한국해안·해양공학회 학술발표논문집 (2009)
2009년 11월 5일-11월 6일
제18권, pp. 113-116

경험모의기법을 이용한 극치해면 분석
Extreme Sea Level Analysis Using Empirical Simulation Technique

서경덕[1], 양영철[2], 이동영[3], 도기덕[4]
Kyung Duck Suh[1], Young Chul Yang[2], Dong Young Lee[3] and Ki Deok Do[4]

1. 서 론

지구 온난화 현상에 의해서 해수면과 해수면 온도의 전반적인 상승이 예상되고 있다. 이로 인해 더 큰 태풍이 발생할 것이란 예측도 나오고 있다. 태풍으로 인한 피해로는 강한 바람, 단시간의 집중호우, 전체적인 해면상승을 일으키는 해일을 들 수 있다. 해안 및 해양 구조물의 설계나 현 방재 시설의 안정성을 평가 및 보완을 하기 위해서는 극치해면에 대한 연구가 필수적이다. 만약 충분한 기간 동안 관측된 연 최대 극치해면 값이 있다면 극치분석을 통해 극치해면을 추정하면 되지만 태풍시의 악기상에서 관측이 쉽지 않아 폭풍해일고, 유속, 파고 등의 관측 자료가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 1951~2006년 동안 발생한 태풍을 모의하여 얻은 폭풍해일고 자료를 분석에 사용하였다. 빈도해석을 위해서는 미공병단 항만수리연구소와 Wyoming 대학의 Borgman 교수 등의 공동 연구로 개발된 경험모의기법(Empirical Simulation Technique, EST)을 적용하였다. 경험모의기법은 열대성 폭풍과 관련된 공학적인 설계나 사업평가를 수행할 경우에 기존에 적용해오던 단순한 빈도분석에 의한 설계의 개념을 탈피하여 재현기간에 해당하는 평균값과 표준편차를 구하여 평균값에 대한 오차와 불확실성을 동시에 고려하는 경험적-통계적 방법이다. 극치해면에 대한 연구로 심 등(1992)은 극치확률법과 결합확률법을 이용하여 극치해면을 산정하였고, 최와 고(1996)는 결합확률법을 이용하여 공간적 극치 해면 분포도를 작성하였으며, 정 등(2008)은 최근의 검조소 자료를 추가하여 극치확률법을 통해 극치해면을 산정한 후 심 등(1992)의 결과와 비교하였다. 하지만, 아직까지 우리나라 주변해역에서 경험모의기법을 폭풍해일고에 대해서 적용한 예가 없기 때문에 적용성에 대한 검토가 필요하다.

2. 분석대상 및 자료

2.1 분석대상

대상 지역은 우리나라 무역항 28개와 연안항 24개 총 52개이고 Fig. 1에 표시되어 있다.

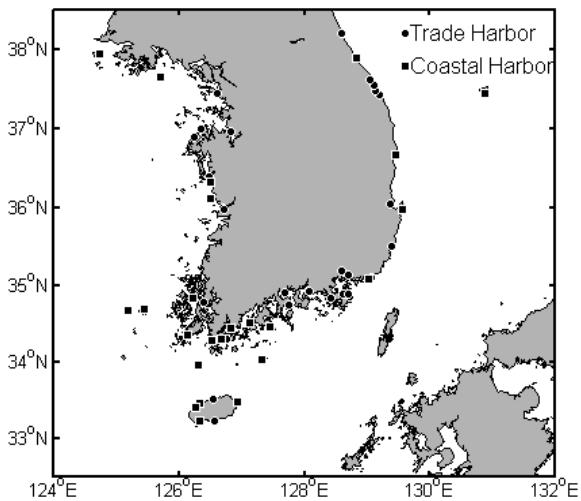

Fig. 1. The location map of harbors

1 서울대학교 건설환경공학부 교수
2 발표자: ㈜대영엔지니어링 연구원
3 한국해양연구원 기후· 연안재해연연구부 책임연구원
4 서울대학교 박사과정

2.2 폭풍해일고

각 태풍이 발생했을 당시의 해상풍은 Kang et al.(2002)이 제시한 Primitive Vortex Model (PVM)을 적용하여 추정하였고, 한국해양연구원에서 개발된 2차원 폭풍해일모델(KORDI-S, 이 등, 2008)을 이용하여 폭풍해일고를 계산하였다. 공간격자의 간격은 경도 1/60도, 위도 1/60도이다.

3. 빈도분석 결과

먼저, 수치모의 된 폭풍해일고를 매개변수적 방법과 비매개변수적 방법을 사용하여 분석하였다. 매개변수적 방법으로는 기본적으로 설계 시에 많이 쓰이는 연최대치 시계열(Annual Maximum Series, AMS)과 데이터의 길이가 짧을 때 자료의 수를 늘리기 위해 사용하는 부분시계열(Peaks Over Threshold, POT)을 사용하였다. 최우도법을 사용하여 매개변수를 추정하였고, 분포는 Gamma, Gumbel, Weibull, Generalized Extreme Value 그리고 Generalized Pareto 분포 중에서 적합도가 뛰어난 Generalized Pareto (GPA) 분포를 적용하였다. 분포의 적합성을 검토하기 위해서 카이스퀘어 검정과 Kolmogorov-Smirnov (K-S) 검정을 수행하였다. 그 결과 연최대치 시계열 자료는 GPA 분포를 5% 유의수준에서 잘 만족하였고 부분시계열 자료는 평택, 통영, 고현, 마산, 진해, 부산, 울산, 신마항을 제외한 44개 항에서 GPA 분포를 5% 유의수준에서 잘 만족하였다. 비매개변수적 방법으로는 본 연구에서 검증하고자 하는 경험모의기법을 사용하였다.

Fig. 2에서는 지역별로 서해, 남해와 제주, 동해로 구분하여 재현주기 50, 100년 폭풍해일고를 비교하였다. Fig. 2에서 보듯이 경험모의기법의 결과가 연최대치 시계열 방법보다는 대체로 크다. 경험모의기법의 결과와 부분 시계열 방법의 결과가 재현주기 50년에서는 비슷하였지만, 재현주기 100년에서 폭풍해일고가 큰 경우에는 부분시계열 방법의 결과가 전반적으로 컸다.

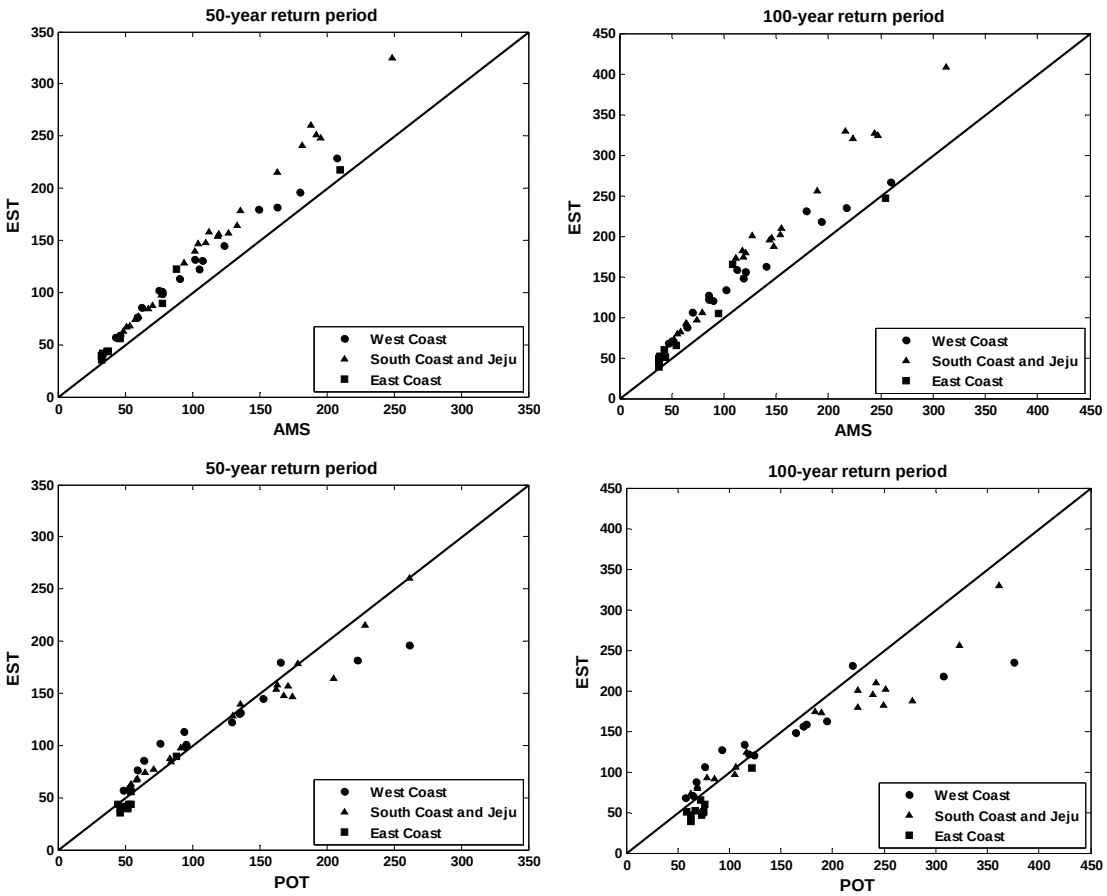

Fig. 2. Comparison of estimated storm surges for different return periods (unit: cm).

극치해면을 산정하기 위해서는 EST 기법의 입력벡터에 조석을 포함시켜야 한다. 각 태풍이 1) 평균고조위, 2) 평균해면, 3) 평균저조위, 4) 평균해면 상태에서 올 수 있다고 가정하고 조석과 폭풍해일고를 더하여 반응벡터를 구성하였다. 정 등(2008)이 극치확률법을 이용하여 23개 검조소에서 산정한 극치해면 결과 중 본 연구의 52개 항에 가까운 17개 지점을 비교하여 Fig. 3에 나타내었다.

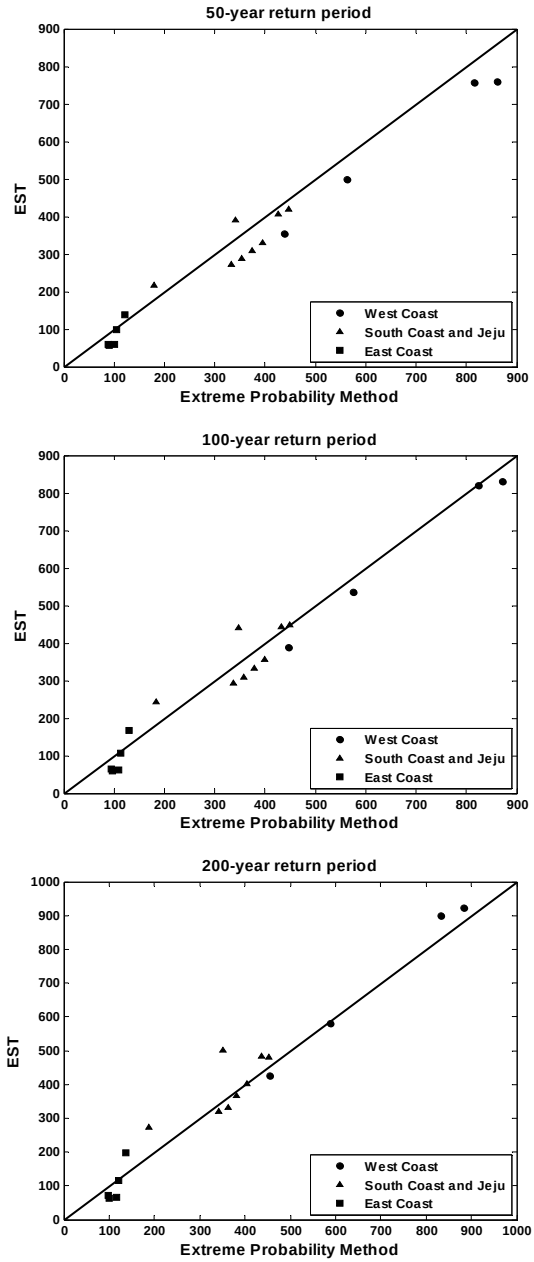

Fig. 3. Comparison of estimated extreme sea levels for different return periods (unit: cm).

재현주기가 50년인 경우는 주로 극치확률법으로 구한 결과가 EST 기법의 결과보다 크고, 재현주기가 100년인 경우는 두 결과가 비슷하며, 재현주기가 200년의 경우는 주로 EST 기법의 결과가 더 크다. 각 항에서 자료의 길이와 특성이 다르고 분석 방법이 다르기 때문에 빈도분석 결과가 서로 다fms 것이다.

4. 결 론

해안 및 해양 구조물 설계를 위해서 극치해면 산정은 필수적인 과정이다. 본 연구에서는 태풍에 의해 발생되는 폭풍해일고 빈도분석을 경험모의기법에 의하여 수행하였다. 또한 일반적으로 사용되는 매개변수적 방법인 연최대치 시계열 방법과 부분 시계열 방법으로 빈도분석 후 경험모의기법의 결과와 비교 분석하여 적용성에 대해 검토하였다. 본 연구의 결과를 다음과 같이 정리할 수 있다.

1. 경험모의기법을 사용하기 위해서는 큰 자료를 포함시킬지 여부를 데이터의 길이와 최근 강해지는 태풍의 추세를 고려하여 신중히 선택해야 한다.

2. 이전의 극치해면 연구인 정 등(2008)의 결과와 비교할 때 재현기간별로 약간의 차이가 있긴 하지만 전체적으로 큰 차이가 나지 않으므로 향후 설계 시에 적용될 수 있다.

감사의 글

본 논문은 국토해양부 및 한국해양수산기술진흥원의 “항만 구조물 신뢰성 설계법 개발”연구과제(PM48400)와 “해일피해 예측 정밀격자 수치모델 구축 및 설계해면 추산”과제의 지원을 받았습니다. 본 연구는 서울대학교 공학연구소에서 수행되었습니다.

참고문헌

심재설, 오병철, 김상익 (1992). 검조기록을 이용한 극치해면 산정. 한국해안해양공학회지, 4(4), 250-260.

이종찬, 권재일, 박광순, 전기천 (2008). 해일고 산정 수치모의 실험, 태풍매미. 한국해안해양공학회지, 20(1), 93-100.

정신택, 김정대, 고동휘, 윤길림 (2008). 한국 연안 최극 고조위의 매개변수 추정 및 분석. 한국해안해양공학회지, 20(5), 482-490.

최병호, 고진석 (1996). 한반도 주변 해역의 극치해면 및 해류 추정 방법. 한국해안· 해양공학회지 정기학술강연회 발표논문 초록집, 15-18.

Kang, S.W., Jun, K.C., Park, K.S. and Bang, G.H. (2002). A Comparison of Typhoon Wind Models with Observed Winds. J. Korean Soc. Oceano., 7(3), 100-107.

Scheffner, N.W., Clausner, J.E., Adele Militello, Borgman, L.E., Edge, B.L. and Grace, P.J. (1999). Use and Application of the Empirical Simulation Technique: User's Guide. Technical Report CHL-99-21, U.S. Army Corps of Engineers, Washington, DC.