한국태양에너지학회
VOL. 31, NO.1, 2011.4.7 대구EXCO
춘계학술발표대회 논문집

고속버스의 환기구 형태에 따른 환기량 분석

신인환*, 유호천**

*울산대학교 건축학부 대학원, **울산대학교 건축학부

Analysis on the Ventilation Rate of Express Bus according to the Geometry of Vent

Shin, In-Hwan*, Yoo, Ho-Chun**

*School of Architecture, Master School, University of Ulsan(picil45@nate.net),
**School of Architecture, University of Ulsan(hcyoo@mail.ulsan.ac.kr)

Abstract

This paper deals with the free cooling system of express bus using natural energy source in order to improve the room air quality and save cooling energy. In an express bus, there are may passengers in unit area, requiring the improvement of air quality and giving higher energy saving efficiency. Particularly, the express buses running fast make it easy to take in outdoor air at a flow rate controllable with a damper mechanism. This paper proposes the analysis on the air flow achieved by a damper controlled vertically and horizontally in order not to deteriorate the ride comfort of the passengers

Keywords : 자연공조(Natural air-conditioning), 외기냉방(Free cooling), 환기량 (ventilationl)

1. 서 론

1.1 연구의 목적

전 세계적으로 지구환경대책이 큰 이슈로 부상하는 가운데 국내의 산업분야 중 자동차 분야는 세계에서 수위를 점하고 있다. 그리고 현대인의 생활에서 자동차에서 보내는 시간이 점점 더 길어지고 있다. 이러한 환경 속에서 자동차 산업분야의 화두는 두 가지로 나눌 수 있는데 차량 자체의 기술적인 부분과 또 하나는 에너지와 온실가스의 감축 그리고 건강한 실내 쾌적성이다. 즉 단순한 교통수단이 아니라 일상생활 공간과 같이 실내환경을 조성하는 일이 중요하며 그에 따른 기술개발이 필요한 실정이다.

고속버스의 경우 유호천(2010년)의 『실내공기질 및 에너지 절약을 위한 고속버스의 자연형 환기시스템』에서 고속버스 실내의 공기질이 악화 되고 있으며, 자연에너지를 도입한 공조시스템을 채택한 경우 공기질을

향상과 냉방부하를 줄일 수 있을 것이라고 선행연구에서 언급하였다.

2. 시뮬레이션 조건

2.1 내·외부 형상 모델링

버스 내부 형상을 STAR-CCM+ (5.04.006)를 사용하여 3차원으로 모델링 하였다. 모델링에 사용한 모델은 현재 가장 많이 사용하는 모델중의 하나인 K고속의 30 - 2007 - 0011328모델을 사용하였다.

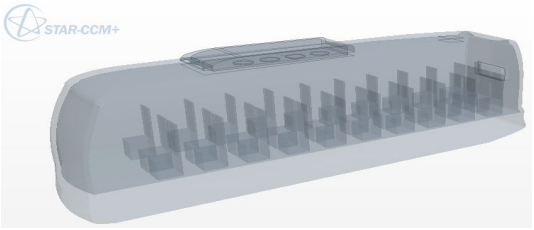


그림 1 버스 모델링

표 1 버스 모델의 크기 (단위 : ㎜)

구 분	전장	전폭	전고
버스모델	12,000	2,495	3,340
외부크기	72,000	12,475	11,700

고속버스의 전고는 3340㎜이고 환기가 시행되는 실내영역의 실고는 2,100㎜이다. 하지만 덕트 공간을 확보하기 위해 200㎜를 높여 2,300㎜으로 실고를 설정하였다.

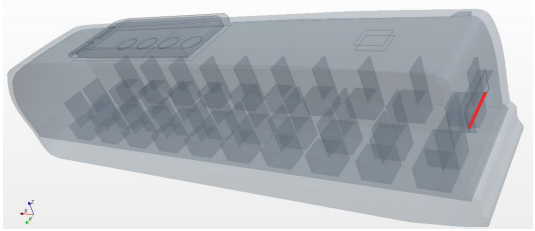


그림 2 버스의 환기구

배기구는 승객의 불쾌감을 줄이기 위해 배기구 방향을 아래로 하였으며, 공기가 들어오는 흡입구는 챔버로 구성하여 공기량의 조절이 가능하도록 하였다. 흡입구는 500㎜×50㎜ 두 개와 챔버에서 버스내부로 들어가는 환기구의 크기는 하나당 0.166㎡ 4개 전부 합쳐 약 0.66㎡로 설정 하였다. 챔버 입구의 덕트에는 댐퍼를 넣어 공기량을 조절 할 수 있도록 하였다.

2.2 시뮬레이션 경계조건

고속버스 실내의 환기 성능 분석을 위하여 3차원 형상의 모델을 사용하고 비압축성 유동이며 물성치는 일정하다고 가정하여 설정하였다.

유동 분석에 있어서는 일반적인 난류 모델을 사용하였으며 점성모델에 기초한 K-ε 수식을 사용 하였다. 기체의 조건은 비압축성 조건을 주기위해 일정밀도를 선택하였다.

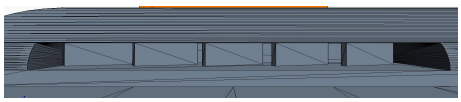
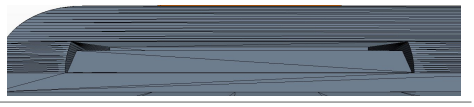
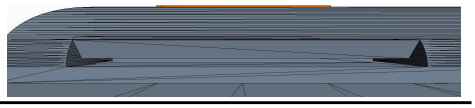
격자를 짜는 과정에서 더욱 신빙성을 가지기 위하여 버스 정면과 상부 그리고 환기구 앞의 부분에 특별히 체적격자를 세밀하게 넣었으며 버스의 상부와 정면의 바람이 넘어가는 부분과 버스 상부 구조물 주변의 체적격자와 표면격자를 다른 부분에 비해 2~3배 정도의 세밀함을 주었다.

환기구와 배기구 챔버 입구에는 각종 데이터 산출을 위해 격자를 주변보다 세밀하게 하기 위해 interface를 설정하였다. 이것를 설정함으로써 버스의 내부와 외부를 수치적으로 비교 분석하도록 하였으며 이를 수식을 이용하여 환기량을 예측 할 수 있었다.

3. 댐퍼 형태에 따른 기류패턴 변화

댐퍼의 형태에 따라 버스 내부의 미치는 영향, 챔버 내부 기류형상을 분석하기 위해 챔버의 앞부분의 환기구에 댐퍼의 방향과 각도를 다르게 모델링 하고 그에 따른 기류의 형태를 분석하여 보았다

표 2 댐퍼의 형태

		댐퍼의 디자인
수평	30°	
	60°	
수직	위 45°	
	아래 45°	

고속버스가 100㎞로 운행할 때의 기류 패턴을 분석하기 위해여 [표 2]의 댐퍼 형태로 달리하여 분석하였으며, 댐퍼의 형태에 따라서 기류형태가 확연히 다른 양상으로 나타났다.

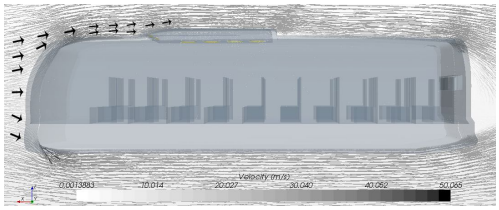


그림 3 댐퍼가 없는 형태의 기류패턴

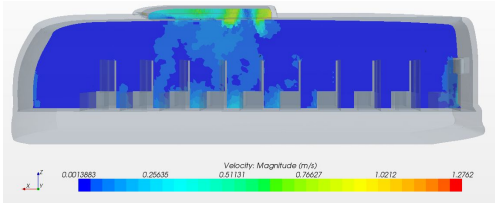


그림 4 댐퍼가 없는 형태의 버스내부 기류패턴

고속버스 상부부분에 있는 댐퍼는 챔버 입구에 있기 때문에 외부유동에는 댐퍼의 유무와 큰 차이가 없었으며 댐퍼가 없는 경우 보다 있는 경우에 환기량이 크게 나타났다. 그리고 댐퍼가 없는 경우 환기구 주변부에서 기류 형태가 밀집 기류가 승객에게 도달한다.

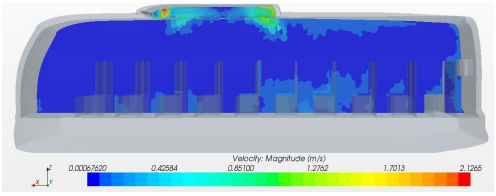


그림 9 수평 댐퍼 30° 버스 내부 기류패턴

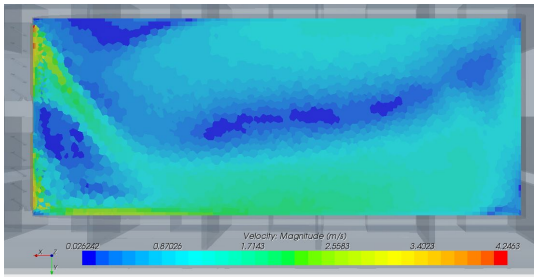


그림 10 수평 댐퍼 30° 챔버 내부 기류패턴

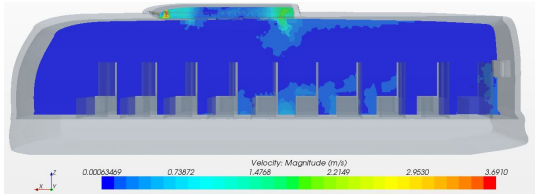


그림 11 수평 댐퍼 60° 버스 내부 기류패턴

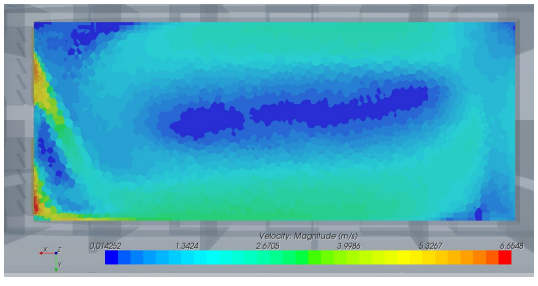


그림 12 수평 댐퍼 60° 챔버 내부 기류패턴

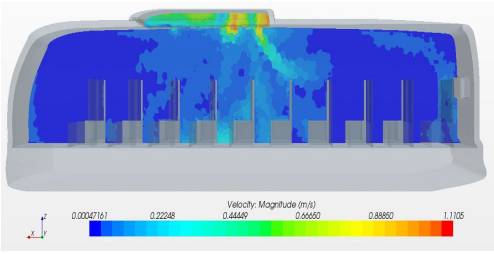


그림 5 수직 댐퍼 아래 45° 버스 내부 기류패턴

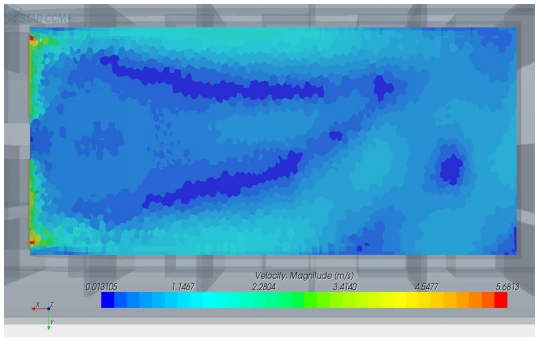


그림 6 수직 댐퍼 아래 45° 챔버 내부 기류패턴

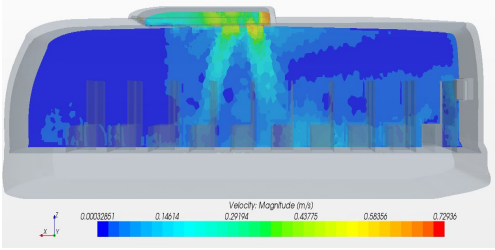


그림 7 수직 댐퍼 위로 45° 버스 내부 기류패턴

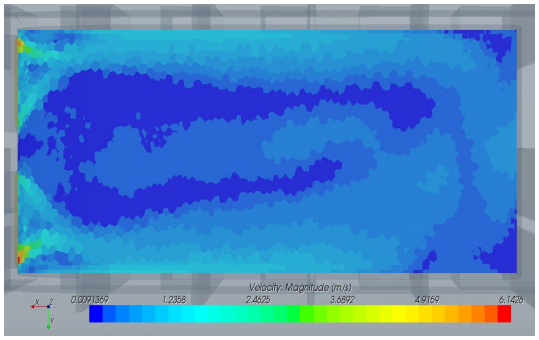


그림 8 수직 댐퍼 위로 45° 챔버 내부 기류패턴

댐퍼의 방향과 각도에 따른 버스의 내부 기류와 챔버의 기류 형태를 속도로 나타낸 것이다. 수평 댐퍼의 경우 챔버 내부에서 기류가 회전하면서 중앙의 환기구로 간접적으로 들어가기 때문에 챔버 부분의 기류가 버스내부의 기류보다 상대적으로 낮은 기류 속도를 보이는 것으로 나타났다.

수직댐퍼는 수평댐퍼와 다른 형태를 보이는데 챔버 부분에서 수평댐퍼는 공기가 회전을 하여 간접적으로 공기가 버스 내부로 들어갔지만 수직댐퍼는 중앙 환기구로 직접적으로 들어가는 형태를 보이는 것으로 나타났다.

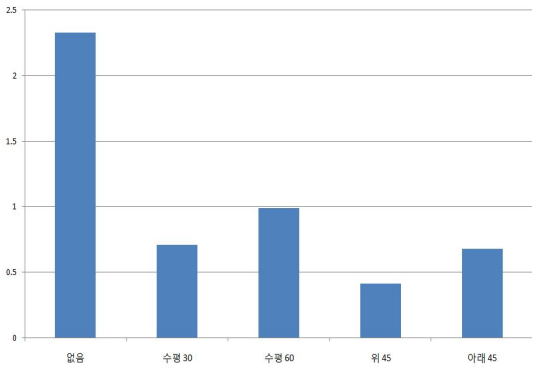


그림 9 댐퍼 형태에 따른 환기구 부분의 기류속도

기류의 속도는 댐퍼가 없는 모델과 비교하여 수평은 각각 30%, 42% 수직은 18%, 29% 차이를 나타내었다. 이와 같은 결과는 수평보다는 수직이 기류 속도가 느리다는 것을 분석을 통하여 확인 할 수 있다.

4. 환기량 분석

고속버스가 100㎞의 속력으로 달릴 때 댐퍼의 방향과 각도에 따른 환기량을 살펴보면 댐퍼의 유무에 따라서 공기유동이 29%~42% 차이를 보였다.

표 3 댐퍼의 모델에 따른 환기량

없음		버스 속력	100㎞/h
		기류 속도	2.33 m/s
		환기량	1.55 ㎥/s
		시간당	5573.2 ㎥/h
		환기횟수	80.94 회
수평	30°	버스 속력	100 ㎞/h
		기류 속도	0.71 m/s
		환기량	0.47 ㎥/s
		시간당	1686.3 ㎥/h
		환기횟수	24.49 회
	60°	버스 속력	100 ㎞/h
		기류 속도	0.99 m/s
		환기량	0.66 ㎥/s
		시간당	2368.0 ㎥/h
		환기횟수	34.39 회
수직	위 45°	버스 속력	100 ㎞/h
		기류 속도	0.41 m/s
		환기량	0.27 ㎥/s
		시간당	972 ㎥/h
		환기횟수	14.11 회
	아래 45°	버스 속력	100 ㎞/h
		기류 속도	0.68 m/s
		환기량	0.45 ㎥/s
		시간당	1620 ㎥/h
		환기횟수	23.53 회

수평댐퍼와 수직댐퍼의 기류 속도는 미미한 차이를 보이지만 환기횟수로는 차이는 시간당 최대 20회 이상의 차이를 보여 승객이 느끼는 차이는 상당히 클 것이라 판단된다.

5. 결 론

고속버스는 단위 면적당 많은 인원이 상주하여 많은 환기량이 필요하지만, 고속으로 주행하므로 공기유입이 조절이 필요하다.

이 공기유입을 조절하기 위해 댐퍼의 방향과 각도를 조절하여 시뮬레이션 해본 결과

(1) 댐퍼의 설치 유무에 따라서 공기 유입량이 29~42% 차이를 나타내며, 댐퍼의 각각 방향에 대해서도 약 5~70% 차이를 보이는 것으로 나타났다.

(2) 환기구에서 버스내부로 들어오는 기류의 속력이 최저 0.27m/s로 나타나며 시간당 환기 횟수는 14.11회로 나타나 버스내부의 공기질은 상당한 개선이 될 것으로 판단된다.

차후 연구로는 버스내부의 덕트 설치를 통해 기류를 분산하여 공기의 밀집을 줄일 수 있는 형태 배치에 대한 연구가 진행 되어야 할 것으로 판단된다.

후 기

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2010-0016982)

참 고 문 헌

1. 강태욱,「환기방식별 실내 환기효율 분석에 관한 실험적 연구」한국마린엔지니어링학회지, 제30권 2호 2006
2. 최임규,「공동주택에서 각 실 도어의 개·폐 여부에 따른 환기유동 특성 시뮬레이션 연구」, 학위논문, 2008
3. 유호천 외,「차량용 공조시스템의 현황 및 고속버스의 실내 공기환경 측정」, 한국태양에너지학회 학술발표대회 논문집, 2009
4. 유호천 외,「대한민국 표준기상데이터의 변화추이와 건물 부하량에 관한 기초연구」, 한국태양에너지학회 학술발표대회 논문집, 2009-06
5. 최두성 외,「CFD를 활용한 공동주택 환기시스템 배기 오염물질의 재유입률 분석에 관한 연구」, 대한건축학회논문집, 제 26권 7호 2010-7
6. 유호천 외,「냉·난방 부하구성요소에 따른 총 부하량 값에 관한 연구」, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 2010-10
7. 유호천 외,「실내 공기질 및 에너지 절약을 위한 고속버스의 자연형 환기시스템」, 한국생황환경학회지, 제27권 1호, 2010