

# 램프충격에 의한 언로드 성능에 영향을 미치는 매개변수 연구

## Study of parameters which hasinfluences on unload performance caused by ramp contact

임건엽\* · 이용현\* · 박노철\* · 박영필\* · 박경수†

Geonyup Lim\*, Yonghyun Lee\*, No-Cheol Park\*, Young-Pil Park\*, and Kyoung-Su Park †

### 1. 서론

정보의 디지털화가 사회 각 분야에서 빠르게 진행되고 있다. 이에 따라 생성되는 데이터의 중요성이 높아지고 용량 또한 폭발적으로 증가하면서 정보저장기기의 고용량화, 신뢰성 등이 요구되고 있다. 로드/언로드(Load/Unload, L/UL)기술은 고용량화와 신뢰성에 대한 강점을 가짐으로써 현재 대부분의 정보저장기기에 사용되고 있다. 로드/언로드 시스템은 지금까지 성능을 평가하기 위해 수많은 주제로 연구되어 왔다. 특히, 언로딩 과정에서의 동특성을 알아보기 위해 로드/언로드에 영향을 주는 인자들에 대한 연구 또한 진행되어 왔다. 또한 최근에는 회전하는 HGA(헤드-김발 구조)와 탭이 램프에 충돌할 때 발생하는 영향까지도 조사되었다[1]. 그 연구를 통해서 램프 접촉력이 커짐에 따라서 댄플-플렉서 슬립이 크게 발생하고 이는 로드/언로드 성능에 악영향을 미치는 것을 알 수 있다. 그러나, 이러한 탭과 램프의 충돌에 영향을 주는 인자들에 대한 정확한 해석은 이루어 지지 않았다. 본 연구에서는 언로드 과정에서 영향을 미칠 수 있는 다양한 매개변수들을 이용하여 감도해석을 수행하고, 이를 통해 댄플과 플렉서의 동적거동이나 반발력 등을 유한요소해석을 통해 예측하고, 이를 통해 언로드 성능을 보다 향상시키고자 한다.

### 2. 수치해석

#### 2.1 유한요소 모델

램프(ramp)와의 접촉 후, 언로딩 성능을 알아보기 위해 헤드-김발 구조와 디스크를 포함하는 유한요소 모델을 그림 1 과 같이 구축하였다. 유한요소해석에 사용된 헤드-김발 구조는 상용 2.5" 하드디스크에 사용되는 모델이며, 슬라이더에 적용된 공기 유회특성은 5 개의 선형 스프링으로 모델링 되었다. 램프와 탭이 접촉을 대신하기 위하여 실험적으로 측정된 접촉

†박경수; 연세대학교 기계공학과

E-mail : pks6348@yonsei.ac.kr

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

\*연세대학교 기계공학과

력과 시간이력을 하중조건으로 입력하였다[1].

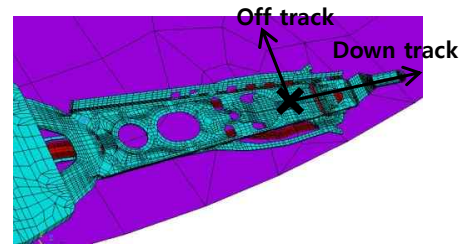


그림 1. 유한요소 모델

신뢰성을 갖는 해석의 결과를 얻기 위해 실험으로 측정된 모드형상과 주파수 값을 시뮬레이션 값과 비교 분석하였다. 모달해석은 PSV(Polytec Scanning Vibrometer)를 이용하여 수행하였다. 그 결과 1 차모드의 실험값이 0.41kHz 이고 해석값은 0.42kHz 로 실제 모델과의 오차는 4.44%이며, 1 차굽힘모드의 실험값은 3.63kHz 이고 해석값은 3.29kHz 로 오차는 -6.89%였다. 모달해석과 유한요소 모델 해석 비교 결과, Table 1 과 같이 각각의 고유진동수 오차범위는 약 5% 내외로 유한요소 모델의 신뢰성을 확보할 수 있다.

Table 1 실험값과 유한요소해석값의 비교

Mode shape	Experiment(kHz)	Simulation(kHz)	Error(%)
Cantilever	0.41	0.42	4.44
Slider pitch	2.10	2.04	-2.86
Slider roll	2.68	2.77	3.36
1st bending	3.63	3.29	-6.89
1 <sup>st</sup> torsion	6.03	5.91	-2.03
2 <sup>nd</sup> bending	8.67	8.15	-6.38

#### 2.2 해석 결과 및 논의

언로드 작동 과정에서 램프충격으로 발생할 수 있는 성능의 감소에 대해서 알아보기 위해 접촉 위치, 서스펜션 강성, 접촉력에 대한 감도해석을 통해 댄플과 플렉서의 동적거동을 알아보았다.

##### 2.2.1 충격 위치 영향

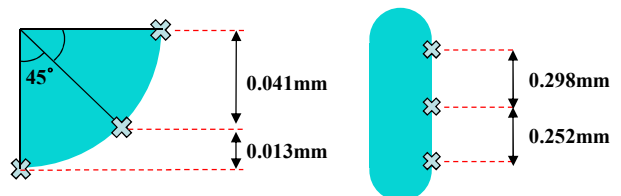


그림 2. 램프와 탭의 접촉 위치

하드디스크 조립시 램프의 조립오차[2]에 의해 발생할 수 있는 경우를 대신하기 위하여 그림 2 와 같이 충격위치는 탭의 수평방향으로 전면부(forward), 중간(center), 후면부(backward)와 수직방향의 바닥(bottom), 중간(middle), 위쪽(top)으로 총 9 조합의 위치에서 해석하였다. 탭과 램프의 충격위치를 변화시킬 경우 서스펜션에 작용하는 모멘트의 값이 변화를 야기시키는데, 이로인해 그림 3 과 같이 회전중심에서 가장 가까운 탭의 후면부, 바닥쪽에서 슬립양이 가장 적게 발생하였다.

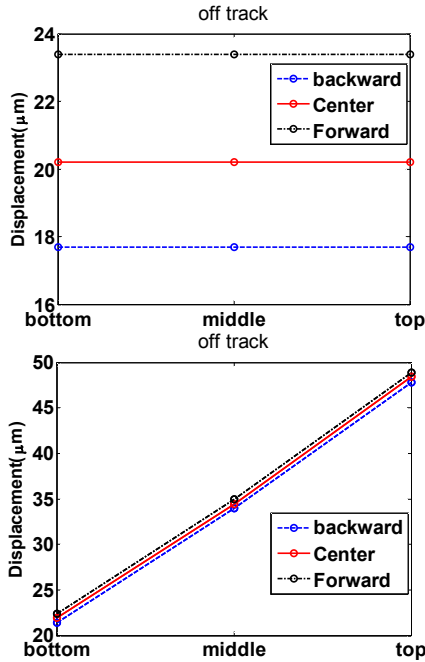


그림 3. 충격 위치에 따른 슬립양의 변화

2.2.2 접촉력의 영향

탭의 충격위치를 고정한 후 그곳에 작용하는 접촉력에 의한 덤플-플렉서의 거동특성을 알아보았다. 접촉력의 변화는 Table 2 와 같이 하였다. z 축방향으로의 변위는 유한요소 모델에서 덤플과 플렉서를 z 축방향으로 결속시킴으로서 생략 할 수 있다. 접촉력은 충격량, 모멘트를 변화시키는 주된 인자로서 접촉력 증가는 그림 4 와 같이 슬립양을 증가시킨다.

Table 2 접촉력의 변화

	50%	75%	100%	125%	150%
수평(mgf)	12.0	18.1	24.1	30.1	36.1
수직(mgf)	39.4	59.1	39.4	98.4	11.8

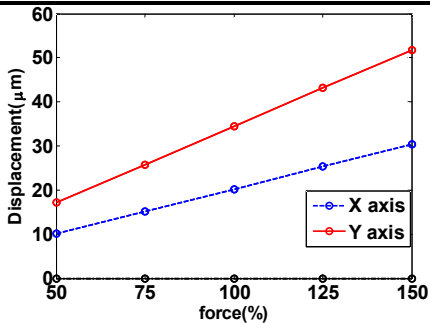


그림 4. 접촉력에 따른 슬립양의 변화  
2.2.3 로드빔탄성계수의 영향

로드빔의 탄성계수 변화에 대한 덤플-플렉서의 거동특성을 알아보았다. 유한요소모델에서 기본적으로 주어진 18500N/m<sup>2</sup>에 대해 ±10%, ±5%의 변화를 주어 해석하였다. 이는 접촉력에 의한 서스펜션 형상 변화를 비교하기 위함이다. 이러한 서스펜션의 변화는 그림 5 와 같이 덤플-플렉서 간의 슬립양의 증감을 발생시킨다.

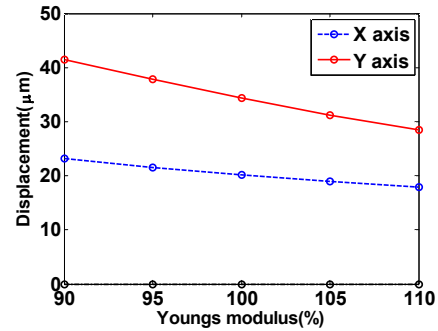


그림 5. 로드빔 탄성계수변화에 따른 슬립양의 변화

3. 결론

접촉위치, 접촉력, 로드빔의 강성등의 매개변수를 이용한 감도해석을 통해 덤플-플렉서의 동적거동을 알아보았다. 접촉위치는 회전중심과 가까운수록, 접촉력의 크기가 작을수록, 로드빔의 탄성계수의 값이 클수록 적은 슬립양을 보였다. 이처럼 로드빔의 강성을 높일 수 있는재료나 디자인을 선택하고 탭의 길이를 조절하면 덤플-플렉서의 슬립의 양을 줄여 언로드의 성능을 향상시킬 수 있다.

후기

이논문은 2010 년도정부(교육과학기술부)의재원으로 한국연구재단의지원을받아수행된연구임(No. 2010-0000769).

참 고 문 헌

[1]Yonghyun Lee et al, "Analysis of Slip Characteristics between Dimple and Flexurein Hard Disk Drive", ASME Information Storage and Processing Systems Conference, 2010June 14-15, 2010, 10-12  
 [2]Ki-Hoon Kim et al, "Ramp Tolerance Analysis Considering Geometric Errors", IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, VOL. 45, NO. 5, MAY 20092284-2287  
 [3]Seokhwan Kim et al, "A study on contact behavior between suspension lift-tab and ramp", ASME Information Storage and Processing Systems Conference, 2010 June 14-15, 2010, 232-234