

공간DB 기반의 강우-유출 모의를 위한 데이터 모델 설계*

김기욱¹ · 김창수^{1*}

Design of a Data Model for the Rainfall-Runoff Simulation Based on Spatial Database*

Ki-Uk KIM¹ · Chang-Soo KIM^{1*}

요 약

본 연구의 목적은 공간DB에 구축된 유역 및 관거 데이터로부터 SWMM(Storm Water Management Model) 데이터를 생성하고, 유출 위험관거, 침수지역 및 침수심 등의 분석정보를 GIS기반의 지도에 표출하기 위한 데이터 모델을 설계하는데 있다. 이를 위해 UIS(Urban Information System)와 재해대장, 기상자료 등을 기반으로 침수분석 지역의 속성데이터 생성 방법을 제시하고, ArcSDE 및 Oracle DB를 사용하여 공간데이터를 생성하였다. 또한 유출 위험지역을 지도에 표출하기 위해 ArcGIS ArcObject와 공간DB를 연계하여 프로토타입 시스템을 구축하였다. 본 연구결과는 향후 침수분석 연구에 SWMM을 효율적으로 활용하는데 도움이 될 것으로 기대된다.

주요어 : 공간 데이터베이스, GIS, SWMM(Storm Water Management Model)

ABSTRACT

This study proposed the method for the SWMM data generation connected with the spatial database and designed the data model in order to display flooding information such as the runoff sewer system, flooding areas and depth. A variety of data, including UIS, documents related to the disasters, and rainfall data are used to generate the attributes for flooding analysis areas. The spatial data is constructed by the ArcSDE and Oracle DB. The prototype system is also developed to display the runoff areas

2010년 4월 19일 접수 Received on April 19, 2010 / 2010년 9월 13일 수정 Revised on September 13, 2010 / 2010년 10월 20일 심사완료 Accepted on October 20, 2010

* 이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2009-0071588).

1 부경대학교 IT융합응용공학과 Dept. of the IT Convergence and Application Engineering, Pukyong National University

※ 연락처 E-mail : cskim@pknu.ac.kr

based on the GIS using the ArcGIS ArcObjects and spatial DB. The results will be applied to the flooding analysis based on the SWMM.

KEYWORDS : Spatial DB, GIS, SWMM

서론

최근 집중호우로 인한 침수피해가 빈번하게 발생하고 있다. 도시침수의 주된 발생원인은 설계빈도를 초과하는 집중호우 등으로 인해 도시의 배수시스템이 제 기능을 수행하지 못함으로써 발생한다. 현재 수공학 및 환경공학 분야를 중심으로 다양한 강우-유출모형을 활용한 도시유출해석에 관한 연구가 수행되고 있으며, 도시유출해석에 SWMM 모형이 많이 활용되고 있다. 하지만 기존의 SWMM을 활용한 유출해석은 유량 및 유출시간 분석을 주된 목적으로 하고 있어, 도시 저지대 주변의 침수위험지역을 분석하는 데는 한계점이 있다. 또한 분석지역의 공간 데이터를 고려하지 않음으로써, 입력 데이터를 매번 구축해야 하는 번거로움과 SWMM 모형의 분석결과와 위험지역의 공간정보를 연계시키는데 한계가 있다. (김기욱 등, 2008).

본 연구의 목적은 공간 데이터베이스와 연계하여 하수관거의 유출해석을 위한 기반 데이터를 효율적으로 구축하고, 침수위험지역의 분석결과를 효율적으로 표출하기 위한 데이터 모델을 설계하는데 있다. 본 연구에서는 SWMM 기반의 도시침수분석을 위한 데이터를 정의하고, 효율적인 데이터 구축을 위한 공간 데이터 모델을 설계한다. 제안하는 데이터모델은 향후 침수분석을 위해 구축될 유역 및 관거 데이터의 재활용을 위한 기반 마련에 기여할 것으로 생각되며, 침수 이력정보 구축에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 하수관거의 유출분석을 위한 강우-유출모형의 기본 이론에 대해 기술하고, SWMM 기반의 도시유출해석에 관한 연구를 분석한다.

제 3장에서는 본 논문에서 제안하는 도시침수 분석을 위한 데이터 모델을 제안하고, 그 설계에 대해 기술한다. 제 4장에서는 제안한 데이터모델 기반의 데이터 구축 및 구축결과에 대해 설명하고, 제 5장에서는 결론 및 향후 연구를 기술한다.

관련연구

1. 강우-유출 모형

1) SWMM(Storm Water Management Model)의 이론

SWMM 모형은 1971년 미국 EPA에서 개발한 도시유출 모형으로 도시우수의 유출과정을 모의하기 위해 개발되었다. 이 모형은 특정 강도의 단기 호우로 인한 도시 배수 시스템 내의 홍수량의 크기 및 수질 등을 모의할 수 있는 모형으로써, MOUSE, ILLUDAS, RRL 등 도시 유역의 유출해석 모형들 중 가장 성능이 우수한 것으로 알려져 있다(Huber, 2003). SWMM은 5개의 실행 블록과 5개의 보조블록으로 구성되며, 도시 유출모의에서 주로 사용되는 RUNOFF블록은 강우사상에 대해 배수유역에서의 유출현상과 수질의 변화를 모의하며, TRANSPORT블록은 RUNOFF 블록에서 계산된 결과를 자료로 하여 관거 시스템내의 유량을 추적한다(Park *et al.*, 2006).

2) SWMM의 입·출력 데이터

SWMM 모형의 주요 입력 매개변수는 표 1과 같이 유역, 관거 및 강우와 관련한 변수들로 구성되며, 물리적 매개변수(Physical Parameters)와 수문학적 매개변수(Hydrological Parameters)로 구분할 수 있다. 일반적으로 물리적 매개변수는 관망도 및

지형특성에 따라 GIS 공간분석 기능을 이용하여 계산되며, 유역의 너비, 경사 및 관거 시스템의 재질, 직경 등의 정보를 포함한다. 수문학적 매개변수는 지형의 특성 및 관거의 재질에 따른 특성계수 값으로 구성되며, 사용자에게 의한 추정값으로 결정된다. SWMM 모형의 결과 데이터는 관거 및 유역 내의 유출량, 유출시간, 그리고 총 침투량, 강수량 등의 정보를 텍스트 및 그래프 형태로 제공한다(이정민, 2007).

TABLE1. Main input parameters of SWMM model

분류	입력 매개변수	
	물리적 매개변수	수문학적 매개변수
강수량	-	강우량 강우강도
유역	면적, 너비, 토양 종류, 토지이용도, 경사	불투수율, 투수율 침수인자
관거 시스템	연결정보, 형태, 길이	조도계수 길이, 유입량

2. SWMM을 이용한 도시유출해석

강우에 따른 도시유출해석에 SWMM 모형이 많이 활용되고 있다. Schmit *et al.*(2004)은 지표면으로 유출된 유량의 재유입 상황을 고려한 이중배수체계의 개념을 제시하고, SWMM을 활용하여 도시관거의 유출해석에 관한 연구를 수행한 바 있으며, Hsu *et al.*(2000)은 SWMM모형과 2차원 수치모형을 연계하여 맨홀로부터 유출된 유량의 지표면 흐름을 분석하는 연구를 수행하였다. 최철웅과 강인준(2001)은 지형공간정보를 통해 추출되는 지형 특성정보들의 처리방식에 따른 수문해석 결과를 분석하였고, 하성룡과 이강원(2006)은 SWMM모형에 필요한 적정유역의 규모 및 관거망의 공간 정밀도에 따른 유출분석결과를 비교한 바 있다. 또한 황의호 등(2008)은 다양한 수문 모형의 입력자료를 구축하기 위해 AroObjects기반의 유역 특성

자료 분석 시스템을 개발하였다. 장승재(2009)는 SWMM 5.0을 활용하여 우수 저류 시설의 설치에 따른 우수범람지역의 유출시간 및 유출량을 분석하였다. 하지만 SWMM 모형의 주된 목적은 하수관거 시스템 내의 유출을 분석하는 것으로 월류유량으로 인한 침수심, 침수범위 등의 지표면의 침수상황을 모의하는 데는 한계가 있다. 따라서 최근 SWMM의 분석결과와 타 해석모형을 연계하여 침수분에 적용한 연구가 수행되고 있다. 이창희 등(2006a; 2006b)과 이창희와 한건연(2007)은 SWMM의 분석결과와 2차원 확산모형을 연계하여 침수범위를 산정하는 연구를 수행한 바 있으며, 이를 개선하여 건물 및 지하차도 등을 고려한 도시침수해석 모형을 개발하였다(조완희 등, 2010). 이양재 등(2008)은 다양한 침수위 선정 방법을 제시하고, 도시내수침수에 의한 침수심 산정방법으로 SWMM에서 분석된 유출량을 ArcView와 Level-Pool방식에 입력 데이터로 활용하여 침수심 산정방식을 제안하였다. 그리고 이정민(2008)은 SWMM을 이용하여 빈도별 홍수량을 산정하고, UNET모형에 의한 홍수위 결과를 연계하여 침수지역의 범위를 산정하는 연구를 수행한 바 있으며, 이종형과 연기석(2008)은 XP-SWMM과 HEC-RAS모형을 연계하여 하천 외수위를 고려한 침수위험지역을 분석하였다. 또한 최근 MOUSE, PCSWMM, XP-SWMM 등의 상용 S/W에서 유출분석결과와 GIS 모듈을 연계함으로써 범람위험지역을 가시화하는 모듈이 제공되고 있다. 하지만 상용 소프트웨어들은 래스터 기반의 대략적인 범람지역의 범위를 제공하고 있어, 상세한 침수심, 침수면적, 위험건물 및 침수이력 등의 정보 제공에는 제약이 있다.

데이터 모델 설계

1. 데이터 개체 정의

제안하는 데이터 모델을 위한 개체는 그림

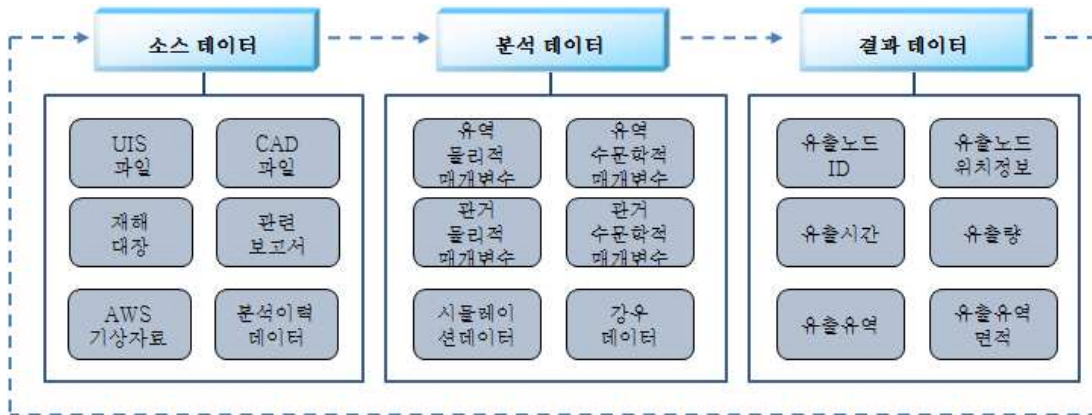


FIGURE 1. Entity for the flooding analysis

1과 같이 소스 데이터, 분석 데이터, 결과 데이터로 구분하여 정의된다. 소스 데이터는 침수분석을 위해 수집되는 데이터로써, 분석지역의 공간정보를 획득하기 위해 UIS(Urban Information System)에 구축되어진 도시시설물, 하수관거 공간 정보, CAD정보, 그리고 분석 지역의 속성 정보 구축을 위해 관련 보고서와 재해 대장으로 구성된다. 그리고 분석을 위한 기상자료는 AWS(Automatic Weather System)의 기상자료와 연동하고, 과거 침수 상황을 고려하기 위해 분석 이력데이터를 소스 데이터로 정의한다. 분석 데이터는 SWMM 시뮬레이션을 위해 구축되는 물리적 매개변수와 수문학적 매개변수 정보를 포함하는 데이터, 그리고 SWMM 입력데이터의 자동생성을 위한 시뮬레이션 데이터, 그리고 강우 데이터로 구성되며, 결과 데이터는 유출노드 위치, ID, 유출시간 등의 유출정보와 유출노드가 위치하는 유역 정보로 구성된다.

1) 소스 데이터

소스 데이터 그룹의 목적은 침수분석을 위한 공간 및 속성데이터의 수집방법을 정의하고, 시뮬레이션을 위해 필요한 데이터를 정의하는 것이다. GIS와 연계하여 침수위험지역을 표출하기 위해서는 관거 및 도시 시설물의 공간 정보의 구축이 필수적이다. 이를 위해 본

논문에서는 표 2와 같이 UIS에서 구축되어진 건물, 도로, 주소 및 맨홀, 관거 Shape 파일에서 공간 정보를 추출하였다. 그리고 저지대 중심의 도시 소유역을 분할하기 위해 기존 CAD기반의 하수도 관리대장에 구축되어 있는 유역 레이어를 이용하여 시뮬레이션을 위한 소유역을 생성한다. UIS 및 CAD 데이터는 관거의 길이, 재질, 모양 등의 물리적인 속성 정보를 제공하지만, 관거의 재질 및 토양특성에 따른 조도계수 값은 제공하지 않는다. 따라서 수문학적 매개변수는 재해대장 및 보고서 등을 참조하여 구축하고, 모형의 보정에서 사용자가 자동으로 입력할 수 있도록 설계하였다. 강우-유출 모형을 통한 침수 분석은 강우조건에 따라 침수지역이 상이하다. 따라서 강우정보는 사용자의 입력에 의한 시계열 데이터(Timeseries)와 AWS 기상관측자료를 사용자가 선택하여 시뮬레이션 할 수 있도록 테이블을 설계하였으며, 상승적으로 침수가 발생하는 지역의 침수위험률이 높은 점을 감안하여 침수이력정보를 시뮬레이션과에 반영할 수 있도록 하였다.

TABLE 2. Raw data

목적	소스 데이터
공간 생성	<ul style="list-style-type: none"> ▪ UIS 공간 데이터 <ul style="list-style-type: none"> - 시설물 레이어 (도시, 건물, 도로, 주소 등) - 하수관거 시스템 레이어 (맨홀, 관거 등) ▪ CAD 데이터 <ul style="list-style-type: none"> - 상습침수이력 지역 레이어 - 관거 시스템 레이어
속성 생성	<ul style="list-style-type: none"> ▪ UIS 속성 데이터 <ul style="list-style-type: none"> - 시설물 레이어 (도시, 건물, 도로, 주소 등) - 하수관거 시스템 레이어 (맨홀, 관거 등) ▪ 관련 보고서 <ul style="list-style-type: none"> - 지형 특성에 따른 조도계수 - 관거의 재질에 따른 조도계수
시물레이션	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 강우 데이터 <ul style="list-style-type: none"> - AWS 강우 관측 자료 ▪ 이력 데이터 <ul style="list-style-type: none"> - 침수 발생 이력 - 시물레이션을 통한 유출 이력

2) 분석 데이터

분석 데이터는 소스 데이터에서 구축되는 유역 및 관거의 물리적·수문학적 매개변수와 SWMM 입력데이터의 자동생성을 위한 시물레이션 데이터로 구성된다. 기존의 소유역 분할 방법은 ArcHydro 모델에서 제공하는 DEM을 이용한 유역 분할 방법을 주로 사용한다(정인균, 2004). DEM 기반의 유역 생성 방법은 유역의 경사 및 고도가 상이한 영역에 적합하게 사용되며, 생성된 유역이 광범위하다. 하지만 도시저지대를 중심으로 발생하는 침수의 경우 해당 유역의 경사가 거의 유사해 기존의 DEM을 이용한 방법을 사용하는 것은 적합하지 않다. 따라서 본 논문에서는 관거의 직경을 기준으로 소유역을 분할하고, 관거 데이터를 생성하였으며, 수문학적 매개변수는 사용자가 모형의 검/보정을 통해 자동적으로 생성하기 위해 시물레이션 ID별로 시물레이션 데이터를 생성한다.

3) 결과 데이터

SWMM의 분석결과가 침수분석에 활용되기

위해서는 시설물명, 침수심, 침수유역의 너비, 위험지역의 주소 등의 속성정보와 침수위험 지점의 공간정보가 동시에 GIS 기반의 지도 시스템에서 제공되어야 한다. 따라서 유출분석 결과를 GIS기반의 시스템에 표출하기 위해 유출 관거의 정보 및 침수지역 정보, 그리고 침수 시설물 정보를 결과 테이블에 정의한다. 그리고 소스 데이터에 구축된 공간 정보와 해당 객체의 정보를 조인연산을 통해 연결한 후 위험지역을 GIS기반의 뷰어모듈에 표출한다.

2. 데이터 모델 설계

제안하는 데이터 모델의 개체-관계 모델은 그림 2와 같다. 그림에서 유역 및 관거의 물리적 매개변수와 수문학적 매개변수는 SWL(Sewer Layer) 및 SMP(Simulation Parameter) 키워드로 구분하였으며, SWMM 시물레이션 데이터와 분석결과는 INP(Input) 및 RST(Result) 키워드를 사용하였다.

도시침수분석 관계-개체 모델은 크게 3개의 그룹으로 구분된다. “Spatial Database” 그룹의 SWL, SMP 키워드의 개체는 UIS, 재해대장, 보고서 등의 소스 데이터를 참조하여 구축되며, 관거의 속성 및 공간 정보를 포함하는 SWL 개체는 데이터 관리자의 권한으로 접근할 수 있도록 하였다. 관거의 재질 및 지형특성에 따른 매개변수는 SMP 개체에 구축되며, 사용자의 경험에 기초한 매개변수를 효율적으로 추정할 수 있도록 SWL 개체와 해당하는 SMP 개체를 1:N의 관계로 설정하였다. “Simulation Database” 그룹의 목적은 SWMM 입력 데이터를 데이터베이스 기반으로 자동 구축하는데 있다. 시물레이션 날짜, 시간 등의 옵션에 따라 시물레이션 데이터가 생성되며 옵션정보와 INP 키워드에 구축되는 SWMM 입력 데이터는 1:M의 관계로 설계하였다. 시물레이션 분석결과는 노드, 관거, 유역 등에 해당하는 유출량, 유출시간, 유출지점 등의 정보를 RST 테이블에 개별적으로 구축

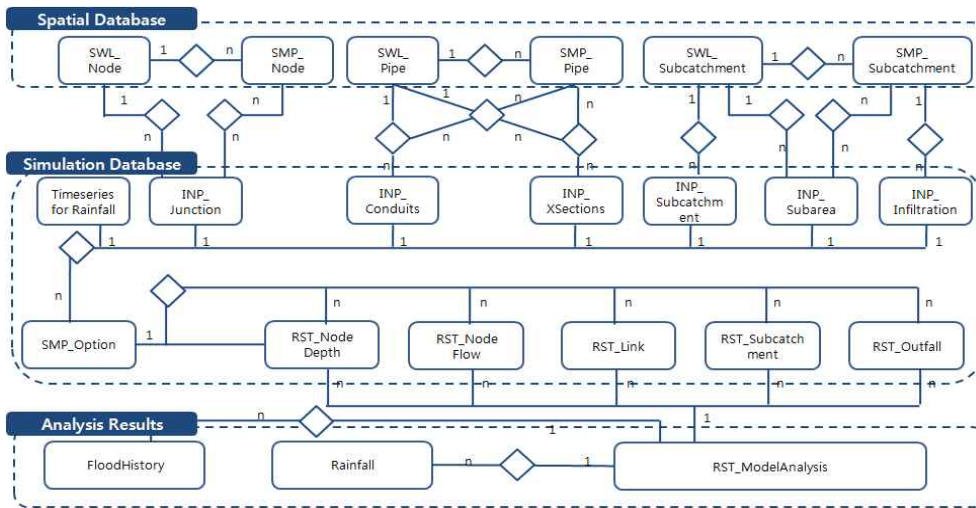


FIGURE 2. Entity-relationship model for flooding analysis

하며, “Analysis Results” 그룹에서 정의된 데이터 테이블에 침수지점, 침수심, 침수위험 시설물 등의 정보가 구축되도록 설계하였다.

- 1) 공간 및 시물레이션 데이터베이스 설계
공간 데이터베이스와 시물레이션 데이터베

이스의 물리적 설계는 그림 3과 같다. 관거, 유역 및 노드 개체는 기본키로 ID 필드를 설정하고, GIS기반의 전자지도 모듈에 표출하기 위해 “Shapept” 공간 속성을 추가하였다. SWMM 입력 데이터의 구축을 위해 INP 개체는 SWMM입력 데이터 파일의 형식을 참조하여 설계하였다. 즉, SWMM 입력 파일에서

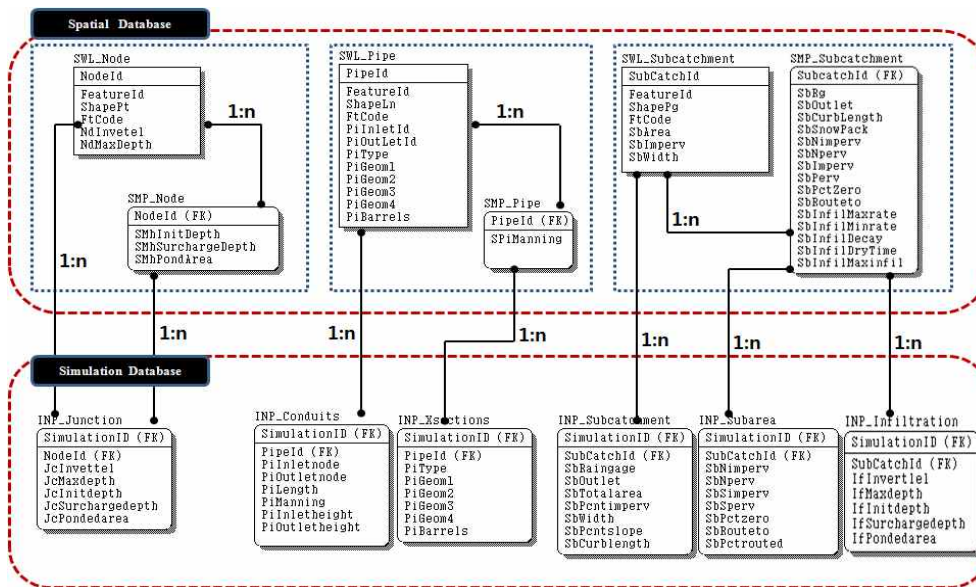


FIGURE 3. Logical design of the simulation database

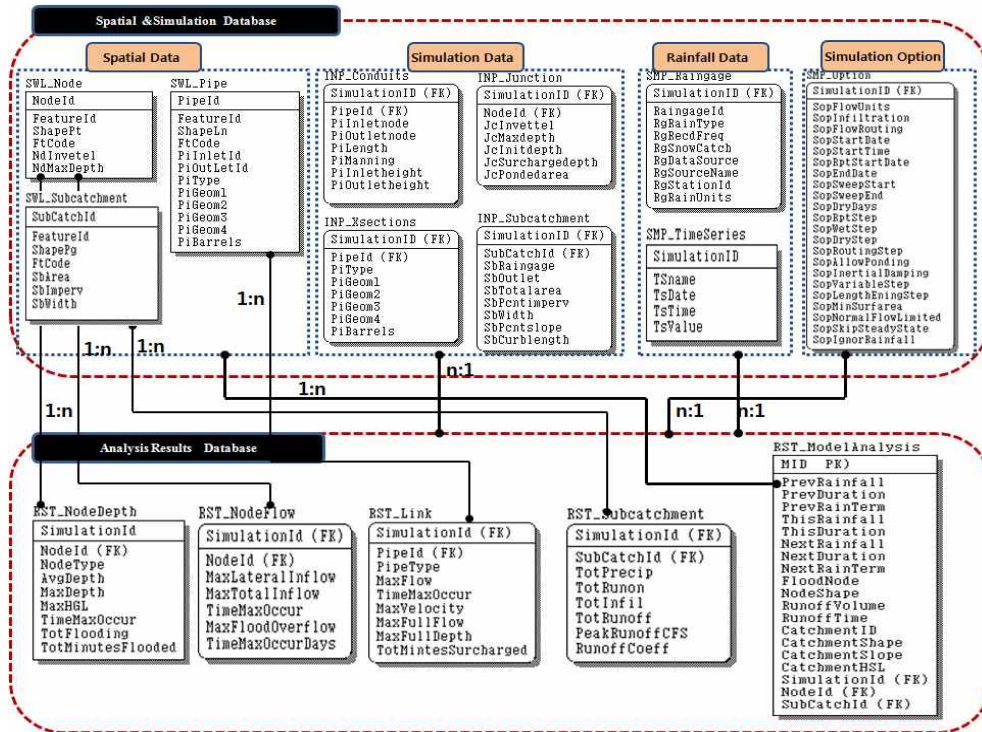


FIGURE 4. Logical design of the result database

관거의 물리적 속성값과 매개변수값, 유역의 지형적 특성, 침수관련 계수 값 등의 정보를 구분하여 생성하는데 기반하여, INP_Conduits, INP_XSections, INP_Subcatchment, INP_Infiltration 등의 개체로 시뮬레이션 데이터를 구분하여 구축하였다.

2) 분석결과 데이터베이스 설계

그림 4와 같이 노드, 관거, 유역 각각에 대한 유출분석 결과를 구축하고, 유출을 표출하기 위해 하수관거 및 유역의 공간정보는 SWL 테이블의 ID필드와 외래키로 연결시켜 구축할 수 있도록 하였다. SWMM모형은 관거 시스템을 통한 유출량, 유출시간 정보를 분석결과로 파일형태로 출력한다. 하지만 침수분석에 활용하기 위해서는 유출지점의 공간 정보, 강우정보, 침수위험 시설물 등의 정보를 검색할 수 있어야 한다. 이를 위해 RST_

NodeAnalysis 테이블을 설계하고, SWMM 모형의 분석결과를 기반으로 분석한 침수지역의 정보를 구축하도록 하였다. 최종적으로 GIS기반의 표출 시스템에서는 RST_NodeAnalysis 테이블 데이터를 참조하여 침수위험지역을 GIS 시스템에 표출하도록 하였다.

공간 DB기반의 강우-유출 모의를 위한 데이터 구축

1. 공간 및 속성데이터

데이터 구축을 위한 전체적인 흐름은 그림 5와 같다. 그림과 같이 CAD, Shape 파일과 ArcSDE를 사용하여 공간 정보를 생성하고, CAD 및 Shape파일과 관련 재해대장을 참조하여 속성 정보를 구축하였다. 속성 정보를 엑셀 파일형태로 구축한 뒤 ArcSDE 엔진을 통해 해당 유역 및 관거의 ID를 조인조건으로

지정하여 각각의 데이터를 구축하였다.

1) 유역 데이터

본 논문에서는 관거의 직경이 1m 미만인 시스템을 기준으로 유역을 생성하였다. 우선 대상지역의 분할된 CAD도면을 ArcGIS를 통해 하나의 Shape 파일로 변환 후 CAD 파일에 구축된 분할된 유역 레이어를 추출하였다. 그리고 추출된 레이어를 참조하여 직경 1m 미만의 관거 및 맨홀 레이어를 포함하도록 유역 면 레이어를 생성하였다. 생성된 유역의 불투수율, 면적, 경사 등의 수문학적 매개변수 데이터를 구축하기 위해 생성된 유역에 포함된 건물, 도로 레이어의 면적과 ArcGIS의 공간분석 기능으로 계산된 유역의 면적을 비교하여 불투수율을 계산하고, 고도 레이어와 계산된 유역면적을 통해 유역의 경사와 너비를 계산하였다.

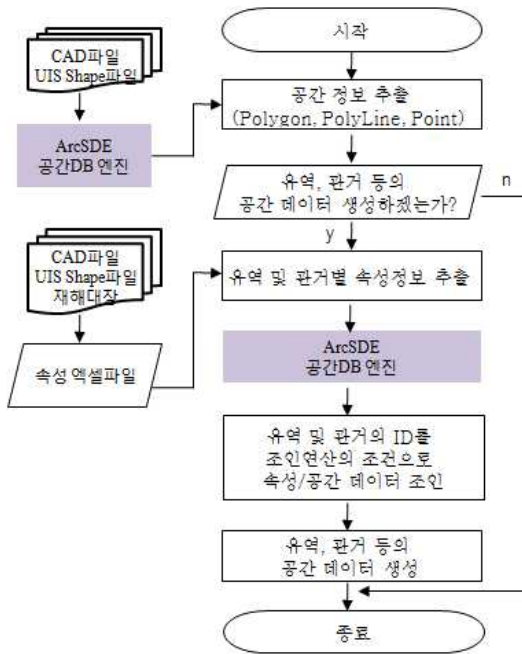


FIGURE 5. Flowchart for the generation of spatial and attribute data

2) 관거 데이터

관거 데이터를 구축하기 위해 우선 생성된 유역의 공간적 범위에 포함되는 관거 레이어를 추출한 후 관거 연결정보를 설정하였다. UIS의 관거 레이어에 기본적인 관거의 속성 정보가 구축되어 있지만 침수분석을 위한 속성 정보가 구축되어 있지 않다. 따라서 추출된 관거 속성 정보에서 침수분석을 위해 필요한 조도계수, 관거모양, 깊이 등의 정보저장을 위한 필드를 추가하였다.

3) 공간 DB기반의 SWMM 데이터 생성

공간 DB에 생성된 유역 및 관거 데이터를 기반으로 SWMM 데이터 구축절차는 다음과 같다. ① 분석을 위해 사용자가 선택한 유역 및 관거의 속성정보(물리적·수문학적 매개변수)를 확인한다. ② 설정한 영역에 대해 수정할 SMP 데이터가 존재하면 데이터를 수정한 후 INP 데이터를 공간DB에 자동으로 생성한다. ③ 공간DB에 구축되어진 INP파일을 사용하여 SWMM 유출분석을 실행한다. ④ 강우-유출 모의가 완료되면 분석 결과는 분석 데이터베이스에 속성과 공간 정보가 저장된다.

2. 공간정보와 연계한 분석결과 데이터 구축

유출모형의 최종 분석결과는 유출량, 유출 시간 등의 기본적인 속성정보와 유출노드의 위치, 유출노드를 포함하는 유역ID, 유역의 너비 및 경사, 침수심 등의 정보이다. 침수분석 모델의 분석결과 데이터들은 소스 데이터의 공간속성과 연결되어 있다. 따라서 SWMM 분석결과로 도출되는 유출노드ID정보를 참조하여 해당 노드의 공간 정보를 추출하였다. 그리고 “포함관계”의 ArcGIS의 공간분석 함수를 이용하여 해당 노드가 속하는 유역의 ID와 유역의 속성정보를 추출하였다. 상기한 알고리즘은 그림 6과 같다.

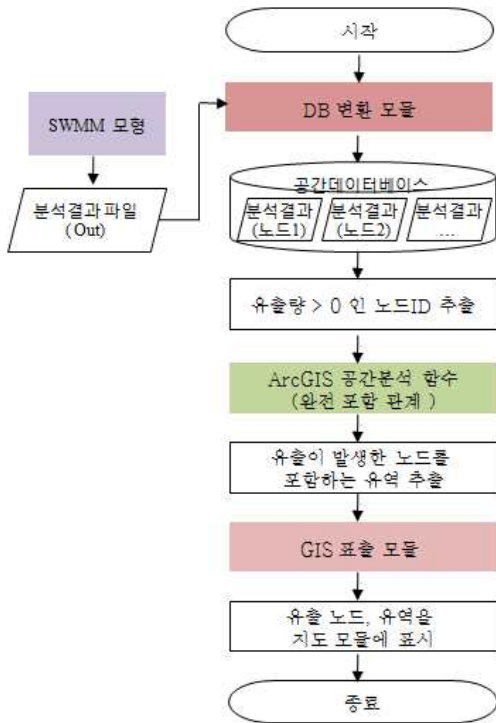


FIGURE 6. Flowchart for the generation of results data

3. 데이터 모델 적용 및 결과분석

데이터 모델을 적용하기 위해 본 논문에서는 도시 저지대 주변 71.4ha지역의 유역 및 도시시설물에 대한 공간 데이터베이스를 구축

하고, 70여개에 대한 관거 데이터를 구축하였다. 그리고 프로토타입 시스템은 Oracle 11g 버전의 DBMS와 SWMM 5.0 강우-유출 모형 및 ArcObject를 사용하여 구현하였다 (Philippe and Michel, 2002; Albert and Brent, 2007). 공간 데이터로부터 SWMM 데이터를 생성하기 위해 그림 7과 같이 사용자는 ① GIS 뷰어화면에서 분석지역의 유역 면적, 경사 등의 물리적 속성값을 SWL 데이터 창에서 확인하고 ② 사용자의 검·보정 작업이 필요한 매개변수 정보는 SMP 데이터 창을 통해 수정한다. ③ 매개변수의 설정이 완료되면 “INP생성” 버튼을 클릭하여 SWMM 입력 데이터를 공간 DB에 생성시킨다. ④ 공간 DB에 구축된 SWMM 데이터를 기반으로 강우-유출 모의가 완료되면 그림 8과 프로토타입 시스템을 통해 유출이 발생한 맨홀의 위치, 맨홀번호, 유출량 및 유출시간 등의 속성정보를 좌측의 속성확인 창에서 확인할 수 있다.

요약 및 결론

본 연구에서는 SWMM 모형을 침수분석에 활용하기 위해 공간DB에 구축된 유역, 관거 등의 물리적 데이터로부터 SWMM 데이터 생성을 위한 방법을 제시하고, 공간 데이터베이스에 구축된 SWMM 모의결과를 활용하여 유

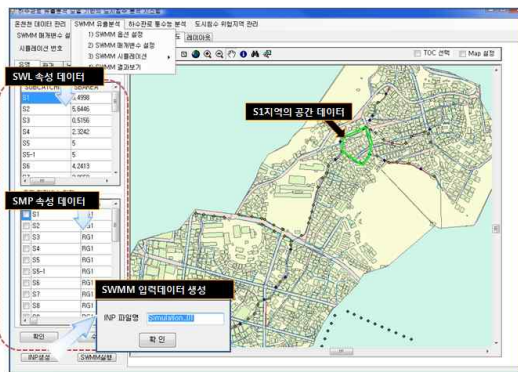


FIGURE 7. Generation of SWMM input data



FIGURE 8. The SWMM simulation results connected with spatial DB

출유역 및 관거, 유출량 등의 정보를 GIS기반의 지도 시스템에서 조회할 수 있는 데이터 모델을 개발하였다. 본 연구를 요약하면 다음과 같다.

- ① 설계한 데이터 모델은 3개의 그룹으로 구성된다. 첫 번째 그룹은 공간 및 속성 데이터를 구축하기 위한 소스 데이터(Raw Data)를 정의하고, 생성 방법을 제시하였다. 두 번째 그룹은 공간 DB에 구축된 데이터를 사용하여 SWMM 입력 데이터를 생성하기 위한 그룹이다. 매개변수 값이 일정한 물리적 매개변수 값은 공간DB에 구축된 데이터를 활용하고, 사용자 추정에 의해 결정되어야 하는 수문학적 매개변수 정보는 동적으로 변경할 수 있게 함으로써, SWMM 데이터의 생성을 편리하게 하였다. 또한 시뮬레이션 시의 강우, 날짜, 분석자 등의 정보와 함께 SWMM 분석에 따른 이력을 공간 DB에 구축함으로써 침수원인 분석에 이력 DB를 활용할 수 있도록 하였으며, 향후 침수이력 정보 구축을 위한 기반을 마련하였다. 세 번째 그룹은 유출위험지역을 GIS기반의 시스템에 보여주기 위해 강우정보, 날짜, 유출 노드 정보 및 유출노드 등의 정보를 조회하고, GIS기반의 지도에서 표출할 수 있는 방법을 정의하였다.
- ② 설계한 데이터모델을 적용하기 위해 본 논문에서는 71.4 ha (26개 소유역)에 대한 유역 및 직경 1m 이상인 70여개의 관거 시스템에 대한 속성·공간 데이터를 구축하였다. 프로토타입 시스템은 ArcObject 및 Visual Studio.Net을 사용하여 구현하였으며, 프로토타입 시스템에서 SWMM 입력 데이터의 생성 및 모의 후 유출지역에 대한 속성 및 위치정보를 표출하였다.
- ③ 본 연구결과를 통해 공간 데이터와 연계한 SWMM 분석 방법 및 분석결과 표출을 통합된 시스템에서 제공하는 방법을 제시함으로써, 향후 도시 저지대의 하수관거 용량 부족으로 인한 침수분석 연구에 SWMM 모델을 효율적으로 활용할 수 있을 것으로 기

대된다. **KAGIS**

참고문헌

- 김기욱, 이정은, 황현숙, 김창수. 2008. UIS 기반 홍수관리 시뮬레이션을 위한 입력데이터 자동생성 시스템 개발. 한국멀티미디어학회 논문집. 11(2):247-256.
- 이양재, 신상영, 이창희. 2008. 도시지역 방어 침수위 설정방법 비교분석. 대한토목학회 논문집. 28(3B):271-281.
- 이정민, 2007. 투수성 포장과 침투 트렌치를 고려한 수정 SWMM의 개발 및 적용. 부경대학교 대학원:1-181.
- 이정민. 2008. SWMM5와 UNET 모형을 이용한 신항만 저지대 침수분석. 한국물환경학회지 24(4):442-451.
- 이종형, 연기석. 2008. XP-SWMM 모형을 적용한 도시지역의 침수해석. 한국방재학회논문집. 8(5):155-161.
- 이창희, 한건연, 최규현. 2006a. GIS를 이용한 도시지역 침수해석. 한국지리정보학회지 9(2):115-125.
- 이창희, 한건연, 노준우. 2006b. Dual-Drainage 개념에 의한 도시침수해석모형의 개발. 대한토목학회논문집. 26(4B):379-387.
- 이창희, 한건연. 2007. 건물영향을 고려한 GIS 기반 도시침수해석 모형. 한국수자원학회논문집. 40(3):223-236.
- 장승재. 2009. SWMM을 활용한 침수예상지역 우수저류조의 적정크기결정에 관한 연구. 한국주거학회논문집. 20(3):69-75.
- 정인균. 2004. 유역경계 및 하천망 추출을 위한 DEM 전처리 기법 연구. 건국대학교 대학원:1-85.
- 조완희, 한건연, 김영주. 2010. GIS를 활용한

- 2차원 침수해석에서의 건물영향 분석. 한국 지리정보학회지 13(2):119-132.
- 최철웅, 강인준. 2001. 지형공간정보의 민감도에 따른 수문학적 영향분석에 관한 연구, 대한토목학회 논문집. 21(1-D):87-95.
- 하성룡, 이강원. 2006. 수문학적 유사단위와 우수관망의 공간정밀도가 SWMM모형 성광에 미치는 영향. 한국지리정보학회지 9(2):79-90.
- 황의호, 권형중, 이근상, 유병혁, 고덕구. 2008. 수문학적 유역특성자료 자동화 추출 및 분석 시스템 개발. 한국지리정보학회지 11(3):1-12.
- Albert, K.W. and G. Brent. 2007. Spatial Database Systems Design, Implementation and Project Management, Springer, Netherlands, pp.1-522.
- Hsu, M.H., Chen, S.H. and Chang, T.J. 2000. Inundation Simulation for Urban Drainage Basin with Storm Sewer System. Journal of Hydrology, 234(1-2):21-37.
- Huber, W.C. and R.D. Dickinson. 2003. Storm Water Management Model User's Manual. EAP Technical Manual:1-249.
- Kim, K.U., H.S. Hwang and C.S. Kim. 2007b. A Prototype of an Urban Flood Warning System using Sewer Networks connected with SWMM. Journal of Computer and Information Science 8:474-484.
- Park, D., J. Gironas and L.A. Roesner. 2006. Improvement of the EXTRARN block in Storm Water Management Model. Conference of the World Environmental and Water Resource. pp.1-12.
- Philippe. R. and S. Michel. 2002. Spatial Databases with Application To GIS. Morgan Kaufmann, pp.1-372.
- Schmit, T.G., M. Thomas and M. Etrich. 2004. Analysis and Modeling of Flooding in Urban Drainage System. Journal of Hydrology 299(3-4):300-311. **KAGIS**