

공기조화 취출구 소음 평가를 위한 물리지수 분석

Analysis of Physical Parameters for the Evaluation of HVAC Diffuser Noise

박현구·김향*·고성석**·김선우**

Hyeon-Ku Park, Hang Kim, Seong-Seok Go, Sun-Woo Kim

Key Words : Diffuser Noise(취출구 소음), dB(A), NC, Subjective Evaluation(주관평가)

ABSTRACT

The diffuser noise of HVAC(heating ventilating and air-conditioning) uses dB(A) or NC as a indoor noise criteria that ASHRAE represents, and there is no specific guide line for application. According to the previous study, there are some problems like that even though the sound level of sound source is same, the NC shows different values, which makes the noise rating confused. This problem is caused by the frequency characteristics of sound source and its sound level. Therefore, appropriate evaluation method should be considered based on the subjective responses. This study aims to analyze the physical parameters appropriate for the evaluation of HVAC diffuser noise. To achieve this, recording of sound sources, calculation of physical parameters and psycho-acoustic experiment were carried out and the results were derived from the correlation analysis between physical parameters and subjective evaluation.

1. 서론

생활수준의 향상으로 거주자의 인식이 높아 졌으며, 생활 소음에 대한 개선 요구가 증가하고 있다. 특히 건물의 고층화, 밀폐화에 따라 실내환경을 쾌적하게 하기 위한 공조설비의 사용이 갈수록 증가하고 있다. 이에 따라 공동주택에서 층간소음, 옆세대로부터의 소음, 기계 설비소음 등에 관심이 증가하고 있으며, 소음진동에 따른 분쟁은 다른 피해 분쟁 사례보다 많아지고 있다. 이처럼 생활 소음에 대한 합리적인 소음분쟁 해결 및 소음 정책 설정을 통한 정온한 주거환경 조성 및 적합한 평가기준이 요구된다. 하지만 기존에는 바닥 충격음이나 벽체차음 등에 대한 소음평가는 많이 논의 되어졌지만 공기조화 취출구에서 발생하는 소음에 대한 기준은 ASHRAE에서 제시하는 dB(A)나 NC값을 사용하고 있으며, 적용에 따른 특별한 지침은 설정되어 있지 않다. 그러나 여기에는 dB(A)값이 같은 서로 다른 음원이 다른 NC 등급의 값을 나타내는 문제점을 가지고 있다⁽⁴⁾.

소음 평가기준은 물리적인 평가 뿐만 아니라 거주자의 주관적인 평가를 통해 소음의 특성에 적절하도록 만들어져야 한다. 이와 같은 이유로 본 연구에서는 공기조화 취출구 소음의 평가에 적절한 물리지수를 분석하고자 하였으며, 적절한 물리지수의 분석을 위해 현재 사용 중인 실내소음 평가방법을 활용하였다. 측정시간 동안의 등가소음레벨인 Leq dB(A)를 비롯하여 접선법으로 사용하고 있는 NC, PNC, N 및 회화방해레벨인 SIL, PSIL값 등의 물리지수를 사용하였다. dB(A)는 소음에 대한 인간의 귀의 반응은 음압과 주파수에 따라 비선형적 특성을 갖고 있어 저음역에서는 귀의 감도가 저하하는 특성을 가지고 있다. 인간의 귀에 느껴지는 소음의 크기를 근사적으로 측정하기 위하여 소음계에는 국제적으로 규격화된 A특성이라고 하는 청감보정회로가 내장되어 있으며, 소음계의 청감보정회로 A를 통하여 측정된 음압레벨을 소음레벨, dB(A)라고 한다. NC값은 소음을 1/1 옥타브밴드로 분석한 결과에 의해 실내소음을 평가하는 방법으로서 건물의 용도별로 어느 정도 소음의 크기가 그 실의 기능에 지장을 주지 않는 가에 대해 소음의 변동정도, 노출시간대 및 주파수별로 소음을 느끼는 정도를 고려하여 1957년 Beranek에 의해 제안되었다. PNC값은 NC의 문제점인 소음을 듣기 좋은 자연스러운 음이 아니므로 음질면에서도 적절치 못한 것을 보완한 것이다. 따라서 PNC는 음질에 의한 불쾌감을 고려

†정회원, 전남대 공업기술연구소 선임연구원, 공학박사
E-mail : soundpark@cricmail.net
Tel : (062)530-1633, Fax : (062) 530-0780

* 정회원, 전남대학교 건축공학과 박사과정
** 정회원, 전남대학교 건축학부 교수, 공학박사

한 점에서 진일보한 평가법이며 이에 의해 초기의 소음 제어 또는 설계 목표에 활용되는 수단이 될 수 있다. N값은 일본건축학회에서 급배수 설비소음 및 공조설비 소음 등 건축물에 부착된 설비기류에서 발생하는 실내 소음에 대한 평가방법으로 이용하고 있는 기준값으로서 소음크기의 감각량과 대응이 비교적 좋은 dB(A)에 의한 평가를 기본으로 하여 역A특성을 소음 등급의 기준 곡선으로 나타낸 것이다. N값은 NC곡선에 비해 전주파수대역에서 더 엄격하게 소음레벨을 규정하고 있으며, NC값과 동일하게 N값이 작을수록 조용한 실내음향환경임을 의미한다. 또한 회화방해레벨(SIL)은 AI를 간략화시킨 회화방해에 관한 소음평가법으로서 1947년 Beranek이 제안한 것으로 실용상 평가의 정확도를 확보하고, 편리하다는 이점이 있으며, 4개의 밴드(중심주파수 500, 1000, 2000, 4000Hz)의 산술평균치이다. PSIL은 Klumpp와 Webster가 선박소음을 배경으로 하여 여러 종류의 소음평가법에 대해 회화방해도와의 관계를 비교 검토하여 제안한 것으로 SIL에 비해 일반성이 높은 평가법이다. 실제 회화시에는 주위소음의 레벨이 상승할 경우, 무의식적으로 발생레벨이 강해지는 효과를 보완한 것이다.

2. 연구의 방법 및 내용

2.1 청감실험을 위한 어휘 선정

취출구 소음을 평가하는 어휘 선정은 “한국어 어휘를 이용한 주거환경 소음 심리평가에 관한 연구⁽⁵⁾”를 통해 제안된 소음 평가를 위한 168개의 어휘를 사용하였으며, 그 결과 33개의 어휘로 결정되었으며 이들 어휘를 사용하여 공기조화 취출구 소음에 대한 평가를 실시하였고, Table 1는 디퓨저 소음 평가를 위한 단어를 나열한 것이다.

Table 1. Vocabularies for the evaluation of diffuser noise

rank	vocabulary	rank	vocabulary	rank	vocabulary
1	끓임없다	12	무겁다	23	불명료하다
2	불확실하다	13	무미건조하다	24	어수선하다
3	불분명하다	14	삭막하다	25	투박스럽다
4	걸걸하다	15	답답하다	26	방해된다
5	재미없다	16	갑갑하다	27	듣기싫다
6	어둡다	17	적막하다	28	권태롭다
7	지루하다	18	신경쓰인다	29	지긋지긋하다
8	음침하다	19	음울하다	30	메마르다
9	불안정하다	20	둔탁하다	31	가득하다
10	단조롭다	21	거슬린다	32	불균형적이다
11	건조하다	22	암울하다	33	싫다

2.2 소음평가를 위한 음원 제작

청감실험을 위한 음원은, 우리가 일상생활에서 접할 수 있는 음악감상실, 사무실에서 쓰이는 덕트 등에서 발생하는 소음을 6가지로 수집하였으며, Table 2은 녹음된 음원의 레벨을 나타내고 있다. 녹음한 음원은 ±5 dB로 레벨을 변경하여 청감실험용 음원 30개를 제작하였으며, Table 3는 청감실험을 위해 음원을 편집한 것이다.

Table 2. Sound sources recorded and recording level(dBA)

sound source	recording place	sound level	remark
1	music studio	43.7	
2	lecture room	49.3	
3	small auditorium	48.8	
4	office	47.8	research room
5	meeting room	52.6	memorial building
6	lecture room	60.8	

Table 3. Sound level modified for experiment(dBA)

sound source	+10	+5	original sound	-5	-10
1	53.6	48.8	43.7	38.6	33.8
2	59.3	54.3	49.3	44.3	39.4
3	58.8	53.7	48.8	43.7	38.8
4	57.9	52.8	47.8	42.9	38
5	62.6	57.6	52.6	47.5	42.3
6	70.9	65.9	60.8	55.7	50.8

2.3 청감실험 및 방법

청감실험은 경험이 있는 23~46세의 정상청력을 지닌 남자 26명, 여자 1명을 대상으로 실험을 진행하였다. 실험방법으로는 Fig. 1에서 보여지는 것처럼 해당음원을 들려주기에 앞서 신호음(Signal Sound)을 제시한 후, 3초 후에 청감음원을 50초간 제시하였으며, 5초간의 여유시간을 두고 다음 음원에 대해 준비하게 하였다.

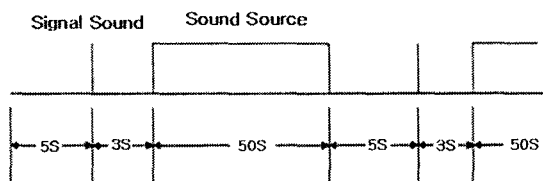


Fig. 1 Method of sound supplying

3. 음원의 물리지수 분석

실험에 사용된 30개의 음원을 주관반응 결과값과의 비교 및 분석을 위해 물리지수인 NC, dB(A), PNC, N, SIL, PSIL를 계산하였다. Fig 2는 물리지수를 비교한 것으로 음원의 종류에 따라 물리지수의 값이 차이가 나타남을 알 수 있다. 하지만 PNC값의 경우는 dB(A)와 값의 차이가 적게 나타났다.

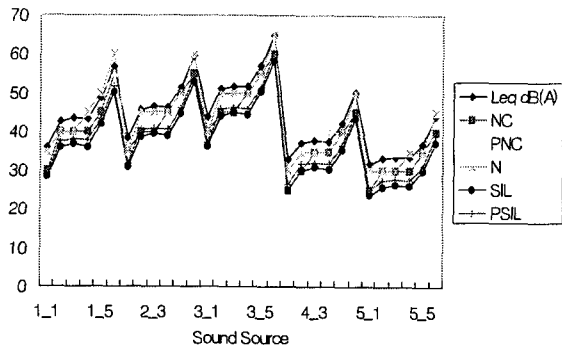


Fig 2. Difference between Physical Parameters

Fig 3은 동일 음원에 대한 dB(A)와 NC, PNC, N, SIL, PSIL값의 관계를 나타낸 것으로 1차식의 회귀식으로 표현한 것인데, ASHRAE에서의 편차보다 약간 큰 5.79를 나타내고 있고, N값에서는 편차보다 약간 큰 5.61를 보이고 있음을 알 수 있다. 또한 PNC값의 경우 dB(A)와는 2.40의 작은 편차값을 보이고 있다.

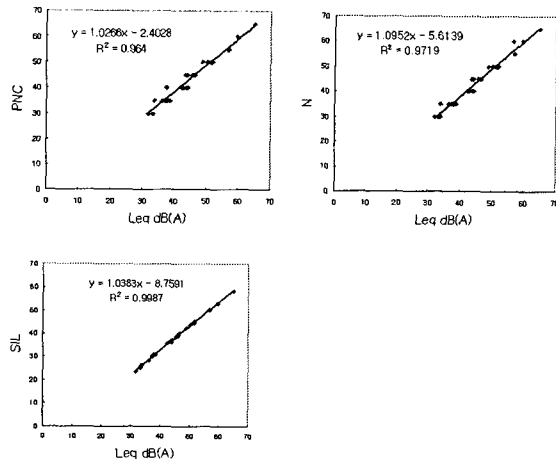
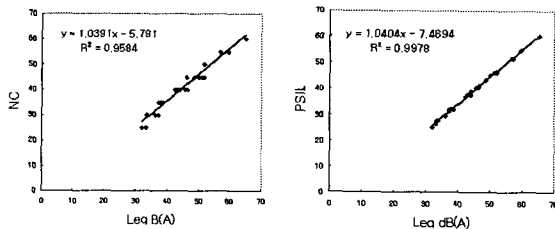


Fig 3. Relation both Physical Parameters

4. 주관평가 결과와 물리지수의 상관관계 분석

각각의 물리지수와 dB(A)의 적합성 여부를 분석하기 위해서 주관평가에 사용된 음원의 물리지수 값과 주관평가값의 상관성을 분석 실시하였다. Table 4는 물리지수 간 상관관계를 나타낸 것이다.

모든 물리지수들이 서로간에 높은 상관성을 보이고 있으며, 주파수 대역의 산술평균값을 사용하면 dB(A)와 상관성이 0.99로 더 높아짐을 알 있다. 또한 NC값, N값은 dB(A)와 사이에는 5단위의 단계를 갖는데, 그 편차를 더 세분화하여 계산하면 dB(A)와 1의 상관성을 갖게 된다. 따라서 dB(A)와 편차계산된 NC값, N값을 사용하여 그 차이를 분석함으로써 현재 ASHRAE나, 일본건축학회에서 공조설비소음등 실내 소음에 대한 평가방법에서 보여지는 5dB 차이를 검증할 수 있을 것으로 사료된다.

Table 5은 물리지수와 주관평가에 사용된 어휘의 상관성을 나타낸 것으로 어휘의 종류에 따라 파라미터와 상

Table 4. The Correlation Coefficient between Physical Parameters

	Leq dB(A)	avg(tot)	NC	NC (편차계산)	PNC	PNC (편차계산)	N	N (편차계산)	SIL	PSIL
Leq dB(A)	1.00									
avg(tot)	0.99	1.00								
NC	0.98	0.96	1.00							
NC(편차계산)	1.00	0.98	0.99	1.00						
PNC	0.98	0.97	0.96	0.99	1.00					
PNC(편차계산)	1.00	0.98	0.99	1.00	0.99	1.00				
N	0.99	0.97	0.96	0.99	0.99	0.99	1.00			
N(편차계산)	1.00	0.98	0.98	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00		
SIL	1.00	0.99	0.98	1.00	0.98	1.00	0.99	1.00	1.00	
PSIL	1.00	0.99	0.98	1.00	0.98	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00

Table 5. The Correlation Coefficient between Physical Parameters and Adjectives

	Leq dB(A)	NC	avg(tot)	NC	NC (편차계산)	PNC	PNC (편차계산)	N	N (편차계산)	SIL	PSIL
무미건조하다	-0.28	-0.27	0.40	-0.27	-0.27	-0.26	-0.27	-0.25	-0.27	-0.29	-0.29
암울하다	0.22	0.20	-0.11	0.20	0.21	0.17	0.21	0.20	0.21	0.21	0.19
불명료하다	-0.46	-0.48	0.57	-0.48	-0.45	-0.42	-0.46	-0.44	-0.45	-0.47	-0.45
질질하다	0.60	0.60	-0.46	0.60	0.58	0.55	0.58	0.56	0.58	0.60	0.59
어수선하다	0.54	0.53	-0.36	0.53	0.53	0.50	0.53	0.51	0.53	0.54	0.54
권태롭다	-0.25	-0.24	0.49	-0.24	-0.24	-0.23	-0.24	-0.26	-0.24	-0.26	-0.26
꿈입었다	0.48	0.49	-0.43	0.49	0.47	0.45	0.47	0.46	0.47	0.48	0.47
답답하다	0.59	0.57	-0.05	0.57	0.58	0.55	0.58	0.56	0.58	0.59	0.58
					0.60	0.60	0.63	0.62	0.63	0.65	0.64
음울하다	0.27	0.25	0.17	0.25	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
둔탁하다	0.65	0.63	-0.47	0.63	0.63	0.59	0.63	0.61	0.63	0.65	0.64
불분명하다	-0.20	-0.23	0.59	-0.23	-0.19	-0.15	-0.19	-0.19	-0.19	-0.21	-0.19
거슬린다	0.61	0.61	-0.37	0.61	0.60	0.57	0.60	0.58	0.60	0.61	0.60
어둡다	0.53	0.50	-0.37	0.50	0.52	0.46	0.51	0.50	0.52	0.53	0.51
지루하다	0.11	0.08	-0.09	0.08	0.10	0.07	0.10	0.11	0.11	0.09	0.09
듣기싫다	0.62	0.60	-0.36	0.60	0.60	0.58	0.60	0.59	0.61	0.62	0.61
무겁다	0.61	0.60	-0.43	0.60	0.60	0.57	0.59	0.60	0.60	0.61	0.59
불균형적이다	0.59	0.59	-0.21	0.59	0.58	0.55	0.58	0.55	0.58	0.59	0.57
싫다	0.61	0.60	-0.38	0.60	0.59	0.56	0.59	0.57	0.60	0.61	0.60

관성이 다르게 나타나고 있다. 특히 “신경쓰인다”, “방해된다”, “둔탁하다”, “거슬린다”, “듣기싫다”는 다른 어휘에 비해 0.60이상의 상관성을 보이고 있지만, “무미건조하다”, “암울하다”등은 상관성이 낮게 나타났다.

후 기

“이 논문은 교육인적자원부 지방연구중심대학육성사업(바이오하우징연구사업단)의 지원에 의하여 연구되었음.”

5. 결론

참 고 문 헌

본 연구는 공기조화 취출구 소음의 평가에 적절한 물리 지수를 분석하고자 한 것으로 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 정광용, 한국어 어휘를 이용한 주거환경소음 심리평가에 관한 연구, 전남대학교 박사학위논문, 2000년 2월
2. 유희중, 환경연, 서정식, 박정호, 김재수, 기계실 설비 소음의 평가를 위한 어휘조사, 대한설비공학회, 2004 하계학술발표대회 논문집, pp.632~637
3. 김항 외, 병원건축물의 공조소음저감 대책 사례연구, 한국생태환경건축학회 춘계학술발표대회논문집 제5권 제1호, 2005.5, pp.79-82

(1) 실험에 사용된 음원과 물리치수인 dB(A), NC, PNC, N, SIL, PSIL을 계산한 결과 음원의 종류에 따라 차이가 다르게 나타났다. 물리치수간 상관성을 분석한 결과 ASHRAE에서 제안하는 NC와 dB(A)의 편차가 5dB 이상으로 나타나 소음의 종류에 따라 세부적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

(2) 물리치수와 주관평가에 사용된 어휘의 상관성을 분석한 결과 어휘의 종류에 따라 파라미터와 상관성이 다르게 나타나지만, 특히 “신경쓰인다”, “방해된다”, “둔탁하다”, “거슬린다”, “듣기싫다”는 다른 어휘에 비해 높게 나타났지만, “무미건조하다”, “암울하다”등 몇몇 어휘들은 상관성이 낮게 나타나 그 어휘를 설명할 수 있는 물리치수의 개발이 필요할 것으로 생각된다.