

하드 디스크 드라이브 동작 상태 충격 시에 램프 충돌 유무에 따른 디스크와 슬라이더의 거동해석

Analysis of dynamic characteristics between disk and slider with operational shock in hard disk drive

김민재‡, 임건엽*, 박경수**, 박노철†, 박영필*

Min-Jae Kim‡, Geonyup Lim*, Kyoung-Su Park**, No-Cheol Park† and Young-Pil Park*

Key Words : Operation shock(충격 해석), Ramp-disk contact(램프-디스크 충돌), Slider dynamics(슬라이더 거동)

ABSTRACT

Recently, As portability of storage device has been increased, it is important to analyze the precise anti-shock analysis. For non-operational shock analysis, the accuracy of non-operational shock simulation has been improved. However, because operational shock analysis includes nonlinear process, it is hard to get clear result from operational shock simulation. In this paper, by using Lagrange multiplier method, the FE model including ramp-disk contact of nonlinear process will be analyzed. Through this, we find ramp-disk contact affect the dynamic of slider. Additionally, for the more accurate analysis, we should include ramp-disk contact process at the FE model.

1. 서 론

최근 저장기기의 급격한 휴대화로 인하여 외부 진동이나 충격에 대한 위험이 커지고 있다. 이에 따라 외부 충격에 대한 정확한 저장기기의 거동 예측이 매우 중요해지고 있다. 그 중 하드 디스크 드라이브(HDD)의 경우 로드/언로드(Load/Unload)기술이 도입됨에 따라 언로드시 외부 충격에 강하다는 특징이 있다. 이와 동시에 비 구동 시 충격해석의 경우 그 정확도가 매우 높은 수준까지 이르렀다.⁽¹⁾ 그러나 로드시 언로드에 비하여 외부 충격이 가해졌을 때 슬라이더와 디스크의 충돌의 위험이 높는데⁽²⁾ 비하여 구동시의 외부 충격에 대한 분석은 아직까지 정

확한 분석이 어렵다. 이는 구조적 부분과 공기 유동적 부분의 연성적 분석, 램프와 디스크의 비선형적 충돌 해석 분석 등이 비선형적인 해석이 고려되어야 하기 때문이다. 이 중에서도 램프와 디스크의 비선형적 충돌 해석 분석의 경우, 램프와 디스크의 충돌 과정이 슬라이더의 동적인 움직임에 영향을 주며 이러한 움직임의 변화가 충격방지 능력을 저하시킨다. 또한 램프와 디스크 간격이 최근에 와서 감소하였고 이는 램프와 디스크간의 충돌이 빈번하게 발생 시킨다. 따라서 가동 시 충격해석을 분석함에 있어서 램프와 디스크의 비선형적 충돌과정을 포함시켜서 해석하는 것이 정확한 분석을 위하여 필수적이다. 본 연구에서는 검증된 해석 모델⁽³⁾을 바탕으로 램프와 디스크의 비선형적 충돌과정 포함 유무에 따른 슬라이더의 수직방향의 움직임, Pitch, Roll방향의 움직임 등의 슬라이더의 동적인 거동을 비교하고 분석해 보고자 한다.

† No-cheol Park ; Mechanical Enginnering, Yonsei University

E-mail : pnch@yonsei.ac.kr

Tel : +82-02-2123-4677, Fax : +82-02-365-8460

‡ Mechanical Enginnering, Yonsei University

* Mechanical Enginnering, Yonsei University

** Mechanical Enginnering, Gachon University

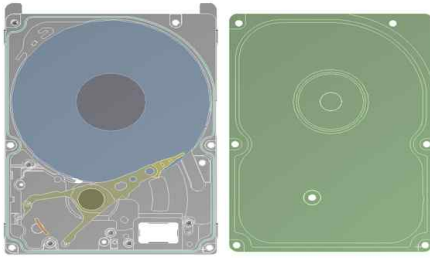


Figure 1. HDD FE model

Table 1. Air bearing stiffness

	Trailing edge spring	Leading edge spring	Inner, outer edge spring
Air bearing stiffness	2000(N/mm)	200(N/mm)	350(N/mm)

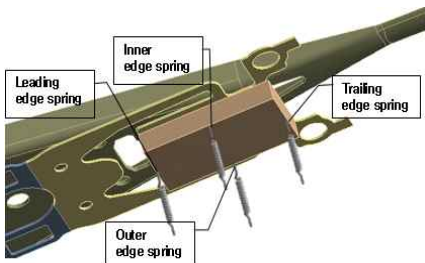


Figure 2. Linear Air bearing

2. 시뮬레이션

2.1 시뮬레이션 모델

램프 디스크 충돌의 유무에 따른 슬라이더의 동특성을 알아보기 위하여 2.5인치 stamped base 유한요소 모델을 Figure 1과 같이 구축하였다. (3) 슬라이더와 디스크 사이에는 공기 특성을 위해 수직방향의 강성을 갖는 4개의 선형스프링이 모델링 되었다. (4) 스프링 강성의 크기는 Table 1과 같고 스프링의 위치는 Figure 2와 같은데 각각의 경우 슬라이더의 각 모서리의 가운데 부분에 위치한다. 이를 통하여 유한요소 모델 해석 시 슬라이더의 수직방향의 움직임이나 Pitch나 Roll방향등의 슬라이더의 동적인 거동을 분석할 수 있다. 충격에 대한 시뮬레이션 구현의 경우 라지 메스 방법을 이용하여 Figure 3과 같이 가상의 거대질량과 베이스 볼팅 부분을 구축하여 외부 충격을 가상의 거대 질량에 받도록 함으로서 실제와 같은 부분에서 충격이 적용되도록 구현하였다. (5) 충격의 크기는 250G이고 충격시간은 1ms이다. 램프와 디스크의 비선형적 충돌과정의 경우 라

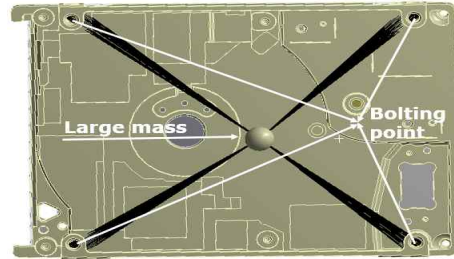


Figure 3. Large mass method

그렇지 승수법을 이용하여 접촉 현상을 모델링을 하였다.

2.2 시뮬레이션 결과

Figure 4는 외부 충격에 따른 램프디스크 접촉의 유무에 따른 슬라이더의 거동에 대한 결과이다. Figure 4의 결과에 볼 수 있듯이 0.6ms 지점에서 램프와 디스크의 충돌이 발생하고 이후의 거동이 램프와 디스크의 충돌이 없는 경우와 다른 거동을 보이는 것을 알 수 있다. 특히 Roll 방향의 경우는 급격한 차이를 보임을 알 수 있다. 이는 램프와 디스크가 접촉이 발생하면서 디스크 접촉 부분에서의 강성이 높아짐에 의함인데 충돌이 없는 경우 디스크와 슬라이더 사이의 선형 스프링의 강성이 디스크의 강성에 비하여 매우 크지만 충돌이 발생하면서 디스크 접촉 부분에서의 강성이 높아짐에 따라 디스크와 슬라이더 사이의 선형 스프링의 강성과 비슷해지면서

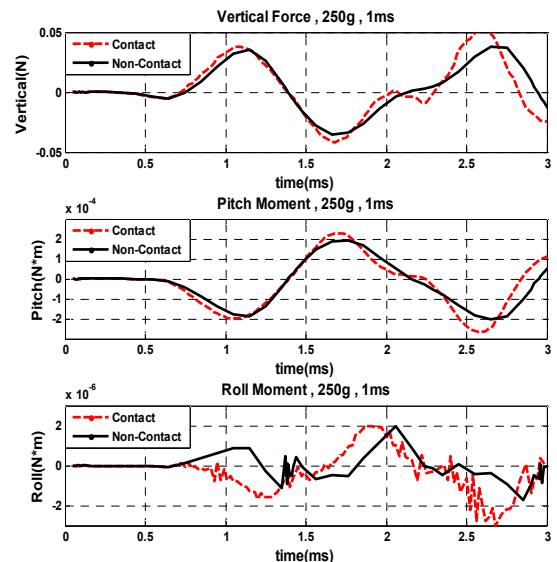


Figure 4. Slider dynamics(vertical force, pitch moment, roll moment)

슬라이더의 거동에 영향을 주게 되는 것이다.

3. 결 론

램프와 디스크의 비선형적 충돌과정이 하드디스크의 슬라이더의 거동에 영향을 줌을 확인하였다. Figure 4의 결과를 통해 램프와 디스크의 충돌과정을 포함시키는 유무에 따라서 슬라이더 디스크 간격의 변화와 슬라이더 수직방향의 움직임이나 Pitch나 Roll방향등의 슬라이더의 동적인 거동이 차이가 남을 확인 하였다. 이로 통하여 가동 시 좀 더 정확한 해석을 위해서는 램프 디스크의 비선형적 충돌과정을 포함해서 해석 하는 것이 필수적이다.

참 고 문 헌

- (1) Gang S Chen., Cheng-fu Chen., and Terrence Wilburn., "A study of non-operational dynamic responses of disk in 3.5 in. hard disk drive to impact load," *Microsystem Technologies*, 18,1261-1266, 2012
- (2) A. N. Murthy, B. Feliss, D. Gillis, F. E. Talke, 2009, "Experimental and numerical investigation of shock response in 3.5 and 2.5 in. form factor hard disk drives," *Microsyst. Technol.*, vol. 12, pp. 1109-1116
- (3) Geonyup Lim, Kyoung-Su Park, N. C. Park, "Advanced operational shock analysis for 2.5inch stamped base HDD," in *Proc. APDSC13 Tech. Dig.*, O-6, 2013
- (4) Eric M. Jayson, J. Murphy, P. W. Smith and Frank E. Talke, "Effect of Air Bearing Stiffness on a Hard Disk Drive Subject to Shock and Vibration," *Journal of Tribology*, Vol. 125, pp. 343-349, 203.
- (5) Park, K. S., 2012, Analysis of dynamic characteristics between disk and head stack assembly in operation shock. pp. 799~800.