

# 난류 거동이 점착성 부유사의 입도분포에 미치는 영향

## Effect of turbulent motion on size distribution of suspended flocs

변지선\*, 손민우\*\*

Jisun Byun, Minwoo Son

### 요 지

점착성 유사는 비점착성 유사에 비해 1차입자의 크기가 작아 1차입자간의 점착력이 중요한 역할을 하는 유사를 말한다. 점착성 유사는 비점착성 유사에 비해 크기가 작아 입자의 전자기적 점착력의 영향을 무시할 수 없으므로 점착력으로 인해 입자들은 서로 응집하는 동시에 입자들 간의 충돌에 의하여 파괴되는 과정을 거친다. 이러한 응집과 파괴가 지속되는 일련의 과정을 응집현상이라 한다. 점착성 유사는 응집과정을 통해 일차입자보다 크기가 크며 수십 개에서 수천 개의 일차입자와 물의 덩어리인 플럭을 형성하게 된다. 흐름 내 존재하는 플럭의 응집현상에 가장 지배적인 영향을 미치는 인자로 난류 거동이 알려진 바 있다. 본 연구에서는 난류 거동에 따른 점착성 플럭의 입도분포 변화를 살펴보고자 하였으며, 점착성 유사 입도분포 모형을 개발하였다. 수치모형의 개발은 확률과정(또는 추계과정)의 개념을 바탕으로 한다. 점착성 유사의 응집현상을 구성하는 응집과정은 다양한 연구를 통해 메커니즘들이 규명된 것과 달리 파괴과정은 난류로 인해 발생하며 무작위한 것으로 여겨진다. 무작위한 플럭의 파괴과정을 확률과정으로 가정하고 매개변수 중 하나를 대수정규분포를 따르는 난수로 고려하였다. 개발된 모형의 검증은 연안지역에서 점착성 플럭의 거동을 측정된 연구결과와의 비교를 통해 수행하였으며, 흐름 유속의 연직분포와 유사 농도의 연직분포, 응집현상 이후 플럭의 평형크기와 입도분포가 모두 합리적으로 계산되는 것이 확인되었다. 더불어 모의 결과에서는 대수정규분포를 따르는 동일한 난수를 적용하였음에도 불구하고 하상으로부터 거리가 가까워짐에 따라 플럭입도분포가 단봉분포(Unimodal Distribution)와 이봉분포(Bimodal Distribution)가 모두 계산되는 것으로 나타났다. 이는 모형의 개발과정에서 플럭의 가능 최대 크기를 콜모고로브 길이규모로 제한한 것과 관련이 있다. 난류 흐름 내 존재하는 플럭의 크기가 응집현상을 통해 난류의 콜모고로브 길이규모까지 성장하는 경우, 난류의 전단응력이 급격하게 증가하여 파괴과정이 활발해지고 응집과정이 저하된다는 것은 널리 알려진 사실이다. 이러한 사실을 바탕으로 플럭의 가능최대 크기를 콜모고로브 길이규모로 제한하였으며, 하상으로부터의 거리에 따라 콜모고로브 길이규모의 변화로 인해 콜모고로브 길이규모 부근에서 하나의 최빈값이 추가로 나타나는 것으로 이해된다. 수치모의 결과로부터 얻어진 콜모고로브 길이규모와 입도분포 형태의 상관관계를 보다 정확하게 이해하기 위해 실측 자료들을 검토해 본 결과, 균질한 재료를 이용한 실험실 실험결과에서 플럭 이봉분포의 최빈값이 콜모고로브 길이규모와 일치하는 것이 확인되었다. 연안지역에서 측정을 수행한 자료들에서도 이봉분포 또는 다봉분포와 콜모고로브 길이규모와의 상관성을 찾아볼 수 있었다.

**핵심용어** : 점착성유사, 플럭, 입도분포, 난류 거동, 부유사

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

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