

선박용 환기구 루버 개발을 위한 수치해석

이중섭*, 진도훈**,#

*경남과학기술대학교 산학협력단, **다원텍(주)기술연구소

Numerical Analysis on the Development of a Ventilation Opening Louver for Marine

Chung-Seob Yi*, Do-Hun Chin**,#

*Industry-Academic corporation foundation, Gyeonnam National University of Science and Technology, **R&D Center, Dawon Tech LTD., CO.

(Received 23 September 2016; received in revised form 7 November 2016; accepted 15 November 2016)

ABSTRACT

This study is about distributions of flow in a ventilation system used in a louver for marine. In this study, to describe the flow in the ventilation opening louver, 3-dimensional steady-state turbulence was assumed to govern the equation. The flow field with pressure distribution according to the inlet velocity at the louver types is also compared. Flow analysis was performed for the louver numerical analysis on two types. The numerical analysis results in the louver blade indicated increased flow resistance at type-1.

Key Words : Ventilation(환기), Louver(루버), CFD(전산유체역학)

1. 서 론

일반적으로 선박에서 공조시스템 및 내부 환기시스템의 가동으로 인해 내부공기를 밖으로 배출시키기 위한 환기구가 설치되어 있다. 일반적으로 환기구에 설치되는 루버의 경우 루버 블레이드가 움직이지 않는 고정식과 필요에 의해 환기구 개폐가 가능한 작동식으로 구분되어 설치되고 있다. 개폐가 가능한 작동식의 경우 일종의 댐퍼와 유사한 기능을 하고 있다. 본 연구에 적용된 루버는 작동식으로 설치되는 방식이다.

루버의 경우 Fig. 1에서 보는 것과 같이 루버 블레이드의 설계에 따라 환기될 때 일종의 공기 저항물체이기 때문에 유동에 의한 압력분포나 유동패턴에 따라 설치위치와 루버 블레이드의 개수가 결정된다. 또한 송풍기를 통해 강제환기 시스템이 설치



Fig. 1 Louver shape for marine

Corresponding Author : chindohun@hanmail.net
Tel: +82-51-629-7737, Fax: +82-55-327-2310

될 경우 공기의 흐름과 유량 및 입-출구에서 발생되는 차압을 제어하는 역할도 수행하게 된다.^[1,2]

본 연구는 루버 블레이드의 개수에 따른 유동적인 측면에서 기초적인 설계자료를 확보하기 위해 전산유체역학을 통해 유동장을 확인하고자 한다.

2. 수치해석 방법

루버 블레이드를 흐르는 유동을 3차원 정상상태의 난류 유동으로 가정하였으며, 속도 분포 및 압력을 계산하기 위해서 사용된 지배방정식은 연속 방정식과 운동량 방정식이 사용되었으며, 난류 모델은 이미 공학적으로 타당성을 검증 받은 Realizable k-ε 모델을 사용하였다. 열전달 문제는 고려하지 않았기 때문에 에너지 방정식을 계산하지 않았다.^[3,4]

본 연구에는 상용 열유체 프로그램인 STAR-CCM+을 사용하여 계산을 수행하였다. 해석결과를 취득하기 위한 수치해석의 환경은 정상상태에서 반복 계산시 종속변수들의 수렴 판정은 잔차값이 10^{-3} 이하에 도달하면 수렴한 것으로 간주하였다.^[5,6]

Fig. 2는 본 수치해석에 사용된 격자와 경계조건을 나타내고 있으며 격자의 경우 Hexahedral+Trim mesh를 적용하여 최대한 정렬 격자 형태를 갖추도록 하였다. 또한 입-출구는 수력반경의 각각 6배, 10배를 두어 유동안정성을 확보하였고, 출구 부분

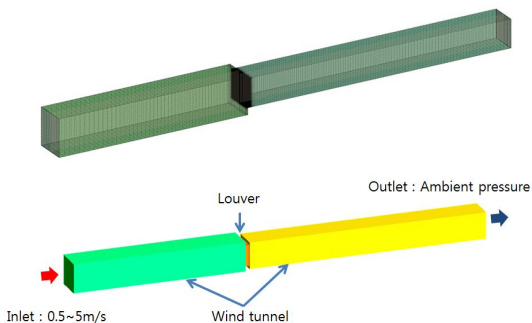


Fig. 2 Control volume and boundary conditions

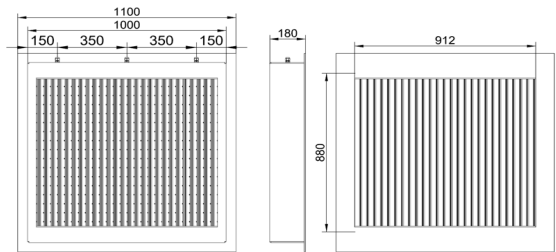
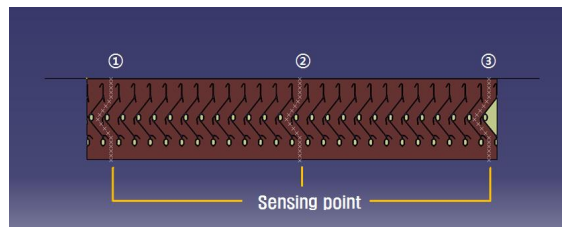
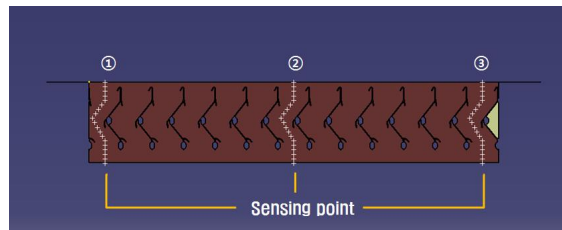


Fig. 3 Configuration of louver for CFD



(a) Type-1



(b) Type-2

Fig. 4 Sensing positions in the louver

에 보다 길게 Extrude한 이유는 루버 내부에 설치된 블레이드가 중간에 각도를 가지고 있기 때문에 유동이 한쪽방향으로 몰릴 것을 예상하여 출구부분에 충분한 길이를 확보하였다.

루버에 대한 유동해석을 수행하기 위한 경계조건으로 입구에 유속을 0.5~5m/s로 속도를 점차 증가시켰고, 출구는 대기압을 부여하여 유동해석을 진행하였다. 또한 루버 입구는 유동방향이 일정한 균일 유동조건을 사용하였으며, 난류운동에너지는 평균입구 유속의 5%로 가정하고, 난류소산율은 난류 혼합거리를 10%로 설정하였다.

Fig. 3은 본 연구에 적용되는 선박용 루버의 형상을 보여주고 있으며, 전체 길이와 높이는 1,100mm인 모델이다.

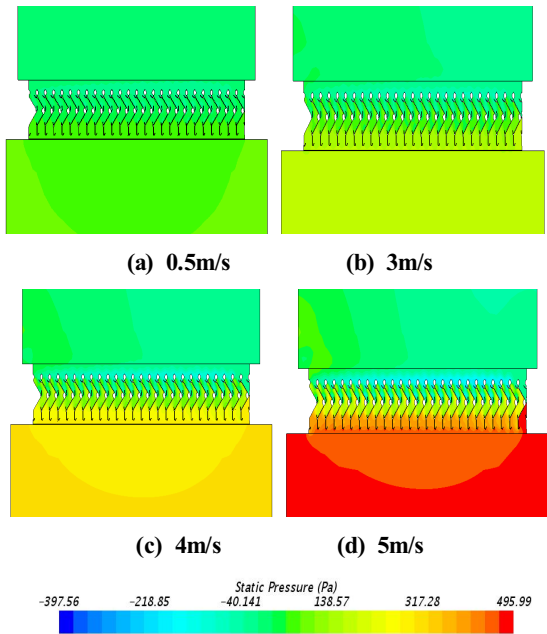


Fig. 5 Comparison of pressure contour at type-1

Fig. 4는 유동해석시 총 3군데 위치에 가상의 센서를 길이방향으로 10mm 간격으로 설치하고 이를 지나가는 유동해석 값을 취득하였다.

3. 수치해석 결과

Fig. 5는 입구유속 변화에 따른 루버 Type-1에서 내부에 작용하는 정압분포를 나타내고 있다. 유속이 증가함에 따라 루버 입구측에서 압력이 증가됨을 확인할 수 있었다. 그 이유는 루버가 풍동에서 일종의 저항체 역할을 하기 때문에 입구부에서 압력이 증가하였다. 루버 내부에 설치된 블레이드의 형상을 보면 중간지점에서 유동의 방향이 전환되도록 설계됨에 따라 입구부 쪽에서 유동정체 현상이 발생하여 압력이 상승함을 알 수 있었다.

반면 루버 출구쪽으로 유동이 빠져나가면서 유속의 증가로 인해 부압(Negative pressure)이 발생하면서 급격하게 하강하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 루버를 완전히 빠져나가면서 풍동 출구로 진행하면서 압력이 회복되는 것을 확인할 수 있었다.

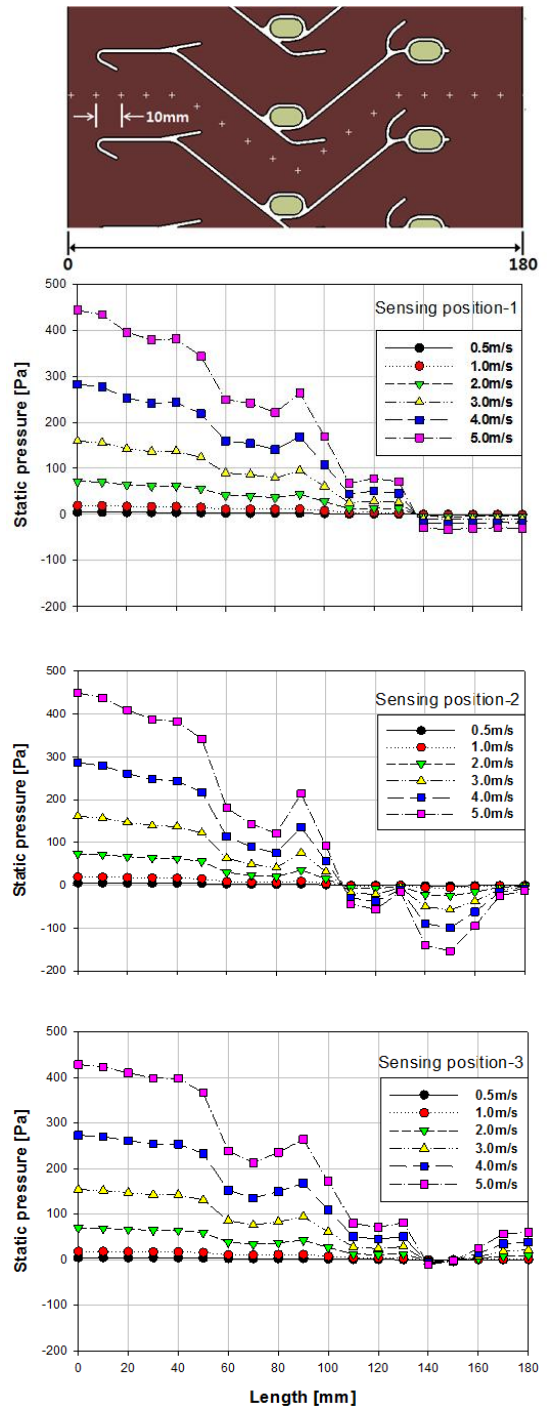


Fig. 6 Comparison of pressure distributions in the louver at type-1

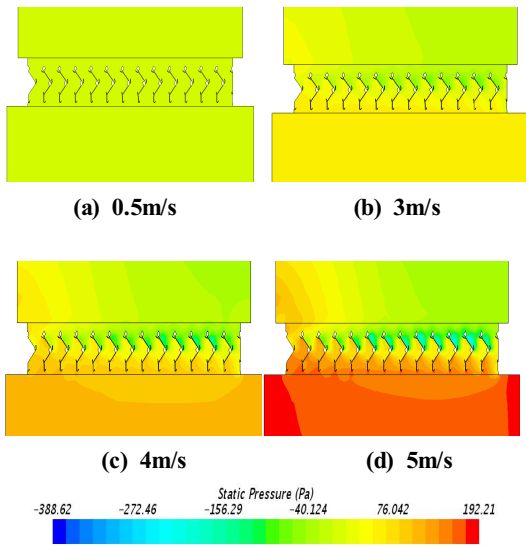


Fig. 7 Comparison of pressure contour at type-2

Fig. 6은 루버 Type-1의 각 센서 위치에 따른 정압분포를 루버 블레이드 사이의 중앙지점에서 계측된 값이다. Sensing position-1에서의 정압분포를 나타내고 있다. 유속이 증가할수록 Louver 입구쪽에 압력이 증가하였고, Vane을 통과하면서 압력이 서서히 낮아지다가 출구쪽으로 지나가면서 부압이 발생함을 알 수 있었다. 50mm지점과 90mm 지점에서 압력이 다소 상승하는 것을 확인하였고, 그 이유는 Vane의 각도가 달라지는 지점이기 때문에 유동의 방향이 전환되면서 압력이 증가한 것으로 판단된다.

Sensing position-2는 중간지점에서의 정압분포를 나타낸 것으로 입구쪽의 경우 Sensing position-1과 유사한 경향을 나타내고 있으나 60mm지점에서 상대적으로 압력하강이 심하게 발생됨을 확인할 수 있었다. 또한 110mm 지점에서 부압이 발생하였다가 130mm지점에서 다시 압력회복한 후 140mm지점부터 부압이 다시 발생하는 경향을 나타내고 있었다.

Sensing position-3에 대한 정압분포를 나타내고 있다. 이 지점의 경우 출구쪽 풍동에서 유동이 쏠리는 현상이 발생하여 정체압이 존재하기 때문에 Vane을 지나가는 지점에서 압력이 낮아졌다가 출구로 빠져나가면서 정체압의 영향으로 다시 압력

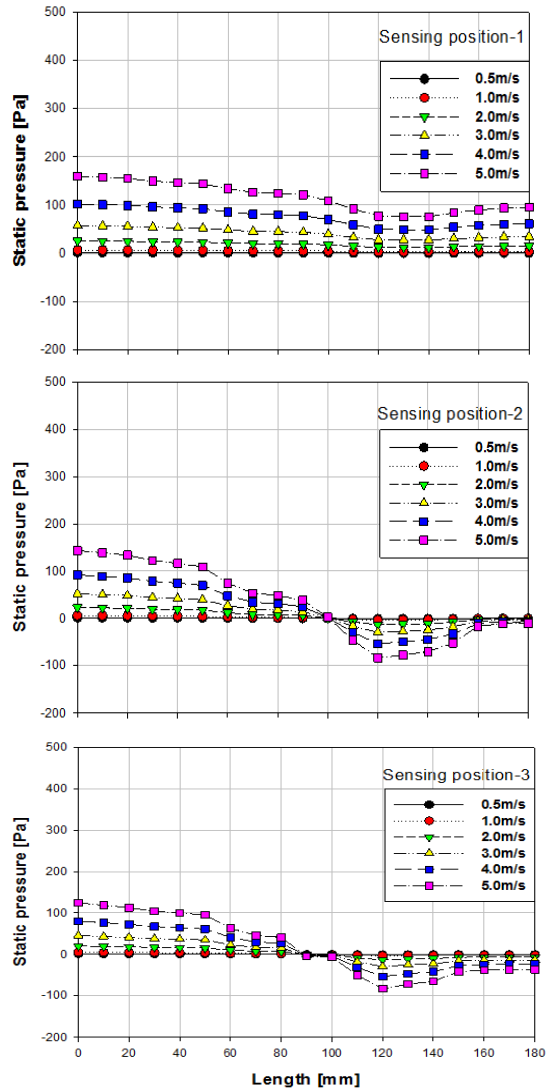


Fig. 8 Comparison of pressure distributions in the louver at type-2

이 상승하는 것을 확인할 수 있었다.

Fig. 7은 Type-2에 대한 루버 내부에 발생하는 정압분포를 나타내고 있다. 전반적으로 입구 유속이 증가할수록 입구측에서 압력이 증가하는 것을 확인할 수 있었고 Type-1과 비교할 때 대략적으로 2배 이상 압력이 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

Fig. 8은 Type-2의 루버 내부에 설치된 가상센서

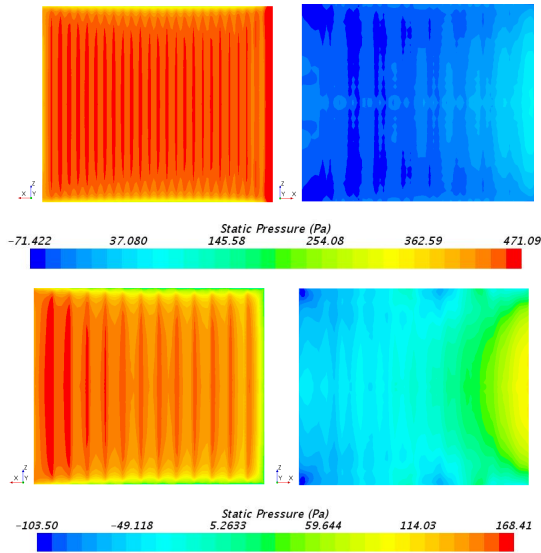


Fig. 9 Comparison of pressure contour on inlet and outlet at 5m/s

에 예측된 정압분포를 나타내고 있다. Sensing position-1의 경우 입구유속 증가에 따라 압력분포는 증가함을 확인할 수 있었다. 루버 입구측에서 압력이 높아졌다가 출구로 나오면서 압력이 낮아짐을 확인할 수 있었다. 루버에 설치된 블레이드의 개수가 적기 때문에 Type-1에 비해 압력분포가 낮아짐을 확인할 수 있었다. 또한 유로가 변경되는 90mm지점에서 Type-1의 경우 압력이 증가되었지만 Model-2에서는 증가되는 경향이 사라졌다. 이는 블레이드 사이의 간격이 넓어졌기 때문에 유동이 통과할 때 저항이 비교적 작게 발생하기 때문에 압력변동이 없는 것으로 판단된다.

Sensing position-2의 경우 이 지점에서는 유로의 진행 방향이 변경되는 90mm 이후부터 부압이 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 루버를 빠져나가는 출구 지점에서 다시 압력이 회복되어 상승하는 것을 확인할 수 있었다.

Sensing position-3의 경우 Sensing position-2와 마찬가지로 100mm 이후 압력이 부압으로 낮아졌다가 출구로 향하면서 압력회복이 이루어지고 있는 것을 확인할 수 있었다. 전반적으로 Type-2는 Model-1에 비해 유동저항이 적게 발생하는 구조이

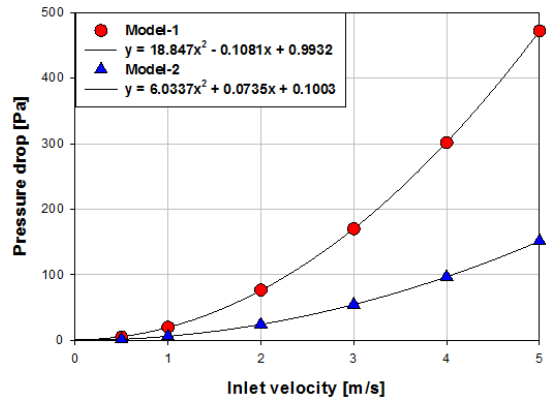
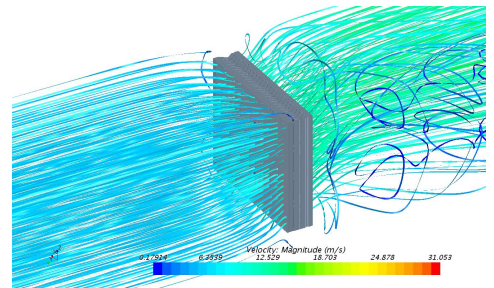
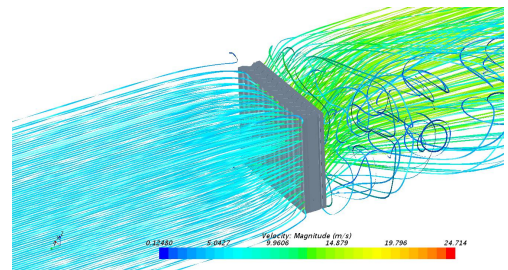


Fig. 10 Comparison of pressure drop distributions



(a) Type-1



(b) Type-2

Fig. 11 Comparison of streamline in the louver

므로 루버 내부를 통과하는 정압분포가 상대적으로 낮게 나타남을 확인할 수 있었다.

Fig. 9는 입구속도 5m/s일 경우 루버 입-출구 단면에 대한 압력분포를 Type-1과 Type-2를 비교한 것이다. 풍동입구에서 동일한 유속으로 유입되지만 루버 입구에서 압력분포를 살펴보면 Type-1이 Type-2에 비해 2배 이상 높게 발생하는 것을 확인

할 수 있었다. 따라서 블레이드 개수가 루버 입구 면에서 발생하는 압력분포에 미치는 영향이 주요 인자로 작용하는 것을 확인할 수 있었다.

Fig. 10은 Type-1과 Type-2과 압력강하를 비교한 것이다. 유속증가에 따라 각각의 Model에서 압력 강하는 2차 함수 특성을 가지면서 증가 추세를 보여주고 있었고, 블레이드의 개수가 많은 Type-1의 경우 Type-2에 비해 유속증가에 따른 압력강하가 기울기가 커지는 것을 확인할 수 있었다.

Fig. 11은 입구유속 5m/s일 경우 Type-1과 Type-2의 Stream line을 서로 비교한 것이다. 블레이드 각도가 루버 중앙에서 꺾여있기 때문에 한쪽으로 치우치는 유동분포를 확인할 수 있었다. 또한 두 타입의 블레이드 각도가 동일하기 때문에 전체적인 유동 패턴은 유사함을 확인할 수 있었다.

4. 결 론

선박 환기창에 설치되는 루버에 대한 압력분포에 관하여 2가지 Type에 대한 유동해석 결과 루버에 설치된 블레이드는 유동장 측면에서 저항요소로 작용하기 때문에 루버 내부에 압력강하가 크게 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 루버에 설치된 블레이드 간격이 좁을수록 압력강하는 더 크게 발생함을 확인할 수 있었다.

루버를 빠져나가는 유동이 블레이드의 각도변화에 따라 유동방향이 전환되는 지점에서 Type-1의 경우 압력이 상승하였지만 블레이드 간격이 상대적으로 넓은 Type-2의 경우 압력상승은 거의 없었다.

후 기

본 연구는 경제협력권산업육성사업(R0004882)의 지원에 의해 수행되었습니다.

REFERENCES

1. Seo, J. H., Kim, B. T., Chin, D. H., Yoon, M. C. Kwak. J. S., "Comparison of the Contact

Characteristics for Sealing strips of the Tsunami Damper", Journal of KSMPE, Vol. 14, No. 1, pp. 21-28, 2015.

2. Jang, S. C., Jung, W. B., Yi, C. S., "A Study on Performance Improvement of Gear Type Vane Damper in Marine/Offshore FD Fan", Journal of KSMPE, Vol. 14, No. 2, pp. 7-13, 2015.

3. Lim, K. B., Lee, K. S. and Lee, C. H., "A Numerical Study on the Characteristics of Flow Field, Temperature and Concentration Distribution According to Changing the Shape of Separation Plate of Kitchen Hood System" Journal of KSME B, Vol. 30, No. 2, pp. 177-185, 2006.

4. Yi, C. S., Jang, S. C., Choi, J. H., "Numerical Analysis on Hood Shape Improvement of Local Ventilation System", Journal of ACRE, Vol. 21, No. 4, pp. 260-265, 2009.

5. Park, J. Y., Yi, C. S., Chin, D. H., "Numerical Analysis on the Development of Shut off Damper for Tsunami at Nuclear Plant", J.of KSMTE, Vol. 23 No. 5, pp. 471-477, 2014

6. Yi, C. S., "Numerical Analysis of the Kitchen Hood Ventilation System for Marine Environment", Journal of KSMPE, Vol. 14, No. 5, pp. 96-101, 2015.