

# 랜딩기어 형상에 따른 공기 유동으로 인한 항공기 성능에 미치는 영향에 관한 연구

한문식\*, 조재웅\*\*,#

\*계명대학교 기계자동차공학과, \*\*공주대학교 기계자동차공학부

## A Study on the Effect Influencing on the Performance of Air Plane by the Air Flow due to Landing Gear Configuration

Moonsik Han\*, Jaeung Cho\*\*,#

\*Department of Mechanical and Automotive Engineering, Keimyung UNIV.

\*\*Division of Mechanical and Automotive Engineering, Kongju National UNIV.

(Received 26 August 2017; received in revised form 31 August 2017; accepted 28 September 2017)

### ABSTRACT

The aerodynamic performance of airplane is different according to the configuration of landing gear. As the drag becomes different according to this configuration, the flow stream of air must be smooth at taking off and landing. In this study, the configuration of landing gear was designed each in order to enhance the energy efficiency of airplane. Five models were compared in total at analysis. The magnitudes of drag and pressure became different and the air pressure of wake were changed due to the configuration. So, the air pressure due to the flow velocity and the air resistance happening at the rear can be estimated according to the configuration of landing gear. It is thought to improve the performance of airplane through the result of this study.

**Key Words** : Landing Gear(랜딩기어), Airplane(항공기), 공기 유동(Air Flow), Air Resistance(공기 항력), Performance(성능)

## 1. 서 론

전 세계적으로 석유 매장량이 적어지고 이에 따른 고유가 현상이 진행됨에 따라 각 항공기 제조 회사들은 항공기의 에너지 효율을 극대화로 끌어올리고 보다 좋은 효율의 항공기를 제작하기 위해 많은 연구들이 진행이 되고 있다. 그중의 항공기의 효율을 끌어 올리는 방

법으로는 엔진의 효율을 증대시키는 방법이 있지만 많은 시간과 예산이 든다.<sup>[1-4]</sup> 엔진 효율을 올리는 것 보다 쉬운 방법으로는 항공기가 이착륙 할 때의 공기흐름을 원활히 하여 공기저항을 줄이는 방법이 있다. 이와 같은 많은 연구가 각 제작 회사마다 활발히 진행되고 그에 따른 해석으로 여러 랜딩기어들이 적용되어 생산이 되고 있다. 최근에는 공기저항을 최소화 하기 위해 항공기 랜딩기어 형상을 항공기의 이, 착륙 속도, 무게 등에 따라 공기저항을 줄여 연비와 효율을 증대 시키고 있다. 공기저항을 줄이기 위해 고유의 항공기 랜딩기어 형상

# Corresponding Author : jucho@kongju.ac.kr

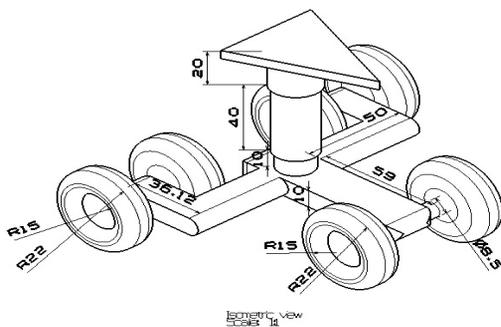
Tel: +82-41-521-9271, Fax:+82-41-555-9123

에 따른 저항을 줄이기 위한 실험 연구들이 진행되고 있다.<sup>[5-7]</sup> 항공기 회사별 공기저항을 연구하기 위하여 유한요소법을 사용하였는데, 유한요소법은 경계조건을 정확하게 하고 쉽게 처리하며 복잡한 형상을 가진 모델의 유동을 해석하기에도 적합하고 공간 차분을 자연스럽게 얻어내는 이점이 있다. 이에 따라 항공기 랜딩기어 형상 주위에 유동을 전산유체역학으로 시뮬레이션 해석을 해 오고 있다. 본 연구에서는 5가지의 랜딩기어 형상을 CATIA를 이용하여 모델링 하였으며, ANSYS CFX를 사용하여 항공기의 랜딩기어를 지나는 공기에 대한 유동 해석을 진행하였다. 따라서 랜딩기어 주위를 통과하는 유체의 흐름의 압력분포 등고선들을 기준으로 판단할 수 있었다. 또한 유체가 랜딩기어에 작용하는 공기저항을 평가할 수 있었다.<sup>[8-12]</sup>

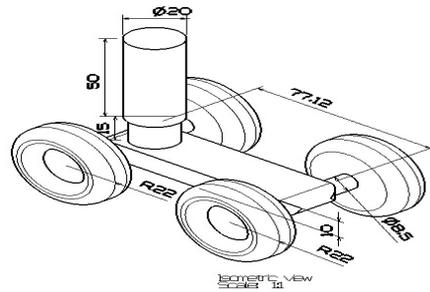
## 2. 연구모델 및 해석결과

### 2.1 연구모델

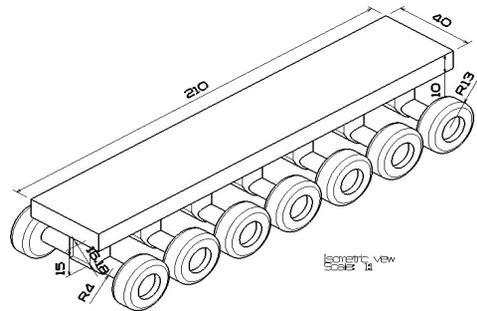
본 연구에서는 각 항공기 별 랜딩기어를 설계하여 해석을 진행하였다. 연구 모델의 크기는 실제 크기의 약 1/100배로 축소하여 설계를 진행하였다. 항공기가 이착륙하기 시작하면 공기는 랜딩기어의 형상을 가로질러 흐르게 되고 랜딩기어의 후면부의 끝일 지나게 되면서 유동박리가 일어난다. 이에 따라 랜딩기어의 정면의 앞쪽은 압력이 높아지게 되고, 뒤쪽은 압력이 낮아지게 되어 공기의 와류현상이 발생하고 앞쪽의 압력이 항력을 발생시킨다.



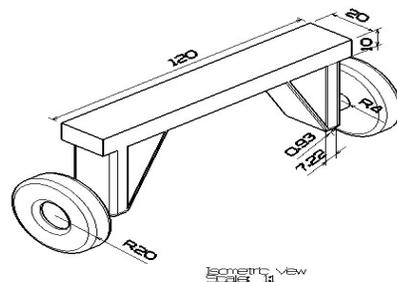
(a) Model 1



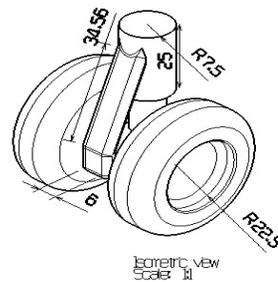
(b) Model 2



(c) Model 3



(d) Model 4



(e) Model 5

Fig. 1 Configuration of Analysis models

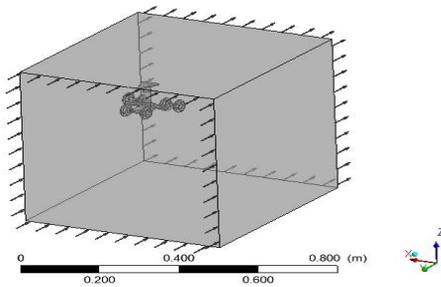
**Table 1 Material properties**

| Model   | Nodes  | Elements |
|---------|--------|----------|
| Model 1 | 116885 | 645477   |
| Model 2 | 73554  | 405264   |
| Model 3 | 77256  | 422184   |
| Model 4 | 37506  | 207622   |
| Model 5 | 27788  | 151771   |

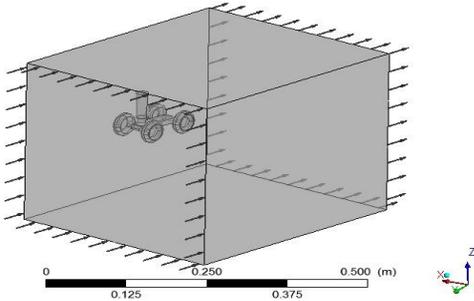
Fig. 1은 해석모델에 관한 것으로 각기 다른 랜딩기어들을 설계한 그림이다. 랜딩기어 별 이착륙 시 나타나는 유동을 알아보기 위해 해석 영역을 만들었다. 해석 영역은 랜딩기어의 주변에서 나타나는 유동을 보기 위해 랜딩 기어의 3배의 크기를 해석 영역으로 만들어 해석을 진행하였다.

Table 1은 해석 모델의 Nodes와 Elements를 나타낸 표이다. 표에 나타낸 Nodes와 Elements는 단순 랜딩기어의 요소만이 아닌 해석영역을 포함한 요소이다.

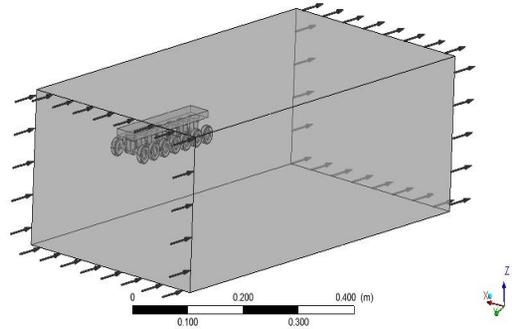
## 2.2 모델의 해석조건



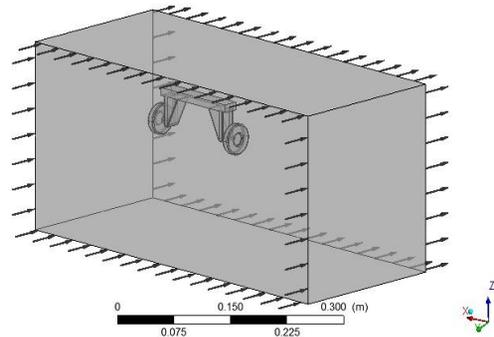
(a) Model 1



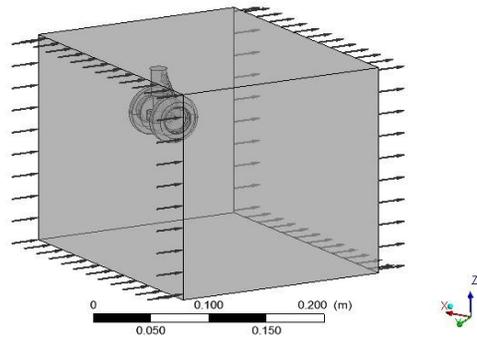
(b) Model 2



(c) Model 3



(d) Model 4



(e) Model 5

**Fig. 2 Conditions of models**

Fig. 2는 해석 모델들의 해석 조건을 나타낸 그림이다. 해석 모델의 Inlet 부위에는 실제 항공기가 운행될 때의

속력인 280km/h를 주었고 Outlet 부위에는 대기압인 1 atm을 주었다.

### 2.3 해석 결과

해석 결과에서는 항공기 랜딩기어의 형상에 따른 압력과 속도를 확인하였다.

Fig. 3은 모델을 지나온 공기유체의 속도를 입체적으로 나타낸 그림이다. 유속이 가장 빠른 모델은  $1.325 \times 10^2$  m/s로 Model 1이 가장 빨랐고 Model 3이  $1.043 \times 10^2$  m/s로 가장 느린 유속을 보여줬다. 또한 전체적인 양상을 확인해보면 유동장 내에서 모델을 지나오고 나서 모델 뒤편에서 와류가 생성될 때의 속도가 가장 낮게 나오고, 흐르는 유체에 저항하는 평면이 넓은 모델일수록 모델주위를 흐르는 공기의 속도가 느리고 와류발생률이 크게 나타났다.

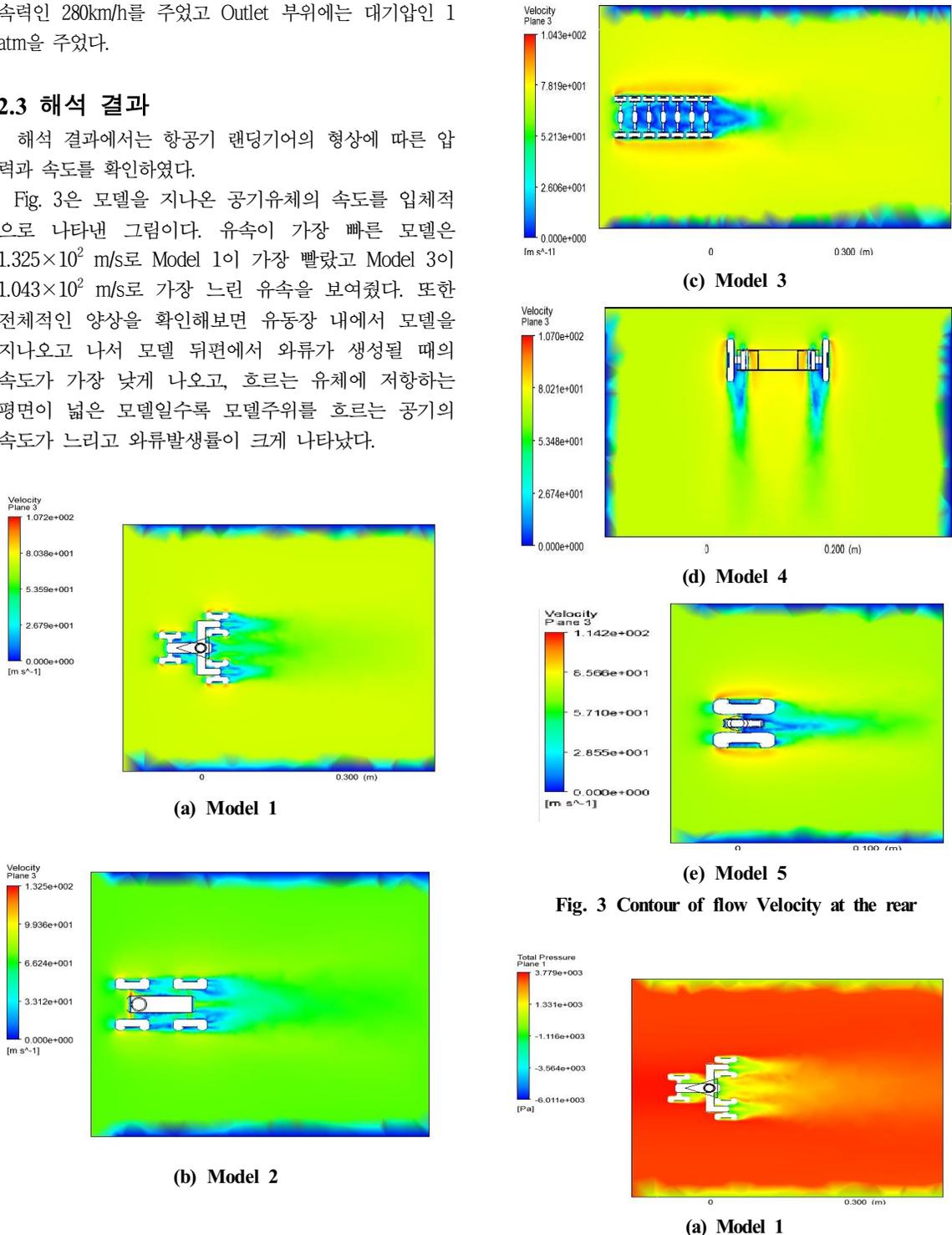
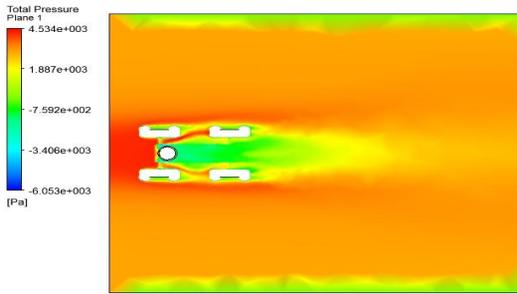
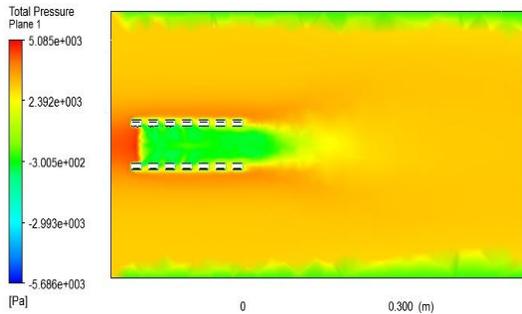


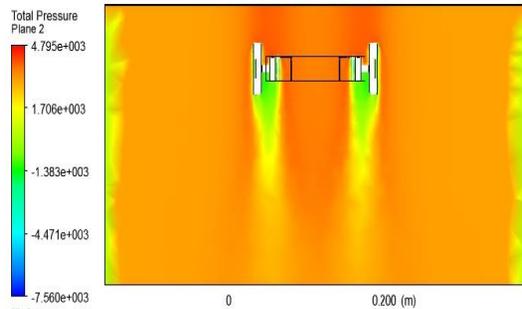
Fig. 3 Contour of flow Velocity at the rear



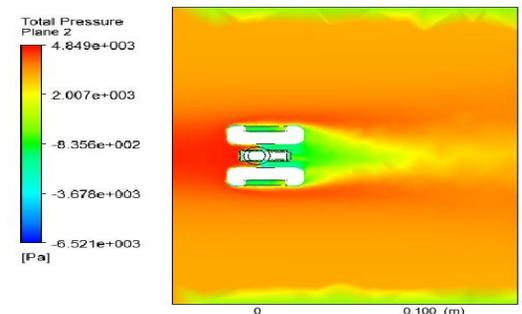
(b) Model 2



(c) Model 3



(d) Model 4



(e) Model 5

Fig. 4 Contour of flow total pressure on side at models

Fig. 4는 설정한 구속조건의 유동장 속에서 흐르는 유체의 전압력을 등고선으로 표현하여 모델 상부에서 본 그림이다.

전체적으로 모든 유동 모델에서의 최저압력은 유체의 흐름을 방해하는 모델들의 뒷부분에서 관측되었고, 1~5 번 모델 중 Model 3이  $5.085 \times 10^3$  Pa으로 가장 높은 압력을 보여줬다.

#### 4. 결론

본 연구는 항공기의 랜딩기어 형상에 따른 모델의 유체 해석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 해석 모델을 지나온 공기유체의 속도를 보았을 때, 유속이 가장 빠른 모델은  $1.325 \times 10^2$  m/s로 Model 1이 가장 빨랐고 Model 3이  $1.043 \times 10^2$  m/s로 가장 느린 유속을 보여줬다. 이는 Model 1 번이 가장 원활한 유동을 보여줬음을 의미했다.
2. 해석 모델의 유동장에 흐르는 유체의 전압력을 보았을 때, 전체적으로 모든 유동 모델에서의 최저압력은 유체의 흐름을 방해하는 모델들의 뒷부분에서 관측되었고, 1~5번 모델 중 Model 3이  $5.085 \times 10^3$  Pa으로 가장 높은 압력을 보여줬다.
3. 본 연구 결과를 토대로 항공기 랜딩기어의 형상에 따른 유동해석 데이터를 축적할 수 있었으며, 이를 토대로 랜딩기어의 설계 데이터를 사용하여 원활한 유동 흐름에 관한 기반 데이터를 얻음으로서 항공기의 성능을 보다 개선할 수 있다고 사료된다.

#### REFERENCES

1. Cho, J. U., Han, M. S., "A Study on Flow Analysis at Ball Valve according to Opening and Shutting Angle," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 10, No. 2, pp. 46-51, 2011.
2. Cho, J. U., Han, M. S., "Flow Analysis on the Outside of Automotive Body," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process

- Engineers, Vol. 9, No. 1, pp. 55-60, 2010.
3. Cho, J. U., Han, M. S., "Analysis of Gas Flow and Thermal Deformation in a Muffler," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 9, No. 1, pp. 14-18, 2010.
  4. Kang, C. W., Yang, K. S., "Numerical Study of Laminar Flow and Heat Transfer in Curved Pipe Flow," Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers B, Vol. 37, No. 10, pp. 941-951, 2013.
  5. Kam, H. D., Kim, J. S., "Assessment and Validation of Turbulence Models for the Optimal Computation of Supersonic Nozzle Flow," Journal of the Korean Society of Propulsion Engineers, Vol. 17, No. 1, pp. 18-25, 2013.
  6. Kwag, S. H., "Flow Analysis over Moving Circular Cylinder Near the Wall at Moderate Reynolds Number," Journal of the Korean Society of Marine Engineering, Vol. 36, No. 8, pp. 1091-1096, 2012.
  7. Cho, J. U., Han, M. S., "Study on Thermal Stress and Flow Analysis at Exhaust Manifold of Car," Transaction of the Korean Society of Automotive Engineers, Vol. 22, No. 2, pp. 23-28, 2014.
  8. Cho, J. U., Han, M. S., "Simulation Analysis on the Air Flow Inside Computer Main Frame According to the Location of Fan," Journal of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers, Vol. 21, No. 2, pp. 259-266, 2012.
  9. Lee, G. H., Bang, Y. S., Woo, S. W., Cheng, A. J., "Numerical Analysis of Turbulent Flow around Tube Bundle by Applying CFD Best Practice Guideline," Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers B, Vol. 37, No. 10, pp. 961-969, 2013.
  10. Joo, H. J., Jung, I. Y., Yun, S. K., Kwak, H. Y., "CFD Analysis on the Flow Characteristics of Ejector According to the Position Changes of Driving Nozzle for F.W.G," Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 31, No. 3, pp. 23-28, 2011.
  11. Park, J. H., Park, H. S., Kim, S. T., Kang, G. M., "A Study on the Temperature Uniformity for the Anti-Corrosion Coating Process of Large-Sized Water Pipes," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 15, No. 6, pp. 35-40, 2016.
  12. Lee, C. S., Lee, W. U., Jang, S. C., Yi, C. S., "A Study on the Development of a 4,000CMM Grade Blower for a Ventilation System," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 16, No. 1, pp. 17-23, 2017.