

PF7) Gust factor를 이용한 태풍시기의 강풍 추정에 관한 연구 The Study on the Strong Wind Estimation Using Gust Factor of Typhoon Season

정우식 · 박종길¹⁾ · 최효진

인제대학교 대기환경정보공학과/대기환경정보연구센터,

¹⁾인제대학교 환경공학부/대기환경정보연구센터

1. 서 론

매년 피해규모가 증가하는 추세를 보이는 자연재해는 한반도에 영향을 미칠 것으로 예견되는 자연현상에 대하여 지상에 입힐 수 있는 피해를 예측하고 그 결과에 따라 신속한 사전대비를 한다면 충분히 저감할 수 있다. 그러나 현재 국내에서는 재해예측모형이 없으므로 국외에서 사용하고 있는 변수, 자료, 피해 산정 과정 등에 대하여 충분한 검토를 통하여 국내 현황에 맞는 모형을 하나씩 개발해 나가는 과정이 필요하다. 이에 본 연구에서는 미국의 The Public Hurricane Risk and Loss Model(PHRLM)을 이용하여 한반도에 상륙하는 태풍이 지상의 건축물에 피해를 줄 수 있는 강풍을 예측하는 과정에서 태풍의 700hPa 바람을 이용하여 300m 고도의 풍속을 추정할 앞선 연구에 이어 10m 고도의 강풍을 추정하는 과정을 소개하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 앞선 연구에서 추정된 태풍에 의한 300m 고도 풍속에 Vickery와 Skerlj(2005)의 gust factor 산정 과정을 적용시켜 지상의 peak 3-second gust를 추정하였다. 사례 기간은 태풍 루사(Rusa)가 한반도에 영향을 미친 2002년 8월 31일 15LST~9월 1일 03LST를 대상으로 하였으며, 300m 고도 풍속을 10m 고도 풍속으로 추정하는 과정에서 Powell et al.(1996)의 식을 적용하였다. Gust factor 계산 과정에 필요한 자료로 거칠기 길이는 USGS의 토지이용도 자료, 선정한 AWS 6개 지점에 대한 위도 자료를 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

Powell et al. (1996)에 의하면 1min 최대풍속 산정 시 10min 평균을 사용하며, 공학적인 접근을 위해서는 peak 3s wind는 1min 평균을 사용하는 것이 안정적이라고 하므로 gust factor(G)는 10min 평균을 사용하여 산정하였다. Gust factor를 산정하는 과정에서 300m 고도 풍속은 먼저 지상의 개방지형 마찰속도와 실제지형 마찰속도를 고려한 10m 고도의 실제지형 풍속(V_a)으로 계산한다(식 (1)).

$$V_a = (U^* a / 0.4) (Ln(10/Zoa)) \quad \dots (1)$$

그 다음 과정으로 gust factor(G)를 산정하기 위하여 마찰속도(u^*), 10m 고도를 기준으로 한 고도조정 변수(f)를 이용하여 식 (2)와 같이 풍속에 대한 표준편차($\sigma_u(z)$)를 계산한다.

$$\sigma_u(z) = \frac{7.5\eta u^* \left(0.09 Ln\left(\frac{10}{Zoa}\right) + 0.538 \right)^{2.18}}{\left(1 + 0.156 Ln\left(\frac{u^*}{f \cdot Zoa}\right) \right)} \quad \dots (2)$$

계산된 $\sigma_u(z)$ 는 바람변동 주기율($C_r(3)=0.061$)과 1cycle/3-seconds를 고려한 풍속의 편차($O_u(z,3)$)를 이용하여 max 3-second winds($P_f(3)$)를 계산한다(식 (3)).

$$P_f(3) = \left(\sqrt{2Ln(600C_r)} + \frac{0.557}{\sqrt{2Ln(600C_r)}} \right) \frac{\sigma_u(z,3)}{\sigma_u(z)} \quad \dots (3)$$

$$P_f(3) = (2.67 + 0.2086) \frac{\sigma_u(z,3)}{\sigma_u(z)}$$

$O_u(z)$ 와 V_a 를 이용하여 계산한 경도난류강도(T_{ii})는 식 (4)와 같이 $P_f(3)$ 를 이용하여 $G_{10min,3}$ 를 얻을 수 있으며, 이 값을 V_a 에 곱하면 최종 목표 값인 peak 3-second gust가 계산된다(식 (5)).

$$G_{10min,3} = 1 + T_{ii}P_f(3) \quad \dots (4)$$

$$V3 = V_a \times G_{10min,3} \quad \dots (5)$$

본 연구에서는 gust factor를 이용하여 peak 3-second gust를 산정하는 과정을 300m 고도 풍속을 추정했던 앞선 연구 사례 가운데 AWS 6개 site를 대상으로 표 1과 같이 적용시켰다. 그 결과 최종 목표인 V3는 V_a 와 gust factor 산정 과정에 들어가는 거칠기 길이에 민감하였으며, 300m 고도의 풍속에 대하여 AWS 지점에 따라 1~11m/s 정도 높은 풍속을 나타내었다. 추정된 V3 값은 차후 통계적인 시물레이션을 통하여 지상의 건축물에 미치는 피해를 산정하는데 이용될 수 있다.

Table 1. The process of estimation for peak 3-second gust at 10 m level.

AWS		700hPa wind speed	300m level wind speed	Landuse (Summer)	V_a	$O_u(z)$	$P_f(3)$	$G_{10min,3}$	V3
Site	m/s	m/s	m/s	$Z_0(m)$	m/s	m/s			m/s
748	8.3	28.51	31.27	0.2	20.23	4.844	2.51	1.577	31.9
765	1.7	28.51	31.24	0.2	20.225	4.889	2.51	1.6	32.36
912	8.2	20.17	21.95	0.2	14.18	3.495	2.509	1.601	22.7
703	5.5	21.84	23.90	0.15	16.568	3.838	2.509	1.582	26.21
821	0.3	24.14	26.19	0.15	18.16	4.188	2.509	1.58	28.69
818	1.1	21.73	23.53	0.15	16.27	3.777	2.509	1.582	25.74

사 사

이 연구는 기상청 기상지진기술개발사업(CATER 2006-3303)의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- Axe, L.M. (2003) Hurricane Surface Wind Model For Risk Assessment, the Florida State University, A Master's Thesis.
- Florida Department of Financial Services (2005) Florida Public Hurricane Loss Projection Model, Engineering Team Final Report Volume III.
- Franklin J.L., M.L. Black, and K. Valde (2003) GPS Dropwindsonde Wind Profiles in Hurricanes and Their Operational Implications, Wea. Forecasting, 18, 32-44.
- Peter J. Vickery and Peter F. Skerlj (2005) Hurricane gust factors revisited, J. Struct. Eng., 131(5), 825-832.
- Powell Mark D., Samuel H. Houston, and Timothy A. Reinhold (1996) Hurricane Andrew's Landfall in South Florida, Part I: Standardizing Measurements for Documentation of Surface Wind Fields, Wea. Forecasting, 11, 304-328.