

가력유형별 군중하중의 크기에 관한 실험적 연구

The Size of Crowd Pressure According to Loading Patterns

김진식* 신윤호** 최수경***
Kim, Jin-Sik Shin, Yun-Ho Choi, Soo-Kyung

Abstract

This study is to categorize the loading of multiple persons on a vertical building elements into three types to test the size of crowd pressure under each loading patterns. The loading patterns is divided under the combination of loading method and loading persons. The loading method is categorized into the method of instantaneous loading of hand on a force plate and the method of continuous loading. The loading persons has been composed of 1~5 persons under the loading patterns. The loading patterns is also divided into lateral loading, longitudinal loading, and agglomeration loading. The subject group has been composed of 12 males in 20s. The load measurement device(size 1800×600×36mm, capacity 20kN, rigidity 28kN/cm) has been designed and manufactured directly. To eliminate the difference of individual, the size of crowd pressure has been converted into the strength to weight ratio (maximum load/weight) for computation. The strength to weight ratio in lateral loading was about 0.91 under instantaneous loading and about 0.47 under continuous loading. The strength to weight ratio in longitudinal loading was about 0.65 under instantaneous loading and about 0.36 under continuous loading. The strength to weight ratio in agglomeration loading was about 0.65 under instantaneous loading and about 0.36 under continuous loading.

키 워 드 : 다중이용시설, 수직부위, 군중하중, 가력유형, 최대하중비
Keywords : multi-use facilities, vertical building elements, crowd pressure, loading patterns, strength to weight ratio

1. 서 론




다중이용시설에 설치되어 있는 벽체, 난간 등의 수직부위에는 비상시 많은 사람들이 파난하는 과정에서 다양한 가력유형의 군중하중이 작용할 수 있다. 구조적 내력을 분담하지 않는 경량벽체나 난간 등에 군중하중이 작용하여 전도될 경우 시설 이용자의 부상은 물론 인명 피해로 이어질 우려가 있다. 건축구조기준에서는 유사활하중으로서 난간 손스침 부분은 0.9kN의 집중하중, 내벽은 벽면에 직각방향으로 작용하는 0.25kN/m² 이상의 등분포하중에 대해 안전하게 설계하도록 규정하고 있다. 한국철도표준규격의 구조물설계기준에서는 스크린도어 시스템의 허용수평하중으로서 난간형의 경우는 안전보호벽 3,679N 이상, 승강장 안전문 992N 이상으로 규정하고 있으며, 반밀폐형/밀폐형의 경우는 지하 992N 이상, 지상 2,756N 이상으로 규정하고 있다. 그러나 이들 구조설계기준은 하중설정의 근거가 불분명하여 합리적인 재료설계를 저해하는 요인이 되고 있다. 본 연구에서는 건축물의 수직부위에 작용하는 군중하중의 크기를 가력유형별로 파악하여, 다중이용시설의 비내력 용 수직부위의 구조적 안전에 관한 타당성 있는 구조설계기준을 정립하기 위한 기초적 자료로서 제시하고자 한다.

2. 군중하중 해석 실험

2.1 하중해석장치 제작

군중하중을 측정하기 위해 크기 1,800×600mm의 힘판을 직접 설계 및 제작 하였다. 힘판의 강성은 28kN/cm, 용량은 20kN이다. 힘판에 가해진 하중은 4개 소의 로드셀 및 데이터로그(EDS-400A), 데이터 수집/분석 소프트웨어(DCS-100A) 등을 이용하여 해석하였다.

표 1. 실험요인 및 수준

구분	실험요인	수준
가력방법	순간적 가력, 지속적 가력	2
가력인원	1인, 2인, 3인, 4인, 5인	5
가력유형 (5인의 예)		3
		
		
	횡방향, 종방향, 복합방향	

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

2.2 검사원 선정

균중하중을 가하기 위한 검사원은 20대의 건강한 성인남성으로 12명을 선정하였다.

2.3 실험방법

실험요인 및 수준을 표 1에 나타낸다. 가력방법은 힘판에 손바닥을 대고 순간적으로 힘을 가하는 방법(순간적 가력)과 지속적으로 힘을 가하는 방법(지속적 가력)으로 구분하였다. 가력동작은 힘판을 힘껏 밀기 위해 양팔이 자연스럽게 굽혀지는 상태로 하였다. 가력인원은 1인~5인으로 구성하였고, 가력인원별 검사원의 조합은 엑셀 랜덤함수를 이용하여 조합별로 3개 그룹씩 추출하였다. 다만 1인의 경우에는 검사원 전원이 참가하였다. 가력유형은 횡방향, 종방향, 복합방향의 3가지 유형으로 구분하였다. 가력유형별 측정횟수는 5회로 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 균중하중 해석 방법

하중의 크기를 나타내는 물리량으로서 순간적 가력의 경우는 최대하중(P_{max})으로 하였고, 지속적 가력의 경우는 하중 개시 2초 후부터(t_1) 5초 간(t_2) 측정된 하중의 평균(P_{avg})으로 하였다. 균중하중의 크기는 검사원의 개인차를 소거하기 위해 최대하중비(최대하중/체중)로 환산하여 산출하였다.

3.2 가력유형별 하중 크기

3.2.1 횡방향 가력

최대하중의 크기는 순간적 가력의 경우 1인 761.3(± 129.2)N, 2인 1,480.1(± 265.3)N, 3인 1,778.1(± 243.3)N, 4인 2,500.9(± 249.5)N으로 나타났다. 지속적 가력의 경우는 1인 353.7(± 70.6)N, 2인 727.9(± 40.6)N, 3인 1,023.6(± 106.3)N, 4인 1,381.9(± 130.1)N으로 나타났다. 최대하중비는 순간적 가력의 경우 약 0.91(± 0.09), 지속적 가력의 경우 약 0.47(± 0.01)인 것으로 나타났다.

3.2.2 종방향 가력

최대하중의 크기는 순간적 가력의 경우 2인 938.7(± 198.1)N, 3인 1,311.4(± 119.4)N, 4인 2,192.2(± 232.9)N, 5인 2,291.5(± 295.6)N으로 나타났다. 지속적 가력의 경우는 2인 638.9(± 76.7)N, 3인 768.9(± 86.9)N, 4인 1,044.5(± 112.9)N, 5인 1,079.8(± 103.1)N으로 나타났다. 최대하중비는 순간적 가력의 경우 약 0.65(± 0.06), 지속적 가력의 경우 약 0.36(± 0.05)인 것으로 나타났다.

3.2.3 복합방향 가력

최대하중의 크기는 순간적 가력의 경우 3인 1,334.2(± 137.6)N, 4인 1,967.8(± 214.6)N, 5인 2,346.7(± 355.4)N으로 나타났다. 지속적 가력의 경우는 3인 828.3(± 80.6)N, 4인 970.7(± 183.4)N, 5인 1,314.4(± 118.8)N으로 나타났다. 최대하중비는 순간적 가력의 경우 약 0.65(± 0.02), 지속적 가력의 경우 약 0.36(± 0.03)인 것으로 나타났다.

4. 결 론

건축물의 수직부위에 작용하는 균중하중의 크기를 가력유형별로 구분하여 정량적으로 파악하였다. 균중하중의 크기는 가력방법 및 가력인원별로 최대하중비에 가력인원의 체중(예: 한국인 평균체중)을 곱하여 산출할 수 있다.

참 고 문 헌

1. 최수경 외, 인간이 경량벽체에 가하는 수평하중의 크기에 관한 연구, 한국건축시공학회지 제15권 제5호, pp.473~481, 2015.10

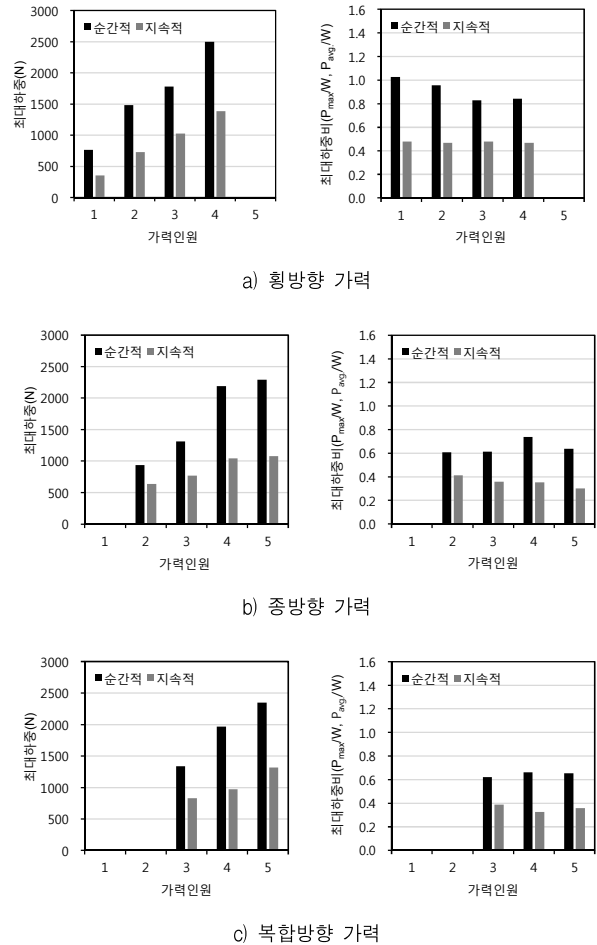


그림 1. 가력유형별 최대하중 및 최대하중비