

대형 구조물 바닥판의 동적 거동 및 제어

Vibration Control and System Identification of Long Span Slab

황재승* · 김장윤**
Hwang, Jae Seung, Kim, Jang Yun

Key Words : Vibration of slab, Dynamic Characteristic, Vibration control, System identification,

ABSTRACT

As the slab is longer and lighter, it is more sensitive to the external force so that the vibration of slab and noise induced by the slab vibration is bigger than expected in normal slab. The purpose of this study is to investigate how the dynamic characteristic of slab is different from the normal slab through the system identification and to evaluate the vibration control performance when the damper system is installed. Finally, we was trying to understand by what mechanism the slab noise is induced from the slab vibration. The relationship between the vibration and the noise of slab is shown by the numerical simulation.

2.1 실험대상

본 연구의 대상 건물은 철근콘크리트조의 벽식아파트의 바닥판을 대상으로 하였으며[그림 1], 거주자의 이동이 많은 거실 바닥판을 대상으로 하였다. 진동 계측은 임의의 외력이 작용할때의 시간에 따른 바닥판의 수직 자유진동을 계측하기로 한다.

1. 서론

바닥판의 스패 크기가 증가하고 경량화 될수록 외부하중으로 인한 진동 및 소음의 영향이 커져, 바닥판의 거주성 및 사용성이 저하된다. 사무소 건물의 경우, 바닥판 진동에 장기간 노출되는 경우 작업능률이 현저하게 떨어지는 물론, 생리적 반응에 따라 다양한 형태의 거부감을 나타내고 있다.

본 연구에서는 바닥판의 거주성, 사용성 평가에 필수적인 바닥판의 동적특성을 진동실험을 통하여 평가하였고, 가진 위치에 따라 진동수 및 감쇠비의 변화를 고찰하였다.

2. 진동실험에 의한 바닥판의 동적특성

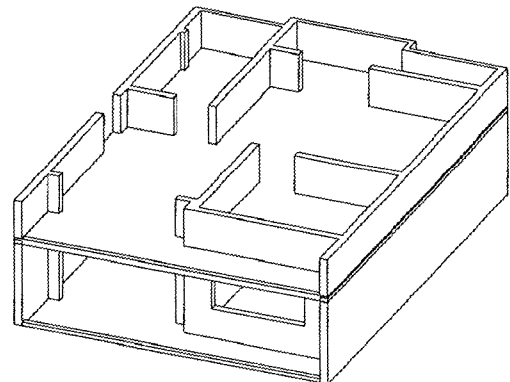


그림 1. 실험체의 모형

* 전남대 건축학부 교수
E-mail : jshwang@jnu.ac.kr
Tel 032-530-1641

** 전남대 건축학부 석사과정

다음 그림 2는 실험대상 구조물의 거실 평면과 센서의 계속 위치 및 타격위치를 나타낸다.

굵은 선으로 표시한 것은 본 연구에서 실험하기 위한 바닥판의 실험 대상영역으로 장변의 안목길이가 6170mm, 단변의 안목길이가 3800mm이며, 슬래브의 두께는 150mm이다. 바닥판은 실제 시공중에 일체로 타설되기 때문에 본 연구에서는 바닥판의 3번고정 1번 자유로, 바닥판의 두께는 시공오차로 발생할수 바닥판의 두께는 무시하고 균일한 면으로 가정하였다. 본 연구에서 정한 바닥판 모듈은 장변의 길이가 1556mm, 단변의 길이가 950mm로 정하여 각각 장변과 단변을 4등분 하였으며, 그 부분에 가속도계의 위치와 충격을 발생을 위한 백머신의 타격위치를 정하였다. 그림 3에서 세모꼴은 센서의 위치를 나타내며, 원 표시는 타격위치를 나타낸다.

2.2 계측 시스템

본 연구에 사용된 계측시스템에는 바닥판의 진동수의 대역을 포함하는 가속도계(Acceleration Transducer) 및 가속도계에서 응답한 미소 전류를 증폭시키기 위한 AMP는 PCB 사 제품이 사용 되었다.[표 1]

표 1. 가속도계 및 AMP의 사양

가속도계	Supply Voltage(V)	27
	Supply Current(mA)	2(±0.6)
	Time Constant(sec)	10
	Voltage Gain	1:1(±2%)
	Frequency Response(Hz)	0.05
앰프AMP -480C02	Voltage Sensitivity(mV/g)	
	Transverse Sensitivity	%
	Resonant Frequency	12.0kHz
	Range	±5g
	Resolution	0.000005g

AMP로부터 증폭되어진 응답신호를 저장하는 일련의 과정은 LabVIEW프로그램을 이용하여 처리하였다. LabVIEW 프로그램은 외부소스로부터 데이터를 수집

할 때 필요한 많은 VI들로 구성되어 있다. LabVIEW를 사용하면 각종 신호의 측정, 외부 시스템에 신호 출력, 미지의 주파수 측정등에 사용할수 있다. 또한 바닥판의 거동을 화면을 통해 실시간으로 관찰할 수 있으며, 취득한 데이터 분석에 용이한 프로그램으로 많은 종류의 내장 함수를 가지고 있다.

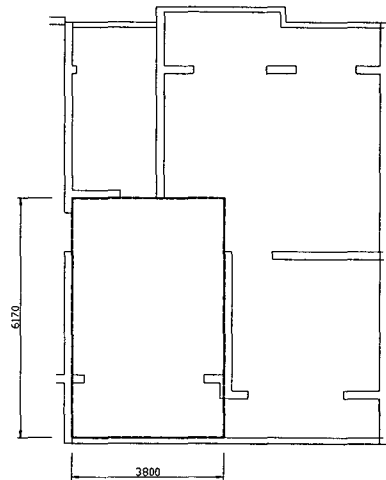


그림 2. 실험체의 평면

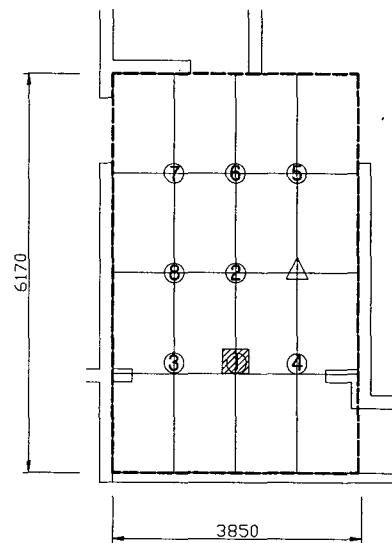


그림 3. 센서 및 타격위치

신호 처리에 사용된 DAQ 또는 Data Acquisition 는 전압, 전류와 같은 세상의 신호를 측정 또는 제어 하는 과정이며, 측정된 데이터를 분석 또는 저장하기 위해 컴퓨터를 사용하는 것을 의미하며 일반적으로 물리적인 신호를 전기적 신호로 변화시킨다.

신호 처리에 사용된 A/D 보드는 계측된 외부의 연속적인 신호를 컴퓨터가 처리할 수 있도록 디지털화 하는 일종의 샘플러이며 D/A 보드는 디지털화된 신호를 외부의 연속적인 신호로 내보내는 홀더(holder) 로써 신호에 직접적인 영향을 미친다. 본 실험에서 사용된 보드의 사양은 [표 2]에 나타나 있다.

표 2. DAQ card 및 BNC board의 사양

DAQ card -2040E	Analog input	Input Channels	16	
		Max sampling rate	200k	
		Resolution(bits)	12	
		Range(V)	±10	±5
		Gain	0.5	1.0
	Analog output	Channels	2	
		Resolution(bits)	12	
BNC-2090	Number of channel		16	
	Field connection		22	
	Power Requirement(DC V)		5	

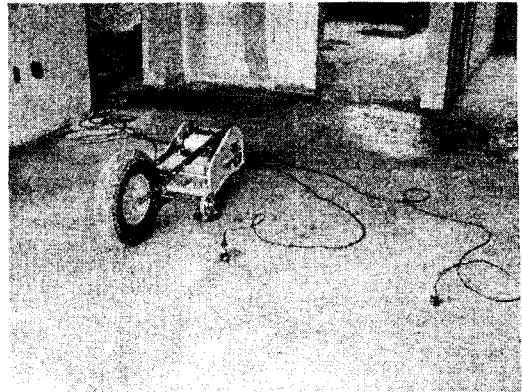


그림5. 가속도센서 및 뱃머신

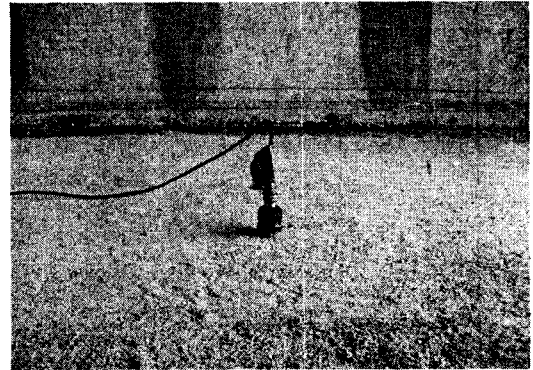


그림 6 가속도계 설치

다음 사진은 실험준비, 모듈작업, 계측등 일련의 실험 과정을 보여준다.



그림4. 모듈 작업을 통한 계측위치 설정

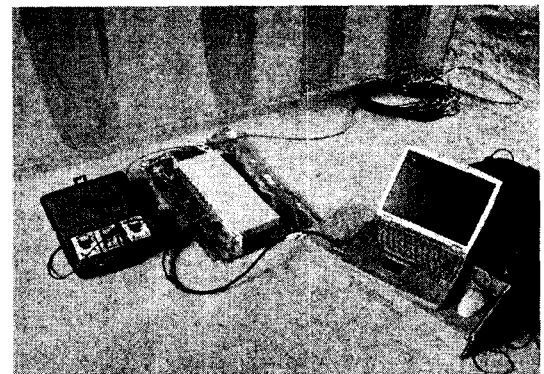


그림 7. 계측시스템

2.3 결과 분석

가속도계를 고정시켜놓은 상태에서 각각의 타격위치에 따른 바닥판의 수직진동을 시간영역과 주파수영역 해석으로 나타내었다. 시간영역해석에 대해 도식한 그림을 보면 충격에너지의 양은 임의의 값이지만, 즉 그 양은 일정하지만 타격위치와 센서와의 거리에 따라서 그 크기가 다르게 나타난다. 그리고 샘플링 (sampling) 간격이 4msec 이기 때문에 샘플링 주파수 (sampling frequency)는 250Hz이고 Nyquist 주파수 (Nyquist frequency)는 그 절반인 125Hz이다. 다음 그림은 제진장치 설치전 타격 후 계측된 시간이력과 진동수 영역 응답을 나타내는 예이다.

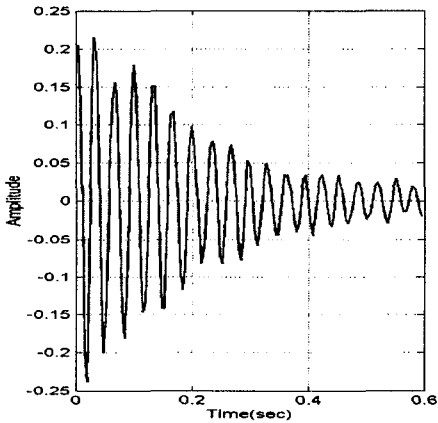
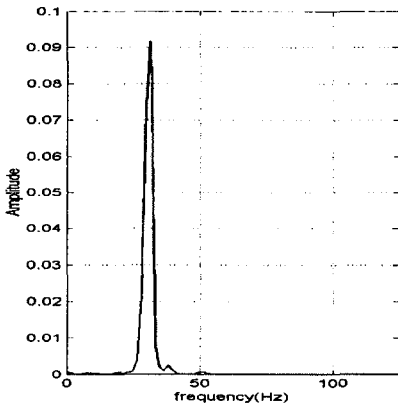


그림 8 number①에서 시간이력



실험을 통해 구한 각 타격점의 고유진동수를 보면 1차 모드는 29.8Hz~31.5Hz, 2차 모드와 3차 모드는 각각 36.7Hz~38.1Hz, 49.7Hz~51.3Hz에 존재한다는 것을 알 수 있으며 이를 정리한 것이 [표 3]에 나타나 있다.

표 3. 각 타격점에서의 고유진동수

타격점	natural frequency		
	1st mode	2nd mode	3rd mode
number ①	31.4570	38.0795	51.3245
number ②	29.8013	38.0795	49.6689
number ③	30.0000	36.6667	50.0000
number ④	31.4570	38.0795	51.3245
number ⑤	29.8013	-	-
number ⑥	30.0000	36.6667	50.0000
number ⑦	29.8013	38.0795	49.6689
number ⑧	29.8013	36.4238	49.6689

3. 결 론

바닥판의 주거성, 사용성을 평가에 필수적인 동적특성을 실험을 통하여 구하였다. 바닥판의 국부적인 지지조건과 가진, 계측 위치에 따라 진동수가 달라지는 경향을 보이고 있으며, 이것은 진동에 참여하는 바닥판의 모드질량이 영향을 미치는 것으로 판단된다.

국부적인 지지조건에 따라 진동에 참여하는 바닥판의 질량의 변화는 추후연구를 통하여 정량적으로 산정하고 이를 바탕으로 국부적 지지조건과 모드질량사이의 관계를 정립하고자 한다.

참 고 문 헌

- (1) Rudolph Szilard, 1974, Theory and Analysis of Plates : Classical and Numerical Methods., Prentice Hall.
- (2) Kenneth, G. M., 1995, Vibration Testing, John Wiley & Sons, Inc., New York.