

MIKE FLOOD를 이용한 하천 범람 해석에 관한 연구

The Study on Analyzing Overflow in River

최계운*, 변성준**, 정연중***, 김영규****

Gye Woon Choi, Seong June Byeon, Youn Joong Chung, Young Kyu Kim

Abstract

Flooding is an inevitable problem for many cities. The study has depended on a combined approach of physically based modeling and GIS. The stream network is structured by MIKE11 for basis of a network and extended by MIKE21 to make like 2D analysis. This method is called alternative 2D analysis.

In this study, one of area in Korea is used to analyze overflow of stream. Flood risk of the area looks like not so big because an elevation of this area is very high and slope is steep, but it is very dangerous area due to the typhoons.

The tools to make flood risk map are MIKE11 and MIKE21 include GIS program. And map is expressed 3-D animation with MIKE Animator. As a result of this work, the flood risk map is made. And everyone who is not an expert can check dangerous area for flooding. At present, the method which is viable and easily confirmable must be promote because one of matters of common interest, which is of the general public, is the flood disaster.

Key Words: Stream Flood, MIKE FLOOD, Unsteady Flow, Overflow

1. 서론

21세기에 들어서면서 지구촌 곳곳에서 기상이변으로 인하여 자연재해는 다양화되고 대규모화되고 있는 실정이다. 게다가 도시화와 발전에 따라 도로의 포장 등에 의한 불투수 면적이 증가하여 강우에 대한 유출량은 점차 증가하게 되고, 또한 하천에 각종 구조물이 건설됨에 따라 하천의 흐름을 방해하여 침수에 의해 피해를 입는 면적은 점차 증가할 수 밖에 없는 실정이다.

이러한 피해를 최소화하기 위해 우수유송시설의 확장, 우수지 활용, 저류지 등 대안을 제시하고 있지만, 기존 1차원 해석만으로 홍수 피해지역과 침수기간 등의 대안을 마련하는 것은 쉽지않은 문제이다. 또한 최근 들어 각종 정책을 결정하고 수행함에 있어 시민의 참여가 늘어나면서 통합데이터 작성과 분석에 있어 보다 알기 쉽고 가시적인 부분이 추가적으로 많이 고려되어야 한다. 하지만 실질적으로 홍수 발생 가능한 위치가 명시된 홍수 위험 지도의 경우 지도 자체의 관독이 전문가가 아닌 이상 불가능하고, 결과가 지가 등에 영향을 줄 수 있으므로 공개되지 않는 경우가 많았으며, 공개가 되어도 용어나 표시 등이 매우 어려워 잘 알아볼 수가 없었다.

따라서 본 연구에서는 MIKE FLOOD 모형을 활용하여 기존 1차원 해석에 의한 유량모의 결과를 수치지

* 정회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 교수 · E-mail : gyewoon@incheon.ac.kr
** 정회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 석사과정 · E-mail : seongjoon@incheon.ac.kr
*** 정회원 · 인천광역시 환경녹지국 물관리과장 · E-mail : chungyj@incheon.go.kr
**** 정회원 · 인천대학교 토목환경시스템공학과 박사과정 · E-mail : youngkyu@incheon.ac.kr

도상에 공간데이터와 속성데이터를 추가 입력하여 홍수데이터를 추출함으로써 침수피해 방지와 대안 설정에 활용가능하고 가시성을 강조하여 일반시민도 접근이 용이한 홍수지도를 작성하고 그 적용성에 대해 언급하였다.

2. 이론적 배경

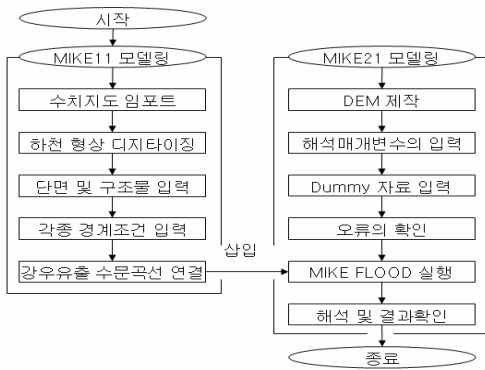


그림 1 MIKE FLOOD 작업 흐름도

MIKE FLOOD는 1차원 하천 해석 프로그램인 MIKE11의 입력자료와 해석 결과를 MIKE21에 입력하여 2차원 해석을 하도록 하는 것이다. MIKE11의 하천은 1차원 입력자료로 각각 점과 선으로 구성되어 있는데 이를 2차원 해석에 사용할 수 있도록 면으로 구성된 입력자료로 변경을 하게 된다. 또한 이 변경된 입력자료는 MIKE21에서 기본적으로 사용하는 지형학적 자료인 DEM을 기반으로 변경이 된다. 아래 그림 1은 MIKE11의 자료를 입력한 뒤 이를 MIKE FLOOD를 이용하여 MIKE21에 삽입하게 되는 흐름도를 나타낸 것이다. 이렇게 구성된 입력자료를 이용하여 해석을 수행하면 MIKE21의 하천 외부에 흐르는 우수와 MIKE11의 하천이 서로 연결이 된다.

3. 홍수위험지도의 작성

본 연구에서는 홍수위험지도 작성을 위한 예시로 OO시의 A 하천을 사용하였다. A 하천은 유로연장이 16.40km이고 유역면적은 46.30km²인 지방 2급 하천이다. 위 하천은 태풍 루사에 의해 큰 피해를 입은 바 있다. 하천의 하류는 바다와 연결되어 있으며, 홍수피해를 절감하기 위한 펌프장과 저류지가 설치되어 있다.

본 연구는 유럽의 선진기술의 도입을 위한 것으로, 결과의 확인 및 이에 대한 적용성을 검토하기 위한 것으로 해당 유역에 대한 추가적인 측량과 프로그램을 사용한 캘리브레이션 작업은 생략하였다.

3.1. GIS 자료 제작

MIKE FLOOD에서는 MIKE11의 결과자료와 MIKE21의 입력자료를 결합시켜야 하기 때문에, 하나의 정밀한 수치지도를 사용하여 각각의 프로그램에 필요한 GIS 기반 자료를 제작하였다. MIKE11의 기반 자료는 그림 2와 같이 수치지도 등의 GIS자료를 바탕으로 정밀한 디지털라이징을 할 수 있도록 수치지도를 이미지화 하여 기존 수치지도와 동일한 좌표를 부여하여야 하며, MIKE21자료를 제작할 때에도 MIKE11의 경우와 같은 수치지도를 사용한 10m 그리드를 사용한 DEM을 활용하였다.

본 연구에서는 해석을 위해 OO시의 A하천에 대해 해석하였으며, 현재 이 지역은 태풍 매미와 루사 때에 실제로 침수 피해를 입은 지역으로 하천 개수 작업이 진행중에 있으며, 본 연구에서는 개수 전의 경우를 적용하였다.

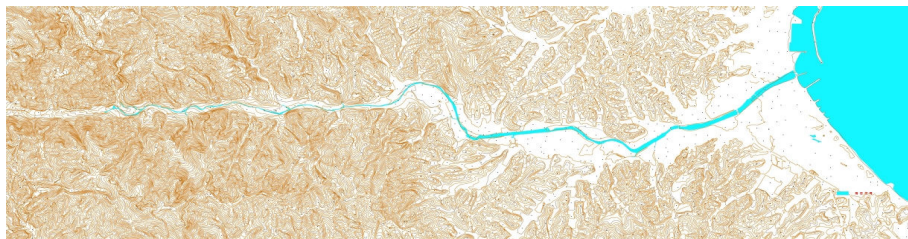


그림 2 MIKE11의 디지털라이징을 위한 GIS 기반 자료

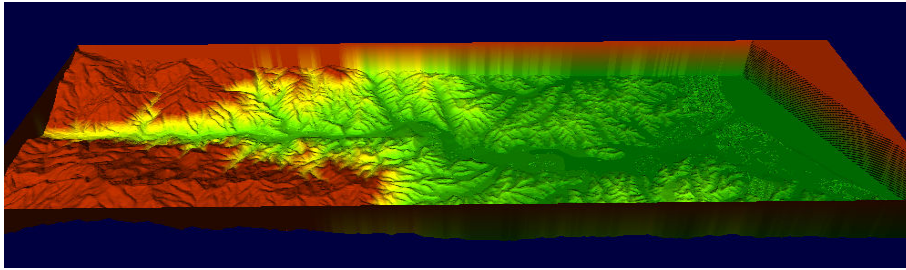


그림 3 MIKE21의 수치해석을 위한 GIS 기반 자료

3.2 자료의 입력

3.2.1 MIKE11 자료의 입력

본 연구에서는 정확한 수치해석을 위하여 하천의 단면을 200m 간격으로 나누어 자료를 입력하였으며, 실제 측량된 단면자료를 이용하여 실제하천의 흐름과 유사하게 표현하도록 하였다. 또한, 유역면적은 단면자료가 입력되는 각 지점에 대하여 제시된 유역 면적 사용하였으며, 하천의 특성을 고려하여 절점부 뿐 아니라 해당 절점간의 전 구간에 Distribution Source를 적용하였다.

대상 하천에 설치된 수리구조물로는 총 7개의 교량과 2개의 보, 조석간만으로 인한 홍수피해 경감을 위해 하구에 펌프장을 설치하여 수문에 의한 방류와 펌프에 의한 방류를 동시에 할 수 있도록 구성하였다.

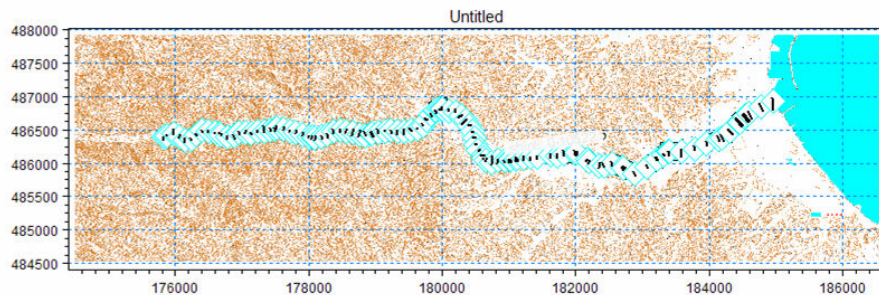
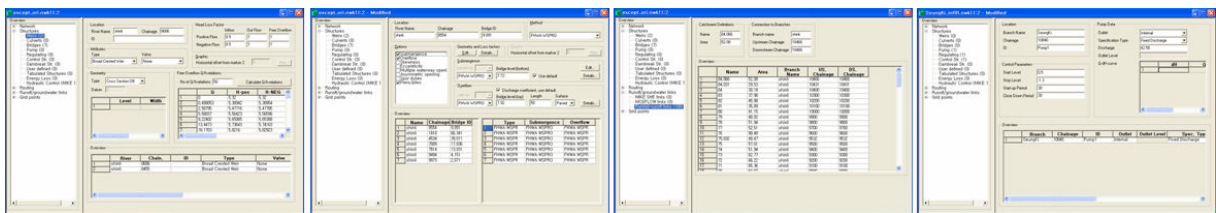


그림 4 MIKE11 해석을 위한 흐름 디지털지정



(a)웨어

(b)교량

(c)유역

(d)펌프

그림 5 해석을 위한 각종 경계조건

3.2.2 MIKE21 자료의 입력

실제로 해석에 필요한 모든 매개변수에 관해서는 MIKE11상에 입력이 되어 있으므로 MIKE21에서의 자료 입력은 2차원 해석시 필요한 와점성계수와 그리드망 등을 입력하였으며, 해석 시간간격은 발산을 방지하기 위하여 짧게 5초로 적용하였다. 또한, MIKE FLOOD의 결과물은 MIKE21에서 나오도록 되어 있으므로, 출력에 대한 각종 매개변수로 PC의 사양을 고려하여 실제 홍수지도에 저장될 시간간격으로 30초를 적용하였고, 저장 될 그리드 간격으로 해석과 동일한 10m 간격으로 입력을 하였다.

3.3 MIKE FLOOD 자료의 입력

MIKE FLOOD에서는 1차원으로 구성된 MIKE11 입력자료에 대한 XY좌표를 바탕으로 MIKE21의 2차원 그리드 상의 좌표와 매치시켜 두 프로그램의 입력자료를 2차원화 하였다. 하천 유역의 특성상 하천의 최 상류단 1km 지점까지는 산악지대로 홍수에 대한 위험이 없는 지역이므로 해석시간과 용량 낭비를 피하기 위하여 해석에서 배제하였다. 그림 6의 우측 하단박스 내부의 그림은 2차원 그리드(검정색 부분) 상에 MIKE11의 입력정보가 초록색으로 표시되는 것이며, 보라색 부분은 해석에서 배제되어 있음을 명시하는 것이다.

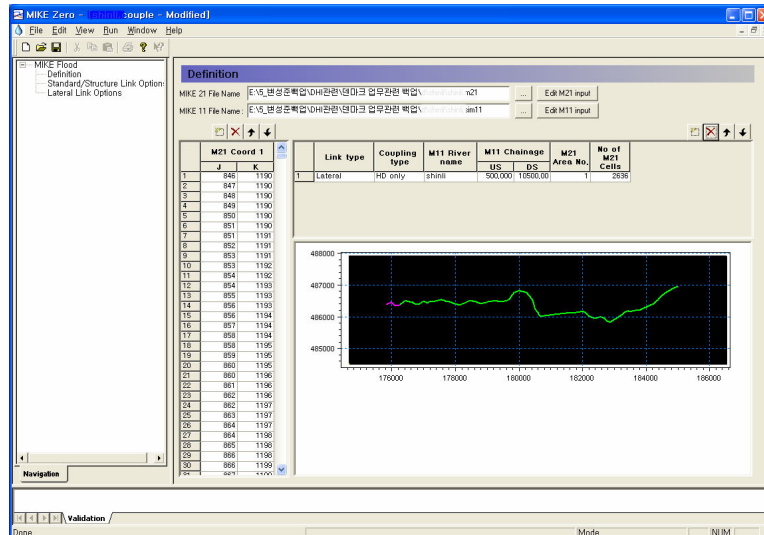


그림 6 MIKE FLOOD의 입력화면

4. 결과의 확인

해석 결과는 그리드 형식으로 나타내었다. 그림 6은 대상유역의 침수자료를 그리드로 나타내어 수치지도 기반의 평면상에서 확인한 것이며, 별도로 해당 화면에 대한 모든 수치는 텍스트로 정리되기 때문에 이를 활용하여 홍수 대책 시설의 계획 등에 사용할 수 있다. 또한 그림 7은 그림 6의 그리드와 입력한 기초자료를 바탕으로 동영상화 하여 3차원 애니메이션으로 표현한 것으로 이를 이용하여 시간 흐름에 따른 홍수의 발생과 이동에 관하여 관찰할 수 있으므로 홍수대피경로 결정 등에 활용할 수 있다. 결과에서 확인되는 바와 같이 하천 주변의 평지에서 홍수가 발생하며, 바다 인근의 가옥과 산업시설이 밀집된 지역에서는 홍수가 발생하지 않는 것을 확인할 수 있다.

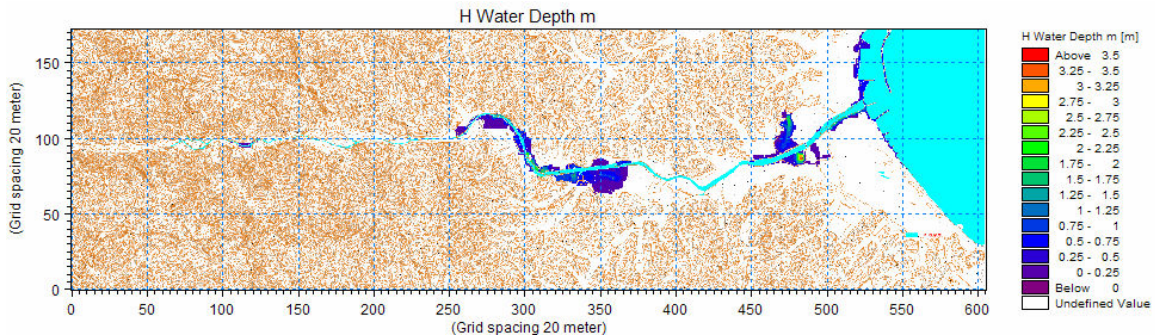


그림 7 수치지도상에 표시된 홍수위험지도

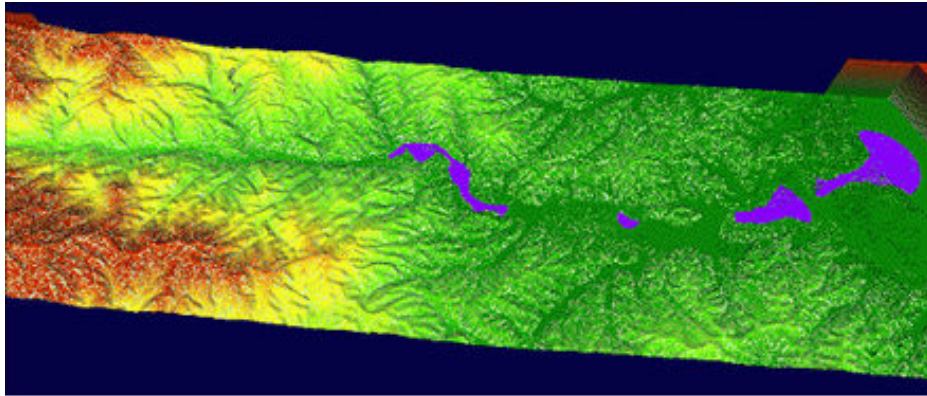


그림 8 3차원 애니메이션으로 표현된 홍수위험지도

5. 결론

본 논문에서는 홍수 정보화의 진보를 위하여 선진국에서 도입한 프로그램들을 이용한 새로운 방식의 홍수위험지도 작성 방법인 MIKE FLOOD모형을 이용한 도시 홍수 모델링 기법에 관하여 연구한 결과 아래와 같은 결론을 얻었다.

1. 본 논문에서는 대상유역을 선정하여 MIKE11모형을 활용하여 하천에 대해 1차원 유량모의를 수행하였으며, 1차원 유량모의 결과를 MIKE21에 삽입하여 침수구역을 그리드화 함으로서 대안 2차원 해석을 완료하여 3차원 홍수위험지도를 작성하였다.
2. 본 연구 결과 대안 2차원 유량모의는 1차원 해석시 표현 불가능한 2차원의 가시적인 해석결과 확인이 가능함을 알 수 있었고, 3차원 표현으로 침수 위치와 시간까지 모의 가능함으로서 홍수대피경로 설정과 홍수지도 작성 등에 활용가능함을 알 수 있었다.
3. 본 연구결과는 사업 전의 의사결정이나 사업 후의효과 분석에도 가시성을 강화함으로서 많은 도움이 될 것으로 사료된다.

본 연구에서는 실측자료와 보정작업이 이루어지지 않아 정확한 결과값을 도출하지는 못하였으나 향후 보정과 검증의 연구를 통해 적용성을 점차적으로 높여나갈 계획이며, 추가적으로 실시간 제어 및 수질모델링을 겸하여 더욱 고차원적인 홍수위험 지도의 제작이 필요할 것으로 사료된다. 또한 선진국에서 개발한 모델을 도입하여 사용하는 것에 만족하지 말고 국내에서도 국내 실정에 맞는 프로그램을 개발해야 하겠다.

참고문헌

1. 손홍규, 윤공현, 김기태, 김기홍, 2004, "LIDAR 시스템을 이용한 근 실시간 3D 매핑" 한국방재학회 논문집, 한국방재학회, 제4권, 제4호, pp. 55-61.
2. 2000, 한국하천일람, 건설교통부
3. Berislav Tomicic, Ole Mark, Poul Kronborg, 1999, "Urban flooding modelling study at Playa De Gandia", Urban Drainage Modeling-A collection of experiences from the past decade, pp. 85-100.
4. 2004, "A Modelling System for Rivers and Channels Reference Manual", DHI water & environment.
5. Chusit Apirumanekul, Ole Mark, 2001, "Modelling of urban flooding in Dhaka city", Urban Drainage Modeling-A collection of experiences from the past decade, pp. 101-108.
6. Flemming Schlütter, 2005, "Urban flood modeling", DHI water & environment.