

# 자동차 내부에서의 라디에이터 위치에 따른 유동해석에 관한 융합 연구

오범석, 조재웅\*  
공주대학교 기계자동차공학부 교수

## A Convergence Study on Flow Analysis According to the Position of Radiator Inside Car

Bum-Suk Oh, Jae-Ung Cho\*  
Professor, Division of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju National University

요 약 대중교통의 이용량이 증가해 감에 따라 그 중 자동차의 연비를 올리기 위하여 많은 연구들이 수행되고 있다. 본 연구의 목표는 자동차의 3가지 모델을 통해 자동차의 연비를 높일 수 있기 위하여 전방 차체를 설계하고자 하는 것이다. 모든 모델들은 CATIA 프로그램으로 설계되었고 ANSYS 프로그램으로 자동차의 외부 공기에 대한 유동해석을 모델별로 수행하였다. 시속 90km/h의 운행 속도에서는 차체가 길쭉할수록 공기의 저항을 덜 받아 연비를 높일 수 있는 효과가 있다고 사료된다. 본 연구를 통하여 기차의 효율성을 극대화할 수 있는 자동차의 전방 차체를 설계하는데 도움이 될 수 있다. 본 연구에서의 자동차 내부에 있는 라디에이터 위치에 따른 유동 해석에 관한 설계 데이터를 이용함으로써 실제적인 자동차에서의 부품에 융합하여 그 미적 감각을 줄 수 있다.

주제어 : 자동차, 라디에이터, 위치, 유동해석, 저항, 융합

Abstract As the use of public transportation increases, many researches are being carried out to increase the fuel economy of car. The goal of this study is to design a front body in order to increase the fuel economy of car through three models of cars. All models were designed with CATIA program and the flow analyses on the air outside car by model were carried out with ANSYS program. At the driving speed of 90km/h, the longer the body, the less air resistance it received. So, it is thought that there is the effect to increase fuel economy. Through this study, it can be helpful to design the front car body that can maximize train efficiency. By utilizing the design data on flow analysis according to the position of radiator inside car in this study, the esthetic sense can be given by being grafted onto the real automotive part.

Key Words : Car, Radiator, Position, Flow analysis, Resistance, Convergence

### 1. 서론

시대가 발달함에 따라 자동차도 발달하여 왔다. 고성능 자동차에서는 차량의 성능을 올리기 위해 출력이 증

가하면서 엔진에서 발생하는 열량이 많아 필요로 하는 공기량이 증가하고 있다. 그리고 자동차의 스타일과 공기 항력의 감소를 위해서 차의 전반부가 낮아져 냉각공기 유입부의 면적이 점점 작아지고 있으며 밀집된 엔진룸의

\*Corresponding Author : Jae-Ung Cho(jucho@kongju.ac.kr)  
Received August 2, 2019  
Accepted November 20, 2019

Revised September 6, 2019  
Published November 28, 2019

형태로 여유 공간이 줄어들어 방열기가 차지하는 공간이 적어지고 안정성의 문제로 자동차 전방부의 범퍼 등이 보강되어 유동이 방해받고 있다. 그에 따라 유동을 조금이라도 더 많이 확보하기 위해 라디에이터의 위치에 대한 관심도가 올라가고 있다. 라디에이터의 성능을 향상시키기 위하여 라디에이터 쿨링팬의 형상 최적화를 위한 수치해석 연구가 되어 있고, 차량용 라디에이터의 성능향상과 차체 라디에이터그릴의 형상에 따른 공기 유동해석에 대하여 연구되고 있다. 또한 라디에이터 형상에 따른 냉각수 온도 변화와 차량용 라디에이터 성능 향상에 관한 연구가 진행되고 있다. 자동차에서 라디에이터의 중요성이 커짐에 따라 그에 대한 내구성 연구도 많이 진행되고 있다. 이처럼 쿨링 성능을 끌어올리기 위해 라디에이터에 대한 연구가 활발히 진행됨에 따라 라디에이터 위치에 따른 연구도 활발히 진행되고 있다. 따라서 본 연구에서는 자동차 전방 차체 형상을 CATIA 프로그램으로 3가지로 나누어 자동차의 시속 90km/h 조건에서 공기저항이 차량에 진행에 미치는 영향을 분석하였다 [1-6]. 그리고 본 연구 결과를 통하여 설계에 적용시 실험을 하지 않고서도 결과를 예측할 수가 있어서 그 결과를 적절하게 이용할 수 있다고 보인다[7-12]. 본 연구에서의 자동차 내부에 있는 라디에이터 위치에 따른 유동해석에 관한 설계 데이터를 이용함으로써 실제적인 자동차에서의 부품에 융합하여 그 미적 감각을 줄 수 있다 [13-16].

## 2. 연구 결과

### 2.1 자동차의 전방 차체 모델

본 연구에서는 자동차 전방 차체 실제 크기의 10분의 1 크기로 줄여 CATIA를 이용하여 3가지 모델들을 만들었다. 모델의 형상은 Fig. 1과 같다. Model a는 라디에이터가 자동차 전방 앞쪽에 배치된 형태이고, Model b는 라디에이터가 자동차 전방 위쪽에 설치된 형태이고, Model c는 라디에이터가 자동차 전방 양 옆쪽에 설치된 형태이다. 정확한 해석 결과값을 얻기 위하여 3가지 모델 전부가 라디에이터의 위치만 다를 뿐 그 외의 부분들은 같은 조건으로 해석을 수행하였다.

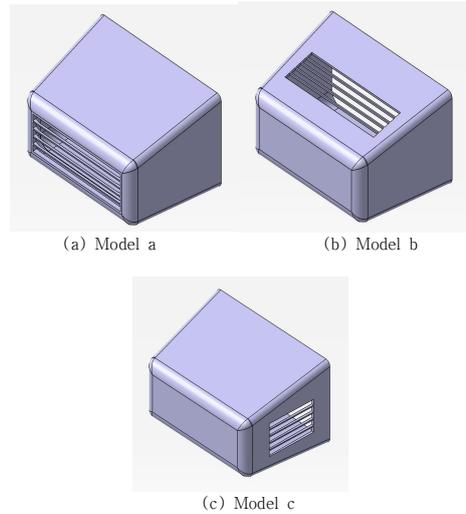


Fig. 1. Configurations of models

Table 1은 3가지의 Model a, b, c의 고체 모델들에 대한 각각의 유동 모델들에 대한 Mesh들의 절점 및 요소수들을 나타낸 것이다. Fig. 2는 대표적으로 유동 모델에 대한 Mesh의 형상이다.

Table 1. Numbers of meshes at models

	Nodes	Elements
Model a	12202	68507
Model b	12088	68107
Model c	14945	84631

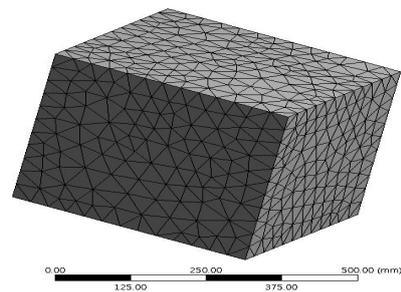


Fig. 2. Mesh of model

### 2.2 유동모델의 경계조건

본 연구에서의 유동 해석 모델에 대한 해석의 경계조건은 각각의 모델 주위에 대표적으로 Fig. 3과 같이 사각박스를 만들고 사각박스 입구에 시속 90km/h의 차량의 운행 속도에 맞추어서 90km/h의 공기 유동 속도를 가

하였다. 또한 사각박스 출구에는 압력을 0 atm으로 설정하고 바닥면은 Wall로 설정하였다.

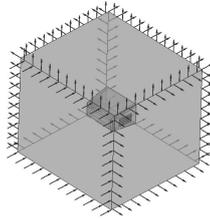


Fig. 3. Constraint condition

각 모델의 해석 공간의 크기는 고체 모델을 포함하여 길이 400mm, 높이 440mm, 폭 444mm의 사각형 유동장을 만들었으며 Table 2는 유동 모델들에 대한 온도, 압력, 밀도를 나타낸 것이다.

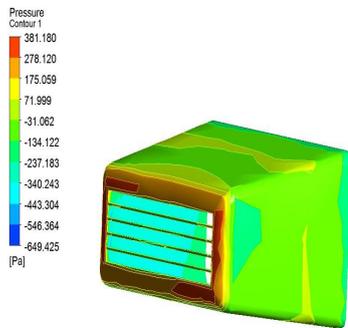
Table 2. Property of flow model

Temperature	25 °C
Pressure	0Pa
Density	1.185kg/m <sup>3</sup>

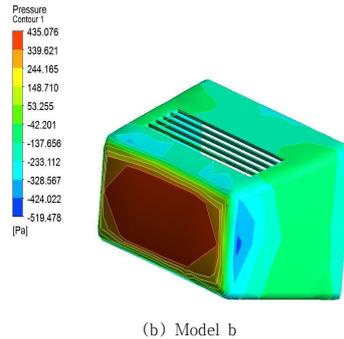
## 2.3 해석 결과

### 2.3.1 압력 해석 결과

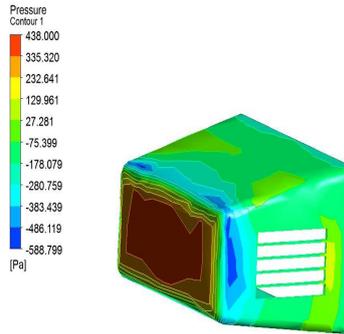
Fig. 4는 자동차 모델이 받는 압력을 3차원으로 표현하여 해석한 것이다. 각각의 모델이 받는 최고 압력은 자동차의 앞부분에서 가장 높게 나타난다. 3가지 모델 중 가장 적은 압력을 받는 앞에 라디에이터가 있는 Model a의 경우에는 381Pa값을 보여주고 있다.



(a) Model a



(b) Model b

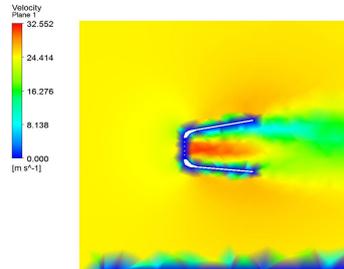


(c) Model c

Fig. 4. Total pressures at models

### 2.3.2 속도 해석 결과

Fig. 5는 각 모델에 대한 측면 평면의 공기 유동속도를 나타내는 등고선들이다. 라디에이터의 위치에 따른 성능을 보기 위한 차량 내부의 유속에 대해서는 3가지 모델의 차량 내부의 최고속도는 Model a가 32.55m/s, Model b가 16.06m/s, Model c가 17.30m/s로 나타났다. Model a의 유속이 가장 커서 성능이 가장 좋았고, Model b, c는 비슷한 수준이었다.



(a) Model a

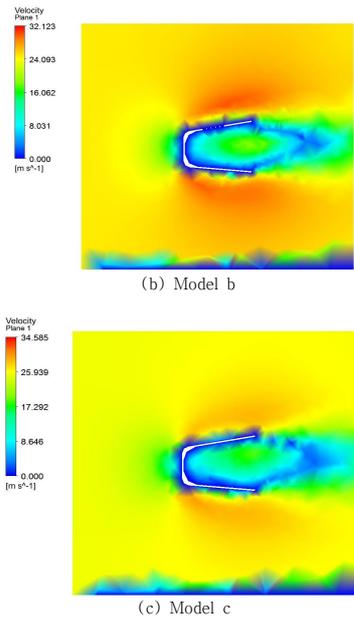


Fig. 5. Contours of flow velocities at planes of models

Fig. 6은 각 모델에 대한 측면 평면의 공기 유동속도를 나타내는 등고선들이다. 라디에이터의 위치에 따른 성능을 보기 위한 차량 내부의 유속에 대해서는 3가지 모델의 차량 내부의 최고속도는 Model a가 32.55m/s, Model b가 16.06m/s, Model c가 17.30m/s로 나타났다. 라디에이터가 정면에 있는 모델 a가 공기의 흐름이 차체 외부로 가장 적게 흘러 유속의 낭비가 적으며 Model b, c는 공기의 흐름이 차체 외부로 많이 흘러 유속의 낭비가 있었다.

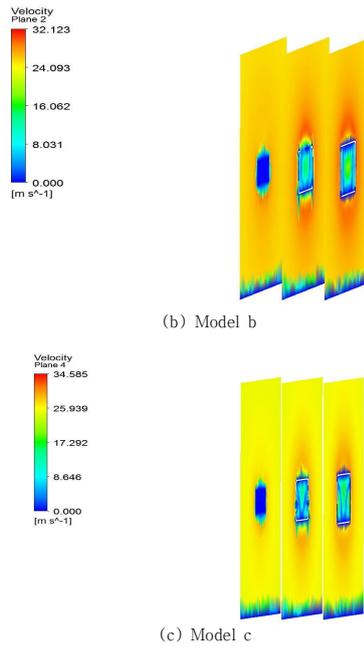
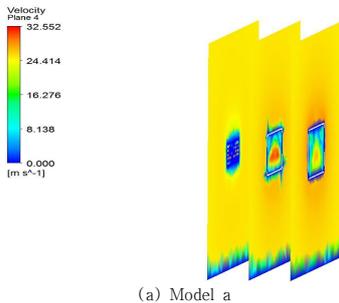
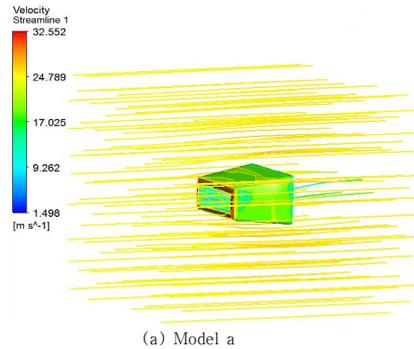


Fig. 6. Contours of flow velocities at planes of inlet, middle, outlet of models

Fig. 7은 각 모델에 대한 공기의 흐름을 나타낸 것이다. 자동차의 앞부분에 공기가 가장 많이 흐르게 되는데 앞부분이 막혀 있으면 공기가 내부로 잘 들어오지 못하게 된다. 앞부분에서 넘어 가지 못한 공기는 라디에이터를 타고 들어가지 못해 낭비가 된다.



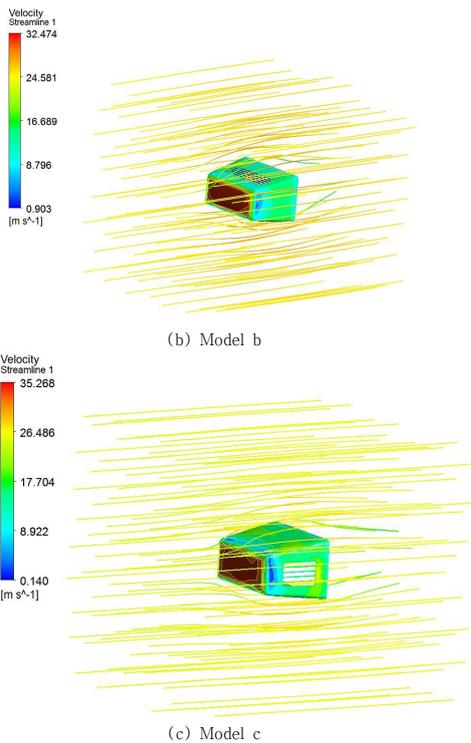


Fig. 7. Contours of flow streamlines at models

### 3. 결론

본 연구에서는 자동차 라디에이터 위치에 따른 3가지 형태를 실제 형상의 10분의 1로 모델링한 파일을 CATIA 프로그램을 이용하여 제작하였다. 해석 프로그램은 ANSYS를 이용하였고 유동모델을 해석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 자동차의 라디에이터 위치에 따른 성능의 차이가 많이 났다. 라디에이터의 위치가 차체 정면에 뚫려 있지 않으면 많은 압력을 받았고 그 압력은 유속으로 사용되지 못하였다.
2. 3가지 모델 전부 가장 큰 압력을 받은 부분이 전면 부였으며, 3가지 모델 중 가장 큰 압력을 받은 것은 438Pa 압력을 받은 Model c이다.
3. 차체 내부에 유속이 가장 크게 흐르는 모델은 라디에이터의 위치가 정면인 Model a이다. 이를 통해 유속이 차체 정면에 가장 많이 흐르는 것을 알 수 있고, 차체 정면에 라디에이터를 설치하였을 때 가장 유속이 강하다. 따라서 본 연구의 결과를 통하여

자동차의 라디에이터 위치의 변화를 주어 엔진의 발열을 잡는 데도 도움을 줄 수 있다고 사료된다.

4. 본 연구에서의 자동차 내부에 있는 라디에이터 위치에 따른 유동 해석에 관한 설계 데이터를 이용함으로써 실제적인 자동차에서의 부품에 융합하여 그 미적 감각을 줄 수 있다.

### REFERENCES

- [1] C. W. Kang, C. S. Yi, S. M. Jang & Lee, C. W. Lee. (2019). A Study of the Measurement of the Flow Coefficient  $C_v$  of a Ball Valve for Instrumentation. *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, 18(3), 103–108. DOI: 10.14775/ksmpe.2019.18.3.103
- [2] J. I. Lee & C. K. Kim. (2018). Performance Assessment of Passive Micromixer using Numerical Analysis. *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(10), 237–242. DOI: 10.15207/JKCS.2018.9.10.237
- [3] C. J. Ung, H. M. Sik. (2013). Air Flow Analysis due to the Configuration of Car Body Radiator Grill. *Journal of the Korean Society of Machine Tool*, 12(3), 21–27.
- [4] J. Y. Park, S. H. Baek & J. H. Kang. (2014). Design Criteria of Spring Stiffness for Pan Check Valve Using CFD Analysis. *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, 13(3), 49–55. DOI: 10.14775/ksmpe.2014.13.3.049
- [5] J. U. Cho. (2015). Study on Convergence Technique through the Flow Analytical Study inside the Faucet for Bathroom. *Journal of the Korea Convergence Society*, 6(2), 37–42. DOI: 10.15207/JKCS.2015.6.2.037
- [6] B. S. Oh & J. U. Cho. (2019). Convergence Study on Durability Analysis of Scooter Seat. *Journal of the Korea Convergence Society*, 10(6), 165–170. DOI: 10.15207/JKCS.2019.10.6.165
- [7] J. H. Lee & J. U. Cho. (2015). Study on Convergence Technique through Flow Analysis at the Flexible Joint of the Pipe Laying. *Journal of the Korea Convergence Society*, 6(3), 13–18. DOI: 10.15207/JKCS.2015.6.3.013
- [8] O. B. Suk & J. U. Cho. (2018). A Convergence Study through Flow Analysis due to the Configuration of Automotive Air Breather. *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(10), 265–270. DOI: 10.15207/JKCS.2018.9.10.265
- [9] J. U. Cho. (2014). A Flow Analysis on Wing Shape of Cooling Fan at Automobile. *Journal of the Korea Convergence Society*, 5(4), 75–79.
- [10] H. C. Lee & J. U. Cho. (2014). A Study on Air Flow

Analysis due to the Shape of Automotive Body. *Journal of the Korea Convergence Society*, 5(2), 19-23.  
DOI: 10.15207/JKCS.2014.5.2.019

- [11] J. H. Song & H. J. Kim. (2019). A Study of the Optimized System on Distribution and Mixing Efficiency for Resin via Flow Simulation. *Journal of the Korean Society of Mechanical Technology*, 21(1), 171-175.  
DOI : 10.17958/ksmt.21.1.201902.171
- [12] S. C. Yoo. (2018). Development of the Design and Manufacturing Technologies of the Experimental Four-Valve SI Engine for In-Cylinder Air Flow Study Using the Laser Based Flow Diagnostic Techniques. *Journal of the Korean Society of Mechanical Technology*, 20(3), 377-382.  
DOI : 10.17958/ksmt.20.3.201806.377
- [13] K. S. Ahn, J. G. Oh, T. H. Yang & G. T. Yeo. (2019). An analysis of the Factors of Moving in and Activation Strategies for Incheon Cold-Chain Cluster using LNG cold energy. *Journal of Digital Convergence*, 17(2), 101-111.  
DOI: 10.14400/JDC.2019.17.2.101
- [14] S. Y. Min & S. I. Kim. (2018). Study on Improvement of tap water drinking rate of Seoul city Tap water 'Arisu' through usage and recognition analysis. *Journal of Digital Convergence*, 16(9), 399-404.
- [15] J. S. Lim. (2019). A Design of Small Size Sensor Data Acquisition and Transmission System. *Journal of Convergence for Information Technology*, 9(1), 136-141.  
DOI: 10.22156/CS4SMB.2019.9.1.136
- [16] J. H. Ku. (2017). A Study on the Platform for Big Data Analysis of Manufacturing Process. *Journal of Convergence for Information Technology*, 7(5), 177-182.  
DOI: 10.22156/CS4SMB.2017.7.5.177

조 재 응(Jae-Ung Cho)

[중신화원]



- 1980년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학사)
- 1982년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학석사)
- 1986년 8월 : 인하대학교 기계공학과(공학박사)
- 1988년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 기계·자동차공학부 교수
- 관심분야 : 기계 및 자동차 부품 설계 및 내구성 평가, 피로 또는 충돌 시 동적 해석
- E-Mail : jucho@kongju.ac.kr

오 범 석(Bum-Suk Oh)

[장화원]



- 1980년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학사)
- 1982년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학석사)
- 1987년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학박사)
- 1989년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 기계·자동차공학부 교수
- 관심분야 : 기계 및 자동차 부품 의 강도평가 및 파손해석
- E-Mail : bumsuh@kongju.ac.kr