

# 항공기의 형상에 따른 표면에서의 유동해석에 관한 융합 연구

오범석, 조재웅\*  
공주대학교 기계자동차공학부 교수

## A Convergent Study on Flow Analysis at the Surface due to Shape of Aircraft

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

**요약** 본 연구에서는 항공기의 형상에 따른 유동의 속도 분포와 압력을 해석하여 그 비행 성능을 조사하였다. 비행기에 표면에 부하되는 유동 속도와 그 압력을 서로 비교하기 위하여 뚜렷한 형상의 항공기들로서, Model A와 B는 뾰족하고 날카로운 형상을 지니고 있다. 비행기 주위에 흐르는 유동의 최대속도가 적을수록 운행의 저항이 덜 발생하여 연료 소모가 줄어든다는 것을 유추할 수 있으며 이는 뾰족한 model A보다 날카로운 model B가 더 효율적인 것을 확인할 수 있다. 본 연구 결과로서는 날개 부위와 본체의 헤드 부분을 몸체보다 큰 압력을 견딜 수 있게 설계해야 하며 뾰족한 형태인 Model A로 설계하였을 때보다 Model B인 날카로운 형태로 하면 유동에 의한 압력을 보다 더 버틸 수 있다고 보인다.

**주제어** : 항공기, 형상, 표면, 유동 해석, 압력, 융합

**Abstract** In this study, the velocity distribution and pressure of the flow with the shape of the aircraft were analyzed to investigate its flight performance. In order to compare the flow rate and its pressure applied on the surface of airplane each other, models A and B have the blunt and sharp shapes as the distinctive shapes of airplanes. It can be inferred that the lower the maximum speed of the flow around the airplane, the less resistance the navigation produces, the less fuel consumption, which is more efficient for the sharp model B than the blunt model A. As the result of this study, the wing area and the head part of the body should be designed to withstand the pressure greater than the body. It is shown that the sharp model B can withstand more pressure due to flow than the blunt model A.

**Key Words** : Airplane, Shape, Surface, Flow analysis, Pressure, Convergence

### 1. 서론

항공기의 발달로 인해 우리는 국내뿐만 아니라 국외 또한 빠른 시간 내에 먼 거리를 갈 수 있는 시대에 살고

있다. 또한 이러한 항공기의 탑승객들을 안전성 상생을 위해 비행기 표면에 대한 저항과 압력등의 연구가 진행되고 있지만 외형에 대한 연구가 적어 큰 도움이 될 수 있다. 비행 중 안정성을 높이기 위하여서는 비행기 표면

\*Corresponding Author : Jae-Ung Cho(jucho@kongju.ac.kr)

Received April 9, 2020  
Accepted July 20, 2020

Revised May 11, 2020  
Published July 28, 2020

에서의 유동속도와 압력의 분포에 대한 연구들이 수행되고 있다[1-6]. 비행기에 표면에 부하되는 유동 속도와 압력[7-11]의 비교를 하기 위하여 서로 다른 형상의 항공기 모델로서, Model A와 Model B는 각각 뾰족한 형상과 날카로운 형상을 지니고 있다. 본 연구에서는 항공기의 형상에 따른 비행기 주위에 흐르는 유동의 속도 분포와 압력을 해석하여 그 비행 성능을 조사하였다[12-15]. 본 연구 결과는 실제적으로 항공기의 형상에 따른 표면에서의 유동 실험을 하지 않고서도 그 유동성을 조사하는데 효율적으로 이용할 수 있다. 또한 항공기의 형상에 따른 표면에서의 유동해석 결과를 이용함으로써 본 연구가 미적인 설계에 부합된다고 보여진다.

## 2. 유체 모델링 및 경계 조건

본 연구에서는 항공기 형상에 따른 공기 유동 해석을 진행하여 실용적이고 안정성을 높이기 위하여 진행하였다. 이러한 안정성 형상에 대한 연구를 진행하기 위하여 아래의 Fig. 1의 같은 형상을 CATIA 프로그램으로 설계하였다. 서로 다른 극과 극의 조건을 만족하기 위하여 Model A는 원통의 모형으로 Model B는 날카로운 모양으로 설계 하였다. 본 연구에서는 항공기 형상에 따른 유동 해석을 진행하여 최적 형상을 도출하였다. 이러한 최적 형상에 대한 연구를 진행하기 위하여 해석 프로그램인 ANSYS 프로그램을 이용하였다. 그리고 유동 해석 결과를 얻기 위하여 Fig. 1과 같이 유동 범위를 형성하였고, 본 연구에서의 해석 조건을 나타내었다. 본 연구에 사용된 해석 조건으로는 Model A는 2000km/h 속도를 부여하였다. 출구부에는 1 Pa의 압력 조건을 부여하였다. Model B 또한 마찬가지로 입구부에는 2000km/h의 속도를 부여하였다. 출구부에는 1 Pa의 압력 조건을 부여하였다. 그 외 모든 부분에는 No slip condition을 부여하여 해석을 진행하였다. 그리고 해석에 사용된 기체는 일반적인 공기로 25℃에서의 공기의 물성을 사용하였다.

Table 1. List of flow models of A, B

	nodes	elements
model A	449642	2444129
model B	307957	1658373

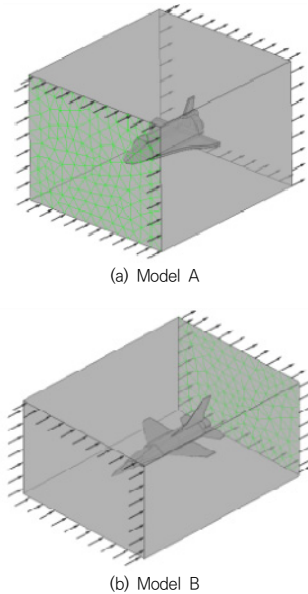
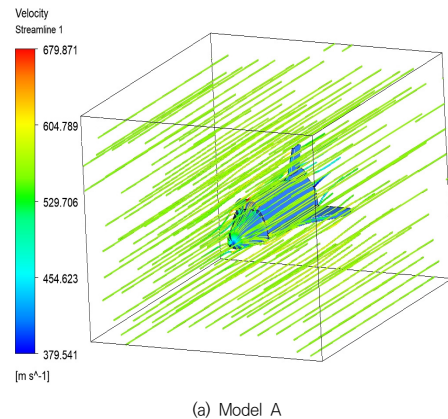


Fig. 1. Flow models and boundary conditions of Models A and B

Table 1은 항공기 형상에 따른 절점과 요소의 개수를 나타내었다.

## 3. 해석결과

Fig. 2는 Model A와 B의 항공기 주위에서의 공기 흐름의 전반적인 유동 속도를 나타내었다. Model A에서의 최대 유동 속도는 679.871 m/s가 나온 것을 알 수 있었고 Model B에서는 634.624 m/s의 최대 유동 속도 결과를 확인했다.



(a) Model A

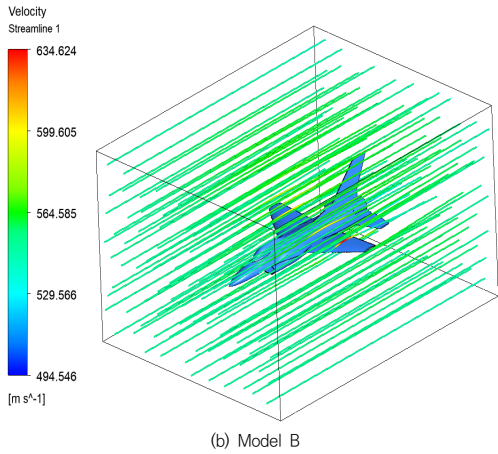


Fig. 2. Overall flow analysis of models A and B

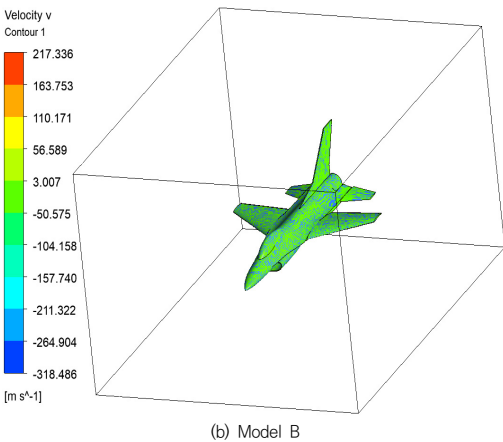
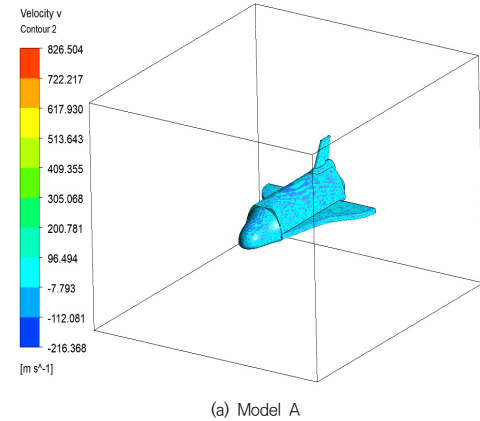


Fig. 3. Contours of flow velocities at airplane surfaces of models A and B

Fig. 3은 Model A와 B의 항공기 표면에서의 유동 속도를 비교하였다. Model A에서의 항공기 표면에서의 최고의 유동 속도는 826.504 m/s가 나온 것을 알 수 있었고 Model B에서는 217.336 m/s의 유동 속도 결과를 나타냈다. 또한 Model A에서의 항공기 표면에서의 유동 속도는 96.494 m/s가 나온 것을 알 수 있었고 Model B에서는 56.589 m/s의 유동 속도 결과를 확인했다. 최대의 유동 속도가 나오는 부위는 두 모델이 동일하게 공기의 저항을 직면하는 날개 부분과 헤드부분에서 나오는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과로 Model A의 운항성의 대한 안정성 및 효율성은 Model B보다 낮음을 알 수 있다. 즉 Model A의 형상보다 Model B의 형상이 더 효율적임을 알 수 있는 해석 결과이다.

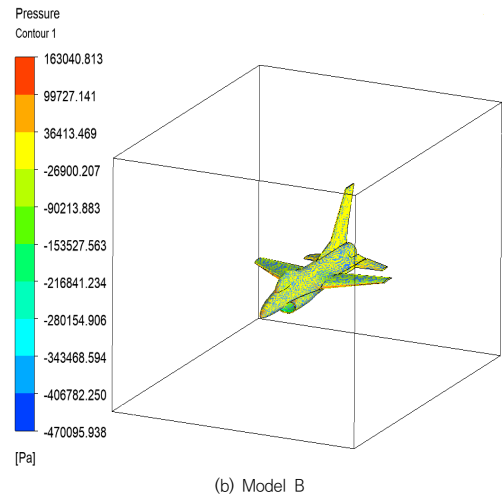
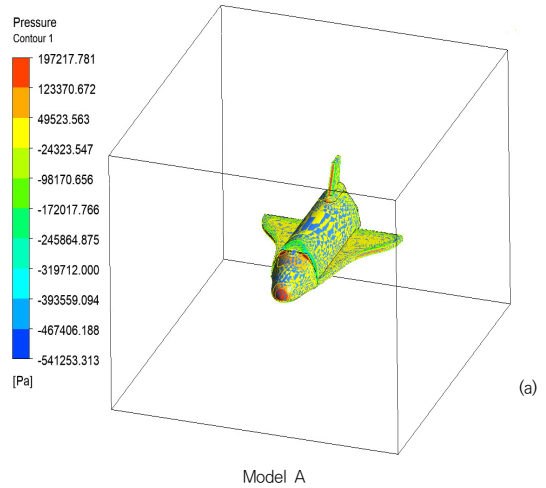


Fig. 4. Contours of pressures at airplane surfaces of models A and B

Fig. 4는 항공기 표면에서의 압력 분포에 대한 등고선 들이고 항공기 형상에 따른 표면 주위에서의 모델별 압력 분포를 비교하였다. Model A에서의 최대 압력은 약 197,218 Pa이 나온 것을 알 수 있었고 Model B에서는 약 163,041Pa의 최대 압력이 나온 것을 알 수 있었다. 두 모델이 동일하게 항공기의 머리 부분과 상단 꼬리 날개 부분에서 가장 높은 압력이 나오는 것을 알 수 있었다. Fig. 5는 항공기의 운행에 의한 주변압력 변화 분포를 비교하였다. Model A에서의 주변 최대 압력은 약 5422 Pa가 나온 것을 알 수 있었고 Model B에서는 약 4299 Pa의 최대 압력이 나온 것을 알 수 있었다. 모두 압력은 항공기의 몸체 하단과 상단 부분에서의 압력이 급격하게 저하되는 것을 확인할 수 있으며 최대의 유동 압력 면은 비행기 몸체에 부딪혀 생기는 공기 유동의 첫 부분에서 가장 커짐을 알 수 있다. 이러한 결과로 보았을 때 날개 부위와 본체의 헤드 부분을 몸체보다 큰 압력을 견딜 수 있게 설계해야 하며 뚱뚱한 형태인 Model A로 설계하였을 때보다 Model B인 날카로운 형태로 하면 유동에 의한 압력을 보다 더 버틸 수 있다고 보인다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 항공기의 형상별 표면에서의 공기 흐름의 유동해석을 진행하였다. 그에 대한 결론은 아래와 같다.

1. 항공기 표면에서의 최대속도는 표면에 공기가 갈라져 생기는 최대속도를 비교하였다. Model A에서의 항공기 표면에서의 최고의 유동 속도는 826.504 m/s가 나온 것을 알 수 있었고 Model B에서는 217.336 m/s의 유동 속도 결과를 나타냈다. 또한 Model A에서의 항공기 표면에서의 유동 속도는 96.494 m/s가 나온 것을 알 수 있었고 Model B에서는 56.589 m/s의 유동 속도 결과를 확인했다. 표면에서의 최대속도가 나오는 부분을 비교하면 모두 표면과 부딪힌 생기는 부위에서 최대속도가 발생하였다. 즉 비행기 주위에 흐르는 유동의 최대속도가 적을수록 운행의 저항이 덜 발생하여 연료 소모가 줄어든다는 것을 유추할 수 있으며 이는 뚱뚱한 model A보다 날카로운 model B가 더 효율적인 것을 확인할 수 있다.
2. 항공기가 기동하면서 받는 표면 압력에 대한 결과를 확인하였다. Model A에서의 최대 압력은 약 197,218 Pa이 나온 것을 알 수 있었고 Model B에서는 약 163041 Pa의 최대 압력이 나온 것을 알 수 있었다. 두 모델이 동일하게 항공기의 머리 부분과 가장 빠르게 직면하는 날개의 표면에서 최대 압력이 나오는 것을 알 수 있었다. 그리고 항공기의 운행에 의한 주변압력 변화 분포를 비교하였다. Model A에서의 주변 최대 압력은 약 5422 Pa가 나온 것을 알 수 있었고 Model B에서는 약 4299 Pa의 최대 압력이 나온 것을 알 수 있었다. 연구 결과로 보았을 때 날개 부위와 본체의 헤드 부분을 몸체보다 큰 압력을 견딜 수 있게 설계해야 하며 뚱뚱한 형태인 Model A로 설계 하였을 때보다 Model B인 날카로운 형태로 하면 유동에 의한 압력을 보다 더 버틸 수 있다고 보인다.
3. 항공기의 형상에 따른 표면에서의 유동해석 결과를 이용함으로써 본 연구가 미적인 설계에 부합된다고 보여진다.

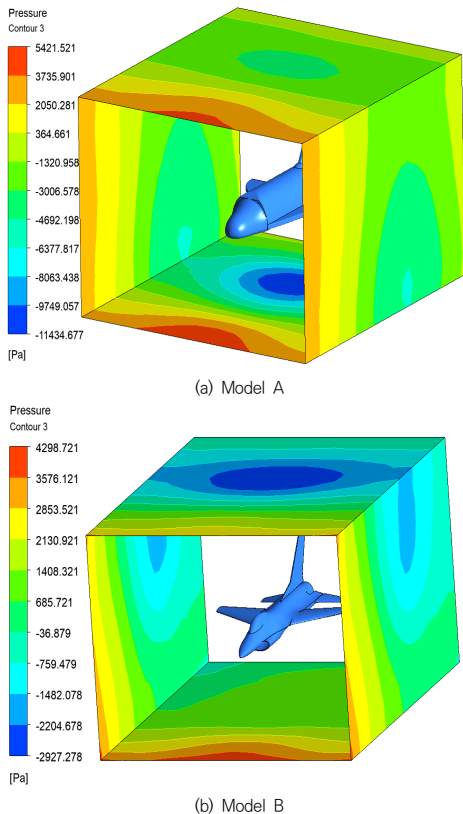


Fig. 5. Contour of flow velocity at plane of models A and B

REFERENCES

[1] C. S. Won, N. K. Hur & S. H. Kwon. (2013). Flow Analysis of Automotive Oil Pump of Gerotor Type. *The KSFM Journal of Fluid Machinery*, 6(4), 7-13. DOI : 10.5293/KFMA.2003.6.4.007

[2] C. H. Choi, J. G. Noh & J. H. Kim. (2010). Numerical Simulation of Cavitating Flow Around Turbopump Inducer. *The KSFM Journal of Fluid Machinery*, 13(3), 49-53. DOI : 10.5293/KFMA.2010.13.3.049

[3] S. H. Jo, J. I. Park & K. W. Nam. (2006). Numerical Simulation in the IC Engine Lubricating Gerotor Oil Pump. *Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers B*, 30(10), 1019-1025. DOI : 10.3795/KSME-B.2006.30.10.1019

[4] 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

[5] 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

[6] R. D. Gyeom & L. K. Bock. (2019). Flow Characteristics and Wind Loads on the Solar Panel and Floating System of Floating Solar Generato. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 20(10), 229-235. DOI : 10.5762/KAIS.2019.20.10.229

[7] 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

[8] 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

[9] D. W. Jeong, Y. S. Won & S. H. Kang. (2019). Comparison Study on Aerodynamic Performance and Wake Flow Field for a MW-Class Wind Turbine Model. *Journal of the Korean Society of Visualization*, 17(2), 32-38. DOI : 10.5407/jksv.2019.17.2.032

[10] S. W. Park, I. S. Choi, K. C. Noh, S. P. Ryu & K. S. Yoon. (2012). An Experimental Study on Measurement of Flow Coefficient Using the Steady-Flow Test Rig. *Journal of the Korean Society of Marine Engineering*, 36(4), 423-429. DOI : 10.5916/jkosme.2012.36.4.423

[11] S. H. Chang. (2015). A Consider Mechanical Rock Excavation Focusing on TBM and Roadheader. *Journal*

*of Korean Society Mineral Energy Resources Engineers*, 52(5), 531-548.

DOI : 10.12972/ksmer.2015.52.5.531

[12] D. R. Lee. (2015). Flow Analysis of a Thermopneumatic Micropump For Different Shapes of PDMS Membrane. *Journal of the Korean Society of Mechanical Technology*, 17(2), 245-250. DOI : 10.17958/ksmt.17.2.201504.245

[13] J. U. Cho. (2012). Flow analysis of air due to the shapes of motorbike. *Journal of Korean Society of Mechanical Technology*, 14(1), 53-60. DOI : 10.17958/ksmt.14.1.201202.53

[14] H. J. Kim & Y. M. Lee. (2014). Experimental Study on Air Flow Characteristics of Axial Dual-blade Fan. *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, 13(4), 113-120. DOI : 10.14775/ksmpe.2014.13.4.113

[15] J. N. Park. (2013). A Study on the Flow Control Forming Process and Experiment Device of Drum Clutch for Automatic Transmission. *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers*, 12(6), 69-76. DOI : 10.14775/ksmpe.2013.12.6.069

오 범 석(Bum-Suk Oh)

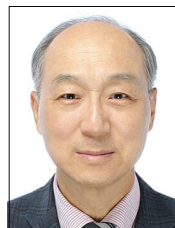
[정회원]



- 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 부품의 강도평가 및 파손해석
- E-Mail : bumsuh@kongju.ac.kr

조 재 응(Jae-Ung Cho)

[종신회원]



- 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