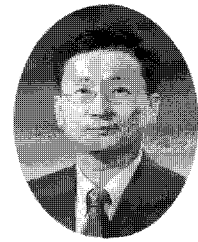


건축물 바닥진동 계측시 측정방법에 대하여

Measurement Method on the Vibration of Building Floor Slab



윤성원*
Yoon, Sung Won

1. 서론

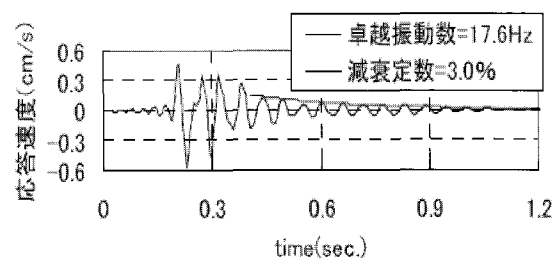
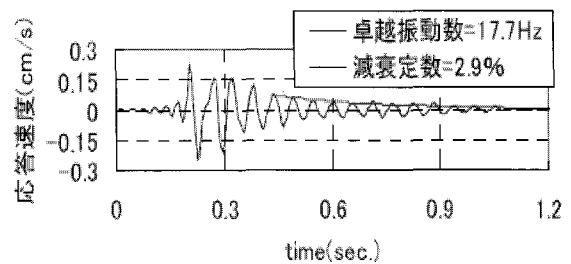
대형공간과 장스팬구조물에서는 바닥의 고유진동수가 저진동수 영역에 존재하는 관계로 바닥진동의 문제가 발생하기 쉽다. 이러한 바닥슬래브의 수직진동의 검토는 해외의 대부분의 진동기준에서는 바닥슬래브의 고유진동수와 최대응답가속도 값이 진동평가시에 기본 값으로 활용되고 있다. 바닥슬래브의 최대응답가속도 값은 1991년에 제정된 일본의 「건축물의 진동에 관한 거주 성능평가 지침·동해설」에서는 진동평가시에 계측된 시계열파형의 최대가속도를 기준으로 하고 있다. 그러나 2004년에 개정판에서는 진동평가시의 기준이 1/3옥타브밴드 중심주파수의 최대가속도 사용하는 것으로 변경되었다.

따라서 본 기사에서는 2004년 일본건축학회 학술 발표대회의 논문¹⁾의 번역을 기본으로 하여 RC조 바닥 진동 계측 결과를 분석하고, 1991년 기준의 최대가속도와 1/3 옥타브밴드 중심주파수의 최대가속도와의 비교는 물론이고 시정수, 가진회수, 개인차, 가진방법에 의한 차이점을 비교하는 것을 중심으로 설명하고자 한다.

2. 측정개요

지상 7층, 지하 1층 건물 SRC조 건물 내의 3층 RC바닥(span 6.2m×7.8m, Slab두께: 12cm)으로서 진동 특성은 그림 1과 같다.

진동원은 1인 보행, 1인 중중걸음(5회 왕복), 1인 제자리걸음(30~40회 정도), 1인 발뒤꿈치 충격(10회)으로서 피험자 수는 각3명이다. 측정위치는



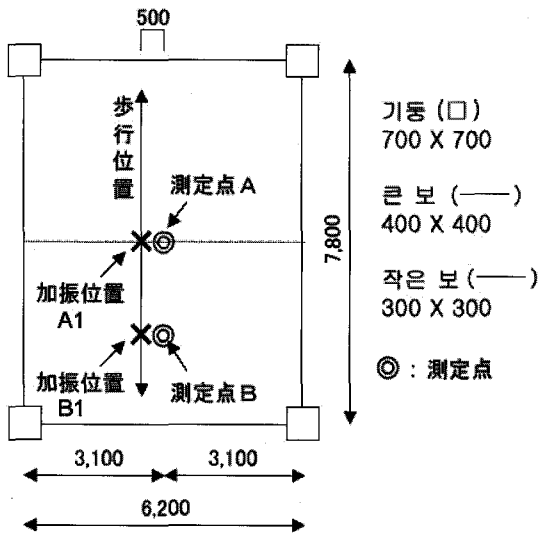
〈그림 1〉 계측건물의 진동 특성

* 서울산업대 건축학부 부교수

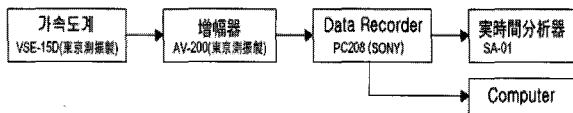
그림 2, 측량에 사용한 기기의 계통도·사양은 그림 3과 같다.

진동 계측에 사용한 계측장비의 계통도·사양을 그림 3에 나타냈다.

진동 픽업(pick-up)은 슬래브 위로 놓여진 철판 위에 직접 두었다. 측량 데이터는 현지에서 데이터 레코더에 수록한 후, 1/3 옥타브밴드 분석을 하고, 계측 시간 내에서 1/3 옥타브밴드 분석에 의한 가속도의 최대 값을 거주 성능평가 곡선과 비교하였다.



<그림 2> 측정 위치



<그림 3> 진동계측 사양도

3. 분석 결과

3.1 시간영역과 1/3 옥타브밴드 분석의 최대치

한사람보행에 대해서, 1/3 옥타브밴드 분석에 의한 가속도·속도·변위의 최대치(0-p)와 시계열파형의 최대치를 비교한 결과를 그림 4에 나타냈다.

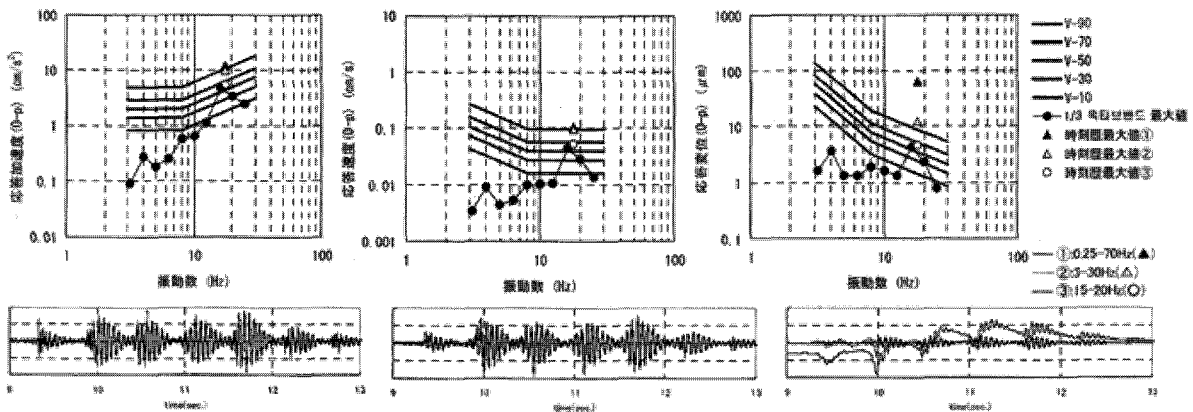
1/3 옥타브밴드 분석에 의한 경우, 물리 단위에 의한 차이는 없다. 시계열파형의 경우, 측정 조건의 영향이 크고 시계열파형 모양에 포함되는 진동수 범위가 측정기기의 대상 진동수 범위(①, 그림 3, 표 1 참조), 지침의 대상 진동수 범위(②, 3~30Hz)의 경우, 시계열파형 최대치는 1/3 옥타브밴드 분석에 의한 최대치보다 커지는 경향에 있고, 바닥의 고유 진동수 부근(③, 15~20Hz)의 경우(① 또는 ②로부터 공학적 판단을 할 경우) 1/3 옥타브밴드 분석에 의한 최대치(0-p)와 거의 일치하고 있다.

3.2 1/3 옥타브밴드 분석의 시정수

그림 5는 1인 보행에 대해서, 충격신호용 동특성

<표 1> 서보형 속도계와 증폭기의 조합에서의 사양

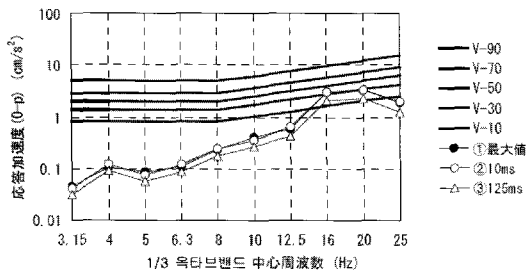
	변위(變位)	속도(速度)	가속도(加速度)
진동특성(振動特性)	변위(mm), 속도(m/s), 가속도(㉿) 동시 정수		
측정진동수범위(測定振動數範圍)	0.25Hz ~ 70Hz		
최대측정범위(最大測定範圍)	100mm	약 10cm/s	100cm/s ²
최소분해능력(最小分解能力)	약 1μm	0.0001cm/s	0.01cm/s ²



<그림 4> 시계열파형과 1/3 옥타브밴드 최대치 비교(1인 보행, 측정점 B)

(시정수10ms), 동특성Fast(시정수125ms)로 계측한 1/3 옥타브밴드 분석 결과와 1/3옥타브밴드 분석에 의한 가속도 최대치(0-p)을 비교한 것이다. 그림 5에서 ●은 컴퓨터 소프트웨어(FFT)를 이용해서 1/3옥타브밴드 분석에 의한 가속도를 계측하고, 중심주파수 3.15~25Hz의 10대역에 있어서의 최대가속도를 구한 것이다. ○은 시정수 10ms, △는 시정수 125ms로, 모두 실시간분석기에 의해 중심주파수 마다 1/3 옥타브밴드 분석에 의한 가속도레벨(dB)의 최대치를 구하고, 이를 가속도(cm/s^2)로 변환한 것이다. 1/3옥타브밴드분석에 의한 가속도최대치(0-p)와 시정수 10ms의 경우를 비교하면 (그림 5의 ●과 ○), 양쪽이 거의 일치하고 있다.

1인 종중걸음, 1인 제자리 걸음, 1인 발뒤꿈치 충격에도 같은 경향을 보이고 있다. 1/3 옥타브밴드 분석에 의한 가속도최대치(0-p)과 시정수 125ms의 경우를 비교하면 (그림 5 중앙 ●과 △), 양자의 비율(●/△)은 1.1~1.7 (같은 양상으로 1인 종중걸음 1.2~1.9, 1인 제자리 걸음 1.2~2.2, 1인 발뒤꿈치 충격1.0~1.7)의 범위에 분포되고 있다. 금후의 진동계측 평가에서는, 동특성 Fast에 의한 변환보다도, 1/3 옥타브밴드 분석에 의한 가속도의 최대치(0-p)를 측량할 것을 추천하고 싶다.

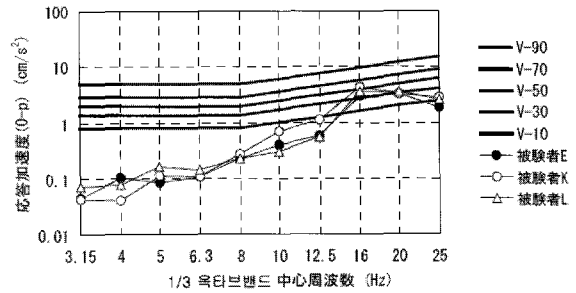


〈그림 5〉 시정수의 영향

3.3 가진 조건

(1) 피험자수

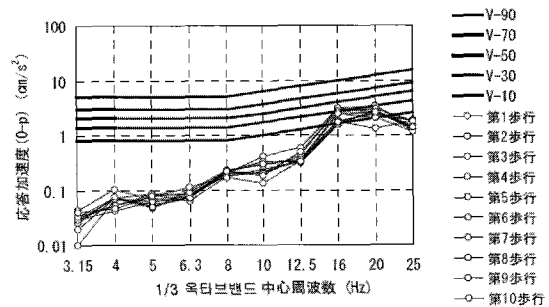
1인 보행의 모든 피험자에 대해서, 1/3 옥타브밴드 분석에서 의한 가속도 최대치를 구하여 그림 6에 나타냈다. 각 피험자의 가속도의 최대치를 보면, V-30(진동지각 확률30%)로부터 V-50정도의 범위에 분포되고 있어, 피검자 수에 대한 배려가 필요하다.



〈그림 6〉 개인차의 영향(1인 보행, A점)

(2) 측정 회수

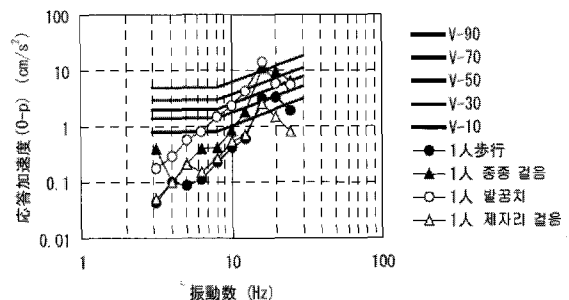
1인 보행의 5왕복 분(편도 10회분)을 각 회 보행시마다 나누고, 1/3 옥타브밴드분석에 의하여 가속도 최대치를 구하여 그림 7에 나타냈다. 각 가진시의 가속도의 최대치를 보면 V-10정도로부터 V-30을 초과하는 범위에 분포되고 있어, 측정 회수에 대한 배려가 필요하다.



〈그림 7〉 가진회수의 영향

(3) 진동원의 차이

각 진동원에 대해서, 상기(1), (2)의 측정 조건의 검토 결과를 근거로 하고, 측량 시간 내에 있어서의 1/3옥타브밴드 분석에 의한 가속도최대치를 구해서 지침의 평가 곡선과 비교한 결과를 그림-8에 나타낸다. 1인 종중걸음(▲), 1인 발뒤꿈치 충격(○)



〈그림 8〉 진동원의 차이

은 V-90을 넘어 있고, 1인 보행(●), 1인 제자리 걸음(△)은 V-50정도이다.

4. 결론

RC 바닥진동을 측정을 실시하고, 1/3 옥타브밴드 분석에 따른 가속도최대치를 구하여 일본의 [거주 성능평가 곡선]과 대조할 때의 시정수 등의 측정 조건에 관한 자료를 얻었다. 향후에 2004년 개

정판을 효과적으로 활용하기 위해서는, 1/3옥타브밴드 분석을 베이스를 측량한 데이터의 축적이 필요하다.

참고문헌

1. 平松和嗣 외 3인, 건축물의 진동에 관한 거주성능 평가지침의 측정 방법에 관하여, 2004년 8월, 일본건축학회대회 학술강연논문집, pp303-304