

3 자유도 비선형 Head-Disk Interface 유한요소모델을 통한 Touch-Down Harmonic Frequency 해석 및 동 특성에 관한 연구 Analysis for Dynamic Characteristics and Touch-Down Harmonic Frequency of Finite Element Model with 3-DOF Nonlinear Head-Disk Interface

김기훈* · 박노철* · 박영필* · 박경수† · 이용현** · 홍어진** · 김철순**

**Ki-Hoon Kim, No-Cheol Park, Young-Pil Park, Kyoung-Su Park,
Yonghyun Lee, Eo-Kin Hong and Cheol-Soon Kim**

1. 서 론

최근 하드디스크 드라이브는 고밀도, 고성능화를 위해서 슬라이더의 부상높이가 7~8nm 로 낮아지고 Read/Write 시에는 Thermal Flying Height Control 기술을 사용하여 거의 2nm 로 갭을 유지하기 때문에 HDI(Head Disk Interface)문제가 일어날 가능성은 더욱 높아졌다. 이러한 HDI 문제는 슬라이더의 ABS(Air Bearing Surface) 설계만의 문제가 아닌 서스펜션 설계인자 등을 포함하는 HGA(Head Gimbal Assembly)의 문제로 인식되고 있는 실정이다. 그러나 이러한 서스펜션과 ABS 의 상호연관성에 의한 HDI 특성 분석에 관한 연구는 많은 부분 미진한 상태이며, 특히 ABS 의 동 특성과 연관된 서스펜션의 고 주파수 대역의 동 특성 해석과 이를 바탕으로 한 HDI 예측 기술의 확보는 거의 전무한 상태이다. 현 개발단계에서는 개발특성상 실험을 통하여 동일 드라이브에 여러 가지 슬라이더 모델과 서스펜션 모델의 조합들을 적용하기 어렵기 때문에, HDI 특성을 반영할 수 있는 HGA 모델 구축 및 이를 이용한 해석은 반드시 필요하다. 본 연구는 HDI 영향을 주는 고차의 서스펜션 모드에 대한 영향과 슬라이더의 ABS 특성을 고려한 HGA 모델을 구축하는 것이다. 기존의 서스펜션은 Off-Track 에 영향을 미치는 모드들만을 고려해 25kHz 이하의 모드인 Sway 모드까지에 대한 특성만을 고려해 모델링이

되어있기 때문에 HDI 특성과 연관성이 있을 것으로 판단되는 고차모드(>25kHz)에 대한 타당한 모델구축이 필요하다. 이를 위해 25kHz 이상 100kHz 이하의 서스펜션과 Gimbal 모드중에서 HDI 에 영향을 미칠 것으로 판단되는 모드들을 고려하여 각 모드에 대한 실험을 진행하고 이를 바탕으로 기존의 서스펜션 모델을 고차모드(<100kHz)에서도 타당성을 갖는 모델을 구축한다.

2. 슬라이더의 비선형 수직강성

슬라이더 정적해석을 통하여 슬라이더의 비선형 강성을 구하게 된다. 이 때 구해지는 강성은 수직, 피치, 롤의 3개의 강성을 구할 수 있는데 본 연구에서는 수직강성만을 고려하며 연구를 수행하였다. 본 해석을 통해 얻은 수직강성의 값을 curve fitting하여 그래프를 그려보면 Fig. 1과 같다.

3. HGA 해석

3.1 실험

HGA의 해석에 앞서 보다 정확한 결과를 얻고자 실험을 수행하였다. Fig. 2 에서 보는 바와 같이 공통적으로 약 86kHz와 124kHz부근에서 주파수가 보이는데 이는 공기베어링의 주파수이다. 각각의 측정포인트와 측정결과를 비교하여보면 약 86kHz부근이 공기베어링의 1st pitch 주파수이며 약 124kHz부근이 공기베어링의 roll 주파수이다. 또한 TD(Touch Down)특성을 살펴보기 위해 TD 실험을 수행하였다. Load를 가하기 위해 loadcell을 사용하였다. Load를 가하면서 슬라이더 TD가 발생을 하게 되면 그 때의 신호를 얻어 해석을 수행하게 된다. Fig. 3은 TD 실험 결과이다.

† 교신저자; 연세대학교 기계공학과

E-mail : pks6348@yonsei.ac.kr

Tel : 02-2123-4677, Fax : 02-365-8460

* 연세대학교 기계공학과

** ㈜ 삼성전자

3.2 해석

앞선 실험결과를 바탕으로 모델링을 수행하게 된다. 해석을 위해 사용된 모델을 살펴보면 Fig. 4와 같다. Fig. 4의 모델에 대한 TD특성을 살펴보면 Fig. 5와 같다. Fig. 5에서 보는 바와 같이 harmonic 특성을 살펴볼 수 있고, 133.3kHz의 주파수를 살펴보면 HGA의 flexure와 ABS의 coupling 주파수임을 알 수 있다.

3. 결론

모델 검증을 위해서 공기베어링 주파수를 분석하였다. 모델링을 통한 해석결과는 flexure의 질량 및 강성은 HGA의 TD주파수에 영향을 미치는 것으로 판단되었고, load-beam의 질량 및 강성은 HGA의 TD에 영향이 거의 없는 것으로 판단된다. 이는 load-beam의 질량이 flexure의 질량에 비해 크기 때문에 낮은 주파수에서 발생하기 때문인 것으로 생각된다. TD특성에 영향을 미치는 flexure의 주파수(약 133kHz) 및 부상높이 modulation에 영향을 미치는 flexure의 주파수(약 44kHz)를 확인하였다. 또한 modal stress를 확인하였다. 주파수와 modal stress를 고려하여 flexure의 bending region에 대한 설계를 반드시 고려하여야 할 것이다. 자세한 결과는 학술대회 시 발표하도록 하겠다.

후 기

본 연구는 연세대학교 정보저장기기연구센터의 지원과 삼성전자의 지원을 받아 수행된 연구임.(2010-8-2408).

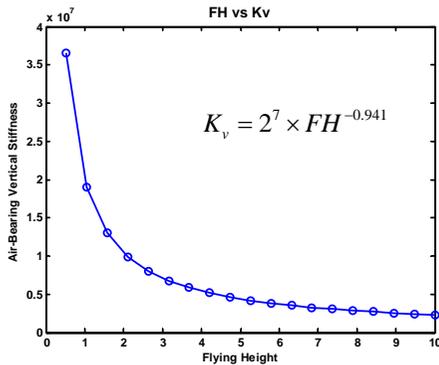


Fig. 1 Nonlinear Vertical Stiffness

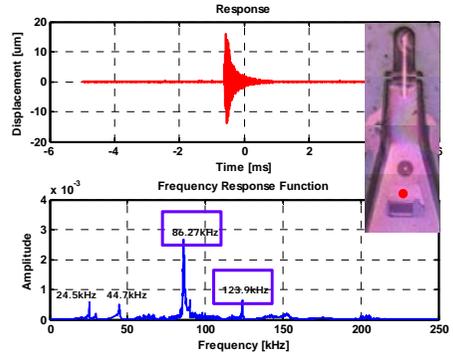


Fig. 2 Experimental Result

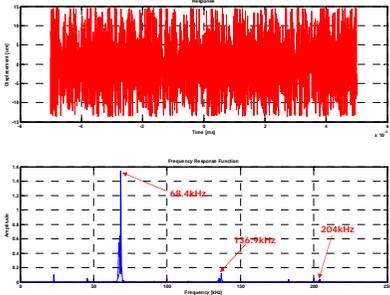


Fig. 3 TD Result

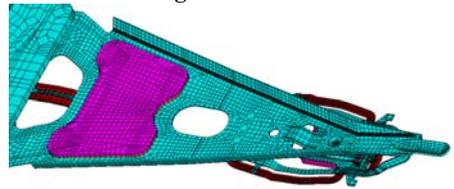


Fig. 4 HGA Model

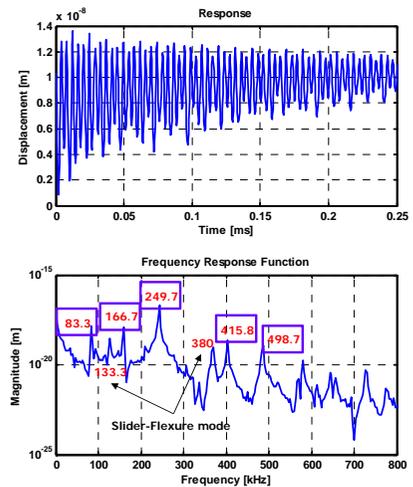


Fig. 5 TD Characteristics of HGA Model