컨트롤밸브의 Disc & DiscGuide 형상의 변화에 따른 유동특성 연구

Flow performance study for different shape of Disc & DiscGuide

*정재훈[1], 송학관[1], 백승걸[1], 정승빈[1], #박영철[1]

*J. H. Jung[1], X. G. Song[1], S. G. Baek[1] S. B. Jung[1], #Y. C. Park(parkyc67@dau.ac.kr)[1]

[1]동아대학교 기계공학과(Department of Mechanical Engineering, Dong-A Univ.)

Key words : CFX, Control Valve, Flow Coefficient

1. 서론

컨트롤 밸브는 유체의 물리량을 직접 제어한다는 점에서 프로세스에 있어서 매우 중요한 역할을 수행하고 있다. 컨트롤 밸브는 본래의 계통에 대한 통합자동제어의 목적뿐만 아니라 프로세스 플랜트의 잠재적 이상 운전에 대한 안전운전의 목적으로 사용되는 경우도 매우 많다. 이러한 컨트롤 밸브는 밸브의 형식 및 구조에 따라 다양한 형태의 밸브 종류가 사용되고 있으며, 산업기술의 급격한 발전과 컴퓨터를 이용한 고급 제어기술의 실용화 적용 등으로 날로 복잡해지고 있다. 컨트롤 밸브의 선정은 실질적으로 유체를 제어하는 밸브뿐만 밸브를 포함하는 전체 시스템 전반을 이해하는 시스템 해석이 전제되지 않고는 밸브의 제어성, 안전성, 경제성 등의 여러 면에서 만족할 만한 결과를 얻을 수 없다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 컨트롤 밸브의 유체유동 해석을 수행하여 입출구의 압력과 각 형상별 Cv치 데이터를 얻었다. 이 유체유동 해석에 기반해 디스크(Disc)와 디스크가이드(DiscGuide)의 각 형상별 유동해석 결과를 도출해내고, 서로 비교하였다.

2. 컨트롤밸브의 유동해석

본 해석에서는 컨트롤 밸브의 디스크와 디스크가이드부분의 형상을 각 Type별(Quick-Opening, Linear, Throttle, Equal Percentage)로 변화를 주어 각 형상에 따른 유동해석을 수행하였다.

2.1 컨트롤 밸브의 구조

컨트롤 밸브는 Fig.1와 같이 바디(Body)와 디스크(Disc) , 디스크가이드(DiscGuide), 시트(Seat), 스템(Stem) , 스템가이드(StemGuide)등으로 구성되어 있다. 밸브로 유입되는 유체는 닫혀있던 디스크가 열리면서 출구로 빠져나가게 되는데, 이때 Fig.2에서와 같이 디스크와 디스크가이드의 형상에 따라 Cv치가 어떻게 달라지는지 해석을 수행하였다.

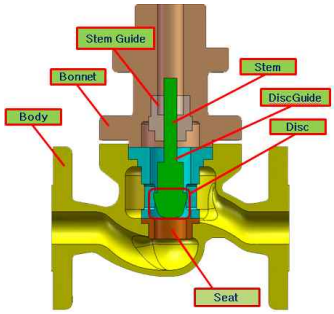

Fig. 1 Internal Structure of Control Valve

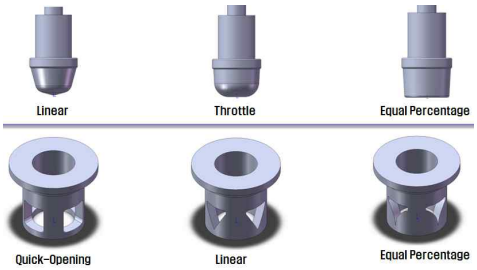

Fig. 2 Shape of Disc & DiscGuide

2.2 해석방법

컨트롤 밸브의 디스크와 디스크가이드의 형상은 Fig.2에서 보는 것과 같이 각기 다른 형상을 갖고 있으며, SolidWorks 프로그램을 이용하여 각 형상별로 모델링 후 어셈블리하여 ANSYS 12.0을 이용하여 해석을 수행하였다. 그리고 유동해석의 안정된 결과 값을 얻기 위하여 밸브의 입구와

출구에 각각 400mm, 1200mm의 관을 설치하였고 입구에 20kgf/cm² 압력을 주었으며 이때의 유체는 25℃의 물을 사용하였다. 경계조건은 형상대칭이므로 반 모델을 사용하여 대칭면에 시메트릭 구속조건을 주었다.

2.3 유량 계수

컨트롤밸브는 유체가 입구에서부터 유입되어 밸브 내부를 거쳐 출구로 빠져 나가게 되는데 이때 입구와 출구의 차압과 유량을 통해 Cv값을 산출해 할 수 있으며 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$Cv = Q1 \times \sqrt{\frac{G1}{\triangle P}}$$

여기서 Q1은 액체용적유량(gpm)이고, G1유동온도에서의 비중을 나타낸다. 그리고 $\triangle P$는 압력저하(psi)이다.

3. 결과

컨트롤 밸브에서 디스크와 디스크가이드형상에 따른 유체 유동특성이 Fig.3와 같이 서로 다른 압력분포를 나타내고 있다. Table 1에서 보는 바와 같이 디스크가이드가 Equal percentage, 디스크가 Linear일 때 용적유량 Q1은 6.87gpm 로 측정되었고 배관 입구와 출구의 압력차 값인 $\triangle P$가 242.15psi 로 측정되었으며 Cv값은 디스크형상 중 가장 큰 값인 0.44 로 나타났다. 디스크가이드의 경우 Table 2에서 보는 바와 같이 디스크가 Equal Percentage , 디스크가이드가 Quick-Opening 일 때 용적유량 Q1이 7.62gpm 로 측정되었고 $\triangle P$는 229.14psi 로 측정되었으며 Cv값이 가장 큰 값인 0.50 로 나타났다.

Table 1 Result of Disc Types fully open.

Disc	Q1(gpm)	△P(psi)	Cv
Linear	6.87	242.15	0.44
Throttle	6.78	243.65	0.43
Equal Percentage	6.42	249.45	0.40

Table 2 Result of DiscGuide Types fully open.

DiscGuide	Q1 (gpm)	△P(psi)	Cv
Quick-Opening	7.62	229.14	0.50
Linear	6.74	243.65	0.43
Equal Percentage	6.42	249.45	0.40

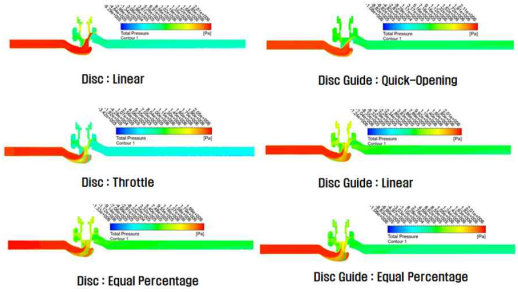

Fig. 3 Total Pressure contours at various Disc & DiscGuide

4. 결론

컨트롤밸브의 디스크 & 디스크가이드형상에 따른 유동해석을 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 디스크의 경우 Linear형상일 때 밸브 입구와 출구의 차압인 $\triangle P$가 242.15psi 로 유량계수 Cv치가 가장 크게 나타났다.
2. 디스크가이드의 경우 Quick-Opening형상일 때 밸브 입구와 출구의 차압인 $\triangle P$가 229.14psi 로 Cv치가 가장 크게 나타났다.
3. 본 연구를 통하여 컨트롤밸브의 디스크 & 디스크가이드의 형상에 따라 Cv치가 달라짐을 확인할 수 있었고, 차후 형상의 치수변경을 통하여 각 밸브에서 요하는 최적의 형상을 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

후기

본 연구는 지식경제부 지정 고기능성밸브기술지원센터(RIC)의 지원으로 수행 되었음.

참고문헌

1. PHILIP L. SKOUSEN저 박한영, 정태희 역 밸브핸드북 VALVE HANDBOOK SECOND EDITION pp.16~25
2. 이형석, 정지훈, 송학관, 박영철2010년도 대한기계학회 재료 및 파괴 부문 춘계 학술대회논문집 pp.283~284.
3. 김동관, 박영철, 송학관, 정지훈, 최정주 한국정밀공학회2010년도추계학술대회논문집pp.777~778