

베이스 배관형 공압밸브의 절환메카니즘 랜드부 형상 변화가 동적특성에 미치는 영향

Effect of dynamic properties in accordance with change of shape at the land for commutation mechanism of Base-Line type pneumatic valve

*강보식¹, *이용범¹

*B. S. Kang(kbs668@kimm.re.kr)¹, *Y. P. LEE(lyb662@kimm.re.kr)¹

¹한국기계연구원 시스템신뢰성연구실

Key words : Pneumatic valve, Commutation mechanism, Dynamic responses

1. 서론

공압밸브는 자동차 설비 및 산업 기계 등에 장착되어 전기신호에 따라 제어부를 작동하여 작동부의 공기압 출력을 연속적으로 제어하는 것으로 공압 밸브류의 성능평가 및 특성을 고찰할 때 동적 응답 특성은 중요한 요소이다.

본 연구에서는 공압밸브 출력 제어 핵심 부인 절환메카니즘에 대하여 상용 소프트웨어인 SolidWorks를 활용하여 모델링하였다. 또한, CFD 프로그램인 Star-CCM+를 활용하여 공압밸브의 모델링에서 절환 메카니즘 랜드부 형상을 변화하였을 경우 공압 밸브의 동적 특성에 미치는 영향에 대해 분석을 하였다.

2. 공압밸브 구조 및 모델링

베이스 배관형 공압밸브는 공급되는 에어의 방향을 절환함으로써 본체에 연결된 구동기기를 동작시키는 밸브이다. Fig 1은 공압밸브의 구조를 도시하였다.

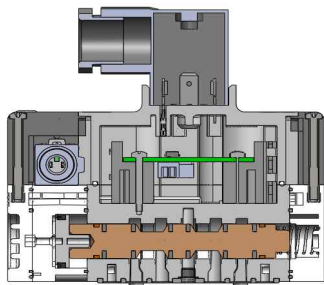


Fig 1. Structure of a pneumatic valve

공압밸브의 밸브 바디의 스펴의 형상 또는 경사각, 절환메카니즘의 랜드부 형상에 따라 밸브내의 유동 및 응답속도 등이 변화하게 된다. 밸브를 해석하기 위해서 Fig 2와 같이 밸브의 외부 형상을 제거하고 유체 영역만을 나타내는 해석 모델을 구성하게 된다. 밸브의 입·출구 형상은 입력포트 P를 기준으로 좌, 우 대칭이기 때문에 스펴이 한쪽 방향으로 움직였을 경우만 고려하였으며, R1포트를 통한 배출은 고려하지 않았다. Fig 2에 나타난 입·출구 부인 A, P, B, R2에는 모두 압력경계조건을 사용하였으며 밸브의 A와 B포트는 대기압력조건(0 kPa)을, 밸브의 P와 R2포트에는 압력조건(630 kPa)를 설정하였다. 그 외의 나머지 벽면에 대해서는 벽 조건을 설정하였다.

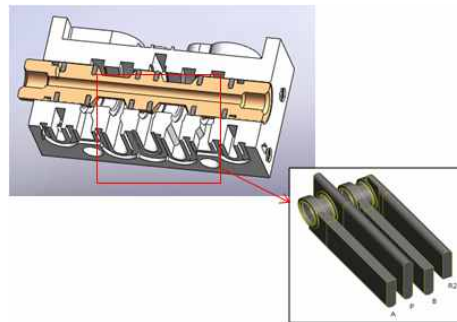


Fig 2. Valve analysis model

Fig 3와 같이 공압밸브의 절환메카니즘 랜드부 형상을 chamfer 형상과 round 형상의 2가지 케이스로 나누어 밸브의 동작시 미치는 영향을 비교하게 된다.

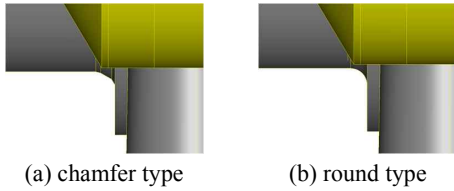


Fig 3. Comparison analysis at the land shape for pneumatic valve

3. 결과 및 고찰

공압밸브의 절환메카니즘 랜드부 형상이 chamfer 형상 또는 round 형상일 때 동적특성에 미치는 영향에 대하여 수치해석적으로 분석하였다. 공압밸브에서 랜드부 현상을 제외한 다른 부분은 동일하게 하였다. Fig 4와 Fig 5에 수치해석 결과를 나타내었다.

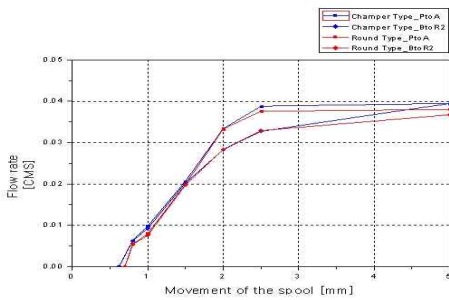


Fig 4. Result of flow rate in accordance with stroke of the spool

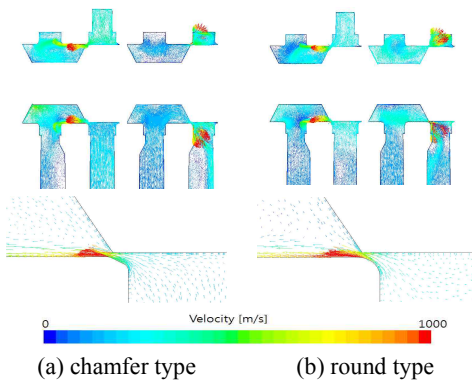


Fig 5. Velocity profile at the land shape

Fig 4의 그래프에서 스푼 이동량에 따른 유량을 비교해 보면, chamfer 형상일 때 스푼이 0.62mm 이동하면 밸브가 열리기 시작하는데

반해 round 형상인 경우 스푼이 0.7mm 이동하였을 때 밸브가 열리기 시작하여 chamfer 형상일 때 보다 밸브 응답성이 나쁘다는 것을 알 수 있다. 또한 밸브가 완전히 열린 시점인 5mm 이동하였을 경우 chamfer 형상일 때보다 round 형상일 때 유량이 낮게 나타났다. 이는 랜드부 형상이 round 형상이 유동저항을 크게 함을 의미한다. Fig 6은 랜드부 형상이 chamfer 형상과 round 형상인 공압밸브의 동적 응답특성시험 결과이며, Table 1는 각각의 형상에 대한 동적응답 결과를 나타낸 것이다.

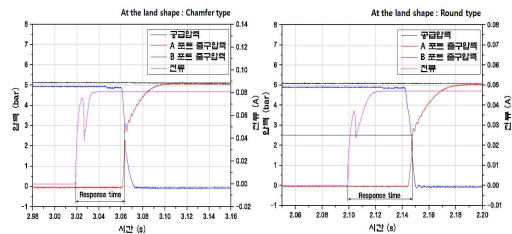


Fig 6. Experimental result of dynamic responses

Table 1. Experimental result of dynamic responses

	chamfer form	round form
Result of Dynamic Responses	25ms	28.5ms

4. 결론

공압밸브의 절환메카니즘 랜드부 형상에 따라 동적특성에 미치는 영향은 chamfer 형상이 round 형상보다 밸브 응답성 및 유동저항 감소 측면에서 우수함을 수치해석을 통하여 확인하였고, 응답특성시험에서도 chamfer 형상이 round 형상보다 응답특성이 우수하였다.

또한, 공압 밸브가 열리기 시작할 때 랜드부 형상이 chamfer 형상인 경우 round 형상일 때보다 통로 면적이 넓게 나타나 유량이 더 많음을 알 수 있었다.

참고문헌

1. STAR-CCM+, UserGuide_4.02.011
2. Kang.B.S. and Kim.H.E., "Development of Automatic Measurement System for Dynamic Response Time of Pneumatic Solenoid valve, IEEK Vol.1,1991.1, pp974~978