

주변지형을 고려한 장대교량 설계풍속 산정

Estimating Design Wind Speeds for a Long Span Bridge in a Complex Terrain

이 석 용* · 김 윤 석** · 이 승 우*** · 권 호 철**** · 김 석 철***** · 조 경 학*****

Lee, Seokyoung · Kim, Yoonseok · Lee, Seungwoo · Kwon, Hochul · Kim, Seogcheol · Cho, Kyung-Hak

요 약

태풍 및 지형에 대한 컴퓨터 시뮬레이션과 기상관측자료에 대한 분석을 통해 장대교량의 가설위치에서 발생할 수 있는 풍환경을 분석하고 설계풍속을 산정하였다. 설계풍속의 산정은 내풍 설계를 위한 하중을 결정하는 과정으로 내풍설계의 기본이 되는 부분이다. 풍환경 분석 과정은 Monte Carlo(이하 MC) 태풍 시뮬레이션 분석, Gumbel 극치분석, CFD 지형효과 분석으로 구성된다. MC 태풍시뮬레이션 분석을 통해 태풍시기(6~10월)의 재현주기별 강풍발생빈도를 도출하였다. Gumbel 극치분석을 통해 인근의 기상관측자료로부터 전년도에 대한 재현주기별 강풍발생빈도를 도출하였다. CFD 지형효과 분석을 통해 분석대상지역의 주변지형으로 인한 풍속증감효과를 분석하였다. 각 결과를 종합하여 보수적인 재현주기별 설계풍속을 산정하였다.

keywords : 풍환경 분석, Monte Carlo 태풍시뮬레이션, Gumbel 극치분석, CFD 지형효과 분석

1. 서론

우리나라의 경우 강풍발생의 요인은 크게 두 가지이다. 6~10월에는 태풍의 영향으로 강한 바람이 발생된다. 나머지 하나는 계절풍으로 주로 겨울철에 강풍을 야기한다. 이 두 요인의 풍환경 특성은 판이하기 때문에, 각각 다른 방법을 적용하여 현상을 분석하는 것이 합리적이다(Golden and Snow, 1991). 본 논문에서는 태풍시기(6~10월)에는 MC 태풍시뮬레이션 분석을, 계절풍에 대해서는 Gumbel 극치분석을 이용하여 강풍발생빈도를 분석하였다. 국지적으로 지형은 풍속의 증감에 큰 영향을 미친다. CFD 모델을 사용하여(김석철, 2005) 지형으로 인한 풍속할증을 분석하였다. 새천년대교 가설예정지에 대해서 풍환경분석을 수행하였다.

* 삼성물산 건설부문 토목ENG팀 부장/공학박사

** TE Solution 대표/공학박사

*** TE Solution 부장

**** 유신코퍼레이션 이사/공학박사

***** 볼트시뮬레이션 대표/공학박사 sckim@boolt.co.kr

***** 볼트시뮬레이션 주임연구원 kyunghak@boolt.co.kr

2. 분석

Monte Carlo 태풍시뮬레이션 분석

새천년대교 가설 예정지역에서 반경 500km의 영역을 영향권역으로 설정하였다. JTWC(Joint Typhoon Warning Center, USA)의 자료에서 1945~2007년에 영향권역 내를 통과한 태풍자료를 추출하여 태풍의 특성을 파악하여 통계적 모형을 구축하였다. MC 태풍시뮬레이션 기법의 난수발생 알고리즘을 사용하여 태풍내습 상황을 반복적으로 발생시켜 태풍으로 인해 발생할 수 있는 풍향별 재현주기 풍속을 산정했다.

Gumbel 극치분석

가까운 기상관측자료(기상대-목포기상대; AWS-안좌,압해도,자은도)에 대해 연도별로 유효높이를 고려하여 표준고도(10m)와 지표상태가 개활지인 조건의 10분 평균 풍속으로 변환한 뒤, Gumbel 극치분석을 수행하였다.

CFD 지형효과 분석

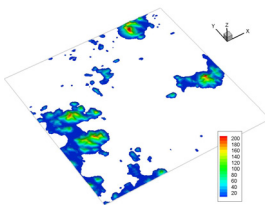
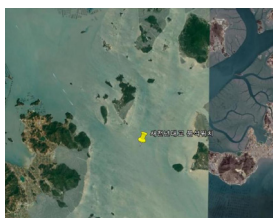
주변에 섬이 근접하여, 풍향에 따라 기류가 증감된다. 8방위 풍향별로 CFD 모델을 사용하여 지형에 의한 풍속할증을 분석하였다. 모델링 영역은 접근류 방향으로 15,400m, 풍직각 수평방향으로 10,000m, 연직방향으로 2,000m를 설정하였다. 격자간격은 각 방향으로 40m를 적용하였다. 7,200초 동안 모델링을 수행한 후, 초기 3,000초의 자료를 제외한 나머지 시간 동안의 자료에 대해 시간평균치를 계산하였다. 평탄지형의 결과와 비교하여 풍속의 증감비율을 분석하였다. 입구에서의 풍속, 즉 접근류 조건은 멱함수를 사용하여 설정하였다.

3. 결과

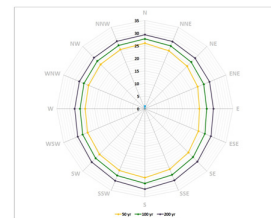
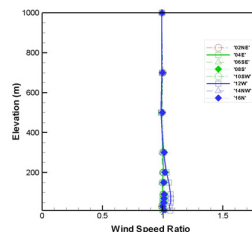
풍환경 분석을 수행한 결과 중 MC 태풍시뮬레이션 분석결과와 Gumbel 극치분석 결과는 표 1에 나타내었다. 이 결과에 10m 높이에서의 풍속변화비율을 곱하여 최종적인 설계풍속을 산정할 수 있다. 지형에 의한 풍속할증은 미미했다. 풍속할증계수의 최대치는 풍향 W인 경우에 해수면 80m 고도에서 1.07이었다. 새천년대교 가설 예정지역에 대한 풍환경 분석 결과 설계풍속은 100년 재현주기는 33.91m/s, 200년 재현주기는 36.73m/s였다.

표 1 MC 태풍시뮬레이션 분석결과와 Gumbel 극치분석 결과 (100년 재현주기 풍속)

분석방법	풍향 N	풍향 E	풍향 S	풍향 W	전체풍향
MC 태풍시뮬레이션 분석	21.45m/s	24.57m/s	25.79m/s	20.03m/s	27.62m/s
Gumbel 극치분석	30.29m/s	25.73m/s	33.71m/s	27.55m/s	34.27m/s



(a) 분석지역의 위성사진 (b) CFD 모델링 영역(3D)



(a) 풍속할증비의 연직분포 (b) 설계풍속

그림 1 분석대상지역과 CFD 모델링 영역

그림 2 CFD 지형효과 분석 결과와 최종 설계풍속

참고문헌

- 김석철 (2005) Monte Carlo 태풍시뮬레이션과 CFD 모델을 이용한 울산지역 국지적 강풍 발생빈도 추정, 한국 풍공학회지, 9(1), pp.45~54.
- Golden, J.H. and J.T. Snow (1991) Mitigation against Extreme Windstorms, *Rev. Geophys.*, 29, pp.477-504.