

롱 스트로크 타입 트윈 스피들 컬럼 이동형 라인센터의 해석과 실험

Analysis and Experiment of Long Stroke type twin spindle movable column Line center

*장은실¹, 이광수², #신동환³

*E.S. Jang¹, G.S. Lee², #D.-H. Shin(sdh77@dgist.ac.kr)³

¹대구기계부품연구원, ²(주)유지인트, ³대구경북과학기술원

Key words : Machining center, Twin Type, Line center, Long stroke, Modal Analysis

1. 서론

공작기계산업은 제조업 전반에 걸쳐 제조환경 변화의 영향을 받으며 자동차, 전기전자, IT와 같은 수요산업의 기술변화에 따른 대응과제를 안고 있다. 즉 다양한 환경 변화에 따라 공작기계에 대한 요구사항도 보다 많아지고 정교해질 것으로 예상되고 있다. 이에 모듈화 및 복합 가공 등의 유연한 가공기 개발의 필요성이 늘고 있다. 이러한 유연 가공기 개발의 일환으로 X축 롱 스트로크형 절삭 가공기에 대한 연구 개발이 진행되고 있다. 일반적인 절삭시스템은 칼럼이 고정 형으로 되어 있어서 자동화 등에 제약을 받는 것에 반하여, X축 롱 스트로크형 절삭 가공기, 특히 트윈 스피들형 라인센터는 자유로운 이송에 따라 라인 자동화에 쉽고 경제적인 대응이 가능하므로 알루미늄, 마그네슘 등 경량 합금 소재의 전자부품 가공, 자동차용 부품 가공에 활용될 수 있다. 이러한 X축 롱 스트로크형 절삭가공기 개발을 위한 핵심 기술로 트윈 스피들 주축 유닛 개발 기술, 이송부 개발 기술, 공구탑재부 개발 기술, 그리고 컬럼, 구조부 개발 기술이 있다. 컬럼, 구조부 개발 기술은 고강성과 경량화를 목적으로 고강성형 컬럼 개발 기술과 내진동 구조부 개발 기술로 나누어지며, 고강성형 컬럼 개발 기술은 강성해석 및 모델링 기술, 고강성형 설계 및 제작 기술로 이루어진다. 내진동 구조부 개발은 진동 및 변형 해석기술과 최적화 구조물 설계, 제작 기술로 이루어진다. 본 논문에서는 X축 롱 스트로크형 트윈 스피들 라인센터 개발의 일환으로 컬럼, 구조부 개발 기술에 대해 기술한다. 먼저 진동 관점의 해석적 접근에 대해, 다음으로 실험결과에 대해 기술한다. 마지막으로 결론에 대해 기술한다.

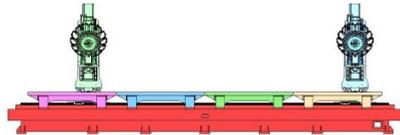


Fig. 1 Layout of twin spindle line center system

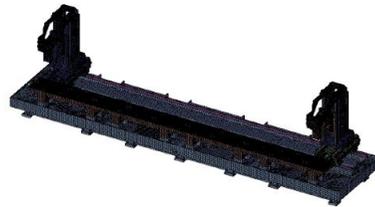


Fig. 2 Mesh model

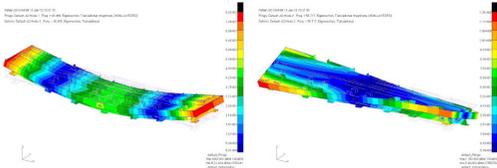
Table 1 Material properties

Material	Young's Modulus	Poisson Ratio	Yield Strength	density
SS41	200 GPa	0.29	415 MPa	7.85 g/cm ³
S45C	205 GPa	0.29	569 MPa	7.85 g/cm ³
FC30	200 GPa	0.2	241 MPa	7.15 g/cm ³
A5052	70.3 GPa	0.33	345 MPa	2.68 g/cm ³
FCD450	200 GPa	0.21	440 MPa	7.15 g/cm ³

2. 해석적 검토

트윈 스피들 라인센터의 동특성 해석은 공진 영역과 채터 진동 주파수 대역을 검토하는 것이 주목적이다. 동특성 해석은 각 단품별로 고유진동수를 확인하고, 서브 어셈블리 단위의 해석을 수행하였다. 어셈블리의 경우 경계조건으로 노드들을 일치시켜 조립조건을 부여하였다. Fig. 1은 3차원 어셈블리 상태의 트윈 스피들형 라인센터의 배치도를 나타낸다. Fig. 2는 메쉬 모델을 나타낸다. 해석에 사용된 물성치 정보들은 Table 1과 같다. Fig. 4는 부품들 중 대표적으로 베드의 1차와 2차

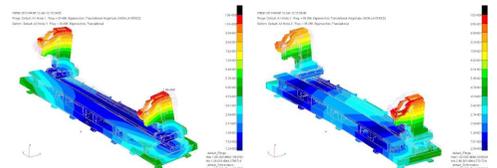
모드를 나타낸다. 잘 알려진 바와 같이, 복잡 형상에서 나타나는 모드는 그 구조가 본질적으로 가지고 있는 강성 성분 중 낮은 순으로 먼저 나타나게 되며, 베드의 경우 1차에는 벤딩이, 2차에는 토션이 나타났다. 기타 2차 이상의 벤딩과 벤딩 토션의 조합 상태의 모드도 나타나지만, 지면 관계상 생략한다.



Mode Number	Natural Frequency(Hz)	비 고
1'st	40.466	Bed의 길이방향 1차 Bending
2'nd	56.717	Bed의 1차 Torsion

Fig. 3 Bed's mode shape and its natural frequency

Fig 4은 Fig 1, 2에 나타낸 전체 시스템을 대상으로 수행한 해석결과를 나타낸다.



Mode Number	Natural Frequency(Hz)	비 고
1'st	29.495	Bed의 Torsion
2'nd	35.256	Bed의 1차 Bending

Fig. 4 Assembly's mode shape

전체 시스템에서는 베드의 토션 모드가 먼저 나타났으며, 다음으로 베드의 1차 벤딩 모드가 나타났다.

3. 실험

Fig. 5은 제작된 트윈 스피들 라인 센터의 베드 컬럼 조립시스템을 나타낸다.



Fig. 5 Twin spindle line-center

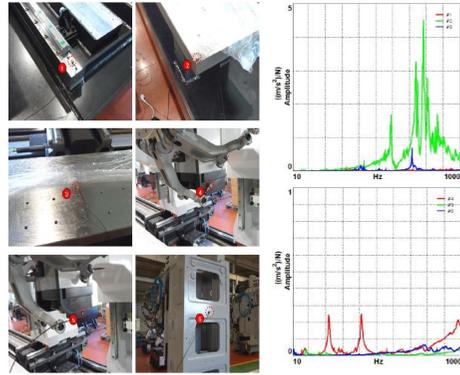


Fig. 6 Measured points and signals

가속도 센서 장착 위치는 베드 끝단 상하 방향, 테이블 끝단 상하방향, 테이블 중앙 상하 방향, 헤드 좌우방향, 헤드 상하방향, 컬럼 전후방향이다.

실험 결과 테이블 끝단 상하 방향의 공진성분이 다소 높게 발생하였으나, 구동 rpm이 20,000rpm이므로 약 350Hz 이상의 공진 성분은 진동발생에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 예측된다. 헤드 좌우 방향의 220Hz, 410Hz에서 공진 성분이 발생하지만, 진동 민감도가 미미한 수준이며, 다른 위치의 공진 민감도도 전반적으로 매우 미미하여 장비 시스템의 공진 성분이 진동 발생에 별다른 영향을 미치지 않을 것으로 예측된다.

4. 결론

본 논문에서는 X축 롱 스트로크형 트윈 스피들 라인센터 개발의 일환으로 컬럼, 구조부 개발 기술 중 진동 관점의 해석과 실험 결과에 기술하였다. 추후에는 제작된 시스템의 성능 및 신뢰성 평가 기술 개발을 진행하고자 한다.

후기

본 연구는 지역산업기술개발사업의 지원에 의하여 수행되었음.

참고문헌

1. 이장무, “공작기계의 동적 성능 시험 및 평가에 관한 연구(I)-기초이론 및 실험-”, 대한기계학회논문집, 제9권, 제2호, pp.190-201, 1985.
2. 교육과학기술부, 한국과학기술정보연구원, “공작기계의 신뢰성향상을 위한 발전전략”, 2008. Planning Based on Cutting Process Model,” Annals