

# 진동실험에 의한 목조 건축물의 고유진동수 분석

## A Study on Natural Frequency of the Traditional Wooden Structure by Vibration Measurement

김혜원† · 김진선\* · 이정한\* · 박병철\*

Hye-Won Kim, Jin-Sun Kim, Jung-Han Lee, Byung-Cheol Park

### 1. 서 론

국내 역사지진으로 인한 목조 건축물의 피해사례를 보면 유라시아판에 위치한 우리나라도 지진에 결코 안전하지 않다는 것을 알 수 있고, 최근 발생한 아이티 지진은 기존 건축물의 내진성능 확보가 부족할 경우 건축물 붕괴에 의하여 막대한 인명피해가 발생한다는 것을 보여주고 있다.

최근 저층 건축물에 대한 지진피해 위험성에 대한 관심이 높아진 반면, 목조 건축물에 대한 연구는 여전히 사각지대로 남아있는 현실이다. 기본적인 구조성능도 중요하지만 지진과 같은 수평하중이 작용할 경우의 건축물 거동도 파악하여야 한다.

국외에서는 이미 많은 연구가 진행되어 있지만 국내에서는 특정 문화재 건축물 연구 또는 기관이나 단체의 개별 연구에 그쳐 전체적인 특성 및 내진성능에 관한 데이터는 부족한 현실이다.

이에 본 연구는 목조 건축물의 진동측정을 실시하여 기존 연구 현황과 본 연구결과를 종합한 목조 건축물의 동적특성 분석 수행을 목적으로 하였다.

### 2. 진동실험 개요

#### 2.1 기존 연구 현황

목조 건축물에 대한 기존연구로 2008년 국립방재연구소의 “목조 건축물의 내진성능 평가기술 개발연구”에서 실시된 북촌 한옥마을과 남산골 한옥마을에 대한 진동측정 결과에서는 건축연도 및 건축형태, 합수율에 따른 진동특성을 분석하였다. 그 외, 문화

재연구소에서 실시한 일부 문화재 건축물의 측정결과와 본 저자가 측정한 부석사, 봉정사, 승례문 등 절, 성곽, 민가 등 문화재 건축물을 중심으로 한 동적특성 분석을 들 수 있다. 그 중 남산골 한옥마을 7동, 문화재 건축물 14동의 고유진동수에 대하여 분석을 수행하였다.

#### 2.2 측정대상 건축물

본 연구를 수행하기 위하여 측정대상 건축물로 경상북도 안동 하회마을을 5동, 충청남도 아산 외암리 민속마을을 7동 등 총 12동 목조 건축물에 대하여 진동측정을 실시하였다.

#### 2.3 진동측정 및 분석방법

측정 대상 건축물에 대하여 2009년과 2010년 2년에 걸쳐 진동측정을 실시하였다. 진동측정 위치는 지붕의 하중을 받고 있는 보와 도리 등 주요부재를 중심으로 X-Y축 방향에 센서를 설치하여 동시계측을 수행하였다. 또한 X-Y축 방향의 고유진동수에 맞추어 X, Y 각 방향으로 실시한 인력가진 실험을 이용하여 구조감쇠 및 임팩트 햄머를 이용한 충격실험도 실시하였다.

데이터 분석방법으로 상시와 인력측정의 신호처리는 25Hz를 1600Lines, 충격가진은 가진력에 대한 응답치와 기여도를 확인하는 것이 목적이기 때문에 100Hz를 1600Lines로 나누고 충격가진은 5회를 1set로 각 방향 3set씩 실시하였다.

### 3. 진동측정 결과

#### 3.1 동적특성

Fig 1은 아산 외암리 민속마을의 참판큰덕 사랑채의 고유진동수와 인력가진을 이용한 감쇠곡선이고 안동 하회마을과 아산 외암리 민속마을 12동에 대

† 김혜원; 국립방재연구원

E-mail : kimhw0114@korea.kr

Tel : 02-2078-7852, Fax : 02-2078-7789

\* 국립방재연구원

한 진동특성은 Table 1에 나타내었다.

건재고택 가람집과 참관작은집 사랑채를 제외하고 대부분 2.64~4.39Hz에 분포하는 것을 알 수 있다. 고유진동수에 의한 인력가진에서는 상시미동보다 진동폭이 클 경우에는 고유진동수가 감소하는 경향인 것을 알 수 있다.

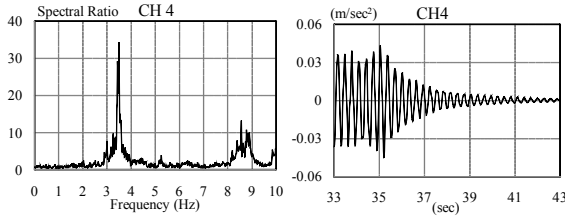


Fig 1 Natural Frequency and Damping

Table 1 Vibration Measurement Results

| Specimen                         | Natural Frequency |            | Free Vibration |            |
|----------------------------------|-------------------|------------|----------------|------------|
|                                  | X-Dir (Hz)        | Y-Dir (Hz) | X-Dir (Hz)     | Y-Dir (Hz) |
| geonjae old-house<br>garar-house | 6.50              | 5.17       | -              | -          |
| champan-house<br>main house      | 3.83              | 4.28       | 3.48           | 3.90       |
| songhwa-house<br>main house      | 3.73              | 4.42       | 3.40           | 4.10       |
| geonjae old-house<br>main house  | 3.47              | 3.84       | 3.20           | 3.52       |
| champan-house<br>detached house  | 4.39              | 3.50       | 4.21           | 3.40       |
| songhwa-house<br>detached house  | 2.98              | 3.50       | -              | -          |
| wonjijeongsa                     | 3.56              | 1.95       | 3.17           | 1.76       |
| yeomhaengdang<br>separate-house  | 3.47              | 2.54       | 2.98           | 2.30       |
| binyeon-jeongsa                  | 2.98              | 2.39       | 2.64           | 2.20       |
| okyeon-jeongsa<br>sesimjae       | 2.64              | 2.59       | 2.49           | 2.39       |
| hwacheon-seowon                  | 3.08              | 3.13       | 2.83           | 2.83       |
| champan-house<br>detached house  | 6.23              | 3.31       | -              | -          |

### 3.2 기존연구와의 비교

기존연구인 남산골 한옥마을 7동의 동적특성은 2.25~2.78Hz이고, 문화재 건축물 14동은 1.15~3.66Hz를 나타내었다. Fig 2는 기존연구와 본 연구에서 실시한 목조 건축물의 진동특성을 건축물 높이와의 관계로 표시한 것으로 한옥, 민가와 같은 단층 건물에서는 건축물 높이와 고유주기의 상관관계가 뚜렷하게 보이지 않으나, 문화재 건축물과 함께 비교하였을 경우, 건물높이와 목조 건축물의 동적특성은

비교적 높은 상관관계를 보인다는 것을 알 수 있다.

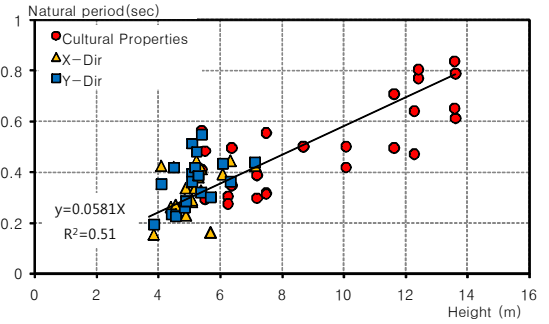


Fig 2 Natural Period and Height

## 4. 결론

목조 건축물의 동적특성에 관한 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 본 연구의 결과로 목조 건축물의 동적특성인 고유진동수와 감쇠 등 내진성능평가에 필요한 기초 데이터를 확보하였다. 측정결과 고유진동수는 건축물의 형태 및 크기에 따라 다르게 나타났으나, 단층 목조 건축물의 경우 고유진동수는 2~4Hz정도인 것으로 나타났다.

(2) 목조 건축물의 고유진동수와 건축물 높이와의 상관관계를 보다 신뢰성있게 도출하여 주기식을 제안하기 위해서는 장기간에 걸쳐 보다 많은 측정 결과를 확보해야 할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- 1.Hye-won Kim, etc.(2006), “The Microtremor Measurements of South Korean Traditional Timber Architecture, ISAIA 2-5a.
- 2.홍병국 외, 목조 건축물의 동적특성 및 설계변수에 관한 연구, 소음진동공학회, 2009
- 3.국립방재연구소, 목조 건축물의 내진성능 평가항목 조사연구, 2008
- 4.국립방재연구소, 목조 건축물의 내진성능 평가항목에 따른 내진진단법의 개발, 2009
- 5.국립방재연구소, 목조 건축물의 내진성능 평가 매뉴얼 개발, 2010