

경량벽체에 작용하는 인간의 동적하중 특성

Characteristic of Human Dynamic load Acting on the Lightweight Wall

노 용 운*

Roh, Yong-Woon

최 수 경**

Choi, Soo-Kyung

Abstract

The purpose of this research is to comprehend experimentally the characteristic of human dynamic load and provide the result as basic data to suggest a valid impact-resistance evaluation method. Human motions exerting dynamic load are classified to 3 types. Selecting 3 ranks of motion strength, 3 ranks of load plane stiffness (A:20kN/cm, B:4.7kN/cm, C:2.2kN/cm), and 30 male grownup inspectors in their twenties, load was measured when they applied force on load plane. Result of this research is as follows: (1) Human dynamic load has different nature from object collision in the highest load ratio depending on the load plane stiffness and action time (2) The highest load ratio for each motion was 10.06 for kicking, 4.44 for hitting with shoulder, and 5.58 for fist blow.

키 워 드 : 경량벽체, 내충격성, 인간의 동적하중, 동적하중 해석장치,

Keywords : Lightweight wall, Impact resistance, Human Dynamic load, Device for Measuring Dynamic Load

1. 서 론

최근 공동주택의 구조형식이 종래 벽식 구조에서 무량판 복합구조나 기둥식 구조 등으로 점차 전환됨에 따라 내부 칸막이용 비내력 경량벽체의 수요가 급속히 증가하고 있다. 이러한 경량벽체는 건물의 자중 감소나 공간의 효율적 이용, 거주자의 생활패턴에 대한 능동적 대응 등의 측면에서 상당히 유리한 구법이다. 그러나 구조 내력을 분담하지 않는 비내력벽인 만큼 내력적으로 취약할 수밖에 없다. 경량벽체에 요구되는 구조적 성능 중에서 특히 중요한 비중을 차지하는 내충격성의 경우 국내외 각종 산업표준에서 그 시험방법으로 규정하고 있지만, 시험에서 가하는 하중과 실제 작용하는 하중과의 관련이 불분명하여 벽체 내력에 대한 상대적인 평가도구 이상의 의미는 찾기 힘들다. 따라서 본 연구에서는 경량벽체에 가해지는 각종 충격적인 하중(동적하중) 가운데 아직 작용인자로서의 규명이 명확하게 이루어지지 않고 있는 인간에 의한 동적하중의 특성을 실험적으로 파악하여 타당성 있는 내충격성 평가방법을 확립하기 위한 기초적 자료로서 제시하고자 한다.

2. 실 험

2.1 동작 및 장착물의 종류

벽체에 동적하중을 가하기 위한 동작의 종류는 일상생활에서의 발생빈도나 하중의 크기 등을 감안하여 발차기(구두 뒷굽 가격), 어깨 부딪치기, 주먹치기의 3가지 동작으로 설정하였다. 또한 하중 특성을 체계적으로 파악하기 위해 검사원들이 동작의 세기를 각각적으로 약, 중, 강의 3단계로 나누어 각 단계별로 3회씩 하중을 가하도록 하였다. 전 회 가격으로 인한 통증이 충분히 가시도록 매회 가격한 후 2분간의 휴식을 취하도록 하였다. 장착물의 경우는, 검사원의 부상을 방지하기 위해 발차기는 안전화를 착용한 상태에서, 주먹치기는 손에 붓대를 감은 후 백글러브를 착용한 상태에서 가격하였다. 복장은 별도로 지정하지 않았으며 검사원 각자가 동작 수행에 가장 편한 복장을 착용하도록 권장하였다.

2.2 동적하중 해석장치

인간의 동적하중 해석 실험에 이용하기 위해 동적하중 해석장치를 설계, 제작하였다. 이 장치는 보의 스펙을 조절하여 하중판의 강성을 3단계(A : 20kN/cm, B : 4.7kN/cm, C : 2.2kN/cm)로 구현함으로써, 실제 경량벽체의 강성 차이에 따른 하중 특성의 변화도 파악이 가능하도록 하였다. 하중판은 두께 42mm(합판 12mm×4매)로 하여 동적하중에 의한 하중판 자체의 변형이 생기지 않도록 하였으며, 표면에는 철판(두께 5mm)을 덧대어 하중 효과 이외의 요인, 예컨대 접촉면적 등의 요인은 배제하였다. 하중판에 가해진 하중은 하중판 모서리 하부 4개소에 설치한 로드셀(용량 5kN×4개)을 이용하여 샘플링주파수 10kHz의 속도로 측정하였다.

* 한서대학교 건축학과 석사과정

** 한서대학교 건축학과 교수, 교신저자(bci0013@naver.com)

2.4 검사원의 선정

검사원으로는 체중과 체격에 차이가 있는 건장한 20대 성인남성 30명을 선정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 인간의 동적하중 특성에 관한 기본량 추출

인간에 의한 동적하중을 규정하기 위한 중요한 요인으로서 최대하중과 작용시간을 기본량으로 설정하였다. 또한 최대하중(P_{max})은 검사원의 개인차(체중 차이)를 소거하여 고찰하기 위해 최대하중비($P_{max} \cdot W^{-1}$)로 나타내기로 하였다. 인간이 가하는 동적하중은 최대하중 발생 이후에도 계속 하중이 가해지는 경향이 있기 때문에, 작용시간은 하중이 시작된 후부터 최대에 이르기까지의 시간(t_0)으로 구하기로 하였다.

3.2 최대하중비의 크기

하중판의 강성별 최대하중비($P_{max} \cdot W^{-1}$) 분포의 예를 그림 1에 나타낸다. 최대하중비의 최대값은 발차기의 경우에 가장 큰 것으로 나타났으며, 체중의 약 10배 정도의 값이 된다. 발차기의 경우 최대하중비의 변동폭이 가장 컸으며 이는 각 검사원이 다른 동작에 비해 동작의 세기를 명확히 구분한 결과로 추정된다. 하중판의 강성에 따른 최대하중비의 차이는 발차기의 경우 강성에 비례해서 커지는 경향을 보이지만 다른 동작에서는 그렇지 않았다. 이는 가격할 때의 통증으로 인해 본능적으로 동작의 세기를 조절했거나 즉 강성이 낮을수록 세게 가격했거나, 인체의 원충작용이 물체와는 다르기 때문에 나타난 현상이라고 판단된다.

3.3 작용시간의 크기

하중판의 강성별 작용시간(t_0) 분포의 예를 그림 2에 나타낸다. 작용시간은 4.8~136.4ms로서 물체가 충돌했을 때의 값(통상 100 μ s 이하)에 비하면 대단히 큰 점으로부터, 인간에 의한 동적하중을 간단히 충격하중으로서 정의할 수는 없다는 것을 알 수 있다. 또한 작용시간은 몸 전체로 가격하는 어깨 부딪치기의 경우에 크고, 신체의 일부분으로 가격하는 발차기와 주먹치기의 경우에는 작은 경향을 나타낸다. 하중판의 강성에 따른 작용시간의 차이는 명확한 경향을 보이지 않으며, 이 점으로부터도 논리적 혹은 해석적으로 인간이 가하는 동적하중의 특성을 파악하기란 쉽지 않다는 것을 알 수 있다.

3.4 최대하중비와 하중비속도의 관계

모든 동작에서 최대하중은 시간에 대해서 거의 직선적으로 증가한다는 점으로부터, 하중해석 실험에서 얻은 최대하중의 동적 특성을 최대하중과 하중속도(하중의 시간구배)의 관계로부터 파악하기로 하였다. 그림 3에 최대하중비($P_{max} \cdot W^{-1}$)와 하중비속도($P_{max} \cdot W^{-1}/t_0$)의 관계의 예를 나타낸다. 양자는 하중판의 강성에 따라 구분되지 않고 일률적으로 직선적인 비례관계를 나타낸다. 발차기의 경우는 최대하중비와 하중비속도 모두 크고, 최대하중비는 최대 10.06(체중 70kg 기준 6.90kN)인 것으로 나타났다. 어깨 부딪치기의 경우는 최대하중비와 하중비속도 모두 작으며, 최대하중비는 최대 4.44(체중 70kg 기준 3.06kN)인 것으로 나타났다. 주먹치기의 경우는 최대하중비는 작지만 하중비속도는 크며, 최대하중비는 최대 5.58(체중 70kg 기준 3.83kN)인 것으로 나타났다.

4. 결 론

인간이 벽체에 가하는 동적하중은 하중판의 강성에 따른 최대하중비의 변동이나 작용시간 등의 측면에서 통상적인 물체의 충돌과는 그 특성이 다르다는 것을 알 수 있었다. 동작별 최대하중비의 크기는 발차기의 경우 10.06, 어깨 부딪치기의 경우 4.44, 주먹치기의 경우 5.58인 것으로 나타났다.

Acknowledgement

본 연구는 국토교통부 도시건축 연구개발사업의 연구비지원(과제번호: 12첨단도시D03)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 최수경, 건식경량부재의 내충격성능 평가시험방법에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 제20권 제1호, 2004.1
2. 송정현, 노용운, 김기준, 최수경, 건식 경량벽체의 구조안전성에 영향을 미치는 수평하중의 종류 및 특성 고찰, 한국건축시공학회 학술발표논문집, 제13권 제1호, 2013.5

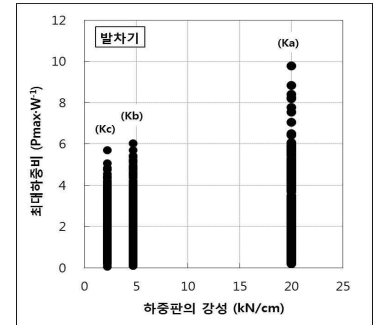


그림 1. 최대하중비의 분포

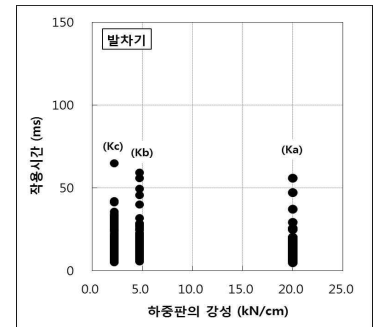


그림 2. 작용시간의 분포

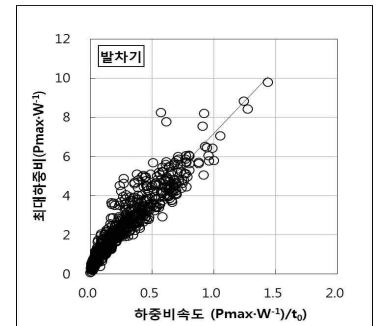


그림 3. 최대하중비와 하중비속도