실내・외 소음 기준 충족 유형이 상이한 공동주택의 실내 심리음향 지표 비교 연구

Comparative Study of Indoor Psychoacoustic Metrics in Apartments with Different Indoor–Outdoor Noise Compliance Types

조형찬, 최문경

Cho, Hyeong-Chan, Choi, Moon-Kyeong

Department of Environmental Engineering, University of Seoul

Introduction

- 「주택건설기준 등에 관한 규정」제9조에서는 일부 고층 공동주택의 6층 이상인 부분에 대해 환기설비 기준 충족 시, 실내소음도 45 dB(A) 이하인 경우 실외소음도 65dB(A) 기준을 적용하지 않음.
- 현행 실내 45dB(A) 기반 기준만으로는 건물 외피 투과 후 변화하는 주파수 특성으로 인한 실내 체감 소음의 차이를 충분히 설명하기 어려움.
- Zwicker의 심리음향 지표를 이용하여 세 지점의 실내에서 창호 조건에 따른 도로교통소음의 청감 특성을 분석함.

Methods

- 측정 대상지는 청주 A 지점 13층, 청주 B 지점 27층, 서울 C 지점 7층의 총 3 개 지점으로 선정함.
- 실내·외 소음도 기준 충족 여부에 따라 실외소음도 기준은 만족 못 하지만 실내소음도 기준은 만족하는 경우 Type A, 두 기준 모두 만족하는 경우 Type B로 분류함.
- 실내소음은 창호 조건에 따른 변화를 분석하기 위해 창문 개방, 단일창 폐쇄, 이중창 폐쇄 조건으로 구분하여 측정함.

지점 선정(청주 A, 청주 B, 서울 C)
↓
Type 분류를 위한 실내·외 소음 측정
↓
소음 유형 분류(Type A, Type B)
↓
창호 조건별 소음 측정
(창문 개방, 단일창, 이중창)
↓
ArtemiS SUITE 기반 Zwicker
심리음향 지표 분석
↓
PA 계산 및 비교와 측정지점,창호
조건 등에 따른 유형별 비교

Fig. 1 Method Flow Chart

Fig. 2 Road Traffic Noise Measurement Sites

Fig. 3 Outdoor Noise Measurements

Fig. 4 Indoor Noise Measurements

Psychoacoustic Annoyance Equation

$$PA = N_5\left(1+\sqrt{W_S^{\,2}+W_{FR}^{\,2}}\right)$$

$$W_S = \begin{cases}(S-1.75)\times 0.25\log_{10}(N_5+10) & S>1.75\\ 0 & S\le 1.75\end{cases}$$

$$W_{FR} = \frac{2.18}{N_5^{0.4}}(0.4F+0.6R)$$

Conclusion

- 창호 조건이 개방상태에서 이중창으로 강화될수록 세 지점 모두에서 dB(A), Loudness, Sharpness 및 PA는 감소하지만 Roughness와 Fluctuation Strength는 증가하는 경향을 보임. 즉, 전체 소음레벨이 감소하더라도 실내 소음의 거칠기와 시간적 변동성은 상대적으로 증가할 수 있음.
- 창호를 모두 닫은 조건에서 Type B인 서울 C 지점의 PA는 **4.00**으로 가장 낮게 나타났으며, Type A인 청주A와 청주B 지점은 각각 **4.59**, **4.57**의 값을 나타냄. 즉, 실외 기준과 실내 기준을 모두 만족하는 유형이 실외기준만을 만족하는 유형보다 더 낮은 심리음향적 성가심을 보일 가능성을 시사함.
- 본 연구는 제한된 측정 지점을 대상으로 하였으므로, 향후 더 많은 대상지와 주관적 반응 조사를 포함한 추가 연구가 필요함.

Results

Table 1 Table 1 Classification criteria for Type A and Type B

	청주 A	청주 B	서울 C
실내소음도	36.64 dB(A)	36.13 dB(A)	34.7 dB(A)
실외소음도	69.46 dB(A)	65.66 dB(A)	63.3 dB(A)
기준 유형 분류	Type A	Type A	Type B

- 세 지점의 실내 및 실외소음도 측정 결과 청주 A 지점과 청주 B 지점은 Type A, 서울 C 지점은 Type B 유형으로 분류됨

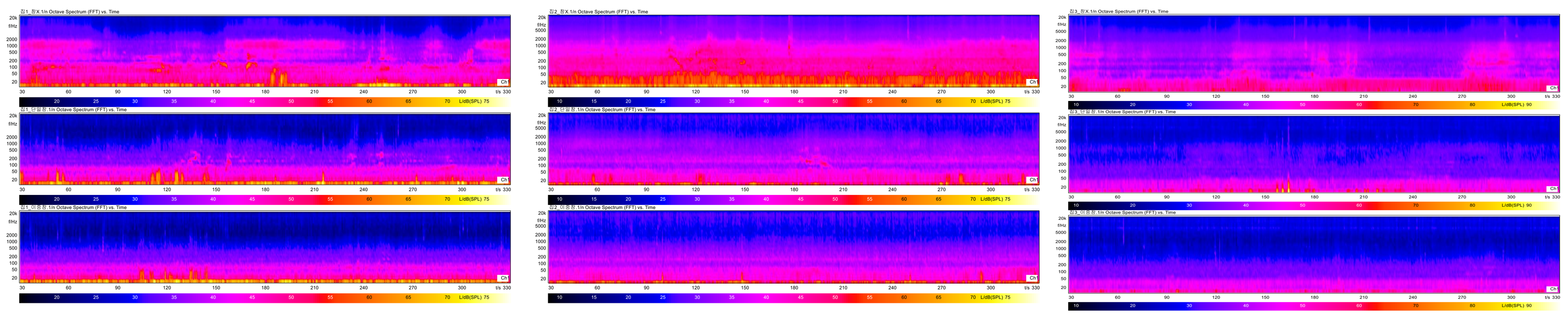


Fig. 5 1/3-Octave Band Spectrograms by Site and Window Condition

- 모든 지점에서 창호를 닫을수록 고주파 대역의 에너지가 감소하며, 시간변화에 따른 주파수 변화 양상이 보다 안정적으로 나타나는 것을 확인함.
- 청주 B 지점은 모든 조건에서 중주파 성분의 함유량이 다른 지점에 비해 높은 것을 확인함.

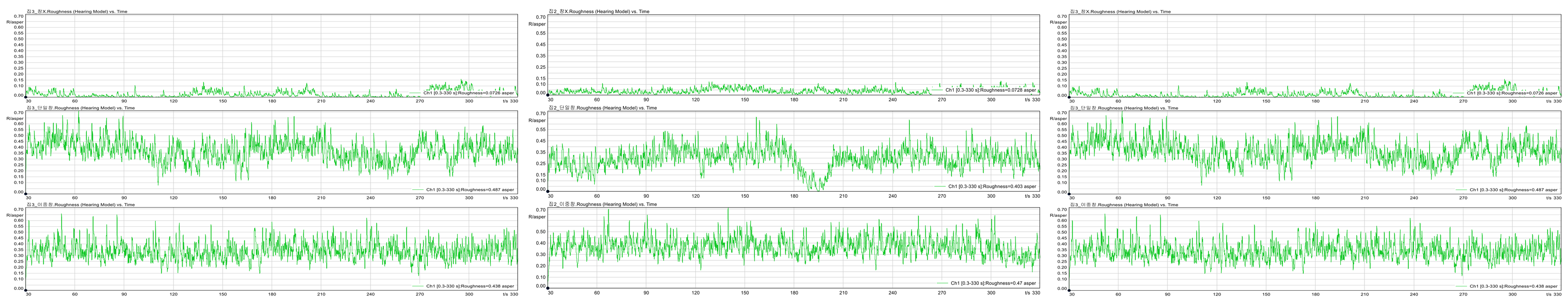
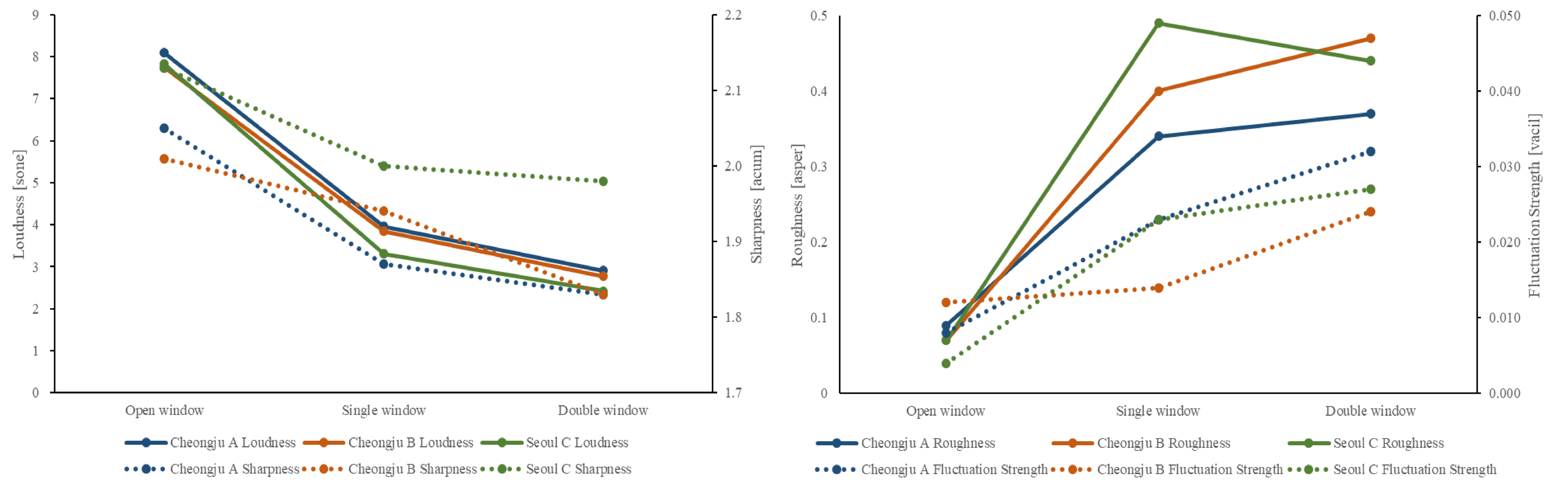


Fig. 6 Roughness vs Time Graphs by Site and Window Condition

- 지점에 관계없이 창호를 닫을수록 시간 전반의 Roughness 값은 전반적으로 증가함
- 단일창 및 이중창 조건에서 Roughness 값은 0.2 asper 이상으로, 지각적으로 거칠게 느껴지는 음이 현저한 수준임을 의미함.



(a) Loudness and Sharpness (b) Roughness and Fluctuation Strength

Fig. 7 Variation of Psychoacoustic Metrics According to Window Condition at each Site

- Sharpness 와 Loudness는 모든 지점에서 창호를 폐쇄할수록 낮게 나타남.
- Roughness 와 Fluctuation Strength는 창호를 폐쇄할수록 높은 값을 갖는 경향을 보임.

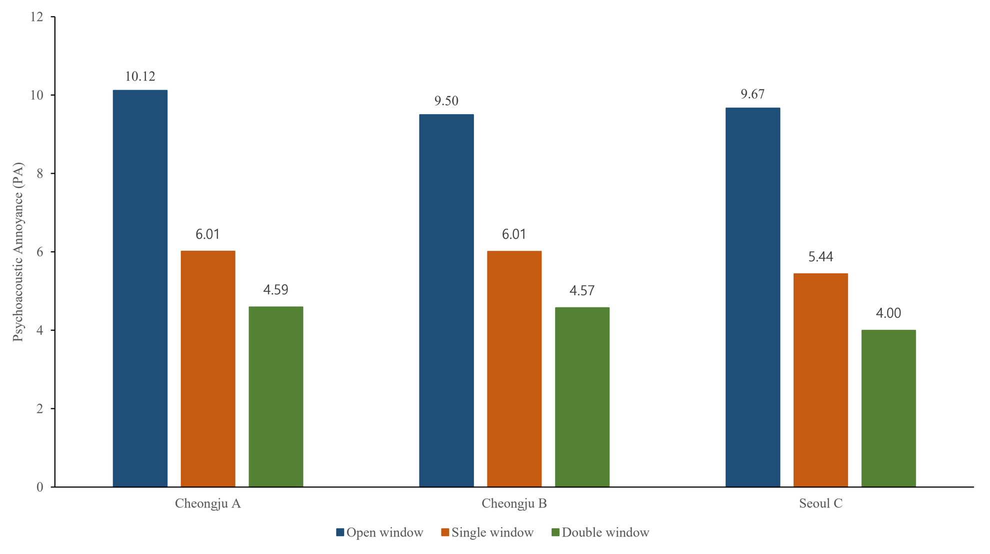


Fig. 8 Comparison of Psychoacoustic Annoyance (PA) by Window Condition and Measurement Site.

- Psychoacoustic Annoyance (PA)는 창호를 폐쇄할수록 낮게 나타남
- 동일한 단일창 및 이중창 조건에서는 Type B 유형에 해당하는 서울 C 지점에서 가장 낮은 PA 값은 나타냄

Table 2 Psychoacoustic Metrics and PA by Site and Window Condition

주택	유형	조건	실내 LAeq [dB(A)]	Sharpness [acum]	Loudness [sone]	Roughness [asper]	Fluctuation Strength [vacil]	PA
청주 A	Type A	창문 개방	48.88	2.05	8.09	0.090	0.008	10.12
		단일창	39.21	1.87	3.96	0.340	0.023	6.01
		이중창	36.64	1.83	2.91	0.370	0.032	4.59
청주 B	Type A	창문 개방	48.27	2.01	7.74	0.070	0.012	9.50
		단일창	39.81	1.94	3.85	0.400	0.014	6.01
		이중창	36.13	1.83	2.77	0.470	0.024	4.57
서울 C	Type B	창문 개방	48.34	2.13	7.82	0.070	0.004	9.67
		단일창	37.94	2.00	3.31	0.490	0.023	5.44
		이중창	34.70	1.98	2.42	0.440	0.027	4.00

- 창호를 모두 닫은 실내 조건에서 Type B 유형인 서울 C 지점에서 가장 낮은 PA값이 나타남.