

# 홍수시 유송잡물 이동에 관한 수리학적 특성연구

## A Study on Transport the Hydrological Property of Debris Accumulation at Flood

오채연, 전계원  
Chae Yeon Oh, Kye Won Jun

### 요 지

강원도 산간지역에 위치한 소하천의 경우 유송잡물 및 토석류에 의하여 교량이 파괴되거나, 통수능이 작아져 댐의 역할을 하게 됨으로 인해 교량 상류지역이 침수피해를 입는 경우가 많이 발생하고 있으며 강원도 산간지역에 설치된 소규모 수공구조물들은 교량의 경우 교각이 많아 경간장이 짧고, 교량 상판이 제방고 보다 낮게 설치되어 있는 등 하천흐름에 장애를 주는 많은 요인들을 내재하고 있어 홍수시 하천유량의 증가에 따른 하천흐름 해석, 유송잡물의 발생원인 및 수공구조물에 미치는 영향들에 관한 판단기준 마련이 시급한 실정이다. 유송잡물의 발생경로는 대부분 산지계류에서 집중호우시 산사태발생에 따른 유목과 토석류 발생이 주원인이 된다. 또한 유송잡물은 큰 홍수시 고수위가 오랜 시간동안 지속될 경우 가장 많이 발생하는데 이때 발생한 유송잡물은 개별적으로 이송되고 일반적으로 하천의 중앙으로 이동하는 경향이 있으며 수심이 깊고 유속이 빠른 곳에 집중된다. 또한 유송잡물은 큰 홍수시 고수위가 오랜 시간동안 지속될 경우 가장 많이 발생하는데 이때 발생한 유송잡물은 개별적으로 이송되고 일반적으로 하천의 중앙으로 이동하는 경향이 있으며 수심이 깊고 유속이 빠른 곳에 집중된다.

본 연구에서는 홍수시 유송잡물 이동특성에 대한 국내의 문헌조사, 현장피해사례조사 및 현장모니터링 조사를 실시하고 1차원 모형인 HEC-RAS와 2차원 모형인 RMA-2를 이용하여 수리모델링 분석에 따른 수치모의를 실시하고 분석하였다.

**핵심용어 :** 유송잡물, 토석류, RMA-2, 수리모델링 분석

### 1. 서 론

홍수시 유송잡물 이동 특성 분석을 파악하기 위해 먼저 유송잡물의 발생 원인에 관한 조사를 시행하였다. 대부분의 유송잡물은 수로 근처에서 자라는 나무이며, 스티로폼, 비닐 천 등의 물건들로 형성하고 유수와 함께 하류로 이동하여 하천의 협소부나 교각사이를 가로막아 홍수범람을 조장하여, 홍수피해를 가중시키는 역할을 한다.

따라서, 본 연구에서는 홍수시 재해요인으로 지목받고 있는 유송잡물의 발생원인과 형태, 유송잡물에 의한 피해 형태 및 하류지역 교량과의 관련성을 살펴보고, 그에 따른 현장모니터링 조사 및 수리모델링 분석에 따른 수치모의를 실시하였다.

### 2. 국내의 중소하천 피해사례 조사

상류지역에서 발생한 유목 및 각종 잡물 등이 하천으로 유입되고 교각이 설치된 지점으로 이송되어 그 일부는 교각 등에 걸리게 되며, 이러한 현상이 지속되어 과도한 집적이 이루어지게 되면

\* 비회원·강원대학교 방재기술전문대학원·박사과정·E-mail: cyoh@kangwon.ac.kr  
\*\* 정회원·강원대학교 방재기술전문대학원·조교수·E-mail: kwjun@kangwon.ac.kr

교량을 통과하는 홍수류의 통수능이 급격히 줄어들고 상류부 홍수위를 급격하게 상승시키며, 교량 구조물에서는 국부세굴과 수축을 유발하며, 구조물 자체에 작용하는 하중을 가중시킨다. 다음 그림 1.은 유송잡물 집적에 의해 파괴된 교량의 사례이다.



그림 1. 유송잡물 집적으로 인한 교량 피해사례

### 3. 현장모니터링 조사지역

유송잡물의 이동 특성 분석을 위하여 현장모니터링 지역을 선정하고 일정기간 동안 유송잡물의 이동조건, 이동특성 등을 조사 분석하고자 강원도 양양군 현북면 어성전리 명주사 일원을 현장모니터링 지역으로 선정하였다. 그림 2.는 현장모니터링 지역으로 선정된 양양군 명주사 일원의 위치도를 나타내고 있다. 특히, 유송잡물에 의한 피해가 상류의 산지하천에 집중되어 나타나므로 간벌이 이루어진 산지 하천을 중심으로 모니터링 지역을 선정하였다.

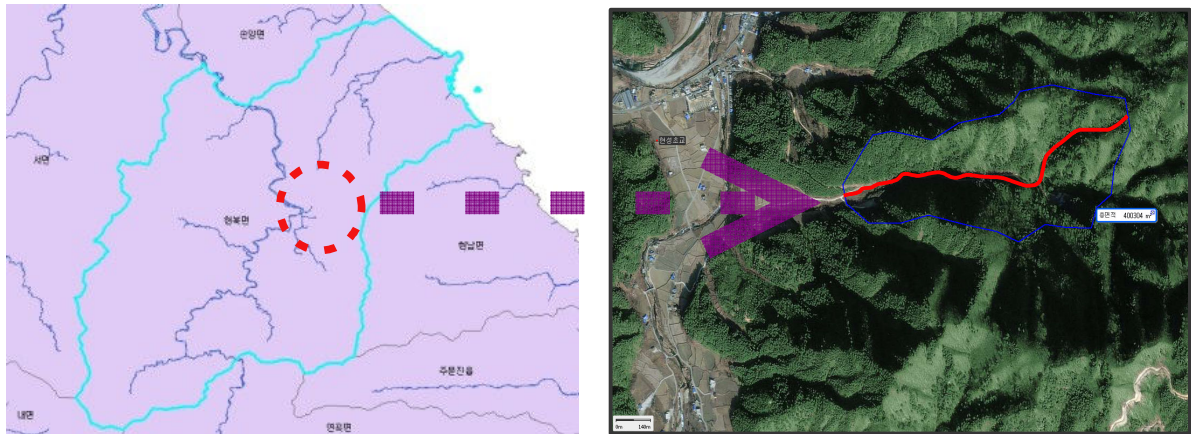


그림 2. 현장모니터링 지역 (강원도 양양군 어성전리 명주사 일원)

현장모니터링 지역의 수문학적, 수리학적 분석을 위한 기본자료를 수집하기 위하여 하천의 유로연장, 하천 경사, 하폭, 유출계수 등의 하천공학적 특성을 조사하고, 하천의 암거, 교량 등의 수공구조물의 설치된 지점에 대해서 구조물의 제원, 위치, 구조물 전·후 수심 등을 조사 하였으며 홍수시 흐름에 의해서 간벌재가 이동하는지 여부를 판단하기 위해서 간벌재 실험구를 설치하여 유송잡물의 위치와 이동 가능성에 관해 조사하였다.



그림 3. 하천특성 조사



그림 4. 간벌재 조사 및 실험구 설치

#### 4. 홍수 발생시 유송잡물 집적에 따른 교량의 영향 분석

본 연구에서는 홍수 발생시 유송잡물 집적에 따른 교량에 대한 홍수위 영향을 분석하기 위하여 1차원 모형인 HEC-RAS 모형과 2차원 모형인 SMS모형(RMA-2)을 사용하였다.

##### 4.1 HEC-RAS모형의 적용

현장모니터링 지역의 수리특성 분석을 위한 단면특성자료 및 구조물 자료등 지형자료를 입력하였다.

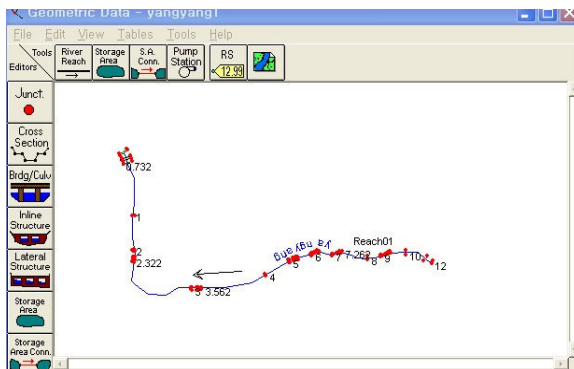


그림 5. 유역기본 자료 입력

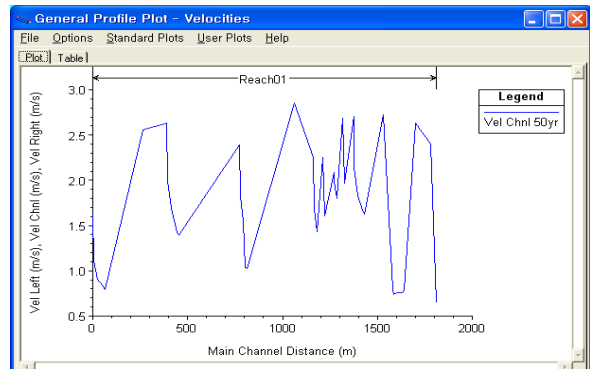


그림 6. 측정단면별 평균유속

우리나라에서는 아직 홍수시 유송잡물의 영향에 관한 명확한 설계기준이 마련되어 있지 않아 외국의 설계기준 사례를 적용하였으며, 뉴질랜드의 설계기준(New Zealand Highway Bridge Design Specification, 1991)에 의하면, 각 지방에 유송잡물의 집적에 대한 한계치가 명확하게 설정되어 있지 않은 경우 유송잡물의 깊이는 홍수위의 1/2, 최대 3m로 규정하며, 유송잡물에 대응한 교량의 설계기준으로 제시하였으며, 그림 7은 현장모니터링 지역에 50년 빈도의 홍수량을 적용하여 모의한 결과 실험구 직하류 박스형 교량의 홍수위는 EL. 218.47m로 변동하였다.

같은 조건하에서 유송잡물이 교각에 집적된 경우 유송잡물의 깊이가 홍수위의 1/3로 가정시 EL. 218.87m로 0.4m 상승되었다.

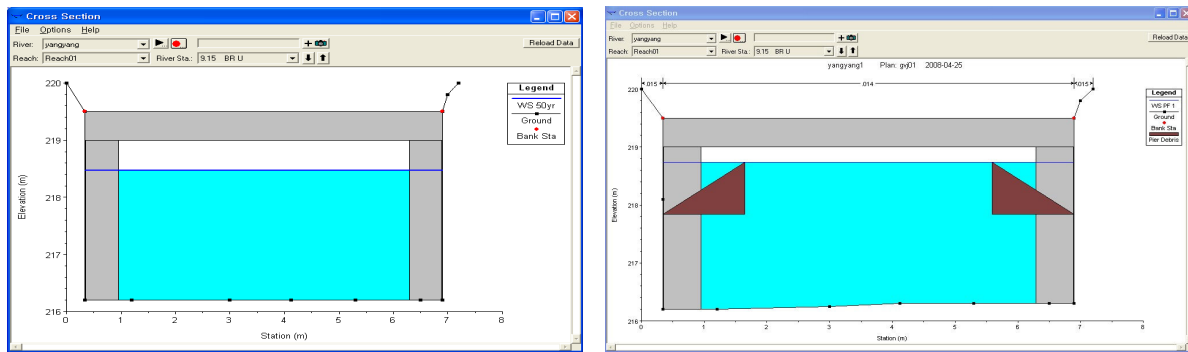


그림 7. 현장모니터링 지역 교량의 수위변동

#### 4.2 RMA-2 모형의 적용

본 연구에서는 RMA-2 모형을 이용하여 2차원 해석을 실시하였다. 2차원 유한요소모형인 RMA2 모형은 비교적 수심이 얇은 흐름에서 수심방향으로는 적분 평균유속을 사용하여 천수흐름에서 상류, 자유수면에 대해 수위와 수평방향의 유속성분을 계산한다. 유한요소모형은 복잡한 지형에 대해 적용하기가 유리하며 특히 만곡부에서 유한차분모형 보다 유한요소모형이 흐름의 양상을 보다 정확히 재현하는 것으로 알려져 있다(황연상, 1992).

하천 적용에 있어서, 유체가 유입하는 부분에는 유량이나 유속이 유입경계조건으로 지정되며, 유체가 유출하는 부분에는 수위가 유출경계조건으로 입력이 된다. 초기조건은 평균초기수위를 의미하며 모형을 수행하는 동안의 안정성에 대한 결정에 상당히 중요한 역할을 하게 된다. 대상구간의 초기조건은 BHL 수위값과 같은 값이 되어야만 한다. BHL이 지정되어 있지 않다면 초기 수위값은 절점의 최대표고값 보다 조금 더 높은 값을 지정해 주어야 한다.

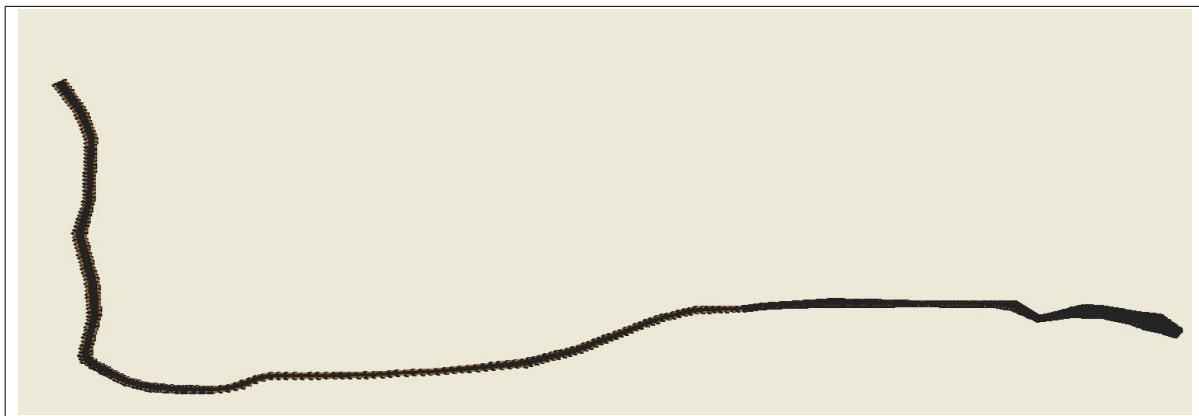


그림 8. 대상구간의 유한요소망 구축

그림 8.은 양양군 수치지도와 지형도등을 참고하여 구축한 지형자료를 바탕으로 유한요소망을 구축하였으며 전체구간은 총 6421개의 절점(node)와 총 2000개의 요소망(element)으로 구성된다.

그림 9.은 대상구간의 2차원 수리특성 분석을 위해 먼저 구축된 유한 요소망을 이용하여 각각의 노드에 표고값을 입력하였다.

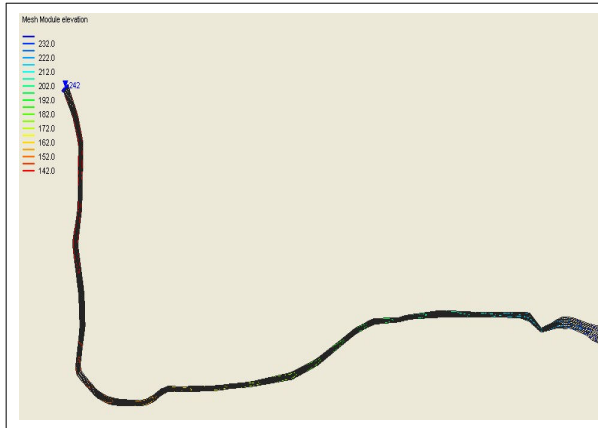


그림 9. 대상구간의 표고값 입력 결과

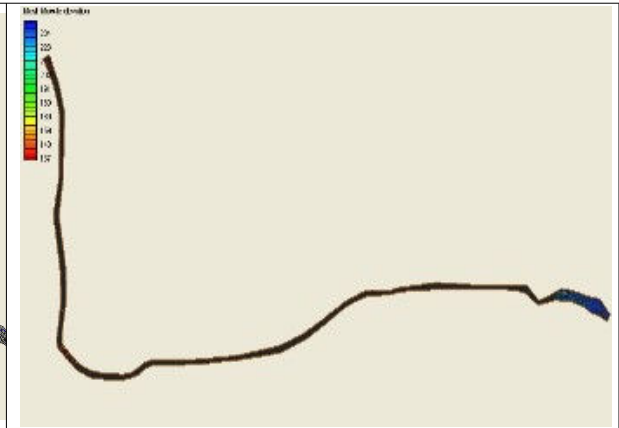


그림 10. RMA2모형에 의한 유속분포 결과

RMA2 모형을 적용하기 위해 실측 단면자료를 활용하여 모형의 기본 입력 자료와 mesh를 형성한 후 2차원 모델링을 수행하였으며 그림 10.은 RMA2 모형의 모의 결과에 따른 유속분포도를 나타내고 있다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 유송잡물 이동특성에 대한 국내외 문헌조사 및 현장모니터링 및 수리모델링 분석에 따른 수치 모의를 실시하고 다음과 같은 결론을 얻었다.

중소하천 특히 산간 하천에서는 집중호우로 매년 교량 및 제방이 파괴되고 이로 인해 인근지역의 침수피해가 발생하는 등 어려움을 겪고 있다. 특히 작은 규모의 하천에서는 상류지역의 토석류 및 유송잡물에 의한 피해가 많다. HEC-RAS와 RMA-2 모형의 수리모델링 모의 결과 유송잡물과 수공구조물 상태에 따라 유역내 하류부 구조물의 수위는 상승하였으며 교각의 개수 및 교각에 유송잡물이 걸리는 경우 홍수흐름에 대한 영향이 가장 크다는 것으로 분석되었다. 그러나 좀더 명확히 유송잡물이 하천구조물에 주는 영향을 분석하기 위해서는 추후 유송잡물의 집적에 따른 하류부의 압력변화 및 세굴현상, 구조물 자체에 유송잡물이 가하는 충격력 등을 고려한 좀 더 설득력 있는 연구가 필요하다고 판단된다.

## 참 고 문 헌

1. 국립방재연구소, 중소하천 교량 및 암거가 홍수재해에 미치는 영향, 2006.
2. 국립방재연구소, 중소하천 교량의 홍수시 구조안전에 관한 설계 및 유지관리지침 작성연구, 2000.
3. Braudrick, C., and Grant, G.E. 2001. Transport and deposition of large woody debris in

stream: a flume experiment. *Geomorphology* 41:263-283.