

교량 주변 하도구간에서 하상변동 및 유사농도 분포 특성분석

An analysis of bridge perimeter of river channel change and sediment concentration distribution characteristic.

이효정* · 정도준** · 안승섭***

Lee Hyo Jung · Jung Do June · Ahn, Seung Seop

Abstract

Recently many studys have been continued Nak-Dong river. This study recognized the importance about a rivers floor change. The Nak-Dong main river of railroad bridge(2.423Km) waegwan-eup, Cilgok-gun, Gyeongsangbuk-do analyzed to the SED2D-WES model. This study recognized the difference of the model according to the existence and nonexistence of the bridge piers.

At a result of mean velocity current is higher in bridge option appeared in this case. As well sediment transportation model show that river bed change appear the part of velocity is low.

key words : SED2D-WES, velocity, sediment transportation, river bed change

1. 서론

과거 낙동강 수질 및 하천 흐름해석 등 낙동강에 대한 많은 연구가 있었으며 최근에도 낙동강에 대한 연구는 지속되고 있다. 국내에서는 낙동강유역 외에도 하천의 유사이송에 관한 관심이 작으나, 국외에서는 과거의 자료를 바탕으로 토사유입에 의한 하천바닥의 변화를 SMS모형을 통하여 분석하고, 분석된 결과를 바탕으로 유량의 변화 및 유속의 변화를 예측하여 하상변화에 따른 하천유량 변화 및 수위, 유속 변화를 예측하여 이에 대한 피해를 줄일 수 있도록 하는 연구가 계속 되고 있다. 이와 같이 유사이송에 관한 하상변화에 대한 연구의 중요성을 인식하여 본 연구에서는 낙동강 본류의 칠곡군 왜관읍의 왜관철교(2.423Km)지점의 부정류 흐름에 따른 유사이송에 관한 하천바닥 변화에 대해 SED2D-WES 모형을 이용하여 교각의 유무에 따른 유사이송모형의 변화 및 유량-유사량 관계에 대하여 연구하였다.

2. 모형의 기본이론

본 연구에서는 교량주변의 하도구간에서 하상변동 특성과 유사농도분포 변화에 관한 연구를 위하여 SED2D 모형을 이용하였다. SED2D-WES모형은 SMS(Surface Water Modeling System)모형의 한 분야로 SED2D모형은 자체적으로 지형인자, 유속, 경계조건을 도출해낼 수 없으므로 RMA-2모형을 연계하여 시뮬레이션 해야 한다. 또한 SED2D모형은 흐름속도를 조절할 만큼 하천바닥이 급속히 변화하지 않는다는 전제조건을 바탕으로 한다. 만약 부식, 퇴적 등에 의해 바닥에 큰 변화가 생긴다면 본 연구에서 사용된 SED2D모형으로는 분석이 불가능하다. 종종 강바닥에서 큰 변화가 있는 경우가 발생할 수 있는데, 이러한 경우 퇴적이거나 부식이 물의 깊이의 25%가 넘는다면 시뮬레이션 종료가 되며, 이러한 경우 RMA-2 시뮬레이션부터 다시 시작해야 한다는 단점을 가지고 있다.

* 경일대학교 건설정보공학과 · 석사과정 · E-mail : bounce1983@naver.com

** 경일대학교 건설정보공학과 · 석사과정 · E-mail : fasv98@nate.com

*** 정회원 경일대학교 건설정보공학과 · 교수 · E-mail : ahnsso@kiu.ac.kr

3. 모형의 적용 및 분석

3.1 RMA-2모형의 적용

RMA-2 모형은 지형파일을 구성한 후 경계조건과 함께 입력자료로 사용되게 된다. 이러한 입력자료를 바탕으로 모형 전체에 흐름영역(flow field)에서 흐름의 양상 및 동수역학적인 해를 계산하게 되며 그에 따른 흐름방정식은 다음과 같다.(김재중, 1995)

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial UH}{\partial x} + \frac{\partial VH}{\partial y} = 0 \quad (3.1)$$

$$\frac{\partial UH}{\partial t} + \frac{\partial(UUH)}{\partial x} + \frac{\partial(UVH)}{\partial y} + gH \frac{\partial \eta}{\partial x} - F_x = \frac{\tau_{sx}}{\rho} - \frac{\tau_{bx}}{\rho} \quad (3.2)$$

$$\frac{\partial VH}{\partial t} + \frac{\partial(UVH)}{\partial x} + \frac{\partial(VVH)}{\partial y} + gH \frac{\partial \eta}{\partial y} - F_y = \frac{\tau_{sy}}{\rho} - \frac{\tau_{by}}{\rho} \quad (3.3)$$

위와 같은 2차원 흐름모형의 지배방정식에 포함된 가정은 다음과 같다.(김재중, 1995)

- 1) 해수는 비압축성이다.
- 2) 수압은 정수압분포로서 변한다.
- 3) 수평방향의 수립자의 속도는 수심적분을 한 유속을 취한다.
- 4) 해변에서의 바람에 의한 마찰응력은 무시한다.

3.2 SED2D-WES모형의 적용

본 연구에 사용한 SED2D-WES모형은 GFGEN의 지형결과와 RMA-2의 수위와 유속결과를 이용하여 하상변화량을 계산하게 되며 정상류흐름 및 부정류흐름에 대한 분석이 가능하다. 본 연구에 사용된 유사량 이송 방정식은 ACKER-WHITE법을 사용하였으며, 비교자료로 사용된 낙동강 유역조사 보고서(건설교통부, 2003)에서는 수정아인슈타인방법으로 유사량을 분석하였다. 유사이송모형의 가정은 기본적으로 침식, 유입, 이송, 퇴적으로 이루어지며 유수는 유사의 존재여부에 관계없이 기본적으로 침식, 유입, 이송, 퇴적능력이 있고 하상에서의 유사는 흐름에너지에 대한 힘이 침식에 대한 한계전단응력보다 작으면 움직이지 않는다.

또한 침식과 퇴사는 독립적으로 일어나기 때문에 침식률과 이송률이 같으면 모래 입자가 움직이지라도 수위의 변화가 없고 점착성유사는 전단응력이 퇴적에 대한 한계력을 초과하는 동안 계속 부유상태로 있으며 일반적으로 점착성 유사의 퇴적과 침식은 동시에 일어나지 않는다. 점착성유사로 이루어진 하상의 구조는 시간이 흐름에 따라 변한다. 마지막으로 유사이송의 대부분은 부유물로 이루어져 있다.(정태성, 1998)

3.3 SED2D-WES모형 분석결과

SED2D모형의 시뮬레이션을 위하여 2차원 흐름모형인 RMA-2모형을 이용하여 그림 1.과 같이 유한요소망을 이용하여 지형, 경계조건, 유속의 분석결과 그림 2, 3.과 같은 결과를 얻을 수 있었으며, 그 결과 교각이 없는 경우 평균유속은 0.076m/s, 교각이 있는 경우 평균유속은 0.160m/s로 나타났다. 교각이 있는 경우 교각 근처에서의 유속은 약 0.0164m/s이며, 교각사이의 유속은 약 0.196m/s로 교각에 따른 유속의 변화가 큼을 알 수 있었다.

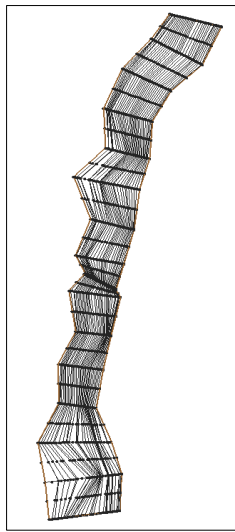


그림 1. 유한요소망

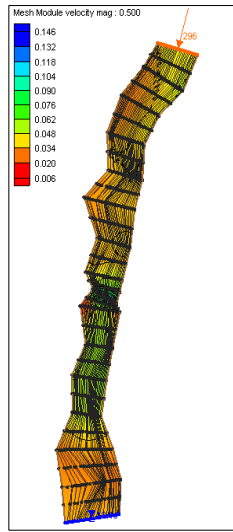


그림 2. 유속분포모형

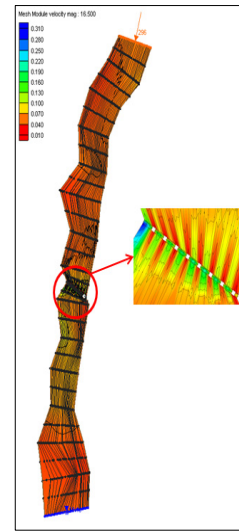


그림 3. 유속분포모형(교각)

위의 RMA-2 모형을 이용하여 SED2D모형을 시뮬레이션 하였다. 왜관지점의 하천바닥은 입경 0.06mm~9.52mm의 자갈과 모래로 구성되어 있으며, 본 연구에 사용된 토사입경은 0.065mm이며, 13시간경과 후 유사농도분포는 그림 4.과 같으며, 그림 5.는 13시간 경과 후 교각부근에서의 하상변화량에 대한 분포를 나타낸다. 그림 2. 3.의 교각이 없는 경우와 있는 경우의 유속분포모형과 유사농도변화모형을 비교해보면 유속이 빠른 부분에서는 변화가 거의 없었으며, 유속이 느린 부분에서 하상변화가 나타남을 알 수 있었다.

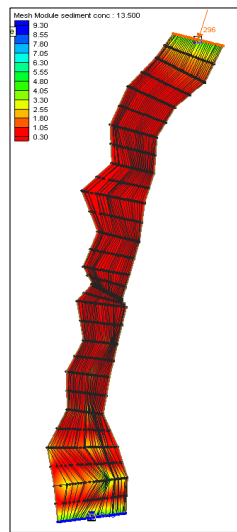


그림 4. 유사농도분포

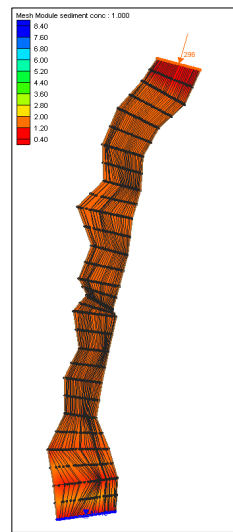
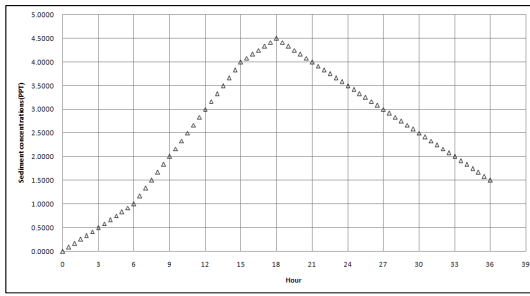
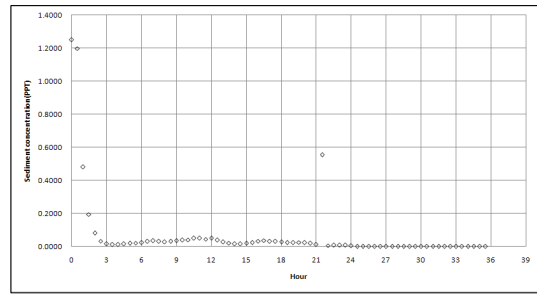


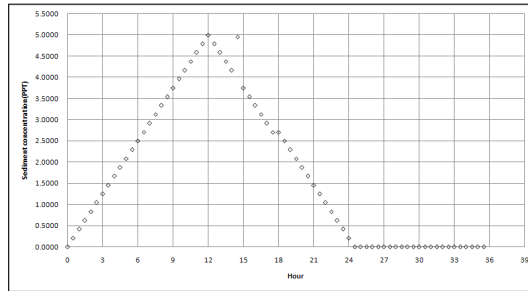
그림 5. 유사농도분포(교각)



(a) 유입부에서의 유사농도분포



(b)교각부에서의 유사농도분포



(c) 유출부에서의 유사농도분포

그림 6. 각 지점별 시간에 따른 유사농도분포 그래프(36시간)

4. 결론

낙동강 본류 칠곡군 왜관읍 왜관철교(2.423Km) 지점의 하천바닥은 입경 0.06mm~9.52mm인 자갈과 모래로 구성이 되어 있으며, 유입유량은 296m³/s로 크기가 비슷한 다른 지역의 하천보다 유입유량이 많지 않고 유속은 왜관철교를 고려한 경우 0.160m/s정도로 유속이 빠르지 않아 전체적인 하상변화는 적은 것으로 나타났다. 하지만 하천의 유속분포모형 분석 결과 하천의 유입부와 유출부의 흐름은 느리게 나타났으며, 왜관철교를 시작으로 약 543.879m까지는 유속이 빠른 것으로 나타남을 알 수 있었다. 이를 바탕으로 SED2D-WES를 분석한 결과 흐름이 느린 유입부와 유출부에서의 부유사 유입속도는 점차 많아 지다가 다시 낮아지는 것을 볼 수 있었다. 즉, 유속이 빠른 왜관철교부근에서 아래 약 543.789m까지는 토사가 유입되어도 하상에 변화가 없음을 알 수 있었고, 유입부 약 446.833m, 유출부 약 367.995m 부분에서 유사농도분포에 변화가 있으며, 침식과 퇴적에 의한 하상변화가 있음을 알 수 있었다.

참고문헌

1. 김재중, 김기철, 이정만(1995). “낙동강 하구에서의 부유사 거동에 관한 연구” 한국해양·해양공학회지, 9(1), 120-131
2. 정태성, 김신(1998). “물의 순환에 관한 3차원 유한요소모형” 한국해양·해양공학회지, 10(1), 27-36.
3. 광준성 (2001). “하천·해안에서의 RMA-2와 SED2D모형의 적용성 검토” 명지대학교 학위논문.
4. Surface water modeling system v9.0 user manual, Kyunil University.