT 분석을 수행하였으며 소음은 CPB 분석을 하였다. FFT 분석을 위하여 Hanning weighting을 하였으며 CPB 분석을 위하여서는 지수모드 평균을 하였다.

회전체를 손에 쥐고 작동하는 경우에 실제로 사람에게 전달되어지는 진동력은 회전체에서 발생되어지는 모든 진동들이 전달되어지는 않는다. 소음과 마찬가지로 가청권에 있는 음만 듣게 되는 경우와 동일하며 이를 규정하여 놓은 ISO 5349의 규정<sup>(7),(8)</sup>에 따라 측정된 가속도에 필터처럼 작동되어지는 곡선이 Fig. 17에 나타나 있다. 이러한 곡선을 사용하여 측정된 값으로부터 실제 사람이 느끼는 값으로 바꾸어 놓았다. 측정은 3번씩 평균하여 3축으로 측정된 값의 백터크기로 측정을 하였다.

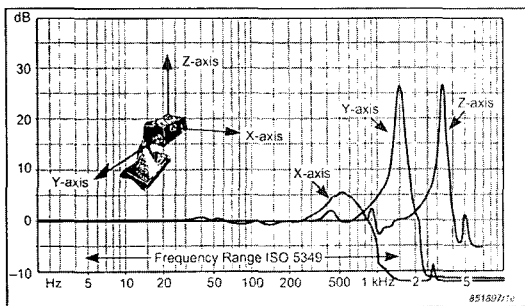


Fig. 16 Typical frequency response for handle adaptor and its configuration

Table 2 Basic specification of three miniature accelerometers

Model (serial #)	Sensitivity	Frequency range	Weight	Traverse sensitivity
4374L (11087)	0.1110 pC/ms <sup>-2</sup>	26 kHz	0.65g	1.6%
4374 (11166)	0.1558 pC/ms <sup>-2</sup>	26 kHz	0.65g	1.8%
4374 (11167)	0.1574 pC/ms <sup>-2</sup>	26 kHz	0.65g	3.0%

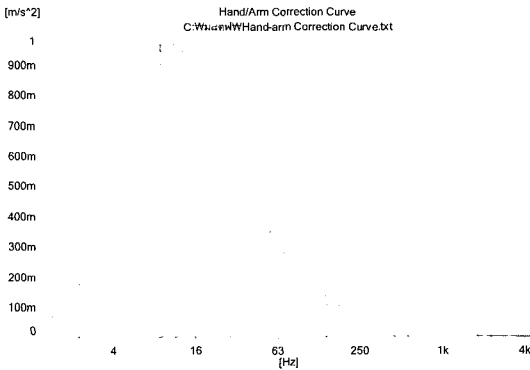


Fig. 17 Correction curve incorporated in human-vibration unit based on ISO 5349

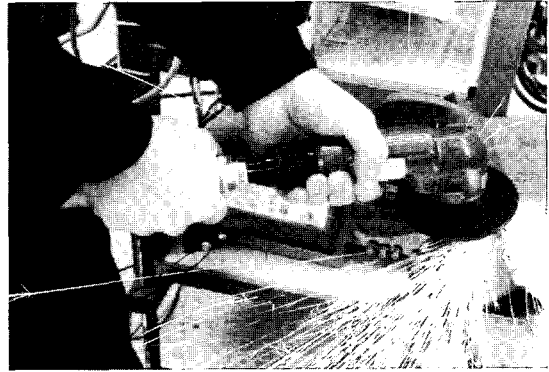


Fig. 18 Picture of operating state for measuring sound and vibration

작업조건의 변화에 따라 발생하는 진동과 소음은 달라질 수 있다. 따라서 본 측정에서는 ISO 규정에 의거하여 3차원으로 측정하고 이를 다시 보정곡선을 사용하여 보정된 값으로 변경하여 주파수대 별로 얻어진 진동 소음의 결과를 다시 총합의 값으로 변경하였다. 진동의 보정은 가속도로 보정이 이루어지며 보정된 값은 파워를 기준으로 합하여 다시 총합으로 값을 얻었다. 소음의 경우에도 파워를 기준으로 총합을 구하고 A-weighting하여 dBA로 나타내어 얻어진 값이다. Fig. 18은 측정하고 있는 상태를 보여주고 있으며 이동식 어댑터가 적용되고 있음을 보여주고 있다.

Figure 19는 실제 작동하면서 측정된 진동을 보여주고 있다. 측정 시에 회전속도는 작업에 따라 변화되었기에 측정된 진동은 작업과 직접적인 관련이 있다. 하지만 회전수가 감소하여도 진동은 증가하지 않고 대체적으로

균일하게 변하고 있음을 보여주고 있다. 이는 회전장치가 작동하는데 토크가 증가하여도 이 토크의 증가가 진동을 야기하지는 않는 것임을 알 수 있었다. 따라서 진동 크기의 원인은 회전체의 형상에 의하여 결정되는 진동과 직접적인 연관이 있음을 알 수 있다. 측정의 결과 베인의 개수가 8개 적용된 경우가 가장 높은 진동을 보여주고 있으며 반면에 9개의 베인이 적용된 경우가 가장 낮은 값을 보여주고 있다. 이는 작동 시에 형성되는 베인의 유효높이의 변화 펄스가 가장 큰 6개의 베인을 장착한 로터보다도 8개의 베인 로터에서 더 큰 진동을 나타내고 있는 것은 회전체에서 형성되어지는 출력이 작동 중에 얻어지는 진동에 직접적인 관련이 있음을 알 수 있다. 따라서 동일한 출력의 경우라면 베인의 유효높이 변화펄스가 적은 것이 진동을 적게 발생함을 예측할 수 있다.

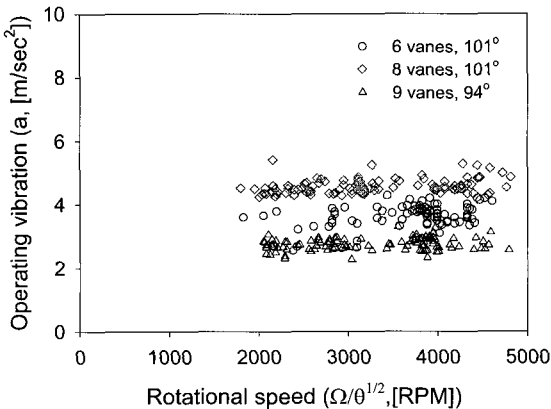


Fig. 19 Total vibration with operating rotational speed

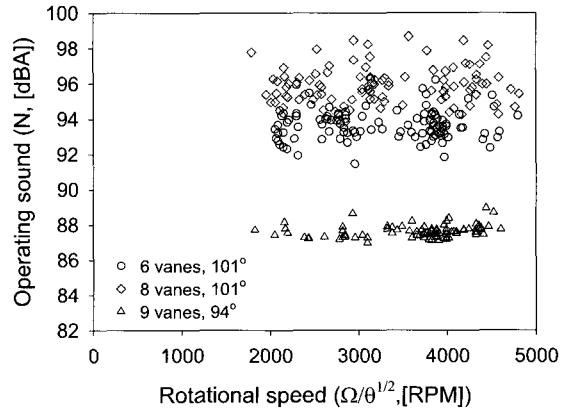


Fig. 20 Operating sound with operating rotational speed



실제 작동하면서 측정된 소음을 Fig. 20에서 보여주고 있으며 소음은 진동과 직접적인 연관이 있으므로 진동의 변화와 마찬가지로 동일한 결과를 나타내고 있다. 측정된 소음은 작동 시에 얻어진 값이므로 공구의 가공에 따른 소음이 영향을 미칠 수가 있다. 하지만 회전속도가 낮은 영역에서는 높은 토크가 형성된 지점이므로 가공이 강하게 이루어지고 있음에도 불구하고 소음에 미치는 영향이 뚜렷하게 발생되지 않음을 알 수 있다. 따라서 가공에 따른 소음의 영향은 그다지 크지 않음을 알 수 있으며 진동과 마찬가지로 회전장치의 특징에 의하여 소음이 좌우됨을 알 수 있다. 본 결과에서 소음도 진동과 같이 작동출력에 의하여 좌우됨을 알 수 있다.

## 7. 결론

더블챔버를 사용하는 베인형 로터에서 베인의 개수를 변경하고 뒤판에 가공된 부양홀의 크기를 변경하면서 성능의 변화를 실험적으로 연구하였다.

- 1) 부양홀의 크기가 적은 경우에 베인의 유효높이가 적으므로 베인의 개수가 증가하는 경우에 마찰력의 증가로 인하여 토크의 감소가 이루어졌다. 부양홀의 크기를 조절하여 베인의 유효 높이를 증가한 경우에 베인에서의 토크 상승으로 인하여 베인의 개수가 8개가 적용된 경우가 가장 좋은 성능을 나타내었다. 특히 회전속도가 1,200 rpm의 영역에서는 1차 모델에 비하여 토크가 47% 까지 증대되었다.
- 2) 소음과 진동은 실제 작동상태에서 가공을 하면서 회전수의 변화를 인위적으로 만들면서 측정하였다. 작업 중에 변화되어지는 토크의 변화는 진동과 소음에 영향을 미치지 못하며 회전장치의 특징이 소음과 진동의 크기를 결정하는 요소임을 알 수 있었으며 소음과 진동의 크기는 회전장치가 발생하는 출력에 직접적인 영향이 있음을 나타내었다.

## 후 기

“이 논문은 2005년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임”(KRF-2005-005-J09901)

## 참고문헌

- (1) Fuji, “Fuji with Utmost Passion for Eco-Quality,” 2005, Fuji Air Tools Catalog, SJ204-0989, pp. 15~18.
- (2) Daewoo, “Daewoo Air Tools,” 2003, Catalog, pp. 4~20.
- (3) 조수용, 김은중, “100,000 rpm급으로 회전하는 에어공구의 성능측정에 관한 연구,” 2003, 유체기계저널 Vol. 6, No. 3 pp. 44~50.
- (4) ISO 10819 Mechanical Vibration and Shock - Hand Arm Vibration - Method for the measurement and evaluation of the vibration transmissibility of gloves at the palm of the hand.
- (5) ISO 13753 Mechanical Vibration and Shock - Hand Arm Vibration - Method for measuring the vibration transmissibility of resilient materials when loaded by the hand-arm system.
- (6) B&K <http://www.bksv.co.kr/wizmart.php?query=view&code=301010&no=17>.
- (7) ISO 5349-1 Mechanical Vibration - Measurement and Assessment of Human Exposure to Hand Transmitted Vibration - part 1: General Requirement.
- (8) ISO 5349-1 Mechanical Vibration - Measurement and Assessment of Human Exposure to Hand Transmitted Vibration - part 2: Practical Guidance for Measurement at the Workplace.