

# 자동차용 통풍 팬 개발에 관한 연구

## An investigation on development of seat cooling fan for vehicle

\*#김주한, 김욱, 정인성

\*#J. H. Kim(kimjh@keti.re.kr), W.Kim, I. S. Jung

전자부품연구원 지능메카트로닉스 연구센터

Key words : Cooling fan, Fan blade, CFD, Vehicle

### 1. 서론

다양한 전자드라이버 기술의 발전, 차량의 안전성 보장 및 운전자의 다양한 기능적 요구에 부응하기 위해 전자제어를 통한 자동차의 안전성 확보, 편의기능 증대 등에 많은 연구개발이 이루어지고 있다. 또한 자동차의 부가가치 증대를 위해서도 이러한 차량 기능의 보강에 많은 노력을 기울이고 있는 실정이다. 이러한 편의기능 중에서 자동차 운전 시 운전자가 가장 많이 접하고 감각적으로 쉽게 인지하는 부분이 차량시트 부분으로, 운전 중 운전자 및 승차자의 편의를 증대시키는 편의 사양 중 대표적인 부분이다. 차량의 고급화, 고신뢰성화, IT화 등에 의해 시트 부분에서의 편의기능이 날로 확대되고 있는데, 그 중에서도 고급차를 중심으로 온도 환경을 쾌적하게 유지할 수 있는 냉난방 통풍 시스템이 주요한 편의기능으로 대두되고 있다. 이미 세계적인 냉각 시스템 업체에서 이러한 제품을 개발하여 다양한 차량에 적용하여 왔으며, 국내에서도 이미 고급차를 중심으로 적용이 시작되었고, 많은 운전자로부터 그 기능의 우수성을 평가 받고 있다. 이러한 추세라면 향후 빠른 시간 안에 다양한 차종으로 확대될 것으로 분석하고 있다. 또한 차량시트 부분의 사양 발전이 가장 빠른 속도로 진행되고 있고, 차량의 부가가치 향상에 가장 중요한 아이템이 시트의 고기능화이기에 향후 그 적용속도는 매우 빠르게 진행될 것으로 판단된다.

이에 본 논문에서는 자동차 냉난방 시스템의 핵심 부품인 양토출 팬 블레이드 개발에 관한 내용으로 CFD(전산유체역학)를 이용한 팬 블레이드 특성 해석, 통풍팬 블레이드의 최적설계에 관한 내용이 담겨져 있다.

### 2. 팬 블레이드 CFD 해석

양토출 통풍팬의 정압과 풍량을 전산유동해석 방법을 이용하여 정확하게 측정하기 위해서는 정확한 경계조건의 설정과 적절한 계산 격자의 생성이 반드시 필요하다. 본 연구에서 양토출 통풍팬의 정확한 전산 해석을 위해서 경계조건으로는 운동격자(Moving mesh) 방법과 미끄럼 격자 인터페이스(Sliding Mesh Interface) 방법을 이용하였다. 운동 격자는 말 그대로 팬의 회전차(Blade)의 회전을 그대로 묘사하여 계산 격자가 시간의 흐름에 따라 회전 운동을 하는 것이다. 이러한 움직이는 부분(Rotating domain)과 정지 부분(Stationary part) 사이의 물리량을 매 계산 시간 마다 주고 받는 방법이 굉장히 중요한데 본 연구에서는 미끄럼 격자 인터페이스 방법을 이용하였다. Fig.1은 전체 계산 영역과 움직이는 격자를 나타낸 것이다.

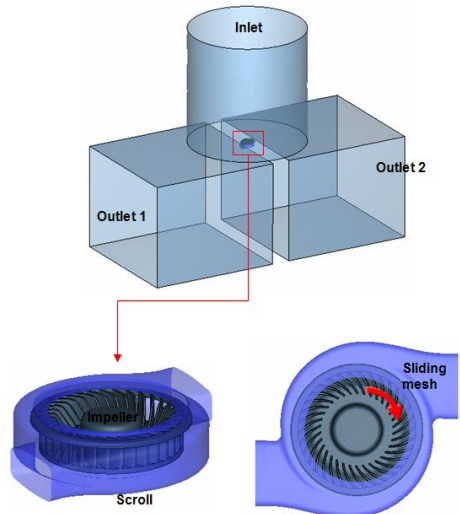


Fig.1 양토출 통풍팬의 경계조건과 계산 영역

전산유동해석의 경계조건으로는 입구(Inlet)에는 0.1~0.7 CMM 범위의 풍량을 설정하였으며, 출구(Outlet)에는 정압조건으로 대기압 조건을 설정하였다. 팬의 회전속도는 3530 RPM으로 설정하였고 회전차의 움직임은 2도 마다 회전하도록 하여 비정상 해석(Unsteady Analysis) 시간 간격은 0.094 msec로 설정하였다.

### 3. 팬 블레이드 최적설계

팬의 외경 외에 팬의 성능과 소음에 지배적인 영향을 미치는 팬 날개의 주요 설계 인자로서는 입구각, 출구각, 코드 길이 그리고 날개의 개수임을 기존의 연구를 통해서 알고 있다. 본 연구에서는 팬 날개의 최적화를 4개의 인자에 3수준으로 할 수 있는 L9 다구치표에 대해서 인자들과 각 인자들의 수준을 정하여 최적화를 하였다. 주요 인자에 대한 인자 범위는 Table 1에 나타내었다. 인자 범위의 설정 기준은 기준품을 기준으로 하여 3수준으로 상하로 전개하였다. 또한, 인자들을 기준으로 하여 총 9개의 팬을 만들었으며 Fig.2에 나타내었다.

Table 1 양토출 통풍 팬의 날개 설계 인자 및 수준

No.	Factor	Level		
		1	2	3
1	입구각( $\beta_1$ )	38°	48°	58°
2	출구각( $\beta_2$ )	34°	42°	50°
3	Chord Length (CL)	16.0 mm	19.5 mm	23.0 mm
4	Blade 갯수 (No. blade)	26	30	34

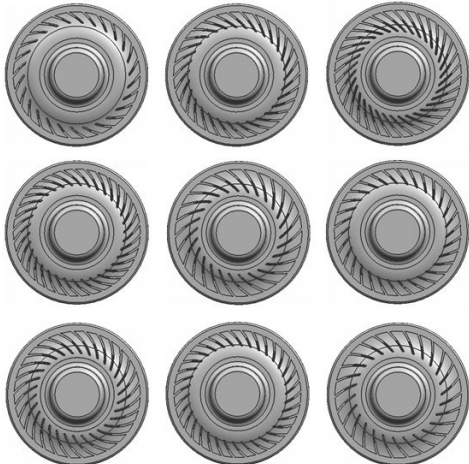


Fig.2 다구치 L9 인자표에 따른 팬 모델 9개의 팬 모델을 각각 0.3, 0.4 그리고 0.5 CMM의 유량 조건에서 전산유동해석 및 전산유동소

음해석을 하였으며, 그 결과를 Fig.3에 나타내었다. Fig.3에서 보면 각각의 팬의 성능 곡선의 기울기가 차이가 나는 것을 알 수 있다.

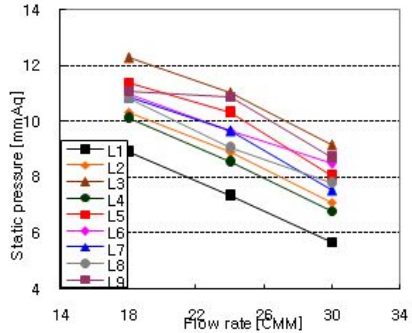


Fig.3 유량-정압 선도

최종적으로 위의 팬 성능해석 결과를 토대로 아래와 같이 최적설계에 의한 최적 인자 및 형상 설계를 확정 하였다. Fig.4은 기존팬과 최적설계 된 팬 중앙단면 정압분포 해석결과이다.

Table 2 최적설계에 의한 최적 인자 및 형상

No.	Factor	Value
1	입구각( $\beta_1$ )	58°
2	출구각( $\beta_2$ )	50°
3	Chord Length (CL)	20.0 mm
4	Blade 갯수 (No. blade)	34

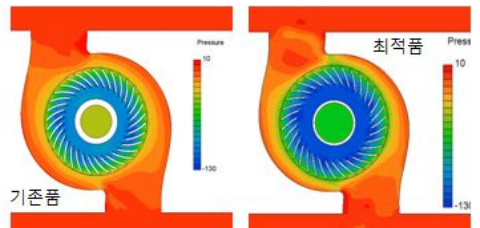


Fig.4 팬 중앙단면 정압분포 해석결과(0.3 CMM)

### 4. 결론

본 논문에서는 자동차용 냉방 시트 팬 개발을 위하여, 팬 블레이드 CFD 해석, 팬 블레이드 최적설계를 기술하였다.

### 참고문헌

1. B. Eck., 1976, Fans, Pergamon press.
2. A. Wang et al., Evaluation of the Multiple Reference Frame(MRF) Model in a Truck Fan Simulation, SAE Technical Paper, Canada, 2005