

발 뒤꿈치 충격에 의한 전단벽식 공동주택 수직진동의 수직방향 진동전달 특성

Characteristics of Vertical Vibration Transfer in Vertical Way according to Shear Wall Apartment Structures due to Heel-drop Impact

전호민*

Chun, Ho Min

ABSTRACT

Recently, several researches have been performed on the prediction of vertical vibration on structures by using an analytical method. However, these studies have been focused on mainly the vibration analysis through analytical modeling of structures. This study aims to investigate the characteristics of vertical vibration transfer in terms of the directions of transfer(upward transfer and downward transfer) on the shear wall building structures due to heel-drop impact forces. In order to examine the characteristics of vertical vibration transfer, the mode analysis and the impact experiment were conducted several times on two shear wall building structures. The results of this study suggest that the characteristics of vertical vibration transfer are similar in terms of the directions of transfer.

1. 서론

1.1 연구목적

본 연구에서는 현재 국내에서 대표적인 주거용 건물로 사용되는 아파트가운데 주로 시공되고 있는 전단벽식 아파트 수직진동의 수직방향 진동전달 특성을 실험을 실시하여 파악하였다. 실험결과를 분석하여 하층부에서 상층부로 전달되는 진동전달 특성과 상층부에서 하층부로 전달될 때의 수직진동 전달 동특성을 파악하여 제시함으로써 이 분야에 관심을 갖는 연구자 및 현장 기술자들에게 도움을 주고자 한다.

1.2 연구범위 및 방법

본 연구에서는 발 뒤꿈치에 의한 슬래브 충격하중에 의한 진동실험을 실시하여 건물의 진동전달 특성을 측정하였다. 전단벽식 구조물의 수직진동 변화를 측정하기 위하여 시공중인 아파트 2개소를 대상으로 진동을 측정하였다. 가속도계를 이용한 자료의 획득은 실시간 처리 동적신호분석기를 이용하여 자료를 저장하고 분석하였다.

*정회원, 초당대학교 건축학과 전임강사

2. 진동측정 실험

2.1 대상 건물

대상건물의 구조형식은 철근콘크리트 전단벽식 구조이며 실험당시 시공중에 있었던 건물로서 골조만 완성된 상태였다. 철근콘크리트 설계강도는 210 kgf/cm^2 이다. 그림 1은 측정대상 건물의 대표적인 단위세대 평면도이며 측정장소를 나타내었다. 그림 2는 단면도와 측정장소를 나타낸다.

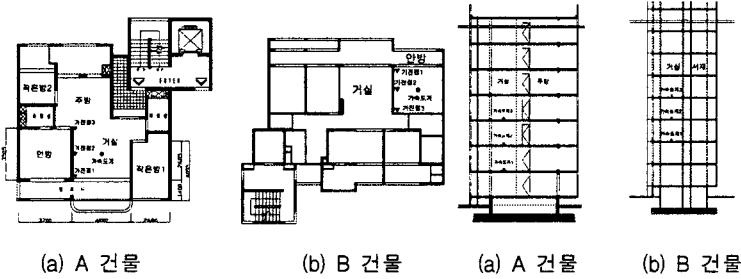


그림 1. 단위세대 및 측정위치 그림 2. 구조단면도 및 측정위치

표 1 바닥슬래브 고유진동수

Mode	고유진동수 (Hz)	
	A건물 거실	B건물 안방
1	29.53	30.80
2	49.31	53.23
3	66.51	69.27

2.2 실험 방법

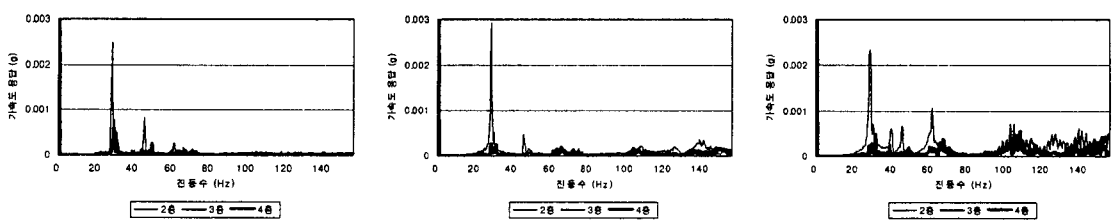
진동계측을 위한 가속도계는 A 건물은 2층, 3층, 4층의 거실 슬래브 중앙에 설치하여 상·하층부로 전달되는 진동을 측정하였으며, B 건물에서는 3층, 4층, 5층의 안방 슬래브 중앙에 설치하여 상·하층부로 전달되는 진동을 측정하였다. 표준적인 발 뒤꿈치에 의한 가진은 170 lb(76.5 kg)의 한 사람이 발 뒤꿈치를 바닥면에서 2 in. 정도 들어올렸다가 아래로 내려가면서 충격을 가하는 것이다. 본 연구에서는 연구원 1인(70 kg)의 발 뒤꿈치에 의해 가진을 실시하였다. 모드해석 실험으로 A건물의 거실과 B건물의 안방 슬래브의 고유진동수를 측정하였으며 표 1에 나타내었다.

3. 실험결과 분석

3.1 상층부로의 수직진동 전달

3.1.1 A 건물

발 뒤꿈치에 의한 가진은 그림 1(a)에 나타난 것과 같이 안방과 거실사이의 전단벽 하부 바닥 슬래브 3 개소에 실시하였으며 2층, 3층, 4층의 거실 슬래브 중앙에 놓인 가속도계에 의해 획득된 수직진동을 측정하였다. 그림 3에서 알 수 있듯이 상층부로 전달되면서 전반적으로 수직진동이 모든 진동수 영역에 걸쳐 저감되는 것으로 나타났으며, 특히 저진동수 영역에서 전체적으로 큰 응답을 나타내었다.



(a) 가진점 1 (F2-1) (b) 가진점 2 (F2-2) (c) 가진점 3 (F2-3)

그림 3. 2층 발 뒤꿈치로 가진시 진동전달

3.1.2 B 건물

발 뒤꿈치에 의한 가진은 그림 1(b)에 나타낸 것과 같이 안방 전단벽 하부의 슬래브 3 개소에 실시하여 수직진동을 측정하였다. 그림 4에서 알 수 있듯이 A 건물과 마찬가지로 상층부로 전달되면서 전반적으로 수직진동이 모든 진동수 영역에 걸쳐 저감되는 것으로 나타났다.

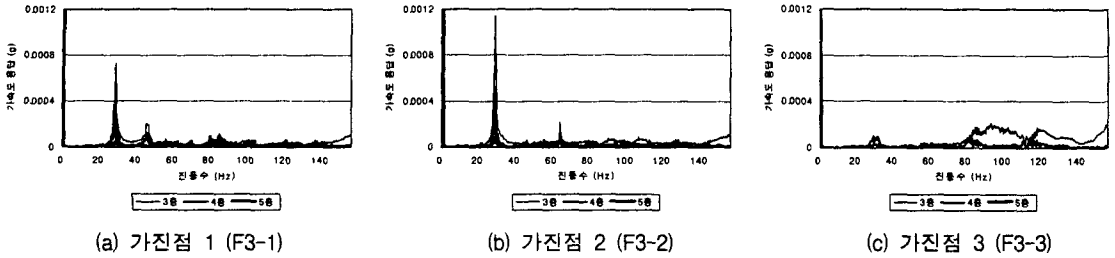


그림 4. 3층 발 뒤꿈치로 가진시 진동전달

3.2 하층부로의 수직진동 전달

3.2.1 A 건물

3.1.1항의 방법과 동일하며 그림 5는 4층에서 가진했을 때 2층, 3층, 4층의 응답을 나타내고 있다. 상층부로의 진동전달 결과와 마찬가지로 저진동수 영역에서 큰 응답을 나타내었다.

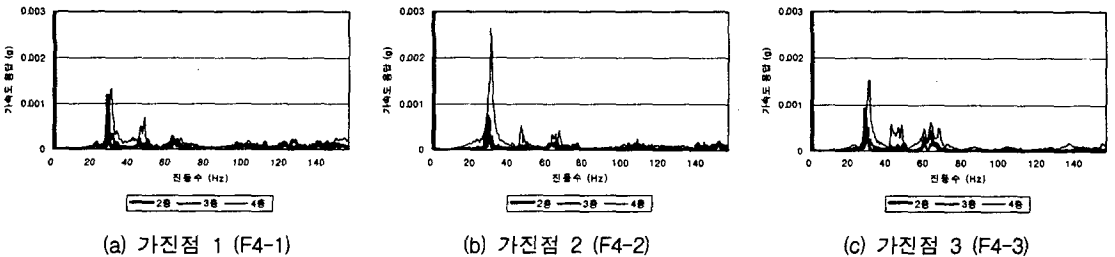


그림 5. 4층 발 뒤꿈치로 가진시 진동전달

3.2.2 B 건물

3.1.2항의 방법과 동일하게 실험을 실시하였다. 그림 6에 5층에 가진했을 때의 결과를 나타내었다.

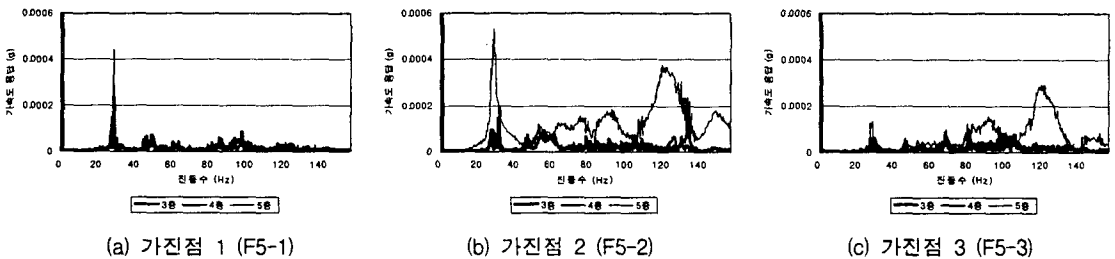


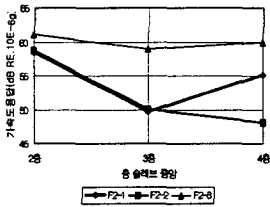
그림 6. 5층 발 뒤꿈치로 가진시 진동전달

3.4 상·하층부로의 수직진동 전달 비교

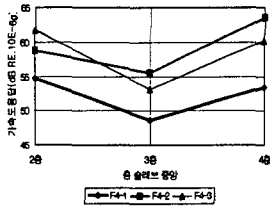
전체 진동수 영역에 걸친 진동레벨을 파악하여 비교해 보면 이에 대한 결과를 더욱 뚜렷이 알 수 있다. 표 2는 각 가진 결과에 대한 Overall Vibration Level을 나타내고 있으며 그림 7, 그림 8은 이 결과를 그림으로 나타낸 것이다.

표 2. Overall Vibration Level (dB, RE. 10⁻⁶g)

대상건물	하층부 --> 상층부				상층부 --> 하층부				비고
	가진점	2층	3층	4층	가진점	2층	3층	4층	
A 건물	가진점				가진점				
	F2-1	58.42	49.65	55.13	F4-1	54.65	48.58	53.44	1Hz-160Hz
	F2-2	58.73	50.07	48.07	F4-2	58.75	55.59	63.51	1Hz-160Hz
	F2-3	61.14	58.90	59.97	F4-3	61.80	53.12	60.23	1Hz-160Hz
B 건물	가진점	3층	4층	5층	가진점	3층	4층	5층	
	F3-1	51.96	46.20	54.94	F5-1	51.81	46.86	55.14	1Hz-160Hz
	F3-2	51.70	45.89	54.97	F5-2	61.17	58.85	72.75	1Hz-160Hz
	F3-3	52.31	50.82	55.31	F5-3	52.60	47.91	54.97	1Hz-160Hz

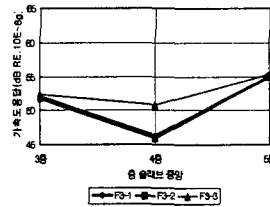


(a) 2층 가진

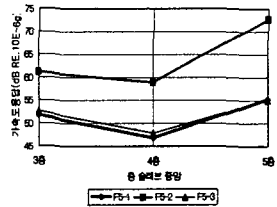


(b) 4층 가진

그림 7. A 건물의 각 층 응답 비교



(a) 3층 가진



(b) 5층 가진

그림 8. B 건물의 각 층 응답 비교

4. 결론

본 연구결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 하층부에서 상층부로 수직방향으로 전달되는 수직진동은 바로 위층에서 급격하게 감소한 후 다음 층에서 증폭되는 양상을 나타내었으며 상층부에서 하층부로 전달되는 수직진동도 동일한 양상을 나타내었다.
2. 발 뒤꿈치에 의한 가진은 저 진동수에서 큰 응답이 나타났으며, 이는 바닥슬래브의 고유진동수에 의한 영향이 크게 나타난 것으로 판단되며, 이는 발 뒤꿈치에 의한 가진원의 진동수성분이 저진동수에 걸쳐있기 때문에 나타난 현상이다. 따라서 신축될 건축물에 영향을 미치는 주진동원을 설정하는 것이 이에 대한 대책을 사전에 계획하는 데 도움을 줄 것이다.

감사의 글

이 논문은 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임.(R05-2003-000-11968-0)

참고 문헌

1. 전호민, "라멘조 건축구조물의 수직진동 전달특성에 관한 실험연구", 한국전산구조공학회 가을학술 발표회 논문집, 제17권 제2집 pp. 469-475, 2004. 10
2. 전호민, 노지현, 홍갑표, "외부 열차하중을 받는 전단내력벽식 건축구조물의 슬래브 수직진동 예측 프로그램 개발", 대한건축학회논문집, 제18권 7호, PP. 19-26, 2002. 7
3. 전호민, 철도 인접건물의 진동예측 모형에 관한 연구, 연세대학교 박사학위논문, 1997
4. 전호민, 홍갑표, "교통하중에 인접한 콘크리트 건축물의 진동예측 프로그램 개발", 한국소음진동공학회 창립 10주년기념 학술대회 논문집, pp. 949-954, 2000. 6