

# 라우드스피커의 선형매개변수 규명법에 대한 연구

## Study on Linear Parameters Identification of Loudspeaker

박 석 태\*  
(Seok Tae Park\*)

\*주성대학 음향공학과, 스피커음향기술혁신센터  
(접수일자: 2001년 11월 9일; 채택일자: 2002년 1월 18일)

라우드스피커의 선형 매개변수를 규명하는 두가지 방법을 기술하였다. 박스 법과 질량 추가 법을 이용하여 라우드스피커의 선형 매개변수를 규명하는 방법을 개발하였다. 상용 소프트웨어를 사용하여 구한 결과와 비교 검토하여 각 방법의 장단점을 비교하였다. 상용 소프트웨어인 라우드 소프트웨어에서 사용하는 박스 법을 사용하여 규명한 매개변수 결과는 본 논문에서 개발한 두가지 방법과는 큰 차이를 보이고 있으나, 개발한 두가지 방법의 매개변수의 오차는 최대 4% 이내였다. 박스 법을 이용하여 매개변수를 규명할 때에는 박스에 넣는 다공질 재료의 양에 따라 매개변수가 다르게 규명되는 현상도 기술하였다.

**핵심용어:** Thiele-Small 매개변수, 라우드스피커, 박스 법, 질량 추가 법, 전기 임피던스, 다공질 재료

**투고분야:** 전기음향 분야 (3,4)

To identify linear parameters of loudspeaker, two methods are presented. Linear parameter identification methods by box method and added mass method are developed. These methods are compared with conventional software to show advantages and disadvantages of developed methods. Results identified by conventional method of Loud software are significantly different from developed methods. But two methods developed show 4% error in Thiele-Small (TS) parameters identified. In box method, it shows that TS parameters are dependent on the amount of porous material.

**Keywords:** Thiele-Small parameters, Loudspeaker, Box method, Added mass method, Electrical impedance, Absorption material

**ASK subject classification:** Electro-acoustics (3,4)

### I. 서론

19세기 초에 에디슨이 유성기를 발명한 이래 다이내믹 방식의 스피커는 혼을 대신하여 1920년대부터 음악 재생장치의 마지막 단계를 담당해 오고 있다. 산업의 발달과 더불어 오디오 시스템의 다른 부분들은 눈부신 발달을 하여 왔으나 스피커는 여전히 마그네트를 사용하는 다이내믹 방식이 선호되고 있다. 그 이유는 다이내믹 방식이 고품질의 음을 재생하는데 있어서 다른 방식보다

우월한 특성이 있으며 최고급의 high-end용에서 방송용 및 일반 범용 스피커에 이르기까지 그 용도가 매우 다양하기 때문이다. 각각의 용도에 맞게 스피커 유니트의 구조도 큰 형, 평면 형, 콘덴서 형, 리본 형 및 돔 형 등 여러 가지 구조가 개발되었다. 또한 각 주파수 대역별로 음을 발생하도록 개발되어 저 주파수 대역, 중 주파수 대역 및 고 주파수 대역에 우퍼와 미드 레인지 및 트위터 등이 각각 사용되고 있다. 다이내믹 스피커 계는 전기 계, 기계 계 및 음향 계로 구성된 복합 계이며 물리적인 구조를 보면 영구 자석과 철심 코어로 이루어진 영구 자석 계, 진동판과 음성코일로 이루어진 구동 계와 서라운드와 댐퍼로 이루어진 현가 계로 구분된다. 좋은 음질의 스피커를 설

책임저자: 박석태 (stpark@sc.ac.kr)  
363-794 충북 청주시 상당구 내덕2동 201-1  
주성대학 음향공학과  
(전화: 043-219-1202; 팩스: 043-219-1224)

계하기 위해서는 각 시스템의 매개변수를 설계목적에 적합하도록 정하고 생산된 제품의 매개변수를 정확히 규명하는 것이 필요하다. 매개변수 규명 연구로는 Beranek이 이론적 모델을 제시하였고[1] Olson은 비선형 매개변수를 규명하기 위해 변위의 다항식 형태를 이용하여 현가계 및 박스 내의 공기에 의한 복원력을 각각 변위의 2차 및 3차 다항식 형태로 모델링하였고 이를 근사해법을 사용하여 해석적으로 해를 구하였다[2]. 선형 매개변수 규명 연구로는 Ashley와 Swan이 Beranek의 이론에 기초하여 실험적으로 매개변수를 규명하였다[3]. 선형 매개변수를 규명하기 위하여 Struck은 2채널 FFT 분석기를 이용하였고[3] Moreno는 2채널 분석기와 레이저 변위계를 이용하여 매개변수를 규명하였다[4]. 국내에서도 라우드스피커의 선형 및 비선형 매개변수 규명에 대한 연구들이 있었다[5-7,10,11]. 본 논문에서는 스피커의 Thiele-Small (TS) 매개변수를 규명하기 위해 질량 추가 법과 박스 법을 개발하였고 개발한 두가지 방법으로 규명한 라우드스피커의 TS 매개변수를 사용 프로그램으로 규명한 결과와 비교하였다.

## II. 본론

### 2.1. 질량 추가 법에 의한 TS 매개변수 규명

라우드스피커는 그림 1과 같은 3개의 등가 모델로 나타낼 수 있다[1,8,9]. 이 회로의 매개변수들의 관계는 다음의 식 (1)에서 식 (6)으로 나타낼 수 있다[9].

$$C_{MS} = C_{AS} / S_d^2 \quad (1)$$

$$M_{MS} = M_{AS} \cdot S_d^2 \quad (2)$$

$$R_{MS} = R_{AS} \cdot S_d^2 \quad (3)$$

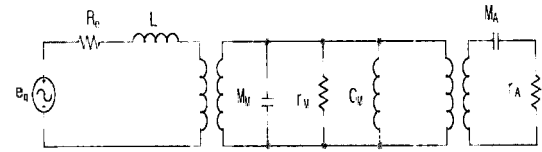
$$C_{MES} = M_{AS} \cdot S_d^2 / (Bl)^2 \quad (4)$$

$$L_{CES} = C_{AS} \cdot (Bl)^2 / S_d^2 \quad (5)$$

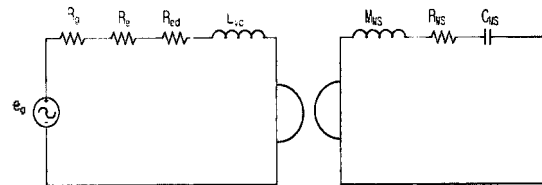
$$R_{ES} = (Bl)^2 / (S_d^2 \cdot R_{AS}) \quad (6)$$

여기서,

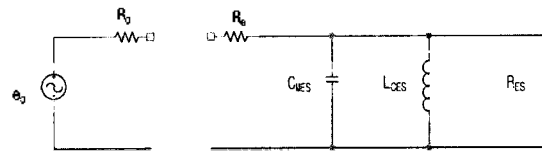
- $B$  : magnetic flux density in driver air gap
- $C_{AS}$  : acoustic compliance of driver diaphragm assembly including voice coil and air load
- $C_{MS}$  : mechanical compliance of driver suspension
- $C_{MES}$  : electrical capacitance due to driver mass
- $l$  : length of voice coil conductor in magnetic field



(a) Complete analogous circuit for a direct-radiator loudspeaker



(b) Impedance type model of a loudspeaker



(c) Electrical equivalent circuit of moving-coil loudspeaker

그림 1. 라우드스피커의 전기, 기계 및 음향 계의 등가 회로도  
Fig. 1. Equivalent circuits of electrical, mechanical and acoustical system of loudspeaker.

$L_{CES}$  : electrical inductance due to driver compliance

$M_{AS}$  : acoustic mass of driver diaphragm assembly including voice coil and air load

$M_{MS}$  : mechanical mass of driver diaphragm assembly including voice coil and air load

$R_{AS}$  : acoustic resistance of driver suspension losses

$R_{ES}$  : electrical resistance due to driver suspension losses

$R_{MS}$  : mechanical resistance of driver suspension losses

$S_d$  : effective projected surface area of driver diaphragm

한편 라우드스피커에 대한 임피던스 곡선(그림 2)에서 식 (7)에서 식 (9)의 관계식이 얻어진다[9]. 이때  $f_s$ 는 유니트의 공진 주파수이고  $f_1$ 과  $f_2$ 는 각각 공진 주파수에서의 전기 임피던스보다 3 dB 작은 임피던스에서의 주파수를 각각 나타낸다.

$$Q_{MS} = \frac{f_s \sqrt{r_0}}{f_2 - f_1} \quad (7)$$

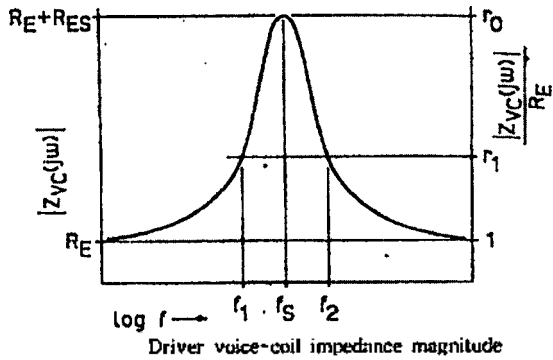


그림 2. 스피커에 대한 전기 임피던스  
Fig. 2. Electrical impedance of loudspeaker.

$$Q_{ES} = \frac{Q_{MS}}{r_0 - 1} \quad (8)$$

$$Q_{TS} = \frac{Q_{MS} \cdot Q_{ES}}{Q_{MS} + Q_{ES}} \quad (9)$$

여기서,

$f_1$  : frequency at low half power point

$f_2$  : frequency at high half power point

$f_s$  : resonance frequency

$$r_0 = 1 + \frac{R_{ES}}{R_E}$$

$r_1$  : impedance ratio at half power point

$Q_{ECT}$  : ratio of voice coil dc resistance to reflected motional reactance at  $f_T$  on the box

$Q_{ES}$  : ratio of voice coil dc resistance to reflected motional reactance at  $f_s$

$Q_{MS}$  : ratio of driver electrical equivalent frictional resistance to reflected motional reactance at  $f_s$

$R_E$  : dc resistance of voice coil

$R_{ES}$  : electrical resistance due to driver suspension losses

자유 공기상태에서 다이어프램의 반지름을  $a$ , 공기의 밀도를  $\rho_0$ 라 하면, 다이어프램이 밀어내는 공기의 질량  $M_A$ 는

$$M_A = 2.67 a^3 \rho_0 \quad (10)$$

이 된다. 라우드스피커의 다이어프램에 추가 질량  $M_{ADD}$ 를 더하면 유니트의 공진 주파수가 작아지며 이때의 공진 주파수와 원래 유니트의 공진 주파수를 각각  $\omega_0'$ 와  $\omega_0$

라 하면

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{M_{MS} \cdot C_{MS}}} \quad (11)$$

$$\omega_0' = \frac{1}{\sqrt{(M_{MS} + M_{ADD}) \cdot C_{MS}}} \quad (12)$$

이 되고,  $M_{MS} = M_A + M_{MD}$ 의 관계식을 식 (11)과 식 (12)에 대입하여 정돈하면 식 (13)에서 식 (15)가 얻어진다.

$$M_{MS} = \frac{M_{ADD}}{\sqrt{(\omega_0/\omega_0')^2 - 1}} \quad (13)$$

$$M_{MD} = M_{MS} - M_A \quad (14)$$

$$C_{MS} = \frac{1}{M_{MS} \cdot \omega_0^2} \quad (15)$$

식 (13)에서 식 (15)를 정리하면 식 (16)에서 식 (18)이 얻어진다.

$$V_{AS} = \rho_0 \cdot c^2 \cdot C_{AS} = \rho_0 \cdot c^2 \cdot C_{MS} \cdot S_d^2 \quad (16)$$

$$Q_{MS} = \omega_0 \cdot C_{MES} \cdot R_{ES} = \frac{1}{\omega_0 \cdot C_{AS} \cdot R_{AS}} \quad (17)$$

$$\begin{aligned} Q_{ES} &= \omega_0 \cdot C_{MS} \cdot R_E \\ &= \omega_0 \cdot R_E \cdot M_{AS} \cdot S_d^2 / (Bl)^2 \\ &= \omega_0 \cdot R_E \cdot M_{MS} / (Bl)^2 \end{aligned} \quad (18)$$

여기서,

$c$  : speed of sound

$V_{AS}$ : volume of air having same acoustic compliance as driver suspension

식 (18)에서 힘 요소  $Bl$ 은 식 (19)과 같다.

$$Bl = \sqrt{\frac{\omega_0 \cdot R_E \cdot M_{MS}}{Q_{ES}}} \quad (19)$$

식 (3)과 식 (17)과 식 (1) 및 식 (15)에서

$$R_{MS} = R_{AS} \cdot S_d^2 = \frac{\omega_0 \cdot M_{MS}}{Q_{MS}} \quad (20)$$

한편 음향 효율  $E_{ff}$ 는 식 (21)과 같다.

$$E_{ff} = \frac{P_A}{P_E} = \frac{4\pi^2}{c^3} \cdot \frac{(f_0)^3 \cdot V_{AS}}{Q_{ES}} \quad (21)$$

이때  $f_0 = \omega_0 / (2\pi)$ 이다. 다음 절에서는 박스 법으로 TS 매개 변수를 규명하는 법을 기술하였다.

### 2.2. 박스 법에 의한 TS 매개변수 규명

질량 추가 법은 다이어그램에 추가 질량을 부착하므로 다이어그램에 손상을 줄 수도 있는 반면에 박스 법은 유니트에 손상을 주지 않으나 박스를 제작해야 하는 단점이 있다. 박스 법에서는 다음의 관계식을 이용하였다.

$$V_{AS} = V_T (f_T * Q_{ECT} / (f_0 * Q_{ES}) - 1) \quad (22)$$

$$C_{MS} = V_{AS} / (\rho_0 c^2 S_d^2) \quad (23)$$

$$M_{MS} = 1 / (C_{MS} \omega_0^2) \quad (24)$$

$$R_{MS} = \omega_0 M_{MS} / Q_{MS} \quad (25)$$

여기서,

$f_T$  : resonance frequency of loudspeaker attached to test box

$Q_{ECT}$  : ratio of voice coil dc resistance to reflected motional reactance at  $f_T$  on the box

$V_T$  : volume of test box

한편 음향 등가회로의 관계식에서 식 (26)에서 식 (28)의 관계가 얻어진다.

$$M_{AS} = M_{MS} / S_d^2 \quad (26)$$

$$C_{AS} = C_{MS} S_d^2 \quad (27)$$

$$R_{AS} = R_{MS} / S_d^2 \quad (28)$$

위의 관계식에서 나머지 TS 매개변수는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$M_{MD} = M_{MS} - M_A \quad (29)$$

$$V_d = S_d X_{MAX} \quad (30)$$

$$Bl = \sqrt{\frac{\omega_0 R_E M_{MS}}{Q_{ES}}} \quad (31)$$

$$E_{ff} = \frac{P_A}{P_E} = \frac{4\pi^2}{c^3} \cdot \frac{(f_0)^3 \cdot V_{AS}}{Q_{ES}} \quad (32)$$

이상과 같이 박스 법을 이용하여 라우드스피커의 선형 매개 변수를 규명하는 방법을 기술하였다. 다음 절에서는 개발된 질량 추가 법과 박스 법에 의한 매개 변수 규명 시험 및 상용 소프트웨어에 의한 시험 결과를 비교하여 고찰하고자 한다.

### III. 시험결과

앞서 기술한 질량추가법과 박스법을 이용하여 샘플 라

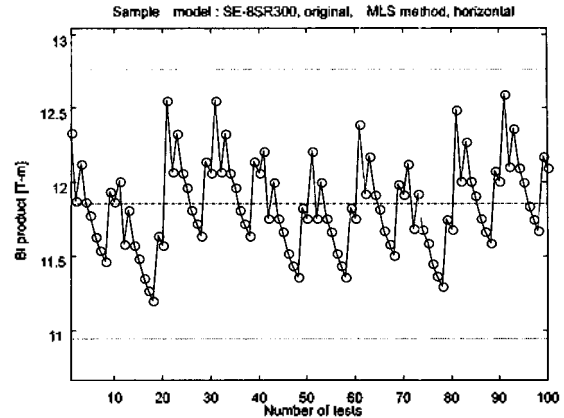


그림 3. 박스법으로 규명한 힘 요소  $Bl$ . 점선: 95% 신뢰도 구간  
Fig. 3.  $Bl$ [T-m] identified by box method, dotted: 95% confidence limits.

우드스피커 (Tech Sound사 제품, 모델명: SE8SR300, 직경 8인치, 최대 파워, 300watt)에 대해 규명한 TS 매개변수 결과를 표 1에 나타냈고 표 2에는 라우드 소프트웨어를 이용하여 규명한 TS 매개변수를 나타냈다. 음성코일의 인덕턴스는 라우드 소프트웨어를 이용하여 별도로 규명한 결과를 이용하였고 음성 코일의 d.c 저항 값은 간이 디지털 멀티미터로 측정된 결과를 나타냈다. 사용한 박스의 내부크기는 37 cm\*46 cm\*58 cm 이고 박스 구멍의 크기 등을 고려한 박스의 용적은 100리터였다. 라우드스피커의 임피던스 가진 시험은 임펄스 신호인 MLS (maximum Length Sequence) 신호를 사용하였다. 규명한 TS 매개 변수의 오차 범위를 알기 위하여 자유공기 상태에서 얻은 10번의 임피던스 시험과 박스 상태에서 얻은 10번의 임피던스 시험 결과를 이용하여 총 100쌍의 시험 쌍에서 TS 매개 변수를 규명하였다. 그림 3은 박스 법으로 규명한 힘 요소  $Bl$ 을 나타냈다. 평균 값이 11.85 T-m이고 표준 편차는 0.303 T-m를 나타냈다. 점선들은 95% 신뢰도 구간을 나타내므로 95%의 신뢰도로  $Bl$ 의 값을 추정할 수 있음을 나타냈다.

표 1에서 박스 법과 질량 추가 법으로 규명한 TS 매개 변수는 최대 오차가 4% 이내에 있음을 나타냈다. 따라서 어느 방법으로 규명해도 4% 오차 한계 내에서 규명 결과를 사용할 수 있음을 보여 주었다. 한편 TS 매개변수를 상용 소프트웨어인 라우드 소프트웨어를 이용하여 매개 변수를 규명한 결과가 타당한지를 확인하기 위하여 본 연구에서 기술한 박스 법으로 규명한 매개 변수와 비교하였다. 라우드 소프트웨어의 박스 법과 본 연구에서 기술한 박스 법으로 규명한 TS 매개 변수를 비교하였을 때 최대 17%의 오차를 나타냈다 (표 2). 따라서 라우드 소프

표 1. 박스법 (100리터 박스)과 질량추가법 (4g 추가 질량)으로 규명한 T/S 매개변수비교

Table 1. Comparison of TS parameters identified with box (100 litre) method and added mass method.

	symbol, Unit	Box method	Mass method	Error (%)
1. Voice Coil Inductance	Le, mH	0.74	0.74	-
2. D.C. Resistance	Re, ohm	6.8	6.8	-
3. Resonance frequency	F <sub>0</sub> , Hz	62.69	62.69	0
4. Total Q factor	Q <sub>ts</sub>	0.41	0.41	0
5. Electrical Q factor	Q <sub>es</sub>	0.43	0.43	0
6. Mechanical Q factor	Q <sub>ms</sub>	9.91	9.91	0
7. Equivalent Acoustic Compliance	V <sub>as</sub> , liters	18.28	18.78	2.74
8. Piston Area	S <sub>d</sub> , m <sup>2</sup>	0.021	0.021	0
9. Reference Efficiency	%	1.039	1.059	1.92
10. Moving Mass of Diaphragm only	M <sub>md</sub> , g	20.68	20.01	-2.98
11. Total Moving Mass	M <sub>ms</sub> , g	22.45	21.78	-2.98
12. Mass of Air Loads on Diaphragm	M <sub>a</sub> , g	1.77	1.77	0
13. Compliance	C <sub>ms</sub> , m/N*10 <sup>-4</sup>	2.88	2.96	2.78
14. Bl Product	Bl, T-m	11.85	11.68	-1.43
15. Rms	Nsec/m	0.89	0.87	-2.25

표 2. 개발한 박스법 (100리터 박스)과 라우드 소프트웨어의 박스법으로 규명한 T/S 매개변수비교

Table 2. Comparison of TS parameters identified with developed box method and box method in Laud software.

	symbol, Unit	Box method		Error (%)
		developed	Laud S/W	
1. Voice Coil Inductance	Le, mH	0.74	0.74	-
2. D.C. Resistance	Re, ohm	6.8	6.8	-
3. Resonance frequency	F <sub>0</sub> , Hz	62.69	63.2	0.81
4. Total Q factor	Q <sub>ts</sub>	0.41	0.41	0.32
5. Electrical Q factor	Q <sub>es</sub>	0.43	0.43	0.33
6. Mechanical Q factor	Q <sub>ms</sub>	9.91	10.03	1.21
7. Equivalent Acoustic Compliance	V <sub>as</sub> , liters	18.28	21.38	
8. Piston Area	S <sub>d</sub> , m <sup>2</sup>	0.02	0.02	0.08
9. Reference Efficiency	%	1.04	1.2	16.6
10. Moving Mass of Diaphragm only	M <sub>md</sub> , g	20.68	17.42	-15.8
11. Total Moving Mass	M <sub>ms</sub> , g	22.45	19.19	-14.5
12. Mass of Air Loads on Diaphragm	M <sub>a</sub> , g	1.77	1.77	-
13. Compliance	C <sub>ms</sub> , m/N*10 <sup>-4</sup>	2.88	3.33	15.55
14. Bl Product	Bl, T-m	11.85	10.98	-7.36
15. Rms	Nsec/m	0.89	-	-

트웨의 박스 법을 사용할 때에는 이를 고려하여야 함을 보여 주었다. 박스 법을 적용할 때에 박스 내에 다공질 재료 (흡음재)를 넣은 상태에서 흡음 충전재의 양에 따른 매개 변수의 변화 추이를 고찰하였다. 흡음재 한 장의 크기는 37 cm\*58 cm\* 5 cm로 용적은 10.73 리터이고 흡음재 부피에서 공기가 차지하는 비율인 흡음재의 공극률은 85%이었다. 흡음 판을 박스에 넣을 때 박스의 겉보기 부피는 박스의 부피에서 흡음재의 겉보기 부피를 제외한 부피로 보고 식 (22)을 사용하여 계산할 때 박스내에 흡

음판이 없을 때와 3장을 넣고 규명한 매개 변수의 오차는 최대 102%를 나타냈다. 따라서 흡음재를 충전한 상태에서 박스 법으로 매개 변수를 추정하는 것은 의미가 없을 수 있었다.

한편 흡음재 판의 갯수에 따라 식 (22)를 이용하여 박스의 부피를 계산하였을 때의 결과를 그림 4에 나타냈다. 파선은 박스 용적에서 흡음재가 차지하는 부피를 제거한 부피를 나타냈고 일점 쇄선은 박스 용적에서 공극률을 고려한 흡음재의 실제 부피를 제외한 박스의 실제 부피를

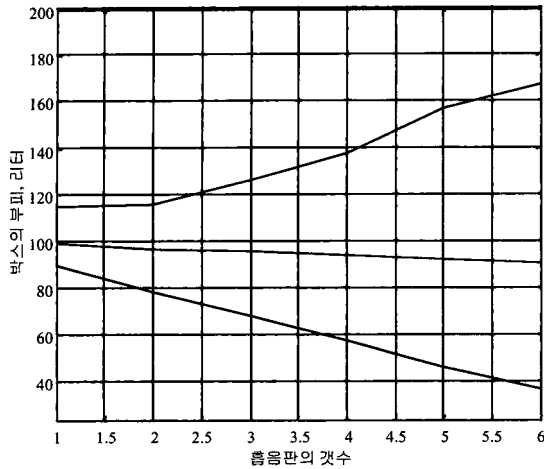


그림 4. 박스의 부피 추정결과, 파선:흡음재 부피 고려, 일점쇄선: 공극률 고려, 실선: 식 (22)로 계산된 결과  
 Fig. 4. Box volume identified, dashed: absorption volume considered, dashdot: porosity considered, solid: result by eq. (22)

나타내었으며 실선은 개발한 박스 법을 이용한 시험 결과를 이용하여 식 (22)를 사용하여 얻은 박스의 부피를 추정 한 결과이다. 충전재를 넣었을 때에는 박스의 실제 용적 보다 큰 용적의 박스가 있는 것처럼 나타남을 알았다. 일반적으로 스피커 업계에서는 박스에 충전재를 가득 채웠을 때에 박스 부피의 25%의 이득이 있다고 알려져 있다. 따라서 이러한 결과를 인클로저 설계시에도 고려해야 함을 알 수 있었다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 라우드스피커의 선형 매개변수를 규명 하는 두가지 방법을 제시하였고 시험 결과들을 비교하였다. 두 방법은 4% 오차범위 내에서 일치함을 보였다. 상용 소프트웨어인 경우에는 사용상 주의를 기울일 필요가 있음을 보였다. 또한 박스법을 이용하여 매개변수를 규명할 때에는 다공질 재료의 양에 따라 매개변수가 크게 다르게 나타났다. 이 결과는 충전재를 채웠을 때에 일반적으로 박스부피가 25% 이득을 본다는 사실과도 다르게 나타나고 있음도 보였다.

#### 감사의 글

본 논문은 주성대학 SATIC (스피커음향기술혁신 센터) 에서 2000년 9월부터 2001년 6월까지 수행된 기초연구 과제의 일부임을 밝히며 관계자 분들께 감사드립니다.

#### 참고 문헌

1. L. L. Beranek, *Acoustics*, The Acoustical Society of America, Chap. 8, 208-258, 1993.
2. H. F. Olson, "Analysis of the effects of nonlinear elements upon the performance of a back-enclosed, direct radiator loudspeaker mechanism," *J. Audio Eng. Soc.*, 10, 156-162, April, 1962.
3. J. R. Ashley, "Experimental determination of low-frequency loudspeaker parameters," *J. Audio Eng. Soc.*, 17, 525-531, 1969.
4. J. N. Moreno, "Measurement of loudspeaker parameters using a laser velocity transducer and two-channel FFT analysis," *J. Audio Eng. Soc.*, 39, 243-249, 1991.
5. 정혁, "직접방사형 스피커의 비선형 고조파 왜곡에 관한 연구," 한국과학기술원 석사학위논문, 123-129, 1993.
6. 박석태, "자동차 오디오 시스템의 음질개선 연구," 95 추계학술대회논문집, 소음진동공학회, 123-129, 1995.
7. 박석태, 채장범, 홍석윤, "직접방사형 라우드스피커의 비선형 매개변수 규명 및 고차 주파수 응답특성에 관한 실험 연구," 한국음향학회논문집, 17 (7), 61-73, 1998.
8. S. Jonsson, "Accurate determination of loudspeaker parameters using audio analyzer type 2012 and laser velocity transducer type 3544," *B&K Application Note for Electro Acoustic*, 20-27, 1994.
9. R. H. Small, "Direct-radiator loudspeaker system analysis," *J. Audio Eng. Soc.*, 20, 383-395, 1972.
10. 박석태, "진동판의 특성이 스피커 음향특성에 미치는 영향에 관한 연구," 주성대학 TIC 스피커음향 연구과제 개발사업결과보고서, 6-81, 2001.
11. S. T. Park, S. Y. Hong, "Development of the two-stage harmonic balance method to estimate nonlinear parameters of electrodynamic loudspeakers," *J. Audio Eng. Soc.*, 49 (3), 99-116, March 2001.

#### 저자 약력

● 박 석 태 (Seok Tae Park)



1984년 2월: 한양대학교 기계공학부 (공학사)  
 1986년 2월: 한국과학기술원 (KAIST) 기계공학과 (공학석사)  
 1999년 2월: 아주대학교 대학원 시스템공학과 (공학 박사)  
 1986년 1월~1989년 6월 : 한국과학기술원 연구원  
 1989년 7월~1992년 12월: 쌍용자동차 소음진동팀 과장  
 1993년 12월~1999년 10월: 고동기술연구원 책임연구원

1999년 11월~2000년 2월: 대우자동차 책임연구원  
 2000년 3월~2000년 8월: 국민대학교 연구교수  
 2000년 9월~ 현재: 주성대학 음향공학과 전임강사