

2차원 수치해석 및 침수해석을 통한 홍수예측

Flood Forecasting by Inundation Analysis using Two-Dimensional Numerical Analysis

오주성*, 정건희**, 이도훈***, 이은태****

Ju Sung Oh, Gunhui Chung, Do Hun Lee, Eun Tae Lee

요 지

최근 물부족이나 빈번한 홍수와 가뭄을 발생시키는 것으로 예측되는 기후변화에 대응하고 하천을 문화생태공간으로 회복시키기 위해 국가하천에 대한 대규모의 사업이 실시되고 있다. 따라서 하천의 효율적인 이수 및 치수 방안을 수립하고, 그 적용방안을 논의하여 보다 나은 결과를 얻기 위한 논의가 필요하다는 인식이 확산되고 있다. 본 연구에서는 2차원 수리모형인 SMS(Surface Water Modeling System)와 1차원 수리모형인 HEC-RAS를 이용하여 낙동강의 지류인 밀양강에서의 흐름 특성을 분석하였다. 밀양사에서 낙동강 하류 합류점까지의 흐름을 HEC-RAS를 이용하여 1차원 분석을 실시하고, 이를 이용하여 2차원 모형인 RMA2를 모의한 후 대상 유역의 흐름을 분석하여 수리학적 특성을 파악하고 홍수기 시 대상유역에 대한 효과적인 관리방안을 수립하고자 한다.

핵심용어 : 홍수예측, 침수해석, 수치해석

1. 서 론

최근에 낙동강 유역은 집중호우로 인한 홍수피해가 빈발하고 있는 실정이다. 근본적으로는 기존의 설계빈도 개념을 초월하는 호우의 발생에 주된 원인을 찾을 수도 있지만 피해를 입은 지역을 면밀히 분석해 보면 치수적인 측면에서 구조적인 문제점을 안고 있는 경우가 대부분이며, 아직까지 홍수피해를 입지 않았던 지역이라 하더라도 이러한 문제점이 있는 지역은 향후에 집중호우가 발생할 경우 홍수피해를 입을 가능성이 매우 높다 (낙동강 하천정비 기본계획, 2009).

본 연구에서는 낙동강의 지류인 밀양강 유역의 실제 피해를 입은 지역의 수리학적 특성을 분석함으로써 대상 유역의 효과적인 치수계획 방향을 제시하는데 그 목적이 있다.

2. 적용모형과 기본이론

2.1 HEC-RAS 모형

* 경희대학교 토목공학과 석사과정 · E-mail : icarus_911@hanmail.net
** 고려대학교 · 방재과학기술연구소 연구교수 · E-mail : gunhui@korea.ac.kr
*** 정회원 · 경희대학교 토목공학과 교수 · E-mail : dohlee@khu.ac.kr
**** 정회원 · 경희대학교 토목공학과 교수 · E-mail : etiee@khu.ac.kr

미육군공병단에서는 기존의 정상류 흐름해석 모형에 복잡한 하도망에 대해 부정류모의를 수행할 수 있는 UNET 모형을 추가하여 HEC-RAS를 제공하고 있다. 이 모형은 적용에 있어 하천 횡단면 및 하도의 개수에 제한이 없으며, 수문, 여수로, 교량, 보 등 하천 수리구조물의 영향을 고려할 수 있다. 특히 복잡한 하도망에 많은 횡단면이 있는 경우의 흐름해석에 매우 효과적이다. (문지웅, 2007)

2.2 RMA-2 모형

SMS 모형은 이차원 해석모형으로 2차원적 수리학적 현상을 모의하기 위한 전처리 과정에 입력되는 자료의 용이함과 해석결과의 출력을 표현하는데 있어서 사용자에게 편리한 기능을 가지고 있는 윈도우용 응용프로그램이다. SMS 프로그램에서는 계산수행을 위한 전처리단계인 GFGEN, 하천의 동수역학적 흐름해석을 위한 RMA-2, 오염물질의 거동해석을 위한 RMA-4, 토사입자의 이동양상과 하상의 변화를 해석하는 SED2D의 프로그램으로 구성되어 있다. (이창형, 2007)

3. 모형의 적용과 결과

3.1 대상구역

대상구역인 밀양강은 길이 101.50km, 유역면적 1,421.26km²이며 울산시 고현산에서 발원하여 남류하다가 경주시·청도군의 동창천·청도천과 합류한다. 물길은 밀양시를 거치면서 ‘밀양강’이 되어 계속 남으로 흐른 뒤 삼랑진에서 낙동강으로 흘러든다. 이 합류지점에 너비 4km에 이르는 밀양평야가 펼쳐지며 벼농사 중심의 곡창지대를 이룬다.

연구대상 하도구간은 그림 1 - 2와 같이 밀양시를 지나 남강에 합류하는 지점까지 7495m에 걸쳐 분석하였으며, 이 구간에서는 최근 들어 홍수로 인한 인명피해 및 재산피해가 빈번히 발생하고 있는 지역이며, 상류로는 밀양시가 위치하고 있어 홍수 시 면밀한 분석이 요구되고 있다.

따라서 본 연구에서는 이 구간을 대상으로 수리학적 특성을 검토하였다. 분석을 위한 빈도별 홍수량 및 기점 홍수위 자료는 낙동강 하천정비 기본계획 보고서(국토해양부, 2009)의 자료를 이용하였다.

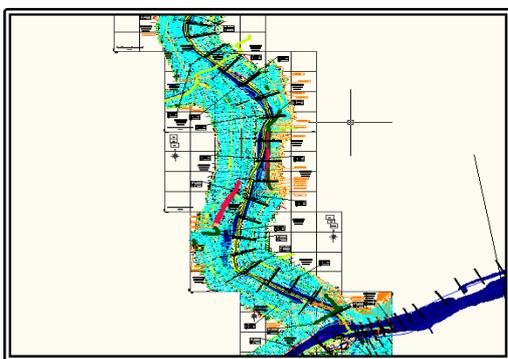


그림 1 대상 구역의 평면도

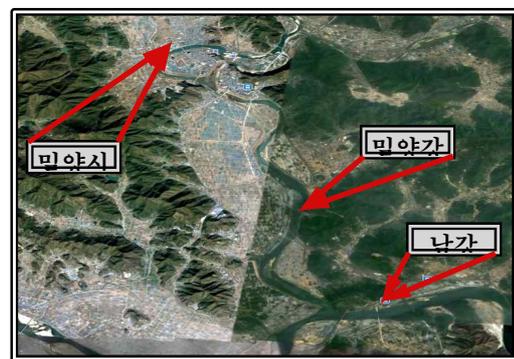


그림 2 대상 구역의 위성사진

3.2 적용과 분석

본 연구에서는 대상유역의 구간 7495m에 대해 낙동강 하천정비 기본계획의 자료를 통하여 1차원 해석 모형인 HEC-RAS와 2차원 부정류 모형인 RMA-2 의 모형을 해석하고, 그 결과를 토대로 각 빈도별 수리학적인 거동을 모의하였다. 태풍과 집중 호우로 인한 피해가 빈번하기 때문에 본 연구에서는 평수시의 모형은 배제하였으며, 그 결과 또한 홍수시를 기준으로 각 모형을 제시하였다.

3.2.1 HEC-RAS 모형의 입력자료 및 결과

유량조건은 낙동강 하천정비 기본계획에서 제시된 빈도별 홍수량으로 결정하였으며, 하류부의 수위조건은 밀양강의 배수위 계산을 통하여 검토된 빈도별 홍수위를 계산하였다. 본 연구에서는 30년, 50년, 80년, 100년, 200년의 각 빈도 홍수량과 Manning의 n값은 0.027을 적용하였으며, 측정 구간에서의 삼상교 및 삼상잠수교 그리고 신설 고속도로인 대구부산간 고속도로 또한 홍수위를 산정하기 위해 추가로 자료를 입력하여 결과 값을 산출하였다.

그림3는 HEC-RAS의 단면구성도를 나타내었다.

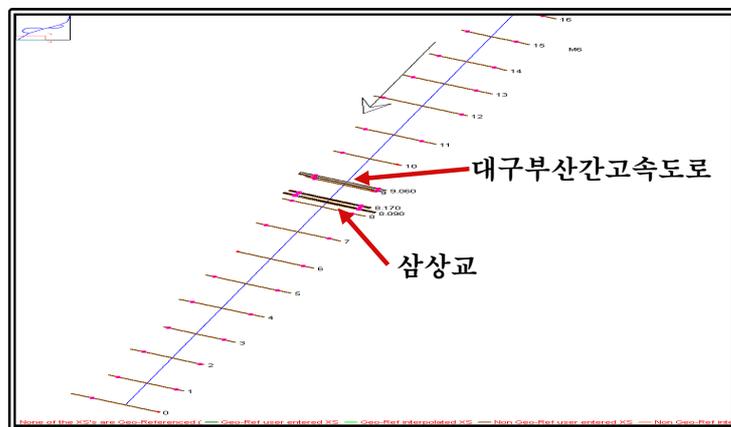


그림 3 HEC-RAS의 단면구성도

3.2.3 RMA-2 모형의 입력자료 및 결과

다음의 그림4는 모의 구간에서의 유한요소망을 나타내었다.



그림 4 RMA2 모형을 위한 유한요소망

모형의 계산 결과는 GFGEN을 통하여 작성된 유한요소망 내의 지형자료와 함께 경계조건을 입력하여 RMA-2 모형으로 모의하여 대상 구간 내 유속을 계산하였다. RMA-2모형의 경우 2차원 모형으로 1차원 모형과 달리 구간 내 평면상의 전 단면에 걸쳐 수위 및 유속 분포를 나타냄으로써 1차원보다는 좀 더 실제 흐름에 가까운 유속을 제공하고 유용한 수리 특성치들을 얻을 수 있다.

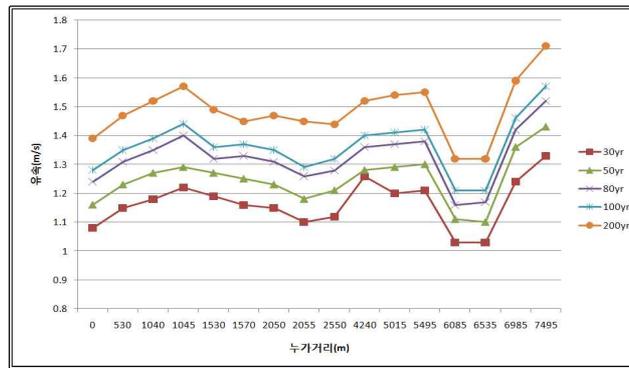


그림 5 대상유역의 빈도별 홍수량에 따른
누가거리당 유속분포

HEC-RAS와 RMA-2의 두 가지의 유속 및 홍수위를 비교한 결과 설계빈도가 높아질수록 두 모형의 값은 거의 똑같은 수치를 나타내지만 30년이나 50년 빈도에서는 각 측정에서의 유속 값이 10%정도 차이가 나는 것을 알 수 있다. RMA-2모형에서의 홍수위는 HEC-RAS의 홍수위와 비슷한 정도로 나타나지만, 낙동강 하천정비기본계획에서의 기점홍수위보다는 약 10%정도 낮게 측정되는 것으로 나타났다.

4. 결 론

본 연구는 낙동강의 지류인 밀양강 수계를 중심으로 낙동강 하천기본계획의 자료를 기본으로 하였으며, 하천의 지형특성 및 수리특성에 따른 기점홍수위와의 수위와 유속을 비교하기 위해 1차원 해석모형인 HEC-RAS와 2차원 해석모형인 RMA-2를 이용하여 수치해석 및 비교분석을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

밀양강에 적용한 두 모형 모두 홍수위는 하천정비기본계획의 계획홍수위보다 약간 작게 모의되었다. 1차원 수리모형과 2차원 수리모형 모두 낙동강 하천정비기본계획의 수리학적 특성 값과 거의 일치하였지만, 본 연구에서의 밀양강과 같이 유로 만곡부의 흐름형상이 복잡한 수계에서 뿐만 아니라 급한 경사를 갖는 소하천의 복잡한 하상형태 등의 영향을 파악하기 위해서 1차원 모형보다는 2차원 모형을 적용하는 것이 하천의 수리학적 특성을 분석하는 데에 보다 더 나은 결과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 이창형 (2007), “하천수리특성분석을 위한 일차원과 이차원 모형의 적용”
2. 문지웅 (2007), “HEC-RAS를 이용한 횡월류 위어의 유량산정에 관한 연구”, 홍익대 대학원
3. 국토해양부(2009), 낙동강 하천정비기본계획.