한국소음진동공학회 창립 20주년 기념 2010년 춘계학술대회논문집, pp.566~567

하드디스크 로드/언로드시 외부 충격에 대한 연구

Shock Analysis during Load/Unload process

김석환*·이용현*·김기훈*·박재성*, 박영필*·박노철*·박경수†
Seokhwan Kim*, Yonghyun Lee*, Ki-Hoon Kim*, Jaesung Park*, No-Cheol Park*, Young-Pil Park*, and Kyoung-Su Park†

1. 서 론

오늘날 정보저장기기는 예전에 비해 많은 정보를 보다 빠른 속도로 기록하여야 한다. 특히, 모바일 기기를 비롯한 IT기기의 발전에 따라 고용량과 소형의 정보저장기기의 요구가 커지고 있다. 이러한 요구를 만족시키기 위해서 현재 소형 하드디스크 드라이브(HDD)는 로드/언로드(Load/Unload) 기술을 적용하고 있다. 로드/언로드 시스템은 특히 외부충격에 강건하고 높은 면밀도를 가져 고용량, 소형의 하드디스크 드라이브에 유리한 시스템이다. 로드/언로드 시스템의 성능을 평가하기 위해 수많은 연구가 진행되어 왔다. 특히, 로드/언로드 과정에서의 슬라이더와 서스펜션의 동특성을 파악하기 위해 시뮬레이션을 통한 수치적 해석방법이 개발되었고, 로드/언로드에 영향을 미칠 수 있는 수많은 인자들에 대한 연구가 진행되었다. 공기베어링표면(ABS)형상, 서스펜션과 리미터간의 조건, 슬라이더의 동적 특성, 로드/언로드 속도, 램프의 형상 등 많은 요소들에 대해 연구가 진행되었다. 특히, 슬라이더의 동적 특성은 하드디스크의 성능을 결정하는데 큰 영향을 끼친다.

로드/언로드 시스템하에서는 하드디스크 드라이브 외부에서 충격이 가해졌을 때, 슬라이더를 램프위로 빠르게 이동시켜 슬라이더와 디스크 사이에서의 충돌로 인한 디스크와 슬라이더 헤드 사이의 손상을 막는다. 이러한 긴급회피 상황에서 외부 충격은 슬라이더의 동특성에 큰 영향을 미치게 되고 HDI(Head Disk Interface) 문제를 야기시킬 수 있다. 특히 언로드 과정중에 딤플과 슬라이더가 분리된 상태에서의 외부 충격은 슬라이더의 안정성에 큰 영향을 주게 된다. 딤플이 분리된 상태에서 서스펜션의 수직방향의 강성은 슬라이더가 정상적으로 부상했을 경우의 1/30로 감소하게 되고 슬라이더에 가해지는 pre-load가 순간적으로 사라지게 된다. 서스펜션의 수직방향 강성과 pre-load는 하드디스크의 외부 충격에 중요한 인자로 작용한다. 이 상태에서 슬라이더는 외부 충격에 취약해지게 되고 슬라이더의 동특성은 불안정해진다. 따라서, 로드/언로드 과정중에 외부에서 충격이 가해지게 되면 HDI 문제가 발생할 수 있고 슬라이더의 거동이 불안정해지고 헤드와 디스크간의 충돌로 인해 슬라이더의 헤드와 디스크의 손상을 가져올 수 있다. 본 연구에서는 시뮬레이션과 실험을 통해 로드/언로드 과정시 외부에서 충격이 가해진 상황하에서의 슬라이더에 대한 동특성을 연구하고 외부 충격의 크기와 지속시간에 대한 영향분석을 하였다.

† 박경수; 연세대학교 기계공학과
E-mail : pks6348@yonsei.ac.kr
Tel : (02) 2123-4677 Fax : (02) 365-8460

* 연세대학교 기계공학과

2. 시뮬레이션

로드/언로드 과정에서 HGA(Head Gimbal Assembly) 시스템은 언로드 순서에 따라 Fig. 1과 같이 경계조건이 발생한다. 상태 (a)는 서스펜션 탭과 램프는 접촉하고 딤플과 슬라이더 역시 접촉한 상태이다. 상태 (b)는 서스펜션 탭과 램프는 접촉한 상태이고 딤플과 슬라이더는 분리되어 있으며 서스펜션과 리미터는 접촉하지 않은 상태이다. 상태(c)는 언로드의 마지막 단계로 램프와 서스펜션 탭은 접촉한 상태이고, 딤플과 슬라이더는 분리한 상태에서 서스펜션과 리미터가 접촉한 상태이다. 언로드 상태에 따라 슬라이더의 수직방향의 강성과 pitch, roll 방향의 강성행렬이 변화한다. 강성행렬은 FEM(Finite Element Method)을 이용하여 Table (1)과 같이 구하였다. 각 행렬의 대각의 수치는 각각 슬라이더의 수직, pitch, roll 방향의 강성을 나타난다. 첫 번째 행렬은 슬라이더와 딤플은 접촉한 상태이고 리미터와 서스펜션은 접촉하지 않은 상태이다. 두 번째 행렬은 슬라이더와 딤플은 접촉하지 않고 리미터와 서스펜션도 접촉하지 않은 상태이다. 세 번째 행렬은 슬라이더와 딤

Table 1. 로드/언로드 상태별 강성행렬

로드/언로드 State	State Matrix
State 1	$\begin{bmatrix} 1.97\times10^{3} & -6.22\times10^{-5} & -2.66\times10^{-4} \\ -6.22\times10^{-5} & 4.05\times10^{-5} & -6.81\times10^{-9} \\ -2.66\times10^{-4} & -6.81\times10^{-9} & 4.79\times10^{-5} \end{bmatrix}$
State 2	$\begin{bmatrix} 6.08\times10^{1} & 2.22\times10^{-2} & -1.16\times10^{-4} \\ 2.22\times10^{-2} & 4.03\times10^{-5} & -8.55\times10^{-9} \\ -1.16\times10^{-4} & -8.55\times10^{-9} & 4.79\times10^{-5} \end{bmatrix}$
State 3	$\begin{bmatrix} 1.08\times10^{3} & 8.13\times10^{-1} & 1.16\times10^{-2} \\ 8.13\times10^{-1} & 6.54\times10^{-4} & 5.26\times10^{-6} \\ 1.16\times10^{-2} & 5.26\times10^{-6} & 2.56\times10^{-4} \end{bmatrix}$

플은 접촉하지 않고 리미터와 서스펜션은 닿아있는 상태이다. 강성행렬에서 확인할 수 있는 것처럼 딤플과 슬라이더가 분리된 상태에서 슬라이더의 수직방향 강성은 부상상태의 1/30 정도인 것을 확인 할 수 있다. 강성행렬의 변화는 외부 충격에 대한 슬라이더의 응답에 변화를 주게 되고, 로드/언로드 과정의 슬라이더의 부상특성에 영향을 준다. 충격 시뮬레이션은 Fig 2와 같이 서스펜션과 디스크, ABS를 포함한 FEM모델을 구축하고 ANSYS를 이용하여 수행하였다.

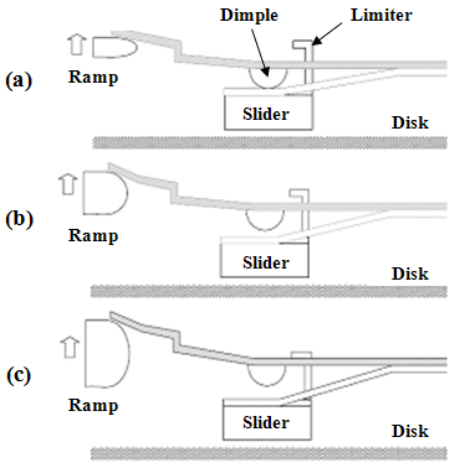

Fig. 1 로드/언로드 과정시 경계조건

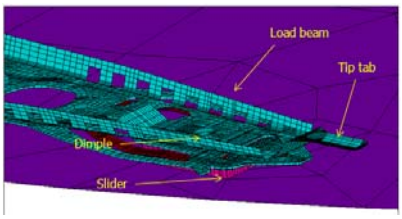

Fig. 2 충격 해석 시뮬레이션 FE 모델

3. 실 험

로드/언로드 과정에서의 외부충격에 대한 슬라이더의 응답을 실험적으로 구하기 위해 로드/언로드 각 상태와 비슷한 구속조건을 주고 슬라이더의 수직방향의 응답을 LDV(Laser Doppler Vibrometer)를 이용하여 측정하였다. Fig 3은 로드/언로드 과정에서의 슬라이더의 외부충격에 대한 응답을 나타내었다. 그래프에서 보이는 바와 같이 다른 조건에 비해 딤플과 슬라이더가 분리된 상태에서의 충격응답이 다른 조건일 때와 비교하여 수직방향의 속도가 크게 변화하는 것을 확인할 수 있다. 슬라이더의 수직방향의 속도가 딤플이 분리된 경우에 2m/s로 측정되었고, 다른 상태에서는 1m/s로 2배정도의 변화를 보였다. 이 사실을 통해 슬라이더와 딤플이 분리된 경우에 외부 충격에 대한 슬라이더의 저항력이 감소하는 것을 확인할 수 있다.

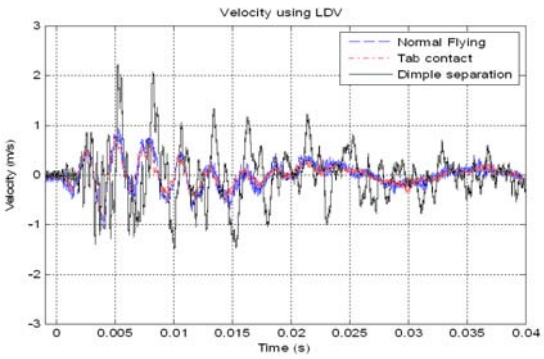

Fig. 3 로드/언로드 과정시 슬라이더 충격 응답

4. 결 론

로드/언로드 과정에서 발생할 수 있는 HDI 문제에 대해 연구하였다. 로드/언로드 과정시 외부 충격에 대해 HDI시스템은 크게 영향을 받게 된다. 외부에서 충격이 발생하면 딤플이 분리되고 리미터와 서스펜션이 접촉한 상태에서 외부의 충격에 대한 슬라이더의 영향이 큰 것을 확인 할 수 있다.

후 기

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2010-0000769).