

도시지역의 보행자 풍환경 개선을 위한 구조물 분석

Analysis of Structures for Improving Pedestrian Wind Environment in Urban Areas

박하준¹ · 우윤희¹ · 유무영^{2*}

Park, Ha-Jun¹ · Woo, Yun-Hee¹ · Yoo, Moo-Young^{2*}

Abstract : With taller buildings and larger typhoons, the impact of building winds is growing. During the 11th Typhoon Hinnamno in 2022, the building wind in Busan L City exceeded 60m/s, reaching the highest speed ever. Although many studies have been conducted on reducing the wind load of buildings, which is one of the problem factors caused by strong wind speed, there is a lack of research on wind speed reducing sculptures that can directly control strong wind speed. In this paper, several types of wind speed reduction sculptures were proposed to solve these problems, and the wind speed reduction capability of the proposed sculptures was analyzed through computational fluid dynamics (CFD). These results can contribute to suggesting effective design methods for improving the urban environment and reducing pedestrian stress.

키워드 : 도시지역, 보행자, 풍환경, 구조물

Keywords : urban area, pedestrian, wind environment, structure

1. 서론

1.1 연구의 목적

빌딩풍은 고층 건물이 밀집된 도시에서 주로 발생하는 현상이다. 2022년 제11호 태풍 힌남노의 부산에서의 평균 풍속은 약 39m/s 였지만, 9월 6일 엘시티의 건물 상부에서는 순간 최대 풍속이 초속 62.4m/s에 달했다. 빌딩풍으로 인해 50% 이상 강해진 풍속은 건축물 주변의 강한 돌풍을 생성하고, 보행자 풍환경에 부정적인 영향을 미쳤다. 또한, 미래 재난으로 인식되는 태풍과 같은 이상기후를 개선하기 위해 본 연구에서는 빌딩풍을 통해 생성되는 돌풍의 풍속 저감 방안을 모색하였다. 풍환경 개선을 위한 기존 연구들에서는 건물 주변 풍속 저감을 위한 건물의 외형이나 배치를 변경하고, 건물에 통풍구를 만드는 등 건축 계획 단계에서 풍동실험과 유체 역학 시뮬레이션하는 방식으로 진행되고 있었다. 그러나 현재 대한민국은 이미 건설된 수많은 건축물로 도시가 포화 상태이므로, 건축 계획 단계의 풍속 저감 방식을 적용하기 어려운 실정이다. 따라서 본 연구에서는 보행자 풍환경 개선을 위해 강한 돌풍을 직접 통제해 줄 수 있는 구조물을 형태별로 제작한 후, 전산 유체 역학(CFD, Computational fluid dynamics) 프로그램을 사용하여 보행자 수준의 높이 ($z=1.75m$)에서 풍속 저감 능력을 실험하였다.

2. 보행자 영역의 바람 쾌적성 분석

2.1 구조물 구성

우리나라에서는 고층 빌딩이 집중된 서울 강남, 부산 해운대 등 도심 지역에서 빌딩풍이 강하게 분다. 이에 본 연구에서는 도시의 보행자 바람 쾌적성을 조사하기 위해 고층 건물이 밀집된 가상의 공간을 구현했다. 건물의 높이는 건축법 제2조에서 규정한 고층 건축물 높이에 해당하는 120m로 가정했고, 조형물 설치 및 통행 공간 확보를 위해 건물 사이 보행로 간격은 15m로 설정하여 그림 1과 같은 4가지 형태의 구조물을 생성했다. 최적의 보행자 풍환경 쾌적성 확보를 위해 4가지 형태의 조형물을 제작하여 바람 저감 능력을 파악했다. 두 건물의 중심에 구조물을 설치하여 바람의 속도 자체를 저감하기 위한 형태(그림 1a), 두 건물 중심에 구조물을 설치하여 구조물 상단으로 바람을 편향하여 보행자 풍환경을 확보한 형태(그림 1b), 두 건물의 전면 모서리에 구조물을 설치하여 바람의 집중 효과 자체를 차단해 주는 형태(그림 1c), 두 건물의 네 모서리에 구조물을 설치해 바람을 보행자가 지나다니지 않는 건물의 외벽으로 유도하는 형태(그림 1d)까지 네 가지 경우를 나눠 제작했다.

1) 대전대학교 건축공학부, 학사과정

2) 대전대학교 건축공학부, 조교수, 공학박사(myoo@daejin.ac.kr)

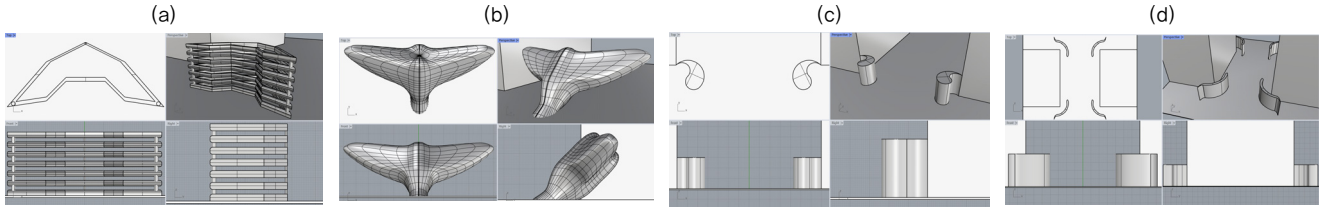


그림 1. 풍속 저감 구조물의 형태

2.2 시뮬레이션 값 설정

건물 사이에서 구조물 배치에 따른 풍속 저감 능력을 분석하기 위하여 A사의 CFD 프로그램을 사용했다. 제작된 구조물만의 능력을 평가하기 위해 구조물과 건물을 감싸는 영역 외부 체적을 생성한 후(X: 400m, Y: 55m, Z: 300m), 생성된 체적 안에서 바람이 구조물을 지날 때의 풍속만을 분석했다. 건축물 사이에서 구조물을 지날 때 풍속 저감을 분석하기 위해 정면(북)에서 바람이 불어오는 것만 가정했으며, 바람의 강도는 기상청에서 제시한 태풍의 강도 분류에서 ‘중’에 해당하는 25m/s로 설정했다.

2.3 CFD 시뮬레이션 결과

그림 2는 CFD 시뮬레이션 프로그램을 통해 보행자 높이(z=1.75m)에서 측정한 풍속 분포 평면도이다. 건축물의 가운데 배치한 구조물 (a)는 건축물의 외벽에 접해있는 부분에서는 풍속이 저감했지만, 보행자가 통행하는 건축물 사이 풍속이 평균적으로 증가했다. 건물 외곽에 구조물을 인접시켜 배치한 (c)와 (d)는 건축물 사이의 모든 높이에서 평균적인 풍속은 저감했지만, 보행자 높이에서 풍속은 강해지는 것으로 나타났다. 마지막으로 구조물 (b)는 바람이 3m의 구조물 상단으로 편향되어 풍속이 보행자 수준 높이에서 관여하지 않는 것을 관측했고, 보행자 높이의 풍속은 25m/s에서 14m/s로 줄어들며 약 40%를 저감하였다.

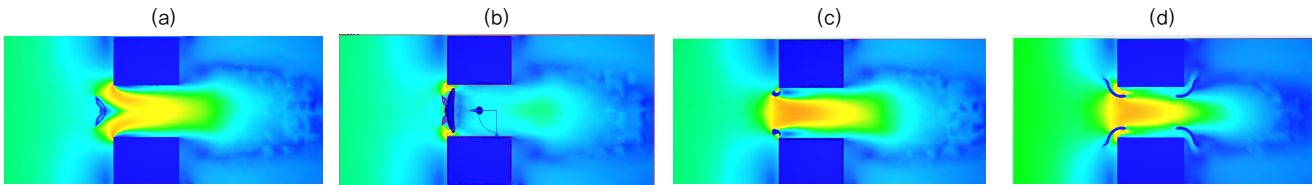


그림 2. 구조물 형태별 실험 결과

3. 결론

보행자 풍환경 개선 구조물의 성능을 평가하기 위해 4가지 형태로 구조물을 제작하고 실험하였다. 전산 유체 역학 프로그램을 이용하여 실험한 결과, 보행자 높이 수준 상단으로 바람이 편향하는 형태의 구조물이 가장 큰 성능을 보여주었으며, 다른 형태의 구조물들은 보행자 높이의 풍속이 증가하는 양상을 보여주었다. 본 연구는 풍환경 개선을 위한 수단으로서 구조물을 사용하였으며, 그 결과 구조물 효과에 대한 가능성과 한계점을 동시에 가늠해 볼 수 있었다. 유의미한 결과를 얻기 위해서는 해당 구조물 주변의 기후 데이터, 주변 지형, 주변 건물 등을 고려해야 하며, 더 많은 형태의 구조물 분석과 실험이 필요하다. 실험을 진행한 구성 외에, 주변 환경이 종합적으로 고려했을 때의 풍환경 개선 구조물의 기능은 추후 연구를 통해 개발할 예정이다.

감사의 글

본 논문은 한국연구재단의 개인기초연구사업(NRF-2021R1G1A1094487)의 지원을 받아 수행된 과제임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 박서원, 정희범, 전병진, 최형권, 이명호. 다공성 수직 벽이 풍속의 저감에 미치는 영향에 대한 수치 해석적 연구. 대한기계학회 논문집. 2020. pp. 497-502.
2. T van Druenen, T van Hooff, H Montazeri, B Blocken. CFD evaluation of building geometry modifications to reduce pedestrian-level wind speed. Building and Environment. 2019. pp. 1-24.