

# PND의 내진특성 개선

## Anti-vibration and Shock-resistant Design for Personal Navigation Device

황효균†, 하상우\*, 유승현\*\*, 최인호\*\*

Hyo Kune Hwang†, Sang Woo Ha\*, Seung Hun Yoo\*\*, In Ho Choi\*\*

**Key Words** : PND(Personal Navigation Device), Anti-shock(내충격), Anti-vibration(내진)

### ABSTRACT

One of trend of portable devices is convergence with other devices, especially with navigation system. This converged system is generally called PND (Personal Navigation Device). This detachable device is developed for personal entertainment in everyday life and navigation system when deriving, so it should meet the specification of vehicle thermal environment, anti-vibration as well as the anti-shock by sudden drop. In this paper, the way to design the hard disk drive damper with CAE, is introduced to get a reliable system from the beginning of the design step..

## 1. 서론

PDA(Personal Digital Assistant)로 대표되는 개인 휴대 기기는 초기에 개인들의 일정 관리와 같은 기본적인 기능에 국한되어 사용되어 왔다. 하지만 이 휴대 기기들의 하드웨어 성능이 급속도로 발전하면서 개개인의 엔터테인먼트 기능들이 융합되어, 휴대기기들의 기능은 점점 다양해 지고, 그 내부에 적용되는 기록 저장장치의 용량은 더욱 커지고 있다. 이러한 대용량 기록 저장장치는 크게 비휘발성 메모리인 Flash 형태와 하드디스크 드라이브가 주로 사용되고 있는데, 최근에 NAND 메모리의 가격이 급격하게 떨어지면서 하드디스크 드라이브의 사용이 줄고 있지만 PMP와 같이 큰 용량의 동영상 데이터를 사용할 경우 여전히 하드드라이브의 사용이 주류를 이루고 있다. 이 중 많은 업체들이 새로운 제품 개념으로 네이비게이션 디바이스를 출시하고 있는데, 그 중에서도 차량에 탈착식으로 개발하고 엔터테인먼트 기능을 추가한 것이 PND(Personal Navigation Device)이다. 주로 외국에 수출하는 PND의 경우 용량이 큰 지도 데이터와 동영상을 함께 저장해야 하는 경우는 하드드라이브 형식의 PND를, 그리고 지도가 크지 않은 경우 비휘발성 메모리를 사용하여 출시되는 상황이다.

PND의 경우 다양한 사용환경에 노출되게 되는데, 차량에서 사용될 때는 내열과 진동에 의한 신뢰성이 주로 문제가 되며, 개인 휴대 장비로 사용될 때는 낙하에 의한 내충격 성능이 보장되어야 하는 기구적인 문제점을 가지고 있다.

본 연구에서는 기존에 개발되어 복미에 시판되고 있는 PND의 내진, 내충격 성능 중 주로 문제가 되었던 내진과 내충격 부분을 소개하고자 한다.

## 2. 하드 드라이브 PND

### 2.1 하드드라이브 damper 개요

하드드라이브 형식의 제품은 일반적으로 하드드라이브의 보호를 위하여 고무 damper를 이용하게 된다. 이 damper는 내진성능은 물론 내충격 성능도 만족해야 하기 때문에 설계 최적화가 필요하다. 본 제품에 사용된 Hitachi의 2.5" 하드드라이브는 2G까지의 내진 규격과 1500G의 낙하 규격 내에서 사용되어야 한다. (Fig. 1)

No.	Item	Operational	Non-operational	Specification
1	Ambient *1 temperature	Operational		5 to 60°C
		Non-operational		-40 to 70°C
	Temperature gradient			Max. 20°C/hour
2	Relative humidity	Operational		5 to 90 %
		Non-operational		5 to 95 %
3	Vibration	Operational		29°C (without condensation)
		Non-operational		40°C (without condensation) *2
		Operational		4.0mm p-p or less (5 - 15Hz) 19.6 m/s <sup>2</sup> (2.0G) or less (15 - 500Hz)
		Non-operational		10mm p-p or less (5 - 15Hz) 49m/s <sup>2</sup> (5G) or less (15 - 500Hz)
4	Shock *5	Operational		5.880m/s <sup>2</sup> (600G) or less (2 ms, half sine wave)
		Non-operational		14.700m/s <sup>2</sup> (1500G) or less (1 ms, half sine wave)
5	Atmospheric condition			Without corrosive vapors, salt or organic-metal compound (ex. organic silicon, organic tin)
6	Acoustic-noise *3	Idle		Typical 1.8 Bels(60/40GB), 1.6 Bels(30/20GB)
		seek		Typical 2.4 Bels(60/40GB), 2.2 Bels(30/20GB)
7	Height (Altitude)	Operational		3,000m or less
		Non-operational		12,000m or less
		Height gradient		Max. 300m/min (3.1kpa/min.)
8	Data reliability (*4)			Less than 1 non-recoverable error in 10 E 13 bits read
9	External magnetic field			1,500 micro Tesla (DC) or less

Fig. 1 Hitachi 하드드라이브 specification

일반적으로 내진 성능은 damper의 공진과 직접적인 연관이 있어서 공진 주파수를 크게 하여 회피하는 방법인 강성을 증가시키는 방법이 주로 사용되고, 내충격 성능은 하드드라이브에 작용하는 가속도를 줄이기 위해서 충돌지속시간을 증가시키는 방법인 강성을 낮추는 방법을 사용하므로 두 설계가 상충된다.

### 2.2 Damper의 내진성능 확인

하드드라이브를 보호하는 damper는 방열과 단자 연결을 고려하여 일반적으로 Fig. 2와 같이 모서리 부분만을 감싸는 형태를 가지게 된다. 본 제품에 사용된 damper 재질은 EAR사의 C-1002를 사용하였다. 앞 절에서 소개하였듯 내진동과 내충격 규격을 모두 만족하기 위해서는 재료의 선정 또한 가장 중요한 요소가 된다.

본 연구는 모두 CAE를 이용하여 설계단계에서

† 교신저자; LG 전자 DS 연구소

E-mail : xexex@lge.com

Tel : (031) 789-4041, Fax : (031) 789-4204

\* LG 전자 MC 연구소

\*\* LG 전자 DS 연구소

내진, 내충격 성능이 평가되어 진행이 되었으며, 먼저 내진 성능을 평가하기 위해서 damper 를 X,Y,Z 3 방향으로 변형을 시켜서 강성을 얻어 공진 주파수를 Fig. 3 과 같이 구하였다. 이때 얻어진 공진 주파수를 확인해 보면, 통상 차량 내부에 사용되는 오디오의 가진 시험 구간인 100Hz 대역은 충분히 넘길 수 있으므로, 공진주파수의 값 자체보다는 loss factor 를 고려하여 전달되는 가속도를 고려하여야 하고 이 작업을 위해서 Fig. 4 로 표현되는 전달률 곡선을 계산하여야 한다.

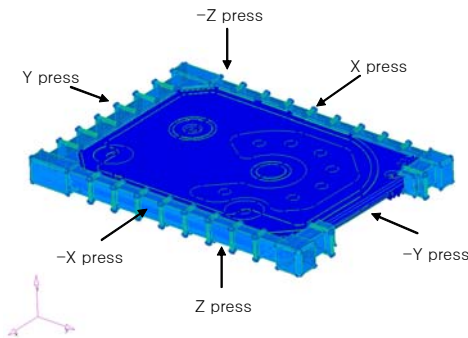


Fig. 2 HDD damper design

Press direction	Rigidity [Kgf/mm]	Deform [mm]	Resonance [Hz]	Drop direction	Acceleration [G]
-Z	4.11E+01	5.60E-04	945	Z	2798
Z	9.20E+00	2.50E-03	447	-Z	1945
-X	1.27E+01	1.81E-03	525	X	2172
X	1.21E+01	1.91E-03	512	-X	2119
-Y	2.35E+00	9.78E-03	226	Y	811
Y	4.22E+00	5.45E-03	303	-Y	888

Fig. 3 HDD damper resonance frequency and drop CAE result

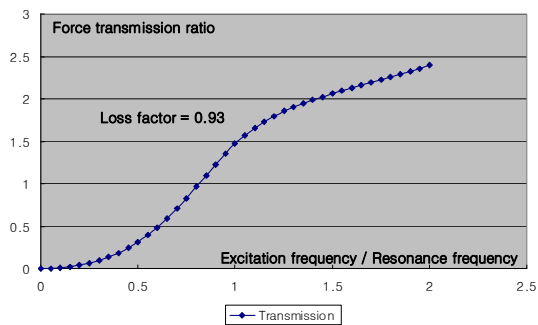


Fig. 4 HDD damper force transmission curve

차량용 네비게이션의 주 가진 실험은 2.5G 이하에 100Hz 이하에서 수행되므로, 전달률을 함께 고려하여 분석을 하면 damper 가 200Hz 정도의 공진 주파수를 갖도록 설계를 해주면 전달률이 크지 않아 본 damper 로 충분한 내진 성능을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

### 2.3 Damper 의 내충격 성능 확인

이와 함께 고려해야 할 사항이 Fig. 3 에 함께 기록된 방향별 내충격 성능이다. 이 값 또한 CAE 를 통해서 얻어진 값이며, 앞서 소개하였듯 내진

과 내충격 성능은 상충되는 부분이 있어 공진 주파수가 큰 방향의 발생가속도도 함께 커지는 것을 알 수 있다. Damper 의 내충격 성능은 Fig. 2 에서 표현된 rib 의 형상에 달려 있으므로, Fig. 5 와 같이 설계변수를 설정하고, 설계 변수 최적화를 통하여 Fig. 6 과 같은 설계변수에 따른 가속도 곡선을 얻어, 설계 제한 치수 안에서 최대한 낮은 가속도를 얻도록 해야 한다. 본 제품의 경우 외관 크기 문제로 하드 드라이브에 할당된 공간이 협소하여 최대 2000G 정도의 가속도가 발생하게 설계가 되었으나 하드드라이브의 내충격 성능 여유치가 있어 실험은 모두 통과되었다.

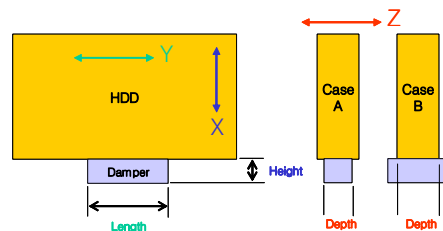


Fig. 5 Design variables of HDD damper

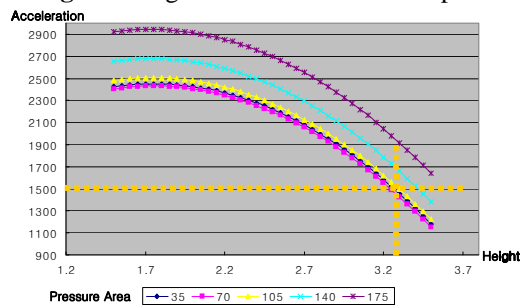


Fig. 6 Optimization curve

## 3. 결론

대용량 저장공간을 가지는 휴대용 엔터테인먼트 장비들은 대부분 하드드라이브를 사용하는 현실에서 본 제품은 차량 실험 규격까지 만족해야 하는 어려운 점이 있었다. 본 논문은 내진 및 내충격 업무에 국한하여 소개하였으나, 전체 개발에 CAE 를 이용하여 설계 단계에서 치수를 최적화하여 제품의 내구성을 초기에 보장할 수 있었다.

## 참고 문헌

- (1) Hitachi: Hard Disk Drive Specifications Travelstar C4K60-60/40/30/20 REV.2
- (2) EAR: C-1002 specification,