

공동주택 바닥 슬라브의 진동 특성에 관한 연구

A Study on the Vibration Character of Floor Slab in Apartment House

○박명길* · 함진식**

Park, Myung-Kil · Ham, Jin-Sik

Abstract

This paper is contents about vibration character that produce floor slab make up of concrete when played striking at each location. An experiment was achieved in apartment house just before occupancy which build newly to 100m² scale. Vibration level plays striking in whole 9 places and measured vibration character of x, y, z direction. As the result, vibration level of verticality direction showed high than horizontality direction.

1. 서 론

1. 연구목적 및 방법

공동주택의 바닥 슬라브는 콘크리트라는 강성의 재료에 의하여 건축되기 때문에 어느 한부분에서 진동이 발생하게 되면 상당히 빠른 속도로 직하층 또는 인접하는 세대로 그 진동이 전파된다.

특히, 콘크리트 슬라브 위를 어린 아이들이 뛰다가거나 피아노를 칠 경우, 그 진동으로 인하여 바닥판이 울리게 되고, 이는 아래층의 층간소음으로 작용하여 거주환경을 악화시키는 원인으로 작용하게 된다.

따라서, 본 연구에서는 층간소음을 측정하기 위해서 중량충격원으로 사용되고 있는 뱅머신과 경량충격원으로 사용되고 있는 태핑머신을 진동원으로 하여 콘크리트 슬라브를 위치별로 가진하였을 경우 바닥판의 진동 특성을 파악하기로 하였다.

2. 실험 계획

1. 측정개요

경량 및 중량 충격원에 의한 가진 위치별 진동특성을 파악하기 위하여 대구광역시 동구에 그림 1에 나타낸 것과 같은 평면을 가진 단위세대 면적이 약 100m² 크기로 신축된 입주 직전의 T아파트를 측정대상의 공동주택으로 선정하였다.

가진 위치에 따른 콘크리트 바닥 슬라브의 진동특성 측정은 2003년 9월 10일~9월 12일에 걸쳐 주위에서 발생하는 소음 및 진동이 측정결과에 미치는 영향이 가장 적을 것으로 판단되는 22:00~04:00사이에 실시하였다.

이 공동주택은 콘크리트 벽식 구조로 15층 높이로 건축되었으며, 측정은 3층 바닥 슬라브를 대상으로 하였다.

*정회원, 대구대학교 대학원 건축공학과 박사수료

**정회원, 대구대학교 건설환경공학부 교수, 공학박사

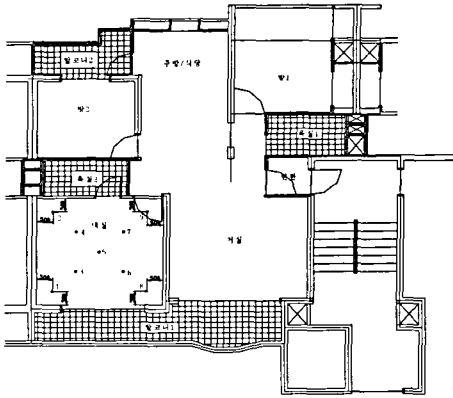


그림 1. 측정대상 아파트의 단위 평면도

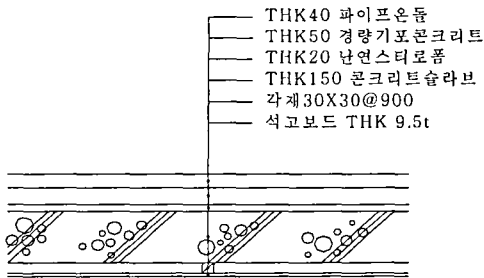


그림 2. 측정대상 아파트의 바닥단면도

2. 측정 방법

진동특성의 측정은 그림 3에 타나낸 바와 같이 전체 9개소의 가진 위치에서 경량 및 중량 충격음을 발생장치로 각각 가진시켰을 경우의 진동특성을 측정하였다.

이때, 진동센서의 위치는 가진 위치에서 30 cm 정도 떨어진 곳에 그림 3, 4와 같이 위치시켰다.

경량 및 중량충격음 가진시 진동레벨은 X·Y·Z축 방향의 진동특성을 모두 측정하였는데, 그림 1에서 남북방향을 X축, 동서방향을 Y축, 상하를 Z축 방향이 되도록 설정하였고, 가진기와 진동센서는 30cm로 이격시켜 측정하였다.

표 1. 측정 장비

장비명	모델명
경량충격음 발생장치	BRUEL & KJAER 3204
중량충격음 발생장치	RION F1-02
진동계	ONOSOKKI VR-5100
레벨레코더	RION LR-06
진동주파수 분석계	RION SA-30

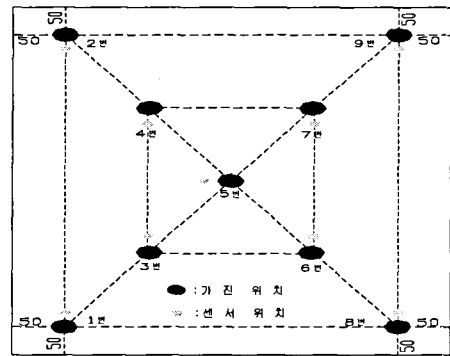


그림 3 가진 및 진동센서 위치도

경량 및 중량충격원에 의한 진동레벨의 측정 방법은 “KS F 2810 건축물 현장에 있어서의 바닥 충격음 측정방법”에 의하여 주변의 암소음이 측정값에 영향을 미치지 않는 22:00~04:00 시간대에 실시하였다.

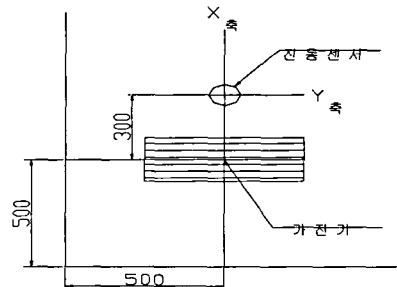


그림 4 가진기와 진동센서와의 위치 관계

본 실험에 사용한 측정 장비는 표 1에 나타내었다.

3. 실험결과 및 고찰

1. 경량충격원에 의한 진동특성

그림 5에 ⑤번 위치에서 경량충격원인 태핑머신으로 가진하였을 경우에 측정한 X·Y·Z축 방향의 진동레벨을 나타내었다.

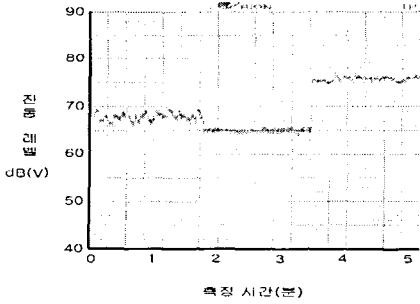


그림 5 경량충격을 가진시 진동레벨(측정점⑤)

X축 방향의 진동레벨은 66dB(V)~70dB(V)의 범위에서 변동하며, 그 평균값 69dB(V)로 나타났고, Y축방향의 진동레벨은 64dB(V)~67dB(V)의 범위에서 변동하여 그 평균이 66dB(V)로 측정되었다.

그러나, 수직방향인 Z축 방향의 진동레벨은 74dB(V)~77dB(V)로 측정되어 그 평균값이 76dB(V)로 3개의 축방향 중에서 가장 높게 나타났다.

표 2와 그림 6에 경량충격원인 태핑머신에 의해 가진하였을 경우의 X·Y·Z축의 각 방향별 진동레벨의 3회 측정치의 평균을 나타내었는데, 측정지점 ⑥에서 Y방향의 진동레벨이 54dB(V)로 가장 낮게 나타났으며, 그 이외의 측정지점에서는 61dB(V)~72dB(V)로 측정되었다.

X, Y축 방향의 측정지점 ⑥에서 진동레벨이 가장 낮게 측정된 것은 측정지점의 판진동이 고정절점인 내력벽체에 의하여 감소한 때문으로 사료된다.

한편, Z축 방향의 진동레벨은 대부분의 측정지점에서 62dB(V)~77dB(V)로 그 변동폭이 그다지 크지 않으며, 발코니층 개구부 근처 측정점인 ③, ⑥과 출입문 근처인 ⑦과 중앙부인 ⑤위치에서 유사한 진동레벨로 측정되었다.

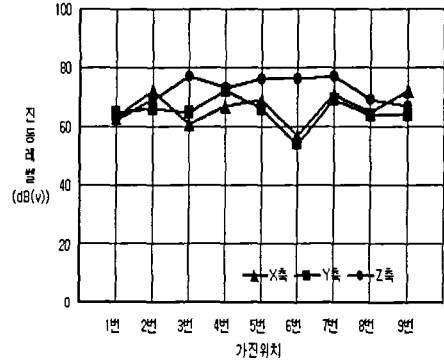


그림 13. 경량충격원 가진시 진동레벨의 평균값

이는 발코니층 개구부와 출입문 및 중앙부에서는 판진동이 일어나기 쉬운 위치이기 때문에 측정값 중 가장 높게 나타난 것으로 추정된다.

표 2. 경량충격원 가진시 진동레벨(dB(V))

가진 위치	1번	2번	3번	4번	5번	6번	7번	8번	9번
X축	63	72	61	67	69	57	71	65	72
Y축	65	66	65	72	66	54	69	64	64
Z축	62	69	98	73	76	76	77	69	67

그림 7에는 경량충격음 가진시 측정지점별 주파수성분을 분석하여 나타내었는데, 63Hz대역의 고주파수 대역이 경량충격원의 대표주파수인 것으로 나타났다.

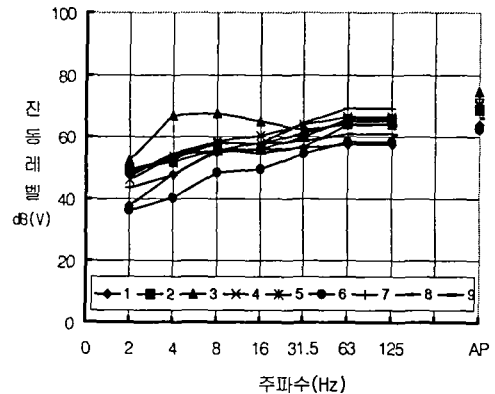


그림 7 경량충격음의 가진 위치별 주파수성분

2. 중량충격원에 의한 진동특성

그림 8에 ⑤번 위치에서 중량충격원인 뱀머신으로 가진하였을 경우에 측정된 X·Y·Z축 방향의 진동레벨을 나타내었다.

X축방향의 진동레벨은 61dB(V)~89dB(V)의 범위에서 변동하며, Y축방향의 진동레벨은 56dB(V)~74dB(V), Z축방향은 74dB(V)~90dB(V)로 각각 변동하였는데, X·Y방향의 수평방향에 비하여 수직방향인 Z축의 진동레벨이 높게 측정되었다.

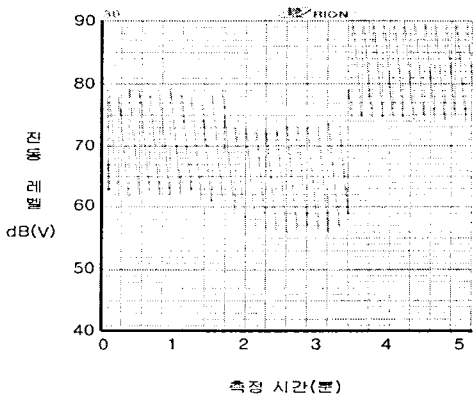


그림 8. 중량충격을 가진시 진동레벨(측정점⑤)

표 3과 그림 9에 중량충격원에 의한 가진시 측정위치 ①~⑨의 순서로 각각 3회에 걸쳐 X·Y·Z축 방향으로 측정된 진동레벨을 산술 평균한 값으로 나타내었다.

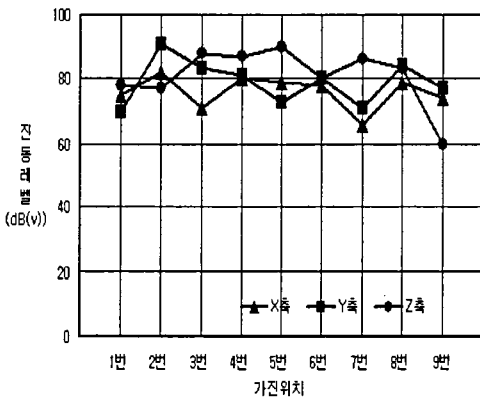


그림 9. 중량충격원 가진시 진동레벨의 평균값

중량충격원에 의한 가진 위치별 진동레벨의 변동폭은 X축 방향은 66dB(V)~82dB(V)로 나타났으며, Y축 방향에서는 70dB(V)~91dB(V)로 측정되었으며, 9개 측정지점의 변동폭을 비교 분석한 결과, 16dB(V)~22dB(V)로 변동폭이 크게 나타난 것은 측정지점과 벽체의 지지조건 등이 슬라브의 판진동에 영향을 미치기 때문인 것으로 사료된다.

표 3. 중량충격원 가진시 진동레벨(dB(V))

가진 위치	1번	2번	3번	4번	5번	6번	7번	8번	9번
X축	75	82	71	80	79	78	66	79	74
Y축	70	91	83	81	73	80	71	84	77
Z축	78	77	88	87	90	80	86	83	60

한편, 수직방향인 Z축 방향의 진동레벨은 60dB(V)~90dB(V)로 큰 폭으로 변동하는 것으로 측정되었는데, 이와 같이 측정 지점에 따라서 진동레벨의 변동폭이 크게 차이가 나는 것은 측정실의 고정변의 지지 상태가 상이하고, 바닥의 온수파이프 설치 상태 및 벽체의 위치 등이 측정값에 영향을 미친 때문으로 사료된다.

실의 중앙지점인 ⑤번 위치에서 90dB(A)로 가장 크게 나타난 것은 중앙부가 지지조건이 불리하기 때문에, 이부분에서 판진동이 크게 나타난 것으로 사료된다.

따라서, 이 중앙부분 근처에서 어린아이들이 뛰거나 하였을 때, 수직방향의 진동이 크게 되어 층간소음의 영향을 가장 크게 미칠 것으로 예상된다.

한편, 중량충격원인 뱀머신에 의한 가진시 발생하는 진동레벨의 주파수 성분을 분석한 결과를 그림 10에 나타내었는데, 31.5Hz대역이 가장 높게 나타나 이 대역이 대표주파수인 것으로 나타났다.

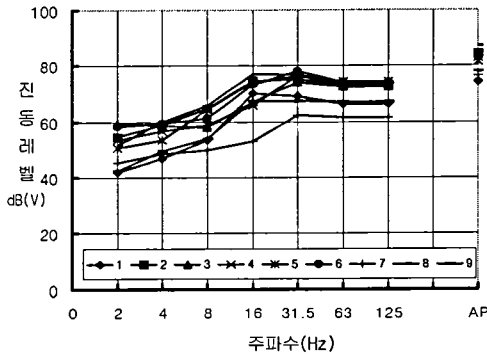


그림 10. 중량충격음의 가진 위치별 주파수성분

4. 결 론

공동주택 바닥 슬라브의 가진 위치별 경량 및 중량 충격음 발생기로 가진하였을 경우에 발생하는 X·Y·Z축 방향의 진동레벨과 주파수성분을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다..

1. 경량충격음과 중량충격음 모두 수직방향인 Z 방향의 진동레벨이 가장 높게 나타났으며, 좌우방향인 Y축의 진동레벨이 가장 낮은 것으로 측정되었다.
2. 중량충격원에 의한 경우 실 중앙부에서의 진동레벨이 가장 높게 나타나 이 중앙 부분에 어린아이들이 뛰다거나 할 때, 층간소음이 가장 클 것으로 추정되었다.

3. 발코니측 창문과 출입구 근처의 측정점에서 진동레벨이 높게 나타나 이부분의 판진동이 큰 것으로 나타났으며, 측정지점과 벽체의 지지조건 등이 진동레벨에 영향을 미치는 것으로 판명되었다.
4. 경량충격원에 의한 진동레벨의 주파수 성분을 분석한 결과 대표주파수는 63Hz로 낮타났으며, 중량충격원은 31.5Hz가 대표 주파수인 것으로 분석되었다.

※실험과 데이터 정리에 도움을 준 이해정, 박준형 학부생에게 감사의 마음을 전합니다.

참 고 문 헌

1. 함진식, 2000, POWER-DECK를 사용한 판매시설 슬라브의 바닥충격음 및 진동 특성 보고서.
2. 함진식·박명길, 2001, 공동주택의 차음성능 실측 평가에 관한 연구, 한국주거학회지 제12권 제4호.
3. 박명길·함진식, 2002, 고무칩을 이용한 공동주택 바닥구조의 차음성능 향상에 관한 연구, 한국주거학회 추계학술발표대회 논문집 제13권 pp327~pp332
4. 한국산업규격, 1996, 건축물의 현장 바닥 충격음 측정 방법 KS F 2810.