
자동차에서의 냉각팬의 날개 형상에 대한 유동해석

조재웅

공주대학교 기계자동차공학부

A Flow Analysis on Wing Shape of Cooling Fan at Automobile

Jae-Ung Cho

Division of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju University

요약 본 연구에서는 자동차 냉각팬에 대해서 유동해석을 수행하였다. 냉각팬의 형상에 대하여 유동 조건은 같게 하여 Canival, Teracan 및 basic 3가지의 모델을 CATIA 프로그램으로 설계하여 본 해석을 실시하였다. 날개의 모양에 따라 유체의 속도의 등고선이 변화하는 것을 볼 수 있으며, 날개의 모양 또는 넓이에 따라 각기 다른 압력분포를 볼 수 있었다. 세 가지 모델 중, Teracan 모델인 냉각팬이 공기의 유동이 많아 라디에이터의 열을 식히는데 가장 효율적이 된다고 사료된다. 그리고 디자인 면에서의 융합 기술로의 접목도 가능하여 미적인 감각을 나타낼 수 있다.

• **주제어** : 날개 형상, 냉각팬, 유동 해석, 유동 압력, 유동 속도, 융합 기술

Abstract In this study, a flow analysis is carried out on the wing shape of cooling fan at automobile. By designing three kinds of Canival, Teracan and basic models with CATIA program, this analysis is done on the configuration of cooling fan with the same flow condition. It can be seen that the contour of flow velocity is changed due to the model of wing and the pressure distribution of fluid is changed due to the configuration or the area of wing. In case of cooling model of Teracan among three models, there is the most air flow and it can be thought to be most effective to cool the radiator. And it is possible to be grafted onto the convergence technique at design and show the esthetic sense.

• **Key Words** : Wing shape; Cooling fan; Flow analysis; Flow pressure; Flow velocity; Convergence technique

1. 서론

자동차는 소비자들의 생활수준이 향상됨에 옛날에 비해 보편화가 많이 되어 가정해서 많이 사용하는 기기중 하나이다. Front End Cooling Pack System은 최근 자동차 산업 기술 분야에서 일어나고 있는 개발기간과 개발비용 저감, 생산성 향상, 제조원가 저감, 품질향상 등을 위한 부품의 모듈화 및 통합화 기술 개발의 일환으로 추진되고 있다. 본 내용은 자동차의 프런트 엔드 쿨링 팩

시스템에서 공기 냉각계의 핵심을 이루는 자동차 냉각팬의 형상에 따른 성능 및 효율을 비교, 분석하고자 한다 [1-3].

공기 냉각계의 팬을 중심으로 공기 유동 현상의 분석을 위해서 3가지의 가로, 세로의 크기가 동일하지 않고 CATIA 프로그램을 이용하여 3D로 모델링하여 ANSYS 프로그램을 이용하였다. 실험 과정은 CFD를 이용하여 모델링한 CATIA 모델에 mesh를 만들었고 CFX-POST

*교신저자 : 조재웅(jucho@kongju.ac.kr)

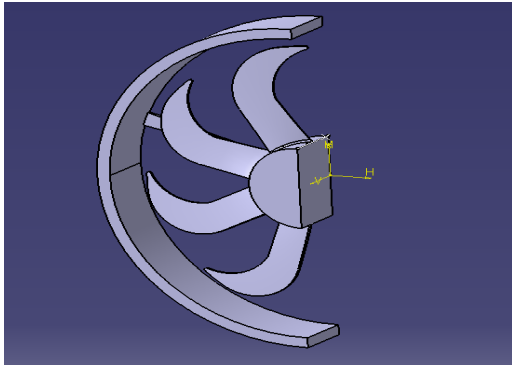
접수일 2014년 10월 4일 수정일 2014년 12월 13일 게재확정일 2014년 12월 23일

결과 값을 이용하여 각각의 속도, 압력, 온도를 측정하고 그릴에 모양에 따른 공기 저항을 관찰하였다. CFX Pre를 이용하여 경계조건을 주고 동일한 속도와 기압을 주어 실험하였으며 팬의 종류는 Canival과 Teracan 모델을 기초로 하였고 두 모델의 비교분석을 위하여 크기가 작고 기본적인 팬 모양을 하나 더 모델링하였다[4,5].

2. 모델 및 해석

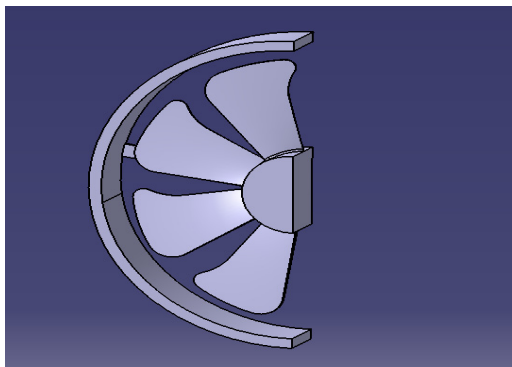
2.1 연구 모델

모델링한 냉각팬은 밑의 Fig. 1의 Canival의 팬모양을 기초로 하여 만들었으며 지름의 길이는 270mm이고 높이는 50mm로 하였다.



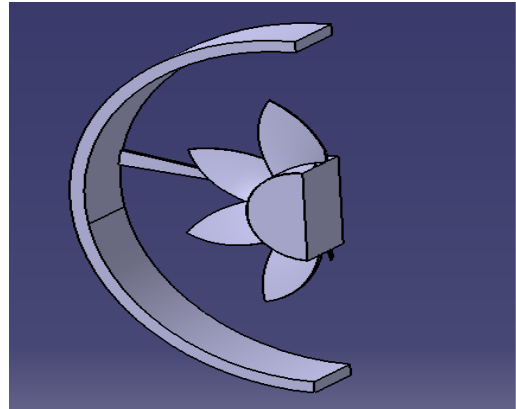
[Fig. 1] Configuration of fan at Canival

모델링한 냉각팬은 밑의 Fig. 2의 Teracan의 모양을 기초로 하여 만들었으며 치수로 지름의 길이는 270mm이고 높이는 50mm로 하였다.



[Fig. 2] Configuration of fan at Teracan

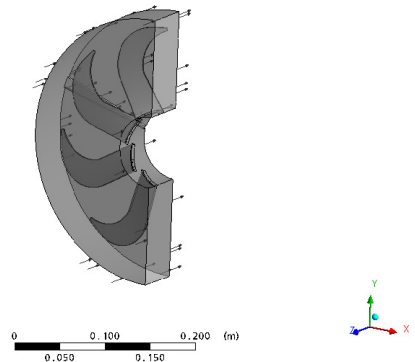
모델링한 Fig. 3의 냉각팬은 비교분석을 위하여 기본적인 모형으로 만들었으며 치수로 지름의 길이는 100mm이고 높이는 50mm로 하였다.



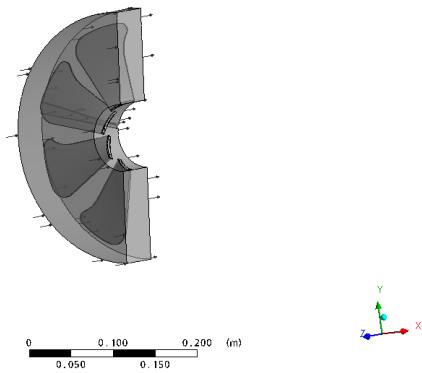
[Fig. 3] Basic configuration of fan

2.2 모델의 유동조건

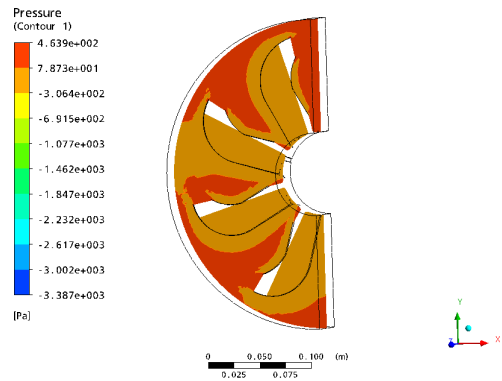
모델의 유동조건은 Fig. 4, 5 및 6에서와 같이 모델의 냉각팬 지지대를 경계로 Body를 만들어 준다. 그리고 바디의 앞 부분을 입구로 하고 바디의 지지대가 있는 부분을 출구로 하여 0Pa로 압력을 설정하여 주었다. 유동 유체는 공기로 하고 유동 속도는 10 m/s로 주었다. 세 모델링 모두 똑같은 조건을 주었다. 따라서 Table 1은 세가지 모델들에 대한 같은 유동 조건들을 나타낸다[6].



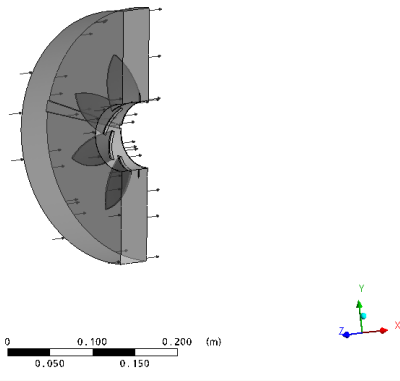
[Fig. 4] Constraint condition of fan at canival model



[Fig. 5] Constraint condition of fan at Teracan model



[Fig. 7] Pressure of Canival model



[Fig. 6] Constraint condition of fan at Basic model

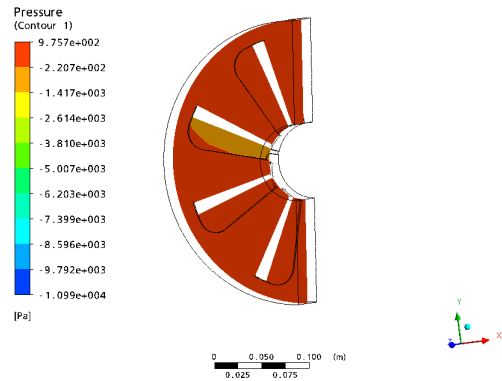
<Table 1> Flow conditions

Intents	Physical properties
Material	Air
Temperature	21℃
Velocity at inlet	10m/s
Average static pressure at outlet	0 Pa

2.3 유동 해석 결과

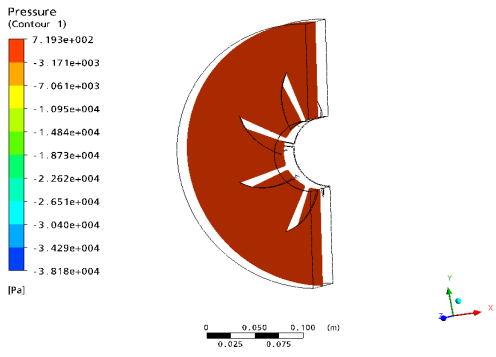
Fig. 7, 8 및 9에서와 같이 Canival, Teracan 및 기본 유체 모델에 대한 압력 분포들에 대한 등고선들을 보여 준다. 그리고 Fig. 10, 11 및 12에서와 같이 Caniva, Teracan 및 기본 유체 모델에 대한 속도 분포들에 대한 등고선들을 보여 준다.

Fig. 7에서와 같이 Canival의 최대 압력 값은 463.858 Pa이다. 날개가 공기와 맞닿는 부분은 압력 값이 작게 나왔고 날개의 빗면을 타고 나간 공기는 압력 값이 높게 나온 것을 보아 속도가 증가되고 있음을 예상할 수 있다.



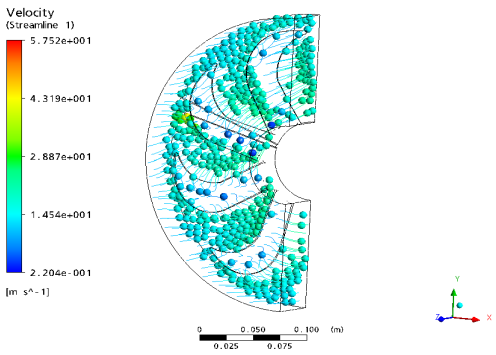
[Fig. 8] Pressure of Teracan model

Fig. 8에서와 같이, Teracan의 최대압력 값은 975.735 Pa 이다. 압력의 해석 결과를 보면 Canival과 비슷하게 날개의 맞닿는 부분은 공기가 날개의 빗면을 타고 가는데 단면적이 커서 압력값이 크게 나온 것을 볼 수 있다. Canival 모델보다 압력값이 높게 나온 것을 보아 날개의 단면적이 커 공기의 빗면흐름을 오래 탈 수 있어 공기의 유동장이 크게 형성 될 수 있다.



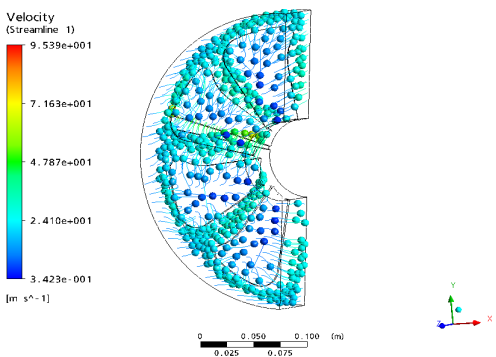
[Fig. 9] Pressure of Basic model

Fig. 9에서와 같이, Basic모델의 최대 압력 값은 719.286Pa 이다. Basic모델의 경우 날개의 크기가 다른 Type들에 비해 작아 전반적으로 받는 압력값이 작을 수 있으나 공기의 응집력이 커 압력값이 두 번째로 크게 나왔다.



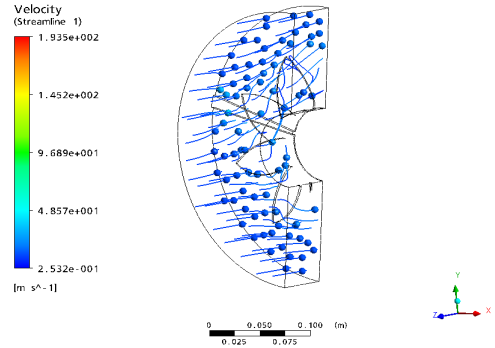
[Fig. 10] Velocity of Canival model

Fig. 10에서와 같이, Canival모델의 Velocity 최소값은 0.220396m/s, 최대값은 57.5169m/s가 나왔다.



[Fig. 11] Velocity of Teracan model

Fig. 11에서와 같이, Teracan모델의 Velocity 최소값은 0.342312m/s, 최대값은 95.3879m/s가 나왔다.



[Fig. 12] Velocity of Basic model

Fig. 12에서와 같이, Basic 모델의 Velocity 최소값은 0.2532m/s, 최대값은 193.5 m/s가 나왔다. 유체 유동의 압력 및 속도 해석 결과를 Table 2에서와 같이 Caniva, Teracan 및 기본 유체의 모델에 대하여 최대 압력 및 최소 압력으로 정리하였다.

<Table 2> Maximum and minimum Pressures and velocities of three flow models

Type	Canival	Teracan	Basic
Unit system			
Min. pressure (N/m^2)	-3387.42	-10988.8	-38183
Max. pressure (N/m^2)	463.858	975.735	719.286
Min. velocity (m/s)	0.220396	0.342312	0.253237
Max. velocity (m/s)	57.5169	95.3879	193.523

따라서 속도 해석은 Basic모델이 가장 빠르게 나왔다. Basic 모델의 경우 날개의 크기가 작아 저항을 적게 받아 빠르며, Teracan모델의 경우 Basic모델에 비하여 Velocity값은 적게 나왔다. 날개의 모양이 커 저항력이 크다. 날개의 빗면을 따라 감으로써 Velocity값은 증가하는 것을 볼 수 있다. Canival의 모델도 Teracan 모델과 비슷한 양상을 띄는 것을 볼 수 있다. 속도와 압력값을 보아 Canival모델보다 Teracan모델의 냉각팬이 더 효율적인 형태로 볼 수 있다.

3. 결론

자동차 냉각팬의 새가지 모델들에 대한 유동해석 및 분석을 통하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 냉각팬 내부 유동에 가장 많은 영향을 끼치는 날개의 개수를 고정하고 날개의 모양을 변수로 내부 유동에 미치는 영향을 분석하였다. 냉각팬의 날개의 크기가 길고 큰 것이 같은 회전력일 때 공기가 한 곳으로 많이 모이고 바람이 더욱 부드러워 질수도 있다.
- 2) 회전하는 날개를 중심으로 경계내부의 공기가 날개를 따라 운동하는 모습을 보였다.
- 3) 냉각팬의 단위 면적이 클수록 저항이 높아지지만 같은 동력일 때 원활한 공기흐름의 흐름을 가질 수 있다. 따라서 새가지 모델 중, Teracan 모델인 냉각팬이 공기의 유동이 많아 라디에이터의 열을 식히는데 가장 효율적이 된다고 사료된다. 그리고 디자인 면에서의 융합 기술로의 접목도 가능하여 미적인 감각을 나타낼 수 있다.

References

[1] S. Y. Jeong, K. S. Lee and K. H. Kim. "An Analysis of the Flow Field of an Automotive Cooling Fan", KSAE, pp. 1107-1112, 2002.

[2] K. S. Koo and D. J. Kweon. "The analysis on audible noise level and cooling performance for the low noise cooling fan of power transformers", Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, Vol. 23, No. 8, pp. 110-115, 2009.

[3] J. U. Cho and M. S. Han. "Analysis of the Flow due to the Number of Electric Fan Blades", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 11, No. 1, pp. 107-112, 2012.

[4] K. J. Oh and C. K. Bae. "Numerical Analysis of the Viscous Flow Around a Front End Cooling Fan of the Car", J. Korean Society of Industrial Application, Vol. 10, No. 4, pp. 221-226, 2007.

[5] K. J. Oh, W. B. Cho, C. K. Bae, S. H. Lee, S. B. Lee, P. H. Ju and J. C. Kim. "Development of the Front

End Cooling Fan of a Car", KSFM, pp. 384-389, 2005.

[6] J. H. Kim, I. S. Jung, J. M. Seo, N. K. Hur and J. H. Jung. "An investigation on development of bus electrical cooling fan system", Journal of Korean Society for New and Renewable Energy, pp. 144.1-144.1, 2010.

저자소개

조재웅(Jae-Ung Cho)

[종신회원]



- Feb. 1980 : Inha University, B. S. in Mechanical Engineering
- Feb. 1982 : Inha University, M. S. in Mechanical Engineering
- Aug. 1986 : Inha University, Ph. D in Mechanical Engineering
- 1988 ~ Present : Professor, Div. of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju National University

<Field of Specialization> : Fracture Mechanics (Dynamic Impact), Impact Fracture of Composite Material), Fatigue and Strength Evaluation, Durability and Optimum Design, Design & Analysis of Machine & Automobile