

공동주택 건식 바닥구조의 보행감 평가

Evaluation of floor serviceability for dry floor system in residential buildings

김재호† · 이평직* · 전진용**

Jae Ho Kim, Pyoung Jik Lee and Jin Yong Jeon

1. 서 론

정온한 실내공간에서 재실자의 보행에 의해 발생되는 바닥구조 진동 및 이로 인해 발생하는 소음은 건축 구조물의 사용성(serviceability) 측면에서 중요한 문제 중 하나로 인식되며, 바닥구조의 진동 및 소음에 대한 문제는 고층주거의 실내 환경평가에 있어 가장 중요한 요인으로 고려되고 있는 실정이다.

공동주택에서 바닥판 하부로 방사되는 소음을 최소화하기 위해 바닥 상부와 하부 사이에 절연재를 삽입하는 뜬 바닥 구조 공법이 현재 가장 일반적으로 사용되고 있다. 뜬 바닥 구조에서 구체 절연재로 사용되는 완충재는 탄성이 작을수록 충격 소음·진동 저감효과가 뛰어나 많은 인정바닥구조에 활용되고 있으나 재실자가 보행시에 바닥표면의 진동이 느껴지는 등 보행감 측면의 문제들이 대두되고 있다. 특히 최근 도입되고 있는 반건식 및 건식바닥구조 등 경량 바닥구조의 경우, 이와 같은 보행감 저하 및 룸모드에 의한 실내소음 증폭 등의 문제가 지속적으로 발생하고 있어 이를 규제할 수 있는 기준 마련이 필요하다. 그러나 보행감 및 보행음 관련 연구가 부족해 이를 정량적으로 평가할 수 있는 방법이 없는 실정이다.

본 연구에서는 바닥구조의 정량적인 보행감 측정 방법 제안을 위해 임팩트볼(ISO rubber ball)과 실제 보행충격의 충격력을 비교하고 임팩트볼 가진에 따른 진동응답 수신 방법을 고찰하였다. 또한 진동응답의 물리량 중 보행감을 평가 할 수 있는 평가지표의 분석방법을 검토하였다.

2. 측정 방법

2.1 충격력 측정

ISO 10140 규격에는 바닥판의 충격음 차단성능 평가를 위한 표준충격원으로써 임팩트볼이 제안되어 있다. 본 연구에서는 보행에 의한 바닥판 진동응답의 정량적 평가를 위해 표준충격원인 임팩트볼을 활용하여 충격진동을 측정하였다.

본 실험에 앞서 임팩트볼 가진 높이(20~120cm)에 따른 충격력과 성인 보행시의 충격력을 비교하였다. 성인 보행 충격력 측정에 참여한 피실험자는 28세 남성(173.2cm, 70.5kg)과 27세 여성(157cm, 55.0kg)으로 통계청에서 발표한 2009년 국내 20대 이상 성인남녀의 평균 신장 및 체중(남: 171.4cm, 72.0 kg / 여: 158.4cm 57.1kg)과 유사한 체형을 갖도록 선정하였다. 임팩트볼 가진 높이에 따른 충격력과 피실험자의 보행 충격력 측정결과를 그림 1에 나타내었다. 충격력 분석결과 성인의 충격력 피크레벨은 임팩트볼을 20cm 높이에서 가진 하였을 때 나타나는 피크레벨과 유사하게 나타났다.

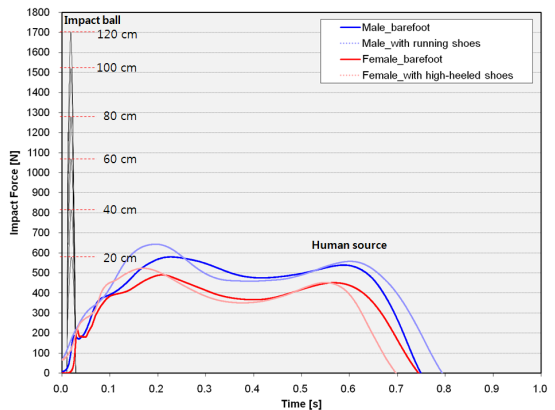


Fig. 1 Impact force characteristics of impact ball and human sources

† 교신저자; 학생회원, 한양대학교
E-mail : nosaer4@gmail.com
Tel : 02-2220-1795, Fax : 02-2220-4794

* 한양대학교
** 한양대학교 건축공학부

2.2 진동응답 측정

본 연구에서는 보행진동 평가를 위해 1차 구조진동모드가 최대로 나타나는 실의 중앙지점을 임팩트볼로 가진 하였으며, 가진점으로 부터 15cm 이격된 지점에서 진동응답을 수신하였다. 임팩트볼은 실제 보행충격력과 유사한 피크레벨을 나타내는 20cm와 바닥충격을 차단성능 측정시 낙하높이인 100cm 두 가지 높이에서 각각 가진하였다. 보행에 의한 진동응답은 충격진동으로, 최대레벨이 나타난 이후 1초 이내에 대부분의 레벨이 감소된다. 그러나 0.1Hz 정도의 저주파대역까지 측정하기 위해서는 일정 길이 이상의 진동응답이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 15초 동안 임팩트볼을 10회 가진했을 때 수신한 진동응답을 이용하여 다양한 물리지표를 분석하였다.

3. 평가 지표

3.1 Vibration Dose Value

Vibration Dose Value(VDV)는 수직진동에 의한 건축물의 serviceability 뿐만 아니라 인체진동분야에서 가장 대표적으로 사용되는 진동응답레벨로써 진동응답레벨 지표 중 주관평가량과 가장 잘 일치하는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구에서는 다음 식 (1)을 활용하여 측정된 임팩트볼 진동응답의 VDV를 분석하였다. 여기서 a_w 는 주파수 대역별 가중치가 적용된 진동응답 값을 나타내며, T는 전체 가진 시간을 나타낸다.

$$VDV = \left[\int_{t=0}^{t=T} a_w^4(t) dt \right]^{1/4} \quad (1)$$

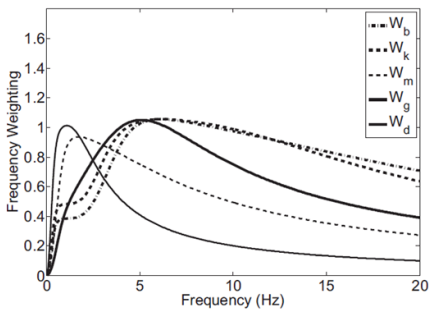


Fig. 2 Frequency weighting Function listed in ISO 2631-1&2, ISO 10137

주파수 가중치는 W_b , W_k , W_m 등이 ISO 2631-1&2 에 규정되어 있으며, W_g 와 W_f 는 ISO 10137 규격에 규정되어 있다. 이중 W_k 가 인간의 진동 인지와 관련된 주파수 가중치로 수직진동에 의

한 보행감 평가에 적합하다. W_k 는 0.1~400Hz 대역의 진동응답에 대한 가중치를 규정하고 있으며, 10Hz 부근에서 최대값을 갖는다. 따라서 W_k 를 적용한 VDV 분석을 위해서는 0.1Hz 대역의 저주파대역까지 측정이 가능한 장비가 필요하다.

3.2 Autocorrelation function parameters

ACF parameters 는 일본 Kobe대학의 Ando 교수 가 제안한 물리 지표로 인간의 주관반응과 밀접한 상관관계를 갖는 물리량으로 알려져 있다. 본 연구에서는 ACF parameter를 진동응답의 평가에 적용하여 진동응답의 피크 이후의 2차 피크 및 감소량을 평가 할 수 있는 ϕ_1 , τ_1 , τ_c 등을 검토하였다.

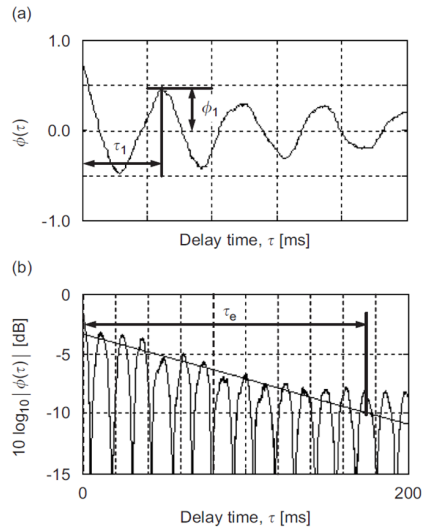


Fig. 3 Definition of ACF parameters. The ACF was calculated from a floor impact sound used in this study. (a) τ_1 and ϕ_1 . (b) τ_c

4. 요약 및 향후 계획

본 연구에서는 보행감을 평가하기 위한 진동응답 측정 방법 및 평가 지표에 대해 고찰하였다. 향후 연구에서는 건식 및 습식 바닥구조에서 진동응답을 측정하여 VDV 및 ACF parameter 등의 물리지표를 분석할 것이다. 또한 주관평가를 진행하여 보행감과 상관관계가 높은 물리지표를 도출하고자 한다.

후 기

본 연구는 과제번호 11CCTI-B059016-02-000000 지원으로 수행되었습니다.