

차량용 A/V 시스템의 구동부 소음원과 래틀 소음원에 관한 연구

A Study on Noise Source Identification for Loading Mechanism and Rattle noise about A/V System

홍종호* · 강연준** · 이상호*** · 이완우*** · 이기석***

JongHo Hong, YeonJune Kang, SangHo Lee, WanWoo Lee, GiSeok Lee

Key Words : Plastic Gear(플라스틱 기어), Gear Mesh Frequency(기어 맞물림 주파수), Sound Intensity(음향 강도), Rattle Noise(래틀 소음) Multi-Dimensional Spectral Analysis(다차원 스펙트럼) Partial Coherence Function(부분 기여도 함수), Partial Coherent Output Spectrum(기여출력 스펙트럼).

ABSTRACT

This paper represents an identification procedure for loading mechanism of a car A/V system which is composed of a DC motor and a set of plastic gears. In addition, we studied dominant noise source of rattle noise generated by external forced vibration as a car drives. we made a dynamometer to produce stationary operation on loading mechanism of A/V system because noise generated by actual loading mechanism is non-stationary signal. operating the dynamometer setup at various motor speeds, sound pressure spectra are measured and the results are analyzed. its dominant noise source is also identified by using a sound intensity technique. we made use of multi-dimensional spectral analysis to find a dominant rattle noise. this method is so useful to eliminate coherence between vibration sources and helps us obtain coherent output spectrum of individual vibration source which make a rattle noise.

기호설명

GMF : 기어맞물림 주파수
 $G_{yy}(f)$: 출력 파워스펙트럼
 $H_{iy}(f)$: 입력 $x_i(t)$ 와 출력 $y(t)$ 의 전달함수
 $H_{iy}^*(f)$: 전달함수 $H_{iy}(f)$ 의 공액복소수
 $G_{ii \dots 1}(f)$: 입력 $x_i(t)$ 의 상관관계를 제거한 i 번째 입력(출력)의 파워스펙트럼
 $G_{ij \dots 1}(f)$: 입력 $x_i(t)$ 의 상관관계를 제거한 i 번째 입력(출력)과 j 번째 입력(출력)간의 상호스펙트럼
 $L_{1i}(f)$: 입력 $x_1(t)$ 와 i 번째 입력(출력)간의 상관성분을 제거시킨 경우의 입력간 및 출력간의 최적전달함수
 $G_{ij \dots n}(f)$: r 개의 입력들($x_r(t), x_{r-1}(t), \dots$)의 상관성분이 제거된 i 번째 입력(출력)과 j 번째 입력(출력)간의 상호스펙트럼
 $G_{ij \dots r}(f)$: r 개의 입력들($x_r(t), x_{r-1}(t), \dots$)의 상관성분

이 제거된 j 번째 입력(출력)의 파워스펙트럼
 $L_{rj}(f)$: $r-1$ 개의 입력들($x_{r-1}(t), x_{r-2}(t), \dots$)의 상관성분들
 이 제거된 r 번째 입력과 j 번째 입력(출력)간의 최적전달함수
 $\gamma_{x_1, 1, 2, 3}^2(f)$: 입력 $x_1(t), x_2(t), x_3(t)$ 의 상관성분이 제거된
 입력 $x_1(t)$ 와 출력 $y(t)$ 간의 부분기여도 함수
 $\gamma_{y, x}^2(f)$: 입력들 $x(t)$ 와 출력 $y(t)$ 간의 다중 기여도 함수
 $\gamma_{4y, 1, 2, 3}(f)G_{yy, 1, 2, 3}(f)$: 입력들간의 상관성분이 제거된
 입력 $x_4(t)$ 만의 기여출력 스펙트럼
 IL_{x_4} : 입력 $x_4(t)$ 만의 기여출력 스펙트럼 총레벨

1. 서론

최근의 차실내의 고급화 및 저소음화 추세에 따라 차량에 탑재되는 각종 전기, 전자, 기계부품에 대한 저소음화가 이루어지고 있다.

본 논문에서는 차량탑재용 A/V시스템에서 발생할 수 있는 두가지 소음 즉, LCD 패널(panel)이 구동중에 발생하는 구동부 소음원과 차량 주행시 차체에 전달되는 진동에 의해서 유발되는 A/V시스템의 래틀(rattle)소음에 대해 그 소음의 원인을 규명하는 연구를 수행하였다.

* 서울대학교 기계항공공학부 대학원
 E-mail : jhhong74@snu.ac.kr
 Tel: (02)880-1032, Fax: (02)888-3360

** 서울대학교 기계항공공학부

*** 현대모비스 카트론닉스 오디오연구부

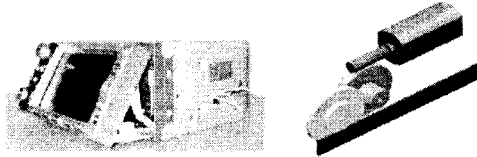


Fig. 1 The loading mechanism of A/V system configuration

Gear		Number of teeth (N)	Diameter of pitch circle(d)	module(m)	Note
Worm	G1	1 row	6	-	
Helical Spur	G2	42	21	0.5	
	G2'	20	10	0.5	
Spur Spur	G3	50	25	0.5	
	G3'	17	13.6	0.8	
Rack	G4	-			length 110mm

Table. 1 Specification of gear train

차량 탑재용 A/V 시스템의 구동부는 소형DC모터와 플라스틱기어의 조합으로 구성되어있다. A/V 시스템의 LCD모니터가 움직이면서 발생하는 소음신호는 모터에 추가되는 관성부하의 가변으로 비정상신호(non-stationary signal)가 발생된다. 그러므로 구동부 소음원을 규명하기 위해서 정격적인 부하를 인가해 줄수 있는 다이노를 제작하여 구동부에 장치, 구동해 줌으로써 정상적인 구동(stationary operation) 및 신호(signal)을 발생시키면서 구동부 소음을 측정하였다.

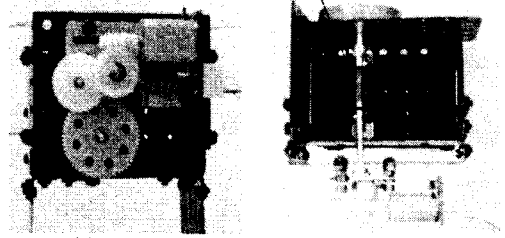
다음으로, 차량주행시 도로의 요철이나 차체의 떨림에 의한 진동으로 유발 될수 있는 A/V시스템 구성요소들의 래틀소음(rattle noise)원에 관한 연구를 수행하였다. A/V 시스템의 래틀진동은 각 주요요소들간의 상관관계가 존재하는 신호(coherent signal)이기 때문에 진동원들간의 상관관계를 제거할 수 있는 잔류 스펙트럼(residual spectrum)의 신호처리방법이 필요하다. 그 신호처리를 위해서 다차원 스펙트럼해석(multi-dimensional spectral analysis)을 이용하여 각 입력신호들 사이의 상관관계를 제거한 후, 각 진동원의 순수한 출력에 대한 기여량을 나타내는 기여출력 스펙트럼(coherent output spectrum)을 구함으로써 래틀소음에 주요하게 영향을 끼치는 요소들을 찾을 수 있었다.

2. A/V 시스템의 구동부 소음원규명

2.1 구동메카니즘과 다이노모장치

일반적으로 기존에 양산된 A/V 시스템은 그 내부에 CD, DVD, 및 카세트테이프를 삽입, 인출하는 과정에서 LCD모니터가 수직에서 수평으로 구동하게 된다. 또한 사용자가 모니터를 보는 각도에 따라 편리하게,

Flexible coupling (rubber)



(a) Front view

(b) Top view

Fig. 2 Dynamometer setup

LCD 모터의 각도를 조절할수 있도록 메커니즘을 가지고 있다.

테스트에 사용된 A/V시스템의 구동부는 DC모터에서 전달된 회전동력이 워기어로 감속후 두개의 스피ل기어의 맞물림으로 전달된 회전력이 마지막 LCD모니터와 연결된 슬라이더 샤프의 랙부분에 전달됨으로서 그 구동동작이 완성된다.

A/V 시스템의 구동부에 사용되어진 기어는 모두 플라스틱재질이며, 이 플라스틱기어는 금속 기어에 비해 재료의 특성상 탄성계수가 작고, 진동 감쇠율이 크기 때문에 기어 소음의 원인중 하나인 물림시 충격을 흡수하는 특성이 우수하며, 일반적으로 구동소음에 대해서는 금속재료보다 우수하다.

A/V 시스템의 LCD패널은 구동 동작중 위치에 따라 관성의 변화가 일어나는데 이러한 가변 관성으로 인하여 모터에 걸리는 부하가 변동하게 된다. 이런 과정에서는 과도적(transient)이고 비정상적인 소음신호가 발생한다. 결국 소음 신호를 분석하는데 정상적인 신호가 발생 할수 있도록 모터에 일정한 부하를 걸어주는 다이노 제작이 필수적이다.

Fig. 2에서 보여지는 것과 같이 다이노모장치에 관성부하를 걸어주는데 있어서 축이음에서 발생할 수 있는 간섭을 최소화하기 위해서 축이음을 연성이음(flexible coupling)인 고무 튜브를 이용하여 부상(bushing)해 주었다. 이 연성이음은 관성부하축과 구동부축의 부상에서 발생할 수 있는 오류를 미연에 방지하기 위함이다.

2.2 기어 맞물림 주파수

일반적으로 기어의 맞물림에 의한 동력구조에서 발생하는 소음특성을 주파수 분석하면, 기어 맞물림으로부터 발생하는 기어 맞물림 주파수(Gear Mesh Frequency)와 그 주파수의 하모닉성분들이 주요하게 나타난다.

$$GMF = \frac{\# \text{ of Teeth} \times RPM}{60} \quad (Hz) \quad (1)$$

LCD 패널의 구동시간에 따른 모터의 회전수의 변화

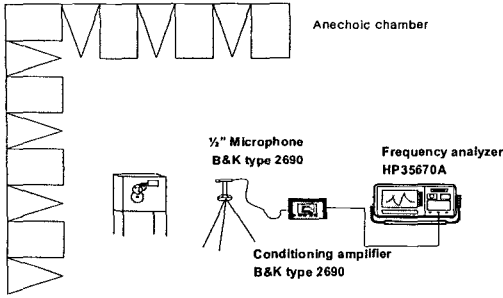


Fig. 3 Sound spectrum measurement condition

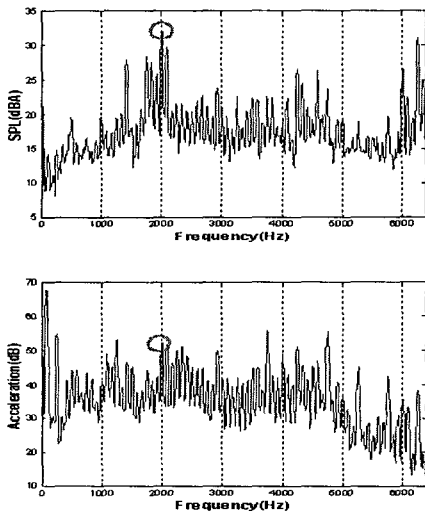
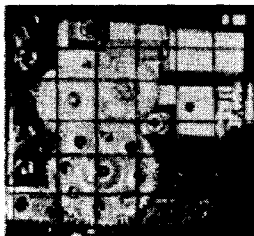
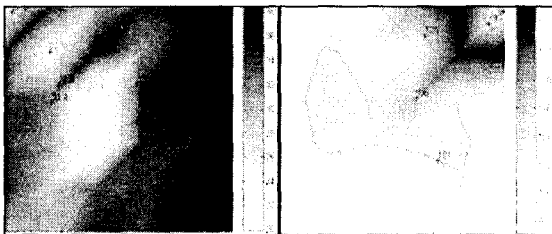


Fig. 4 Sound pressure level & Acceleration level spectrum at 5000 rpm



(a) Sound intensity grid configuration



(b) 2.0 kHz at 5000 rpm (c) Overall sound intensity at 5000 rpm

Fig. 5 Sound intensity map

를 가속도계로 주파수 분석하면 구동시간이 3초 일때 모터의 회전수가 4000 ~ 5500 rpm사이에서 구동하고, 2초 일때는 6500 ~ 8000 rpm으로 가변구동이 된다. 이와 같은 결과를 바탕으로 하여 구동시간 2, 3초에 대한 실험에서 사용된 A/V 시스템으로부터 발생할 수 있는 기어 맞물림 주파수와 그의 하모닉 성분들은 기어의 정보를 바탕으로 기어의 잇수와 회전수를 계산하였을 때, 500 Hz미만의 비교적 저주파 영역에 나타난다.

2.3 소음 및 진동 스펙트럼측정 및 결과

Fig. 3에서 보이는 것과 같이 주위 암소음이 25 dB인 무향실에서 다이노모장치 정면으로부터 비교적 가까운 거리인, 15 cm 떨어진 지점에서 마이크로폰으로 소음 신호를 측정 하였다. 근거리에서 소음신호를 측정 한 이유는 소음신호가 작기 때문이다. Fig. 4 는 로딩시간이 3초인 경우의 한 예로서 모터가 5000 rpm 구동 될때, 소음 스펙트럼과 모터에서 측정 한 가속도 스펙트럼의 분석결과이다. 그 결과에서 소음의 스펙트럼 분석해 보면 기어의 맞물림에 의한 주파수와 그의 하모닉 성분인 500 Hz 미만의 주파수 영역에서는 낮은 소음레벨을 나타내었다. 즉 기어의 맞물림에 의한 소음은 문제가 되지 않는다고 할 수 있다. 하지만 2.0 kHz에서 다른 주파수 성분과 비교할 때 상대적으로 높은 33 dB을 갖는다. 이 소음 스펙트럼의 2.0 kHz주파수는 모터에서 측정 한 가속도의 피크 주파수인 2.0 kHz와 일치하는 것을 알 수 있다. 결과적으로 소음의 원인이 모터에서 기인한다는 것을 보여준다.

앞서 언급했듯이 구동시간에 따라서 모터의 회전수를 변화 시켜가면서 소음 스펙트럼과 모터의 진동 스펙트럼을 측정하고 두 스펙트럼과의 관계를 분석해 보았다. 그 결과 모터에서 측정 한 가속도의 피크주파수와 소음레벨의 피크주파수가 일치하였다.

2.3 음향 인텐시티 측정 및 결과

좀더 가시적인 구동부 소음원의 위치를 찾기 위해서 단위 시간당, 단위 면적을 흐르는 음향 에너지인 음향 인텐시티법을 이용하여 구체적인 소음원을 규명하기로 한다.

이러한 음향 인텐시티법은 음장 내부에 여러 개의 음원이 존재하는 상황에서 우리가 관심을 가지는 음원이 방사하는 음향 파워를 측정하고, 음원의 위치를 찾아내는데 유용하게 적용된다.

음향 인텐시티를 측정하기 위한 분석장비는 스펙트럼분석기(B&K type 2133)와 음향인텐시티 probe(B&K type 3547)를 사용했다.

측정점의 간격은 사용된 음향 인텐시티 probe 에

부착된 1/2 inch 마이크론의 지름에 해당하는 1.3 cm 를 그리드의 최소 간격으로 하였다. Fig. 5의 (a)와 같이 구동부에서 3 cm 떨어진 거리에서 수직 평면에 가로방향과 세로방향으로 6 x 6의 그리드를 만들어서 36개의 측정점을 이동하면서 음향 인테시티를 측정하였다.

소음 스펙트럼이 단일 주파수에서 피크값을 발생하는 경우도 있지만 다른 주파수가 무시할수 없을 정도로 높은 소음레벨을 나타내는 경우도 있다. 그렇기 때문에, 가장 큰 피크값을 나타내는 주파수에 대해서 음향 인테시티지도(sound intensity map)와 모든 주파수 대역의 음향 에너지를 더한 총합 음향 인테시티지도(overall sound intensity map)를 구현해 보았다.

측정한 결과를 분석해 보면 Fig. 5의 (b)와 (c)에서 보여지듯 모터 회전수가 5000 rpm으로 동작될때, 소음 스펙트럼에서 피크값을 나타내었던 2.0 kHz에서 그 소음원은 모터의 가진에 의한 국부적인 진동하는 곳로 나타났다. 국부적으로 높은 음향 인테시티값을 보이는 곳의 위치는 그리드의 위치(가로,세로)가 (5,4)의 좌표점으로, 구조물 전체가 아닌 국부적인 부분과 모터의 위치에서 많은 음향에너지를 방사하였다. 다시 말해서 모터의 가진에 의한 구조진동의 소음방사 패턴을 나타내었다. 모든 주파수 대역의 음향 에너지를 더한 총합 음향 인테시티는 모터 주위에서 높게 나타났다.

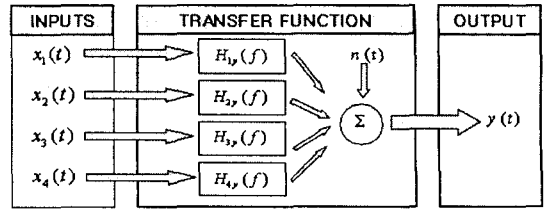
DC모터의 회전수(rpm)를 변화시켜가면서 음향 인테시티 측정결과를 종합해 보면, 소음 스펙트럼에 높은 레벨을 나타내었던 주파수에서 국부적인 진동에 의한 소음을 방사하는 패턴을 보여 주었는데 그 원인은 모터의 가진에 의한 진동이었다. 그리고 전체적인 음향 에너지의 방사는 모터 주위에서 나타났다.

3. A/V 시스템의 래틀 소음원규명

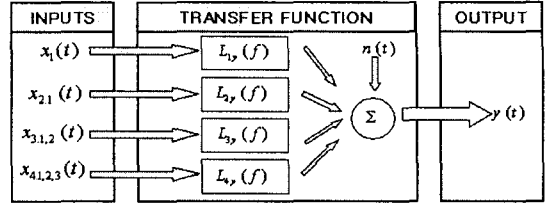
3.1 다차원스펙트럼의 이론

A/V 시스템이 도로의 요철이나 주행중 자체로 전달된 진동으로 인해서 래틀소음을 발생하게 되는데 이 래틀소음은 구조기인 소음(structural-borne noise)이다. A/V 시스템의 각 요소의 진동에 의해 발생하는 소음은 요소들의 진동신호들간의 상관관계를 가지고 있다. 그러므로 인해서 그 각각의 래틀소음에 대한 기여도를 얻기 위해서 다차원스펙트럼의 해석을 도입하기로 한다.

Fig. 6의 (a)의 경우에 입력간의 상관관계가 존재한다고 가정하면, 출력 스펙트럼은 다음과 같이 나타낼수 있다.



(a) Four input/single output model for unconditioned inputs



(b) Four input/single output model for conditioned inputs

- $x_1(t)$: LCD panel vibration
- $x_2(t)$: Slide chassis vibration
- $x_3(t)$: Frame vibration coupled with rattle noise of inner system
- $x_4(t)$: Link vibration

Fig. 6 Model of four input /single output system for rattle vibration of A/V system

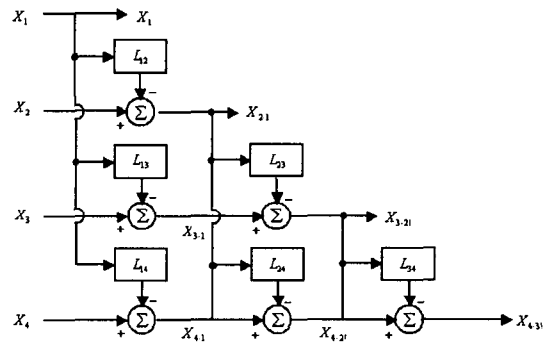
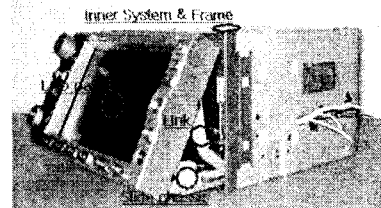
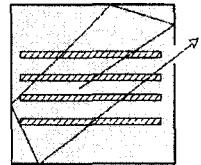
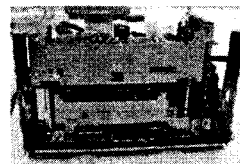


Fig. 7 Determination of ordered conditioned records from original signals



(a) Measurement point of vibration



(b) Inner system configuration

Fig. 8 Input measurement points and inner system configuration

$$G_{yy}(f) = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 H_{iy}^*(f) H_{jy}(f) G_{ij}(f) + G_{nn}(f) \quad (2)$$

본 연구에서는 입력간의 상관관계를 제거하여 각 입력의 순수한 스펙트럼 기여량을 계산하기 위해서 Fig. 7과 같이 다차원 스펙트럼해석 방법의 최적전달함수를 이용한 신호처리(signal processing)방법인 잔류 스펙트럼법(residual spectrum)법을 이용하였다.

본 논문에서 사용된 입력의 개수가 4개이므로 3차례 걸친 잔류과정을 거치게 되며 1차 잔류 스펙트럼은 다음과 같이 표현된다.

$$G_{i \cdot 1}(f) = G_i(f) - |L_{i1}(f)|^2 G_{11}(f) \quad (i=2,3,4, y) \quad (3)$$

$$G_{j \cdot 1}(f) = G_j(f) - L_{j1}(f) G_{i1}(f) \quad (i=2,3,4, j=y) \quad (4)$$

그리고 2차, 3차 잔류스펙트럼도 아래와 같은 신호처리 과정을 반복해서 구할 수 있다.

$$G_{ij \cdot r!} = G_{ij \cdot (r-1)!} - L_{rj} G_{ir \cdot (r-1)!} \quad (5)$$

$$G_{jj \cdot r!} = G_{jj \cdot (r-1)!} - |L_{rj}|^2 G_{rr \cdot (r-1)!} \quad (6)$$

$$L_{rj} = \frac{G_{rj \cdot (r-1)!}}{G_{rr \cdot (r-1)!}} \quad (7)$$

이러한 일련의 작업을 통해서 우리가 선택한 각각의 입력고유의 출력에 대한 순수한 기여도인 부분기여도 함수(partial coherence function)를 얻을 수 있다. 예를 들어 $x_4(t)$ 와 $y(t)$ 사이에 대해 구하면

$$\gamma_{4y \cdot 1,2,3}^2(f) = \frac{|G_{4y \cdot 1,2,3}(f)|^2}{G_{44 \cdot 1,2,3}(f) G_{yy \cdot 1,2,3}(f)} \quad (8)$$

로 되고, 이렇게 구한 입력간의 및 입출력간의 상호관계가 제거된 다중기여도 함수(multiple coherence function)를 구할 수 있다.

$$\gamma_{y \cdot x}^2(f) = 1 - (1 - \gamma_{1y}^2(f))(1 - \gamma_{2y \cdot 1}^2(f)) \quad (9)$$

$$(1 - \gamma_{3y \cdot 1,2}^2(f))(1 - \gamma_{4y \cdot 1,2,3}^2(f))$$

실질적인 진동원 파악을 위하여, 하나의 입력이 출력에 기여하는 순수량을 나타내는 기여출력 스펙트럼은 잔류 출력스펙트럼과 부분기여도함수의 곱으로 표현된다. 그 예로서 입력 $x_4(t)$ 의 출력 $y(t)$ 에 대한 기여출력 스펙트럼은 $\gamma_{4y \cdot 1,2,3}(f) G_{yy \cdot 1,2,3}(f)$ 이고 이것의 전주파수 영역에 걸쳐 각 입력들의 기여출력 스펙트럼을 총레벨(integrated level)

$$IL_{x_i} = \int_0^f \gamma_{4y \cdot 1,2,3}^2(f) G_{yy \cdot 1,2,3}(f) df \quad (10)$$

과 같이 표현된다.

3.2 래틀소음 측정 및 결과

래틀 진동의 측정지점은 Fig. 6에 제시된 4부분의 위치에서 진동신호를 구하였는데 그 위치는 $x_1(t)$ 는 LCD 모니터의 진동신호, $x_2(t)$ 는 슬라이드 샴시의 진

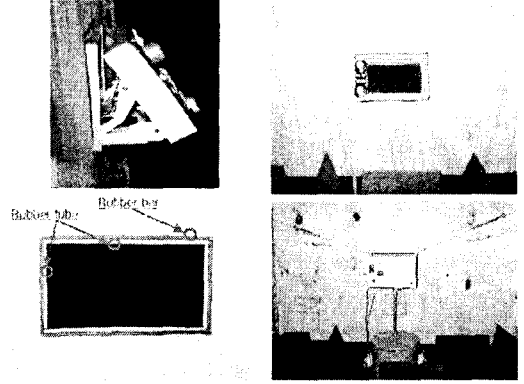
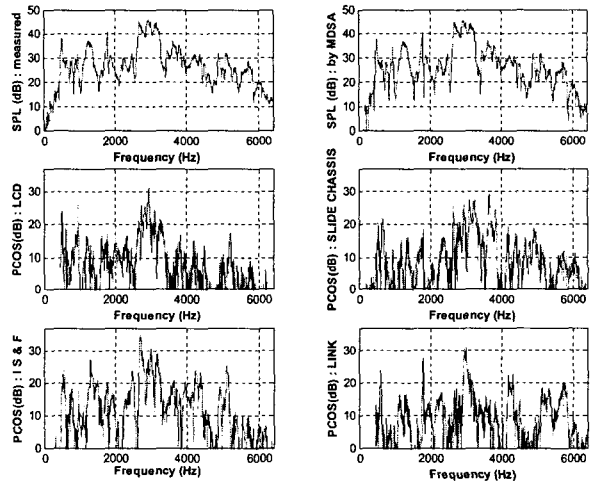
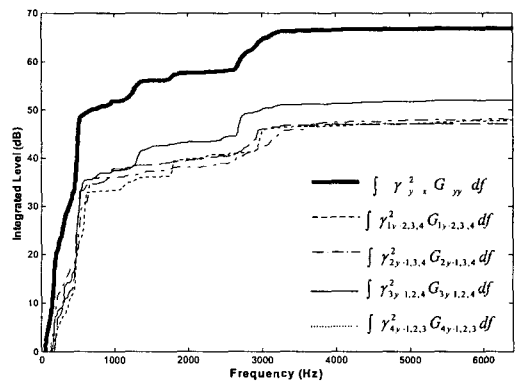


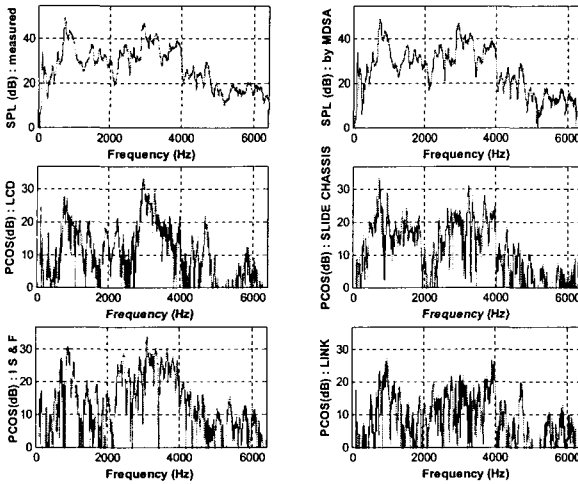
Fig. 8 Rattle test configuration on baffled condition



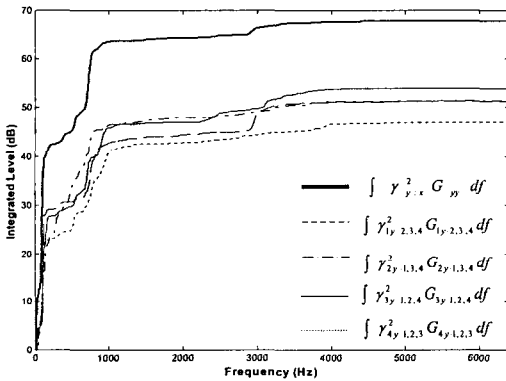
(a) Sound pressure level by MDSA approach and comparison of partial coherent output spectrum for each input



(b) Comparison of integrated value contribution to the partial coherent output power spectrum for each input
Fig. 9 Partial coherent output spectrum at 40 degrees of LCD panel on unbaffled condition



(a) Sound pressure level by MDSA approach and comparison of partial coherent output spectrum for each input



(b) Comparison of integrated value contribution to the partial coherent output power spectrum for each input

Fig. 10 Partial coherent output spectrum at 40 degrees of LCD panel on baffled condition

		20 Degrees	40 Degrees	70 Degrees	Dominant component
Unbaffled rattle test	Peak value	Inner system & Frame 46dB at 3.10kHz	LCD 46dB at 2.92kHz	Inner system & Frame 50dB at 3.25kHz	1.Inner system & Frame 2. Slide chassis
	Integrated value	1.Inner system & Frame 2. Slide chassis	1.Inner system & Frame 2.Slide chassis	1.Inner system & Frame 2.Slide chassis	
Baffled rattle test	Peak value	Inner system 45dB at 900Hz	Slide chassis 48dB at 750Hz	LCD 48dB at 750Hz	1.Inner system 2. Slide chassis
	Integrated value	1.Slide chassis 2.Inner system	1.Inner system 2.Slide chassis	1.Inner system 2.LCD	

Table.2 Result of Rattle test

동신호, $x_3(t)$ 는 Fig. 8의 (b)에서 나타나듯 A/V 시스템 내부에 전자부품·전기기관 등 내부 여러 부품들이 떨림에 의해서 발생하는 내부의 음장과 관계된 A/V 시스템의 진동, $x_4(t)$ 는 LCD 모니터와 슬라이드 샷시를 연결하는 링크(link)의 진동을 입력신호로서 측정을 하였다. 그리고 이들 입력에 대한 출력신호 $y(t)$ 는 A/V 시스템으로부터 0.7m 떨어진 거리에서 측정된 마이크로폰의 소음신호로 하였다. 위의 fig. 8과 같이 A/V 시스템의 LCD모니터의 각도를 수직에서 20°, 40°, 70°의 경우에 걸쳐서 Fig. 9의 상태와 같은 실차에 설치된 경우 즉, 배플(baffled condition)시킨 경우와 배플 시키지 않은 경우(unbaffled condition) 두 가지 실험조건에서 각 요소들에 관한 래틀소음에 대한 다차원 스펙트럼 분석을 수행하였다.

A/V 시스템이 충분한 래틀소음을 발생 할수 있도록 가진기 (MB MODAL 50A)로 랜덤(random)가진 시켰다. 배플된 조건에서 가진시 배플판(baffle panel)과 A/V 시스템과의 접촉지점에서 A/V 시스템의 진동이 배플판에 전달되어 배플판의 떨림을 미연에 방지하기 위해서 고무막대(rubber bar)와 고무튜브(rubber tube)로 이중절연을 하였다.

다차원 스펙트럼 방법에 의해서 구한 A/V 시스템의 각 요소들의 진동이 래틀소음에 끼치는 영향의 결과를 살펴보자. 각 입력간의 신호처리를 통해 구한 다중 기여도함수에 의해 구한 소음 스펙트럼이 실측한 소음 스펙트럼과 잘 일치하는 것을 보아 래틀소음에 기여하는 요소들을 빠짐없이 고려했음을 알수가 있다.

우선 배플 시키지 않은 경우에 LCD 모니터의 각도가 40° 일때 각 요소들의 래틀소음에 대한 기여출력 스펙트럼(PCOS)에 대해서 분석을 해보자. Fig. 9의 (a)에서 보듯이 출력소음스펙트럼에 피크치는 2.92 kHz에서 46 dB, 2.68 kHz에서 45 dB, 3.15kHz에서 44dB의 소음레벨을 나타내는데 2.92 kHz는 LCD 모니터이 소음에 가장 많이 기여를 함을 알수 있고, 나머지 두 피크치 2.68 kHz와 3.15kHz는 A/V 시스템내부의 전자부품 및 전기기관 등의 래틀소음이 CD나 DVD를 삽입하는 슬롯을 통해서 방사되는 소음 및 A/V 시스템의 케이스의 떨림으로 인한 소음이 주요하게 나타난다는 것을 알수 있다. 그리고 각 요소들의 전체적인 소음기여도는 측정주파수에 따라 그 에너지를 적분한 결과 Fig. 9의 (b)에 제시되듯이 시스템내부의 래틀소음이 슬롯을 통해서 방사되는 소음 및 A/V 시스템의 케이스의 떨림이 가장 크고 그 다음으로 슬라이드 샷시의 래틀진동소음이 다음으로 크다.

다음으로 배플 시키 경우에 같은 LCD 모니터의 각도에서 래틀소음에 대한 기여출력 스펙트럼을 분석을 하자. 이 경우는 비교적 저주파인 750 Hz 근처에서 48

dB, 2.92 kHz부근에서 46dB의 소음레벨을 나타내는데 그 피크치에 대한 기여출력 스펙트럼을 분석해보면, 750 Hz는 슬라이드 샤키의 진동이 소음에 가장 큰 기여를 하고, 2.92 kHz에서는 LCD 모니터의 진동이 래틀소음에 큰 기여함을 알 수 있다. 그리고 총레벨은 시스템내부의 래틀진동소음(A/V 시스템에서 케이스의 떨림에 의한 진동은 배플판에 의해서 외부 수음점에 도달하지 못하기 때문)이 가장 주요한 소음요소이며 다음으로는 슬라이드 샤키의 진동이 주요하게 기여한다.

4. 결론

차량탑재용 A/V 시스템의 구동부에서 발생하는 소음은 모터의 가진에 의한 국부적인 구조진동으로 인해서 소음이 방사하는 것으로 나타났다. 따라서 저소음 구동부 설계를 위해서는 모터의 진동을 절연하거나 국부적인 진동을 줄일 수 있는 구동부 설계가 필요하다고 할 수 있다. 그리고 A/V 시스템의 래틀소음은 시스템 내부부품들의 래틀진동에 의한 소음이 주요하게 기여하였으며 다음으로는 슬라이드 샤키의 래틀진동 소음이 주요하게 나타났다.

참 고 문 헌

- (1) 홍종호, 강연준, 등 2003, "차량 탑재용 A/V 시스템 구동부에서 발생하는 소음원 규명", 춘계학술발표회 논문집, 한국자동차공학회, pp. 497~503.
- (2) F.J.Fahy, 1995, Sound Intensity, E & FN Spon.
- (3) 한영수 등, 1999, 성형플라스틱 기어핸드북, 일진사.
- (4) Naohisa Tsukamoto, Hiroki Maruyama, Toru Ikuta, "A Study on the Development of Low-Noise Gears", Transactions of JSME Series C, Vol. 51, No. 522, 199.
- (5) Julius S Bendat., 1980, Engineering applications of correlation and spectral analysis, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- (6) 강명순, 오재웅 등 1985, "다차원 스펙트럼 해석에 의한 가솔린엔진의 진동원 검출에 관한 연구" 대한기계학회논문집, pp691~698.
- (7) M.E.Wang, Malcolm J.Crocker, 1983, "On the application of coherence techniques for source identification in a multiple noise source environment", J.Acoust.Soc.Am. Vol.74, No 3, pp861~872.