

온도변화에 기인한 콤팩트디스크 플레이어의 전달율

The Transmissibility of the Compact Disc Player due to Temperature

김병삼* · 이태근†

Byoung-Sam Kim, Tae-Keun Lee

Key Words : Transmissibility(전달율), Compact Disc Player(컴팩트 디스크 플레이어), Damper(감쇠기)

ABSTRACT

To investigate the vibration characteristics of compact disc player(CDP) due to excited vibration and disturbances, it is necessary to consider the transmissibility of the CDP. The disturbances as well as the temperature in the vehicle are the one of the important factors when CDP is designed. In this study, the effect on the temperature of the oil damper, which is applied to anti-vibration system of the CDP, was investigated. When the temperature was changed from -30 to 90 and the properties of the oil damper (hardness of rubber, viscosity of oil) were changed, the transmissibility was measured.

1. 서론

컴팩트 디스크 플레이어(compact disk player, 이하 CDP라 함.)는 디스크에 기록된 작은 피트(pit)로 기록된 신호를 광픽업(pick-up)이 비접촉으로 읽어 재생하는 장치이다. 초기의 CDP는 진동이나 충격에 매우 취약하였으나, 서보(servo)제어 기술이나 메모리 장치의 발달로 인해 CDP가 진동이나 충격에 견딜 수 있는 한계를 대폭 증가시켰다. 따라서 현재의 CDP는 가정용으로부터 휴대용이나 차량용으로 까지 그 사용 범위가 확대되고 있다¹⁾.

현재의 CDP가 진동이나 충격에 강해졌다고 하지만 CDP의 동작원리 및 특성상 차량에 사용시의 진동이나 충격조건은 대단히 가혹한 조건이 아닐 수 없다. 따라서 차량 주행 시 발생하는 진동의 영향을 최소화하기 위하여 광 픽업을 포함한 구조물, 즉 메인 베이스부(main-base assembly)는 스프링과 댐퍼로 지지되어 있다. 댐퍼, 스프링의 지지위치 및 물성은 CDP의 진동성능을 좌우하는 중요한 요소로서 메인 베이스부의 고유진동수가 자동차로부터 전달되는 진동주파수대(200Hz 이내)에 존재하지 않도록 하고, 광 픽업에 인가되는 진동특성을 최소화되게 설계해야 한다.

광디스크 드라이브에 관한 연구동향으로 Lee, T.K. et al은 차량탑재용 콤팩트 디스크 플레이어의 진동특성과 전달율 특성을 실험적으로 규명하였고^{2,3)}, Kim, K.W. et al은 광디스크 드라이브 방진마운트의 설계에 있어서 고무의 주파수 의존성과 예하중 의존성을 고려하여 형상과 재질의 정보로부터 동특성을 예측하였다^{4,5)}. Kang, B.J et al은 광디스크 드라이브 고무마운트를 이용한 흡진장치를 슬라이드 베이스에 부착하여 슬라이드 베이스의 진동저감효과를 예측하였다⁶⁾. Chang, S. H. et al은 고배속 CD-Rom Drive의 고무진동댐퍼의 감쇠를 향상시키기 위해 코어를 삽입하여 실험 및 해석을 수행하였으며⁷⁾, 고무의 감쇠효과를 강화하기 위한 진동댐퍼에 관해 많은 연구들이 수행되고 있다.⁸⁻¹¹⁾

CDP가 디스크의 고밀도화, 고배속화 됨에 따라 광 픽업의 정밀한 위치 및 오차제어가 요구되고 있으며, CDP 작동시의 진동이나 외란에 민감하게 반응하게 되고 방진시스템의 성능 향상이 필수적이다.

자동차와 같은 가혹한 환경에서의 작동하는 CDP는 외부로부터의 진동이나 외란으로부터 광디스크 드라이브에 전달되는 진동량 및 진동특성을 파악하기 위해서는 전달율에 대한 검토가 필수적이다. 또한 외란과 더불어 차내의 온도에 의하여 영향도 반드시 고려해야할 사항이다. 따라서 본 연구에서는 차량용 CDP에 사용되고 있는 댐퍼의 온도에 따른 영향을 파악하였다. 이를 위하여 온도를 -30℃~90℃로 변경시키고 댐퍼의 물성을 변경시키며 전달율을 측정하였다.

† 교신저자; 대덕대학 정밀기계시스템과
E-mail : tklee9501@ddc.ac.kr
Tel:(042) 866-0434, Fax:(042) 866-0389

* 원광대학교 기계자동차공학부

2. 진동전달을 측정

2.1 댐퍼의 형상

일반적으로 차량용 CDP에 사용되는 오일댐퍼는 Fig. 1과 같은 구조를 하고 있다. 점성을 가진 오일이 충전된 고무본체에 메인베이스의 축이 삽입하게 되어있다. 메인베이스의 무게와 가진조건을 감안하여 고무의 강성과 오일의 점도를 조절하여 진동성능을 유지하도록 설계된다.

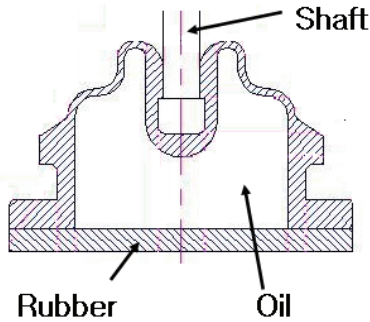


Fig. 1 Oil Damper

2.2 진동전달율의 정의

2.2.1 진동전달율의 정의³⁾

Fig. 2와 같은 CDP의 구조에 있어서 CDP 진동성능을 좌우하는 중요한 요소는 광픽업을 포함한 메인 베이스부이다. 전달율 측정을 위한 가진 방향은 Fig. 2와 같이 상하(z), 전후(y), 좌우(x)와 같이 정의한다.

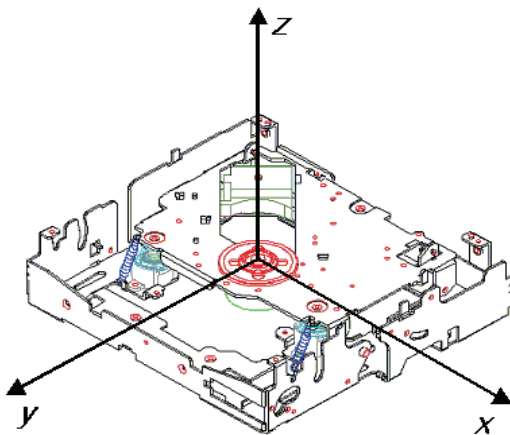


Fig. 2 The structure of CDP

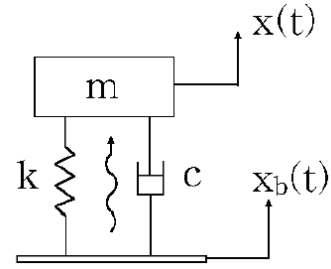


Fig. 3 Vibration model to introduce transmissibility

본 연구에서는 상하방향 운동만을 고려하였으며, Fig. 3으로부터 운동방정식은 식(1)과 같다.

$$\ddot{m}x + c(\dot{x} - \dot{x}_b) + k(x - x_b) = 0 \quad (1)$$

식(1)에서 $x(t)$ 와 $x_b(t)$ 를 식(2)와 같이 정의하였다.

$$\begin{aligned} x &= X \cdot e^{i\omega t} \\ x_b &= X_b \cdot e^{i\omega t} \end{aligned} \quad (2)$$

식(1)은 식(3)과 같이 정리된다.

$$(-m\omega^2 + ic\omega + k)X = (ic\omega + k)X_b \quad (3)$$

식(3)에서 $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$, 따라서, 진동 전달율(transmissibility)은 식(4)와 같이 정의할 수 있다.

$$TR = \left| \frac{X}{X_b} \right| = \frac{\sqrt{1 + [2\zeta(f/f_n)]^2}}{\sqrt{[1 - (f/f_n)^2]^2 + [2\zeta(f/f_n)]^2}} \quad (4)$$

식(4)에서 f : 가진주파수

f_n : 시스템의 고유진동수

2.2.2 전달율(transmissibility) 측정

복합 환경 챔버를 이용하여 온도를 조절하였으며, 외부로부터 입력되는 진동에 대한 메인 베이스부의 진동 전달율을 측정하였다. 외부로부터 가진되는 진동원으로는 가진기(shaker)를 이용하였으며, CDP의

삽입부를 기준으로 상하방향으로 가진하였다. 댐퍼와 스프링으로 메인 베이스부를 지지하고 있으며, 본 연구에서는 온도에 따른 영향을 조사하기 위하여 온도를 변경시켜가며 전달율을 측정하였다. Fig. 4는 전달율 측정을 위한 실험 장치도이다.

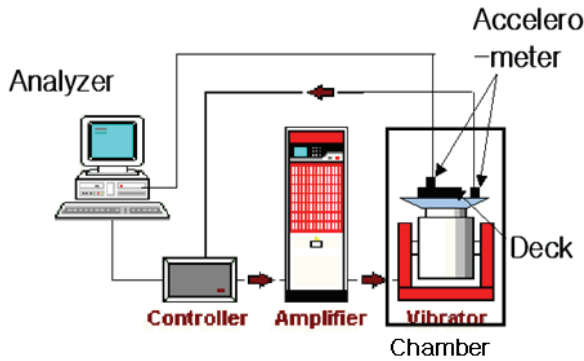


Fig.4 Experimental setup for transmissibility test

분석기로부터 외부 진동입력에 대한 가진주파수와 진폭 정보가 제어기(controller)에 전달된다. 전달된 신호는 증폭기(amplifier)에 의해 증폭되고 가진기를 구동시키게 된다. 가진되는 정보를 얻기 위해 가진기 상에 설치된 수직판/수평판(slip table) 위에 가속도계를 고정하였고, 메인 베이스부의 질량중심 및 픽업에서의 전달율을 구하기 위해 가속도계를 설치하였다. 가진기 상에 설치된 가속도계 및 측정물에 설치된 가속도계의 신호로부터 식(4)를 이용하여 전달율을 구할 수 있다. 가진신호는 5~500Hz, 1G의 스위프사인(sweep sine)을 사용하였다. 온도의 영향을 파악하기 위해 챔버의 온도를 -30℃~90℃로 변화시키고 댐퍼의 물성을 변경시키며 실험을 수행하였다. Table 1은 본 연구에 사용된 댐퍼의 물성이다.

Table 1 The properties of oil damper

Damper	Hardness	Viscosity (cs)
25D_100Kcs	25	100K
25D_800Kcs	25	800K
40D_30Kcs	40	30K
40D_100Kcs	40	100K
40D_800Kcs	40	800K

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 5는 상온에서의 전달율 실험 결과로서, CDP

방진시스템의 고유진동수인 22Hz에서 피크를 보이고 있고, 광폭업을 지지하고 있는 지지계의 영향에 따라 고주파 영역에서의 전달율이 큰 값을 보이고 있다.

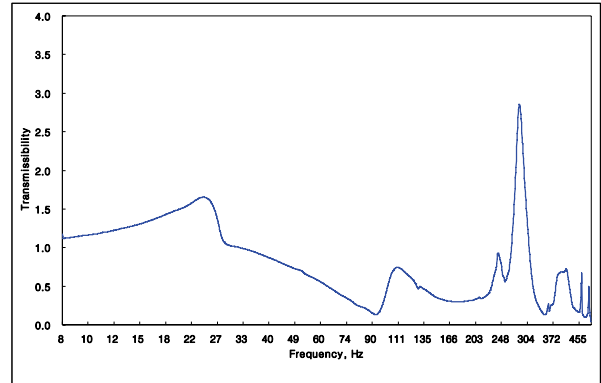


Fig. 5 The transmissibility at the room temp.

Fig. 6(a)는 온도변화에 따른 전달율의 변화를 도시하고 있고 (b)는 온도에 따른 주파수 대역별 전달율의 RMS값을 의미한다. 저주파수 영역에서는 고온일수록 전달율이 상승하고 있고, 고주파 영역에서는 저온일수록 전달율이 큰 폭으로 상승하고 있음을 볼 수 있다. 또한 고주파수 영역일수록 온도에 대한 영향이 크게 나타나고 있음을 볼 수 있다.

Fig.7은 상온, -30℃, 90℃에서의 여러 가지 오일 댐퍼에 대한 전달율 특성 곡선이다. 온도증가에 따라 저주파수 대역의 전달율은 감소하고, 고주파수 대역의 전달율은 증가함을 볼 수 있다. 온도에 관계 없이 고무의 경도 증가에 따라 전달율은 감소하였고, 상온에서 오일의 점도증가에 따라 전달율은 감소함을 볼 수 있다. 고온과 저온에서 오일점도의 증가는 고주파 대역의 전달율을 증가시키는 결과를 가져왔다.

이는 온도변화에 따라 댐퍼본체의 고무와 오일의 물성변화에 따른 것으로 파악된다. 즉 분자체인들 사이의 내부 점성 때문이며 이 성질은 온도에 의해 영향을 받는다. 이는 분자들의 이동률에 의한 영향인데 온도가 올라가면 이동률이 크게 증가하게 된다. 일반적으로 주파수와 진폭을 일정하게 유지한 채로 온도를 낮추면 어느 온도영역에서는 탄성계수가 급격히 상승하는데 이 영역을 전이역 (transition region)이라고 하며 이 전이역에서 손실계수가 극대로 나타나게 되는 것으로 알려져 있다.

전체적인 환경조건을 고려하여 CDP에 사용된 오일댐퍼의 물성을 적절히 선택해야 최적의 진동성능을 보일 것으로 판단된다.

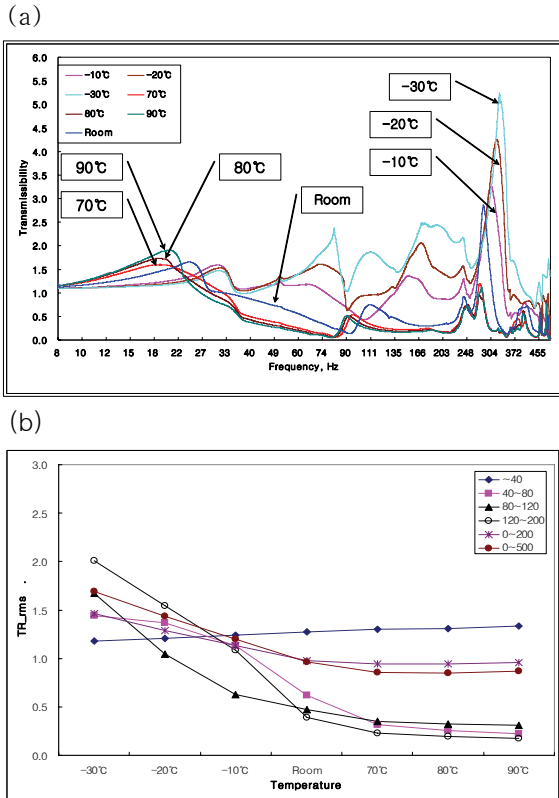


Fig. 6 The transmissibility at the various temp.

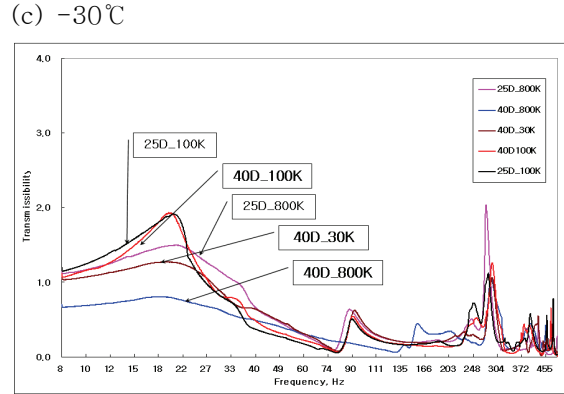
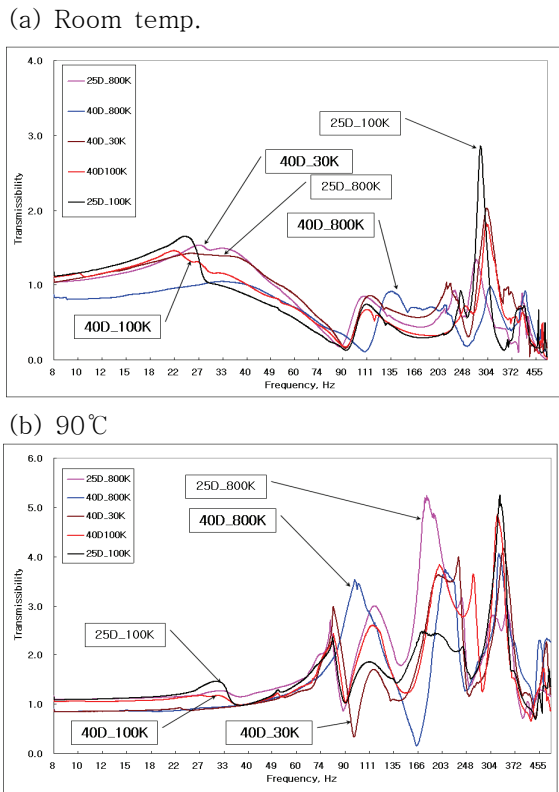


Fig. 7 The transmissibility of the various oil damper

4. 결 론

차량용 CDP는 차량내의 가혹한 환경조건에서도 음의 재생성 하락이 없도록 설계해야 한다. 본 연구에서는 차량의 온도조건을 감안하여 -30°C 에서 90°C 로 변화시켜가며, 음의 재생성에 영향을 미치는 여러 가지 인자중의 하나인 전달율의 변화를 조사하였다.

온도변화에 따라 CDP의 중요요소인 메인베이스를 지지하고 있는 오일댐퍼의 본체고무와 오일의 물성이 변화하게 되고 이에 따라 전달율이 변화하게 된다.

전체적인 환경조건을 고려하여 CDP에 사용된 오일댐퍼의 물성을 적절히 선택해야 최적의 진동성능을 보일 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- (1) Son, J. S., Kim, K. C., Bang, J. H. and Oh, S. K, 1997, "The Anti-vibration Design of Car use CD Player," *Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering*, Vol. 7, No. 6, pp. 894~898.
- (2) Lee, T. K. and Kim, B. S., 2005, "The Study on the Vibration Characteristics of Vehicle Compact Disk Player," *Transactions of the Korean Society of Machine Tool Engineers*, Vol. 14, No. 6, pp. 117~124.
- (3) Lee, T. K. and Kim, B. S., 2005, "An Experimental Study of the Transmissibility of Vehicle Compact Disk Player," *Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration*

Engineering, Vol. 15, No. 6, pp. 764~771.

(4) Kim, K. W., Kim, N. W., Lim, J. R. and Ahn T. K., 2001, "Dynamic Characteristics Prediction of Rubber Mounts for Anti-Vibration of an Optical Disk Drive," *Journal of the Korean Society of Precision Engineering*, Vol. 18, No. 12, pp. 104~109.

(5) Gent, A. N., 1958, "On the Relation Between Indentation Hardness and Young's Modulus," *Rubber Chemistry and Technology*, Vol. 31, pp. 896~906

(6) Kang, B. J., Sin, H. C. and Chung, T. E., 2001, "A Study on Dynamic Characteristics of the Optical Disk Drive with Rubber Mount Adsorber," *The autumn conference of the KSPE*,

pp. 580~584

(7) Chang, S. H., Kim, H. S., Choi, J. K. and Lee, D. G., 1998, "A Study on the Design of Vibration Damper for High Speed CD-ROM Drives," *Transactions of the KSME A*, Vol. 22, No. 4, pp. 939~952.

(8) Nakamura, T., 1991, JP, Recording/Regenerating Device 3-213740(A), Matsushita Electronic co., ltd.

(9) Morikawa, S., 1991, JP, Vibration Proofing Damper 3-239831 (A), Pioneer Electron corp.

(10) Takagi, S., 1990, JP, Vibration Isolating Device 2-300542 (A), Mitsubishi Electric corp.

(11) Kawahara, H., 1992, JP, Dynamic damper 4-258549 (A), Toyoda gosei co.,ltd.