

공대형 연삭기용 유정압 스피ndl의 최적 유막 간격에 관한 연구 A Study on Gap of the optimization of a Hydrostatic spindle system for Large Grinding Machines

*박동근¹, 최치혁¹, 이인재², #이춘만³

*D. K. Park¹, *C. H. Choi¹, I. J. Lee², #C. M. Lee(cmlee@changwon.ac.kr)³

¹창원대학교 클러스터사업단, ²기성테크, ³창원대학교 기계설계공학과

Key words : Hydrostatic spindle, Optimization, Large grinding machine

1. 서론

공작기계분야에서 주축은 주로 회전 정밀도와 고속회전에서 강성을 유지하기 위한 방법으로 회전지지용 베어링에 주로 구름 베어링을 적용해왔으며 이 분야에 대한 연구는 매우 진전되어있는 상태다. 이러한 이유는 구름 베어링이 저가이고 표준화되어 교환성이 우수하기 때문이다. 그러나 구름 베어링은 금속간의 마찰, 발열에 의한 열변위, 진동 등에 대한 취약성 때문에 그 대안으로 공기 베어링, 자기 베어링, 유정압 베어링 등 많은 종류가 개발되어 왔으며 각기의 장점을 이용하여 적용되고 있다. 이중 유정압 베어링은 공작기계 연삭기 스피ndl에 필수적으로 사용되는데 유정압 베어링의 장점은 저널과 스피ndl 사이에 유압을 형성시켜 고체 마찰을 줄여주고 유체의 점성 마찰만이 존재하기 때문에 마멸이 없으면서 높은 정밀도와 강성을 유지할 수 있는 장점이 있다.

또한 연삭기의 슷들은 고속 대형화가 되면서 슷들 직경이 커지고 유압의 강성이 문제 되는데 국내는 $\varnothing 90\text{mm}$ 이하는 이미 상용화가 되어 있으나 $\varnothing 120\text{mm}$ 급은 아직 연구단계에 있다. 더욱이 산업 현장에서 대형 연삭기 사용빈도가 높아져가고 있으나 국내개발이 되지 않아 외국에서 계속 수입하여 사용하고 있는 실정이다. 물론 슷들이 대형화 되면 여러 가지 문제가 있을 수 있으나 그 중 가장 중요한 요소가 슷들과 베어링간의 최적 간격을 찾아내는 것이다.

2. 유정압 베어링의 작동원리

보통의 유정압 베어링은 Fig. 1과 같은 시스템을 구성하는데 이러한 유정압 시스템의 효율에 영향

을 주는 요소는 부하 크기, 유량, 강성, 마찰력, 노즐 크기와 형상, 유체의 점도, 회전 속도 등이다. 이들 특성을 해석하기 위해 유막이 형성하는 압력 분포를 구해야 되고 해석에 영향을 주는 인자는 틈새, 베어링 형상, 노즐의 크기와 수 등을 고려해야 한다.

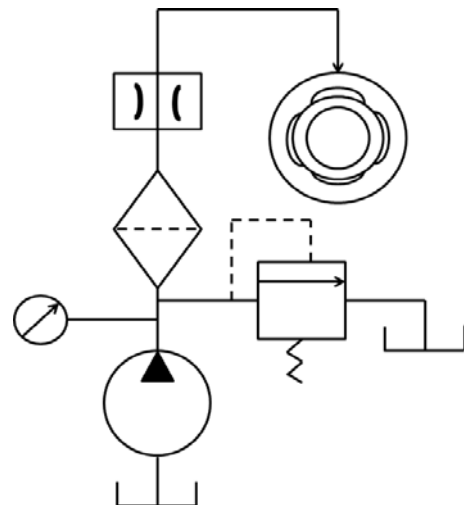


Fig. 1 Conventional hydrostatic bearing with pressure system

위 그림 Fig. 1에서 보는바와 같이 유정압 베어링에서는 슷들과 저널 베어링 사이의 일정한 간극 유지가 중요하다. 통상 약 $10\sim 20\mu\text{m}$ 정도의 좁은 공간에 강제로 유압을 채워 그 유막으로 지지하는데 회전에 의한 발열, 외부 하중에 의해 회전속도와 더불어 점차 부하지지 능력이 없어지며 흔들림 등으로 가공 조도가 손상된다. 그러므로 이러한 부하에 강성을 높여주기 위한 Hybrid 방식의 유정압 베어링이 채용되고 있다.

3. 실험장치

대형 $\varnothing 120\text{mm}$ 급 스피들의 유정압 베어링을 연구하기 위해 Fig. 2와 같이 개략 시스템을 설계하였다.

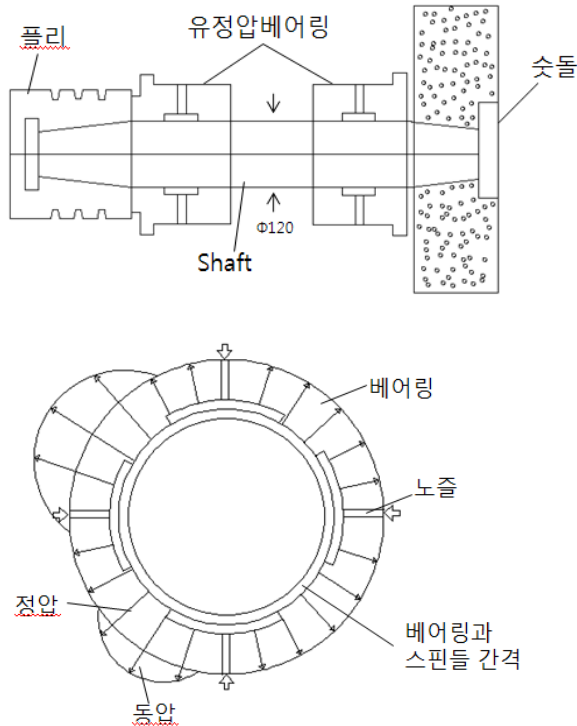


Fig. 2 Total system of large grinding machine

회전속도는 1500rpm을 기준하였고 유압 유도는 $5\text{kg}/\text{cm}^2$, 베어링과 스피들 사이의 간격은 10~20mm로 간격을 5mm씩 변경하며 베어링은 내경 $\varnothing 120\text{mm}$, 외경 $\varnothing 150\text{mm}$, 길이 200mm로 설계하였으며 노즐 직경은 $\varnothing 6\text{mm}$ 으로 방사형으로 4군데 설치하였다. 숫돌의 압력은 50kg로 책정했다. 또 Hybrid 방식을 Fig. 3과 같이 채택하여 정전시 또는 과부하시 유막이 급격 변동 되어 경계마찰이 되는 것을 방지하기 위해 오일 포켓(Oil Pocket)을 두었다. 오일 포켓은 유압 및 하중 변동시 유압이 썩기 작용을 하여 완만한 유막 감소내지 유지를위해 만들어 졌다. 노즐과 포켓 그리고 스피들 사이의 유압형성 과정은 Fig. 3과 같이 압력유는 노즐을 통하여 압입되어 포켓과 간격을 채우고 나머지는 틈새와 작은 오리피스 구멍으로 보내도록 되어있다.

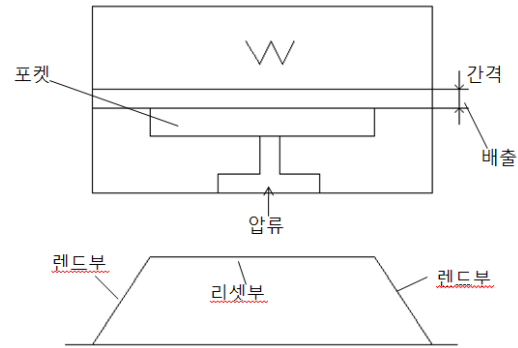


Fig. 3 Distribution of pressure and circular hydrostatic bearing with simple pocket & nozzle

4. 결론

본 연구에서는 우선 전체시스템을 설계 하였고 제작은 차후에 실시하기로 하였으며, 본 설계를 바탕으로 베어링과 스피들 사이 간격의 최적화가 될 수 있는 여러 가지 변수를 고려하여 컴퓨터로 먼저 시뮬레이션 해 볼 예정이며 최적화를 찾아 간단한 샘플 모델을 만들어 실험을 통한 검증을 할 예정이다.

후기

본 연구는 지식경제부 지방기술혁신사업 [RTI04-01-03] 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 이상후, 이찬중, 박천홍, "연삭기용 유정압 베어링 주축의 최적화에 관한 연구," 대한기계학회지, 329~334, 1992.
2. 함영복, 김동수, 최병호, "유압 피스톤 펌프/모터의 정압 베어링 응답 특성 평가," 대한기계학회지, 116~120, 2001.
3. 강형선, "유압 실린더내 정압 베어링의 특성에 관한 연구," 한국마린 엔지니어링 학회지, 32권, 4호, 22~527, 2008.
4. 조성만, 박상신, 안유민, "고정밀 연삭기 주축용 가변 면적 자기 보상형 리스트 릿터," 한국공작기계학회 추계 학술 대회 논문, 425~431, 1999.