

가정용 에어컨의 실외기 뢰소음 저감

최 원 석* · 이 재 권*

1. 서 언

가정용 에어컨의 보급은 꾸준히 증가되어 왔으며, 소비자의 에어컨에 대한 품질 측면의 인식도 보급 증대와 더불어 날로 증가되고 있는 상황으로서 에어컨의 기본적인 냉방성능, 전력소모량 뿐만 아니라 실내기 디자인 및 소음이 구매 및 사용에서의 중요 요인으로 인식되어 왔다. 그러나 최근 국내의 밀집형 주거형태에서는 실외기 소음이 에어컨 사용시의 품질 요구사항으로 크게 부각되고 있는 상황으로 사용자 요구품질임과 동시에 근접 주변인의 환경적 요구사항으로 급부상하고 있다.

실외기 소음원은 크게 두 가지로 분류된다. 첫째는 콤프레서 (compressor)에서 발생하는 소음과 둘째는 열교환기 전열성능 촉진을 위해 사용하는 축류형 송풍뵨에서 발생하는 유동소음이다. 콤프레서에서 발생하는 소음은 일반적으로 콤프레서를 열교환기 및 뢰이 장착되는 곳과 파티션 (partition)으로 분리된 기계실을 형성하고 소음을 흡음 및 차폐하는 흡차음재를 콤프레서 주변에 설치하여 소음전달을 감소시키는 반면 축류뢰에 의하여 발생하는 유동소음은 차단이 불가능하기 때문에 저소음 뢰 개발을 위해 축류뢰의 익형 설계 연구를 주로 진행하여 기술적으로 많은 진전이 있었다. 그러나 최근의 에어컨용 축류뢰의 저소음화에 대한 기술적 발전이 다소 답보 상태에 있는 상황에서 뢰 단독의 저소음화에 대한 연구 일변도에서 탈피하여 뢰이 적용되는 실외기를 유로시스템 관점에서의 최적 뢰 적용 및 뢰과 주변 유로에 대한 매칭 (matching)을 통한 저소음화를 달성하고자 하는 연구가 많이 진행되고 있으며 상당한 기술적, 경제적 성과를 거두고 있다.

그동안 에어컨 실외기 뢰는 일반적으로 장착이 가

능한 한 직경이 큰 뢰를 적용하여 왔다. 이는 실외기에서 상대적 대구경 뢰이 소구경보다 동일 유량에서 뢰 작동 회전수 (rpm)을 낮출 수 있으며, 이에 따라 뢰 소음 역시 상대적으로 낮아질 것으로 예상하였기 때문이나 뢰 회전수 감소가 반드시 소음 감소에 효과적인지에 대한 문제가 제기되어 이를 실험적으로 검증하여 보았으며 이러한 과정에서 뢰 효율이 개선된다면 모터입력 저감에 따른 에어컨의 전체 소비전력 감소 및 모터 축소에 따른 원가 절감이라는 부수적 효과도 기할 수 있을 것이다. 뢰 주변 유로구조 역시 에어컨 소음에 큰 영향을 주는 설계요소로 알려져 있으며 뢰에 따라 적정 형상의 유로를 구성을 한다면 이 효과가 뢰 개발 효과와 비교하여 작지 않을 것이다. 따라서 뢰 직경과 세트와의 매칭 및 주변 유로구성에 따른 뢰 소음의 영향도를 비교 검토하여 에어컨 실외기 설계에 이용하고자 하였으며, 뢰 소음저감을 위한 최근의 2엽 축류뢰 개발과 관련된 연구사례를 소개하고자 한다.

2. 뢰 직경 변화에 따른 실외기 뢰 소음

에어컨 실외기의 송풍용 축류뢰 직경에 따른 송풍 소음 변화를 실험적으로 검토하였다. 뢰과 벨마우스 (bell mouth)는 초기 형상에서 직경 변화에 따라 scale만을 조정하여 제작하였으며 다른 조건은 동일하게 측정하였다. 실험은 동일 실외기에서 뢰 직경을 초기 직경 D mm에서 0.94 D와 0.9 D로 축소 변경하였다.

Fig. 1은 본 검토에 사용한 실외기와 유사 구조를 가진 실외기 구성도이다.

Fig. 2(a)는 동일 실외기에서 뢰 직경은 축소 변경되나, 형상 상사성을 가진 뢰를 장착하여 rpm 변화에 따른 풍량 변동을 나타낸 것으로 뢰 직경이 클수록 동일 풍량에서 rpm이 낮아지는 일반적 경향을 보여준다.

Fig. 2(b)에서 소음관점에서 뢰 직경을 살펴보면 다른 경향을 나타내고 있다. 동일 실외기에서 뢰 소음

* 자료제공 삼성전자 시스템가전사업부
E-mail : weons.choi@samsung.com

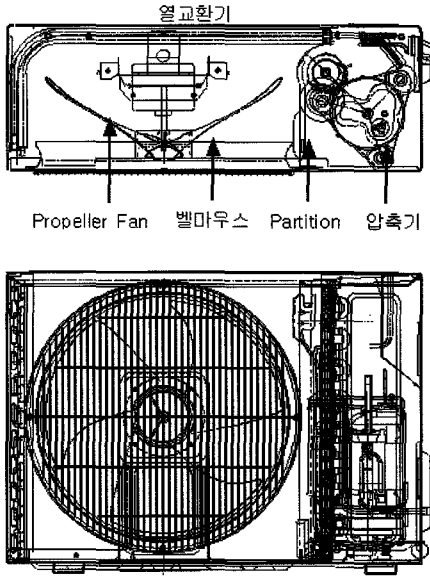
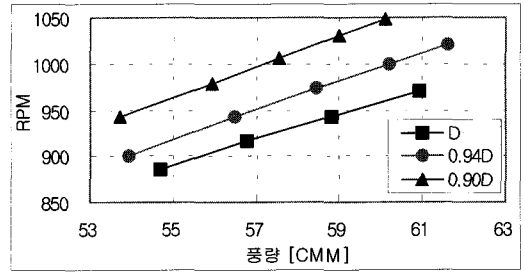


Fig. 1 에어컨 실외기 구성도

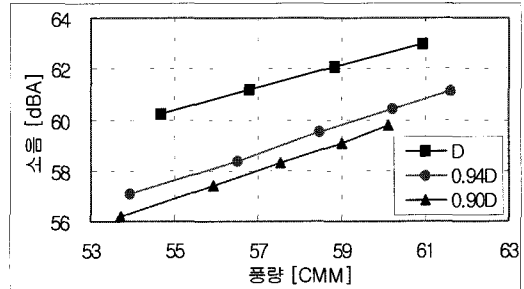
은 직경이 작아질수록 낮아지며, 특히 초기 D에서 0.94 D로 변경될 때의 소음 감소비가 크게 나타나고 있으며, 정량적으로 2 dBA 이상의 소음이 감소한다. 뿔 직경이 0.94 D에서 0.9 D로 축소될 때 소음은 여전히 감소하나 감소율은 작게 나타난다. 이 결과는 적정 직경의 뿔을 선정하여야만 소음이 최소화됨을 보여주는 것이다. 뿔과 주변 세트 구성물과의 유로 공간이 적절하게 유지되어야 하며, 세트에 맞추어 큰 직경의 뿔을 적용하면 주변 구성물과의 상대적 유동불안정 및 마찰 등의 영향으로 소음이 상승하기 때문이다.

Fig. 2(c)는 뿔 직경에 따른 뿔모터 입력을 나타낸 것으로 뿔 직경이 작을수록 동일 풍량에서 모터의 소비 입력이 작음을 보여준다. 이 역시 소음 측정치와 유사한 경향을 나타내며, 뿔 직경이 D에서 0.94 D로 변경되면 뿔모터 소비입력이 약 20% 정도 감소함을 알 수 있다. 이와 같은 경향을 토대로 축류뿔의 직경을 적절하게 선정하면 상대적으로 동일 풍량을 확보하는데 rpm은 상승하나 소음 감소 및 모터 입력 감소에 의한 제품 에너지 효율의 개선을 기할 수 있으며, 뿔 모터 소형화가 가능하여 모터 원가를 절감할 수 있는 결과를 얻을 수 있다.

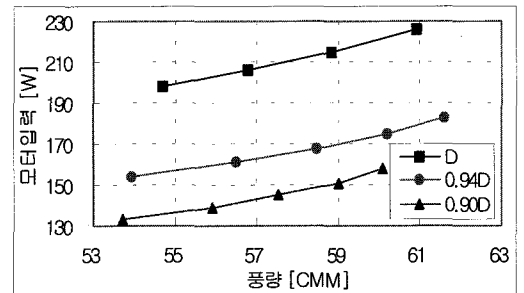
이상의 검토와 같이 송풍용 축류뿔을 사용하기 위해서는 설치하고자 하는 조건에 맞추어 적정 직경의 뿔 선정이 뿔 소음 감소 및 효율증대 측면에서 중요함을 알려 주고 있는 것이다.



(a)



(b)



(c)

Fig. 2 (a) 풍량 대 rpm, (b) 풍량 대 소음 및 (c) 풍량 대 입력

3. 벨마우스 형상에 따른 뿔 소음 영향도

뿔 주변의 유로 구성물인 벨마우스 형상 변경에 따른 풍량 및 뿔 소음 변화를 측정하였다. 벨마우스는 Fig. 1에 나타난 바와 같이 뿔의 외주부에 형성되어 축류뿔의 압력상승에 의한 송풍량을 확보하는데 있어서 손실을 작게 하면서 뿔 효율을 극대화하여 원하는 송풍량 및 소음을 확보하도록 하는 역할을 한다.

Fig. 3은 본 검토에 사용된 6종의 벨마우스 형상을 도시한 것이다. 각각은 길이 및 곡률이 서로 다르게 설계되어 있다.

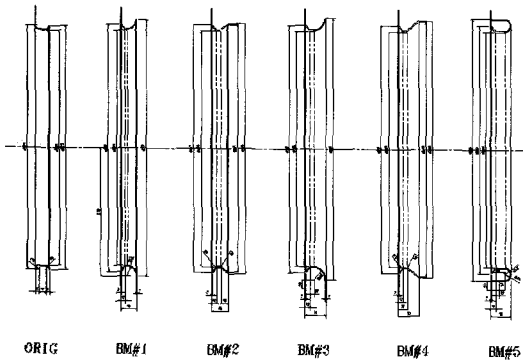
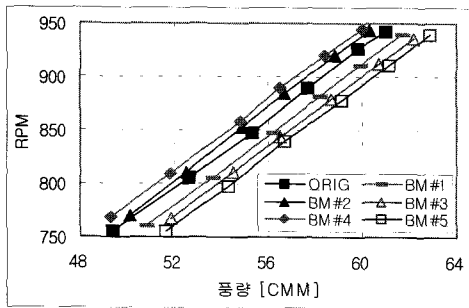
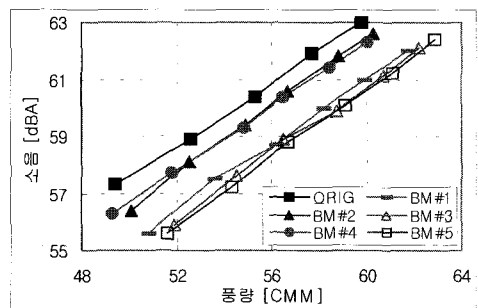


Fig. 3 벨마우스 형상

Fig. 4(a)는 벨마우스 형상 변경시의 rpm에 따른 풍량의 변화 추세를 나타낸 것이다. 여기서는 동일 팬 회전수에서 벨마우스에 따라서 약 5% 정도 풍량 변동이 생길 수 있음을 보여주며, 벨마우스 변경으로 50 정도의 rpm을 낮출 수 있음을 의미한다. 이는 동일 팬의 작동 rpm을 낮춤으로써 팬소음이 낮아질 수 있는 가능성을 제공한다고 할 수 있다. Fig. 4(b)는 풍량에 따른 팬 소음을 측정된 결과이다. 이 결과를 보면 동일 풍량을 팬이 송출하는데 벨마우스의 형상에

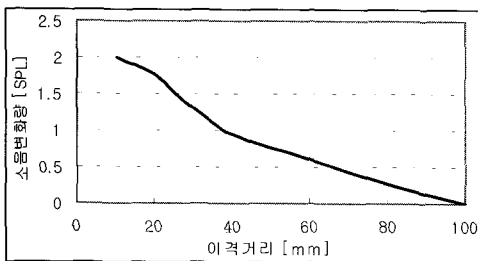


(a)

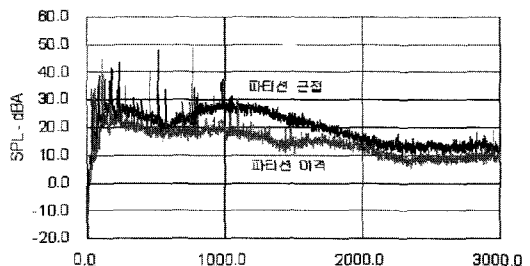


(b)

Fig. 4 (a) 벨마우스 변화에 따른 풍량 변동 및 (b) 벨마우스 변화에 따른 팬 소음 변화



(a)



(b)

Fig. 5 (a) 팬과 파티션 이격거리에 따른 소음변화 및 (b) 파티션 이격시의 소음 spectrum

따라서 약 2 dBA 정도의 소음차가 있음을 알 수 있다. 이는 실외기 축류팬의 팬 높이와 압력 상승 등의 정도에 따라서 적정 비율의 벨마우스 높이 및 곡률변화가 수반되어야만 팬의 효율을 상승시키며 팬 소음 또한 감소시킬 수 있음을 보여주는 것이다.

4. 팬과 파티션 위치에 따른 팬 소음

Fig. 1에 도시된 파티션 (partition)은 압축기 소음 차단을 위해 설치하며 송풍팬과 근접한 거리에 위치하고 있는 부품으로서 팬 소음 상승에 영향을 미치고 있으므로 팬과의 이격거리에 따른 소음 영향도를 분석하여 보았다.

Fig. 5(a)는 팬과의 초기 이격거리 10 mm를 기준으로 간격을 넓혀가며 소음을 측정하여 팬 소음 감소량을 기록한 것이다. 이 결과를 보면 파티션을 팬과 40 mm 정도 이격시키면 초기대비 1 dBA, 100 mm 이격되면 2 dBA의 소음이 감소되는 것을 알 수 있다. Fig. 5(b)는 파티션을 초기상태와 최대 100 mm 이격시킨 경우의 소음 spectrum 변화를 나타낸 것이다. 파티션이 팬과 이격될수록 팬 동작에 의한

BPF (Blade Passing Frequency)로 발생하는 이상 peak가 감소하는 경향이 뚜렷하게 나타나 소음감소 및 이상 peak 감소에 의한 체감음질이 상당히 개선되는 효과가 나타난다. 그러나 실제 설계의 경우 웬과 파티션의 간격을 크게 할 수는 없으므로 소음감소량 및 BPF에 의한 체감음질이 악화되지 않는 설계 기준을 설정하여 설계를 하게 된다.

이상의 검토는 송풍팬을 사용하는 에어컨 실외기에서 웬소음 감소를 위하여 송풍팬과 주변 유로구성물에 대한 적정 구성 및 설계를 하여 소음과 이상소음을 감소시키는 사례를 나타낸 것이며, 이러한 연구의 지속적 수행으로 보다 효과적으로 웬에 의하여 발생하는 송풍소음을 효과적으로 감소시키고 있다.

다음의 한 사례는 최근 축류팬의 날개수를 변동시켜 소음을 감소시키는 연구동향을 설명하고자 한다. 통상 에어컨용 실외기 축류팬의 날개수는 3~5개 정도를 사용하나, 2개의 날개를 사용하여 소음을 저감시킨 연구 결과이다.

5. 축류팬 날개수 변경에 의한 소음 저감

최근 에어컨 실외기의 송풍용 축류팬 연구동향은 그동안 주로 사용되었던 3~5엽 축류팬에서 2엽팬에

대한 연구로 전환되고 있는 추세이다.

Fig. 6은 동일 용량의 실외기에 적용하고자 웬 날개수를 3개에서 2개로 변경한 예이다. 이를 세트 시험을 통하여 효과를 검증하여 보았다. Fig. 7(a)은 동일 실외기에서 웬 날개수 변경에 따른 풍량 대비 소음 특성을 나타낸 것이다. 웬 날개수가 3개에서 2개로 변경됨에 따라서 동일 풍량에서 웬 소음이 1.5 dBA 정도 감소함을 알 수 있으며, Fig. 7(a)와 같이 웬 모터의 소비입력이 5 W 정도 감소하고 있다. 즉 웬 소음 감소 및 효율이 증가됨을 알 수 있다.

본 예와 같이 저소음화의 수단으로 음원인 송풍팬의 날개수를 줄이는 것은 종래부터 행하여져 왔으나, 최근의 개발은 날개수를 2개로 까지 줄이고 있다.

그러나 날개 수의 감소는 흐름이 날개를 따라 흐르는 정도(미끄러짐 계수)의 악화에 의한 정압저하의 염려가 있으나, 날개의 chord 길이와 pitch 비율을 적정한 값으로 하면 정압효율의 개선이 가능하다. 원하는 사양의 풍량과 정압을 만족하기 위해서는 흐름에 대해 적당한 날개각(setting angle)을 갖도록 하는 것이 필요하며 날개 하나가 받는 부하를 위해서는 날개의 chord 길이를 길게 할 필요가 있다. 날개의 chord 길이와 날개각은 웬의 높이치수를 결정하는 중요한 요소이며 실외기에서 웬 사용시의 치수에 제한을

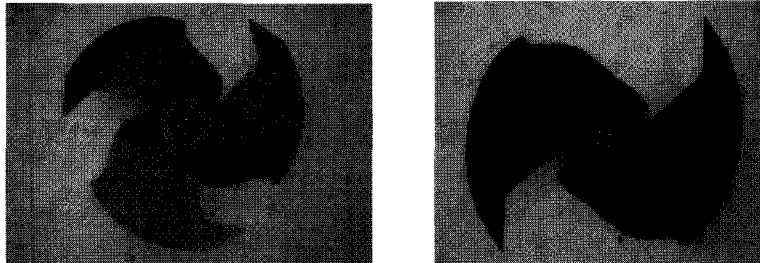
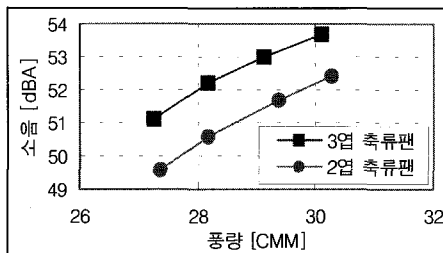
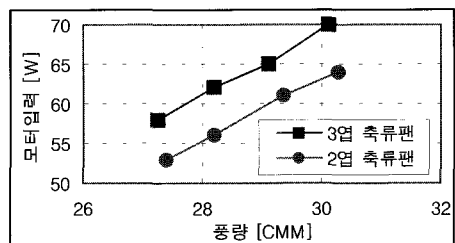


Fig. 6 축류팬의 날개수 변경



(a)



(b)

Fig. 7 (a) 날개수 변경시의 풍량 대비 소음 및 (b) 날개수 변경시의 웬 모터 입력

준다. 웬의 높이와 소음은 밀접한 관계가 있으며 이는 날개의 chord 길이가 길 경우 완만한 압력상승을 얻을 수 있어 박리나 경계층 발달의 억제가 가능하기 때문으로 추정된다.

날개 수를 적게 하여 정압상승을 확보하면서 저소음화를 하려면 웬의 높이가 증가한다. 그러나, 실외기의 compact화 관점에서는 웬의 높이는 낮게 하는 것이 좋다. 결국 trade off의 관계가 된다.

따라서 제품개발에 있어서는 저소음화 및 compact화의 양면을 모두 고려한 설계가 필요하며, 실외기의 취부 구조 등의 변경 없이 동일 웬 높이의 3~4개 날개의 웬에서 2익 웬의 설계 및 적용은 적정 웬 높이의 확보하는 측면에서 다른 여러 요소에 대한 고찰이 필요한 것이다.

6. 결 언

이와같이 축류형 송풍웬을 적용하는 에어컨 실외기

에서의 웬 소음 저감에 대한 사례를 살펴보았다. 웬 소음을 저감하기 위해서는 웬 익형의 저소음 설계가 가장 중요한 연구 과제이나, 웬의 저소음화가 진행된 경우에는 웬 주변의 유로를 보다 최적의 상태로 만들어 주는 연구가 보다 경제적으로 웬 소음을 제어할 수 있음을 알 수 있었다. 적용하고자 하는 실외기에 적합한 웬 직경의 선정, 벨마우스 형상에 대한 최적화 및 주변 보조 기구물에 대한 적정 매칭을 통한 웬소음의 저소음화 및 체감음질 개선이 주요한 연구과제로 진행되고 있다.

참고문헌

- (1) 生,井武文, 井上雅弘, 1988, “ターボ 送風機と 壓縮機,” コロナ社,
- (2) 廣中他 2名, 2002, “Package 에어컨용 실외기의 저소음화”, 三菱電機技報 Vol. 76, No.11