

CFX를 이용한 Conventional Safety Valve의 정적해석 Steady analysis of conventional safety valve by using CFX

*이재혁¹, #박영철¹, 송학관¹, 김승규¹

*J. H. Lee¹, #Y. C. Park(parkyc67@dau.ac.kr)², X. G. Song¹, S. G. Kim¹

¹동아대학교 기계공학과

Key words : CFX, safety valve, mesh, turbulence

1. 서론

CFD(Computation Fluid Dynamics)는 Reynolds averaged Navier-Stokes 방정식에 기반을 두며, 안전 밸브와 같이 복잡한 유동 흐름을 시각적으로 표현할 수 있다. 또한 제품을 개발하는데 프로토타입에 대한 필수적인 시험을 최소화 하여 비용을 절감하는 효과를 가져 올 수 있다.

최근 산업분야에 프로세스의 필수 요소로 사용되는 밸브는 산업의 고도화에 따른 고신뢰성의 요구로 날로 그 기술이 발전 되고 있다. 밸브는 여타 기계 장치와 달리 직접적으로 압력을 받으며 사용 목적에 따른 기능을 완벽하게 수행하여야 하므로 사용목적, 기능 및 사용환경에 따른 엄격한 해석 및 기능시험을 거쳐 설계 되어야 한다.^{1) 2)}

최근 연구는 CFD를 이용한 형상 변화에 따른 유동 특성 및 유량계수, Cavitation 및 이상현상에 대한 논의가 진행된 바 있다.^{3) 4)} 하지만 CFD 해석의 정밀도에 영향을 미치는 격자 분할과 난류 모델 선정에 대한 연구는 미흡하다고 판단된다.

이를 보완하기 위하여 본 연구에서는 시험을 통해 얻어진 압력 및 유량 Data를 기준으로 CFD 해석결과를 비교하여 해석 정밀도에 대하여 논하고자 한다. CFD 해석은 상용코드인 ANSYS CFX를 이용한다.

2. 유동 해석

Fig. 1에서 보는 바와 같이 밸브의 유동체적 단면은 수직으로 대칭이다. 따라서 대칭성을 고려한 Full Model과 Half Model 에 대한 격자분할을 Tab. 1에 나타낸다. 난류 모델은 SST(Shear Stress Turbulence), K- ω , RNG K- ϵ 모델을 각각 비교한다. 유입압력은 Setting 압력의 10% 과압(59.3bar)을 주고 토출부는 대기조건 및 대기온도를 설정한다.

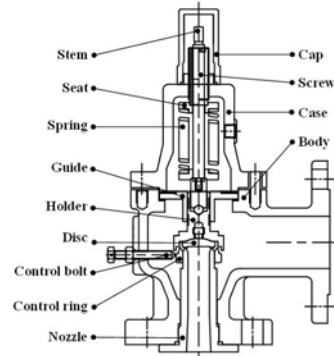


Fig. 1 Cross-Section view of the safety valve

Table. 1 CFD model with different mesh generation

		Nodes	Elements	Min size (mm)	Max face size (mm)	Max size (mm)
Coarse	Full	81178	256793	1.5	50	100
	Half	41570	127520	1.5	50	100
Medium	Full	156538	530404	0.087	8.67	17.33
	Half	80549	266026	0.085	8.53	17.06
Fine	Full	522119	1894959	0.02	2	4
	Half	291201	1083615	0.02	2	4

또한 입·출구에 Pipe를 설치하여 해석상 유입 및 토출에 대한 유동 안정성을 확보한다. 실제와 유사한 조건을 부여하기 위하여 입구측 Pipe는 압력탱크의 일부분으로 모델링 하였다. Half Model의 경우 단면의 대칭 조건을 추가로 부여하며 해석은 속도와 압력에 대한 RMSE(Root Mean Square Error)가 10^{-4} 이하 일 때 끝낸다.

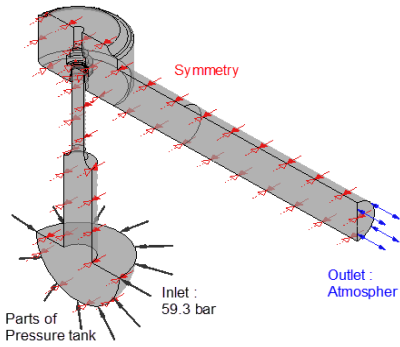


Fig. 2 Boundary condition of the half flow volume

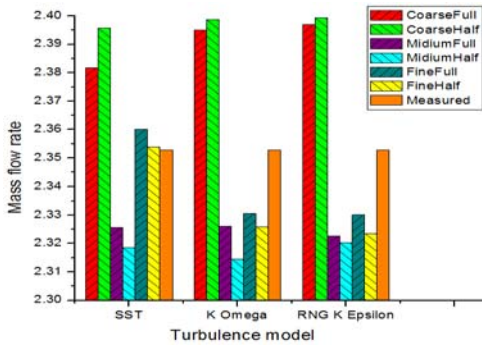
3. 결과

격자 분할 정도와 난류모델에 따라 상이한 결과를 얻었다. 이는 Fig. 3과에 나타낸다. 격자는 조밀할수록 정밀도가 높아진다. 난류모델의 경우는 $SST > K-\omega > RNG\ K-\epsilon$ 순으로 정밀도가 높다.

Full Model 과 Half Model 의 차이는 존재 하였으나 1% 이내의 근소한 차이를 보인다.

각 난류모델은 큰 차이를 보이지 않지만 SST 모델이 측정 Data에 가장 근사한 결과를 얻었다.

Fig. 3 Mass flow result of CFD analysis and experiments

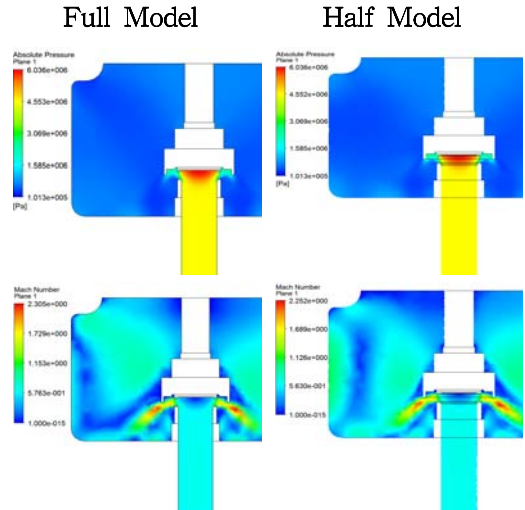


4. 결론

유동 체적을 분할하는 정도에 따른 결과를 확인하였고 Full Model 과 Half Model 을 비교하여 Half Model의 해석 정밀도가 1%이내의 오차를 가지므로 충분히 Full Model을 대체할 수 있다고 판단된다. Half Model을 선정하는 것은 Full Model에 비해 계산 속도가 빠르고 수렴성이 좋다는 장점을 가진다. 또한 각 난류 모델의 오차를 확인하였으며 근소한 차이로 SST 결과가 더 좋다는 것을 확인 할 수 있다. 추후 안전밸브의 유동 특성에 대한 연구의

기초가 될 것이라 판단되며 Disc의 압력 Data를 측정하여 Disc 거동에 대한 연구로 확장할 예정이다.

Fig. 4 Mach number and static pressure of distribution at the middle plane



후기

본 연구는 지식경제부 지정 산업핵심기술개발사업의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- Philip L. Skousen, "밸브 HANDBOOK SE", McGraw hill, NewYork, . 2~3, 190~195 , 2005
- Marc Hellemans , "The safety Relief Valve Handbook" , IchemE, 110~122, 2009
- 이봉희, 전보현, 강상모 "산업용 버터플라이밸브 유동특성에 관한 연구", 대한기계학회 춘계학술대회 논문집, 277~283, 2009
- D. Moncalvo, "Sizing of Safety Valves Using Ansys CFX-Flo®", Chem.Eng.Technol.2009, 32, No2, 247~251 , 2009
- 송학관,강정호,김승규,박영철, "벨로우즈 실 밸브의 개폐정도에 따른 유량계수의 예측", 한국기계가공학회지 제6권 제4호, 3~7, 2007