KBC 풍하중 기준 분석을 통한 풍하중의 한국형 BIM 적용방안에 관한 사례연구

A Case Study on Application Method of Korean Building Information Modeling (BIM) through the Analysis of Wind Load Criteria based on Korean Building Code (KBC)

조 영 상* • 신 태 송** • 홍 성 욱*** • 배 준 서**** • 김 유 리*****
Cho, Young-Sang • Shin, Tae-Song • Hong, Seong-Uk • Bae, Jun-Seo • Kim, Yu-Ri

요 약

본 논문에서는 KBC(Korean Building Code)와 IBC(International Building Code)의 풍하중 기준의 비교 분석을 통하여, BIM 프로세스 기반의 구조해석 및 설계 프로그램에서 풍하중 산정 시 국내 건축구조설계 기준(KBC)을 적용하기 위한 방안을 제시하는 것을 목적으로 한다. 현재 BIM 기반 구조해석 및 설계 프로그램 중에는 한국구조설계기준(KBC)에 부합하는 풍하중 산정이 가능한 프로그램이 존재하지 않는다. 구조설계 기준에서 특히 풍하중 산정 방법은 기준 및 지역에 따른 산정 방법에 차이가 있기 때문에, 구조설계의 안전성을 높이고 한국 실정에 맞는 건축물의 설계를 위해서 KBC 기준의 적용이 필요하다. 본 연구에서는 IBC와 KBC 내의 풍하중 산정 방법의 차이점을 비교·분석하고, 실제 사례연구를 통하여 풍하중 산정의 차이를 확인한다. KBC 기준 풍하중 산정 결과를 구조해석 및 설계 프로그램에 적용하기 위한 방법으로써 외부 프로그램을 활용하며 외부 프로그램에서 산정한 풍하중을 다시 구조해석 및 설계 프로그램 상에 입력하여 구조해석을 수행함으로써 KBC 기준 풍하중의 적용을 통한 한국형 BIM 구조해석 및 설계의 방안을 제시한다.

keywords : Building Information Modeling(BIM), 풍하중, KBC, IBC

1. 서 론

BIM은 객체 기반 3차원 설계를 통해 건축과 관련된 모든 정보를 데이터베이스화하여 연계하는 시스템으로, BIM의 효용 및 잠재성이 부각되기 시작하면서 개발 및 적용에 대한 관심이 높아지고 있는 추세이다. 하지만 국내 기준에 맞는 BIM 적용에 관한 연구는 미비한 상태에 있다. 이 연구에서는 한국형 BIM 기반 구조설계를 위한 ETABs (CSI)에 KBC를 적용한 풍하중 산정 방안에 관한 연구를 진행하였다.

* 정회원 • 한양대학교 건축학부 부교수 ycho@hanyang.ac.kr
** 정회원 • 동명대학교 건축공학과 부교수 tsshin@tu.ac.kr
*** 한양대학교 일반대학원 건축환경공학과 박사과정 suhong@hanyang.ac.kr
**** 학생회원 • 한양대학교 일반대학원 건축환경공학과 박사과정 forum0407@hanyang.ac.kr
***** 학생회원 • 한양대학교 일반대학원 건축환경공학과 석사과정 lilyofvlly@gmail.com

2. KBC와 IBC의 풍하중 산정 비교 분석

KBC와 IBC의 풍하중 산정 식은 공통적으로 다음 식 (1)에 의해 산정하고 있다. KBC와 IBC의 풍하중 산정에서 차이는 설계 속도압(q_z), 중요도 계수(I), 가스트 영향 계수(G_f)의 변수에 의해 차이가 발생한다. 설계 속도압(q_z, q_h) 산정에서 사용되는 기본 풍속(V)은 건설지점의 지형적 특성에 의해 좌우되는 값으로 KBC와 IBC에서 차이를 내는 가장 큰 요인이다. 중요도 계수는 KBC와 IBC에서 보두 4개의 범주로 나누어 횡력에 대한 구조물의 영향 정도를 나타내고 있는데, 중요도 계수 차이는 다음 표 1과 같이 나타나며 미국의 경우 허리케인이 발생하는 지역에 대해 별도로 분류하여 계수를 정하고 있다는 것이 차이점이다. 강체건축물의 경우에 가스트 영향 계수는 KBC의 경우 노풍도에 따라 구분이 되지만 IBC에서는 하나의 계수로 규정하고 있어서 풍하중 산정에 차이를 나타낸다.

$$W_f = G_f \cdot (q_z \cdot C_{pe1} - q_h \cdot C_{pe2}) \cdot A \qquad (1)$$

표 1 KBC와 IBC의 풍하중 산정식 및 계수 차이

구조설계 규준	설계 속도압(q_z)	중요도 계수 (최대/최소) *[ ]: 허리케인 발생지역	가스트 영향계수 (강체건축물 경우)
KBC	$q_z = (1/2) \cdot \rho \cdot V_z^2 \ (N/m^2)$	0.81/1.10	1.8 ~ 2.5
IBC	$q_z = 0.613 \cdot K_z \cdot K_{zt} \cdot K_d \cdot V^2 \cdot I \ (N/m^2)$	0.87/1.15 [0.77/1.15]	0.85

3. 사례 분석

3.1. 대상건물

사례연구의 대상이 된 건축물은 지하 4층 지상 30층의 주상복합 건축물이다. 대상 건축물을 이용하여 IBC와 KBC를 기준으로 산정한 풍하중을 비교 분석하였다. 건물에 대한 개요와 풍하중 설계 기준은 다음 표 2와 표 3과 같다.

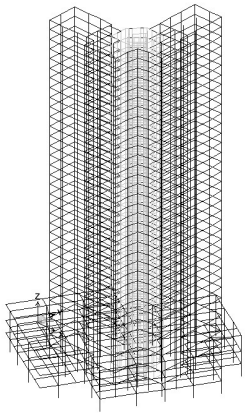

그림 1 대상모델 ETABs 모델링

표 2 사례 분석을 위한 건물 개요

건물규모	지하4층, 지상 30층
건축면적	687.7270m^2
연면적	14,811.6378m^2
구조형식	철근콘크리트 전단벽 + Flat Plate Slab

표 3 건물 설계 기준

지역	아산
기본풍속	35 m/s
노풍도 구분	B
중요도계수	1.1
가스트계수	2.2

3.2. 풍하중 산정 및 사용성 평가

각 기준에 의한 풍하중 산정에 의한 밑면 전단력은 IBC의 경우 136.3kN이고, KBC의 경우 403kN으로 IBC 기준의 밑면 전단력이 KBC 기준에 비해 33.82% 작게 산정됐다. 가장 큰 요인은 가스트 계수로 추정되는데, KBC에서는 노풍도 B에 해당하는 가스트 계수는 2.2 임에 반해 IBC에서는 0.85로서 약 2.6배가 적다. KBC기준에서 30층의 층간 변위는 0.00701m 이고, IBC기준의 30층의 층간변위는 0.00292로서 모두 허용 층간 최대변위(층고/300)의 값 0.01 이하가 되어서 두 개의 기준 모두 허용 값 안에서 층간 변위가 산정되어 사용성을 만족하지만, KBC 기준과 IBC 기준에 따른 풍하중과 그에 따른 구조 해석 결과값의 차이가 상당함을 확인할 수 있다. 따라서, 국내 실정에 맞는 한국형 BIM 구조 해석 프로세스를 실현하기 위해서는 KBC 기준의 적용이 필요할 것으로 사료된다.

표 4 KBC 기준 풍하중 산정

층(m)	K_{zr}	q_z(N/㎡)	P_f(N/㎡)
1(5.1)	0.81	608	2604
3(11.2)	0.81	608	2604
27(83.2)	1.19	1312	3844
29(89.2)	1.21	1353	3916
30(92.2)	1.22	1373	3951

표 5 IBC 기준 풍하중 산정

층(m)	K_{zr}	q_z(N/㎡)	P_f(N/㎡)
1(5.1)	0.62	535.41	881.57
3(11.2)	0.76	656.31	963.78
27(83.2)	1.35	1165.81	1310.24
29(89.2)	1.35	1165.81	1310.24
30(92.2)	1.41	1217.62	1345.48

표 6 밑면 전단력 비교 (kN)

층(m)	IBC	KBC
1(5.1)	136.3	403
3(11.2)	109.03	295
27(83.2)	148.22	435
29(89.2)	148.22	443
30(92.2)	159.82	469

표 7 층간변위 비교 (m)

층(m)	IBC	KBC	허용층간변위(m)
1(5.1)	0.00026	0.00063	0.017
3(11.2)	0.00088	0.00212	0.01
27(83.2)	0.00293	0.00702	0.01
29(89.2)	0.00293	0.00701	0.01
30(92.2)	0.00292	0.00701	0.01

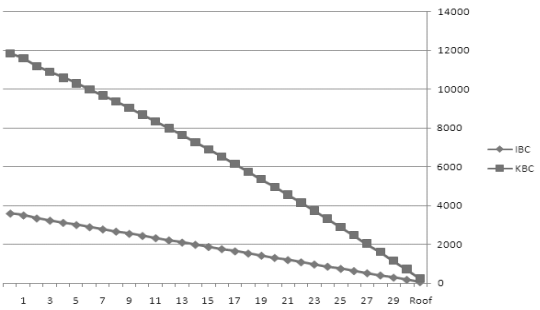

그림 2 밑면 전단력 (kN)

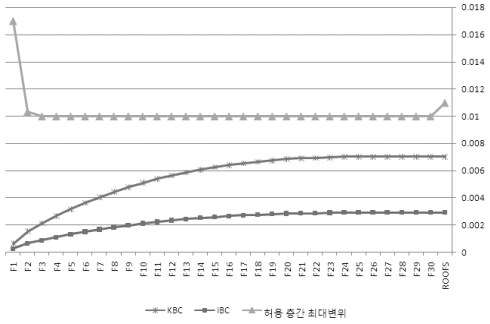

그림 3 층간변위 (m)

4. 한국형 BIM을 위한 ETABs의 풍하중 기준에 KBC 기준 적용 방안

4.1. 범용 구조 해석 및 설계 프로그램상의 KBC 기준 풍하중 산정 적용 방안

본 연구에서는 대표적인 범용 BIM 구조 해석 및 설계 프로그램인 E 프로그램을 대상 프로그램으로 활용한다. KBC 기준 풍하중 적용을 위해, Visual Basic 환경의 외부 프로그램을 이용하여, 그 결과를 E 프로그램 상에 재입력함으로써 KBC 기준에 의한 풍하중을 모델 상에 적용하는 방법을 사용한다.

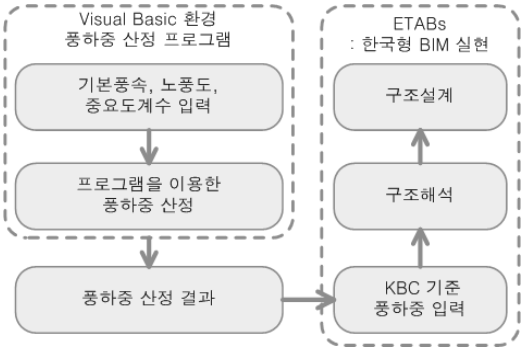

그림 4 KBC 풍하중 산정을 통한 한국형 BIM 적용

4.2 외부 프로그램을 통한 풍하중 산정 및 E 프로그램 상 풍하중 입력

외부 프로그램에 지형정보, 건물정보, 기본풍속, 노풍도 등의 풍하중 계수를 그림 5와 같이 프로그램 상에 입력하면 건물의 높이에 따른 풍하중 정보를 산출할 수 있고, 산출된 높이에 따른 면적당 풍하중은 그림 6과 같이 E 프로그램 상에 면적 하중으로 입력하여 구조 해석 및 설계를 수행할 수 있다. 향후 연구로써 E 프로그램 내부의 풍하중 산정 알고리즘 수정을 통해 KBC 기준을 추가하여 구조해석 단계의 BIM에서 효율성 높은 BIM 프로세스의 구현이 필요할 것으로 사료된다.

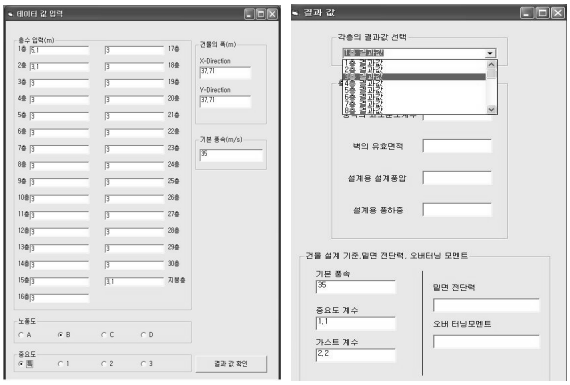

그림 5 외부 프로그램 제작

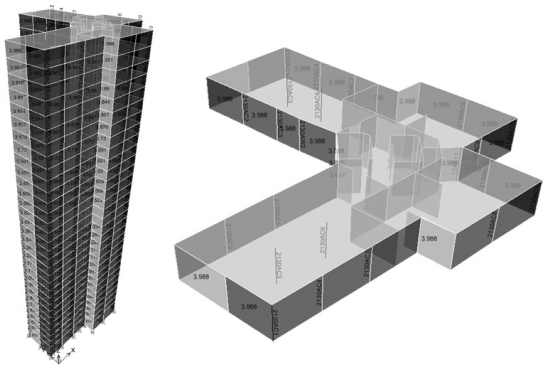

그림 6 단위면적당 풍하중을 입력

감사의 글

본 논문은 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 건설기술혁신사업 (과제번호: 06첨단융합01)의 지원으로 이루어진 것으로, 본 연구를 가능케 한 건설교통부 및 한국건설교통기술평가원에 감사드립니다.

참고문헌

대한건축학회 (2006) 건축구조설계기준, pp.75~106.

이진희 (2007) BIM 기반 통합설계프로세스의 국내 적용 가능성에 관한 연구, 한국실내디자인학회논문집, (2007-12), pp.19~27.