SWMM 모형을 이용한 홍수시 바이모달 트램 운행 노선에 대한 침수 면적 산정 모듈 개발

Development of Flooding area estimation module for Rubber-tired Tram Disaster Management System Using the SWMM Model

김종건* 박영곤** 윤희택** 박윤식*** 장원석*** 유동선*** 임경재***

Jonggun Kim, Youngkon Park, Heetaek Yoon, Younshik Park, Wonseok Jang, Dongseon Yoo, Kyoung Jae Lim

ABSTRACT

Urban flooding with surcharges in sewer system was investigated because of unexpected torrential storm events these days, causing significant amounts of human and economic damages. Although there are limitations in forecasting and preventing natural disasters, integrated urban flooding management system using the SWMM engine and Web technology will be an effective tool in securing safety in operating Bi-modal transportation system. In addition, the integrated urban flooding management system can be linked with general and transportation-related disaster management system in the future. In this study, With simulated values by the SWMM, which is a core engine of the Bi-modal disaster management system, flash flooding area estimation module was developed. Thus, the SWMM system codes were modified and new module was developed and integrated with the existing SWMM interface using the Delphi programming language. The flash flooding area estimation module is fully integrated with the SWMM interface, thus the area is estimated on-the-fly inside the system.

1. 서 론

도시화와 함께 토지 이용이 고도화되고 지구 온난화, 엘니뇨 등 기상 이변에 의하여 단시간 동안 특정지역에 집중되는 국지성 집중호우가 빈번히 발생되고 있어, 잠재적인 침수재해에 대비한 수방시설용량의 강화는 물론 전통적인 하천중심의 수방체계에서 도시정비를 포함한 종합적인 수방체계를 구축할필요가 있다. 외수보다는 내수에 의한 침수피해가 주류를 이루는 상황에서 하천, 하수, 건축, 토지이용등 내수와 외수의 양 측면을 유기적이고 동시에 고려한 장기적이고 종합적인 침수예방 대책은 미흡한실정이다(최용호, 2007). 종합적인 침수 예방 대책은 건설, 도시계획, 주택 등 서로 다른 부처들 간의 유기적인 협력이 필요한 바, 지역 여건별 침수원인별 현상에 따라, 내수배제시설, 하수관거 등 기반 시설의 정비뿐만 아니라 지하 공간을 중심으로 한 건축물 정비, 재개발, 재건축을 통한 도시환경 정비 등 다양한 대책이 병행 되어야 한다(Huber, 1995). 이렇듯 바이모달 트램 시스템 운영시 발생할 수 있는 폭우에 의한 재해를 관리하기 위한 과학적인 분석 시스템이 개발되어 운영시스템과 연계될 때, 바이모달 트램 시스템의 정시성 및 운행 안정성을 확보할 수 있을 것으로 기대된다. 그리하여 본 연구의 목적은 바

E-mail : kimjg23@gmail.com

^{*} 강원대학교, 지역건설공학과, 회원

TEL: (033)250-6460 FAX: (033)251-1518

^{**} 한국철도기술연구원, 바이모달수송시스템연구단

^{***} 강원대학교, 지역건설공학과

이모달 트램 시스템의 정시성 및 운행 안정성 확보를 위해 SWMM 모형을 이용한 폭우에 의한 침수량 및 침수면적을 산정하여 그 피해정도를 예측할 수 있는 침수 산정 모듈을 개발하는데 있다.

2. 모의운행지역 선정 및 입력자료

본 연구에서는 강원도 춘천시 효자동에 위치하고 있는 합류식 관거지역을 대상으로 강우시 발생될수 있는 침수량 및 침수면적을 산정하였다. 본 연구 대상지역의 총 배수 면적은 21.10 ha이고, 지형의평균 경사도는 2 %이다. 구역 내 시가지 유형은 대부분 주거 지역으로 구성되어 있고, 주거형태는 2~4층 정도의 다세대 주택이 대부분을 차지하고 있다. 이 지역의 차집관거는 크게 2개의 줄기로 구성되어있고, 종단부는 춘천시 공지천으로 흘러들어가게 설계되어 있다(박영곤 등, 2007). 본 연구지역의 배수구역을 관망도와 지형자료등을 고려하여 여러 개의 소배수 구역으로 분할하고 맨홀 표고로 침수를 제대로예측할 수 없는 지역에 대해서 보다 세부적인 지형도가 필요하기 때문에 배수구역 내 세부측량을 실시하였다. 또한 침수지역 모의에 있어 GIS에서 3D구현하기 위해서는 연구지역의 건물들의 높낮이를 알아야한다. 그리하여 사전 현장 조사시 건물 DB 구축을 위해 모든 건물의 층수를 조사하였다(그림 1).

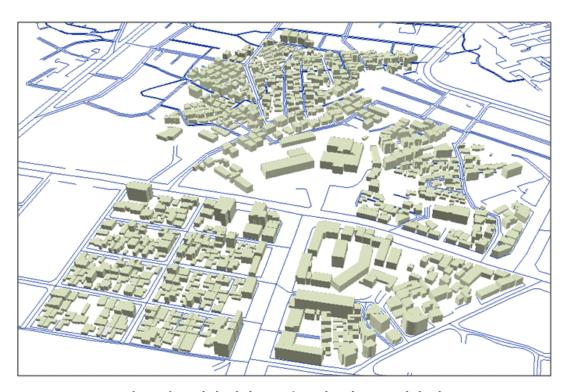


그림 1. 연구 시험 지역 3D 건물 자료와 도로 현황 자료

그 외에 SWMM 모형에서 필요한 입력자료로는 크게 소배수구역(Subcatchment), 맨홀(Junction), 하수판(Conduit), 그리고 강우 자료가 있다(이종태, 1993). 소배수구역, 맨홀, 하수판 자료로는 본 배수구역의 1:1,000 수치지도와 현장 조사를 통해 구축하여 각 입력변수를 산정하였다.

3. 침수위 및 침수면적 산정 모듈 개발

본 연구에서는 침수위 및 침수면적 산정을 위해 우선적으로 맨홀에서 범람이 일어나는 지점의 파악이 필요하다. 그리하여 본 연구지역을 대상으로 춘천시 500년빈도 10분 확률강우강도를 Huff의 4분위 방법을 이용하여 설계강우를 생성하였으며, 본 시스템에 적용하였다. 그 결과 시뮬레이션 시작 후 7분에

서 13분 사이에 범람되는 SWMM 예측 양을 이용하여 이에 따른 침수위 및 침수면적을 산정하였다. 이를 위해서 SWMM 5.0 시스템 코드를 수정하여 내부적으로 산정된 맨홀별 홍수량을 이용하여 SWMM 5.0 인터페이스에서 바로 구현될 수 있도록 시스템을 수정하였다. 또한 본 연구 대상 지역에 대해 DEM 자료를 이용한 시간에 따른 침수위를 산정하였다. 이를 통해 침수량에 따라 지형의 높낮이를 고려한 침수위를 산정하였고 실제 유역 내 범람이 시작되었을 때 맨홀에서부터 시작되어 주변 지대가 침수되고 다음으로 지형이 낮은 지역이 침수되는 과정을 모의하였다(그림 2). 이러한 모든 작업이 본 연구에서 개발된 침수위 산정 모듈에서 내부적으로 계산되어 지기 때문에 별다른 작업없이 바로 침수지역의 시간적/공간적 분포를 예측할 수 있는 장점이 있다.

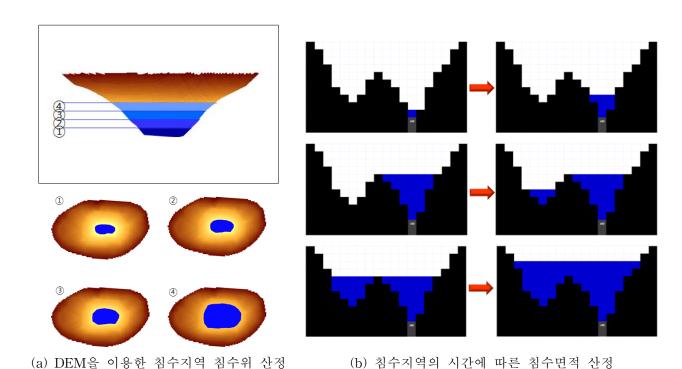


그림 2. 지형도자료를 이용한 침수위 및 침수면적 산정 방법

4. 연구 결과

본 연구에서는 SWMM 엔진 예측 홍수량 결과를 활용하여 침수지역의 시간적/공간적 분석 모듈을 개발하였다. 이를 활용하여 향후 예측되는 집중호우로 인해 침수 예정지의 시간적/공간적 분포를 분석하여 바이모달 트램 시스템의 운영 안정성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구에서는 시스템 인터페이스에서 직접 표현할 수 있도록 Visualization 모듈을 개발하였는데, 이를 통해 보다 정확한 침수지역 표시 및 이를 통한 바이모달 트램 운행 안정성을 확보할 수 있을 것으로 기대된다. 본 Visualization모듈을 벡터 데이터 형식으로 구성되어 있기 때문에 향후 보다 정확한 지형자료가 추축된다면 바로 활용되어 정확한 침수위 산정에 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 그림 3은 본 연구에서 개발된 침수 산정 모듈을 이용한 Visualization모듈을 보여주는 그림이다. 이를 활용하여 시간에 따른 침수면적 변화를 나타낸 것이 그림 4와 같다. 이처럼 본 연구에서 개발된 모듈은 홍수 시 침수 발생 지역의 시간적이고 공간적인 변화 모의가 가능하다.

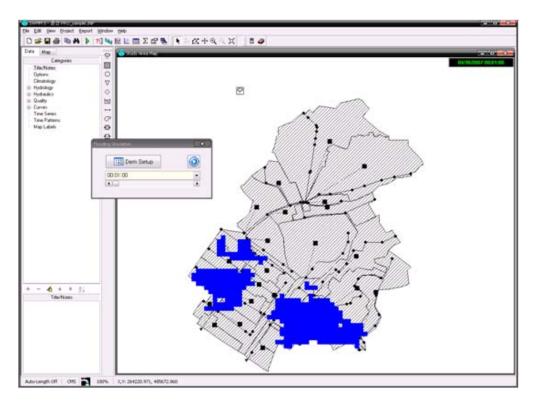


그림 3. 본 연구에서 개발된 침수위 및 침수면적 산정 모듈

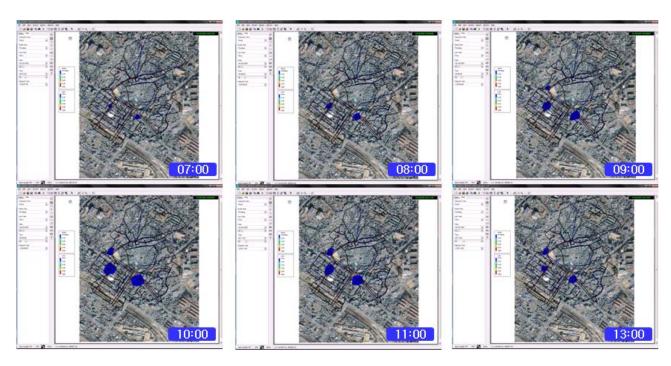


그림 4. 바이모달 트램 재해관리 시스템의 Visualization 모듈

5. 결 론

바이모달 트램 모의 운행 지역에 대한 실제 정밀 측량 자료를 이용한 지형도를 바탕으로 침수위 및 침수면적 산정 모듈을 개발하였다. 본 연구의 결과에서 볼 수 있듯이 재해관리시스템의 핵심 엔진으로 사용될 SWMM 모형 예측 내수침수에 의한 홍수량 결과를 활용하여 그에 따른 침수위 및 침수면적을 산정하였다. 강우발생에 따른 설계 강우를 생성하여 강우-유출을 모의 및 관거 모델링을 수행한 후, 내

수 침수 발생시 본 연구에서 개발된 자동화된 침수위 산정 및 Visualization 모듈로 바이모달 트램 운행 안정성 확보를 할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 논문은 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 교통체계효율화사업(06교 통핵심B01)의 지원으로 이루어졌습니다.

참고문헌

- 1. 이종태 (1993), 도시유역의 유출해석을 위한 SWMM 모형, 대한토목학회 학술발표회 개요집(2), pp.213-216.
- 2. 최용호(2007) 인류의 대재앙을 가져올 기후 변화. 삼성 경제연구소. http://www.seri.org/_index_.html 벤치마킹DB.
- 3. Huber, W.C. (1995), Computer Models of Watershed Hydrology. Water Resources Publication, Colorado, USA, EPA storm water management model SWMM, in: Singh, V.P. (Ed.), pp.783–808.