

포스트텐션 적용 무량판 공동주택의 바닥진동 및 바닥충격음 특성

A Study on the floor impact noise and the floor vibration of apartment house which has the flat plate structure applied to the post-tension method.

이 규 동† · 김 일 호*

Lee, Gyu-Dong and Kim, Il-Ho

1. 서 론

고강도 재료와 시공기술의 발달은 건축구조물의 고층화·경량화·대공간화를 가능하게 하였고, 경제성과 시공성을 만족하는 새로운 구조시스템에 관한 연구가 끊임없이 진행되고 있다. 최근 플랫 플레이트구조는 RC 라멘구조에 비하여 층고를 절감할 수 있어 경제적인 면에서 유리하고, 스팬의 길이가 길어져 넓은 공간에 유리하다. 더욱이 벽식 구조에서 탈피하여 평면의 변형이 용이하여 적용사례가 증가하고 있다. 그러나 긴 스팬길이는 진동평가에 불리하게 작용할 수 있으나, 플랫 플레이트 슬래브의 수직진동에 대한 연구가 미비한 실정이다. 또한 수직진동에 대한 기준이 국내에는 강구조에만 한정되어 있을 뿐 철근콘크리트구조에 대해서는 마련되어 있지 않다.

이에 본 연구에서는 당사 연구소부지에 시공한 주택실험동 플랫 플레이트 슬래브와 포스트텐션이 적용된 플랫 플레이트 슬래브 공동주택, 그리고 벽식구조 공동주택을 대상으로 진동실험 및 바닥충격음 시험을 수행하여 슬래브 구조별 동특성을 알아보았다.

2. 본 론

2.1 바닥 구조별 진동량 비교를 위한 충격원(진동원) 제안_임팩트 볼

일본건축학회의 '건축물 진동에 관한 거주 성능 평가 지침'에 의한 평가 진동원은 1인 보행, 종중걸음(5번 왕복), 1인 밟기(30~40회), 1인 발꿈치 충격(10회) 등 실제 가해질 진동을 요구하고 있다. 그러나 바닥구조별 비교 평가를 위해서는 더욱 정량적인 중량충격원이 필요하다. 현재 바닥충격음 시험법에서의 중량충격원인 Bang-machine은 실제의 아동 보행 시 진동량 보다 큰 것으로 조사되었다.

전진용 외 「바닥충격음 측정용 표준충격원과 실충격원의 특성비교」의 연구에서 공동주택의 주된 바닥충격원으로 조사된 25kg의 몸무게를 갖는 어린이가 약 30cm의 높이에서

뛰어내릴 때의 충격력은 평균 1600N, 거실에서 달릴 때의 충격력은 평균 900N으로 나타났다. 반면 KS에 표준 중량충격원으로 규정된 뱅머신의 충격력은 4500N으로 나타나 실충격원의 결과와 큰 차이를 나타냈다. 이에 반해 JIS와 ISO에 새로운 표준 중량충격원으로 규정된 Impact ball은 1500N의 충격력을 갖으며, 충격력 폭로레벨의 주파수 특성도 실충격원과 가장 유사한 것으로 나타났다. Impact ball의 충격력은 1,500 N 정도로 Bang machine 보다 낮으며, 실제 어린이 충격력과 유사한 것을 알 수 있다. 그림 1]에서와 같이 Impact ball의 저주파 충격력레벨도 bang machine 보다 낮아 실제충격원과 유사한 충격력 특성을 갖는 것을 알 수 있다. 이에 본 연구에서는 바닥 구조별 진동량 비교를 위한 충격원으로 임팩트 볼을 사용하기로 한다.

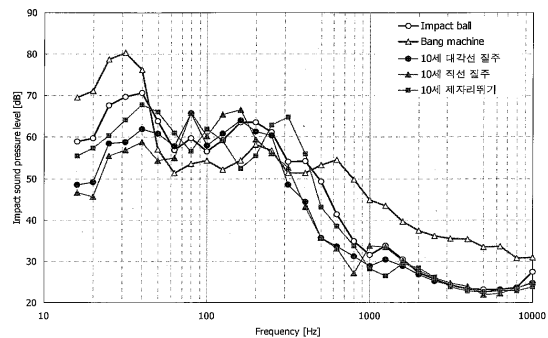


그림 1] 각 충격원별 주파수 특성

2.2 포스트텐션 적용 현장 개요

당 현장은 국내 최초의 포스트텐션 적용 공동주택(주상복합)이다. 포스트텐션의 적용으로 슬래브의 경간이 증가하였으며, 다양한 평면계획이 가능하였다.



그림 2] 세대 배치도

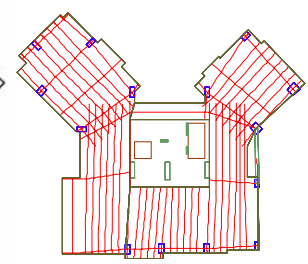


그림 3] 포스트텐션 배치도

† 코오롱건설(주)기술연구소 선임연구원
E-mail : kudeng@kolon.com
Tel : (031)329-0642, Fax : (031) 329-0651

* 코오롱건설(주)기술연구소 연구원

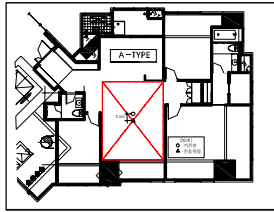


그림 4] A-TYPE 진동측정 위치

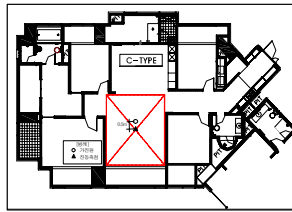


그림 5] C-TYPE 진동측정 위치



그림 6] 진동센서



그림 7] 진동원 전경

2.3 측정 결과

▶ 포스트텐션 플랫 플레이트 슬래브 vs 일반 플랫 플레이트 슬래브 비교 평가(슬래브 두께 250mm 동일)

표 1]의 결과와 같이, 일반 슬래브 대비 중심주파수의 이동 및 현저한 진동량의 감소로 보아 포스트텐션 적용으로 슬래브의 고강성이 이루어진 것을 알 수 있다. 또한 진동량이 감소되었다는 것은 바닥충격음 감소에도 역할을 할 것으로 판단된다.

▶ 포스트텐션 플랫 플레이트 슬래브(250mm) vs 벽식구조 슬래브(210mm) 비교 평가 : 맨슬래브

- 슬래브의 많은 부분을 구속하고 있는 내력벽식 구조에서 기둥식구조로 변경 시, 고유진동수는 벽식구조 대비 저주파수 대역으로 이동(28.6Hz → 19.1Hz)한다. 이는 중량충격음의 충격원인 뱅머신과의 공진을 피할 수 있는 좋은 방법으

로 중량충격음을 현저히(6.5dB 감소) 떨어뜨릴 수 있었던 것으로 판단된다.

- 슬래브 중간의 기둥 수를 줄이기(경간비의 증가) 위한 방법으로도 사용되는 포스트텐션 공법은 경간비의 증가로 인한 슬래브 진동을 당초 우려했었다. 그러나 본 연구에서 측정된 결과와 같이 벽식구조 210mm 슬래브 대비 약 1/10의 진동량으로 측정되었다. 이는 슬래브의 두께 증가분과 강선 긴장으로 인한 슬래브의 고강성화가 진동량을 줄이는데 기여했다고 판단된다.

4. 결 론

슬래브 중간의 기둥 수를 줄이기(경간비의 증가) 위한 방법으로도 사용되는 포스트텐션 공법은 경간비의 증가로 인한 슬래브 진동을 당초 우려했었다. 그러나 본 연구에서 측정된 결과와 같이 벽식구조 210mm 슬래브 대비 약 1/10의 진동량으로 측정되었다. 이는 슬래브의 두께 증가분과 강선 긴장으로 인한 슬래브의 고강성화가 진동량을 줄이는데 기여했다고 판단된다.

표 1] 포스트텐션 적용 플랫 플레이트 슬래브 대비 벽식구조 일반 슬래브의 특성

구 분	측정 항목	벽식구조(210mm)			포스트텐션 플랫 플레이트			포스트텐션 특징
		1	2	평균	1	2	평균	
바닥슬래브 진동	고유진동수(Hz)	28.4	28.8	28.6	17.8	20.3	19.1	중심주파수의 이동
	진동량(cm/s ²)	11.3	10.3	10.8	0.9	1.1	1	벽식 대비 약 10배 감소
바닥충격음	중량충격음(dB)	48	48	48	41	42	41.5	일반 대비 6.5dB 감소

표 2] 플랫 플레이트 구조에서의 일반 슬래브 대비 포스트텐션 슬래브의 특성

구 분	중심주파수(Hz)			진동량(cm/s ²)			비 고
	1	2	평균	1	2	평균	
포스트텐션 적용	17.8	20.3	19.1	0.9	1.1	1.0	거실 면적 : 5.5 * 4.5m
일반	17.5	15.6	16.6	2.9	4.4	3.7	거실 면적 : 4.6 * 4.2m
포스트텐션 특징	일반 대비 고주파로			일반 대비 진동량 감소			슬래브 강성 증가에 따른 변화로 판단