

경사진 지진해일에 관한 연구

Study on inclined propagation of a tsunami

하태민* · 심주열** · 조용식***

Abstract

During last decades several devastating tsunamis have been occurred around the Pacific Ocean area. These tsunamis not only killed many human beings but also caused serious property damages. In the southern sea of the Korean Peninsula, many islands are scattered. These islands are very vulnerable to unexpected tsunami attacks. In this study, a numerical model is employed to investigate behaviors of tsunamis around circular islands. Although a few studies have been reported on the run-up heights of tsunami attacking a circular island, the effects of oblique incidence of tsunamis on the run-up heights have not been examined in detail. The run-up heights of obliquely incident tsunamis will be studied.

key words : Tsunami, Circular Island, Numerical Simulation

1. 서 론

근래에 들어 태평양 연안에서는 대규모 지진해일이 발생하여 막대한 인명피해와 재산피해를 초래하였다. 그중 1992년 인도네시아 Flores섬 지진해일과 1993년 동해에서 발생한 Hokkaido 지진해일은 진원지 부근에 위치한 Babi섬과 Okushiri섬의 배후지역에서 높은 초오름을 발생시켰다(Cho와 Liu, 1999). 두 섬에서의 지진해일의 거동은 그 특이 현상으로 인해 학자들의 관심을 끌었으며 그 원인을 규명하기 위해 일본과 미국에서 대규모 수리모형 실험을 실시하였다. 더욱이, 한반도 남해는 전국 섬의 60% 이상이 남해안에 몰려있기 때문에 대만 부근의 필리핀해에서 지진해일이 발생할 경우 섬과 섬 사이의 상호간섭으로 인한 예기치 않은 지진해일 피해가 우려될 수도 있으므로 이에 따른 섬들 사이에서 발생하는 초오름높이를 연구하는 것은 공학적인 측면에서 매우 중요한 일이다.

Cho와 Liu(1999)는 1992년 인도네시아 Babi섬의 배후지역에서 발생한 높은 초오름높이에 대한 물리적 규명을 위해 수리모형실험에서의 해와 수치해를 비교하였다. 그러나 기존의 연구는 평행하게 입사하는 지진해일에 대해서만 고려하였을 뿐 경사지게 입사하는 지진해일에 대한 연구는 아직까지 이루어지지 않았다.

본 연구에서는 수치모형을 통하여 원형 섬에 경사지게 입사하는 지진해일에 의한 초오름높이 변화를 예측하였으며, 수치모형을 검증하기 위해 미국 육군 공병단 해안공학연구소의 수리모형실험자료와 비교하였다.

2. 수치모의

2.1 수치모형

본 연구에서는 수치모형의 지배방정식으로 비선형 천수방정식을 사용한다. 지진해일이 대양을 가로질러 연안으로 접근하면 파장이 짧아지고, 파고가 증가할 뿐만 아니라 분산의 중요성이 감소하기 때문에 비선형성이 매우 중요한 요인으로 작용한다. 식 (1)-(3)은 마찰항을 생략한 비선형 천수방정식이다.

* 한양대학교 토목공학과 · 석사과정 · E-mail: kevin4324@hanyang.ac.kr
** 한양대학교 토목공학과 · 석사과정
*** 정회원 · 한양대학교 토목공학과 · 교수 · 교신저자 · E-mail: ysc59@hanyang.ac.kr

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial P}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{P^2}{H} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{PQ}{H} \right) + gH \frac{\partial \zeta}{\partial x} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{PQ}{H} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{Q^2}{H} \right) + gH \frac{\partial \zeta}{\partial y} = 0 \quad (3)$$

Liu 등(1995)에 따르면 수치모형에 의해 계산된 최대 처오름높이를 수리실험에 의한 관측자료와 비교한 결과 바닥마찰저항은 큰 역할을 하지 않는 것으로 밝혀져 본 연구에서는 바닥마찰저항은 고려하지 않았다. 지배방정식 (1)-(3)에서 P와 Q는 각각 x축과 y축 방향의 체적 흐름율을 나타내고, H는 전체수심, ζ 는 자유수면변위를 나타낸다. 유한차분기법과 이동경계조건은 기존의 연구(Cho와 Liu, 1999)에서 상세히 언급되어 있으므로 본 연구에서는 생략한다.

2.2 수치모의

일반적으로 고립파는 지진해일의 성격을 매우 잘 나타낸다고 알려져 있다. 따라서 본 연구에서는 지진해일의 재현을 위해 고립파를 입사파로 사용하여 수치모의 하였다. 경사지게 입사하는 지진해일에 대한 연구를 수행하기에 앞서 수치모형의 검증은 위하여 직각으로 입사할 때와 경사지게 입사할 때의 처오름높이 변화 양상을 검토하였다. 그림 1은 직각으로 입사하는 파랑과 경사지게 입사하는 파랑에 따른 원형섬 주변의 최대 처오름높이를 보여준다. 그림에서 확인할 수 있는 것처럼 최대 처오름높이 발생 지점과 크기는 거의 동일하게 나타났다. 또한, 약간의 오차가 존재하지만 전체적인 경향도 거의 유사하게 나타났다.

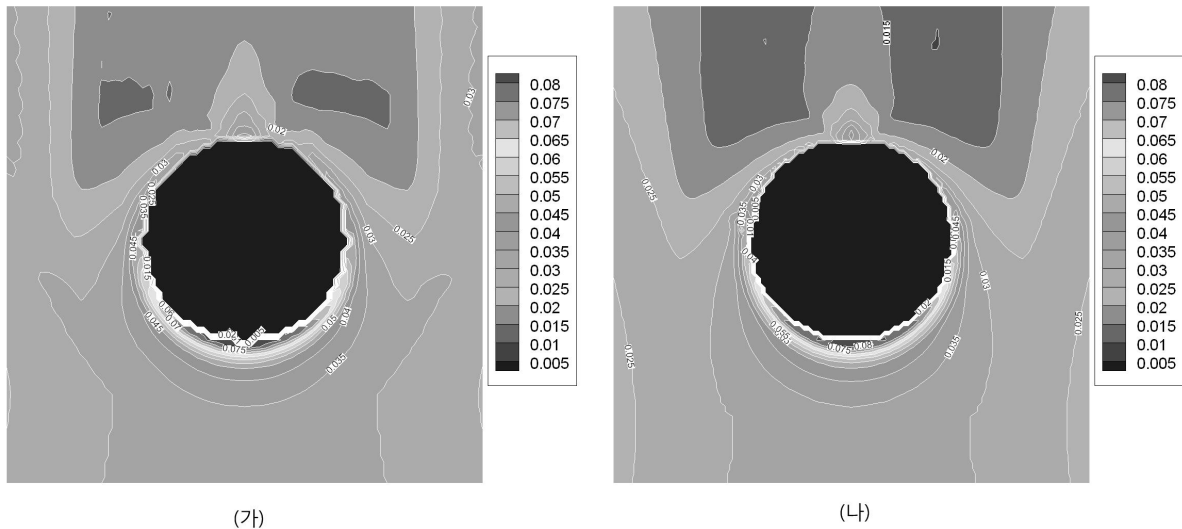


그림 1. 원형섬 주변의 최대 처오름높이

3. 결론

경사지게 입사하는 지진해일과 직각으로 입사하는 지진해일을 수치모의하여 최대 처오름높이 양상을 비교하였다. 수치모의를 위한 지배방정식으로 비선형 천수방정식을 사용하였으며, 처오름높이를 측정하기 위하여 이동경계조건을 적용하였다. 수치모의 결과 전체적인 경향은 매우 유사하였으나, 두 결과사이에 약간의 불일치가 발견되었다. 추후 연구에서는 경사지게 진행하는 지진해일에 대한 다양한 매개변수를 활용한 연구가 진행될 것이며, 분산성과 비선형성을 동시에 고려하는 수치모의에 대해서도 검토가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 해양수산부 해양과학기술연구개발사업의 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Cho, Y.-S. and Liu, P.L.-F. (1999). "Crest length effects in nearshore tsunami run-up around islands," *Journal of Geophysical Research*, Vol. 104, pp. 7907-7913.
2. Liu, P.L.-F, Cho, Y.-S., Briggs, M.J., Synolakis, C.E. and Kanoglu, U. (1995). "Run-up of solitary wave on a circular island," *Journal of Fluid Mechanics*, Vol. 302, pp. 259-285.