

# HDD의 긴급회피상황에서 부상특성 및 언로드성능 변화에 대한 실험연구

## An Experimental Study on Flying Characteristics and Unloading Performance during Emergency Parking in HDD

이용현\* · 김기훈\* · 김석환\* · 이상직\* · 임건엽\* · 박노철\* · 박영필\* · 박경수†

Yonghyun Lee, Ki-Hoon Kim, Seokhwan Kim, Sang Jik Lee, Geon-Yup Lim, Kyoung-Su Park, No-Cheol Park, Young-Pil Park

### 1. 서론

하드디스크드라이브(HDD)는 갑작스런 전원차단이나 외부충격으로부터 시스템을 보호하기 위해 긴급회피(emergency parking) 방식을 사용하고 있다. 그러나, 긴급회피 방식은 빠른 언로드 속도로 인해 슬라이더의 부상 불안정과 슬라이더-디스크 충돌을 야기시킬 우려가 있다. 따라서, 기존 로드/언로드 해석과는 달리 빠른 속도에 대한 영향을 고려해야 한다. 우리는 이전 연구에서 빠른 긴급회피에 적용할 수 있는 개선된 언로드 해석을 제안하였다[1]. 긴급회피시, 수평속도를 적용하기 위해 비틀림 각을 계산하는 방법을 제시하였고, 다양한 수평속도와 디스크 회전속도에서 부상높이 손실을 조사하였다. 또한, 언로드 해석에 적용하여 기존의 언로드 해석 결과와 개선된 언로드 해석 결과를 비교하였다. 그러나, 앞선 연구들은 시뮬레이션을 통해서만 기존 언로드 해석에 적용한 것으로, 실제 HDD의 긴급회피 시스템에 적용하기에는 검증이 되지 않았다. 따라서, 새로운 언로드 해석의 신뢰성을 확보하기 위해, 긴급회피 상황에서 부상특성 및 언로드 성능 변화에 대한 실험이 요구된다.

긴급회피 시 수평속도의 변화는 속도가 감소하는 구간을 제외하고 트랙추종의 경우와 동일하다. 트랙추종 시 부상높이 변화에 대해 자기기록신호를 이용하거나[2], 읽기 신호의 변화를 이용하여 측정하였다[3]. 또한, 간섭계와 AE(Acoustic Emission) 센서를 이용하여 부상높이 변화와 슬라이더-디스크 충돌을 측정하는 연구도 있었다[4]. 그러나, 긴급회피 상황에서 부상특성과 관련된 실험은 지금까지 수행된 적이 없었다. 따라서, 본 연구에서는 트랙추종 시 사용되었던 실험방법을 긴급회피 상황에 적용하여, 긴급회피 시 부상높이가 감소하거나, 경우에 따라 발생하는

슬라이더-디스크 충돌을 측정하고자 한다. 이러한 측정을 통해 이전 연구에서 수행한 언로드 해석을 검증하고, 긴급회피 상황에서 수평속도 및 디스크 회전속도에 대한 영향을 실험적으로 조사하고자 한다.

### 2. 실험

#### 2.1 실험 장치

긴급회피 시스템을 구현하고 부상높이 변화 및 슬라이더-디스크 충돌을 측정하기 위해 Fig.1 과 같이 실험장치를 구성하였다. 디스크 회전속도를 변화시키기 위해 공기베어링 스피들 모터를 사용하였고, 디스크 위에 HGA(슬라이더 및 서스펜션 결합 부품)를 위치시켰다. 슬라이더의 부상을 위해 서스펜션 우선힘 2.5gram 을 지그를 통해 가해주었고, 로드셀을 통해 이를 측정하였다. LDV 중 하나는 슬라이더의 거동을 측정하였고, 나머지는 디스크의 속도변화를 측정하였다. AE 센서는 모두 슬라이더-디스크 충돌을 측정하기 위한 것으로, 측정 주파수 1 MHz 를 기준으로 나뉜다. 또한, 긴급회피를 구현하기 위해 서보 모터를 사용하여 HGA 를 이동시켰다.

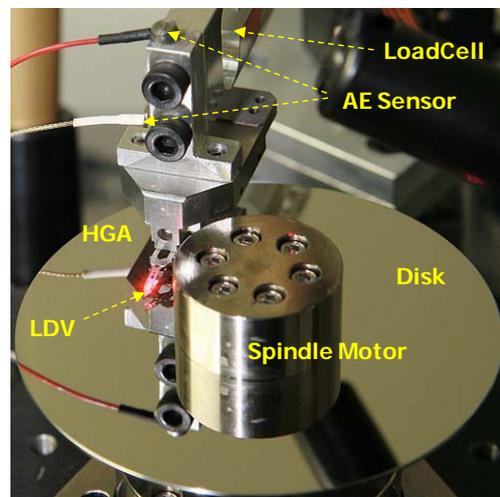


Fig.1 Experimental setup

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

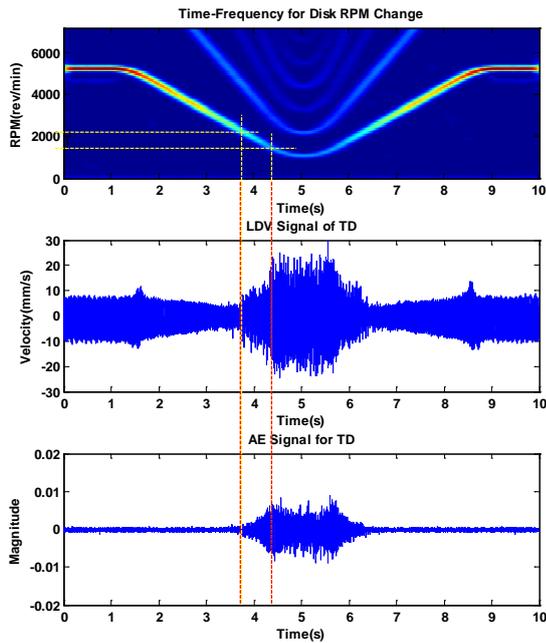


Fig.2 Flying characteristics for disk RPM change at one position of a disk

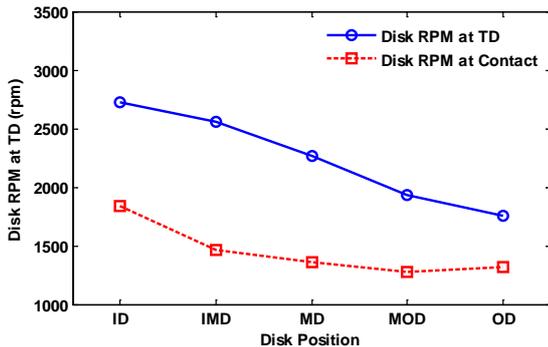
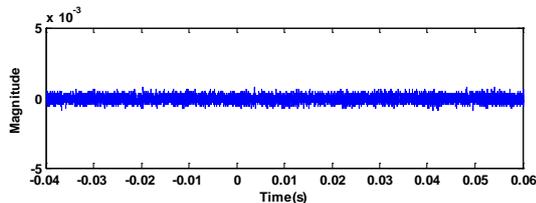
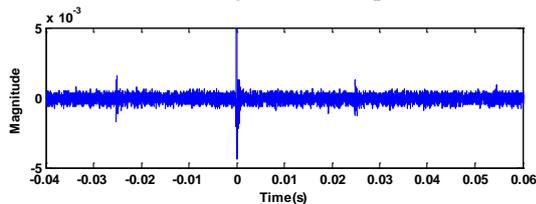


Fig.3 Disk RPM at TD and slider-disk contact



(a) AE signal at 2700 rpm



(b) AE signal at 2400 rpm

Fig.4 Slider-disk contact in emergency parking

## 2.2 실험 결과

슬라이더가 부상한 후, 디스크 회전속도를 감소시키면 슬라이더는 부상높이가 점점 낮아지다가 디스크에 터치다운(TD)하게 되며, 더 낮아지게 되면 디스크와 충돌하게 된다. Fig. 2 는 디스크 회전속도가 감소할 때, 슬라이더의 거동을 LDV 로 측정된 것이며, TD 와 충돌 발생 시 디스크 회전속도를 측정할 수 있다. AE 신호를 통해서도 TD 및 충돌 여부를 확인 할 수 있다. Fig.3 은 디스크의 각 위치에서 TD 및 충돌이 발생한 디스크 회전속도를 나타낸 것이다.

Fig.4 는 긴급회피 시 측정된 AE 신호이다. (a)는 디스크 회전속도 2700 rpm 에서 측정된 것이며, (b)는 2400 rpm 에서 측정된 것이다. 2700 rpm 에서는 긴급회피 상황에서 어떠한 AE 신호도 측정되지 않았다. 이 경우 정적 부상상태에서도 AE 신호가 측정되지 않았기 때문에 긴급회피에 의해 부상높이 변화를 명확하게 알기 어렵다. 반면, 2400 rpm 의 경우, 정적 부상상태에서는 슬라이더-디스크 충돌이 발생하지 않았지만, Fig. 4(b)와 같이 긴급회피 상황에서는 충돌이 발생하였다. 이는 충돌이 발생하지 않는 디스크 회전속도에서도 긴급회피가 발생하면 부상높이 손실이 발생한다는 기존 연구를 뒷받침 하는 결과라고 할 수 있다.

## 3. 결 론

정적 부상상태와 긴급회피 상황에서의 실험결과를 통해 긴급회피 시 부상높이 손실이 발생한다는 사실을 검증할 수 있었다.

## 후 기

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

## 참 고 문 헌

- (1) Y. Lee et al., 2009, "Advanced Unloading Analysis Considering Lateral Velocity and Disk RPM Drop in Emergency Parking," IEEE Trans. Magn. Vol.45, No.11, pp.4937-4940
- (2) Y. Lee et al., 2009, "A study on unload analysis considering lateral velocity and disk RPM drop in HDD," Proceeding of the KSNVE Annual Spring Conference, pp. 218-219
- (3) B.C. Schardt et al., 1998, "Flying Height Measurement while Seeking in Hard Disk Drive," IEEE Trans. Magn., Vol.34, No.4, pp.1765-1767
- (4) B. Liu et al., 1997, "Track Seeking, Head-Disk Spacing Variation and Head-Disk Interface Failure," IEEE Trans. Magn., Vol.33, No.5, pp.3136-3138
- (5) E. Cha et al., 1995, "Flying Height Change during Seek Operation for TPC Sliders," IEEE Trans. Magn., Vol.31, No.6, pp.2967-2969