

오버투어리즘 현상에 대한 공학적 대응책 제안

I. 연구 동기 및 목적

은평 한옥마을은 은평구의 대표적인 관광지 중 하나로, 많은 사람들의 관광 목적지이자 여러 TV 프로그램의 촬영 장소로 활용되고 있다. 하지만 이곳을 비롯한 몇몇 관광지에서 최근 오버투어리즘 현상으로 인해 지역 주민이 다음과 같은 피해를 입고 있었다.

- 관광객으로 인한 지역 혼잡화 및 과밀화
- 소음 및 빛 공해

따라서 본 연구팀은 이를 해결하기 위해 고속도로 방음벽에 적용된 소음 감쇠 장치와 경복궁 담장에서 모티브를 얻어 다음과 같이 한옥 담장을 설계하였다.



II. 이론적 배경

- 한옥 건축 기준

한옥 건축 기준 제8조 제2항 - 한옥의 담장은 한옥의 처마선 중 가장 낮은 부분의 높이와 대지의 외부에 접하는 지면으로부터 2.1미터를 넘지 않아야 한다.

- 방음벽 종류

- 흡음형 | 방음벽 전면에 있는 개구율의 정도와 공기층의 두께를 조절하여 대부분의 소리를 흡수
- 반사형 | 소리를 반사하여 소음을 줄여나가는 방식이며, 재질에 따라 투명형과 목재형이 있음
- 공명형 | 방음벽면의 구멍과 내부의 공동으로 공명을 일으켜 음파를 흡음시킴
- 간섭형 | 소음이 방음벽면 또는 상단에서 입사음과 반사음이 간섭을 일으켜서 감쇠
- 혼합형 | 소음 제거 기술의 다양한 방법을 혼합한 형태로, 상황에 따라 위 방법들을 적절히 융합

- 소음 감쇠에 효과적인 방음벽 높이

- 음원 | 소음 발생 지점
- 수음점 | 소음으로 인해 피해를 받는 지점
- 경로차 =(음원~방음벽 최상단 간 거리)+(방음벽 최상단~수음점 간 거리)-(음원~수음점 거리)

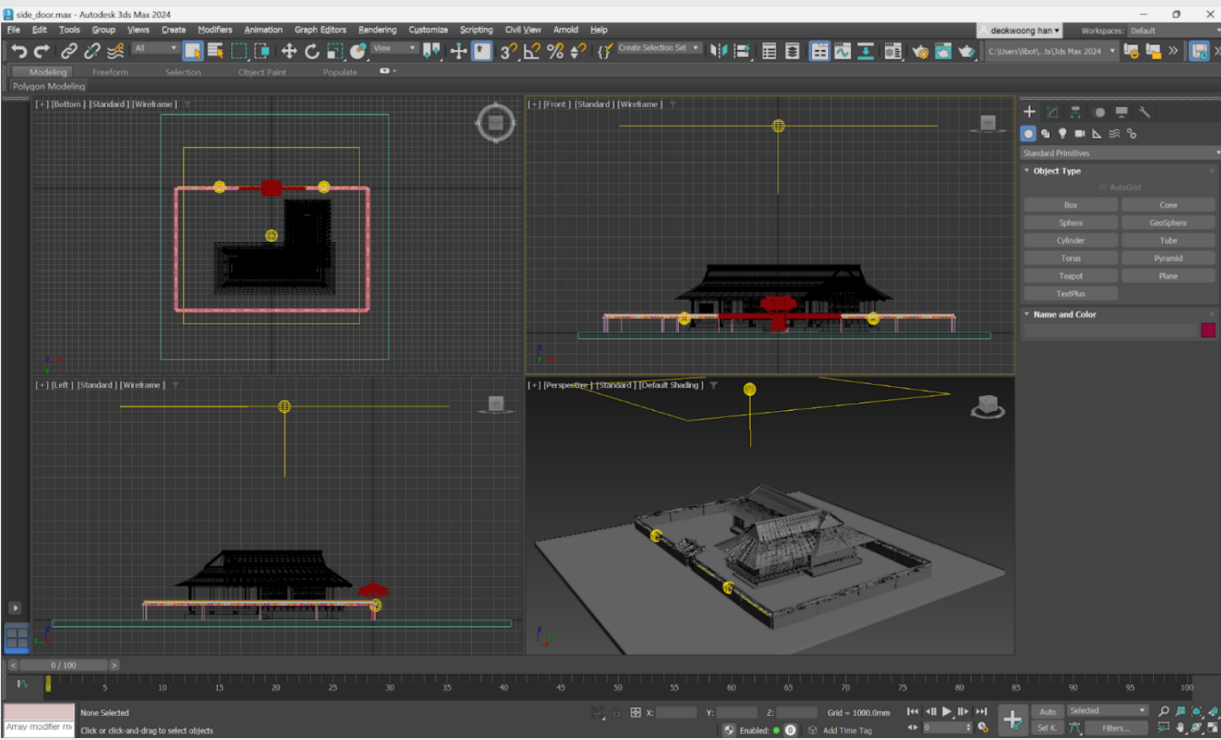
- 조명의 종류

	간접 조명	직접 조명
대표적인 예	실내 간접등	가로등
조도	균일	불균일
에너지 효율	낮음	높음
환경	영향을 많이 받음	영향을 적게 받음

III. 연구 방법

- 간접 조명

- 한옥 담장 모델링 (*Autodesk - 3ds Max 사용)
 - 은평한옥마을의 담장 높이를 측정 시 최빈값이 1.8m ➡ 담장 높이를 1.8m로 설정
- 가로등(직접 조명) 모델링 (*Autodesk - Fusion360 사용)
 - 은평한옥마을의 가로등의 높이가 4.3~4.7m 사이 분포 ➡ 가로등의 높이를 4.5m로 설정
- 간접 조명 설정 (*Autodesk - 3ds Max 사용)

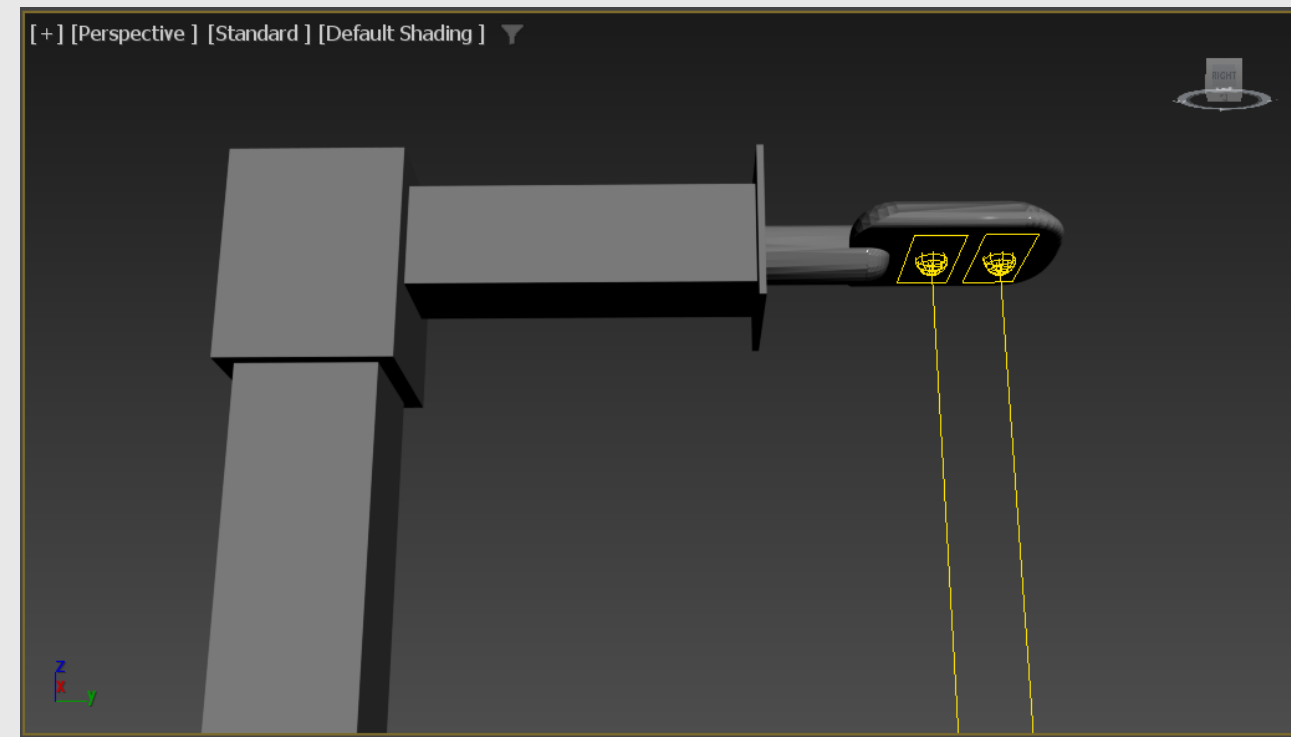


[그림3-2] 렌더링을 위한 세팅(간접 조명)

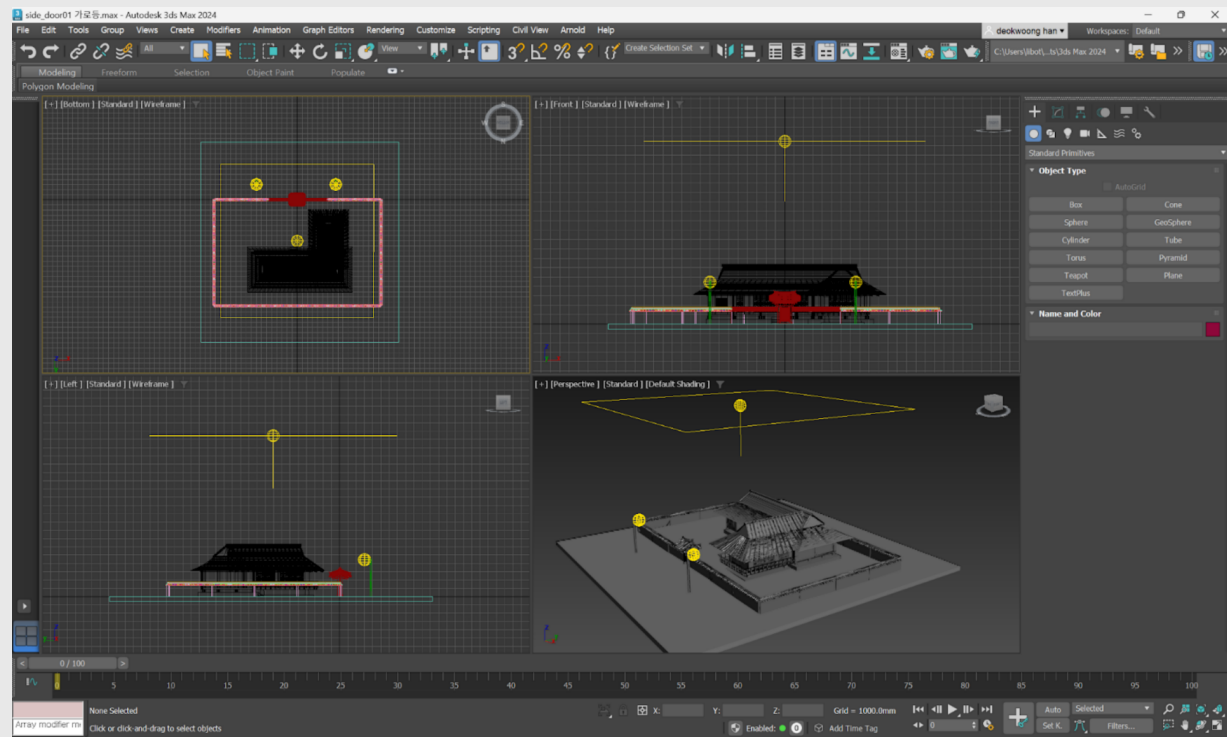


[그림3-1] 모델링한 가로등의 모습

- 직접 조명 설정 (*Autodesk - 3ds Max 사용)



[그림3-3] 직접 조명 설정(노란색 직사각형이 광원)



[그림3-4] 렌더링을 위한 세팅(직접 조명)

- 방음벽

- 소음 감쇠에 효과적인 방음벽의 높이 산정

실제 도로소음 : 75dB, 법적기준치 : 60dB ➡ 회절감쇠량 : 15dB
3가지 수식을 차례대로 이용하여 최종적으로 높이를 구함

$$L_d = 11 + 7 \log N, 0.8 < N \leq 30 \rightarrow \text{프레넬 수}$$

$$N = \frac{2\delta}{\lambda} = \frac{2\delta f}{c} \approx \frac{\delta f}{170} \rightarrow \text{경로차}$$

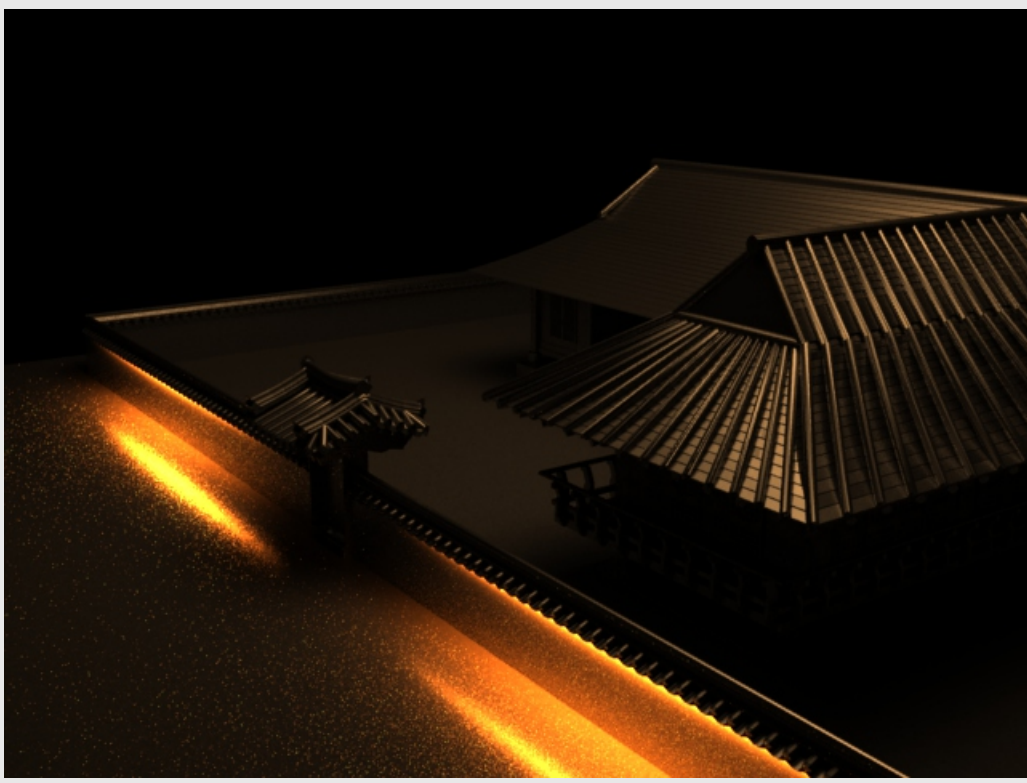
$$h = \sqrt{2\delta l \left(1 - \frac{l}{L}\right)} \rightarrow \text{높이}$$

임의의 주파수 : 500Hz 기준

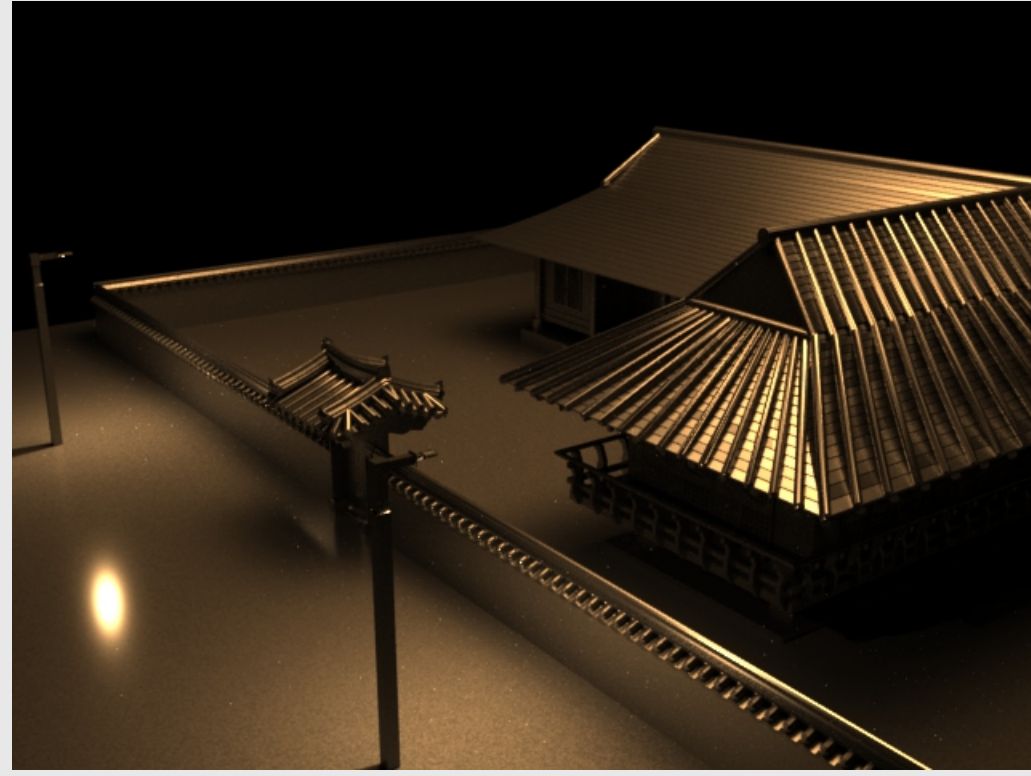
l=3m, L=6m (실제 측정값)

IV.결과 및 고찰

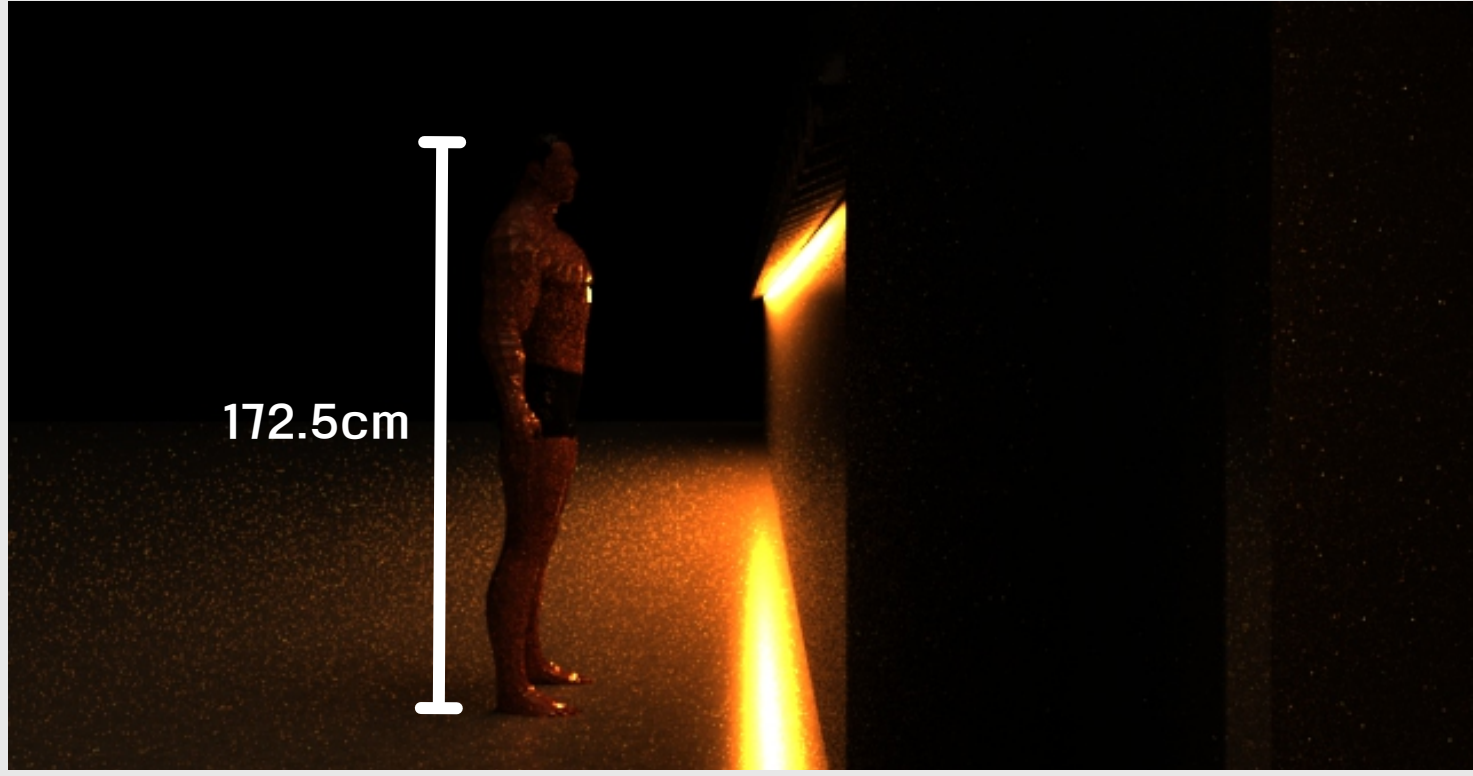
- 간접조명



[그림4-1] 간접 조명의 경우



[그림4-2] 직접 조명의 경우



[그림4-3] 간접 조명: 얼굴에 직접적으로 빛이 닿지 않음

- 방음벽

방음벽의 적절한 높이를 구하기 위해서는 선음원의 회절감쇠 계산식이 필요

선음원의 회절 감쇠 계산식 유도

$$L_d = 7.5 + 0.61 \log N \quad 0 < N < 0.1$$

$$L_d = 10 + 3 \log N \quad 0.1 < N < 0.8$$

$$L_d = 11 + 7 \log N \quad 0.8 < N < 30$$

$$L_d = 12 + 6 \log N \quad 30 < N < 60$$

$$L_d = 22 \quad 60 < N \quad (\text{이때 } N \text{은 프레넬 수를 의미})$$

위 식을 통해 프레넬 수를 구하면 다음과 같은 식을 통해 경로차를 구할 수 있다.

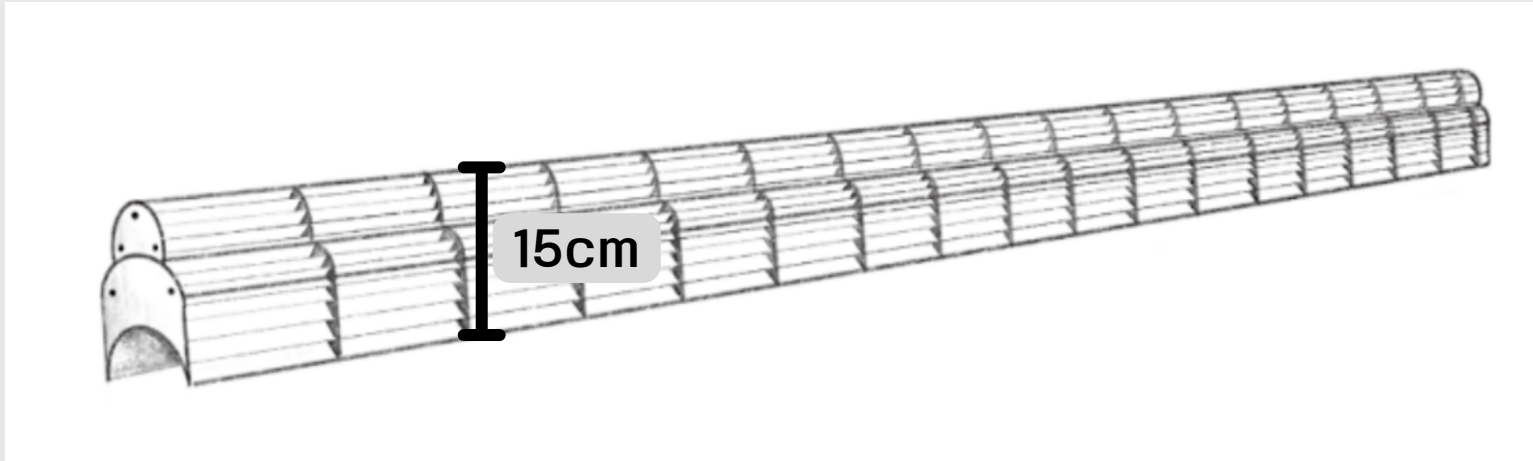
$$N = \frac{2\delta}{\lambda} = \frac{2\delta f}{c} \approx \frac{\delta f}{170}$$

경로차는 다시 다음 식에 대입을 하여 최종적으로 높이를 구할 수 있다.

$$L_d = 11 + 7 \log N, 0.8 < N \leq 30 \rightarrow N=3.7273$$

$$N = \frac{2\delta}{\lambda} = \frac{2\delta f}{c} \approx \frac{\delta f}{170} \rightarrow \delta=0.34$$

$$h = \sqrt{2\delta l \left(1 - \frac{l}{L}\right)} \rightarrow h=1.95m$$



[그림4-4] 기존 담장 기와의 형태를 융합한 흡음형 방음 장치 스케치

V.결론 및 제언

본 연구는 오버투어리즘 현상으로 발생하는 소음 공해 및 빛 공해의 문제를 공학적인 설계를 통해 해결하고자 하였다. 이를 위하여 직접 조명보다는 한옥의 고즈넉한 분위기를 극대화시키는 동시에 주민들의 불편함을 최소화할 수 있는 간접 조명을 이용하고, 기존 담장에 방음 기능을 부가하여 새로운 한옥 담장을 설계하였다. 이는 은평 한옥마을뿐만 아니라 오버투어리즘으로 갈등을 겪고 있는 여러 타 한옥마을에도 적용될 수 있기에 본 연구에서 진행한 설계가 유의미한 문제 해결 방안으로써 작용할 수 있을 것이다. 다만, 본 연구는 여러 제약으로 인하여 설계한 간접 조명 방식의 한옥 담장 및 방음벽을 실제로 구현해 볼 수는 없었고, 따라서 컴퓨터 모델링을 이용하여 결과를 도출하였다. 추후 이를 실제로 구현하여 빛 공해의 유무 및 소음 감쇠 효과를 확인해 볼 수 있다면 유익한 연구가 될 것으로 보인다.

VI. 참고문헌

- 국토교통부 고시 제2021-1242호, "한옥 건축 기준", 건축문화경관과(2021.11.17).
- 박현욱 and 이종숙. (2014). 전통 한옥마을 담의 디자인 패턴유형 분석 - 5군대 한옥마을을 대상으로 -. Journal of Integrated Design Research, 13(1), 45-54.
- 양희경, 고한우, 김묘향, 임석기, 윤용현. (2001). 조명의 색온도에 따른 작업자의 피로도 평가 (2). 한 국광생과학회 추계학술대회, 2001(0), 251-254.
- 임유진, & 문학룡. (2015). 도로환경에 따른 최적의 방음벽 높이 산정식 연구. 한국도로학회논문집, 17(4), 63-68.
- 제8차 한국인 인체치수조사 . (2023). <https://sizekorea.kr/human-info/meas-report?measDegree=8>.
- 최준집. (2005). 도로소음 차단을 위한 방음벽 설치에 관한 연구 (A) Study on Sound Proof Wall for Reducing Road Noise. 30-32.