

# 켈빈-헬름홀츠 불안정성 내에서의 부유사 혼합 거동 모사

## Turbulent mixing of suspended sediments in the Kelvin-Helmholtz instability using Large-eddy Simulation

구혜윤\*, 황진환\*\*

Hyeyun Ku, Jin Hwan Hwang

### 요 지

담수가 해수에서 흘러드는 하구에서는 성층이 관측되며 이것은 난류의 미세구조를 변화시키는 주요 원인으로 작용한다. 이러한 성층화 현상은 하구 내 부유사의 군집인 하구 최대혼탁수(Estuarine Turbidity Maximum, ETM)의 형성에 영향을 주게 된다. 본 연구는 성층의 하구 최대혼탁수 생성 메커니즘에 관심을 두고 수치모델링을 활용한 미세 난류의 부유사 거동 분석에 초점을 두었다. 성층과 전단응력 사이의 난류 혼합을 대표하는 유동인 켈빈-헬름홀츠 불안정성(Kelvin-Helmholtz Instability)을 도입하고 성층 경계면 근처에서 부유사의 이송을 높은 레이놀즈수(Reynolds number) 유동에서 RANS(Reynolds-averaged Navier-Stokes Simulation)보다 다양한 규모의 에너지 획득이 가능하여 미세 난류 구조 재현에 장점을 갖는 Large-eddy Simulation(LES)를 활용하여 모사하였다. 여기에서, 부유사는 주위 유동의 물리적 특성 변화에 영향을 미치지 않는 Passive scalar로 가정하였으며 6<sup>th</sup>-order Lagrangian 다항식 보간법을 적용하여 입자의 이동 속도를 계산하고 이를 시간에 대해 적분함으로써 이동 궤적을 추적하였다. 수치 모델 결과 Lock-exchange 유동 내에서 켈빈-헬름홀츠 불안정성이 발생함에 따라 경계면 주위에 위치한 부유사가 billow 내에서 트래핑(trapping)되는 것을 보여주어 KH-billow 혹은 braids 내의 미세 난류에 의한 영향이 확인되었다. 본 연구에서는 LES를 활용하여 성층류 및 성층류 내의 부유사 혼합을 모사하여 난류의 정도에 따른 이동 궤적의 차이에 대해서 분석함으로써 성층의 난류 강도 저하에 따른 부유사의 군집으로의 영향에 대해 서술한다.

### 감사의 말

이 논문은 2014년 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(하구역 종합관리시스템 개발 연구)

**핵심용어** : 성층, Kelvin-Helmholtz instability, 난류 혼합, 부유사 이송, LES

\* 정회원 · 서울대학교 건설환경종합연구소 · E-mail : [hyeyun.ku@gmail.com](mailto:hyeyun.ku@gmail.com)/ [hyeyunku@snu.ac.kr](mailto:hyeyunku@snu.ac.kr)  
\*\* 정회원 · 인하대학교 토목공학과 교수 · E-mail : [jinhwang@snu.ac.kr](mailto:jinhwang@snu.ac.kr)