

[해운대]영화의 지진해일 수치모의

Numerical Simulation of Tsunami as Shown in the Disaster Film [HAEUNDAE]

이정렬¹, 이주용², 윤홍식³

Jung Lyul Lee¹, Joo Yong Lee² and Hong Sik Yoon³

1. 서 론

올 여름 전국은 관객 천만명을 기록한 영화 [해운대]로 연일 화제가 되었다. [해운대]는 지진해일을 주제로 만들어진 한국형 재난 블록버스터 영화로 대마도 인근 해저의 큰 지진 여파로 해운대에 지진해일이 발생하는 것을 가상하여 만들어진 영화이다(그림1).



그림 1. 영화 [해운대]의 지진해일 장면

우리나라는 지진해일의 피해가 적어 이에 대한 경각심이 낮다. 그러나 평소 지진 및 지진해일에 대한 대비 유무가 피해에 얼마나 큰 영향을 주는지는 지난해 5월과 6월에 발생한 일본과 중국의 피해 상황과 지난 2004년 12월 동남아시아에서 발생한 지진해일을 보면 알 수 있다.

우리나라는 대규모 지진이나 지진해일의 발생 확률이 낮은 것은 사실이나, 가능성이 없는 것은 아니기 때문에 지진이나 지진해일에 대한 대비는

반드시 필요하다.

재난의 효율적인 대비는 규모의 크기나 확률적인 문제를 떠나 재난이 닥친 위급한 상황에서 피해 저감 및 인명 손실을 줄일 예경보 정보를 피해에 당면한 주민에게 얼마나 신속하고 정확하게 전달하느냐에 달려있다. 이러한 예경보시스템은 신속하고 꼭 필요한 정보를 적절히 제공하여 대부분의 재난관계자나 주민들 입장에서 이제 없어서는 안 될 만큼 유용하고 편리한 시스템으로서 믿고 따를 수 있는 신뢰가 구축되어야 비로소 가치를 갖게 된다. 그러므로 이제 자연 현상을 규명하는 연구나 시간에 구애받지 않는 설계에서와 같이 최고로 향상된 기술을 도입하여 최대한 정확하게 모의하는 일률적인 기존 연구 패턴에서 벗어나 방재 목적의 연구에서는 얼마나 신속하고 허용할 만한 오차 범위에서 신뢰가 보장되는 정보를 얼마나 비전문가인 관리자가 효율적으로 생산할 것인가에 대한 연구에 더 많은 노력이 필요한 실정이다.

본 논문에서는 RiDAR를 통해 획득한 지상자료를 토대로 영화 [해운대]에 등장한 규모의 지진해일을 수치모형을 통해 특정범람 예상 지역과 해안 저지대의 범람 현상을 모의하였다.

2. 모형 설명

지진해일로 인한 범람을 상세하게 모의하기 위하여 수심적분된 천수방정식이 적용되었고 음해법의 유한차분법으로 수치해석 되었다.

1 성균관대학교 사회환경시스템공학과 교수 (Email: jillee@skku.edu)

2 발표자: 성균관대학교 건설환경시스템공학과 박사과정

3 성균관대학교 사회환경시스템공학과 교수

범람 계산에 있어 물이 없는 육지 격자에서의 수위 η 를 그림 2에서 보이는 바와 같이 저면 높이로 두면 범람 시에 외해의 수위가 높아질 때 수면경사로 인해 flux Q 가 자연스럽게 육지 쪽으로 허용되어 육지 격자가 바다 격자로 변화된다.

건조 시에는 수위가 낮아지고 계산된 수면이 저면보다 낮아지는 경우가 발생할 수 있는데 물질보전상 손실이 발생하지 않고 물질보전이 만족되도록 유출 flux가 계산된다. 그러나 일단 물이 메말라 η 가 $-h$ 와 같거나 낮아진다면 즉, D 가 0보다 작아진다면 육지 격자가 되고 물이 남아있지 않은 곳이므로 만약 주변의 수위가 더 낮거나 수심이 낮아도 해당 격자를 통하여 flux가 발생되지는 않도록 하였다.

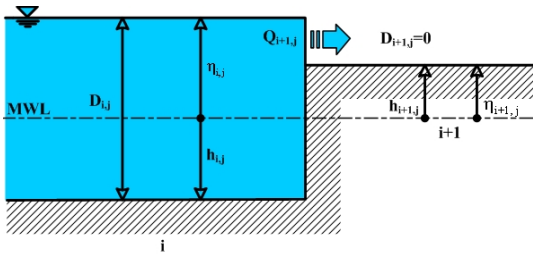


그림 2. 범람지역에서 dry grid로의 flux 유입

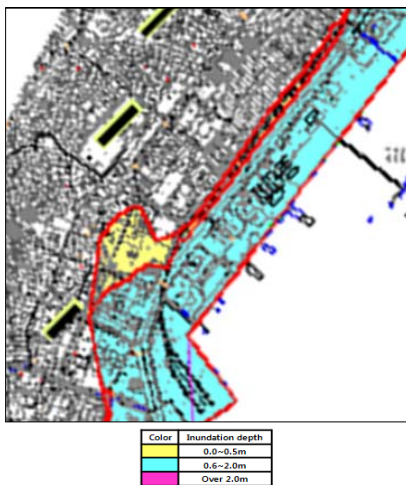
그림 3은 2003년 태풍 매미 때 마산 지역에서 발생하였던 해일로 인한 범람으로 발생한 침수 깊이의 계산 결과를 현장 조사 결과와 비교한 것으로 대체로 만족할 만한 결과를 보이고 있다.

3. 해운대 실지역 범람 수치모의

해운대의 지진해일 범람모형에 사용된 지진해일 입력 조건으로 입사면에서 평균 수면위 최고 수위 20m의 1시간 주기의 장주기 파랑 조건이 적용되었다. 주기의 결정은 2004년 인도네시아 수마트라 지진해일시 주기 40~52분임을 참고하여 결정되었다. 그림 4의 위성 이미지와 같은 해운대의 시가지에 대하여 항공레이저 측량(LiDAR: Light Detection And Ranging)의 기술을 통해 획득한 지상자료를 토대로 그림 5와 같이 2m 격자 간격의 격자망에서 해일로 인한 범람 현상이 계산된다.

항공레이저측량 장비는 레이저장치, GPS(위성항법측위시스템) 및 INS(관성항법시스템)를 조합하여 비행중인 항공기에서 지상지물의 3차원 위치를 측정하는 최신의 측량시스템이다. 항공레이저측량은 기존 측량장비에 비하여, 정확도가 우수(국토지리정보원에서 '05년 다차원공간정보구축사업을 수행하면서 1m 격자간격의 수치표고자료에 대하여 수평위치 $\pm 19\text{cm}$, 수직위치 $\pm 14\text{cm}$ 로 검증)하며, 비행범위의 확대 및 지상측량의 최소화로 작업효율이 뛰어나다. 특히 직접적 접근이 어려운 도서지역에서도 측정이 가능한 기술로 그 적용 범위는 다양하다. 또한 레이저의 다른 파장대를 이용하여 항공레이저측량 기술에 의한 수심측량도 가능하다.

(a) 관측



(b) 수치 모의

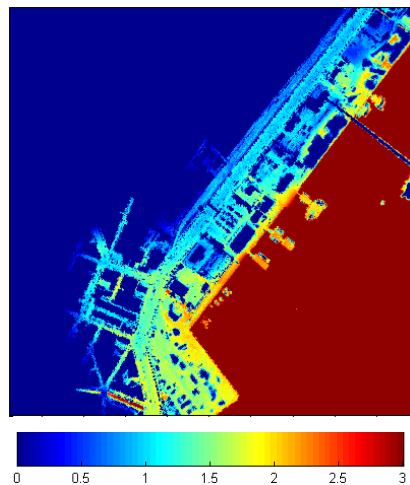


그림 3. 태풍 매미(2003)로 인한 마산 범람지역의 최대 침수 깊이 (meter)

최근 쓰나미, 폭풍해일 등 해안지역의 재해·재난의 증가로 인한 국가적인 손실이 빈번히 발생함으로 인하여 정확한 피해 예측 및 시뮬레이션을 통한 방어체계를 구축하기 위하여 항공레이저 데이터의 수요가 급증하고 있다.

그림 6은 대상영역(해운대 해수욕장)의 지진해일이 그림 1과 같이 육상 상륙 직전의 3D view와 유사하도록 제시되었으며, 그림 7은 최대 해일이 해안에 도달하였을 때의 범람 현상이 도시되었다.

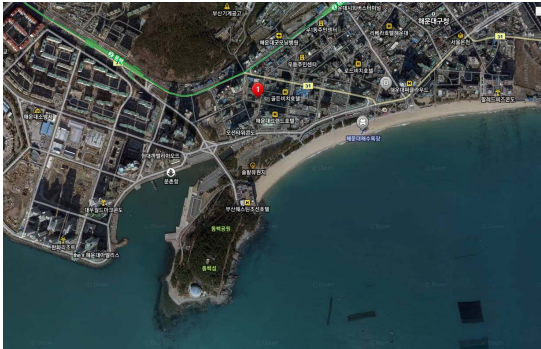


그림 4. 연구대상지역의 위성이미지

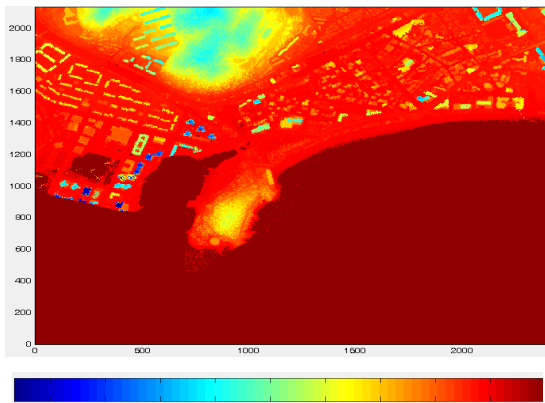


그림 5. 격자간격 2m의 대상영역 고도 (meter)

그림 8은 최대 범람영역을 보이는 시점에서의 결과를 도시한 것이다. 일부 고지대를 제외하고 해운대 해수욕장 배후가 거의 물에 침수된 모습을 보여주고 있다. 특히 해운대 해수욕장의 수족관은 해안에 바로 인접해 있는 지하 공간으로 소규모의 해일에도 인명사고를 유발할 위험에 노출되어 있다. 따라서 이런 경우에 대비한 특단의 조치로 예경보 시스템을 구축하는 해일 대응 방안이 필요한 시설이다.

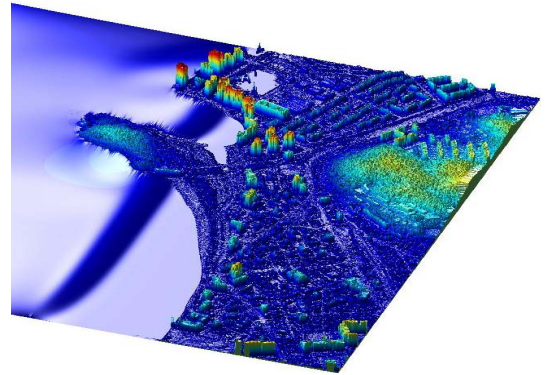


그림 6. 계산영역의 3D 전경 (지진해일이 해운대 육상에 도달하기 직전)

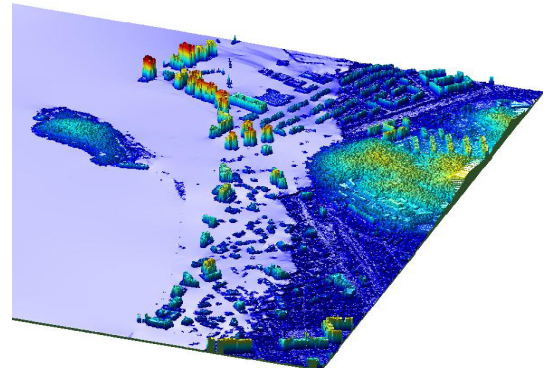


그림 7. 계산영역의 3D 전경 (지진해일로 인한 대상지역의 범람 모습)

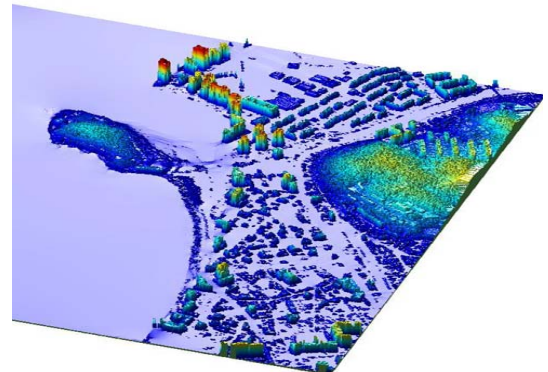


그림 8. 계산영역의 3D 전경 (지진해일로 인한 최대 침수영역)

4. 결 론

본 연구에서는 영화 [해운대]에 등장한 지진해일을 수치모형을 통해 재현하여 RiDAR 기술을 통해 획득한 지상자료를 토대로 특정범람 예상 지역과 해안 저지대 범람 현상의 모의를 제시하였다.

이러한 모형은 예경보시스템의 주요 예보 기능을 담당하는 수단으로서 자연 재해로 인한 귀중한 자산의 피해 및 인명손실을 미연에 방지하는데 상당히 역할을 한다. 그러나 이 시스템은 신뢰할 수 있는 결과를 도출하기까지 관측된 자료에 대한 개선이 꾸준히 이루어져야 하므로 우선 조속한 예경보시스템의 구축이 필요하다.

유용한 재난 대피 정보를 신속히 제공하는 예경보시스템이 현지 사정을 잘 파악하는 현지 실무자들이 운용할 수 있도록 수립되고 일반 시민들이 믿고 따를 수 있도록 신뢰를 쌓는 과정이 요구된다. 그런 점에서 앞으로 좀 더 신속하고 정확한 예경보 시스템의 개발을 위한 연구 환경의 조성이 절실하다.