

수직다열화된 조파장치의 해석해 개발 및 수치모형 실험

An analytical and numerical study of a vertically-discretized wavemaker

손상영*, 김열우**, 정태화***

Sangyoung Son, Yeulwoo Kim, Taehwa Jung

요 지

실험실에서의 파랑생성에 흔히 사용되는 피스톤형 조파장치는 수심에 따라 유속이 동일하게 생성된다는 제약이 있어 주로 천해파의 생성에 적합한 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 이러한 제약조건 없이 다양한 유속분포의 파형을 생성하는 수직 다열화된 조파장치가 개발되었다. 우선, 수심방향으로 이산화된 각 패들(paddle)의 스트로크에 대해 선형해석해가 유도되었다. 개발된 해석해는 패들의 수 및 유속분포에 따라 기존의 피스톤형 혹은 플랩형 조파장치 해석해로 근사함이 밝혀짐으로써 포괄적으로 활용될 수 있음이 확인되었다. 즉 개발된 해석해를 활용하면 선택적으로 피스톤형 및 플랩형 조파성능이 구현될 수 있다. 더불어 개발된 해석해는 다상유체의 내부파 생성에도 확정되어 적용가능함이 확인되었다.

다음으로, 개발된 조파장치를 수치적으로 구현하였다. 오픈소스 3차원 수치모형인 OpenFOAM 중, 두 개 이상의 불연속 및 비압축 유체에 대한 Navier-Stokes 방정식을 해결하는 수치 모듈을 사용하여 제안된 수직다열화된 조파장치의 성능이 평가되었다. 이때 동적격자모델(olaDyMFlow)을 결합함으로써 개발된 조파장치 움직임이 물리적 조파장치와 흡사하도록 수치적으로 구현하였다. 모의결과, 여러 개의 다열화된 패들이 층류 흐름 조건에서 심해파를 효율적으로 생성시키고, 중간수심 파랑조건에서는 제안된 조파장치가 상대적으로 덜 유리함을 확인할 수 있었다. 마지막으로 공기, 기름 및 물 등 3상의 흐름조건에서 단 두 개의 패들을 활용하여 각각 내부파 및 표면파를 생성하되었으며, 모의 결과는 해석해과 비교됨으로써 개발된 조파장치의 성능이 검증되었다.

핵심용어 : 조파장치, 심해파, 선형파 이론, olaDyMFlow, multiInterDyMfoam

감사의 글

본 연구는 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구입니다(NRF-2019R1A2C1089109).

* 정회원 · 고려대학교 건축사회환경공학부 부교수 · E-mail : sson@korea.ac.kr (발표자)

** 비회원 · 부경대학교 토목공학과 조교수 · E-mail : yarkim@pknu.ac.kr

*** 정회원 · 한밭대학교 건설환경공학과 교수 · E-mail : thjung@hanbat.ac.kr