

## 응집현상에 의한 플럭의 거동 변화 Floc Behaviors Due to Flocculation Process

손민우\*, 박병은\*\*, 변지선\*\*\*  
Minwoo Son, Byeoung Eun Park, Jisun Byun

### 요 지

유사의 이동은 하천, 해안 지역과 같은 수계에서 하상의 변동, 침식과 퇴적을 일으켜 지형적인 변화를 초래한다. 유사의 이동은 유사의 특성과 유체의 유수동역학적 특성에 의해 결정되며 유체 특성 간의 복잡한 상호 작용에 의해 변화한다. 유사가 가지는 점착성은 유사의 특성에 큰 영향을 끼친다. 입자의 크기가 매우 작은 점착성 유사는 그 표면이 가지는 전자기적 점착력에 의해 주위의 1차 입자나 다른 작은 알갱이들이 서로 뭉치는 응집과 충돌에 의해 크기가 작아지는 파괴의 과정을 겪는다. 이 과정을 응집현상이라고 하며 응집현상을 통해 점착성 유사의 크기와 밀도, 침강속도는 계속해서 변화한다. 따라서 점착성 유사의 응집거동 고려한 유사 이동 연구는 필수적이다. 과거 연구의 많은 사례에서 유사의 크기와 농도는 비례 관계를 가지는 것이 일반적이라 알려져 있다. 그러나 실제 현장에서 측정된 결과 유사의 크기와 농도가 반비례 관계를 가지는 특이점이 발견되었다. 실측 연구에서 발견된 응집거동에 따른 유사의 특성의 특이한 변화를 설명하기 위해 1차원 연직 수치 모형(1DV)을 이용하여 수치 실험을 수행하였다. 모의 수행 시, 흐름 조건을 크기와 방향이 일정한 순방향흐름(Current)에 특정 주기와 진폭을 가지는 진동 흐름(Oscillatory Flow)을 추가하여 진행하였다. 플럭의 성장과 그에 따른 입자의 크기는 많은 현상에 영향을 받는다. 그 중 응집현상의 응집 과정과 파괴 과정 중 어떤 현상이 더 우세한지 그 경쟁관계를 파악하여 플럭의 크기의 증감을 예측할 수 있게 농도( $c$ )와 난류소산매개변수( $G$ )를 이용하여  $c/G^{0.5}$ 로 매개화하였다. 실험 결과, 순방향 흐름을 제외하고 스토크스파 흐름 조건을 이용하여 진행된 모의에서는 플럭의 크기와 농도가 반비례하는 현상을 관찰할 수 없었으며  $c/G^{0.5}$ 의 변화 역시 흐름의 속도와 농도가 더 큰 지점에서 큰 값을 가지는 일반적인 결과를 나타내었다. 그러나 같은 조건에서 순방향흐름을 추가하여 모의한 결과에서는 플럭의 크기와 농도가 반비례하는 현상을 나타냈다. 연직 방향  $c/G^{0.5}$ 의 변화를 나타낸 그래프에서 응집과 파괴의 우세에 따라  $c/G^{0.5}$ 가 역전되는 현상을 확인하였다. 즉, 플럭의 크기는 난류의 구조와 그 영향에 의해 농도와 비례관계를 갖지 않을 수도 있다고 판단된다. 또한 본 연구에서 정상류 흐름 조건의 유무에 따라 플럭의 크기와 농도가 비례하거나 반비례하는 상반된 결과를 보였다. 정상류 흐름 조건이 난류의 강도에 큰 역할을 하며 이에 따라 비선형 관계에 영향을 끼친다는 것을 발견하였다. 그러나 흐름의 영향에 대한 더 자세한 분석은 본 연구에서 진행되지 않았으며 향후 연구 시에 분명히 고려되어야 할 사항이다.

**핵심용어 : 응집 현상, 질량 농도, 플럭 크기, 점착성 유사, 1DV 모형, 난류**

\* 정회원 · 충남대학교 공과대학 토목공학과 교수 · E-mail : [mson@cnu.ac.kr](mailto:mson@cnu.ac.kr)

\*\* 정회원 · 충남대학교 공과대학 토목공학과 박사과정 · E-mail : [bepark@cnu.ac.kr](mailto:bepark@cnu.ac.kr)

\*\*\* 정회원 · 충남대학교 공과대학 토목공학과 박사과정 · E-mail : [jsbyun@cnu.ac.kr](mailto:jsbyun@cnu.ac.kr)