

GIS를 이용한 풍하중 산정을 위한 지형계수에 관한 연구†

A study on Topographic Factors for Wind Load using GIS

성민호* · 박경식** · 최세휴**

Min-Ho Seong* · Kyung-Sik Park** · Se-Hyu Choi**

경북대학교 공간정보학과* · 경북대학교 건축토목공학부**

mhseong@knu.ac.kr* · parkks@knu.ac.kr** · shchoi@knu.ac.kr**

1. 서론

아파트, 공장 및 송전철탑 등의 구조물 설계시 고려해야하는 풍하중은 풍속변수인 풍속의 제곱에 비례하여 영향을 받게 된다. 특히 산 또는 언덕지형에서는 지형효과로 나타나는 기류의 변화로 인해 돌풍의 발생, 풍속의 증가 및 감소 등의 여러 가지 현상이 발생되고 있어 풍하중 산정시 풍속에 영향을 미치는 지형효과를 반드시 고려해야한다.

지형계수에 대한 연구들 중 국외의 경우 Miller와 Davenport[1]은 산등성이나 급경사지에서의 풍속할증 비율을 주요 하중 기준들이 제시하는 비율과 비교하였고, Ishhara와 Hibi[2]는 3차원 급경사 지형에 대한 난류의 특성에 대한 연구를 수행하였다. 국내의 경우 김무진 등[3]은 다양한 3차원 산악지형에서의 풍속분포를 조사하기 위한 풍동실험을 수행하였고, 조강표와 홍성일[4]은 국내에서 적용되는 지형계수 개선을 위해 미국, 일본 등에서 적용되는 지형계수를 비교 분석하였다.

건축구조설계기준(2005)에서는 산, 언덕에서의 풍하중 산정시 풍속의 할증이 적용되는 범위를 수평 및 수직 거리로 주고, 풍속에 대한 할증계수를 풍상측 경사각에 따라 4가지로 구분하여 제시하였다[5]. 그러나 풍속할증범위 내에 있는 경우 수평 및 수직거리에 상관없이 동일한 할증계수를 사용하므로 지형의 특성을 정확히 반영하지 못하고 과풍속을 사용하게 되어

설계 풍하중이 과도하게 커지는 문제점이 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 건축구조기준(2009)에서는 산, 언덕 등의 지형에 따른 풍속할증을 경사각, 수평거리, 수직거리를 변수로 하는 지형계수를 통해 산정하도록 하고 있다[6]. 그러나, 개정된 기준에서는 지형계수 산정을 위하여 복잡한 계산과정이 필요해 설계시 효율성이 떨어지는 단점이 있다.

본 연구에서는 수치지형도와 GIS를 활용하여 풍하중 산정을 위한 지형계수를 보다 쉽고 정확하게 산정하고자 한다.

2. GIS를 이용한 지형계수 산정

풍하중 산정을 위한 지형계수를 산정하는 절차는 다음과 같다.

구조물과 인접한 산 또는 경사지의 정점의 고도(H)를 수치지형도에서 측정한다.

정점으로부터 하부로 $H/2$ 지점에서 풍상측까지의 수평거리(L_u) 및 유효경사($\phi = \frac{H}{2L_u}$), 적용범위($1.5L_u$ 와 $1.6H$ 중 큰 값)를 산정한다.

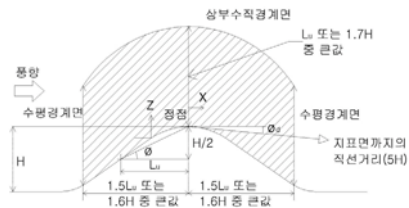


그림 1. 지형계수의 적용범위

† 이 논문은 공간정보 전문인력 양성사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

GIS를 이용해 경사도를 분석한다. 분석된 자료를 바탕으로 정점에서 풍하측 지표면 방향 5H되는 거리까지의 평균경사(ϕ_d)를 산출한다.

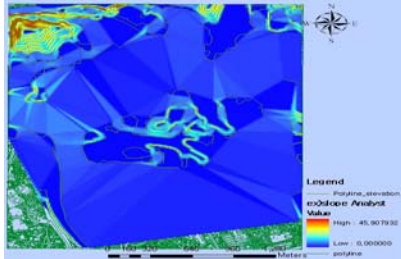


그림 2. 경사도 분석

평균경사(ϕ_d)로부터 형상계수(k_t)를 산정한다.

$$k_t = 1.4 + 3.6(\phi_d - 0.05) \leq 3.2$$

L_u 와 H 로부터 L^* 를 계산한다.

$$\text{풍상측} : L^* = L_u \quad (\phi \leq 0.3 \text{ 일때})$$

$$L^* = 1.7H \quad (\phi > 0.3 \text{ 일때})$$

풍하측 : L^* 는 L_u 와 $1.7H$ 중 큰 값

H , L_u , L^* 및 구조물의 수평좌표(x)와 x 좌표의 지표면 상부의 높이(z)를 적용하여 위치계수(s)를 계산한다.

$\phi > 0.3$ 일때

$$s = \left(1 - \frac{|X|}{1.5L^*}\right) \left(1 - \frac{0.6z}{H}\right)$$

$\phi \leq 0.3$ 일때

$$s = \left(1 - \frac{|X|}{1.5L^*}\right) \left(1 - \frac{z}{L_u}\right)$$

풍상측부의 유효경사(ϕ)와 0.3 중 작은 값을 경사각(ϕ')으로 결정한다.

주변 지표면 상태 및 높이에 따른 난류강도(I_z)를 결정한다.

건축구조기준(2009)에서 제시하는 지형계수 산정식을 통하여 정점에서의 지형계수와 구조물 위치의 지형계수를 산정한다.

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

여기서, K_{zt} 는 지형계수, k_t 는 형상계수, s 는 위치계수, ϕ' 는 경사각, I_z 는 난류강도이다.

3. 결론

본 연구에서는 수치지형도와 GIS를 활용하여 풍하측 산정에 적용되는 지형계수를 보다 쉽고 정확하게 산정할 수 있는 방법을 제안하였다. 이를 통해 풍하측 산정시 지형의 영향을 보다 정확하게 고려할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] Miller, C.A. and Davenport, A.G., "Guidelines for the calculation of wind speed-ups in complex terrain", J. Wind Eng. & Indust. Aerodyn., Vol.74-76, pp.189-197, 1998.
- [2] T. Ishihara, K. Hibi. "A Wind Tunnel study of Turbulent Flow over a Three-dimensional Steep Hill", Journal of Wind Engineering, Vol. 83, pp.95-107, 1999.
- [3] 김무진, 이석중, 하영철, "3차원 산지형의 풍속분포특성에 관한 풍동실험연구", 대한건축학회 논문집, 제16권, 제7호, pp.25-32, 2000.
- [4] 조강표, 홍성일, "지형에 따른 풍속할증계수에 관한 세계 주요 풍하측 기준의 재고", 대한건축학회논문집-구조계, 제22권, 제1호, pp.27-34, 2006.
- [5] 대한건축학회, "건축구조설계기준", 2005.
- [6] 대한건축학회, "건축구조기준", 2009.