

풍하중 산정기준의 비교

외장재 설계용 풍하중 기준 KBC-2010



이 은 지 / Lee, Eun Ji



원 종 호 / Won, Jong Ho

1. 들어가는 글

전 세계적으로 지구 온난화 현상과 더불어 자연으로부터의 피해가 급속도로 증가하고 있다. 최근에 일어난 많은 대규모 지진과 강풍 등을 비롯해 그 피해는 상상을 초월한다고 할 수 있다. 이러한 피해로 인해 많은 사람들이 건축물을 설계할 때 반영되는 자연하중 즉, 지진하중과 풍하중에 대한 관심이 증가하였다. 우리나라의 경우 아직까지는 지진에 대한 피해보다는 바람에 의한 피해가 더 많이 발생한다. 이를 반영하여 근래에 개정된 대한건축학회「국토해양부 고시 건축구조기준 KBC-2010」(이하 2010년 기준)은 현실에 좀 더 근접하며, 바람에 피해를 줄이기 위해 많은 부분이 신설/변경되었다. 또한 요즘 널리 사용되고 있는 Curtain Wall방식의 외장재 설계는 풍하중에 의해 지배되기 때문에 풍하중에 대한 검토가 필수적이라고 할 수 있다.

따라서 본고에서는 대한건축학회「건설교통부 고시 건축구조설계기준 및 해설 2006」(이하 2006년 기준)과 새로 개정된 2010년 기준을 비교하여 신설/변경된 부분을 정리하며, 이를 비교하여 신 기준에 대한 이해와 합리적인 외장재 설계에 도움이 되고자 한다.

2. 몸 글

2010년 새로 개정된 이번 기준에서는 새롭게 신설되고 변경된 항목이 다소 많으며, 전체적으로 다소 강화되었음을 알 수 있다. 하지

만 이런 강화된 기준 안에서도 현실에 맞게 다소 완화된 부분도 찾을 수 있으며, 용어들도 우리에게 익숙해져 있던 용어들이 아닌 새로운 용어들로 변경되었다.

먼저 변경된 용어들에 대해 정리하여 보면 풍하중 산정에 기본이 되는 항목 중에 하나인 노풍도가 지표면 조도(Surface roughness category)라는 단어로 변경되어 처음 접하는 사람들도 무엇을 의미하는지 알 수 있도록 하였다. 뿐만 아니라 지형에 의한 풍속감속계수가 지형계수로, 풍속의 고도분포계수가 풍속고도분포계수로, 풍압계수가 외압계수로, 가스트 외압계수 및 가스트 내압계수가 피크 내압계수, 피크 외압계수로 변경되어 2010년 기준에 기재되었다. 다소 용어에 혼란이 있을 수 있지만 의미전달의 측면에서는 좀 더 편리하게 변경되었다. 그 외에 2010년 기준에 신설된 항목들은 다음 절에 정리하면 다음과 같다.

2-1) 신설된 2010풍하중 기준

이전 기준에는 없었던 특별 풍하중이라는 항목이 신설되어(2010년 기준-0305.1.3) 바람으로 인하여 건축물 및 공작물에 발생하는 현상이 매우 복잡하여 식에 의한 풍하중 평가가 난해한 경우를 정리하여 이를 풍동실험을 통하여 풍하중을 평가하도록 기준에 명기하고 있다. 예전에는 구조기술자의 판단에 의해 선택적으로 행하여지던 풍동실험이 특별 풍하중이라는 항목으로 명기되어 풍동실험에

1) 풍공학회 학생회원, 시티월 ENG주임, 공학석사
2) 풍공학회 정회원, 시티월 ENG 대표, 공학박사(수료), 신홍 대학교 강의 교수

대한 필요성이 강조되었다. 풍동실험을 요하는 건축물로는 다음과 같이 크게 5가지로 명기하고 있다.

(1) 풍진동의 영향을 고려해야 할 건축물

- ① 풍방향진동 외에 풍직각방향진동 및 비틀림진동에 의한 동적 영향을 고려하여야하는 건축물
- ② 장방형 평면인 건축물 $H/\sqrt{BD} \geq 3.5$
- ③ 원형 평면인 건축물 $H/d \geq 7$

(2) 특수한 지붕골조 및 외장재

강성이 낮아 공기력불안정진동이 예상되는 지붕골조의 경우와 규모, 공법에 따른 진동이 우려되는 외장재

- (3) 골비람효과가 발생하는 건설지점
- (4) 인접효과가 우려되는 건축물
- (5) 특수한 형상의 건축물

풍동실험에 의하여 평가한 주 골조설계용 외압계수, 외장재 설계용 피크 외압계수 및 피크 내압계수 값을 기준에서 제시한 값 대신 사용할 수 있지만 이러한 값은 기준에서 제시하고 있는 값의 80%이하일 경우에는 그 값을 사용할 수 없으며 기준의 80%값을 사용하여야 한다. 이와 같은 내용은 2009년 기준 0305.7장에 「풍동실험에 의한 풍압계수의 채용」이라는 항목으로 명기되어 있다.

그 외에도 부분개방형 건축물의 주 골조설계용 풍하중 산정방법 신설(0305.2.2), 주 골조설계용 지붕의 외압가스트 영향계수 산정방법 신설(0305.6.3), 부분 개방형 건축물의 풍하중 산정용 피크 내압계수 제시(0305.8.2)등 신설된 항목들을 찾을 수 있다.

2-2) 변경된 2010년 기준

2010년 기준에서 변경된 사항들을 외장재 설계용 풍하중 산정시 행하여지는 흐름으로 정리하면 다음과 같다.

1) 설계 풍속 (V_z) 산정

설계 풍속을 산정할 시 다음 식을 통하여 산정한다.

$$V_z = V_0 \cdot K_{zr} \cdot K_{zt} \cdot I_w$$

이 산정 식 V_0 안의 및 K_{zr} , K_{zt} , I_w 는 풍하중 산정에 가장 기본이 되는 사항으로 건설지점에 대한 상황과 건물의 특성을 반영하게 된다.

먼저 기본 풍속 V_0 의 경우 그 값에는 변동이 없지만 그림 2.1에 서와 같이 시 군을 기준으로 기본 풍속도가 재 작성되어 건설지점에 따른 기본풍속을 확인하는 것이 더욱 편리해졌다.



그림 2.1 기본풍속도-2010년 기준

지형계수(지형에 의한 풍속할증계수)는 표에 의해 산정되던 예전의 방식이 아니라 산, 경사지 등 풍속이 할증되는 경우 건설지점 내 임의 점에서도 정확히 풍속의 할증률을 평가할 수 있도록 형상 (k_t), 위치 (s), 경사각(ϕ_t)에 따른 풍속할증계수의 평가는 식을 통해 산정하도록 하였다. 지형계수 산정 식은 다음과 같이 제시되어 있으며 k_t , s , ϕ' , I_z 는 예전 기준과 동일한 정의를 사용한다.

$$K_{zt} = 1 + \frac{k_t s \phi'}{(1 + 3.7I_z)}$$

중요도 계수 (I_w)의 경우, 강화되었다고만 생각하던 2009년 기준에서 유일하게 완화된 부분이다. 2010년에 개정된 중요도 계수(I_w) 내용은 다음 표와 같다. 중요도 분류에 대한 정의는 크게 변화하지 않았고 다소 추가된 용도가 있다. 하지만 층에 대한 정의는 다음 표와 같이 주석으로 분류되어 정의되는 것 외에 중요도 분류 내에서는 명기되지 않았다.

중요도 분류	특	1	2	3
중요도 계수(I_w)	1.00	0.95	0.90	

주) 35층 이상, 100m 이상인 건축물 또는 세장비가 5 이상인 건축물의 중요도 계수 (I_w)는 1.1이상으로 한다

2006년 기준까지는 중요도가 「특」인 경우 중요도계수를 1.1로 사용하도록 하였다. 하지만 2010년 개정된 기준에 의하면 35층 이상, 100m 이상인 건축물 또는 세장비가 5이상인 건축물만이 중요도 계수를 1.1로 사용하도록 명기하고 있다. 이는 건축물의 용도로 정의된 것이 아니라, 바람에 크게 영향을 받는 고층 건축물의 풍하중 선정시 안전율을 더하는 개념으로 현실화 되었다고 할 수 있다. 이렇듯 중요도계수 항목은 2009년 기준에서 유일하게 완화된 부분이라고 할 수 있다.

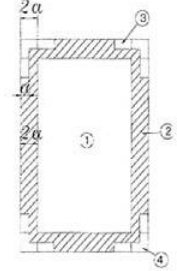
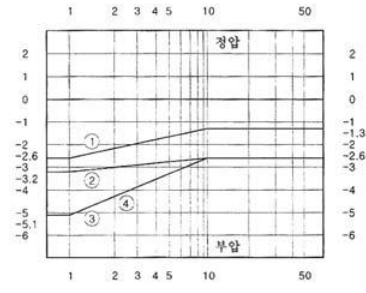
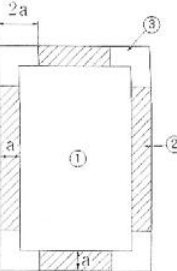
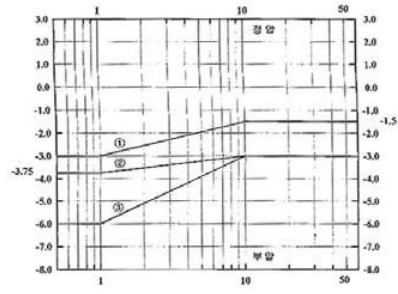
설계 속도압의 경우 다음 식을 통하여 선정하게 되면 2006년 기준과 2010년 기준의 변동이 없다.

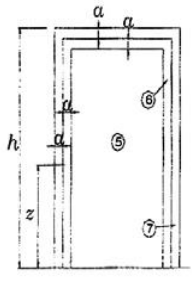
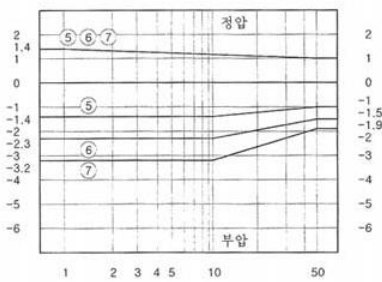
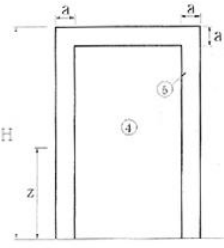
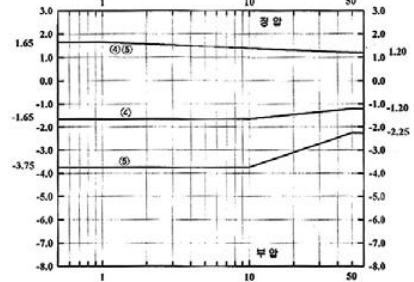
$$q_H = \frac{1}{2} \rho V_z^2$$

다음은 가장 중요한 부분이라고 할 수 있는 설계풍압 산정이다. 외장재 설계용 설계 풍압 산정식은 다음과 같다.

$$p_c = q_H (GC_{pe} - GC_{pi})$$

여기서 가장 주목해야 되는 부분은 외장재 설계용 피크외압계수(GC_{pe})일 것이다. 2006년 기준과 달리 외장재 설계부분에서 가장 크게 변경된 부분이라고 할 수 있겠다. 2006년 기준에 비해 1.18배 증가했을 뿐만 아니라 Edge zone영역 또한 확대되었다. 이러한 사항들을 지붕면 평균높이 높이가 20m 이상인 건축물에 대하여 정리하면 다음과 같다.

지 붕 면	2006년 기준		
	2010년 기준		
비교	<ul style="list-style-type: none"> · Edge zone의 통합 및 확대 <ul style="list-style-type: none"> - a (2006년 기준) : 건축물 최소폭의 5% 또는 0.5H 중 작은 값 - a (2010년 기준) : 건축물 최소폭의 0.1배 단 1.0m 보다 작아서는 안됨 · 피크외압계수의 증가 <ul style="list-style-type: none"> - Typical zone ① : -2.6 (2006년) → -3.0 (2010년) - Edge zone 1 ② : -3.2 (2006년) → -3.75 (2010년) - Edge zone 2 ③, ④ : -5.1 (2006년) → -6.0 (2010년) 		

벽 면	2006년 기준		
	2010년 기준		
비교	<ul style="list-style-type: none"> · Edge zone의 통합 및 확대 <ul style="list-style-type: none"> - 2006년 기준 Edge zone ⑥, ⑦이 Edge zone ⑤ 으로 통합 - a (2006년 기준) : 건축물 최소폭의 5% 또는 0.5H 중 작은 값 - a (2010년 기준) : 건축물 최소폭의 0.1배 단 1.0m 보다 작아서는 안됨 · 피크외압계수의 증가 <ul style="list-style-type: none"> - Typical zone Positive pressure : 1.4 (2006년) ? 1.65 (2010년) - Typical zone negative pressure : -1.4 (2006년) ? -1.65 (2010년) - Edge zone negative pressure : -2.3&-3.2 (2006년) ? -3.75 (2010년) 		

2.3 각 기준에 따른 외장재 설계용 설계풍압 비교

동일한 조건을 적용하여 2006 기준과 2010 기준에 따라 풍하중을

산정하여 비교하였으며 그 결과는 다음과 같다

지역 : 서울

기본풍속 : 30

지표면조도 (노풍도) : B

지붕형상 : 평지붕

건물의 용도 : 오피스텔

층고 : 3m

여기서, 변수가 되는 부분은 중요도계수와 건축물의 높이가 된다.

건축물의 용도가 피스텔일 경우, 2006년 기준에서 정하고 있는 15층 이상인 건축물에서는 중요도 「특」이 적용되며 그 이하 높이의 건축물에서는 중요도「1.0」이 적용되므로 그 결과는 다음과 같다.

또한, 건축물 높이 100m이상일 경우 중요도 「특」이 적용된다.

건축물의 높이	설계속도압	
	2006년 기준	2009년 기준
20	42.6	42.6
30	50.9	50.9
40	57.7	57.7
50	77.1	63.7
60	83.5	69.0
70	89.4	73.9
80	94.8	78.3
90	99.8	82.5
100	104.6	104.6

표 2.1 설계 속도압 비교

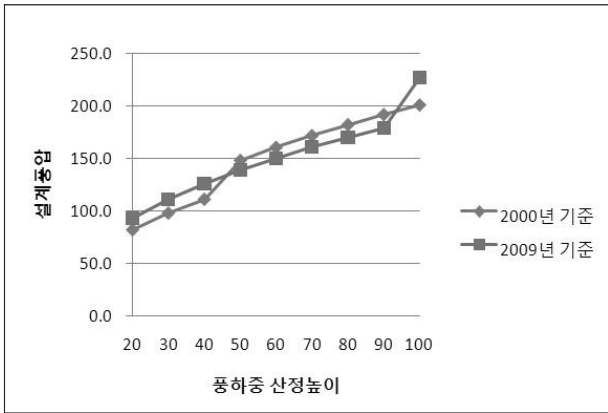


그림 2.2 설계속도압 비교

그림 2.2와 표2.1에서 확인할 수 있듯이 건축물의 높이가 증가하면서 동일하던 설계속도압이 중요도 계수의 변화에 따라 15F 이상, 100m이하의 경우 80%정도 감소 한 것을 확인할 수 있다. 그러나 건축물의 높이 100m인 경우 중요도 계수가 다시 1.1이 되므로 2006년 기준과 2010년 기준이 다시 동일해 진다.

외장재 설계용 설계풍압 중 Typical zone 정압(+)을 비교한 결과는 다음과 같다.

건축물의 높이	외장재 설계용 설계풍압(Typical zone positive(+))	
	2006년 기준	2010년 기준
20	81.7	92.4
30	97.7	110.4
40	110.9	125.3
50	148.0	138.2
60	160.3	149.8
70	171.6	160.3
80	182.0	170.0
90	191.6	179.0
100	200.7	226.9

표 2.2 외장재 설계용 설계풍압 비교

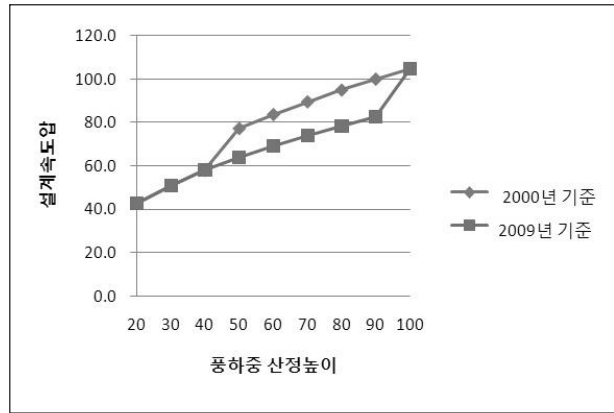


그림 2.3 외장재 설계용 설계풍압 비교

그림 2.3과 표2.2에서 보면 피크 외압계수의 증가로 설계속도압이 동일했던 저층부에서는 약 13%정도 외장재 설계용 설계풍압이 증가한 것을 확인할 수 있다. 하지만 피크 외압계수가 증가하였지만 중요도계수 값이 달라지는 고층부(15F 이상)에서는 약 7%정도 외장재 설계용 설계풍압이 감소하였다. 그 외의 부압영역 및 Edge영역에서도 동일한 결과를 나타냈다. 이는 기본풍속이 30m/s인 지역과 지표면 조도(노풍도)가 B인 지역에 국한하지만 중요도 계수의 감소는 고층건축물의 외장재 설계용 설계풍압뿐만 아니라 구조골조용 설계풍력 값을 감소시키는 역할을 할 것으로 사료된다.

3. 마치는 글

풍하중은 일정한 크기와 형태를 가지고 작용하는 것이 아니라 시시각각 변화하며 불규칙하게 작용하는 자연환경적인 외력이다. 이러한 불규칙한 자연현상을 정확히 정량적으로 평가하여 예상하는 것은 매우 어려운 일이다.

하지만 건축물에 설계 시 반영되는 풍하중 산정기준은 해가 지나면서 여러 차례 변화하고 있다. 이러한 변화는 건축물의 작용하는 예측불허의 바람을 좀 더 정확하게 산정하여 건축물 설계에 반영하고자 하는 바람이다.

이번에 개정된 2009년 기준에서도 이러한 변화를 반영되었다. 2010년 기준과 비교하여 2006년 기준의 개정사항을 요약하면 다음과 같다.

1) 용어의 변경

- 가스트 외압계수 → 피크외압계수 (Peak external pressure coefficient)
- 가스트 내압계수 → 피크내압계수 (Peak internal pressure coefficient)
- 노풍도 → 지표면조도 (Surface roughness category)
- 지형에 의한 풍속할증계수 → 지형계수 (Topographic factor)
- 풍속의 고도분모계수 → 풍속고도분모계수 (Wind speed profile factor)
- 풍압계수 → 외압계수 (External pressure coefficient)

2) 특별 풍하중 신설

: 풍동실험 항목 강화

3) 중요도 계수의 변경

- 중요도 「특」의 중요도 계수 1.0으로 감소
- 35층 이상, 100m 이상인 건축물 또는 세상비가 5 이상인 건축물의 중요도 계수 I_w 는 1.1로 한다.

4) 피크 외압계수의 증가

- Edge zone 영역의 확대
- 피크 외압계수 1.18배 증가

이러한 변화들을 바탕으로 2006년 기준과 2009년 기준을 비교하면(기본풍속 30m/s와 지표면 조도 B에 국한한 결과임) 저층 건축물의 경우 외장재 설계용 설계풍압이 약 1.13배 증가하지만, 고층 건축물(15F이상 100m 이하)의 경우 0.93배 감소하였다.

참고 문헌

1. 대한건축학회, 건축물 하중기준 및 해설 2000
2. 대한건축학회, 국토해양부 고시 건축구조 기준 2010