3차원 수치모형을 이용한 사구발달 수치모의

Numerical simulation of sand dunes using three-dimensional numerical model

김형석*, 박문형**

Hyung Suk Kim, Moon Hyung Park

요 지

하천에서 하도불안정(stream instability)으로 인하여 하상의 형태가 변화하고 하상파(sand wave)가 발생한다. 사련(ripple), 사구(dune) 등과 같은 하상파는 흐름저항을 유발하여 홍수시 수위를 증가시킨다. 수리실험 및 수치모형을 이용하여 사련 및 사구의 발달과정 그리고 이를 지나는 난류흐름에 대한 연구가 국외에서는 이루어지고 있지만 국내의 경우 거의 찾아보기 힘들다. 수치모형을 활용한 연구는 주로 횡방향으로 하상파가 일정하다는 가정하에 연직 2차원 수치모형을 적용하였으나 최근 컴퓨터 기술 및 수치기법의 고도화로 3차원 RANS(Reynolds averaged Navier-Stokes) 또는 LES(Large eddy simulation)를 이용한 수치모형이 개발되고 있다.

본 연구에서는 LES에 유사이송 및 하상변동 모형과 결합하여 사구발달에 대한 수치모의를 수행하였다. LES와 유사이송 및 하상변동 모형의 결합은 순간유속성분을 하상변동모형에 직접 적용되기 때문에 난류영향을 고려할 수 있는 것이 장점이다. 특히 사구의 발달에 따라 복잡한 흐름이 발생하며 3차원 와구조가 발생하므로 난류특성의 고려는 필수적이다. 수치모의는 Delft Hydraulics (Bakker et al., 1986)에서 수행한 수리실험 T39를 활용하였다. 수리실험은 길이 100 m, 폭 0.5 m 개수로에서 수행되었으며 평균유속은 0.611 m/s, 수심은 0.436 m이다. 하상파 실험에 사용된 유사입경은 0.78 mm 균일사를 사용하였다. 수치모의 조건은 수리실험과 동일하게 하였으나 계산시간의 효율을 고려하여 흐름방향의 계산영역은 4.0 m로 하고 주기경계조건(periodic boundary condition)을 부여하여 계산을 수행하였다. 수치모의 계산은 사구의 길이 및 파고가 평형상태에 이를 때까지 수행되었다. 수치모의 통해 사구발달에 따른 흐름 및 하상변동 특성을 분석하였다.

핵심용어 : LES, 사구, 하상파

감사의 글

본 연구는 국토교통부 국토교통기술촉진연구사업의 연구비지원(과제번호#16CTAP-C098446-02)에 의해 수행되었습니다.

* 정회원・한국건설기술연구원 수자원하천연구소 연구원・E-mail : hskim0824@kict.re.kr

** 정회원・한국건설기술연구원 수자원하천연구소 수석연구원・E-mail : moon@kict.re.kr