

제주도 연안해역의 폭풍해일고 산정
CALCULATION OF THE HEIGHTS OF STORM SURGES
OF THE COAST SEA AREA OF JEJU ISLAND

이승호*, 양성기, 김상봉***,**
Seung-Ho Lee, Sung-Kee Yang, Sang-Bong Kim

.....

요 지

제주도 연안해역의 해일재해의 현황을 파악하기 위하여 제주도 연안해역의 폭풍해일고 기상조에 등에 의한 해일발생 및 피해의 자료를 분석·검토하고 제주도 연안해일의 위험도를 분석하기 위하여 제주도 연안해역을 대상으로 과거 태풍 중 각종 기록경신과 많은 피해규모를 준 태풍들을 대상으로 바람장 및 해일고를 분석·검토하여 태풍의 진로에 따른 해수면 상승을 산정하기 위해 폭풍해일 수치모형(POM) 실험을 실시하여 폭풍해일고를 산정하였다.

제주항과 서귀포항 주변해역의 폭풍해일고를 산출하기 위해 16년간(1987~2003)까지의 우리나라에 영향을 미친 태풍 중 8개를 선정(Maemi, Rusa, Prapiroon, Olga, Yanni, Janis, Gladys, Thelma)하여 폭풍해일고를 산출하였다. 수치모의 한 결과를 보면, 제주와 서귀포 연안해역에서 발생한 8개의 태풍에 대한 폭풍해일고의 발생시각은 대체적으로 관측된 해일고의 발생시각 보다 약간 늦게 해일이 발생하였지만 전체적인 해일의 시간변화나 크기는 비교적 잘 재현된 것으로 나타났다. 제주항 연안해역의 서귀포항 연안해역보다 높은 해일고를 보였으며, 해일고는 제주항, 서귀포항 모두 1m를 넘지 않았다. 제주항이 서귀포항에 비해 약간 높게 나온 이유는 태풍의 위치, 지형 및 수심, 태풍이 통과할 당시의 조석상황 등의 차이인 것으로 사료된다. 또한, 제주항과 서귀포항 연안해역이 폭풍해일고가 서해안이나 남해안에 비해 작게 나타났는데, 이는 제주도 해안선이 비교적 평탄하고 평행하게 이루어 졌으며 남해안에 비해 수심이 깊고 만의 형태나 V자형 및 긴 내만이 발달한 지형이 없기 때문인 것으로 사료된다. 보다 정밀한 예측을 위해서는 정밀한 수심자료 및 격자를 이용한 계산의 결과가 필요하며, 연안개발로 인한 지형과 수심변화에 따른 지속적인 수치해도 DB구축이 요구된다.

핵심용어 : 제주 연안해역, 기상조, POM, 폭풍해일,

.....

1. 서 론

한반도의 최남단에 위치한 제주도는 사면이 바다로 둘러쌓여 위치하고 있으며, 해상·기상 관측 부위와 같은 역할을 수행할 수 있는 천혜의 해역에 위치하고 있다. 제주도의 인구와 산업 그리고 경제활동 대부분이 임해부를 중심으로 활발히 전개되고 있으나, 탁월한 해륙풍과 계절풍의 영향으로 인해 천기의 변화가 심한

.....

* 제주대학교 토목해양공학과 석사과정 * E-mail : lsh3879@hanmaill.net
** 제주대학교 토목해양공학과 교수 * E-mail : skyang@cheju.ac.kr
*** 제주대학교 토목해양공학과 공학석사 * E-mail : k3030rokmc@hanmail.net

도서지역이다. 하절기에는 상습적인 태풍의 통과지대에 위치하는 지리적인 조건에 의해 고조와 해일, 집중호우와 침수 등의 자연·연안재해가 빈번하게 발생하며, 동절기에는 북서 계절풍에 의한 폭풍과 해안침식, 월파, 표사이동 등의 현상이 발생하는 등 자연조건이 매우 가혹한 편이다. 본 연구에서는 제주항 연안해역의 특성과 폭풍해일에 의한 해일발생 및 피해를 분석·검토하기 위하여 제주항 연안을 대상으로 폭풍해일 수치모형 실험을 실시하였다. 과거 태풍 중 각종 기록경신과 많은 피해규모를 준 제 14 호 태풍 “매미”를 대상으로 폭풍해일고를 산정하였다. 바람장 및 해일고 등의 결과를 분석하고 태풍의 진로에 따른 해수면 상승을 산정함으로써, 제주항 연안을 대상으로 태풍 “매미” 통과 시 해일로 인한 제주도 연안해역의 폭풍해일에 대한 특성을 검토하였다.

2. 자료 및 방법

2.1 태풍 매미의 개황

태풍 매미는 2003년 9월 6일 15시경 관 북서쪽 약 400km 해상에서 열대성 저기압으로 발생하여 9월 12일 06시경 동중국해에서 북북동진하면서 진행하였다. 태풍 매미 관련 태풍정보 23회 발표되었으며(2003.9.16~9.14), 제주도를 통과한 태풍 “매미”는 우리나라에 근접한 9월12일 03시부터 9월 13일 09시 사이에는 3시간 간격으로 발표하였다. 18시경에는 제주도 성산포 동쪽을 거쳐 20시경에 경상남도 사천해안으로 상륙하였다. 이때의 중심기압은 950hpa이었으며, 최대순간풍속이 12일 16시 10분에 고산에서 60.0m/s의 극값을 기록하였다(Table 1.) .

Table 1. 태풍 "매미"의 남해안 상륙 후 최대풍속 및 최대순간풍속

지 점	제 주	고 산	여 수	통 영	부 산
최대풍속	39.5 (18:12)	51.1 (16:05)	35.9 (19:51)	30.0 (20:53)	26.1 (22:10)
최대순간풍속	60.0 (18:11)	60.0 (16:10)	49.2 (18:57)	43.8 (20:57)	42.7 (21:01)

2.2 폭풍해일고 산정 및 모의

폭풍해일(storm surge)이란 태풍 및 발달한 온대성 저기압 등의 기상 요인에 의해 야기되는 바람과 기압의 변화에 의해서 해수면이 변동하는 현상을 일컫는다. 폭풍해일 수치모형은 기상 외력에 의한 이상 해면을 구하는 모형으로, 본 연구에서는 조석과 기상 외력을 동시에 고려한 결과에서 조석만을 고려한 결과를 빼서 폭풍해일을 계산하였다. 이는 조석과 기상 외력에 의한 비선형 효과를 고려하기 위한 것으로 특히 2차의 저면 마찰식을 사용할 경우 조류와 취송류를 분리하기 쉽지 않기 때문이다. 조석은 광역 격자의 개방 경계에 4개 분조(M2, S2, K1 및 O1)을 부여하여 고려하도록 하였으며, 기상 외력은 태풍 해상풍 모형으로부터 산출되는 기압장과 바람장을 입력자료로 사용하여 고려하도록 하였다.

폭풍해일 현상은 국지적인 조건, 즉 해안선과 천해의 지형적 특성(만, 열도, 섬, 대륙사면의 폭과 경사 등)에 대해 매우 민감해서 태풍, 폭풍 등 악기상의 영향권이 충분히 포함될 수 있는 원해의 광역적 특성과 함께 연안 해역의 세부지형적 요소가 잘 반영되도록 구성하는 것이 중요하다.

2.3. 영역격자

제주도 주변에 접근하는 태풍해일을 재현하기 위하여 계산영역을 동아시아해역의 수심자료로부터 Nested Moving Grid System으로 대상해역을 선정하였다.

해역의 수심자료는 동중국해 및 황해와 동해 전역을 포함한 우리나라 주변해역의 수치해도로부터 작성되었다. 태풍에 의한 폭풍해일의 계산영역은 매우 광대하기 때문에 해일고의 상세한 분포특성을 파악하기 위해 3단계의 격자체계를 구성하였다. 이를 간략히 살펴보면 한반도를 중심으로 태풍발생해역인 서태평양을 포함한 광역 격자 모형(약 9 km), 한반도를 중심으로 한 중간역 격자 모형(약 2 km), 제주 연안의 해안선을 따라 보다 상세한 해상도를 갖는 상세역 격자 모형(300 m)의 3단계로 좁혀진 연안국지해일모형을 수립하였다.

3. 결 론 및 고찰

본 연구에서는 우리나라에 가장 큰 피해를 준 태풍 “매미”를 대상으로 제주 및 서귀포 연안해역의 폭풍해일고를 수치모의 하여 산정하였다. 제주도 연안해역에 내습한 태풍 “매미” 대해서 수치실험 한 결과, 제주도 연안에서 발생하는 폭풍해일은 제주 및 서귀포김조소에서 관측된 폭풍해일고의 시간변화와 수치실험한 결과를 각각 비교·분석하였으며, 비교적 잘 재현한것을 확인할 수 있었다. 또한 태풍의 이동경로를 따라 기압하강에 따라 해일이 크게 나타나고 있으며, 강풍에 의한 취송·충적효과로 인한 증폭현상은 한국 남해안이나 서해안에 비해 크게 나타나지 않았다. 제주도 국지 연안에서 폭풍해일로 발생하는 해수면상승에 의한 피해는 대상해역의 수심변화, 태풍의 통과 시간대와 조시 및 경로 등에 따라 다르게 나타날 수 있다. 제주연안에서 발생하는 해일고의 최대값은 태풍이 제주를 통과하는 시간에 발생하며, 최대해일고와 해일고의 지속시간은 태풍의 진행경로에 따라 약간의 차이가 있었다.

제주도 연안역이 남해·서해에 비해 해일고가 작게 나타나는 것은 해안선이 비교적 단순하며 내만이나 큰 하천이 발달한 해안지형에 없기 때문이다. 따라서 흐름은 한 지점으로 모이지 않고 해안선과 거의 평행하게 흐르면서 외해역으로 발산하는 것으로 사료된다.

이상과 같이, 제주도 연안역을 세분화한 정밀 해일 예측을 위해서는 이들 관측 시스템을 이용하고 지금까지 약 9km 내외의 수심자료로부터 제주도 주변해역에서는 250m이하나 경우에 따라서는 그보다 훨씬 정밀한 수심자료를 이용하여 해양 예보모델과 연결되어야만 한다. 또한 제주도 폭풍해일의 해면 추산과 GIS에 의한 연안 지형 조사에 의해 연안해일의 피해가 예상되는 지역을 중심으로 태풍 내습 시 해일 피해지역의 해일 재해도(매핑도) 작성이 무엇보다 절실한 실정이다. 이러한 자료로부터 근본적으로 해일 내습 시 피해저감을 위한 대책을 수립하고 예·경보 시스템을 구축하는 것이 필요하며 연안해일 재해 방지를 위한 예측 시스템 구축을 위해 육상과 바다가 동일 기준면에서 연결된 정밀 연안 지형 및 수심도가 요구된다.

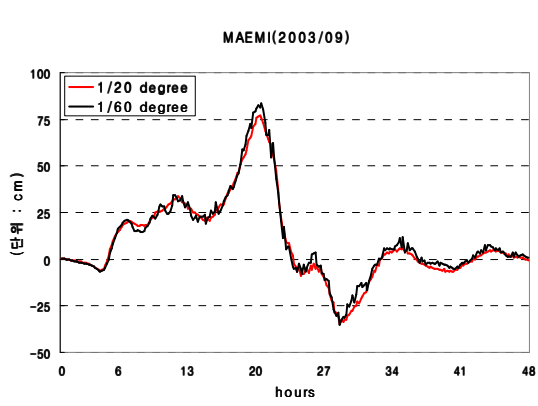


Fig. 7. 제주항의 광역과 중간역 해일고 비교

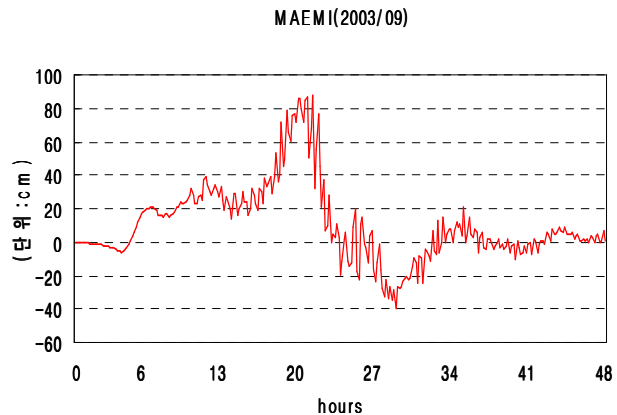


Fig. 8. 제주항의 상세역 해일고

참 고 문 헌

1. 전기천, 강시환, 이동영, 박광순, 2001, 폭풍해일 예측을 위한 태풍 해면기압 및 해상풍 추정, 한국기상학회지, 대기, 11(3), pp.52-56
2. 강시환, 전기천, 박광순, 방경훈, 2002, 해상풍 관측자료에 근거한 태풍해상풍모형의 비교 분석, 한국해양학회지 「바다」, 7(3), 100-107
3. 김현성, 이석우, 2004, 광양만에서의 2003년 태풍 “매미”에 의한 폭풍해일, 한국해양학회지, pp.119-129
4. 소방방재청, 국립 방재연구소, 2004, 태풍 「매미」 내습시 경남 해역의 조석 및 폭풍해일 모의, 101pp.