

연마용 능동형 힘 제어 모듈의 실험적 연구. Experimental study on active force control module for grinding works.

*이 찬¹, #이재원¹, 김마음¹

*C. Lee¹, #J. W. Lee(jwlee@yu.ac.kr)¹, M. E. Kim¹

¹영남대학교 기계공학과

Key words : Active Force control, Grinding robot

1. 서론

연삭, 절삭 공정은 슛돌이나 절삭 날을 이용하여 제품의 마무리 면을 정밀하고 완성도 높게 하는 역할을 한다. 하지만 연삭작업은 분진의 날림이나 날 손상 등으로 인해 작업자가 매우 취약한 환경에 놓여 저 있으므로 대다수의 작업자가 기피하는 3D업종이다. 이러한 이유로 연삭작업을 자동화하고자 하는 연구가 많이 있어왔다. 하지만 대부분의 경우 응답특성이 느려서 현장에서 사용하기에는 부적합하였다.

본 연구는 표면이 일정치 않은 환경에서 이와 같은 작업을 할 경우 날 파손을 최소화 할 수 있도록 해주는 능동형 공압 힘 제어 모듈을 제작하고, 이 모듈의 동적인 특성을 실험적으로 규명하고자 하였다.

2. 시스템 개요

힘 제어 모듈은 다양한 분야에 적용될 수 있다. 그 중에서도 작업 시 위치 결정 및 작업 각도를 고려하여 6축 로봇(6-axis serial robot)에 적용시킨 시스템을 구축하였고, 그 개략도는 Fig.1 과 같다. Fig.2는 이 시스템을 현장에서 구축한 것이다.

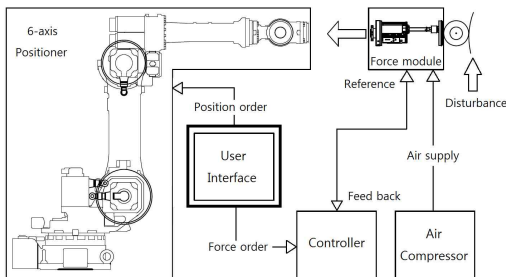


Fig. 1 Schematic diagram of grinding robot



Fig. 2 Grinding robot system

3. 힘 제어 시스템 모델링

힘 제어 모듈은 Fig. 3과 같이 정격 공압 8 bar의 비례 제어 밸브(Proportional control valves)로 제어되는 1000N급 복동 공압 실린더를 작동기(Actuator)로 하고, 운동방향에 대한 동적인 구속은 볼 스플라인(Ball spline)을 사용하여서 제작하였다. 모듈의 피치는 0mm ~ 100mm이다.

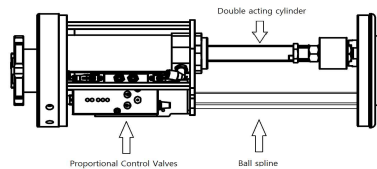


Fig. 3 Plane figure of force control module

4. 실험 및 분석

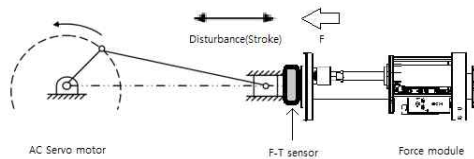


Fig. 4 Schematic diagram of experimental setup with slider-crank mechanism



Fig. 5 Experimental setup

제작된 힘 제어 모듈에서 출력되는 힘의 거동을 분석하고자 Fig. 5와 같은 실험 장치를 구성하였다. 이 실험장치는 Fig. 4에서 보는바와 같이 Slider-crank mechanism¹을 이용하여 힘 제어 모듈의 상판에 외란을 강제적으로 줄 때 비례 제어 밸브에서 출력되는 압력과 그에 따른 끝점의 힘을 F-T sensor로 측정할 수 있도록 구성된 실험 장치이다. 이러한 장치를 이용하여 실험한 결과를 Fig. 6과 Fig. 7에 나타내었다.

Fig. 6는 Sinusoidal signal의 외란을 상판에 가했을 때에 응답이며 여기서 (a)와 (b)는 전진 후진이 전환 되면서 생기는 마찰력에 의한 불연속 점으로 그 크기는 전진 시 약 10N, 후진 시 약 8.9N이다. 그라인딩 작업에서의 힘은 30N 이상이고 절단석이 파손되는 정도의 힘은 약 70N 정도 이므로 공정에 직접적인 영향은 없더라도 날 수명을 최대화하기 위해 개선해야 할 점이다. (c)의 경우 실험장치의 기구학적 특성 때문에 7.2초대에서 방향전환을 할 때 힘의 값이 조금 과도하게 나타난 경향이 있다. 하지만 180도 위상차가 나는 지점 (a),(b)에서는 이러한 현상이 나타나지 않으므로 실험기구의 오류로 간주할 수 있다.

Fig. 7은 불규칙한 크기의 Step 형태의 외란을 가했을 때의 응답이며 (d)에서 보는바와 같이 정착 시간(settling time)이 약 0.02초로 나타난다. 이는 모듈을 주로 사용 할 난삭재 가공공정에서 작업속도를 저속(5cm/h)으로 할 것이기 때문에 비교적 빠른 도달속도라고 볼 수 있다.

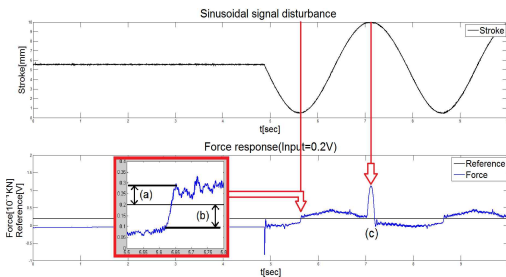


Fig. 6 Sinusoidal signal disturbance response

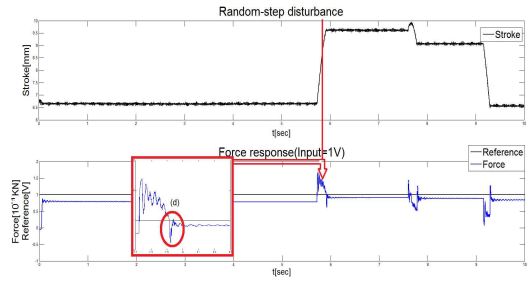


Fig. 7 Step disturbance response

5. 절삭 시험

힘 제어 모듈을 제작하고, 모듈에서 나오는 힘을 분석 하는 실험과 니켈-마그네슘합금을 절삭하는 작업을 해 보았다.

Fig 8의 (a)는 힘 제어 모듈 없이 작업한 결과이며 절단을 시작하고 얼마 지나지 않아 날이 파손되어 작업할 수 없었다. 하지만 Fig. 7의 (b)에서는 힘 제어 모듈을 사용하여 만족할 만한 결과를 보여주 고 있다.



(a) (b)

Fig.8 Cutting work

6. 결론

결론적으로 다양한 표면형상과 로봇을 이용한 연마 작업환경을 구현하여 실험을 한 결과 향상된 성능을 얻을 수 있었다. 힘 제어 모듈을 이용할 시에 작업이 잘 이루어 졌기 때문에 절삭 및 연삭작업을 자동화 하는 데에 큰 도움이 될 것으로 판단된다.

후기

이 논문은 2012년도 정부(지식경제부)의 재원으로 (재)대경광역경제권선도산업지원단의 지원을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

1. Jiménez¹, H.,etal. "SLIDER-CRANK MECHA-NISM." (2008).