

2-for-1 연사기 스피들의 진동특성 해석 모델링에 관한 연구

장효준, 전두환
영남대학교 섬유패션학부

Vibration Characteristics of 2-for-1 Twister Spindle by Computer Modeling

Hyo Jun Chang and Du Hwan Chun
School of Textiles Yeungnam University, Kyoung Buk Korea

1. 서 론

섬유기계산업이 시장 경쟁력을 강화시키는 방향으로 높은 생산성, 범용성, 경제성, 안정적인 가동성, 고급화에 초점이 집중되고 있는 가운데 부품 가공 및 조립과 전체적인 기계 구성면에서는 기술개발 수준이 선진국에 근접하나, 정밀·핵심부품의 구조·설계 및 가공·제작 기술은 여전히 미비한 상태이다. 이는 자동화 시스템의 응용, CAD/CAM을 통한 정밀도 향상, 효율적인 다품종·소량 생산제조시스템 등의 빈약에 기인한 것으로 분석되고 있다.

고부가가치 직물제조를 위한 제직준비공정의 주요 기계인 2-for-1 연사기는 연사작업에 절대성을 지니고 있는 스피들의 동역학적 해석과 설계기술로 고속 및 대용량의 2-for-1 연사기의 품질향상을 도모해야한다. 이러한 연유에서 스피들의 동특성 해석은 중요한 연구분야로 인식되고 있다. 본 논문에서는 고속 회전 중인 연사기의 안정성 지속에 요구되는 정밀·핵심부품인 스피들의 구조·설계의 기반 구축을 위해 동특성해석을 수행하였다. 해석을 위해서는 CAE 상용 프로그램을 이용하여 스피들의 고유진동수 및 고유모드를 구하고 실험을 통한 검증으로 고속 스피들의 최적설계를 위한 스피들 자료 분석, 재질의 선정, 구조물을 변경하기 전과 후의 동적거동을 효과적으로 예측할 수 있는 이론적 모델을 얻는데 있다.

2. 유한요소 모델링

2.1 유한요소 모델링

스피들을 IDEAS V.7을 이용하여 3차원 형상 모델링을 하였고 3차원 형상모델링을 기반으로 유한 요소(finite element)를 생성한 후 고유치 해석(eigenvalue analysis)을 수행하였다. 유한 요소 모델링에 사용된 스피들의 치수는 실측에 의한 치수이며 스피

들의 베어링부분은 모델링에서 생략하고 모두 일체형으로 가정하여 모델링 하였다. 스피너들의 각부 명칭은 *Figure 1*에 나타나며, 스피너들 축에 해당하는 블레이드와 디스크(내측) 그리고 정지디스크의 컵부분을 제외한 부분은 solid element를 사용하고, 로타디스크와 정지디스크의 컵 부분 그리고 블레이드에서 벨트에 의해 스피너들을 구동하게 하는 부분은 shell element를 사용하여 유한 요소 모델을 *Figure 2*과 같이 완성하였다. 해석 시 적용된 경계조건은 실제 실험시의 경계조건과 동일하게 *Figure 2*과 같이 블레이드 하단 10mm위치에서 12mm를 clamping하는 조건을 부가하였다.

2.2 모달 해석 결과

유한 요소 모델의 해석에 사용된 물성치는 실제 스피너들 재질인 블레이드와 디스크(내측)에서 steel의 값을, 정지디스크와 로타디스크에서 aluminum의 값을 사용하였다. *Table 1*은 유한요소모델의 고유진동수의 해석 결과이고, 그 진동수에 따른 고유모드는 *Figure 3 (a), (b)*에 나타내었다. 1차 고유모드는 스피너들 전체가 좌우로 흔들리는 형상이며, 2차 고유모드는 상단 정지디스크의 컵이 원중심 방향으로 팽창 압축하는 형상을 보인다. 그리고 3차 고유모드는 블레이드의 bending 현상으로 나타났다.

3. 모달 테스트

실험적인 해석 방법으로 충격해머와 가속도계를 이용한 주파수응답함수의 분석을 통해 진동특성을 규명하였다. 실험에 사용한 장비는 하중 범위 0~250kg, 민감도 109.3 mV/g인 PCB사의 충격해머와 무게 2g인 가속도계, SONY사의 DAT 레코더, B&K사의 신호분석기 Type 3550을 사용하였다. 측정방법은 *Figure 4*에서와 같이 가속도계를 부착시켜 충격해머로 가진하여 그 출력신호를 파워 서플라이를 거쳐 디지털 레코더에 신호를 수집하고, 이 신호를 신호분석기를 이용하여 분석함으로써 측정지점에서의 주파수별 분석자료를 얻게 된다. 최종적으로 분석된 자료를 PC로 별도의 데이터 처리과정을 거쳐 최종적인 스피너들의 진동 특성을 얻게 된다. 이와 같은 과정을 통해 얻은 스피너들의 주파수 스펙트럼의 실험결과를 *Figure 5*에 나타내었다.

4. 실험치와 시뮬레이션 간의 비교

유한 요소 모델의 검증은 위하여 충격 실험으로부터 얻은 스피너들의 고유 주파수를 이용하여 correlation과정을 거쳐 유한 요소 모델을 보완하였으며, 최종 보완된 모델에 대한 고유 진동수의 해석치와 실험치의 값을 *Table 2*에 나타내었다. *Table 2*에서 보는 바와 같이 오차율이 4.0%~12.8%로 다소 차이를 보이고 있다.

5. 결론

CAE 상용프로그램인 IDEAS V.7을 사용하여 연사기 스피너들의 유한요소 모델을

확립하여 모델의 변경이 있어도 기존의 모델에 대한 모델링 및 해석 결과를 기반으로 신 개발품의 모델링에 쉽게 접근할 수 있게 되었다. 이와 더불어 모델의 검증을 위해 모달 테스트를 수행한 결과를 분석하여 유한요소 모델 보완의 기준 및 검증을 할 수 있도록 하였다. 향후 연구는 보다 정확한 해석을 위하여 스피ndl의 내측 베어링부분 및 연사기에 실제 장착된 상태의 경계조건에 대한 인자들의 영향 등이 모델링에 고려되어야 할 것이다.

4. 참고문헌

- 1) Eddy Dascotte, Jacques Strobbe, "Updating Finite Element Models Using FRF Correlation", Proceedings of the 17th International Modal Analysis Conference, V2, (1999)
- 4) 임병덕, 최정현 "2-for-1 연사기 소음원 규명에 관한 연구", 한국소음진동공학회 추계학술대회논문집; 한국과학기술회관, (1996).
- 3) 김광영, 김종수, "A Study on Dynamic Characteristics Analysis of Spindle Unit for Two-for-One Twister", 한국기계기술연구원 연구논문집, 27, (1997).
- 4) Jorgensen, Bert R., Shin, Yung C. "Robust modeling of high speed spindle dynamics", 1995 ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, (1995).
- 5) Huang, E. E., Lieu, D. K. "Reduction of precision spindle vibration by radial shear-layer damping", Proceeding of the 14th Biennial ASME Conference on Vibration and Noise, (1993)

Figure 1 Schematic diagram of spindle

Figure 2 FE Model of spindle

Figure 3 (a) 1st mode shape of spindle

Figure 3 (b) 2nd mode shape of spindle

Figure 4 Schematic of instrumentation

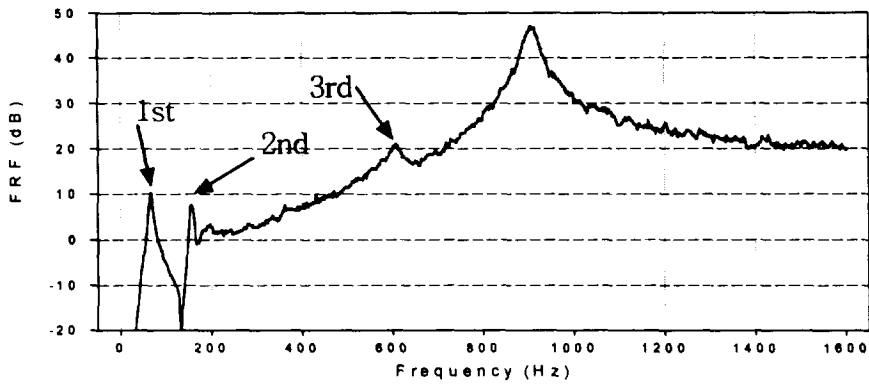


Figure 5 FRF by impact hammer test on spindle

Table 1 Natural frequencies from FE analysis

	1st-mode	2nd-mode	3rd-mode
Frequency(Hz)	60.8	172.1	627.4

Table 2 Comparison of the results between experiment and analysis

	1st-mode	2nd-mode	3rd-mode
Experiment(Hz)	66.0	156.0	602.0
Analysis(Hz)	60.8	172.1	627.4
Error(%)	7.8	12.8	4.0