

409

소리를 이용해 고체물질의 밀도를
측정할 수 있을까?

작품요약설명

- 최근 자주 발생하고 있는 건물 붕괴사고... 원인은 **콘크리트의 밀도**
- 새로운 **밀도 측정 매커니즘**은 없을까?
- 소리의 **투과 손실**과 **밀도**가 비례한다는 이론을 역이용하여 밀도를 측정할 수 있지 않을까?
- **투과손실과 밀도 사이에 양의 상관관계가 있음을 확인함**

출품자: 충북과학고등학교 심유찬
충북과학고등학교 안연수
지도교사: 충북과학고등학교 정도일

연구내용

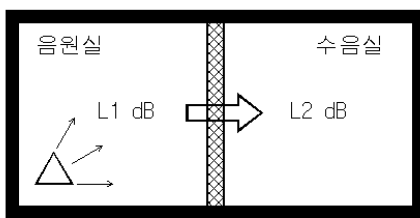
탐구 동기 및 목적



콘크리트 붕괴 예방을 위해서는 비파괴 밀도 검사가 필수적임.
비파괴 밀도 검사는 대표적으로 초음파법이 있음.

비교적 간단한 장비로 비파괴
밀도측정이 가능하지 않을까?

이론적 배경



실간음압 레벨차(D) 기본 개념도

▲ 투과 손실을 이용한 물체의 차음성능 측정

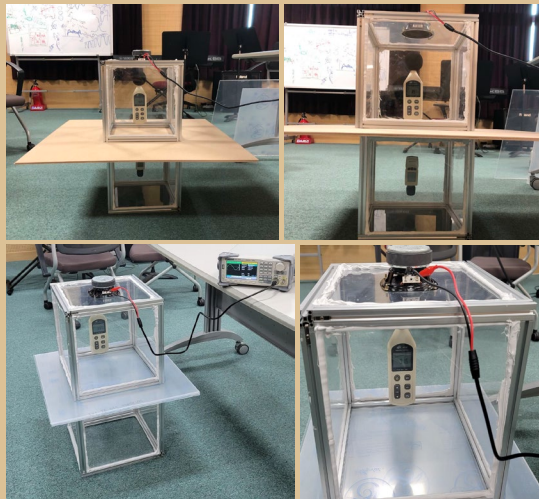
$$TL = 10 (\log_{10} P_t - \log_{10} P_i)$$

$$= 20 \log_{10} \frac{2\pi f m}{2\rho c} [dB]$$

TL(Transmission Loss): 투과 손실 m: 물체의 면 밀도 f: 소리의 진동수
P_i: 음원실의 음압 P_t: 수음실의 음압 ρ: 공기의 밀도 c: 소리의 속도

투과 손실 (Transmission Loss) ∝ log(발생한 음압 / 차음된 음압)
질량의 법칙: 투과 손실 ∝ log(단위 면적당 질량)

실험 과정 면밀도에 따른 투과 손실 측정



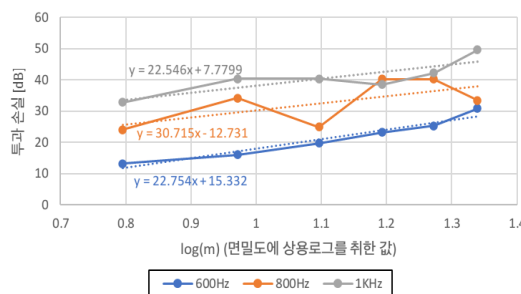
▲ 장치를 이용해 투과 손실 측정을 하는 모습

변인 설정

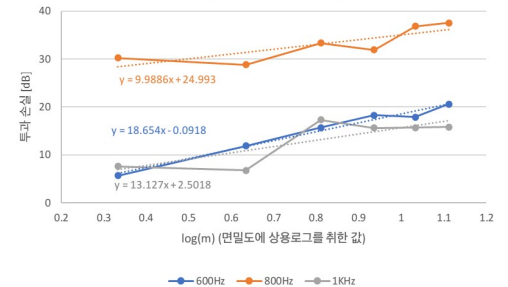
독립 변인	흡음 표면의 면밀도: 아크릴 판의 장수, MDF판의 장수
종속 변인	흡음 표면의 투과 손실: 음압(dB) 측정 후 계산
통제 변인	진동수: 600Hz, 800Hz, 1KHz로 통제 표본의 재질: 아크릴과 MDF만 각 실험에 사용

실험 결과

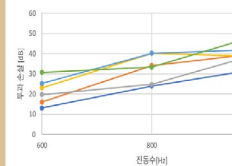
아크릴의 면밀도에 따른 투과 손실



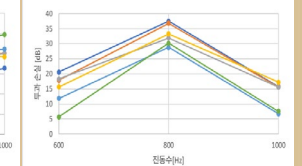
MDF의 면밀도에 따른 투과 손실



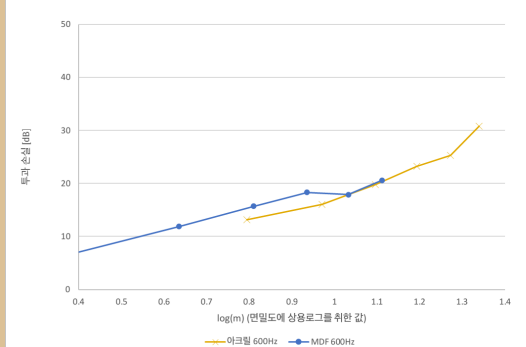
아크릴의 진동수에 따른 투과 손실



MDF의 진동수에 따른 투과 손실



면밀도에 따른 투과 손실



결론 및 향후 탐구계획

- 면밀도와 투과손실이 비례함을 확인
- 진동수와 투과손실이 비례함을 확인
- 재질에 따른 투과 손실의 차이는 있으나, 대략적인 경향이 비슷하여 추후 실험 장치의 개선이나 보정 관계식을 찾아내는 것을 통해 밀도의 측정이 가능할 것으로 기대함.