

하드디스크 언로드시 램프 충돌에 의한 슬라이더 거동에 대한 실험 연구

An Experimental Study of Slider Dynamics Considering Suspension and Ramp Contact During Unload Process in Hard Disk Drive

김석환*·이용현*·김기훈*·이상직*·박영필*·박노철*·박경수†, 김철순**

Seokhwan Kim*, Yonghyun Lee*, Ki-Hoon Kim*, Sangjik Lee*, No-Cheol Park*, Young-Pil Park*, and Kyoung-Su Park†, Cheol-Soon Kim**

1. 서 론

오늘날 정보화의 급속한 진행으로 인해 모든 정보는 아날로그에서 디지털화 되었고, 정보통신의 발달과 멀티미디어 산업의 성장으로 인해 예전보다 보다 많은 정보를 보다 빠른 속도로 전달하여야 한다. 특히, 모바일 기기가 급속도로 발전하면서 고용량, 소형의 정보저장기기의 요구가 점점 커지고 있다. 이러한 요구를 만족시키기 위해서 하드디스크 드라이브(HDD)는 로드/언로드(Load/Unload) 기술을 적용하고 있다. 로드/언로드 시스템은 하드디스크의 외부 충격에 강하고 전력소모가 적으며 높은 면밀도 등의 특성을 가지고 있어 휴대용 정보저장기기로 많은 이점을 가지고 있다. 로드/언로드시 가장 중요한 설계 변수는 슬라이더와 디스크 간의 충돌로 인한 디스크와 슬라이더의 손상과 언로드시 적용되는 램프힘 등이다. 로드/언로드시 하드디스크에 대한 거동은 시뮬레이션을 통한 수치적 해석방법이 개발되었고, 로드/언로드에 영향을 미칠 수 있는 수많은 인자들에 대한 연구가 Bogy 등에 의해 진행되었다. 공기 베어링표면(ABS)형상, 서스펜션 리미터의 조건, 초기 슬라이더의 동적 특성, 로드/언로드 속도, 램프의 형상 등 많은 요소들에 대해 연구가 진행되었다. 특히, 슬라이더의 동적 특성은 하드디스크의 성능을 결정하는데 큰 영향을 끼친다.

서스펜션 리프트 탭과 램프는 로드/언로드시 지속적으로 접촉해 있는 상태를 유지한다. 서스펜션이 디스크 위

에서 램프로 향하는 언로드 과정에서 램프와 서스펜션 사이에서의 충돌에 의해 힘이 발생한다. 램프와 리프트 탭의 마찰에 대한 연구는 Hiller 등에 의해 진행되었지만, 서스펜션과 램프간의 충돌에 의한 발생한 힘이 서스펜션에 주는 영향에 대한 연구는 진행되지 않았다.

본 논문에서는 언로드시 서스펜션과 램프의 충돌에 의한 충격량을 실험을 통해 얻고, 슬라이더의 거동을 LDV(Laser Doppler Vibrometer)를 이용하여 측정하여 서스펜션과 램프의 충돌시 슬라이더의 거동에 대한 연구를 진행하고자 한다.

2. 서스펜션 - 램프 충돌 실험

2.1 실험 구성

Fig.1 은 서스펜션과 램프의 충돌 실험을 위한 실험 구성도이다. 서스펜션과 램프의 충돌에 의한 충격량을 얻기 위해 로드셀을 이용하였다. 램프에는 수평방향의 힘을 측정하기 위해 서스펜션의 진행방향으로 로드셀을 위치시키고 수직방향의 힘을 측정하기 위해 서스펜션의 진행방향과 수직인 방향으로 로드셀을 위치시켰다. 슬라이더의 수평방향 속도를 측정하기 위해 LDV를 이용하였다.

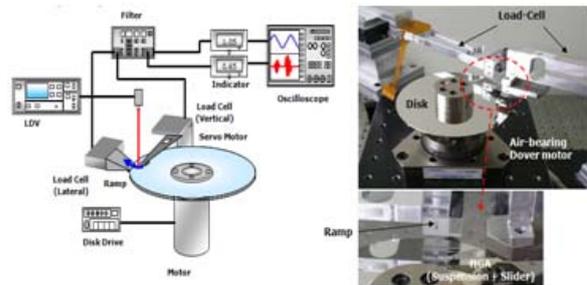


Fig.1 실험 구성도 및 실험 장치

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

* 연세대학교 기계공학과

** 삼성전자 스토리지 사업부

2.2 실험 결과

서스펜션 리프트 탭이 램프에 충돌하였을 때의 충격력을 해석하기 위해 충격에 대한 응답을 언로드 속도별 (3IPS(inch per second), 4IPS, 5IPS, 20IPS, 30IPS)로 측정하였다. 또한 램프의 틸트각은 정상상태에서와 같은 상태(17°)와 틸트가 생겼을 경우를 비교하기 위해서 경사각을 16°, 18°, 19°에서의 응답을 확인하였다. Table 1은 언로드 속도별 수직, 수평방향으로 측정된 힘과 충돌 시간을 보여준다. 일반적인 언로드 속도인 3IPS에서의 수평방향힘은 0.057gf가 측정되었고, 수직방향힘은 0.082gf가 측정되었다. 긴급상태의 언로드 속도인 30IPS에서는 수평방향힘은 0.319gf가 측정되었고 수직방향힘은 0.771gf가 측정되었다. 언로드 속도가 빨라질수록 서스펜션 탭에 가해지는 힘은 커지고, 충격 시간은 점점 짧아지는 것을 확인할 수 있다. Fig. 2는 램프의 경사면에 대한 언로드 속도별로 수직방향과 수평방향으로 측정된 힘의 결과를 보여준다. 램프의 틸트각이 커짐에 따라 수직 수평방향의 힘이 커지는 것을 확인할 수 있다. 또한 수직방향으로 작용하는 힘이 수평방향으로 작용하는 힘에 비해서 틸트각에 민감하게 반응하는 것을 확인할 수 있다.

table 1. Force and duration for lateral velocity

Lateral unload velocity (IPS)	3	4	5	20	30
Lateral force(gf)	0.057	0.081	0.097	0.194	0.319
Vertical force(gf)	0.082	0.146	0.237	0.436	0.771
Duration time(ms)	4.0	3.3	2.5	0.8	0.5

3. 충격력을 적용한 과도응답해석

언로드시 서스펜션 리프트 탭과 램프가 충돌할 때의 수직, 수평방향의 힘이 슬라이더의 동특성에 주는 영향을 해석하기 위해서 fig 3과 같이 ANSYS 모델을 수립하여 실험을 통해 구한 충격력을 적용하여 과도응답 해석을 수행하였다. 시뮬레이션을 수행하여 슬라이더의 Pitch와 Roll 변화를 확인하였다. 실험에서 구한 슬라이더의 수평방향 속도 변화와 함께 슬라이더의 Pitch와 Roll변화를 확인하여 슬라이더의 언로드시 동특성과 진행 등에 대해 해석할 수 있었다. 낮은 속도에서 램프 충돌에 의한 Pitch와 Roll의 변화는 거의 없지만, 20IPS이상의 속도에서는 초기 Pitch와 Roll 속도에 영향을 주고, 램프의 각이 커질수록 Pitch와 Roll에 큰 영향을 주기 때문에 언로드 성능을 저하시킨다.

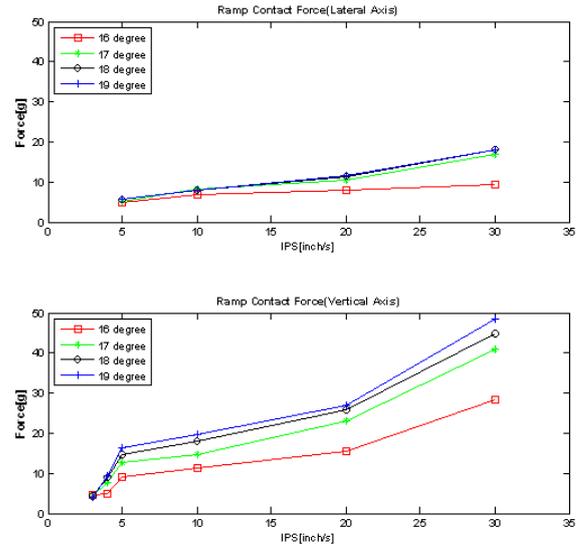


Fig.2 틸트 변화에 따른 언로드 속도별 수직, 수평방향 힘

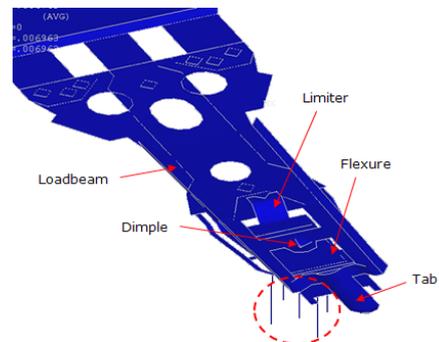


Fig.3 ANSYS 모델링(서스펜션)

4. 결 론

하드디스크에서 언로드 과정시에 서스펜션 탭과 램프가 충돌할 때의 충격력을 실험을 통해 측정하였다. ANSYS 시뮬레이션 결과와 실험결과의 해석을 통해 언로드 속도가 큰 경우에 충돌에 의한 힘이 슬라이더의 거동에 영향을 주는 것을 확인하였다. 따라서 언로드시에 서스펜션-램프 충돌에 의한 영향을 고려하여야 한다.

후 기

이 논문은 2008년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. R17-2008-040-01001-0).