

대공간 교육시설에 사용되는 합성보 및 콘크리트 슬래브의 진동평가에 대한 연구

A Study for Vibration Characteristics of RC Slab with Hybrid Beams in Large Span Educational Facilities

이 경 훈* 정 은 호**
Lee, Kyoung-Hun Jeong, Eun-Ho

Abstract

In this study, vibration characteristics of reinforced concrete slab in large span educational facilities were evaluated. A 21.75m X 14.4m full scale reinforced concrete slab specimen was constructed with pre-flex hybrid beams. Vibrations were generated by three different methods such as free falling method of a 6kg sand bag, a 70kg person walking method and impact method by impulse hammer. Vibrations were generated more than 3 times at single location. Vibration characteristic data were collected by SA390 signal analyzer machine at 5 different locations.

키워드 : 대공간 교육시설, 진동특성, 프리플렉스 합성보, 바닥판 진동

Keywords : Large span educational facilities, Vibration characteristics, Pre-flex hybrid beam, Slab vibration

1. 서론

1-1. 연구의 목적

프리플렉스 합성보(Preflex Hybrid Beam)는 철골보에 미리 설계하중을 재하한 후 강재보의 하부 플랜지에 고강도 콘크리트를 타설하고 양생하여 콘크리트에 압축 프리스트레스를 도입하는 일종의 프리스트레스트 공법으로 강재보와 프리스트레스트보를 혼합한 합성구조이다. 프리플렉스 합성보는 건축 계획상 장스팬의 공간이 필요한 학교체육관을 비롯한 공항시설 등에 적용되고 있으며, 다른 구조형식에 비하여 경제적인 뿐만 아니라 공간의 활용면에서 큰 이점을 가지고 있다.

대공간 교육시설에 적용된 프리플렉스 합성보의 정확한 진동특성을 규명하기 위하여 본 연구에서는 실물크기의 실험체를 제작한 후 진동수를 직접 측정하는 방식으로 실험을 수행하였다. 현행 진동에 의한 사용성능 평가에 대한 기준은 철근콘크리트 바닥 구조를 대상으로 제안된 것이어서 프리플렉스 합성보로 구축된 바닥판의 진동특성을 측정하는 것은 매우 의미 있는 실험이라 할 수 있다.

진동기준에 대한 규준 및 진동의 허용치는 각 나라마다 서로 다르게 규정하고 있으며, 고유치해석(Eigen Value Analysis)을 통한 고유진동수(Natural Frequency) 산정이나 감쇠율(Damping Ratio) 등을 이론해석에 의해서 평가하기란 합리적이지 않다고 판단된다. 따라서 본 연구에서는 21.75m 길이의 대공간 교육시설 바닥판에 대한 진동특성을 측정하여 사용성능을 평가하는 것을 목적으로 한다.

* 주저자, 성화대학 건축계열 교수(leekhun@gmail.com)

** 교신저자, 극동정보대학 건축과 교수

I-2. 연구의 방법 및 범위

대공간 교육시설 바닥판의 실물 실험체를 제작한 후 다양한 방법으로 진동특성을 평가하였다. 진동특성을 측정하는 실험의 방법 및 범위는 다음과 같다.

① 국내·외 진동기준에 관련된 자료를 수집하고 이를 분석하여 대공간 교육시설 바닥판의 진동성능 평가기준을 마련한다.

② 이론해석결과를 근거로 대공간 교육시설 바닥구조의 진동특성을 예측하고 실물과 유사하게 실험체를 제작하여 여러 곳에서 측정된 결과와 해석결과를 비교하여 사용성능을 평가한다.

③ 가진(加振)은 6kg의 모래주머니 낙하, 보통사람의 보행 및 임펄스해머(Impulse Hammer)에 의한 충격 등을 이용하여 저주파수와 고주파수 영역별로 진동특성을 평가한다. 또한, 대공간 교육시설 바닥판의 진동특성과 바닥판에 가속도계를 설치한 상태에서 합성보를 가진(加振)하는 경우의 진동특성을 각각 평가한다.

II. 건축물의 거주성능 평가

II-1. 거주성능 평가의 기본 개념

진동에 대한 거주성능은 바닥구조의 응답으로부터 얻어지는 진동수, 진동진폭, 감쇠율을 조합하여 평가된다. 바닥구조의 응답을 측정하기 위한 가진조건은 바닥구조에 일상적인 진동원으로 예상되는 것과 유사한 조건으로 진동을 발생시킨다. 일반적인 가진원으로는 1인 보행, 2인 보행 또는 heel drop 등이 있다.

II-2. 국내외 연구동향

김기철 등은 테크플레이트를 이용한 합성슬래브의 고유진동수와 강성과의 관계를 규명하고 해석과 실험으로 구한 고유진동수에 대하여 국외진동기준의 사용성에 대한 평가를 수행하였으며, 김태윤 등은 1994년 기존 고유진동수 예측 식에 대한 전산화 프로그램의 기본형을 제시하였다. 바닥진동에 대한 국외 연구는 오래전부터 상당히 많은 연구가 진행되었는데 1996년 K.H Lenzen은 바닥구조의 수직진동에서 고유진동수의 이론식은 영향인자를 모두 고려한다면 제안식을 구성하기 어렵다고 지적하였다. 또한 T.M. Murray는 건물바닥의 진동에서 거주건물, 오피스빌

딩, 판매시설, 체육관 등에서의 바닥진동을 제어할 수 있는 해석적 방법과 개념을 정리하였으며, “Acceptability Criterion for Occupant-Induced Floor Vibration”에서 바닥구조의 진동평가에 대한 실험적 연구를 통해 당시 각종 기준에서 제시하고 있는 진동평가 척도들은 모두 평가결과가 일관된 값을 제시하지 못하여 일반적으로 바닥구조의 감쇠효과를 크게 저평가하고 있음을 지적하고 실험결과를 근거로 감쇠계수를 고려한 진동평가식을 제안하였다.

II-3. 진동특성 평가의 각국 기준

1) 국내 합성테크 바닥구조 설계기준

1998년 제정된 합성테크 바닥구조 설계기준에서 제시하고 있는 합성테크 슬래브 바닥구조의 고유진동수 계산식은 지점조건에 따라 표 1과 같이 규정하고 있다.

합성테크 바닥구조 설계기준에서 제시된 바닥구조의 진동에 대한 사용성 기준은 일방향 슬래브의 진동수 계산식을 사용하여 계산된 고유진동수가 15Hz 이상으로 되도록 규정하고 있다.

표 1. 국내 합성테크 바닥의 고유진동수 계산식

지지조건	고유진동수(Hz)
단순지지	$\frac{1}{0.178\sqrt{\delta}}$
캔틸레버	$\frac{1}{0.161\sqrt{\delta}}$
양단고정	$\frac{1}{0.175\sqrt{\delta}}$
1단고정 1단힌지	$\frac{1}{0.177\sqrt{\delta}}$

* δ : 슬래브에 작용하는 사용하중에 의한 즉시 처짐

2) 일본기준

(1) 보정가속도 레벨

일본에서는 일반적인 공해진동의 측정단위로 진동레벨을 사용하고 있다. 이는 ISO 2631(5)에 근거를 두어 사람 및 건물의 영향을 고려하여 주파수에 따른 보정을 한 보정가속도 레벨이다. 사람이 진동을 느끼는 감각은 진동방향에 따라 다르기 때문에 진동레벨을 연직방향과 수평방향에 표 2와 같이 보정치(C_n)가 다르게 주어진다.

표2. 진동레벨 보정치

Hz	C_n (dB)	
	연직방향	수평방향
1	-6	3
2	-3	3
3	0	-3
6.3	0	-7
8	0	-9
16	-6	-15
31.5	-12	-21
63	-18	-27
90	-21	-30

진동가속도 및 속도 혹은 변위의 크기를 dB 단위로 환산하기 위한 식은 다음과 같다.

$$a = [\Sigma a_n^{2n} 10^{C_n/10}]^{1/2} \quad (1)$$

$$dB = 20 \log \frac{a}{a_0} \quad (2)$$

$$dB = 20 \log \frac{v}{v_0} \quad (3)$$

III. 대공간 교육시설 바닥판의 진동평가 실험

III-1. 실험개요

본 연구에서는 대공간 교육시설 바닥판의 가속도 계측값과 각 부재들의 고유진동수를 계측하였다. 가진방법은 일본건축학회의 “합성보구조 설계지침”에 수록된 방법을 채택하였고, 위치는 프리플렉스합성보 상부면과 슬래브 상부면에서 각각 계측하였다.

실험체의 진동원으로 연속진동 및 충격진동의 두 가지를 사용하였다. 연속진동원으로는 체중이 약 70kg인 일반인 1인 보행하중을 사용하여 저차 및 고차진동수를 분석하였다. 충격 진동원으로는 임펄스해머(Impulse Hammer) 및 모래주머니 낙하를 이용하였다. 모래주머니의 낙하실험은 고유진동수의 분석을 위한 것이며, 임펄스해머는 저차와 고차의 감쇠율 및 진동수를 분석하기 위함이다.

각 가진 방법에 따른 진동응답은 서보 가속도계로 측정하였다. 보의 중앙에 진동계측용 가속도계를 설치하고 설정된 가진 위치에서 가진 시 각 부재의 진동형태를 계측하였다. 이러한 방법으로 가진하여 진동계측 후 진동 가속도계는 그대로 둔 채 가진위치를 다른 부재의 중앙부로 이동하여 각 부재의 진동

특성을 계측하였다.

진동수의 응답은 각 측정점마다 3회씩 타격하여 평균치를 측정하였다. 이때, 기여도 함수(Coherence Function)를 확인하여 신호가 정확하지 않을 경우 가진을 재 실시하였다. 진동수 계측의 범위는 20Hz, 50Hz 및 100Hz로 설정하였는데 20Hz의 경우는 프리플렉스 합성보의 진동특성을 감안하여 정확한 고유진동수를 계측하기 위한 진동수이며, 50Hz와 100Hz는 슬래브의 고유진동수 계측과 두 개의 구조 부재사이에 나타나는 고유진동수에 의한 영향력을 조사하기 위함이다.

진동의 계측에 사용된 장비의 목록 및 형태는 표 3과 그림1 ~ 그림3에 나타내었다. 본 측정에서 사용된 가속도 센서는 민감도가 매우 높은 센서로서 저차 진동수 영역의 측정에도 매우 큰 장점을 가지고 있다. 임펄스 해머는 슬래브를 가격한 후, 임펄스 해머의 선단에 부착되어 있는 센서를 이용하여 진폭과 위상특성 등 가진력을 완벽히 표현할 수 있는 장비이다.

표3. 계측장비 목록

측정기기	품 명	특성 및 민감도
Signal Analyzer	Scientific Atlanta SA390	채널수: 4 CH
Accelerometer	Dytran 3191A	4,910 mV/g
Impulse Hammer	LIXIE 300	0.97 mV/Lb-F



그림1. 주파수분석기



그림2. 가속도센서



그림3. 임펄스 해머

III-2. 프리플렉스 합성보의 진동특성 실험

1) 실험계획

그림 4는 대공간 교육시설 바닥판 진동특성 계측을 위한 실험체의 평면도로 가로 21.75m, 세로 14.4m의 크기로 제작되었다. 그림 5와 그림 6은 각각 실험체의 횡단면도와 종단면도를 나타낸다.

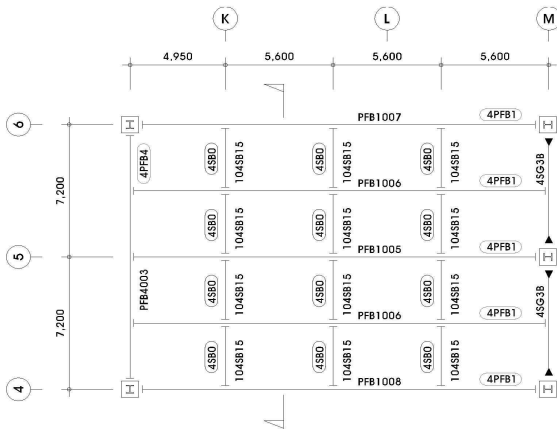


그림4. 실험체 평면도

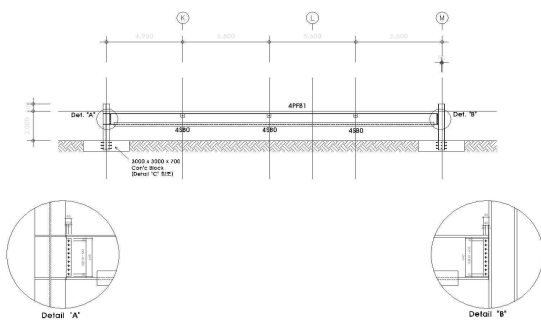


그림5. 실험체 횡단면도(6열)

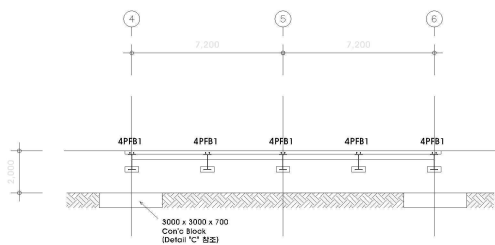


그림6. 실험체 종단면도

2) 하중재하 및 실험방법

(1) 고정하중 재하물 산정

① 실험체 바닥면적 : $7.2m \times 21.75m = 156.6m^2$

② 재하물 산정

모래주머니 사용

마감하중 : $1,600kgf/m^3 \times 0.04m = 64kgf/m^2$

③ 배치방법 : 40mm 두께의 모래를 실험체 전면에 재하

(2) 진동실험방법

실물로 제작된 실험체에 대해서 다음 두 가지 조건하에서 실험을 실시하였다. 첫 번째는 실험체 자중만 고려된 상태에서 계측을 실시하며, 두 번째는

$64kgf/m^2$ 의 마감하중을 재하한 상태에서 계측을 실시하였다.

① 실험체 자중만 고려한 상태

실험체에 하중을 재하하지 않은 상태에서 계측센서와 충격을 가하는 것을 의미한다. 이것은 실험체가 갖는 순수한 고유진동수를 측정하기 위함이다. 실험체에 표와 같은 가진방법(보행, 모래주머니, 임펄스 해머)에 따라 각각 3 차례에 걸쳐서 진동계측을 실시한다.

표4. 가진 종류별 분석대상

가진방법	진동수		감쇠율	
	저차	고차	저차	고차
보행	○	○	-	-
모래주머니	○	○	○	○
임펄스 해머	○	○	○	○

② 실험체에 마감하중이 재하된 상태

실물로 제작된 실험체에 $64kgf/m^2$ 의 추가하중을 재하 한다. 실험체에 하중 재하가 없는 경우와 동일한 가진 방법에 따라 각각 3 차례에 걸쳐서 진동계측을 실시한다.

③ 계측부위

실제적으로 진동하는 부재는 슬래브이지만 슬래브가 갖는 고유진동수는 보의 강성에 따라 영향을 받기 때문에 이러한 부재의 상호 연관성을 조사하기 위하여 계측부위는 보와 슬래브 상부로 한다.

i) 슬래브

두 개의 프리플렉스 합성보 중앙에 센서를 설치하여 계측한다. 실제로 발생하는 진동은 고유진동수에 의해 결정되지만, 그 외에도 감쇠율, 반진폭 등 여러 가지 요인에 영향을 받을 수 있으므로 처짐이 가장 큰 중앙부가 계측부위로 적합하다.

ii) 프리플렉스 합성보

프리플렉스 합성보 또한 같은 이유로 중앙을 계측하는 것이 적합하다. 센서 부착 시 슬래브나 보 부분에 아주 밀착이 되도록 확실히 고정한다.

④ 계측위치와 가진위치

계측위치는 그림 7과 같이 5열의 프리플렉스 보 상부에서 두 군데, 그리고 인접한 슬래브 중앙에서 한 군데를 채택하여 총 세 군데에서 계측을 수행하였다. 가진 위치는 그림 8에서와 같이 다섯 군데에서 보행, 모래주머니 및 임펄스해머를 이용한 가진을 수행하였다. 모든 계측은 각각 3회 이상에 걸쳐 실험을 수행하였다.

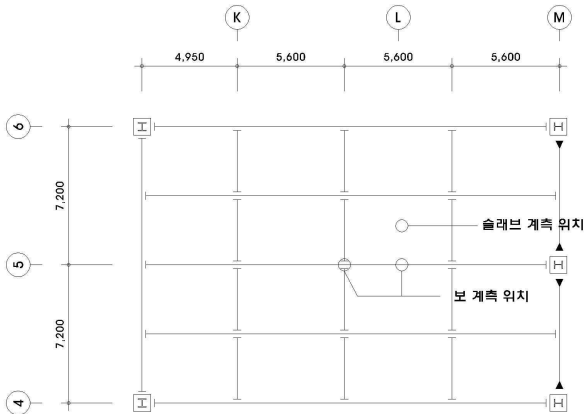


그림7. 계측 위치

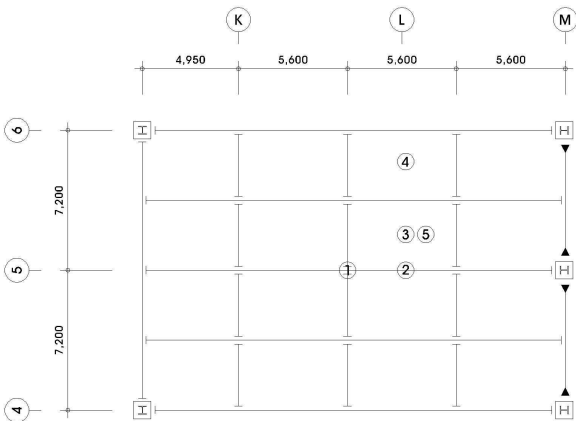


그림8. 가진 위치

III-3. 대공간 교육시설 바닥의 진동해석

1) 이론해석

유럽기준 및 일본기준에서 제시하는 보의 단부경계조건에 따른 고유진동수 산정결과를 나타내면 아래의 표 5과 같다. 여기서 보의 단면성능은 표 6를 적용하였다. 표 6과 같이 각 국에서 제시하는 기준식의 단부고정도에 따른 계수를 변화시켜 볼 때 대공간 교육시설 바닥에 적용될 프리플렉스 합성보의 고유진동수는 4.10Hz~4.62 Hz 범위로 예측되며, 슬래브에서의 예측치는 측정치와 해석치의 오차범위를 보정한 결과 19.93Hz~24.81 Hz 일 것으로 예측된다.

표5. 대공간 교육시설의 예상 고유진동수(Hz)

예측대상 건축물	CEN EC 3/1			일본건축학회			반진폭 (μm)	이론해석		예상진동수	
	기본진동모드의 진동수 계수(a)			보 단부 고정도(a)				보	슬래브	보	슬래브
	9.869 (단순지지)	15.418	22.370 (양단고정)	0.0 (단순지지)	0.50	0.80 (양단고정)					
대공간 교육시설	3.22	5.031	7.29	3.207	4.020	4.507	14.15	3.154~7.018	22.415	4.101~4.616	19.926~24.813

표6. 프리플렉스 보의 환산폭과 환산높이

측정대상 건물	강재 (mm)	슬래브 (mm)	하콘크리트 (mm)	부스팬 (m)	보스팬 (m)	환산폭 (mm)	환산높이 (mm)
대공간 교육시설	750x350x15x30	3600x150	650x250	21.75	650	686.4	6

2) 실측 및 해석결과의 비교

(1) 실물 프리플렉스 보의 실측결과

측정대상 건물에서 측정된 진동특성, 이론해석에 의한 결과 및 기준식에 의한 결과를 비교하여 나타내면 표 7(a), 표 7(b)와 같다.

① 가진방법과 가진위치의 변화에 따른 고유진동수 분석

표7(a). 가진위치에 따른 고유진동수의 변화 (프리플렉스 보)

가진위치 \ 가진방법	1	2	3
임펄스 해머	4.542	4.625	4.583
모래주머니	4.583	4.667	4.563
인간보행	4.625	4.583	4.646

표7(b). 가진위치에 따른 고유진동수의 변화 (슬래브)

가진위치 \ 가진방법	4	5
임펄스 해머	28.46	28.42
모래주머니	28.50	28.50
인간보행	28.38	28.29

표 7(a)와 표 7(b)에서 보는 바와 같이 가진방법과 가진위치를 달리하여 고유진동수의 변화를 살펴본 결과 동일 위치에서 프리플렉스 보나 슬래브 모두 거의 동일한 고유진동수를 가진다는 것을 알 수 있었다.

프리플렉스 보의 경우, 임펄스 해머를 사용하여 가진 시 고유진동수는 4.542Hz~4.625 Hz, 모래주머니를 사용시 4.563Hz~4.667 Hz, 1인보행시 4.583Hz~4.646 Hz로 거의 유사한 고유진동수를 나타내었다. 슬래브의 경우 역시, 임펄스 해머를 사용하여 가진 시 고유진동수는 28.42Hz~28.46 Hz, 모래주머니 사용 시 28.50 Hz, 1인보행 시 28.29Hz~28.38 Hz로 거의 유사한 고유진동수를 나타내고 있다. 즉, 가진방법과 가진위치에 따라서 고유 진동수가 크게 달라지는 것은 아니며, 거의 유사한 고유진동수를 발생시킨다는 것을 알 수 있다.

② 마감하중 적재에 따른 고유 진동수 분석

모래를 이용하여 마감재에 의한 고정하중을 적용하였을 경우, 동일한 가진위치에서의 가진방법의 변화에 따라 고유진동수를 분석하였다. 그 결과, 가진위치의 변화에 따라 고유진동수의 차이가 거의 없는 것으로 나타났다.

프리플렉스 보의 경우를 보면 임펄스 해머로 가진 시 평균 4.354 Hz, 1인 보행의 경우 평균 4.354 Hz를 나타냈다. 슬래브의 경우를 보면 임펄스 해머로 가진 시 평균 27.022 Hz, 1인 보행의 경우 평균 26.797 Hz로 나타났다.

(2) 실측 및 해석결과의 비교

대공간 교육시설 바닥판에 사용될 프리플렉스 보의 실물모형에 대한 진동실험에 앞서 이론해석을 수행하였으며, 이론해석 결과를 각 나라의 여러 기준들과 비교 검토하였다. 이를 바탕으로 대공간 교육시설 바닥에 설치될 프리플렉스 보에 대한 실험체를 실물 크기로 제작하여 각각의 조건을 변화시켜 가면서 진동을 측정하였다.

실제 대공간 교육시설 바닥과 실험체가 여러 조건에 있어 거의 유사하게 제작된 상태에서 실험을 실시한 결과 프리플렉스 보의 경우 예상 진동수와 거의 유사하게 나타났다. 그러나 슬래브의 경우, 측정치와 이론해석 결과 및 기준식에 의한 결과를 비교해 볼 때 약 10~30% 정도의 오차의 범위를 보인다. 이는 실험당시 서브 빔과 슬래브가 일체화 되지 않아 발생된 것으로 판단되며, 서브 빔과 슬래브가 일체화 되면 진동수는 다소 감소할 것으로 예상된다.

IV. 요약 및 결론

IV-1. 요약

본 연구에서는 대공간 교육시설 바닥구조의 진동에 대한 이론해석을 수행한 후, 실물모형의 프리플렉스 합성보의 바닥진동을 측정하였다. 실측값과 이론값의 비교 및 진동기준과의 비교를 통하여 장스팬 프리플렉스 합성보의 진동특성(진동주기 및 진동수, 최대가속도)의 규명과 바닥구조의 안전성 및 사용성을 평가하였다.

1) 이론해석 결과

실제 건물에서 단순지지보의 단부조건은 이상적인 편지지 상태라 볼 수는 없으므로 기준식 및 이론해석 시 단순지지 보로 고려하여 프리플렉스 합성보의 진동수를 산정한 결과, 대공간 교육시설 바닥구조의 고유진동수는 4.101Hz~4.616Hz 범위로 예측되며, 슬래브는 19.926Hz~24.813Hz 범위로 예측된다.

2) 시험체의 진동특성 실험결과

(1) 가진방법과 가진위치의 변화

대공간 교육시설 바닥구조의 고유진동수는 임펄스 해머를 사용하여 가진한 경우 4.542Hz~4.625 Hz, 모래주머니를 사용하여 가진한 경우 4.563Hz~4.667 Hz로 각각 나타났으며, 1인 보행 시 4.583Hz~4.646 Hz로 가진 방법에 따라 큰 차이는 나타나지 않았다.

슬래브의 고유진동수는 임펄스해머로 가진 시 28.42Hz~28.46 Hz, 모래주머니로 가진 시 28.50 Hz, 1인 보행의 경우 28.29Hz~28.38 Hz로 각각 나타났으며, 프리플렉스 합성보와 같이 가진 방법에 따른 차이는 보이지 않았으며 고유진동수는 28.29Hz~28.50 Hz로 나타났다.

이상과 같은 결과로부터 프리플렉스 합성보나 슬래브 모두 가진 방법 및 위치와 무관하게 유사한 고유진동수를 나타내고 있음을 알 수 있었다.

(2) 마감하중 재하

마감하중을 재하한 경우, 프리플렉스 보의 고유진동수는 임펄스해머로 가진 시 평균 4.354 Hz, 1인 보행의 경우 평균 4.354 Hz로 나타났다. 슬래브의 고유진동수는 임펄스해머로 가진 시 평균 27.022 Hz, 1인 보행의 경우 평균 26.797 Hz로 나타났다.

3) 실험체의 진동특성에 관한 적합성 여부

표 8에서는 실험체의 진동 실측결과, 해석결과 및 기준식에 의한 결과를 나타내고 있다. 대공간 교육시설 바닥판의 경우 표 8에서와 같이 실측치와 해석

결과 및 기준식에 의한 결과가 아주 미소한 차이를 보이고 있어서 이를 각 기준에서 제시하고 있는 허용기준과 비교하면 사용성에서 적합함을 알 수 있었다.

표8. 프리플렉스 합성보의 고유진동수 및 적합성 여부

측정대상 건축물	실측결과 (Hz)	이론해석결과 (Hz)	기준식에 의한 결과			적합성 여부		
			Euro code (Hz)	일본건축학회		Euro code 3		일본건축학회
				고유진동수 (Hz)	반진폭 (μm)	허용치 (Hz)	적합성	
대공간 교육시설	4.584	3.154	3.207	3.207	14.15	3 이상	적합	적합

슬래브의 경우 표 9에서 보는 바와 같이 실측치와 이론해석 결과 모두 유럽기준, 일본 기준 및 국내의 설계 기준안에서 정적 치짐한계를 고려한 바닥판의 허용범위를 모두 만족하는 것으로 나타났다.

표9. 슬래브의 고유진동수 및 적합성 여부

측정대상 건축물	실측결과 (Hz)	이론해석결과 (Hz)	적합성여부			
			Euro code 3		일본건축학회	
			허용치 (Hz)	적합성	허용치 (Hz)	적합성
대공간 교육시설	28.42 ~ 28.46	19.926 ~ 24.813	3 이상	적합	15 이상	적합

IV-2. 결론

대공간 교육시설 바닥진동을 이론해석 후 각국의 진동기준과 비교하여 진동특성을 예측하고 실물크기로 제작된 실험체의 진동특성실험을 통하여 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

1) 프리플렉스 합성보를 이용한 대공간 교육시설 바닥구조의 이론해석 결과, 보의 진동수는 3.154Hz, 슬래브의 진동수는 22.415Hz, 반진폭은 14.15 μm 로 국내, 유럽 및 일본의 진동 허용기준을 만족하고 있는 것으로 나타났다.

2) 프리플렉스 합성보를 이용한 대공간 교육시설 바닥구조 실험체의 진동 측정결과, 보의 진동수는 4.354 Hz, 슬래브의 진동수는 27.022 Hz로 국내, 유럽 및 일본의 진동 허용기준을 만족하고 있는 것으로 나타났다.

3) 프리플렉스 합성보를 이용한 대공간 교육시설 바닥의 진동 가속도는 50.46dB로 국내 생활 진동규제기준인 65dB 미만을 만족하는 것으로 나타났다.

이상과 같은 결과로부터 프리플렉스 합성보를 사용한 대공간 교육시설 바닥구조의 진동특성에 대한 사용성은 적합한 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 김기철, 최원호, 이동근, “건물 바닥판 진동의 사용성 기준에 관한 고찰,” 대한건축학회 학술발표회논문집, 19권 1호, pp.75~80, 1999.
2. 김태운, 김희철, “합성데크를 사용한 바닥판의 동적하중 이론식 개발,” 한국지진공학회 춘계학술발표회 논문집, 제 3권 제 1호, 1999년.
3. K.H. Lenzen, “Vibration of Steel Joist Concrete Slab Floor,” Engineering Journal, Vol. 3, No. 1, pp.133~136, 1996.
4. T.M. Murry, “Building Floor Vibration,” AISC Journal, pp.102~109, 3rd Qt., 1991.
5. 대한건축학회, “합성데크 바닥구조 설계기준(안) 및 해설,” 1998
6. 日本建築學會, 建築物の振動に關する居住性能評價指針同解説, 1991.

(논문투고일 : 2010.10.30, 심사완료일 : 2010.11.30, 게재확정일 : 2010.12.24)