

태풍시기의 강풍피해 예측을 위한 지상풍 산정에 관한 연구(I)

박종길 · 정우식* · 최효진*

인제대학교 환경공학부/대기환경정보연구센터
인제대학교 대기환경정보공학과/대기환경정보연구센터
(2007년 11월 5일 접수; 2008년 1월 2일 채택)

The Study on the Strong Wind Damage Prediction for Estimation Surface Wind Speed of Typhoon Season(I)

Jong-Kil Park, Woo-Sik Jung* and Hyo-Jin Choi*

*School of Environmental Sciences Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center,
Inje University, Gimhae 621-749, Korea*

**Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Graduate school, Atmospheric
Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 621-749, Korea*

(Manuscript received 5 November, 2007; accepted 2 January, 2008)

Abstract

Damage from typhoon disaster can be mitigated by grasping and dealing with the damage promptly for the regions in typhoon track. What is this work, a technique to analyzed dangerousness of typhoon should be presupposed. This study estimated 10 m level wind speed using 700 hPa wind by typhoon, referring to GPS dropwindsonde study of Franklin(2003). For 700 hPa wind, 30 km resolution data of Regional Data Assimilation Prediction System(RDAPS) were used. For roughness length in estimating wind of 10 m level, landuse data of USGS are employed. For 10 m level wind speed of Typhoon Rusa in 2002, we sampled AWS site of 7.4~30 km distant from typhoon center and compare them with observational data. The results show that the 10 m level wind speed is the estimation of maximum wind speed which can appear in surface by typhoon and it cannot be compared with general hourly observational data. Wind load on domestic buildings relies on probability distributions of extreme wind speed. Hence, calculated 10 m level wind speed is useful for estimating the damage structure from typhoon.

Key Words : Typhoon Damage, Risk Model, Surface wind damage, 10 m level wind speed, 700 hPa wind

1. 서 론

최근 한반도에서 발생하고 있는 자연재해의 빈도

는 매년 줄어드는 경향이 있으나 피해 규모는 점점 대형화되며 여기에는 강풍과 강수량 중 어느 것의 영향에 따라 차이가 나타난다¹⁾.

국내에서는 2002년 태풍 루사(Rusa)와 2003년 매미(Maemi) 이후 태풍뿐만 아니라 전반적인 자연재해를 예방하고자하는 연구가 점차 증가하고 있다. 그러나 우리나라의 방재정책은 예방위주의 정책기

Corresponding Author : Woo-Sik Jung, Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Graduate school, Inje University, Gimhae 621-749, Korea
Phone: +82-55-320-3932
E-mail: wsjung1@inje.ac.kr

조로 전환하였음에도 불구하고 실제 현재 성과 위주의 내용을 보면 대응을 위한 사전 예비단계에 더 많은 비중을 두고 있음이 파악되고 있으며²⁾ 현재 태풍에 의한 피해 규모를 예측하고 대처할 수 있는 시스템이 구축되어 있지 않다. 따라서 향후 기후변화와 더불어 더 강한 태풍의 발생이 예견되는 만큼 태풍에 대한 정확한 예보와 방재기상정보의 생산·전달을 신속하게 처리하고 피해 규모를 예측하고 분석할 수 있는 기법을 확립하여 사전 방재를 강화해야 한다^{1,3)}.

미국의 경우 허리케인에 의한 경제적 손실이 지난 30년간 꾸준히 증가하고 있어, 허리케인에 의해 발생하는 직·간접적인 피해 가능성을 줄이기 위하여 효과적인 모델을 개발·적용하고 있다. 한 예로서 미국 보험회사들도 허리케인에 의한 재산피해와 파괴된 손실을 예보하는 모델을 시험 운영하고 있다⁴⁾. 주로 거대 규모의 허리케인에 의한 구조물 취약성을 사정하기 위한 연구로서 보험 배상금 자료에 의한 취약곡선을 이용하였다. 그러나 현재 미국 재해예측모형의 약 90%를 차지하는 보험 자료에 근거한 산정 방법은 바람에 의한 평균 손실만 예측할 뿐 건물의 종류를 고려하지 못한다. 또한 과거에 피해가 없었던 건물에는 적용하기 어렵다는 문제점이 있어³⁾, 허리케인이 지나간 뒤에 발생하는 건축물 자체의 변화와 구조상의 특징 등 각 건물의 유형에 따라 결합된 물리적 피해를 금전상의 피해 또는 피해율로 환산하는 과정이 필요하였다⁵⁾.

이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 최근에 Federal Emergency Management Agency(FEMA)에서 개발한 ‘위험평가 및 손실산정’ 소프트웨어인 HAZUS(Hazard U.S)와 HAZUS-MH(Multi-Hazard) 모형은 건축물과 인프라에 대해 산정된 피해와 경제적 손실, 위험 자료에 대한 물리적 피해를 산정하고 이를 경제적 손실로 추정한 뒤 GIS를 이용하여 지도상에 표출하는 기능을 가지고 있다. 현재 이 프로그램은 여러 차례의 검증을 통해 실용화 단계에 이르고 있으며, HAZUS-MH의 경우 예상되는 피해 산정과 함께 대응·저감 계획을 세우는데 도움이 되는 자료들을 생산하고 있다⁶⁾.

또한 미국 플로리다주의 Florida Department of Financial Services에서 개발 중인 The Public Hurricane

Risk and Loss Model(PHRLM)은 허리케인 내습 시에 허리케인에 의한 바람이 지표 각 건물 구성 요소별, 가옥의 형태에 따라 어떤 영향을 미치는지 시뮬레이션을 통하여 한 가구당 입는 물리적 피해를 산정할 수 있다. 뿐만 아니라 전문가에 의해 부분별 교체비율을 산정할 수 있으며, 외부의 물리적 피해를 바탕으로 비구조적인 피해를 예측할 수도 있다⁷⁾. 그러나 현재 우리나라에는 이와 같은 재해예측모형이 없으므로 국외에서 사용하고 있는 변수, 자료, 피해 산정 과정 등에 대하여 충분한 검토를 통하여 국내 현황에 맞는 모형을 하나씩 개발해 나가는 과정이 필요하다.

우리나라는 풍수해보험이 2006년부터 시행되어 보험 배상금 자료가 부족하므로 적용할 수 없으며 미국은 과거 보험 자료에 기초한 모형의 문제점을 보완하기 위하여 풍하중에 대한 건축물의 저항능력을 기초로 하는 재해예측모형을 개발하는데 초점을 두고 있다³⁾. 따라서 HAZUS와 PHRLM과 같이 태풍이 영향을 미치는 범위 내에서 강풍으로 인해 지상의 건축물이 받는 풍하중을 예측하여 건축물의 각 요소들이 파괴될 확률 및 피해액을 산정하는 재해예측모형을 개발하는 것이 보다 적절하다고 할 수 있다. 재해예측모형 가운데 태풍에 의한 피해 산정 과정을 국내에 적용시키기 위해서는 먼저 태풍 영향 범위 내 지상에 미칠 수 있는 강풍을 추정하는 연구가 필요하다.

허리케인의 지상풍을 산정하기 위해서는 비행고도에서 관측한 허리케인 중심 연직프로파일 자료가 필요하며 이 때 항공기 관측에서 가장 안정한 비행고도는 700 hPa이다⁸⁾. 허리케인 연직프로파일 관측에 관한 선행연구 가운데 dropsonde를 이용한 Franklin⁸⁾의 연구가 허리케인 중심에 최대한 근접한 관측을 하였으므로 가장 신뢰할 수 있는 자료라 할 수 있다. 그리고 지상의 건축물이 받는 피해를 예측하기 위해서는 지표의 토지이용도를 충분히 고려하며 지상기상관측에서 풍향풍속계 기준 높이인⁹⁾ 10 m 고도에서의 지상풍 정보가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 태풍의 접근 시 재해 예방에 이용될 재해예측모형을 위한 초기 단계로서 Franklin⁸⁾의 연구에 따라 태풍에 의한 바람을 이용하여 10 m 고도의 지상풍을 추정하는 방법을 적용

하였다. 본 연구에서는 사례로서 5조 이상의 피해를 기록한 태풍 루사 경우를 이용하였다.

2. 자료 및 방법

본 연구에서는 태풍으로부터 10 m 고도 지상 풍속을 추정하기 위하여 Franklin⁸⁾과 PHRLM의⁷⁾ 연구 결과를 이용하였다.

한반도에 영향을 미친 태풍에 대하여 태풍 권역 내 700 hPa 바람을 이용하여 300 m 고도 풍속을 산출하고 다시 Powell¹⁰⁾의 식을 이용하여 10 m 고도 풍속을 추정하였다. 초기 자료로 이용되는 700 hPa 바람은 Regional Data Assimilation Prediction System(RDAPS) 30 km 자료를 사용하였으며 300 m 고도 풍속 산출 과정에 필요한 태풍의 최대풍속반경(RMW)은 Vickery and Twisdale¹¹⁾, Powell¹²⁾, FMEA¹³⁾에서 제시한 관계식을 적용하였다. 10 m 고도 풍속 산출 과정에 필요한 거칠기 길이는 USGS의 토지이용도 자료를 사용하였다.

사례 기간은 태풍 루사의 영향이 가장 컸던 2002년 8월 31일 15LST ~ 9월 1일 03LST를 대상으로 하였으며 RMW 산정에 필요한 태풍의 중심기압과 위도는 The Regional Specialized Meteorological Center(RSMC) Tokyo-Typhoon Center의 Best Track 자료¹⁴⁾를 사용하였다. 추정한 10 m 고도 풍속을 태풍 루사의 중심에서 7.4 km ~ 30 km 거리에 위치한 자동기상관측시스템(AWS) 지점 자료를 추출하여 관측값과 비교·분석 하였다.

3. 분석 결과

3.1. 허리케인의 평균풍속 연직프로파일

선행연구에 따르면 허리케인의 지상풍을 산정하기 위해서는 허리케인 중심에서 비행기를 활용해 관측한 자료를 이용하여 연직프로파일을 산정하여야 한다⁸⁾. Powell과 Black¹⁵⁾은 허리케인의 눈벽 바깥쪽의 바람과 해상 부이(buoy)의 바람 자료를 비교한 결과, 700 hPa 바람을 이용하여 지상풍을 도출할 때 700 hPa 풍속의 63 ~ 73%를 적용하도록 권장하였으며, National Hurricane Center(NHC)¹⁶⁾는 일반적으로 지상풍은 700 hPa 풍속의 80 ~ 90%라고 하였다. 이와 같이 700 hPa에서의 관측을 통하여 허리케인

의 눈벽에서의 바람을 이용하여 지표의 바람을 추정하는 방법이 있었으나 대부분의 rawinsonde를 이용한 연구에서는 눈벽 내부의 연직기상자료가 적어 허리케인 중심의 연직프로파일에 대한 정보를 도출하는데 많은 어려움이 있었다⁸⁾. 따라서 Franklin⁸⁾은 1997 ~ 1999년 대서양 연안 부근에서 Hurricane-Hunter Aircraft를 이용하여 630개의 허리케인을 대상으로 눈벽 근처의 700 hPa에서 dropsonde를 투하하여 허리케인 풍속의 연직프로파일을 관측하였다. 일반적으로 열대성 저기압에서 RMW는 고도가 감소함에 따라 좁아지므로 존재가 하강할수록 점점 RMW에 접근하게 된다. 따라서 실제 투하지점은 700 hPa의 RMW에서 약 11 km 안쪽 지점이다.

실제 dropsonde 관측 결과인 Fig. 1을 보면 3000 m ~ 2000 m 고도까지는 풍속이 비교적 일정하고 2000 m ~ 800 m 고도까지는 풍속이 전반적으로 증가하며 750 m 고도에서 최고값을 보였다. 관측한 630개의 허리케인을 대상으로 각각의 자료를 보간하기 위하여 눈벽의 평균 프로파일이 필요하므로 풍속을 평균 내기 전에 일반적인 관측비행고도인 700 hPa (눈벽에서 700 hPa는 평균적으로 2900 m 고도 정도에 해당됨)의 풍속을 기준으로 표준화시켰다(700 hPa 풍속 = 1).

그 결과 Fig. 2와 같이 경계층의 상부인 500 m 고도까지는 풍속이 증가하지만 300 m 고도 이하에서

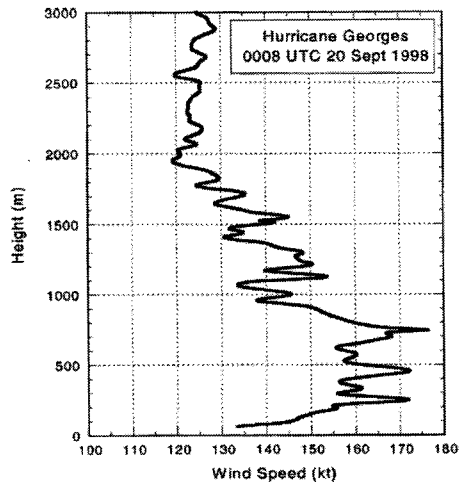


Fig. 1. Dropwindsonde wind speed profile from the eyewall of Hurricane Georges⁸⁾.

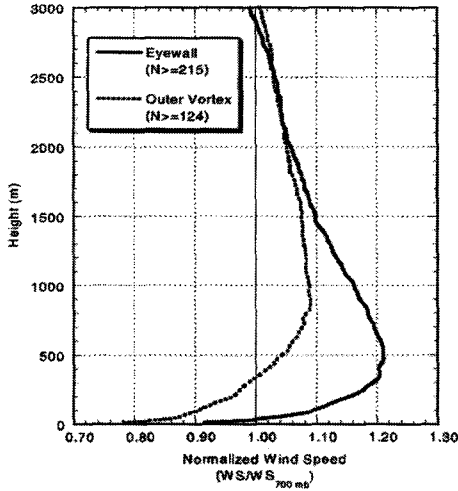


Fig. 2. Mean hurricane wind speed profiles for the eyewall and outer-vortex regions⁸⁾.

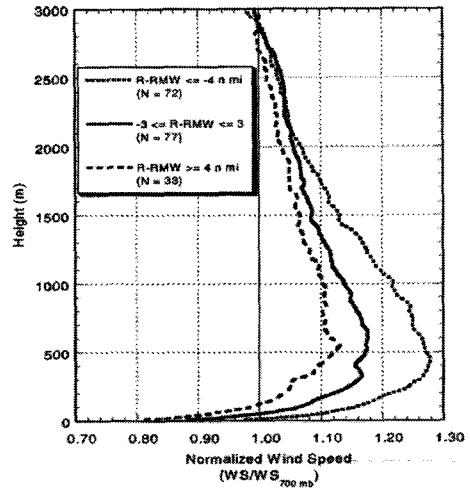


Fig. 3. Mean wind speed profiles for eyewall sondes released⁸⁾.

는 풍속이 급격히 감소하여, 700 hPa에서 지표까지의 풍속 변화가 300 m 고도에서 가장 크다고 할 수 있다. 또한 Fig. 3에서 허리케인의 중심과 RMW에서의 거리에 따라 풍속의 증감율이 다르므로, 고도에 따른 풍속을 추정할 때 허리케인 중심으로부터 거리도 고려해야 한다.

이상의 Franklin 연구 결과에 따르면 태풍 영향권 내 700 hPa 바람을 이용하여 지상풍을 도출하기 위해서는 700 hPa의 바람을 300 m 고도 풍속으로 추정된 뒤 10 m 고도의 풍속으로 재추정하는 방법이 보다 정확하다고 할 수 있다.

700 hPa 바람을 300 m 고도 풍속으로 추정하기 위하여 먼저 태풍의 중심과 RMW에 따른 거리를 구분하여 거리에 따라 풍속의 증가율을 다르게 적용해야 한다. 700 hPa와 300 m 고도 사이에서 태풍 중심과 태풍눈벽 으로부터의 거리에 따른 풍속의 증가율을 Franklin⁸⁾과 Axe⁴⁾ 연구를 이용하여 Fig. 4와 같이 나타내었다. 이 조정계수(Adjustment Function,

Adj)는 RMW를 기준으로 태풍의 중심으로부터 해당 지역의 거리에 따라 아래와 같이 대표값을 이용할 수 있다⁴⁾.

- In the eye ≈ 1.25
- In the eyewall ≈ 1.15
- Just Outside the eyewall ≈ 1.05
- Outer Vortex ≈ 1.00

좀 더 정확한 계산을 위하여 RMW와 radial distance에 대한 자료를 이용하면 Adj가 1.25 ~ 1.00 인 사이의 거리는 원하는 위치에서의 Adj를 계산할 수 있어 태풍의 중심, RMW, 원하는 지점의 위치 정보가 있다면 태풍의 700 hPa에서의 바람을 300 m 고도 풍속으로 추정 가능하다.

3.2. 최대풍속반경(RMW)

300 m 고도의 풍속을 추정하는 과정에 필요한 Adj는 RMW를 중심으로 구분되므로 RMW를 산정

		RMW				
Eye		30 ~ 7.4 km	7.4 km ~	~ 7.4 km	7.4 ~ 30 km	30 km ~ 300 km
Adj		1.25	1.15	1.05		1.00

Fig. 4. 300 m level increase factors to continuous distances from the RMW.

해야 한다. RMW는 주변기압에 대한 태풍 중심기압의 차와 위도에 의해 결정되는 값으로 현재 한반도를 대상으로 한 RMW 산정식이 없으므로, 우리나라에 적합할 것으로 사료되는 3가지 선행연구를 이용하였다.

$$\ln R_{\max} = 2.0633 - 0.0001900\Delta p^2 + 0.0007336Lat^2 + \epsilon \quad (1)$$

$$\ln R_{\max} = 2.636 - 0.00005086\Delta p^2 + 0.0394899\psi \quad (2)$$

$$\ln R_{\max} = 2.556 - 0.000050255\Delta p^2 + 0.042243032\psi \quad (3)$$

Δp^2 는 주변기압과 태풍 중심기압의 차로 주변기압은 선행연구에 따라 1013 hPa로 가정하였으며⁴⁾ Lat^2 와 ψ 는 위도를 나타낸다. 식 (1)은 걸프 연안과 대서양 연안에 적합한 식으로 북위 34°N 정도에 해당되며 ϵ 는 일반적으로 0.3을 이용한다¹²⁾. 식 (2)는 Vickery and Twisdale¹¹⁾이 RMW를 산정하는 9가지 방법 중에서 북위 30°N 인 대서양 연안에 대하여 모의한 결과 가장 적합한 식이며, 식 (3)은 FEMA¹³⁾의 HAZUS-MH에서 사용하고 있는 식이다.

Adj를 산정하는데 RMW 값이 필요하므로 3개의 관계식 중에서 한반도에 적합한 방법을 알고자 태풍 루사를 대상으로 Table 1과 같이 3개의 식을 적용하였다. 그 결과 RMW 값은 식 (1)과 (3)이 비슷하며 식 (2)가 가장 낮은 값을 보였다. RMW를 이용하여 Adj를 구한 결과 값은 0.1~0.2 정도의 차이를 보였으며, 식 (2)의 조건이 북위 33.6°N~43.1°N에 위치한 한반도와 가장 적합한 방법이라고 할 수 있으나 다른 RMW와 비교하여 300 m 고도 풍속차와 10 m

고도 풍속차가 1 m/s도 되지 않음을 알 수 있었다. 이처럼 300 m 고도에서의 풍속의 차이가 크지 않아 10 m 고도 풍속을 추정하는데 있어 큰 영향을 미치지 않지만, 차후에 추정된 10 m 고도 풍속을 이용하여 시뮬레이션을 통해 순간최대풍속을 도출하는 과정에서 1 m/s의 풍속차가 크게 영향을 미칠 수도 있다. 따라서 RMW를 구하는 3가지 공식 중 어느 것을 사용하더라도 10 m 고도 풍속을 추정하는데 있어 큰 차이가 없으나 어떤 RMW가 한반도에 적합한지는 차후에 진행할 연구를 통하여 선정되어야 한다고 사료된다.

3.3. 300 m 고도 풍속 추정

2002년 태풍 루사가 한반도에 가장 큰 영향을 미친 8월 31일과 9월 1일의 특정 시간대에 RDAPS 30 km의 700 hPa 바람 자료를 추출하고, RSMC-Tokyo Best Track의 태풍 중심기압과 위도 자료와 식 (1)~(3)의 방법을 통하여 RMW를 산정하였다. Fig. 4와 같이 RMW에 따라 Adj가 1.05 범위에 위치한 AWS 지점을 대상으로 구체적인 Adj 값을 구하고, 700 hPa 풍속에 Adj 값을 곱하여 300 m 고도에서의 풍속을 추정하였다(식(4), Table 1). Franklin⁸⁾ 연구 결과와 같이 300 m 고도 풍속이 700 hPa 풍속보다 10% 정도 증가하였음을 알 수 있다. 300 m 고도 이하의 경계층 내에서는 풍속이 갑작스럽게 감소하므로 태풍에 의한 지상의 풍속을 산정하기 위해서는 추정된 300 m 고도 풍속을 이용하여 10 m 고도의 풍속으로 재추정하는 과정이 필요하다.

Table 1. The process of Estimates for 10 m level wind speed(WS)

Time (LST)	AWS	700 hPa	RMW (km)			Adj			300 m level WS			Landuse (Summer)	10 m level WS			
			(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)		Z ₀ (m)	(1)	(2)	(3)
8 31	15	723 -	29.42	46.70	38.55	47.44	1.10	1.09	1.10	32.46	32.06	32.50	0.0001	25.06	24.75	25.09
		793 2.9	29.42	46.70	38.55	47.44	1.11	1.10	1.11	32.71	32.31	32.75	0.0001	25.25	24.94	25.28
	18	748 8.3	28.51	49.45	40.35	50.34	1.11	1.10	1.11	31.70	31.27	31.74	0.2	16.96	16.73	16.98
		765 1.7	28.51	49.45	40.35	50.34	1.11	1.10	1.11	31.67	31.24	31.71	0.2	16.94	16.71	16.96
	21	912 8.2	20.17	52.90	40.86	53.91	1.11	1.09	1.11	22.36	21.95	22.39	0.2	11.96	11.74	11.98
		703 5.5	21.84	52.90	40.86	53.91	1.11	1.09	1.12	24.34	23.90	24.38	0.15	13.45	13.21	13.47
9 1	03	821 0.3	24.14	56.68	40.50	57.89	1.11	1.09	1.11	26.84	26.19	26.89	0.15	14.83	14.47	14.86
		818 1.1	21.73	56.68	40.50	57.89	1.11	1.08	1.11	24.12	23.53	24.16	0.15	13.32	13.00	13.35

* Wind Speed(unit) : m/s

* (1) Powell(2005). (2) Vickery and Twisdale(2000). (3) FEMA(2003).

$$U_{300} = U_{700hPa} \times Adj \quad (4)^4$$

3.4. 10 m 고도 풍속 추정

RDAPS의 700 hPa 바람을 RMW와 Adj를 이용하여 추정된 300 m 고도 풍속을 Powell¹⁰⁾이 제시한 관계식 (5)를 통하여 10 m 고도의 풍속으로 재추정할 수 있다. $(Z - Z_D)$ 는 유효고도로 10 m 고도 풍속 산정 시에 Z_D 는 보통 0.0을 사용하며, Z_0 는 거칠기 길이이다. 따라서 식 (5)를 본 연구에서 사용하고자 하는 식 (6)으로 수정할 수 있으며 Z_0 는 USGS의 토지이용도 자료를 이용하여 태풍의 영향권 내의 지역을 대상으로 지형을 고려한 10 m 고도의 풍속을 추정하였다(Table 1).

$$\frac{U_{10}}{U_z} = \frac{\ln[(10. - Z_D)/Z_0]}{\ln[(Z - Z_D)/Z_0]} \quad (5)$$

$$U_{10} = U_{300} \frac{\ln(10/Z_0)}{\ln(300/Z_0)} \quad (6)$$

그 결과 태풍의 RMW로부터 거리에 따른 지점별 최대 지상풍속은 뚜렷한 차이를 보였다. 이는 300 m 고도 풍속을 10 m 고도의 풍속으로 재추정하는 과정에서 토지이용도에 따라 10 m 고도 풍속 값이 크게 차이가 나는 것으로 지표 거칠기에 따라 풍속의 감소율의 차가 확연히 다르기 때문이다. 또한 Table 1에 나타난 10 m 고도의 풍속이 동시간대 AWS에서 관측된 풍속과 많은 차이를 보이는데 이 이유는 Table 1의 풍속은 태풍 내습 시에 항시 발생하는 풍속이 아닌 최대가능 풍속을 예측한 것이기 때문이다.

우리나라의 건축물 풍하중 기준은 연최고풍속자료를 이용한 풍속 극한풍의 확률 거동에 의해 정하며 미국과 호주 등에서도 허리케인이 빈번한 지역은 건축물에 대하여 수치 모의실험을 통하여 간접적으로 강풍의 위험을 평가한다¹⁷⁾. 뿐만 아니라 태풍 루사와 같이 강력한 태풍이 내습하는 경우에는 8월 31일 15LST에 AWS 723지점과 같은 결측이 나타나거나, 관측 장비의 오작동 등으로 인하여 부정확한 관측 값이 기록되는 경우가 발생한다.

본 연구에서 추정된 10 m 고도 풍속은 태풍에 의하여 지상의 건축물에 영향을 미칠 수 있는 강풍을 산정하는데 목적을 두고 있다. 연구 결과를 이용하여 향후 한반도에 영향을 미칠 것으로 예상되는 태

풍에 대하여 지상의 건축물이 입을 수 있는 피해 규모를 추정하고 그에 따른 사전 방재를 실시하는데 있어 방재유관기관에서 보다 신속하고 효과적인 정보로 이용할 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 선행연구를 통하여 국내 현황에 맞는 재해예측모형 구축의 필요성을 인식하여, 태풍 접근 시 사전 예방에 이용될 재해예측모형 구축을 위한 초기 단계로서 태풍 권역 내 10 m 고도 지상풍을 산정하는 방안을 제시하였다.

태풍에 의한 지상풍 산정 방법은 국외 재해예측모형 중 미국의 PHRLM을⁷⁾ 기본으로 하며 PHRLM에서 사용한 Franklin의⁸⁾ 연구 결과를 적용하였다. 그 과정은 태풍의 700 hPa 바람을 이용하여 300 m 고도와 10 m 고도에서의 풍속을 추정하는 것으로 2002년 태풍 루사를 대상으로 수행하였다. 그 결과 최종으로 추정된 10 m 고도의 풍속은 동시간대 AWS 관측 자료와 많은 차이를 보였으나 본 연구에서 추정된 10 m 고도 풍속은 태풍에 의해 지표에 나타날 수 있는 최대풍속값을 추정한 것으로, 일반적인 시간별 관측값과 풍속의 강도를 비교할 수는 없다. 국내 건축물 풍하중 기준이 극한풍의 확률 거동에 의해 결정되는 것과 같이 향후에 과거 한반도에 영향을 미친 태풍에 대하여 10 m 고도 풍속을 추정하고 여러 번의 수치 모의실험을 수행하면 지상의 건축물과 구조물에 피해를 입힐 수 있는 최대 풍속을 추정할 수 있다.

또한 현재 우리나라에 영향을 미치는 태풍을 대상으로 한 최대풍속반경(RMW)에 대한 산정식이 없으므로, 앞으로 태풍에 의한 피해를 보다 정확히 예측하기 위해서는 우리나라에 적합한 최대풍속반경식을 개발해야 한다.

본 연구는 재해예측모형 중 태풍에 의한 피해를 예측하는데 필요한 초기 자료를 제공하고자 하였으며 향후 분석 지역에 대한 토지이용도와 기상자료의 해상도를 더 높임으로써 보다 자세한 예측 값을 제공할 수 있다. 앞으로 지속적인 연구를 통하여 태풍에 의한 강풍이 지상의 건축물 종류에 따라 미치는 영향을 산정하고, 그에 따른 효과적인 사전 방재를 통하여 자연재해에 의한 인명피해를 줄이고 피

해액을 저감시키는데 기여할 수 있다.

감사의 글

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

참고 문헌

- 1) 최효진, 2007, 자연재해 저감을 위한 방재기상정보 활용과 재해평가 모형 검토, 석사학위논문, 대기환경정보공학과, 인제대학교.
- 2) 한영만, 2006, Safe Korea 실현을 위한 토목인의 역할(자연재해를 중심으로), 자연과 문명의 조화, 54(5), 118-120.
- 3) 국립방재연구소, 2006, 태풍위험도 추정을 위한 알고리즘 분석 연구.
- 4) Axe L. M., 2003, Hurricane Surface Wind Model For Risk Assessment, the Florida State University, A Master's Thesis.
- 5) Florida Department of Financial Services, 2005, Florida Public Hurricane Loss Projection Model, Engineering Team Final Report Volume III.
- 6) Federal Emergency Management Agency, <http://www.fema.gov>.
- 7) Florida Department of Financial Services, 2003, PHRLM Primary Document Binder.
- 8) Franklin J. L., Black M. L., Valde. K., 2003, GPS Dropwindsonde Wind Profiles in Hurricanes and Their Operational Implications, *Wea. Forecasting*, 18, 32-44.
- 9) 기상청, <http://www.kma.go.kr>.
- 10) Powell Mark D., Samuel H. Houston, 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.
- 11) Vickery P. J., Skerlj P. F., Twisdale L. A., 2000, Simulation of Hurricane Risk In The U.S. Using Empirical Track Model, *J. Struct. Eng.*, Oct, 1222-1237.
- 12) Powell M. D., George S., Steve C., Sneh G., Nirva M. -L., Shahid H., Neal D., Lizabeth A., 2005, State of Florida Hurricane Loss Projection Model : Atmospheric science component, *J. Wind Eng. Ind. Aerodyn.*, 93, 651-674.
- 13) Federal Emergency Management Agency, 2003, HAZUS-MH MR1 Technical Manual.
- 14) The Regional Specialized Meteorological Center Tokyo-Typhoon Center, 2002, Best Track data.
- 15) Powell M. D., Black P. G., 1990, The relationship of hurricane reconnaissance flight-level wind measurements to winds measured by NOAA's oceanic platforms, *J. Wind Eng. Ind. Aerodyn.*, 36, 381-392.
- 16) Sheets R. C., 1990, The National Hurricane Center-past, present, and future, *Wea. Forecasting*, 5, 185-232.
- 17) 이영규, 이승수, 김학선, 2007, 경상남도 해안 지역에서의 태풍에 의한 극한 풍속 추정, 2007 한국방재학회 학술대회, 85-89.