

FSI 기법을 적용한 풍압을 받는 고속 Multi Door의 구조해석 Structural Analysis of High Speed Multi Door Subjected to Wind Pressure using FSI Technique

*박지혜¹, 황영은¹, 강호경², 곽병철², #윤성호¹

*J. H. Park¹, Y. E. Hwang¹, H. K. Kang², B. C. Kwak², #S. H. Yoon(shyoon@kumoh.ac.kr)¹

¹금오공과대학교 기계공학부, ²세원정밀

Key words : High Speed Multi Door, Wind Pressure, Fluid-Structure Interaction

1. 서론

산업 현장에 적용되는 대형 자동문은 대형 물류를 탑재한 차량, 지게차 등이 신속하게 공장이나 물류 창고 내에 출입할 수 있도록 해주는 개폐 시스템이다. 현재 적용되고 있는 자동문의 구동방식은 오버헤드, 롤업(ROLL UP) 등이 있으나 저속 동작, 밀폐성의 한계, 강풍 시 내풍압 저하 등의 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위한 자동문의 개발이 필요하며 밀폐, 고속, 단열, 방염, 방범, 저소음 등을 만족시킬 수 있도록 설계되어야 한다. 특히 조선소와 같은 해안가에 적용되는 자동문의 경우 강한 바람에 의해 자동문의 구동성 및 내구성에 영향을 미치기 때문에 풍압에 의한 영향을 고려하여야 한다. 기 수행된 연구결과에서 기존 자동문에 대해 풍압이 적용된 구조해석을 수행하였지만 유체-구조 연성의 상호작용이 고려되지 않았다[1]. 자동문과 같은 구조물에 풍압이 작용하는 경우 여러 종류의 하중이 작용하여 변형이 발생되기 때문에 풍압이 적용된 구조해석을 위해서는 유체-구조 연성 (Fluid- Structure Interaction)해석이 수행되어야 한다[2,3].

본 연구에서는 고속 Multi Door의 축소모델에 대해 유동-구조 연성해석을 수행하여 풍압이 고속 Multi Door의 구조에 미치는 영향을 조사하였다.

2. 해석모델

Fig. 1은 고속 Multi Door에 대한 축소모델을 나타내었으며 체인과 스프로킷을 이용하여 상하 동작 시에 여러 장의 판넬이 접히는 구조로 되어 있다. 고속 Multi Door에 높은 풍압이 작용하더라도 운용시 원활한 고속 구동이 가능하게 하려면 판넬을 지지하는 폴러부가 충분한 강도를 가져야 한다. 따라서 본 연구에서는 풍압이 작용하는 경우 판넬을 지지하는 폴러부의 구조해석을 수행하였다. 이

때 고속 Multi Door가 완전히 닫혀있는 경우와 60°의 각도로 접혀있는 상태의 경우를 각각 고려하였다.

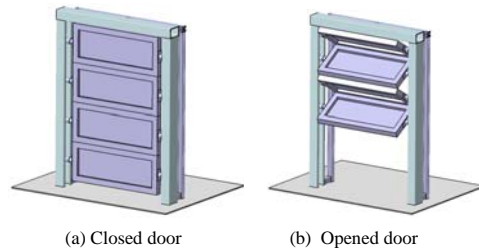


Fig. 1 Closed and opened high speed multi doors.

3. 해석방법

고속 Multi Door의 유동-구조 해석을 위해 범용 열유동해석 코드인 CFX와 범용 구조해석 코드인 ANSYS를 적용하였다. Fig. 2는 본 연구에서 고려한 유동장 영역을 나타내었다. 이때 유동장 내에는 건물이 위치하고 있으며 한쪽벽면에 고속 Multi Door가 위치한다. Table 1은 해석조건을 나타내었으며 고속 Multi Door가 위치하고 있는 건물의 앞면으로 V=30m/s의 풍속이 작용하고 뒤편으로는 대기압(1atm at 25°C)으로 가정하였다. 바닥부와 건물의 벽면에는 슬립이 발생하지 않도록 설정하였고 난류설정은 k-Epsilon 난류모델을 적용하였다.

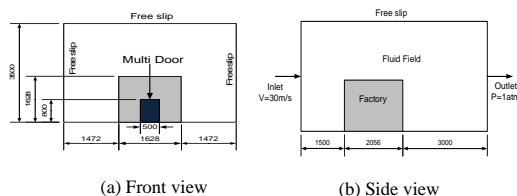


Fig. 2 Computational model for fluid-structure analysis.

Table 1 Boundary conditions of FE model.

Classification	Methods and conditions
Simulation type	Steady state
Fluid model	Buoyancy option - non buoyant Turbulence option - k-Epsilon
Boundary conditions (Fluid model)	Inlet - 30m/s, turbulence intensity = 5% Outlet - 1atm, turbulence intensity = 5%
Door model	Material - aluminum
Boundary conditions (Door model)	Top bearing - fixed support Rest bearing - displacement Load - imported pressure (CFX)

4. 해석결과

Fig. 3과 Fig. 4에는 고속 Multi Door가 닫힌 경우와 열린 경우의 속도와 압력분포를 나타내었다. 유동장 영역에서 고속 Multi Door의 상단 근처를 보면 Door가 닫힌 경우 최대 속도가 44.8m/s이며 열린 경우 최대 속도는 39.4m/s로 나타낸다. 속도가 열린 경우보다 닫힌 경우가 크게 나타내지만 열린 경우와 닫힌 경우의 압력분포를 보면 고속 Multi Door가 열린 경우 최대 102.4 kPa의 압력을 나타내고 닫힌 경우 최대 102.2 kPa의 압력을 나타내어 서로 큰 차이를 나타내지 않는다. Fig. 5에는 유동-구조 상호작용 기법을 적용하여 압력분포로부터 고속 Multi Door의 응력분포를 나타내었다. 여기에서 보면 고속 Multi Door의 롤러부에서 가장 큰 응력을 나타낸다. 특히 하단에 위치한 롤러부에서 고속 Multi Door의 닫힌 경우와 열린 경우 각각 최대 응력이 210MPa와 87MPa로 나타났다. 고속 Multi Door가 열린 경우에 비해 닫힌 경우가 비교적 큰 응력이 발생하는 것을 알 수 있다. 고속 Multi Door가 상하 구동시 목표 풍속인 30m/s 풍압을 받는 경우 원활한 구동을 하지만 고속 Multi Door가 닫힌 경우 비교적 큰 응력이 발생하기 때문에 롤러부를 충분히 지지하는 구조 설계가 필요한 것으로 판단된다.

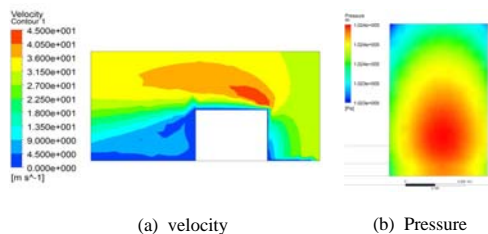


Fig. 3 Velocity contour and total pressure distributions for closed door.

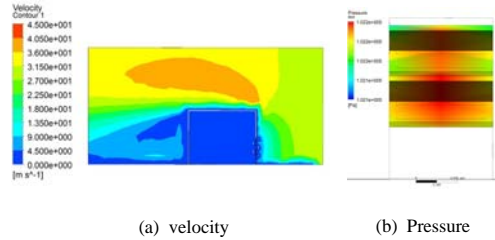


Fig. 4 Velocity contour and total pressure distributions for opened door.

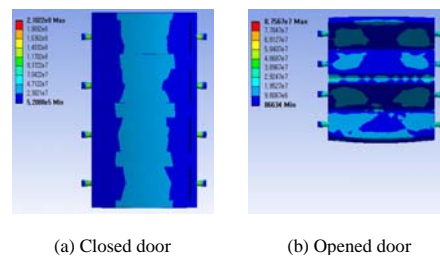


Fig. 5 Stress distributions for closed and opened doors.

5. 결론

본 연구에서는 풍압을 받는 고속 Multi Door의 축소모델에 대해 유동-구조 연성해석을 수행하였다. 풍압을 받는 고속 Multi Door의 최대응력은 롤러부에서 발생하였으며 열린 경우보다 닫힌 경우가 높게 나타났다. 고속 Multi Door의 상하 구동시 충분한 구동력을 가지지만 닫힌 경우 롤러부를 지지할 수 있는 보강설계가 필요하다.

후기

본 연구는 구미시에서 지원하는 2010년 산학관 기술개발 컨소시엄사업으로 수행된 논문입니다.

참고문헌

- 오진오, 황영은, 이길형, 강호경, 광병철, 윤성호, "다단으로 승강 절첩되는 광폭 자동문 개발," 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집, 643-644, 2008.
- 염성현, 김철수, 최영돈, "ANSYS와 CFX를 이용한 방풍벽의 구조 안전성 분석," 생물환경조절학회지, **15**, 138-148, 2006.
- 한상을, 예지현, "유체-구조물의 상호작용 알고리즘을 적용한 막구조물의 해석," 한국건축학회지, **24**, 71-78, 2008.