

KDS 41 12 00 : 2022

건축물 설계하중 풍하중 관련

2022년 10월 11일 개정
<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE



국토교통부

<풍하중 및 풍동실험개정법규지표면조도구분조건>

5.5 속도압

(1) 기준높이 H 에서의 속도압 q_H 는 식(5.5-1)에 따라 산정한다.

$$q_H = \frac{1}{2} \rho V_H^2 \text{ (N/m}^2\text{)} \quad (5.5-1)$$

여기서, ρ : 공기밀도로써 균일하게 1.225 kg/m³로 한다.

V_H : 설계풍속 (m/s) (5.5.1에 따른다)

5.5.1 설계풍속

(1) 설계풍속 V_H 는 식(5.5-2)에 따라 산정한다.

$$V_H = V_0 K_D K_{zr} K_{zt} I_w(T) \text{ (m/s)} \quad (5.5-2)$$

여기서, V_0 : 기본풍속 (m/s) (5.5.2에 따른다)

K_D : 풍향계수 (5.5.3에 따른다.)

K_{zr} : 풍속고도분포계수로 기준높이 H 에서의 값 (5.5.4에 따른다)

K_{zt} : 지형계수 (5.5.5에 따른다)

$I_w(T)$: 건축구조물의 중요도계수 (5.5.6에 따른다)

5.5.2 기본풍속

(1) 풍하중을 산정할 때의 기본풍속 V_0 는 지표면상태가 5.5.4에서 정한 지표면조도구분 C 인 경우, 지상 10m 높이에서 10분간 평균풍속의 재현기간 500년 값으로 하고, 건설대상지의 지리적 위치에 따라 그림 5.5-1에 의해 정한다. 바람은 항상 수평방향에서 불어오는 것으로 가정한다.

(2) 건설지점 부근의 유효한 풍관측자료가 있는 경우에는 그 값에 따라 기본풍속 V_0 를 설정할 수 있다. 이 경우 풍속자료를 처리할 때에는 공인된 극치통계해석법을 사용하고, 자료의 길이, 측정오차, 평가시간, 풍속계높이, 풍속계 주변의 지표면상태 등을 고려해야하며, 풍속자료는 지표면조도구분 C 인 지상 10 m에서 10분간 평균풍속으로 균질화해야 한다.



- 주) 1) 지도의 지역명칭 중 ●는 기상관청이 설치된 지역으로 기상관청이 위치한 곳을 나타내고, ○는 기상관청이 없는 지역으로 시청 및 군청 소재지가 위치한 곳이다.
 2) 건설지점이 등풍속선 사이에 위치할 때는 인근 등풍속선 중 큰 값을 사용한다.

그림 5.5-1 기본풍속 V_0 (재현기간 500년 풍속) (m/s)

5.5.3 풍향계수

- (1) 주골조설계용에 대해서는 건설지점 부근의 유효한 풍관측 자료가 있는 경우에는 그것에 의하여 8풍향(N, NE, E, SE, S, SW, W, NW)에 대해 평가한 K_D 를 사용할 수 있다. 이 경우의 K_D 는 건축구조물의 주된 면에 직각인 4풍향을 고려하여 결정하고, K_D 의 최소값은 0.85로 한다.
- (2) 풍향계수의 적용방법
 - ① 건축구조물의 주된 면에 직각인 풍향을 중심으로 22.5°의 부채꼴 범위에 8풍향 중 하나가 속하는 경우에는 그 풍향에 해당하는 K_D 를 사용한다.
 - ② 건축구조물의 주된 면에 직각인 풍향을 중심으로 22.5°의 부채꼴 범위에 8풍향 중 하나가 속하지 않는 경우에는 좌우 인접한 풍향의 K_D 가운데 큰 값을 그 풍향의 K_D 로 사용한다.
- (3) 풍향계수 적용의 제한
 - ① 기상관측소의 자료에 근거하여 산정한 풍향계수 K_D 는 기상관측소로부터 건설지점 사이에 지형적인 변화가 없고 평탄하여 풍향특성이 달라질 우려가 없는 경우에 적용할 수 있다. 건설지점이 기상관측소로부터 멀고 주변 대규모지형의 영향 등에 의하여 풍향특성이 변화할 가능성이 있는 경우에는 풍향계수를 사용할 수 없다. 이 때에는 $K_D = 1.0$ 으로 한다.
 - ② 외장재설계용 풍하중을 평가하는 경우에는 $K_D = 1.0$ 으로 한다.

5.5.4 풍속고도분포계수

- (1) 풍속고도분포계수 K_{zr} 은 ①에서 정한 건설지의 지표면조도구분에 상응하여 ②에 따라 정한다.
 - ① 지표면조도구분을 판단하기 위한 주변지역의 범위는 건설지점으로부터 건축구조물의 기준높이 H 의 40배와 3km 가운데 작은 값으로 하고, 지표면조도구분은 건설지점의 풍상측 45도의 범위 내에 있는 지표면 상태를 다음과 같이 세 종류로 구분하여 표 5.5-1에 따라 정한다.
 - 가. 풍상측 지표면에 급격한 상태의 변화가 없는 경우에는 45°범위 내의 평균적인 상태를 그 풍향에 대한 지표면조도로 한다.
 - 나. 풍상측 지표면이 평탄한 상태에서 거친 상태로 급변하는 경우에는 중간상태의 지표면조도를 고려한다.
 - 다. 풍상측 지표면이 거친 상태에서 평탄한 상태로 변하는 경우에는 중간상태의 지표면조도를 고려한다.

표 5.5-1 지표면조도구분

지표면조도구분	주변지역의 지표면 상태
A	대도시 중심부에서 고층건축구조물(10층 이상)이 밀집해 있는 지역
B	수목·높이 3.5 m 정도의 주택과 같은 건축구조물이 밀집해 있는 지역 중층건물(4~9층)이 산재해 있는 지역
C	높이 1.5~10 m 정도의 장애물이 산재해 있는 지역 수목·저층건축구조물이 산재해 있는 지역
D	장애물이 거의 없고, 주변 장애물의 평균높이가 1.5 m 이하인 지역 해안, 초원, 비행장

② 평탄한 지역에 대한 풍속고도분포계수 K_{zr} 는 위 ①에서 정한 건설지점의 지표면조도구분에 근거하여 표 5.5-2 및 표 5.5-3에 따라 정한다.

표 5.5-2 평탄한 지역에 대한 풍속고도분포계수 K_{zr}

지표면으로부터의 높이 Z (m)	지표면조도구분			
	A	B	C	D
$z \leq z_b$	0.58	0.81	1.0	1.13
$z_b < z \leq Z_g$	$0.22z^\alpha$	$0.45z^\alpha$	$0.71z^\alpha$	$0.98z^\alpha$

- 주] 1) z : 지표면에서의 높이 (m)
 2) z_b : 대기경계층시작높이 (m)
 3) Z_g : 기준경도풍높이 (m)
 4) α : 풍속고도분포지수

표 5.5-3 z_b , Z_g , α

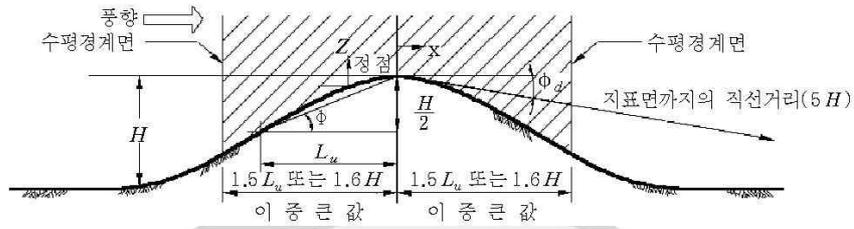
지표면조도구분	A	B	C	D
z_b (m)	20 m	15 m	10 m	5.0 m
Z_g (m)	550 m	450 m	350 m	250 m
α	0.33	0.22	0.15	0.10

5.5.5 지형계수

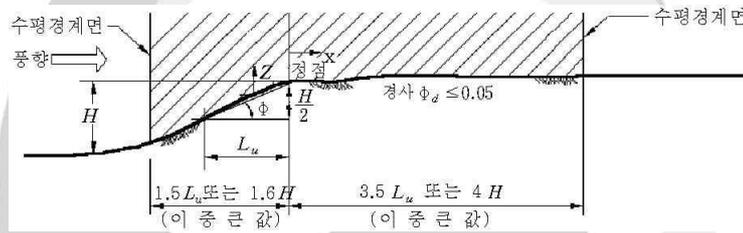
- (1) 산, 언덕 및 경사지의 영향을 받지 않는 평탄한 지역에 대한 지형계수 K_{zt} 는 1.0이다.
- (2) 산, 언덕 및 경사지 정상 부근 등 풍속할증이 필요한 부분에 대한 적용범위는 표 5.5-4와 같고, 지형계수 K_{zt} 는 식 (5.5-3)에 따라 산정한다.

표 5.5-4 지형계수 K_{zt} 의 적용범위

지형구분	풍속할증 적용 범위	적용 범위	
		풍상측	풍하측
언덕, 산	수평거리 (정점에서)	1.5 L_u 와 1.6 H 중 큰 값	
경사지	수평거리 (정점에서)	1.5 L_u 와 1.6 H 중 큰 값	3.5 L_u 와 4 H 중 큰 값



(a) 언덕, 산



(b) 경사지

$$K_{zt} = 1 + \frac{k_t s \phi'}{1 + 3.7I_z} \quad (5.5-3)$$

단, $k_t = \begin{cases} 1.4 & : \text{경사지} \\ 1.4 + 3.6(\phi_d - 0.05) \leq 3.2 & : \text{언덕, 산} \end{cases}$

$$s = \begin{cases} \left(1 - \frac{|x|}{1.5L^*}\right) \left(1 - \frac{z}{L_u}\right) & : \phi \leq 0.3 \\ \left(1 - \frac{|x|}{1.5L^*}\right) \left(1 - \frac{0.6z}{H}\right) & : \phi > 0.3 \end{cases}$$

풍상측인 경우

$$L^* = L_u$$

$$L^* = 1.7H; \phi > 0.3 \text{ 일 때}$$

풍하측인 경우

$$L^* = L_u \text{ 와 } 1.7H \text{ 중 큰 값; 언덕·산}$$

$$L^* = 2L_u \text{ 와 } 3.33H \text{ 중 큰 값; 경사지}$$

$$I_z = \begin{cases} 0.1 \left(\frac{z}{Z_g} \right)^{-\alpha-0.05} & , z_b < z \leq Z_g \\ 0.1 \left(\frac{z_b}{Z_g} \right)^{-\alpha-0.05} & , z < z_b \end{cases} \quad (5.5-3.a)$$

여기서, k_t : 형상계수

ϕ_d : 언덕·산·경사지의 정점으로부터 풍하측 빗변으로 $5H$ 되는 거리까지의 평균경사

s : 위치계수

x : 정점으로부터의 수평거리 (m)

z : 국지 지표면으로부터의 임의높이 (m)

H : 언덕, 산, 경사지의 정점높이 (m)

L_u : 언덕, 산, 경사지의 정점 중앙으로부터 아래로 $H/2$ 인 지점에서 풍상측 경사지 지점까지의 수평거리 (m)

ϕ' : ϕ 또는 0.3 중 작은 값

ϕ : 풍상측경사 $\left(= \frac{H}{2L_u} \right)$

I_z : 높이 z 에서의 난류강도

α : 풍속고도분포지수 (표 5.5-3에 따른다)

z_b : 대기경계층시작높이 (m) (표 5.5-3에 따른다)

Z_g : 기준경도풍높이 (m) (표 5.5-3에 따른다)

5.5.6 중요도계수

(1) 중요도계수 $I_W(T)$ 는 KDS 41 10 05에서 정의한 건축구조물의 중요도 분류에 근거하여 표 5.5-5에 따라 정한다.

표 5.5-5 중요도계수 $I_W(T)$

중요도 분류	초고층건축구조물	특	1	2	3
중요도계수 $I_W(T)$	1.05	1.00		0.95	0.90

주] 초고층건축구조물은 50 층 이상 또는 200 m 이상인 건축구조물

5.17 풍동실험

5.17.1 적용범위

- (1) 이 절은 건축구조물이 5.1.4(특별풍하중)의 조건에 해당되는 경우 적용한다.
- (2) 이 풍동실험법은 5.2(주골조설계용 수평풍하중), 5.3(주골조설계용 지붕풍하중), 5.4(외장재설계용 풍하중), 5.9(구조골조용 풍직각방향풍하중), 5.10(구조골조용 비틀림풍하중), 5.11(건축구조물 부속물 및 기타 구조물의 풍하중) 및 5.14(간편법에 따른 풍하중)을 대신하여 건축구조물에 대한 풍압, 풍하중 및 풍응답을 평가할 때 사용한다. 풍환경실험은 5.16(빌딩풍에 대한 풍환경의 검토)에 사용한다.

5.17.2 일반

- (1) 풍동실험에 따라 특별풍하중을 산정하여 건축구조물의 내풍설계를 할 경우에는 책임구조기술자의 책임아래 수행하되 다음 사항에 따른다.
 - ① 풍동실험과 그 결과를 이용한 특별풍하중의 산정은 내풍공학전문가가 수행하여야 한다.
 - ② 풍동실험에 필요한 건축구조물의 동적특성 산정, 풍동실험결과의 분석, 풍동실험결과를 활용한 구조해석 및 부재설계를 통한 구조안전성의 확보를 위해 내풍공학전문가는 책임구조기술자에게 협력해야 한다.
 - ③ 대상건축구조물에 대한 풍동실험의 종류와 방법은 내풍공학전문가가 책임구조기술자와 협의하여 결정하여야 한다.

5.17.3 풍동실험 종류 및 실험조건

- (1) 풍하중을 평가하기 위한 풍동실험의 종류에는 풍력실험, 풍압실험, 공기력진동실험, 풍환경실험이 있고 다음의 목적을 위하여 수행한다.
 - ① 풍력실험은 주골조설계용 풍응답 및 풍하중을 평가할 경우
 - ② 풍압실험은 외장재설계용 풍하중 또는 주골조설계용 풍응답과 풍하중을 평가할 경우
 - ③ 공기력진동실험은 주골조의 풍진동으로 인한 추가적인 공기력의 효과를 반영한 풍응답과 풍하중을 평가할 경우
 - ④ 풍환경실험은 신축 건축구조물의 건설로 인하여 발생하는 빌딩풍에 의한 풍환경의 악화 상태를 평가할 경우
- (2) 풍동실험을 수행 할 때는 다음 조건을 만족하여야 한다.

- ① 풍동 내의 평균풍속의 고도분포, 난류강도분포 및 변동풍속의 특성은 건축 현지의 자연대기 경계층 조건에 적합하도록 재현하여야 한다.
- ② 대상건축구조물을 포함하여 주변의 건축구조물 및 지형조건을 건축 현지조건에 적합하도록 재현하여야 한다.
- ③ 실험풍향은 11.25도 이하의 등간격으로 최소 32개 풍향 이상이 되도록 하여야 한다.
- ④ 풍동 내 대상건축구조물 및 주변 모형에 의한 단면 폐쇄율은 풍동의 실험단면에 대하여 8% 미만이 되도록 하여야 한다.
- ⑤ 풍동 내의 압력 분포는 일정하도록 하여야 한다.
- ⑥ 레이놀즈수에 의한 영향은 최소화하여 실험하여야 한다.
- ⑦ 풍동 측정기기의 응답특성은 요구하는 조건을 충족하여야 한다.

(3) 풍환경실험은 신축 건축구조물의 건설로 인하여 발생하는 빌딩풍에 의한 풍환경 영향을 평가하기 위하여 실시하며 다음 조건을 만족해야 한다.

- ① 주변 건축구조물 및 시가지역의 재현범위는 신축 건축구조물 높이의 2.5배로 한다.
- ② 풍환경 평가를 위한 풍속은 보행자 높이를 기준으로 하고, 신축 건축구조물의 건설 전과 건설 후에 발생하는 풍속비율을 사용한다.

5.17.4 동적응답

(1) 건축구조물의 동적응답을 결정하기 위한 실험을 실시할 경우에는 5.16.2(실험조건)을 만족해야 하고, 구조모델과 관련 해석을 수행할 경우에는 질량분포, 강성, 감쇠를 고려해야 한다.

5.17.5 풍동실험에 따른 풍하중의 제한

- (1) 풍동실험결과로부터 평가한 주골조설계용 수평풍하중은 풍방향 및 풍직각방향에 대해서 각각 전체 주하중이 5.2(주골조설계용 수평풍하중), 5.9(주골조설계용 풍직각방향풍하중)의 절차에 따라 산정한 값의 80% 이하가 되지 않도록 하여야 한다. 여기서 전체 주하중이란 유연건축구조물인 경우에는 전도모멘트, 기타 건축구조물은 밀면전단력이다.
- (2) 풍동실험결과로부터 평가한 외장재설계용 풍압은 5.4(외장재설계용 풍하중)의 절차에 따라 벽의 경우에는 ④영역, 지붕의 경우에는 ①영역에서 산정한 풍압의 80% 이하가 되지 않도록 하여야 한다.
- (3) 풍동실험을 위해 재현한 상세 주변 모형의 범위 안에 대상건축구조물에 특별한 영향을 미칠 건축구조물이나 장애물이 없는 경우에는 위 (1), (2)에서 규정한 80%의 제한값을 적용하지 않고 풍동실험에서 얻어진 풍하중과 풍압을 사용할 수 있다.

5.18 바람의 작용시간

(1) 바람의 작용시간에 대해서는 피로평가 대상부재의 사용기간 및 유지보수 사이클을 고려하여 설정한다.

주골조부재 및 외장재, 면진부재, 제진부재에 대해 풍외력에 대한 피로를 검토할 필요가 있을 경우에는 건설지점에 있어서 풍속과 그 작용시간을 적절하게 설정하여 그 작용시간 내에 누적하는 피로손상에 대한 안전성을 확인해야 한다.

5.19 성능기반 내풍설계

(1) 적용범위

다음의 각 항에 해당하는 경우에는 성능기반내풍설계를 적용할 수 있다.

- ① 풍동실험을 수행하여 강풍으로 발생하는 건축구조물의 진동 및 변위에 대한 사용성과 풍하중에 대한 구조안전성에 대해 다양한 목표성능수준을 만족하도록 건축구조물을 설계하고자 하는 경우
- ② 5.1.4(특별풍하중)의 (1) 풍진동의 영향을 고려해야할 건축구조물에 해당하는 경우
- ③ 구조안전성에 대해서 바람에 의한 건축구조물의 손상이후 중력하중에 대하여 저항능력을 유지한다는 전제 하에 연성거동(ductile behavior)을 하도록 설계된 부재들에 대해서 저사이클 피로파괴(low cycle fatigue failure)를 방지할 수 있는 제한적인 비탄성거동을 허용하는 건축구조물인 경우

(2) 하중의 모델화 및 구조해석

건축구조물의 부재에 발생하는 힘과 변형 등으로 평가되는 하중효과는 산정된 하중에 근거하여 적절한 구조해석을 수행함으로써 구할 수 있다. 풍하중은 풍동실험을 수행하여 구한 시간이력풍하중 또는 강풍으로 발생하는 건축구조물의 진동을 포함하는 동적하중효과에 대응하는 정적풍하중인 등가정적풍하중으로 평가해야 한다.

(3) 응답해석 및 내풍설계 구조성능 단계별 목표성능수준

- ① 풍동실험자료를 사용하여 스펙트럼모드해석법 또는 시간이력응답해석법을 통하여 건축구조물의 수평진동 가속도와 수평진동 변위에 대한 사용성과 풍하중에 대한 구조안전성을 평가한다.
- ② 각 방향의 풍하중은 동시에 작용하므로 풍방향, 풍직각방향, 비틀림방향에 대해 하중 상호간의 상관에 근거하여 하중조합방법을 제시해야 한다.
- ③ 건축구조물의 평면 및 입면 비정형성이 커서 연성진동(coupled vibration) 또는 고차모드를 고려해야할 경우에는 ①의 사용성 및 구조안전성평가 및 ②의 하중조합을 위해 시간이력응답해석법을 적용하여야 한다.
- ④ 제한적인 비탄성거동을 허용하는 건축구조물의 설계에는 비탄성시간이력응답해석으로 건축구조물에 대한 해석과 검증을 수행해야 한다. 건축구조물의 연성진동 및 고차모드를 고려하지 않아도 되는 정형인 건축물의 경우와 시간이력풍하중 데이터를 이용하

여 동적하중효과까지 반영된 등가정적풍하중을 구하였을 경우에는 비탄성정적해석을 사용할 수 있지만 저사이클 피로파괴(low cycle fatigue failure)에 대한 검토는 별도로 하여야 한다.

- ⑤ 성능기반 내풍설계의 각 성능항목별 목표성능수준은 표 5.19-1의 최소목표성능수준을 만족해야 한다.

표 5.19-1 성능항목별 최소목표성능수준

성능항목	수평진동 사용성	수평변위 사용성	구조 안전성
풍속 재현기간	1년	50년	500년, 900년
목표성능수준	· 탄성거동 · 거주자 불쾌감 방지	· 탄성거동 · 기능수행	· 제한적 비탄성 거동 · 지속거주 (제한적 기능장애)

(4) 비탄성 거동을 고려한 풍하중

건축구조물의 제한적인 비탄성 거동의 허용을 위해 탄성 설계 풍하중을 줄여서 설계할 경우, 준정적 하중인 풍하중의 평균성분과 비공진성분의 풍하중은 그대로 두고, 공진성분의 풍하중에 대해서만 반응수정계수를 적용하여 풍하중을 저감시킬 수 있다. 풍하중의 긴 작용시간과 저사이클 피로파괴 등을 고려하여 반응수정계수는 2.0 이하의 값을 적용하여야 한다.

(5) 시간이력 풍하중 데이터 산정

시간이력해석은 구조축방향별 최대하중영향을 고려하여 최소 2개 풍향 이상에 대하여 풍동 실험으로 구한 시간이력 풍하중 데이터를 사용하여 수행되어야 한다. 여기서 하중영향이란 유연건축물의 경우에는 전도모멘트, 기타 건축물은 밀면 전단력이다. 풍동실험에서 구한 풍향별 시간이력 풍하중 데이터는 구조축방향별 수평하중 성분과 비틀림 하중의 성분으로 구성되며, 시간이력 풍하중 데이터로 대상 건축물의 풍하중 영향을 적정하게 평가할 수 있어야 한다. 시간이력해석에 사용되는 시간이력 풍하중 데이터의 경우, 시간이력 풍하중 데이터를 사용하여 산정한 구조물의 탄성 풍하중의 값이 5.2(주골조설계용 수평풍하중), 5.9(주골조설계용 풍직각방향풍하중)의 절차에 따라 산정한 값의 80% 미만인 경우에 80% 이상이 되도록 시간이력 풍하중 데이터의 하중의 크기를 조정하여야 한다. 단 추가적인 풍동실험을 통해 주변건물의 차폐효과가 아닌 건축구조물 자체의 공기역학적 특성(aerodynamic characteristics)에 의해 풍하중이 저감되는 것을 입증할 수 있을 경우에는 위의 80%의 제한을 50%까지 완화하여 적용할 수 있다. 시간이력 풍하중 데이터의 하중의 크기를 조정하는 경우에는 구조축방향별 수평하중 성분과 비틀림 하중 성분에 동일한 배율을 적용하여야 한다.

(6) 성능기반 내풍설계의 책임 및 검증

성능기반 내풍설계를 수행할 때는 그 절차와 근거를 명확히 제시해야 하며, 전반적인 설계과정 및 결과는 설계자를 제외한 성능기반 내풍설계 결과를 검증할 수 있는 능력을 갖춘 2인이

상의 구조전문가에게 타당성을 검증받아야 한다.



KDS 41 12 00 : 2022 건축물 설계하중

2022년 10월 11일 개정

소관부서 국토교통부 건축안전과

관련단체 대한건축학회
06687 서울특별시 서초구 효령로 87(방배동 917-9)
Tel : 02-525-1841 E-mail : webmaster@aik.or.kr
<http://www.aik.or.kr/>

작성기관 대한건축학회
06687 서울특별시 서초구 효령로 87(방배동 917-9)
Tel : 02-525-1841 E-mail : webmaster@aik.or.kr
<http://www.aik.or.kr/>

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
<http://www.kcsc.re.kr>