

# Air-Multiplier를 이용한 환풍기 설계에 관한 연구

## Design of multipurpose ventilator for a vehicle using air-multiplier

\*박종규, 장지수, 김영준, 정영도, 장윤혁  
 J. Park, G. Jang, Y. Kim, Y. Jung, Y. Jang  
 창원대학교 기계공학과

Key words : Air-multiplier, Ventilator, Vehicle

### 1.서론

차량이 주행 중에 실내 환기를 위해 창문을 여는 경우가 가장 일반적인 차량 환풍 형태이지만 고속으로 주행중일 경우나 여름에 빠른 실내 온도 저하를 위해서는 보다 효율적인 환풍 장치의 필요성이 제기된다. 한 가지 예로 탑승자는 흡연자와 비흡연자로 나뉘게 되는데 이때 흡연자는 비흡연자 때문에 흡연을 하지 못해 불편하고 비흡연자는 흡연자의 담배연기 때문에 불편하다. 창문을 열어놓으면 연기가 빠지기는커녕 차안에서 계속 와류하는 현상을 볼 수 있다. 이러한 문제점을 해소하기 위해 실내에 가득 차있는 연기를 환풍기를 통하여 강제배기시켜 줌으로서 위의 예시와 같은 문제점해결을 기대 할 수 있고 또한 여름철 차량 내부의 온도를 빠르게 내려주는 효과 까지 기대할 수 있었기에 선루프 환풍기 제작을 하게 되었다.

현재까지 차량용 환풍 장치에 대한 다양한 연구가 있었다.[1] 대표적인 것으로 먼저 차량에 환기시스템을 설치하여 공기정화를 시킨 연구가 있었다. 본 시스템은 기존의 건축물에 설치된 환풍 장치를 차량에 적용한 것이었다. [2]두 번째로는 태양전지를 동력으로 사용하며 차량 내의 공기를 환기 시켜주면서 또한 다양한 기능을 갖춘 차량용 다목적 환풍기가 있었고 [3]세 번째로는 베르누이(bernouille)법칙이 적용되어, 실내의 공기가 압력차에 의해 흡입구를 통해 외부로 강제 배출되고, 새로운 외부공기가 기존의 에어덕트(air duct)를 통해 실내로 유입되도록 하는 무동력 환풍기가 있었다. 본 연구에서는 이러한 기존 연구와는 달리 Air multiplier를 이용한 강제 환풍 장치를 차량에 탑재하는 시스템을 고안하고자 하였다.

차량용 환풍기에 있어서 가장 중요하게 고려되어야 할 사항은 위에서 언급 했듯이 강제로 공기를 외부로 배출시키는 방법인데 이때 선루프를 이용하게 되면 창문을 이용하는 경우보다 주행시 소모되는 연료를 줄일 수 있게 된다.

본 연구에서 이용하고자 하는 air multiplier는 신개념의 선풍기로서 공기의 압력차를 이용하여 자연스럽게 공기유동을 만들어 주는 기기이다. 따라서 기존 시스템에는 존재하지 않는 air multiplier와 선루프를 결합함으로써 다양한 이점을 노릴 수 있다. 본 연구에서는 이러한 환풍 시스템의 효율성을 검증하기 위해 환풍 시스템을 실제 차량 모형 모델에 부착하고 이를 통해 환풍 기능을 확인하였다.

### 2.Air-Multiplier

#### 2.1 Air-Multiplier의 장점

기존차량의 환기방식에 비해 높은 환기효율, 기존차량의 환기 방식에 비해 높은 환기효율, 복사열로 고온화 된 차량내부 온도의 효과적인 냉각, 외부 팬이 없어 안정성 증대, 기존 환풍기에 비해 차별화된 디자인이 장점이다.

#### 2.2 Air-Multiplier의 원리

40와트의 전기 모터가 공기를 빨아들여 위쪽 고리 내부로 밀어 올린다. 고리 내부 폭 1.3mm 공간이 비행기 날개 구조여서 공기의 속도가 시속 89km로 높아지고 고리의 틈을 통해 바람이 앞으로 나가게 된다. 적은 양의 공기를 이용하여 뒤쪽의 공기를 빨아들여 많은 양의 공기를 직선적으로 내뿜을 수 있고, 유체의 속도가 매우 빨라 초당 27리터의 공기를 내뿜을 수 있다.

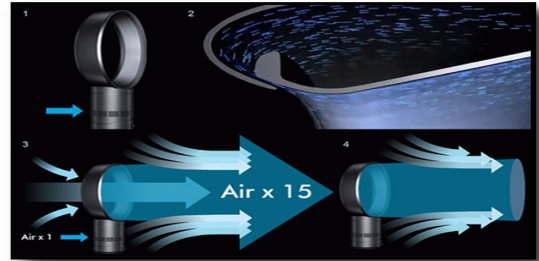


Fig.1 Air-Multiplier의 원리

### 3.Air-Multiplier환풍기 설계조건

#### 3.1 공기의 대류현상

열의 전달과정은 전도, 복사, 대류로 나눈다. 이 가운데 대류는 유체가 부력에 의한 상하운동으로 열을 전달하는 것으로써 아랫부분이 가열되면 대류에 의해 유체 전체가 골고루 가열된다. 이때 뜨거운 공기는 분자운동이 활발해 지므로 차가운 공기보다 가벼워지기 때문에 위로 올라가려는 성질을 띤다. 이 특성을 바탕으로 윗부분에 환풍기가 설치되어 있을시 다른 위치보다 차량 내부의 온도를 낮추어 주기 용이하다.

#### 3.2 냄새분자와 공기분자의 무게 차이

일반적으로 화장실의 예를 들어보면 환풍기는 보통 높은 위치에 자리 잡고 있다. 이는 손이 잘 닿지 않는 안전한 위치이기 때문에도 있지만 냄새분자가 공기분자보다 가벼운 특성을 이용하여 환기가 잘 되게 하려는 이유도 있다.

#### 3.3 주행 시 공기저항에 의한 에너지 소비 효율

차중, 주행속도, 노면상태 등 연비를 결정짓는 여러 가지 조건이 있는데 그중 주행 시 공기 저항으로 인한 연료 소비가 가장 크게 작용하게 된다.

일반적으로 공기 사이를 자동차가 뚫고 지나가는데 필요한 힘은 속도의 제곱에 비례하게 된다. 이 바람의 저항은 차량의 외형이 가장 중요한 요소 중 하나인데 경주용 차량이나 비행기의 몸체가 유선형인 이유도 바람의 영향을 줄이고자 하는 이유 때문이다.

Table 1은 차량의 속도별 연료 소비 효율을 알아본 테스트 자료이다. 고속으로 주행할수록 A/C를 사용하였을 경우가 가장 연료 효율이 좋지 않으며 다음은 Window open, 가장 효율이 좋은 경우가 바로 Sunroof open인 것으로 나타났다.

앞서 자료에서도 알 수 있듯 창문을 열었을 때 보다. 선루프를 열었을 시에 연료 효율 측면에서도 훨씬 유리하다는 것을 알 수 있는 자료이다.

Table.1 The fuel efficiency (Ford new escape 2.5 Limited)

Speed (km/h)	55	88	120
A/C on	-15.3%	-9.3%	-6.8%
Window open(A/C off)	-1.5%	-3.3%	-2.0%
Sunroof open(A/C off)	-2.6%	-1.7%	-0.9%

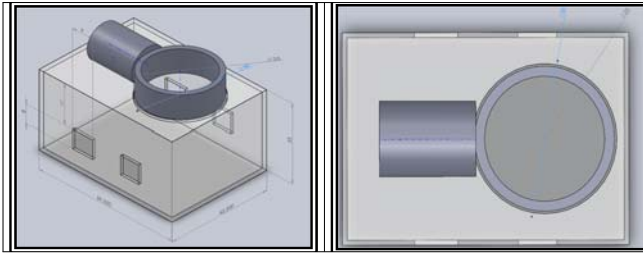


Fig.2 Test box layout

4. 실험 과정 및 결과

4.1 환기기능에 대한 가시화 실험

아직 가시적으로 검증되지 않은 환기기능에 대한 효율을 검증하기 위하여 두 가지 상황을 가정하여 실험을 하였다. 첫 번째 실험은 창문을 오픈 후 주행 시의 상황을 가정한 실험이고 두 번째 실험은 선루프 환풍기를 사용하였을 경우를 가정한 실험이었다. 이렇게 두 가지 상황을 고려한 이유는 대부분 차량의 실내 환기를 창문을 열어놓고 하기 때문에 위의 경우를 고려, 비교하게 되었다.

첫 번째 상황 창문을 열고 달렸을 경우 실험내용이다. 우선 밀폐된 상자 내에 가습기를 1분 동안 가동 시켜 내부를 안개로 가득 채우고 상자의 정면에 선풍기를 가동시킨 뒤 창문을 개방하였다. 상자 내의 안개가 모두 빠져 나갈 때 까지의 시간을 기록하였는데 총 32sec가 소요되었다.

두 번째 상황 선루프 환풍기를 사용하였을 경우의 실험내용이다. 우선 초기의 조건은 위의 첫 번째 상황과 동일하게 해주었다.(1분 동안 가습기를 가동) 그 후 선루프를 개방 시켜 작동하였다. 상자내의 안개가 모두 빠져나갈 때 까지는 총 12sec의 시간이 소요 되었다.

앞서 실험에서 알 수 있듯 예상했던 결과와 동일하게 나왔다 첫 번째 경우는 32sec, 두 번째 경우는 12sec로 총 20sec의 시간 차이가 났다. 서론에서 제시 했듯이 창문을 열어놓았을 때 환기가 오래 걸리는 이유는 상자 안에서 연기가 와류하면서 빠져나가지 못하기 때문이다. 반면 환풍기를 가동시켜주면 내부 공기의 흐름을 외부로 유도하여 직접적으로 연기를 빠져나가게 하기 때문에 시간이 2배 이상 단축되었다.

4.2 내부 온도 변화 실험

여름철 복사열로 고온화 된 차량 내부의 상황을 가정하여 두 가지의 방법으로 온도를 낮춰 주는 실험을 비교 하였다.

첫 번째 방법은 차량의 창문을 오픈 후 주행을 하였을 경우를 가정하여 실험을 하였다. 초기의 고온화 된 차량 내부 온도를 재연하기 위하여 온수와 양초를 사용하였다. 앞의 두 가지(온수, 양초)를 사용하여 초기의 온도를 40 °C 로 맞추어 준 후 창문을 열고 상자 정면에 선풍기를 틀었다.

120sec 동안 온도의 변화를 20sec 간격으로 측정하여 실험하여 총 7개의 결과 값을 얻을 수 있었다. 최초 40 °C 에서 시작하여 33 °C 까지 총 7 °C 까지 떨어지는 것을 확인 할 수 있었다.

두 번째 방법은 정차를 한 경우 선루프 환풍기를 가동시켰을 경우를 가정하여 실험을 하였다. 위의 첫 번째 경우와 같이 초기 온도를 40 °C 로 맞추어 준 후 선루프를 120sec동안 가동하여 온도변화를 측정 하였는데 40 °C 에서 시작하여 27 °C 까지 총 13 °C 가 떨어지는 것을 확인 할 수 있었다.

두 가지 방법의 결과를 비교하여 보면 온도 저하의 효율면에서 확연한 차이가 난다. 이유는 두 가지로 생각할 수 있다. 한 가지는 air-multiplier의 환풍 기능으로 인해 박스 내부의 유체(공기) 흐름이 활발해지면서 더운 공기를 외부로 배출하기 때문이고, 또 한 가지는 선루프가 차량의 윗면에 위치하고 있는데 air-multiplier 환풍기 설계조건에 나와 있는 공기의 대류현상 때문이다.

5. 결론

차량 내부의 환풍기의 효율을 확인 하기위해서 프로그램 모델링을 실시하였고, 직접 테스트 상자를 통하여 내부 유동가시화 실험과 온도변화 실험을 하였다. 이 연구 결과에 의하면 차량의 창문을 열고 주행하거나 여름철 온도가 높을 때 차량의 문을 열어놓거나 하는 방법보다 환풍기 설치를 통하여 보다 빠르고 효과적으로 해결이 가능하다는 것을 알 수 있었다. 그리고 무엇보다도 중요한 점은 기존의 프로펠러가 장착 된 환풍기는 선루프에 장착이 불가능하지만 Air Multiplier 환풍기는 가운데 프로펠러가 없다는 독특한 특성 때문에 차량에도 안전하게 장착 할 수 있다는 것이다. 이런 특성을 이용하여 차량뿐만 아니라 기존의 환풍 시설 공간에도 설치하여 미학적인 효과를 증대 할 수도 있고 둥근 형태 뿐 만아니라 다양한 모양의 환풍기를 만들 수 있을 것으로 예상된다.

후기

본 연구는 교과부의 동남권 광역 경제 선도 사업 녹색기술기반 해양플랜트 인재 양성 센터에서 지원되었음.

참고문헌

1. 모정하 외1명, 2005, "강제배기를 수반한 자동차 실내의 환기시스템에 대한유동 및 열전달 해석", 대한기계학회논문집 B권, 제29권 제4호, pp. 469~476.
2. 성두창 외2명, 1997, "차량용 다목적 환풍기", 한국특허정보원, 출원번호 2019940029788
3. 하수연 외1명, 1996, "자동차의 무동력 환풍기", 한국특허정보원, 출원번호 1019940021269
4. 노병조 외1명, 2000, "자동차 실내 환풍장치", 한국특허정보원, 출원번호 2020000015067

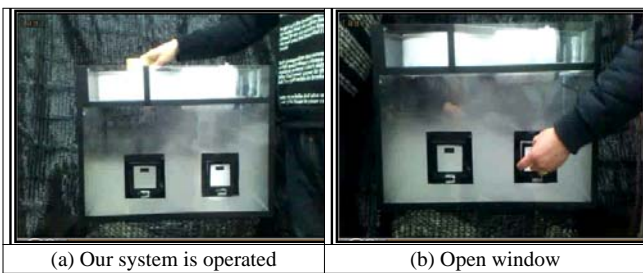


Fig.3 The comparison between open window and our system

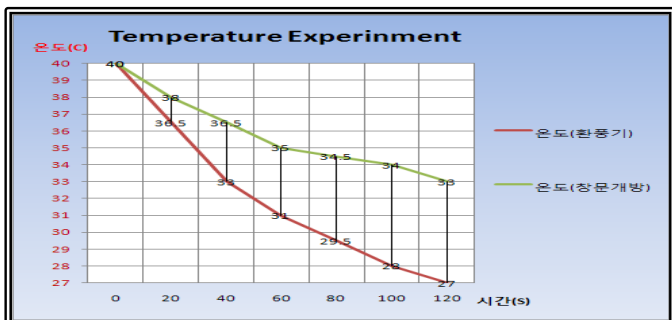


Fig.4 The temperature change graph with respect to time