

# 풍압 형성에 따른 옥상광고판 크기별 특성에 관한 연구

홍지완  
신라대학교 건축학부

## A Study on the Deformation Characteristics of the Roof Signboard Size in Wind Pressure Formation

Ji-Wan Hong

Division of Architecture, Silla University

요 약 본 연구는 건축물 옥상에 설치되는 옥외광고탑의 강풍피해 경감을 위하여, 중저층의 건축물 옥상에 설치되는 광고판에 작용하는 최대풍압력 분포에 따른 광고판의 변형을 CFD 수치해석을 통하여 고찰한 연구이다. 수치해석을 위하여 (b)20m × (d)10m × (h) 30m의 건물에 광고판이 설치되는 것을 가정하여 기본모델과 광고판의 크기를 변경한 3개의 모델을 사용하여 최대 풍압 형성에 대한 변형을 고찰하였다. 수치해석 결과, 광고판의 모양이 장방형에 가까울수록 수평적인 변형이 지배적으로 발생하며 양단부의 모서리 부분에서 높은 풍압력과 변형이 발생한다. 그리고 광고판의 높이가 클수록 수직적인 변형이 지배적으로 발생하고, 배면에 정압이 형성되는 특징이 있다. 광고판의 폭보다 높이가 낮아지는 경우, 최대 풍압은 중앙부 상부 집중적으로 발생한다. 따라서, 높이와 너비의 비가 1에 가까울수록 최대 풍압의 분포가 안정적이고 풍압에 의한 영향이 비교적 낮다는 결과를 확인할 수 있었다. 이 결과를 토대로 바람의 영향을 막는 구조적인 보강과 높이와 너비의 비가 1에 가까운 여러 개의 광고판으로 전체 광고판을 구성하는 등의 풍압력 발생에 대해 유연한 대응이 필요하다.

**Abstract** This study numerically examined the maximum wind pressure distribution of a billboard on the roof of a middle-rise building. The deformation caused by the maximum wind pressure was examined. For the numerical analysis, the signboard was assumed to be installed on (b) 20m × (d) 10m × (h) buildings. The maximum wind pressure was measured using four models with the standard model and different sizes of the signboard. The numerical analysis showed that the horizontal deformation predominantly occurs as the shape of the signboard becomes closer to a rectangle, and high wind pressure and deformation occur at the corners of both ends. As the height of the signboard increases, vertical deformation predominantly occurs, and static pressure forms on the backside. When the height is lower than the width of the signboard, the wind pressure is concentrated on the center of the roof. Therefore, the distribution of the maximum wind pressure is stable, and the effect of the wind pressure is relatively low as the height-to-width ratio approaches 1.

**Keywords** : Signboard, Wind Pressure Force, CFD, Numerical Analysis, Architecture Plan

### 1. 서 론

#### 1.1 연구개요

최근 이상기후로 인한 도심지 돌풍 발생 및 대형 태풍의 접근으로 옥상광고판(이하, 광고판으로 함.)의 파손으

로 인한 인명과 재산상의 피해가 증가하고 있다. 특히, 바람에 의한 광고판의 파손과 비산물에 의한 피해는 새로운 도시재해 요소가 되고 있다.

2016년에 ‘건축구조설계기준(KBC2016)’이 개정되어 건축물 및 공작물의 안전이 강화되었다. 그러나 건축구

\*Corresponding Author : Ji-Wan Hong(Silla Univ.)

Tel: +82-10-2528-4065 email: scolra@silla.ac.kr

Received November 9, 2018

Accepted January 4, 2019

Revised (1st December 12, 2018, 2nd December 18, 2018)

Published January 31, 2019

조물의 탄성적 거동을 전제로 최소 풍하중만을 산정하고 있어, 해외기준과 전문서적, 실험결과를 응용하여 적용해야 하는 어려움은 지속되고 있다[1].

특히, 풍압력의 경우 지상의 광고판과 옥상의 광고판이 다르므로 건축구조설계기준에서 정하는 풍력계수를 그대로 적용하기에는 어려움이 있다. 그리고 풍하중 산정에 일반적으로 참고하는 ASCE7-10 Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures의 경우 파라펫의 풍력계수가 장벽의 정압과 부압 차로 주어져 있지만, 실제 풍동실험 때문에 정해진 것인지는 명확하지 않다. 옥상광고판의 경우 하부에 틈이 있는 경우가 대부분이므로, 대부분의 연구에서는 광고판의 풍하중 산정은 파라펫과 유사한 형상으로 가정하여 광고판의 풍압력을 추정하였다[2]. 따라서 광고판의 강풍 피해경감을 위한 광고판 위치 및 배치에 따른 풍압력 분포에 따른 기초적인 자료의 구축이 필요하다.

## 1.2 기존연구

현재 구조물의 풍압에 관한 대표적인 연구는 저층 건물에 작용하는 강풍의 영향을 해석하고 내풍 설계를 위한 풍압 분포를 풍동실험을 통하여 실측한 ‘Ham 외 1의 연구[3]’, 건축물에 작용하는 풍압의 지점 간 관계를 기여도 함수를 통하여 해석한 ‘Cho 외 2의 연구[4]’, 비정형 건축물의 건물 외부의 풍압력 형성을 해석한 ‘Kim 외 5의 연구[5]’, 구조물에 작용하는 변동풍압을 경계층 풍동실험 때문에 고찰한 ‘Jung의 연구[6]’, 가설구조물의 풍하중 산정을 위해 월간 및 연간 최대 풍속 자료 사용한 기초적인 연구로서 설계 기본풍속을 추정한 ‘Ha 외 1의 연구[7]’가 대표적이다.

‘Ham 외 1의 연구’는 단면 2m×1.8m, 길이 29.3m의 구조물을 풍동 실험한 연구로서 건물표면에 작용하는 변동풍압력 형성을 규명하는 주요한 연구이다. 그러나 풍동 실험한 건축물이 온실 형상이므로, 해석결과를 실제 건물에 적용하기 위해서는 추가적인 실험이 필요한 연구이다. ‘Cho 외 2의 연구’는 풍동실험으로 건물의 표면에 작용하는 풍압을 수직과 수평 방향의 상관관계를 실험을 통하여 추정하고 있지만, 건물의 4면을 고려하지 않고 바람방향 1면을 고려한 연구이다. ‘Kim 외 5의 연구’, ‘Jung의 연구’는 CFD 프로그램을 사용하여 풍압을 해석하고 있지만, 남서풍만을 고려한 바람 흐름을 해석하고 있고 건물에 부착된 구조물에 대해서는 해석하지 않고

있다.

그 밖의 연구로 외장재의 설계풍압력 평가를 위한 한국의 기준을 비교 검토한 ‘Chol 외 4의 연구[8]’, 건물 외피의 풍압분포를 해석한 ‘Jung 외 1의 연구[9]’, 철탑의 송전선의 풍압 형성에 따른 유동을 해석한 ‘Chung의 연구[10]’, 구조물 외피에 불규칙하게 측정된 풍압력을 POD(Proper Orthogonal Decomposition)를 사용하여 해석한 ‘Jeong의 연구[11]’도 있다.

이와 같이 기존연구는 건축물의 풍압에 관한 연구는 건축물의 형상을 토대로 건물 외벽에 작용하는 풍압과 변동풍압, 풍하중 등을 산정하는 연구가 중심이 되고 있다. 그러나 건축물의 부착된 가설구조물에 대한 바람의 영향을 고찰하는 연구는 아직 이루어지지 않고 있다. 따라서 본 연구는 기존연구의 연구 성과를 토대로 건축물에 부착된 대표적인 가설물인 옥상광고판에 작용하는 최대 풍압력 분포와 변형을 고찰한 연구이다.

## 2. 실험개요

### 2.1 실험순서

본 연구에서 수행한 옥상광고판 최대 풍압 분포의 수치해석 과정은 Fig 1.과 같다. 해석을 수행하기 위하여

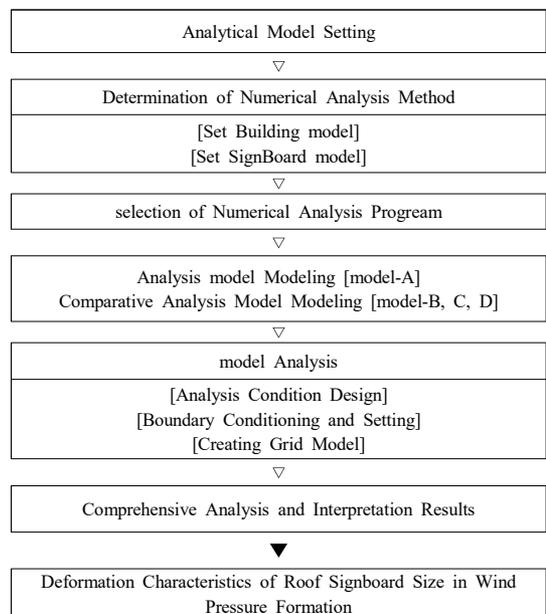


Fig. 1. Analysis and Interpretation Flow

Table 1. Type of Modify Signboard Model

	Model-A	Model-B	Model-C	Model-D
Form				
b	20m	10m	20m	10m
h	8m	8m	3m	3m
$\Delta h$	1m	1m	1m	1m
Mesh Model				

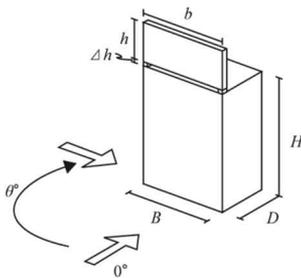


Fig. 2. Dimension of Building Model and Standard Signboard

건축물의 풍동실험에 관한 대표적인 연구인 ‘Takamori의 연구[12]’와 ‘Okada의 연구[13]’, ‘Ohtake의 연구[14]’, ‘Terazaki의 연구[15]’ 등에서 사용한 보편적인 건물 크기인 (b)20m × (d)10m × (h)30m로 하였고, Fig.2와 같이 건축물의 옥상 부위에 옥상광고판이 설치된 것으로 설정하였다.

광고판의 크기는 대표적인 옥상광고판 설계자료인 일본옥외광고업단체 연합회의 자료[16]를 참고하여 Table 1과 같이 Model-A ~ Model-D 4종류의 광고판을 작성하고 모델링하였다. Model-A 해석의 기준이 되는 모델로서 크기는 (b)20m × (h)8m × ( $\Delta h$ )1m로 설정하였다.

광고판의 크기 변화에 따른 최대 풍압 형성을 확인하기 위하여 Model-B (크기 (b)10m × (h)8m × ( $\Delta h$ )1m), Model-C (크기(b)20m × (h)3m × ( $\Delta h$ )1m), Model-D

Table 2. Setting Numerical Analysis Surrounding Condition

Division	Subject
Temperature	27℃
Air Velocity	30m/s
Humidity(RH)	60%
Air Flow Direction( $\theta^\circ$ )	Front and Side (0 ~ 180°)
Air Flow Model	Turbulence
Analytical Governing Equation	RNG k- $\epsilon$ model

(크기 (b)10m × (h)3m × ( $\Delta h$ )1m) 작성하고 모델링하였다. 그리고 광고판은 두께가 150mm, 외부가 0.5mm 철판으로 덮혀져 있고 후면부에 150 mm × 150mm H형강이 지지하는 구조로 하였다.

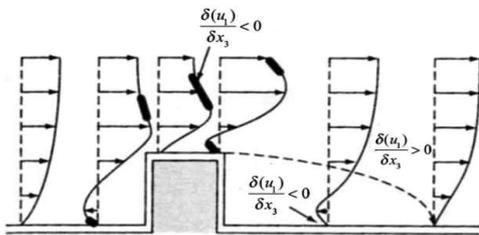
수치해석을 위한 광고판 형상 모델링은 해석프로그램의 형상모델 파일형식인 ‘STL’형식으로 작성 가능한 범용 3차원 그래픽 CAD 응용소프트웨어인 ‘Rhinoceros 5.0’을 사용하여 작성하였다. 수치해석에 사용된 프로그램은 단일 조건의 흐름을 해석을 수행하는 기존 CFD 해석프로그램보다 온도 및 습도, 풍속 등의 물리 영역 간의 상호작용을 자연환경과 가까운 다중물리해석과 임의 물리현상에 대한 PDE(편미분방정식) 기술이 가능한 대표적인 다중 물리현상 해석프로그램인 ‘COMSOL Multiphysics 5.4’(이하, COMSOL로 함.)를 사용하였다.

수치해석에 사용한 외부환경과 재질은 Table 2와 같

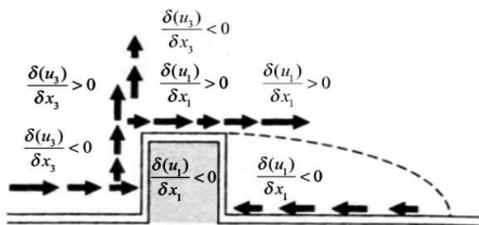
Table 3. Compare of k-ε Model and RNG k-ε Model Equation

Division	Model of Equation	No
k-ε Model	$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \text{div}(\rho k U) = \text{div}\left[\frac{\mu_t}{\sigma_k} \text{grad} \cdot k\right] + 2\mu_t S_{ij} \cdot S_{ij} - \rho \epsilon$	(1)
	$\frac{\partial(\rho \epsilon)}{\partial t} + \text{div}(\rho \epsilon U) = \text{div}\left[\frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon} \text{grad} \cdot \epsilon\right] + C_{1\epsilon} \frac{\epsilon}{k} 2\mu_t S_{ij} \cdot S_{ij} - C_{2\epsilon} \rho \frac{\epsilon^2}{k}$	(2)
Composition and meaning of Equation	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Rate of Change k or ε</div> <div>+</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Transport of k or ε by Convection</div> <div>=</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Transport of k or ε by Diffusion</div> <div>+</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Creation Rate of k or ε</div> <div>-</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Extinction rate of k or ε</div> </div>	(3)
RNG k-ε Model	$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \text{div}(\rho k U) = \text{div}[\alpha_k \mu_{eff} \text{grad} \cdot k] + \tau_{ij} \cdot S_{ij} - \rho \epsilon$	(4)
	$\frac{\partial(\rho \epsilon)}{\partial t} + \text{div}(\rho \epsilon U) = \text{div}[\alpha_\epsilon \mu_{eff} \text{grad} \cdot \epsilon] + C_{1\epsilon} \frac{\epsilon}{k} \tau_{ij} \cdot S_{ij} - C_{2\epsilon} \rho \frac{\epsilon^2}{k}$	

U: Specific Speed, ρ: density, k: Turbulent Energy, τ: Viscous Stress, ε: Turbulent Dissipation Rate, μ<sub>t</sub>: Eddy Viscosity coefficient, C: Model Constant, S<sub>ij</sub>: Represents Component of Rate of deformation, μ: Viscosity Coefficient, μ<sub>i</sub>: represents velocity component in corresponding direction, C<sub>μ</sub>: 0.09, σ<sub>k</sub>: 1.00, σ<sub>ε</sub>: 1.30, C<sub>1ε</sub>: 1.44, C<sub>2ε</sub>: 1.92, α: Differential equation coefficient



(a) Distribution of Main Shear Layer(σU<sub>1</sub>/σx<sub>3</sub>)



(b) Distribution of Generations Corner(σU<sub>1</sub>/σx<sub>1</sub>, σU<sub>3</sub>/σx<sub>3</sub>)

Fig. 3. Dimension of Building Model and Standard Signboard

σU<sub>1</sub>/σx<sub>3</sub> : Distribution of Main Shear Layer,  
 σU<sub>1</sub>/σx<sub>1</sub> : Distribution of Generations Corner,  
 σU<sub>3</sub>/σx<sub>3</sub> : Distribution of Generations Corner,  
 U<sub>i</sub> : Wind Velocity, x<sub>1</sub>: Spatial Coordinate 3  
 Ingredients, i = 1 : Main Flow Direction, i = 2 :  
 Main Flow Right Angle, i = 3 : Vertical Profile  
 Direction,

다. 수치해석 재질과 형상설정을 위해 기둥 부분은 150 mm × 150mm H형강이 프레임을 구성하는 것으로 하고, 외부는 두께 0.5mm 철판으로 덮여 있는 것으로 설정하였다. 해석범위는 해석시간과 해석의 구간을 한정시키기 위하여 하부의 건물 부분은 창과 돌출 부분이 없는 건축물로 하였다. 재질은 콘크리트로 설정하였다. 수치해석 환경 조건은 외부환경은 바람방향은 0~180도, 온도는 27도, 상대습도는 40%로 하고, 난류상태로 해석을 진행하였다. 해석지배방정식은 ‘RNG k-ε 모델’을 사용하였다.

## 2.2 수치해석 지배방정식 개요

건축물 주변의 흐름 예측 및 분석은 풍동실험에 의해 분석되었지만, 설비 및 공간, 시간상의 제약이 있어 풍동 내에서 다양한 실험이 어려웠다. 그러나 최근 CFD(전산 유체해석)의 발달로 인하여 정밀도가 높은 수치해석이 가능해짐에 따라 다양한 실험과 해석이 시뮬레이션 가능해졌다. 특히 다양한 파라미터를 계통적으로 변화시켜 비교적 짧은 시간에 다면적 검토가 가능한 특징을 가지고 있다.

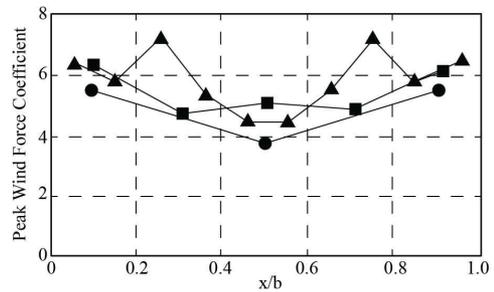
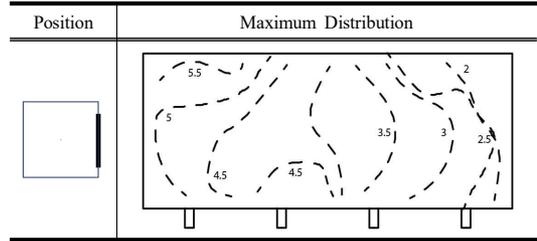
CFD를 사용하여 건물 주변 기류는 대부분 난류이므로 사용하는 난류 모델은, 시간 평균개념을 도입한 레이놀즈 평균형(Reynolds Average Navier-Stokes equation;

RANS)모델과 계산 격자 내의 공간 평균개념을 도입한 ELS(Large Eddy Simulation)로 대표된다. 건물 주변의 기류를 분석하는 경우, 높은 예측 정밀도를 장점으로 하는 ‘k-ε 모델’이 대표적으로 사용된다[17]. 또한, 가장 검증된 난류 모델이며, 모델상수를 일일이 조정할 필요가 없이 다양한 전단층 유동과 재순환 유동 계산에 보편적으로 적용되고 있다[18].

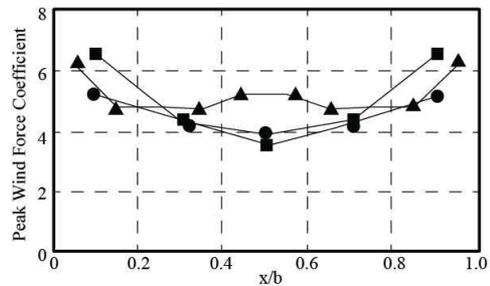
건물 주변에 발생하는 복잡한 난류의 특징은 Fig. 3과 같이 변형속도( $\sigma U_i/\sigma x_j$ )의 분포로 나타낼 수 있다. 건물 전방의 경계층에서 변형속도 텐서 ( $\sigma U_i/\sigma x_j$ )는 Fig. 3의 (a)와 같이  $\sigma U_1/\sigma x_3$ 의 성분으로만 존재하지 않고 건물 주변에서  $\sigma U_1/\sigma x_3$ 는 변형된다. Fig 3 (b)의 대각 성분인  $\sigma U_1/\sigma x_1$ ,  $\sigma U_3/\sigma x_3$ 은 경계층 흐름 속에서 일반적으로 0이 되지만, 건물 주변에서는 급격하게 변화한다.  $\sigma U_i/\sigma x_j$ 는 난류 에너지가 발생으로부터 다양한 난류 통계량을 형성 및 분배에 깊이 관여되어있고 건물 주변의 흐름에 있어서 매우 중요한 물리량이다. 이러한 건물 주변의 흐름에 대하여 ‘k-ε 모델’은 난류 운동에 미치는 메커니즘에 초점을 맞춘 가장 널리 사용되고 검증된 모델이다[18]. 표준모델식은 Table 3의 난류 에너지(k)에 대한 수송방정식인 (1)과 난류 소산율 (ε)을 위한 수송방정식(2)으로 구성된다. 그러나 표준 ‘k-ε 모델’은 유선의 곡률로 인한 2차원 유동변형률의 영향을 잘 나타내지 못하며, 주된 유동방향 변형률은 난류 에너지를 과도하게 생성시켜 난류 점성계수를 과대하게 예측한다. 과도하게 생성된 난류 운동에너지는 대체로 대류 유동으로 수송되어 전단류가 분배되는 유동 영역에서 부정확한 난류 확산과정을 예측한다.

본 연구는 이러한 표준 ‘k-ε 모델’의 단점을 개선하고 큰 전단유동 및 큰 박리 유동이 일어나는 영역의 강한 비등강성을 가지는 큰 난류유동을 개선된 예측결과를 얻을 수 있는 ‘RNG k-ε 모델’을 사용하였다. ‘RNG k-ε 모델’은 레이놀즈수에 따라 난류 전달량이 달라지는 것을 기초로, 낮은 레이놀즈수의 유동 및 작은 스케일의 운동을 지배방정식으로부터 체계적으로 제거하는 과정을 통해 난류흐름을 해석하는 수행하는 Table 3의 난류 에너지(k)에 대한 수송방정식인 (3)과 난류소산율 (ε)을 위한 수송방정식(4)으로 구성된다. 대표되는 ‘RNG k-ε 모델’을 사용하였다.

Table 4. Maximum value of wind direction coefficient of maximum wind direction in Standard Signboard



(a) Top



(b) bottom

● : b=3, ▲ : b=10m, ■ : b=20m

Fig. 4. Horizontal Distribution of Peak Wind Force Coefficients

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 광고판의 최대 풍압력 분포와 특성

옥상광고판의 최대 풍압력 형성과 분포를 확인하기 위하여, 일반적인 광고판 크기로 설정한 Model-A의 수치해석을 진행하였다. 해석조건은 Table 2의 조건을 적용하고 그 결과는 Table 4와 같다.

건물의 정면에서 0~180°로 불어오는 풍속 30m/sec의 바람에 대하여 최대 풍압 등고선 간격 (최대 풍압 간격 0.5kg/m<sup>2</sup>)로 단변방향으로 형성되는 것이 확인되었다. 전체적인 최대 풍압 분포로서 광고판의 변형은 수직보다는

Table 5. Distribution of the maximum wind pressure coefficient of each part in Model-A

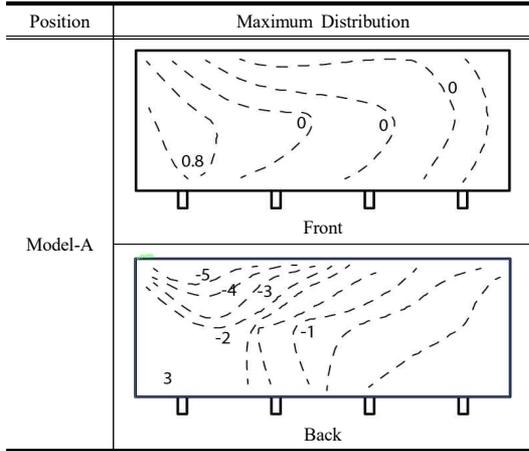
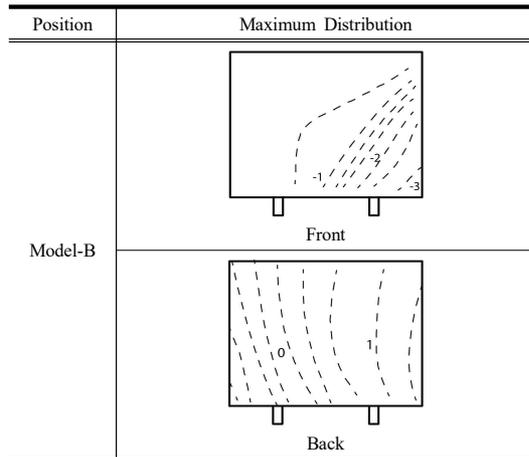


Table 6. Distribution of the maximum wind pressure coefficient of each part in Model-B



수평적인 변위가 크게 나타났고, 전면 중앙부와 좌측 모서리 부분의 변위가 크게 나타났다. 또한, Table 4의 결과로부터 광고판 길이에 5m, 10m, 20m 지점에 대한 광고판의 전체 폭(b)과 수평 떨어진 거리(x) 비에 대한 최대 풍압 분포를 비교한 결과, Fig 4와 같이 상부와 하부 모두 모서리 부분의 수평적인 변화가 제일 크게 나타나고 있다.

따라서 Model-A의 변위는 광고판의 길이에 비례하여 증가하고 있으며, 길이(b)의 증가에 따라 중앙부에서 모서리 부분과 역방향인 수평적 변화가 발생하는 것이 확인되었다. 또한, 길이가 짧아질수록 완만한 변위를 나타내고 있다. 그리고 광고판 배면의 압력형성에 따른 전면

Table 7. Distribution of the maximum wind pressure coefficient of each part in Model-C

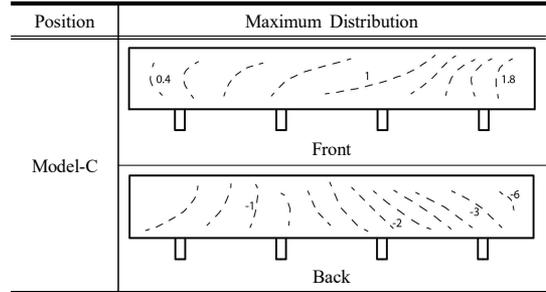
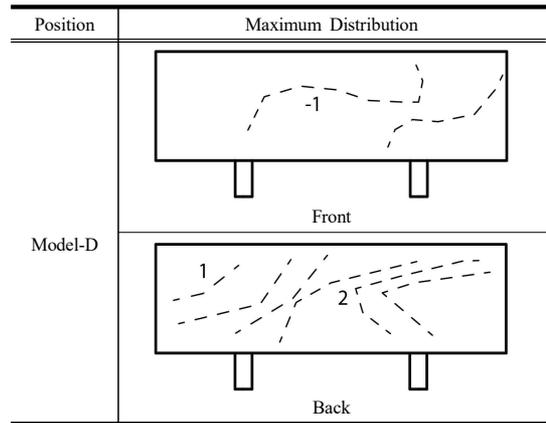


Table 8. Distribution of the maximum wind pressure coefficient of each part in Model-D



의 최대 풍압을 해석한 결과는 Table 5와 같이, 후면부의 부압의 형성으로 수평적인 변위가 발생하고 있고, 전면부 상부 우측에 변형이 집중되고 있다. 이러한 변위의 발생은 광고판 저면부의 유격( $\Delta h$ )을 통과한 상부와 하부의 풍속 차에 의해 발생하는 압력 차이가 그 원인으로 파악된다.

### 3.2 광고판 크기에 따른 최대 풍압 분포와 변형

Model-A의 결과로부터 광고판의 길이와 폭을 변경한 Model-B, Model-C, Model-D에 전면 및 배면의 최대 풍압력의 분포를 해석한 결과는 Table 6 (Model-B), Table 7 (Model-C), Table 8 (Model-D)와 같다.

Model-B는 (b)10m × (h)8m × ( $\Delta h$ )1m 크기의 광고판이다. Table 2의 조건으로 전면과 배면에 형성되는 최대 풍압력을 해석한 결과는 Table 6과 같다. 전면에서 불어오는 바람에 대하여 Model-B는 전면에는 부압, 배면에는 형성되고, 최대 풍압의 형성에 따라 전반적인 변

위는 하부 단부에 수직적인 변위 및 전면을 향하여 U자형 변형이 발생하는 것이 확인되었다. 이것은 전체적인 길이 축소에 의한 바람이 양단부와 광고판 유격을 통과하는 바람에 의해 생성되는 압력 발생이 그 원인으로 파악된다.

Model-C는 Model-A에 비하여 높이를 축소시켜 크기를 인 최대 풍압력의 분포는 Table 7과 같이 표준모델과 같이 수직적인 변형이 발생하고 있다. 그리고 Model-A 비례 수직적 변형은 전체표면에 분포하고 있지만, 바람의 수평적 이동 거리가 멀어지기 때문에 전면과 배면의 압력 차는 비교적 높은 수치를 나타내고 있다. 특히 압력 차를 나타내는 등고선이 다른 모델과는 달리 그 피치가 넓고 완만한 변형을 보인다. 특히, 최대 풍압력 등고선이 전면부에는 상부 중심을 향하여 집중되어 있고, 배면에는 하부 단부측에 널리 분포하고 있다. 따라서 상부의 단부 배면에 변형이 발생하고, 하부는 전면부에 변형이 발생하는 것이 확인되었다.

Model-D는 Model-A와 비교하면 높이와 폭을 모두 변화된 (b)10m × (h)3m × (Δh)1m의 크기를 가지는 저인 변형보다는 수평적인 변형에 가까운 이 중앙에 집중되는 경향이 Table 8과 같이 얻을 수 있다. 그리고 전면과 배면의 풍압 차도 다른 모델에 비해 낮아서 풍압력에 의한 변형에 안정적인 모습을 보인다.

각 Model의 최대 풍압력 형성에 따른 광고판 전면에 형성된 최대 풍압 분포에 따른 변형 특성은 첫 번째 광고판의 모양이 가로로 긴 장방형에 가까울 때 수평적인 변형이 지배적이면 양쪽 모서리의 변형이 커진다. 두 번째 광고판의 높이가 높아질수록 수직적인 변형이 지배적으로 발생하며, 바람의 통과에 따라 다른 광고판과는 다르게 배면에 정압이 형성된다. 세 번째 폭보다 높이가 낮아지는 경우, 최대 풍압은 중앙부 상부에 집중적으로 분포되어 변형이 발생 된다. 따라서, Table 9와 같이 h/b의 비율이 1에 가까울수록 바람에 최대 풍압 분포가 안정적이고 풍압에 의한 영향이 비교적 낮다는 것을 확인할 수 있다.

Table 9. Distribution of the maximum wind pressure coefficient of each part in Model

Model	A	B	C	D
h/b	0.6	0.8	0.15	0.8

#### 4. 결론

본 연구는 건축물 옥상에 설치되는 옥외광고탑의 바람에 의한 피해경감을 목적으로 평지붕을 가지는 중저층 건물 옥상에 설치된 광고판에 작용하는 바람에 대한 풍압력 분포에 따른 변형을 수치해석을 통해 고찰한 연구이다.

건물의 크기가 (b)20m × (d)10m × (h)30m의 건축물 옥상에 광고판이 설치된 것으로 가정하고 가장 일반적으로 사용되는 광고판을 표준모델로 하고, 높이와 너비가 상이한 4가지 모델과 비교하여 광고판의 풍압력 분포에 따른 변형을 수치해석을 통하여 비교하였다. 그리고 다음과 같은 결론을 얻었다.

- ① 광고판의 모양이 가로 긴 장방형에 가까울 때 수평적인 변형이 지배적이면 양쪽 모서리부의 변형이 커진다.
- ② 광고판의 높이가 높아질수록 수직적인 변형이 지배적으로 발생하며, 바람의 통과에 따라 다른 광고판과는 다르게 배면에 정압이 형성된다.
- ③ 광고판의 폭보다 높이가 낮아지는 경우 풍압력은 중앙부 상부에 집중적으로 분포되어 변형이 발생한다.

따라서 광고판의 h/b 비율이 1에 가까울수록 바람에 최대풍압 분포가 안정적이고 풍압에 의한 영향이 낮다는 것을 확인할 수 있었다.

이 결과로부터 바람에 의한 광고판이 비산하는 등의 피해를 줄이기 위해서는 광고판 전면 상부의 단부를 변형을 막는 구조적인 보강이 필요하다. 그리고 h/b 비율이 1에 가까운 형상을 가진 광고판이 최대 풍압에 유효하게 대응한다는 것을 알 수 있다. 그러나 수치해석이 자연상태의 모든 부분을 완벽하게 해석하지는 못하는 한계를 가지고 있고, 도심지는 주변의 건축물, 지형, 기후 등에 따라 바람 방향이 매우 달라지고 그 세기도 달라진다. 따라서 수치해석의 한계를 극복하기 위하여 축소모형 또는 실물모형을 사용한 풍동실험이 필요하며, 이를 통한 광고판의 다양한 형상에 따른 풍압의 효과를 파악하기 위한 실증적인 기초자료 축적을 위한 실험이 추가로 요청된다.

## References

- [1] Ha, young Cheol, "Revised Wind Loads in KBC2016", Review of Architecture and Buliding Science, 2016.
- [2] Y. B. Chung, Y. C. Ha, A, "Study for Application and Numerical Prediction of Wind Pressure Distribution Over Buliding Cladding Using Computational Fluent Dynamics", The Wind Engineering Institute of Korea, vol 12, 2, 2008.
- [3] H. J. Ham, S. Y. Lee, "Characteristics of Dynamic Buliding Pressure on a Low-rise Building : Comparison of full and Model Scale Tests", Journal of the Architecture Institute of Korea Structure & Construction, 19(6), 27-35, 2003.
- [4] W. R. Cho, B. J. Kim, Y. C. Ha, "Analysis on the Correlation on Wind Pressure for Building", Proceeding of WEIK Symposium, The Engineering Institute of Korea, 133-138, 2015.
- [5] H. R. Kim, S. H. Suh, K. Y. Lee, S. K. Cho, K. S. Kim, "Assessment of wind Pressures on the Building wuth Odd-Geometry Using Numerical Simulation", Journal of the Architecture Institute of Korea Structure & Construction, 16(1), 325-327, 1996.
- [6] S. H. Jung, "Sumulation of Fluctuating Wind Pressures on Bluff Bodies", The Wind Engineering Institue of Korea, Proceeding of WEIK Symposium, 81-86, 2004.
- [7] Y. C. Ha, S. J. Lee, " A Study on the Estimation of Basic Wind Speed for Design of Temporary Structures", Journal of the Architecture Institute, 12(11), 159-170, 1996.
- [8] H. J. Choi, S. K. Cho, H. R. Kim, K. R. Lee, K. S. Kim, "Comparison of wind pressures for Cladding design with several countries ; with emphasis on external Roof Surface", The Wind Engineering Institue of Korea, Proceeding of WEIK Symposium, 36-41, 2000.
- [9] Y. B. Chung, Y. C. Ha, "A Study for Application and Numerical Prediction of Wind Pressure Distribution over Buliding Cladding Using Computational Fluent Dynamics", Journal of the Wind Engineering Institute of Korea, 12(2), 113-119, 2008.
- [10] Y. B. Chung, "A Basic Study Wind Load for a Cable Using Two-Dimension Computational Fluent Dynamics", Journal of the Wind Engineering Institute of Korea, 13(2), 83-89. 2009.
- [11] S. H. Jeong, "POD study Wind Pressure Measured at Non-uniformly Spaced Taps on a structure", Journal of the Wind Engineering Institute of Korea, 4(2), 182-190, 2000..
- [12] K. Takamori, "A Study on Wind Power Characteristics and Wind Performance Evaluation of Buliding Exterior Materials and Attachment", Osaka University, 2015.
- [13] R. Okada, A. Yoshida, S. Nakata, M. Matsui, Y. Tamura, "Evaluation Method of Wind Pressure Resistant Characteristics for Ceiling Panel System", J. of Wind Engineering, JAWE, Vol. 40, No.3(No.144), 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.5359/jwe.40.63>
- [14] K. Ohtake, O. Kakamura, Y. Okuda, "Peak Wind Force Coefficients for Balcony Handrail", J. of Wind Engineering, JAWE, Vol.36, No.4(No.129), 2011.
- DOI: <https://doi.org/10.5359/jawe.36.376>
- [15] H. Terazaki, A. Katsumura, Y. Uematsu, K. Ohatake, Y. Okuda, H. Kikuchi, H. Noda, Y. Masuyama, M. Yamamoto, A. Yoshida, "Wind Force Coefficient and Gust Loading Factor for Roof and Eave", J. of Wind Engineering, JAWE, Vol.36, No.4(No. 129), 2011.
- [16] JAAA, "The CREATER. 2007", Japan Advertising Agencies Association, 2007.
- [17] Tsutomu Kambe, "Flow Dictionary", Maruzen Press, 397-403, 2004.
- [18] H. K. Versteeg, W. Malalasekera, "An Introduction to Computational Fluid Dynamics", Pearson press, 2007
- [19] M. Tabatabaian, "CFD MODULE : Turbulent Flow Modeling", Mercury Learning and Information, 2015.
- [20] Mochida Akashi, "Recent Progress in CFD and Application to Enviromental Problems", Japan Association for Wind Engineering, Vol 60, 24-37, 1994.  
DOI: [https://doi.org/10.5359/jawe.1994.60\\_24](https://doi.org/10.5359/jawe.1994.60_24)
- [23] W. K. Che, "Assessment Method of the Advertsing Pillar Tower on the Penthouse", Korea Institute of Intelligent System Proceeding of Symposium, 221-226, 1998.
- [24] H, R. Kim, K. Y. Lee, K. S. Kim, "A Study of Two Dimmsional Wind Flow and Surface Pressure around a Aquare-Shape Bluff body", Architecture Institute of Korea, Structure & Construction, 14(1), 349-352, 1994.

홍 지 완(Ji-Wan Hong)

[정회원]



- 2006년 3월 : 일본 큐슈대학교 환경시시스템 전공 (공학석사)
- 2009년 3월 : 일본 큐슈대학교 환경시시스템 전공 (공학박사)
- 2011년 3월 ~ 2015년 2월 : 동서대학교 건축토목학부 교수
- 2015년 3월 ~ 현재 : 신라대학교 건축학부 교수

<관심분야>

건축환경, 건축설비, 열환경, 식물공장