

중량충격음의 변환 및 바닥충격음의 비선형성 고찰

Conversion of heavy-weight impact sound levels and with considerations of impact source non-linearity

이평직†·전진용*

Pyoung Jik Lee, Jin Yong Jeon

1. 서 론

바닥충격음의 측정은 실충격원과 유사한 충격특성을 갖는 표준충격원을 이용하여 이루어진다. 국내에서는 국내 규격(KS)에 표준충격원으로 규정되어 있는 뱅머신과 태핑머신이 사용되고 있으나 국제 규격(ISO)에는 뱅머신을 대신하여 임팩트볼(heavy/soft impact source)이 표준중량충격원으로 규정되어 있다. 이는 뱅머신이 충격력과 기계적 임피던스와 같은 실충격원의 특성을 재현하지 못하고 있기 때문이다. 따라서 최근 국내에서도 임팩트볼을 새로운 표준중량충격원으로 도입하기 위한 검토가 진행되고 있다.

본 연구에서는 기존에 측정된 뱅머신 측정결과들을 임팩트볼 결과로 변환하기 위한 방법들이 제안되었으며, 태핑머신 측정결과와 변환도 함께 고려되었다. 또한 이러한 충격음의 변환에 있어서 각 충격원이 갖는 비선형성의 영향을 측정을 통해 규명하였다.

2. 본 론

2.1 중량충격음의 변환

(1) 바닥충격음 측정

각 충격원의 바닥충격음 레벨 분포를 조사하기 위해 국내 35개 공동주택의 거실과 방에서 바닥충격음원을 녹음하였으며, 측정결과는 그림 1에 나타난 바와 같다. 중량충격음 경우 63Hz 이하 저주파 대역의 음압레벨의 범위가 중고주파 대역보다 넓은 것으로 나타났으며, 침실에서 측정된 중량충격음은 저주파 대역에서 거실에서 측정된 중량충격음에 비해 높은 음압레벨을 나타냈다. 거실과 침실에서 측정된 경량충격음 또한 중고주파 대역에서 차이를 보였다. 이는 거실과 달리 침실에는 경량충격음 저감을 위한 바닥 마감재가 적용되지 않았기 때문으로 사료된다.

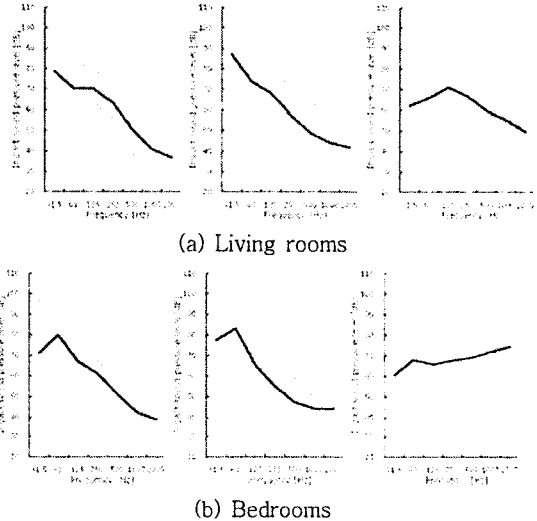


Fig. 1 Frequency characteristics of the impact ball (left), bang machine (middle), and tapping machine (right)

(2) 변환 방법 1

바닥충격음의 변환을 위해 공동주택에서 측정한 각 충격원별 주파수 대역별 음압레벨 차이를 적용하였다. 임팩트볼의 주파수 대역별 음압레벨은 아래의 식 1, 2를 이용하여 예측되었으며, 뱅머신과 태핑머신의 결과를 이용하여 변환된 임팩트볼의 주파수 대역별 음압레벨은 그림 2에 나타난 바와 같다.

$$\text{SPL}_{(\text{ball: } 63\text{-}500\text{Hz})} = \text{SPL}_{(\text{bang: } 63\text{-}500\text{Hz})} + \Delta\text{SPL}_{(\text{ball-bang: } 63\text{-}500\text{Hz})} \quad (\text{식 } 1)$$

$$\text{SPL}_{(\text{ball: } 63\text{-}500\text{Hz})} = \text{SPL}_{(\text{tapping: } 63\text{-}500\text{Hz})} + \Delta\text{SPL}_{(\text{ball-tapping: } 63\text{-}500\text{Hz})} \quad (\text{식 } 2)$$

(3) 변환 방법 2

두 번째로 회귀분석을 이용한 변환 방법이 검토되었다. 이 때 아래의 식 3, 4와 같이 임팩트볼의 주파수 대역별 음압레벨을 종속변수로 뱅머신과 태핑머신의 주파수 대역별 음압레벨을 독립변수로 고려하였다. 회귀분석을 통해 예측된 임팩트볼의 주파수 대역별 음압레벨은 그림 3에 나타내었다.

† 교신저자: 한양대학교 건축환경공학과
E-mail : pyoungjik@daum.net
Tel : (02) 2220-1795, Fax : (02) 2220-4794

* 한양대학교 건축공학부 교수

▪ $SPL_{(ball: 63-500Hz)} = a_1 L_{Max (bang: 63-500Hz)} + c$ (식 3)

▪ $SPL_{(ball: 63-500Hz)} = a_1 L_{Eq (tapping: 63-500Hz)} + c$ (식 4)

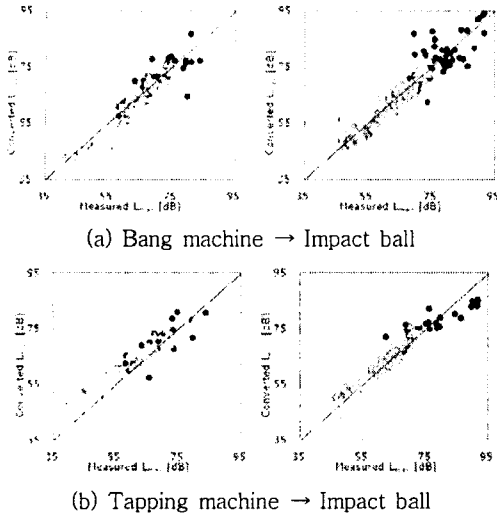


Fig. 2 Relationship between measured and calculated sound pressure levels (method 1) ●: 63Hz, △: 125Hz, ■: 250Hz, and *: 500Hz (Living room: left, bedroom: right)

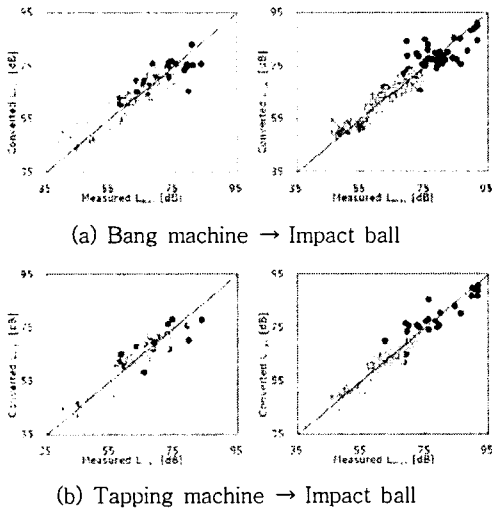


Fig. 3 Relationship between measured and calculated sound pressure levels (method 2) ●: 63Hz, △: 125Hz, ■: 250Hz, and *: 500Hz (Living room: left, bedroom: right)

3.1 비선형성 고찰

각 충격원의 비선형성을 고찰하기 위해 벽식구조 시험동에서 바닥 마감재의 종류와 충격원의 낙하높이를 변화에 따른 바닥충격진동량을 측정하였다. 마감재로는 목재마

루와 장판 2종류가 사용되었으며, 뱅머신과 임팩트볼의 낙하높이는 0.6~1.4m 범위에서 5단계, 그리고 태핑머신의 낙하높이는 0.02~0.06m 범위에서 3단계로 변화시켰다.

측정결과는 그림 4에 나타난 바와 같으며, 각 충격원 모두 낙하높이가 증가함에 따라 바닥충격진동량이 증가하는 것으로 나타나 본 연구에 적용된 마감재에서는 충격원의 비선형성은 발견되지 않았다.

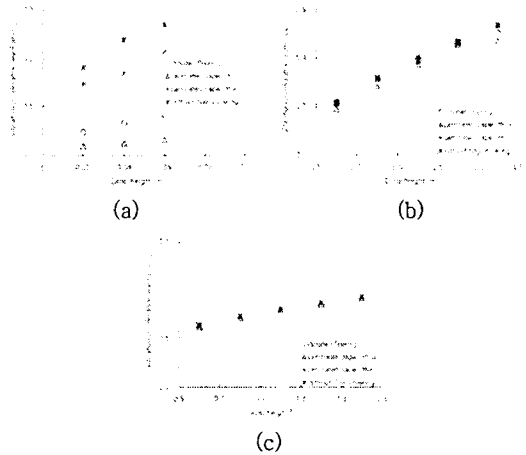


Fig. 4 Vibration acceleration levels measured using different drop-heights on standard impact sources: (a) tapping machine, (b) bang machine and (c) impact ball

4. 결 론

새로운 중량충격원인 임팩트볼의 도입에 앞서 임팩트볼과 다른 표준중량충격원의 측정결과를 변환하기 위한 방법들이 검토되었다. 공동주택에서 측정된 임팩트볼과 각 충격원간 주파수 대역별 음압레벨 차이를 이용한 방법과 회귀분석을 적용한 방법이 제안되었으며, 두 가지 방법 모두 뱅머신과 태핑머신의 충격음 결과를 임팩트볼 결과로 변환하는데 유효한 방법으로 나타났다. 이때 측정결과와 변환된 임팩트볼 단일수치평가량($L_{iFmax,AW}$)의 차이는 대부분 5 dB 이내에 분포하였다.

각 충격원의 비선형성의 영향을 검토하기 위해 충격원의 낙하높이와 마감재의 변화에 따른 바닥충격진동량을 측정하였으며, 각 충격원의 비선형성은 발견되지 않았다. 따라서 본 연구에서 제안하고 있는 바닥충격음 변환에서는 각 충격원의 비선형성을 고려할 필요가 없는 것으로 나타났다.

후 기

본 연구는 지식경제부 “표준화 기술개발사업” (과제번호 : 10023489)의 지원으로 수행되었습니다.