

연구논문

지표 건물이 도시유역의 침수특성에 미치는 영향

이정영 · 하성룡

충북대학교 공과대학 도시공학과

(2013년 1월 11일 접수, 2013년 1월 31일 승인)

Impact of Building Blocks on Inundation Level in Urban Drainage Area

Jeong-young Lee · Sung-Ryong Ha

Department of Urban Engineering, Chungbuk National University

(Manuscript received 11 January 2013; accepted 31 January 2013)

Abstract

This study is an impact assessment of building blocks on urban inundation depth and area. LiDAR data is used to generate two original data set in terms of DEM with 5×5 meter and building block elevation layer of the study drainage area in Cheongju and then the building block elevation layer is modified again to the mesh data with same size to DEM. Two-dimensional inundation analysis is carried out by applying 2D SWMM model. The inundation depth calculated by using the building block elevation layer shows higher reliability than the DEM. This is resulted from the building block interference to surface flow. In addition, the maximum flooded area by DEM is two times wider than the area by building block layer. In the case of the surface velocity, the difference of velocity is negligible in either DEM or building block case in the low building impact zone. However, If the impact of building on the surface velocity was increase, the gap of velocity was significant.

Keywords : Inundation, DSM, DEM, Building block

1. 서론

급격한 도시화와 기상 이변 등의 영향으로 이상 호우의 발생 빈도가 매우 높아지고 있다. 국내의 경우 2002년 8월 30일~9월 1일까지 태풍 루사(Rusa)에 의해 강릉지방에는 200년 빈도를 상회하

는 강도를 가진 일 최대강우(870mm)가 발생하였고, 2010년과 2011년에 서울시에 기상통계를 벗어나는 집중호우가 발생하였다. 그 대책의 일환으로 하수관거 개선사업에서는 주요 시설물의 설계빈도를 10~20년으로 상향조정했다(환경부, 2010). 그럼에도 불구하고 기존에 매설된 하수관거를 전면적

으로 확장하는 것이 불가능하고 또한 하수관거의 통수능을 상향하더라도 최근 발생하는 것과 같이 100년 빈도를 상회하는 강우가 발생할 경우에 도시 침수피해를 극복하는데 어려움이 상존한다.

도시 침수피해는 불확실성은 물론이고 고밀도 개발이 완료된 도시표면에 강우에 의한 지표면 유출수가 시설물에 의한 유출 지체현상과 지하에 매설된 하수관거의 통수용량 등이 상호 연계되어 발생한다. 이러한 이상 우수 유출현상에 대한 도시 침수 대책 수립을 위해서는 하수관거내의 유출과정은 물론이고 도시 지표시설(건물, 도로 등) 사이로 유출되는 지표수의 흐름에 대한 정교한 해석이 요구된다.

이창희 등(2006)은 Dual-Drainage 방식의 하수관거모의 모델을 개발하여 지표수의 배제를 모의하였고, 조완희 등(2010)은 2차원 침수해석에서 건물의 영향을 분석하였다. 하창용 등(2010)은 LiDAR 자료로부터 다양한 해상도의 표고모델을 생산하여 지형자료의 해상도가 침수해석에 미치는 영향을 분석하였다. Shubert & Sanders(2012)은 침수해석 시 건물의 처리에 관한 기법을 building-resistance, building-block, building-hole, building-porosity 등의 네 가지로 제시했고, Horritt 등(2011)은 통상적인 침수 해석 시 건물에 대한 영향을 building-resistance 방법이 비교적 높은 정확도를 보이는 것으로 보고하였다. 그러나 이 방법은 연구 지역에 산재해 있는 모든 건물에 일일이 조도계수 등의 값을 설정해야 하기 때문에 입력 자료의 구축에 상당한 시간이 필요하게 된다. 한편, building-hole 방법과 building-porosity 방법은 입력자료 구축 시 별도의 격자망을 생성해야 하기 때문에 일반적으로 획득할 수 있는 표고자료를 직접적으로 활용하기 어려운 단점이 있다.

따라서 본 연구는 building-block 방법을 활용하여 도시구역의 침수를 해석하고 이로부터 건물에 대한 영향을 분석하는데 목적이 있다.

침수 분석은 하수관거가 설치된 도시표면의 최대 침수면적과 침수깊이, 지표 유출수의 속도, 그리고 관거 내 우수의 유량 및 수위변화를 포함하며, 지표

면 유출수의 하수관거 내 재유입을 고려하였다.

II. 연구방법

1. 유역의 개황

본 연구의 대상지역은 충청북도 청주시의 상습침수지역으로 청주시를 가로 지르는 무심천의 우안에 위치하고 있다. 산악지형을 제외한 대상지역의 표고는 최저 EL.38.15m에서 최고 EL.42.5m이며 평균 EL.40.46m로 무심천의 계획홍수위인 EL.39.69m보다 낮은 지역이 많은 특징을 갖고 있다. Fig 1은 대상지역을 나타낸 것으로 대상지역은 단독주택지 위주의 전형적인 주거지를 나타내며 대상지의 중심부에 상업시설이 일부 집중되어 있다. 대상지역의 불투수율은 약 96%이며 유역면적은 11.84km²이다.

2. LiDAR 기반 지형자료의 구축

지형자료는 크게 표면의 고도자료를 활용하여 표고모델을 제작하는 경우(DEM; Digital Elevation Model)와 노면 위에 건설된 구조물 등의 높이를 함께 고려하는 경우(DSM; Digital Surface Model)로 구분할 수 있다. 특히 최근 측량기술의 발달로 인해 LiDAR측량이 가능해짐에 따라 1m×1m 해상도 이하의 DSM을 생산할 수 있게 되었다. 이러한 LiDAR자료를 활용하여 도시구역의 침수해석을

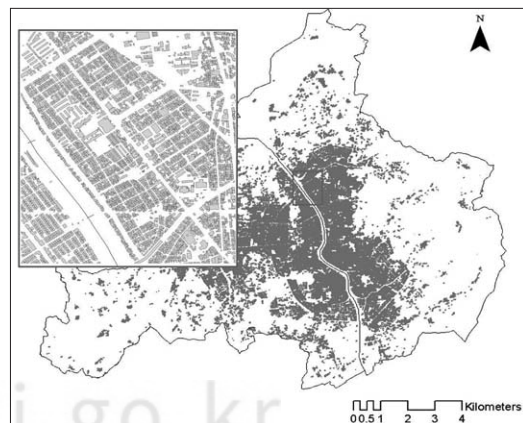


Fig. 1. Study area

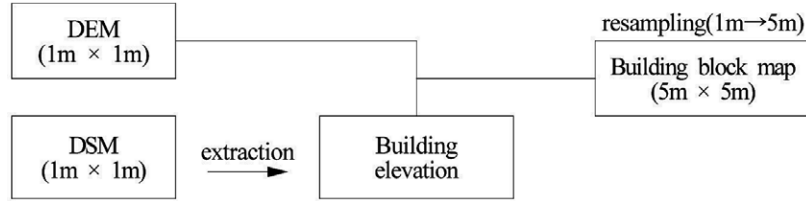


Fig. 2. Terrain data processing

수행할 경우 모의결과의 재현력과 정확성이 높다고 알려져 있다(Lichti *et al.*, 2008). 이는 도시구역의 인공 구조물(건물, 각종 구조물 등) 등이 구역의 침수체적을 감소시켜 침수특성을 변화시키기 때문이다. 이 중 건물과 같이 점유면적인 큰 구조물은 침수특성에 영향을 미치는 주요한 인자로 침수 모의 시 이들의 처리방법에 따라 해석결과가 판이하게 달라질 수 있다. Shubert & Sanders(2012)은 침수해석 시 건물의 처리기법을 다음과 같이 제안했다.

(1) Building-resistance(BR) 방법

건물의 영역에 조도계수 등과 같은 저항계수의 값을 다른 영역에 비해 높게 설정하여 지표수의 유입을 억제하는 방법

(2) Building-block(BB) 방법

건물의 영역에 균등하게 건물의 지상고를 합성하여 건물을 블록화 시켜 지표수의 유입을 억제하는 방법

(3) Building-hole(BH) 방법

침수모의를 위한 계산격자 생성 시 건물의 외벽을 따라 유입을 억제하는 격자(Holes)를 생성하여 경계조건을 설정하는 방법

(4) Building-porosity(BP) 방법

공간적으로 분포된 침수 매개변수(건물 흡인계수, 투과성 등)를 구조물의 위치보다 계산에 용이하도록 개념적으로 침수 해석 모델에 반영시키는 방법

본 연구에서는 지형자료의 건물 유무에 따른 침수특성의 변화를 분석하는 것이 목적인 바, LiDAR 측량 성과로부터 1m×1m 고도모델인 DEM과 건물

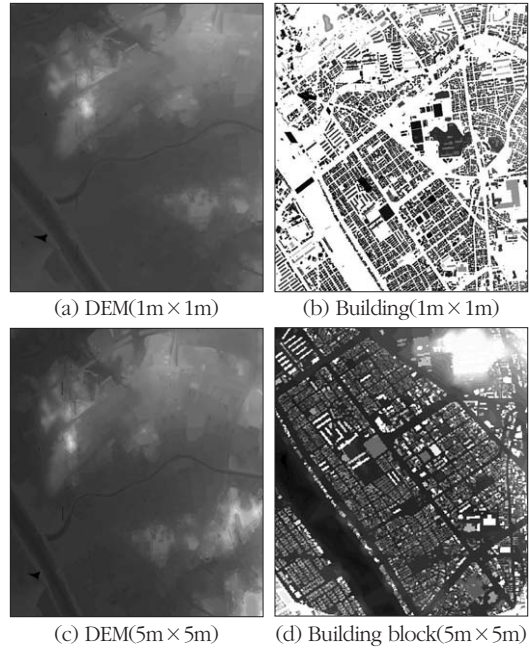


Fig. 3. The example of constructed terrain data

의 고도정보가 포함되어 있는 LiDAR 자료에서 추출한 건물 표고 자료를 중첩하여 건물 영역도(DEM + 건물표고)를 작성하였다(Fig 2). DEM과 지표건물정보를 결합하는 과정에서 TIN(Triangular Irregular Network) 방법을 사용할 경우, 구조물과 지면의 경계 부근에 보간법에 의해 가상의 공간이 생성되어 침수체적을 감소시켜 결과적으로 침수특성을 왜곡할 소지가 높다. 따라서 DEM과 지표건물 정보를 결합시 경계면의 왜곡을 최소화시킬 수 있는 Mosaic기법을 활용하였다. Fig 3은 LiDAR로부터 추출한 1m 해상도의 DEM(a)과 건물정보(b)를 나타내며, 이를 바탕으로 resampling을 통해 생성된 5m해상도의 DEM(c)과 건물영역도(d)를 나타낸다.

3) 2차원 도시 홍수유출해석모형의 개요

XP-SWMM 2D는 미국 EPA의 SWMM (Storm Water Management Model) 모형과 호주 WBN사에서 개발한 2차원 침수해석용 Full Dynamic 엔진인 TUFLOW (Two dimensional Unsteady FLOW)를 결합한 모형이다. 본 모형은 1차원 배수관망 해석은 물론 2차원 지표수 흐름을 해석할 수 있도록 개발되었으며 표고자료 입력 시 자체적인 DTM(Digital Terrain Model)을 생성하여 지표수의 동적인 흐름을 모의할 수 있다. 또한 저류지 최적 설계를 위한 별도의 모듈을 제공하고 있으며 재해도 작성을 위한 다양한 위험도 평가기법을 제공한다. 본 모형의 지배방정식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \zeta}{\partial t} + u \frac{\partial(H_u)}{\partial x} + v \frac{\partial(H_v)}{\partial y} &= 0 \\ \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - c_f v + g \frac{\partial \zeta}{\partial t} + g u \left(\frac{n^2}{H^{10/3}} + \frac{n^2}{2g \partial x} \right) \sqrt{u^2 + v^2} \\ - \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} &= F_x \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} - c_f u + g \frac{\partial \zeta}{\partial t} + g v \left(\frac{n^2}{H^{10/3}} + \frac{n^2}{2g \partial y} \right) \sqrt{u^2 + v^2} \\ - \mu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} &= F_y \end{aligned}$$

여기서, ζ 는 수면고도, u 는 X방향의 깊이에서 평균 유속, v 는 Y방향 깊이에서 평균 유속, H 는 수심, t 는 시간, x 는 X방향의 거리, y 는 Y방향의 거리, c_f 는 코리올리 힘 계수, n 은 조도계수, f_i 는 형상손실계수, μ 는 모멘텀 수평 확산 계수, p 는 대기압, ρ 는 물의 밀도, F_x 와 F_y 는 X와 Y방향에서 외부 작용력의 합

XP-SWMM 2D는 지표수의 하수관거로의 재유입이 가능하도록 모형을 설정할 수도 있으며, 특히 침수에 의한 지표수도 재유입 대상에 포함된다. 만약 침수 시 지표수의 하수관거 내 재유입이 고려되지 않는다면 정확한 침수특성을 분석하기 어렵다. 이는 침수된 지표수가 배제될 수 있는 방법이 없기 때문에 지표면에 계속 축적되어 최대 침수심 혹은 최대 침수면적 등 산정에 오차를 발생시키게 된다. 그럼에도 불구하고 지표수의 하수관거 재유입을 고

려한 연구는 많지 않은데 이는 침수특성의 시간적인 특성 보다는 침수특성의 극값이 주 관심대상이기 때문에 판단된다. 그러나 국내에는 지표수의 측구를 통한 재유입에 대한 연구가 진행되지 않아 측구 혹은 맨홀의 유입계수 등을 국내 상황에 맞게 설정할 수 없는 문제가 있다. 따라서 본 연구에서는 지표수의 하수관거 내 재유입을 고려하되, 재유입 계수 등과 같은 매개변수는 모형에서 제공하는 기본 값을 적용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 모형의 구축

침수특성의 정확한 분석을 위해 모형 구축 시 해당 구역의 모든 관거를 모의대상으로 설정하였다. 따라서 기존 소유역 기반의 모형과 달리 맨홀의 집수면적을 수리계산서를 통해 구득하여 모형의 입력 자료로 활용하였다. 대상구역의 하수관거 연장은 총 31.5km이며 평균 관경은 1,080mm로 분석되었다. 일부 차집 관거를 제외하면 대부분이 원형 관거인 것으로 조사되었다.

모형의 보정을 위한 강우사상은 2012년 10월 22일에 관측된 강우사상(강우량: 37.5mm, 강우강도: 3.4mm/hr)을 선택하였고 침수특성 분석을 위한 강우사상은 2012년 8월 15일에 관측된 강우사상(총 강우량: 165mm, 강우강도: 16.5mm/hr)을 선택하였다. 이는 실제 침수가 발생했던 시점에 하수관거 내 유량조사가 수행되지 않아 모형의 보정과 침수특성 분석을 위한 강우사상을 별도 선정하였으며 보정을 수행했던 10월 22일 강우 시에는 대상 구역 내에 침수가 발생하지 않았다. 모형 구축 시 활용한 조도계수는 선행연구를 통해 검증된 값을 사용(콘크리트 관 : 0.014)하였으며, 지표수의 맨홀로의 재유입은 모형에서 제공하는 PRE-2009 방법을 활용하였으며 그 식은 다음과 같다.

$$Q = A \times (d - h) t$$

여기서, A 는 맨홀의 집수면적, d 는 2차원 수심, h 는 맨홀의 표고, t 는 모의시간간격

Table 1. Summary of model parameters

Variables	Values
Num. of nodes	588
Area of nodes(ha)	0.01~22.81(AVG: 0.94)
Manning's n	0.014
Impervious ratio	0.84~0.95
Num. of conduits	615
Diameter(m)	0.05~3.0(AVG: 1.08)

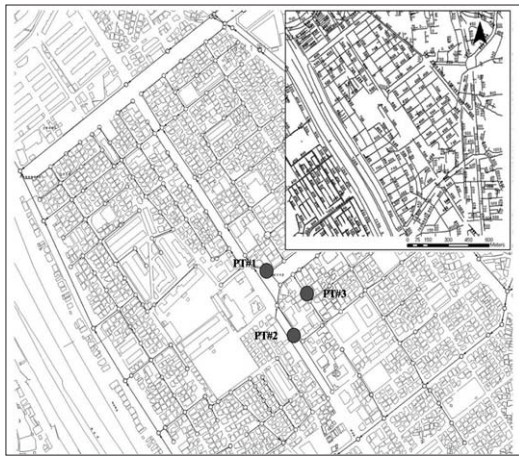


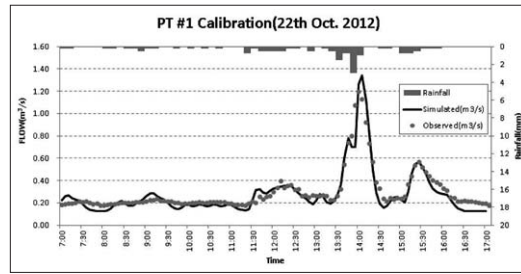
Fig. 4. The result of model establishment

Table 1은 대상지역의 모형구축결과의 주요 변수를, Fig 4는 대상지역의 관거현황 및 모형구축결과를 나타낸 것으로 대상지의 588개의 맨홀과 615개의 관에 대해 모형을 구축하였다. 한편 Fig 4의 3개 지점은 금회 분석에서 활용된 유량계측 지점 및 침수 수심 계측지점을 나타낸다.

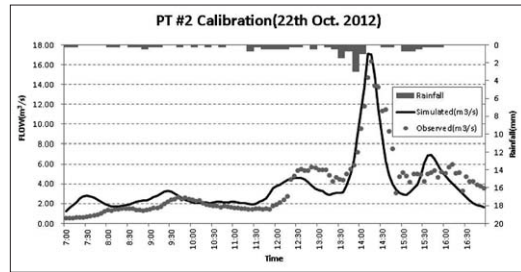
2. 모형의 보정

Fig 4에서의 3지점(PT#1, PT#2, PT#3)은 연구 대상지역 내에서 비교적 침수심이 깊은 지역으로 침수발생 당시 모바일 캠코더를 이용하여 촬영한 지점이다. 해당 자료의 촬영시간은 17시 38분부터 17시 46분까지로 이를 통해 개략적으로 침수깊이를 유추할 수 있다. 이에 본 연구에서는 3개의 지점 중 PT #1과 PT #2 지점의 하수관거에 유량계를 설치하여 2012년 10월 22일 강우사상을 관측하고 이를 활용하여 모형의 보정을 수행하였다(Fig 5).

모형의 보정 결과 두 지점 모두 R²가 0.7 이상으



(a) PT #1



(b) PT #2

Fig. 5. The results of calibration for each PT

Table 2. The summary of calibration results




Points		Min (m ³ /sec)	Max (m ³ /sec)	AVG (m ³ /sec)	R ²
PT #1	Obs	0.174	1.196	0.293	0.91
	Sim	0.123	1.341	0.276	
PT #2	Obs	0.547	16.340	3.727	0.76
	Sim	1.234	17.110	3.729	

로 재현력이 양호한 것으로 나타났으며 특히 PT #1의 경우 전체적인 유출 패턴이 실측값과 유사한 것으로 나타났다. 반면 PT#2의 유출 패턴은 다소 실측값과 상이하나 평균 유량의 경우 PT #1보다 정확도가 높은 것으로 나타났다. Table 2는 모형의 보정결과를 나타낸다.

3. 지형자료의 종류에 따른 침수심 오차 분석

전술한 바와 같이 대상 구역 내의 침수 촬영 동영상을 이용하여 지형자료별 침수심 산출 오차를 분석하였다. Table 3은 대상지역에서 촬영된 동영상의 17시 40분 캡처 사진으로 지점별 침수심은 10~16cm인 것으로 추정된다. 지점별 오차량 산출을 위해 DEM과 건물 영역도에 의해 산출된 침수심과 실측 침수심과 비교하여 RMSE (Root Mean Square Error)를 산출하였으며, 산출식은 아래와 같다.

Table 3. The list of observed inundation depth

Points	Mobile Camcorder still scenes
PT #1 (10~11cm)	
PT #2 (16~17cm)	
PT #3 (15~16cm)	

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - x_i)^2}$$

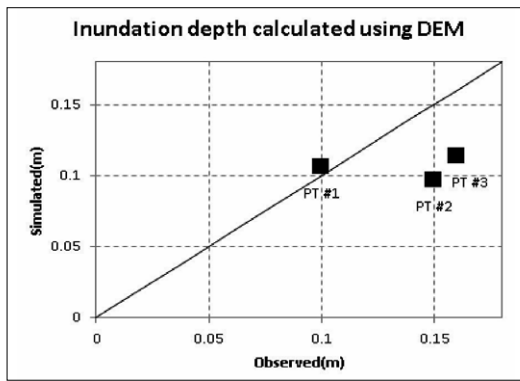
여기서, N은 자료의 수 y_i 는 관측값, x_i 는 모의값 지형자료의 종류에 따른 각 지점별 침수심의 분포는 Fig 6과 같다. PT #1의 경우 DEM과 건물 영역도를 활용한 결과 모두 실측값에 가깝게 침수심을

모의한 것을 확인 할 수 있었다. 이와 같이 PT #1은 비교적 저지대이면서 각 도로가 합류하는 교차로 지점으로, 건물 등이 침수심에 미치는 영향이 적어 지형자료에 따른 침수심의 차이가 크지 않은 것으로 판단된다.

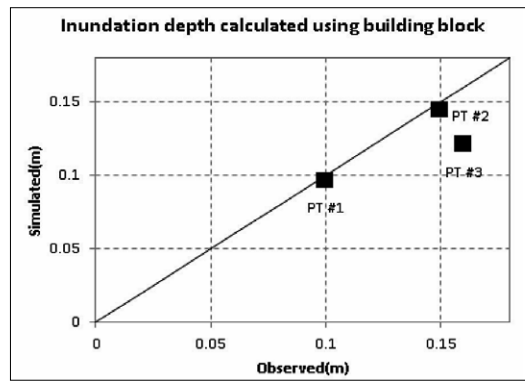
한편 PT #2와 PT #3 지점 모두 건물 영역도를 활용한 경우가 신뢰도가 높은 것으로 나타났다. PT #2 지점은 주도로로 지표형상 건물의 영향을 적게 받을 것으로 보이지만 도로 좌우의 건물에서 유입되는 지표수에 의해 침수심이 영향을 받았기 때문에 판단되며 PT #3는 건물 사이에 위치한 지점으로 지표형상 건물의 영향을 받았기 때문에 판단된다.

반면, PT #1, PT #2, PT #3 세 지점 모두 DEM의 경우 지표수 흐름이 건물의 영향 받지 않아 인근 맨홀로의 지표수 재유입이 빨라 건물 영역도를 활용한 경우에 비해 침수 지속시간이 짧은 것으로 분석되었다(Table 4).

지형자료에 따른 RMSE 산출결과는 Table 4와



(a) DEM



(b) Building block

Fig. 6. Inundation depth for each PT

Table 4. The results of RMSE calculation

Variable	PT #1		PT #2		PT #3	
	Bldg block	DEM	Bldg block	DEM	Bldg block	DEM
Inundated time(min)	185	125	150	45	150	60
Min(m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Max(m)	0.10	0.11	0.15	0.11	0.14	0.10
Avg(m)	0.03	0.01	0.04	0.01	0.04	0.01
Obs.(m)	0.10		0.16		0.15	
SE	0.00002	0.00003	0.000259	0.002195	0.000879	0.00284
RMSE(m)	0.01961(Building block) < 0.04110(DEM)					

같다. 계산상의 편의를 위해 추정된 실측값은 각 지점별 최소값으로 설정하였다. RMSE 산출결과 DEM은 0.041m로 건물 영역도의 RMSE 0.020m에 비해 약 2배의 오차가 발생하는 것으로 나타났다. 전체적으로 DEM의 경우 지점에 따른 침수심의 변화가 크지 않게 나타났는데 이는 해당 지역의 표고가 각 지점별로 차이가 없기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 도시구역의 침수해석에는 가급적 건물 영역도와 같은 DSM을 사용하여야 할 것으로 판단되며 이를 통해 침수해석의 신뢰도를 높일 수 있을 것으로 판단된다.

4. 지형자료의 종류에 따른 침수특성 변화

계측된 3개 지점에서의 침수심의 비교를 통해 건물 영역도를 활용한 경우가 DEM을 활용한 경우에 비해 침수정확도가 높았으며 또한 침수심이 큰 것으로 나타났다. 동일한 시간(17:40)에 대상지역 전체에 걸쳐 지형자료의 종류에 따른 침수심의 비교를 분석한 결과는 Fig 7과 같다. 대상지의 총 격자 34,272개 중 DEM과 건물 영역도 모두 침수심이 존재하는 경우는 526개의 격자로 건물 영역도의 침수심이 큰 경우는 401개의 격자로 나타났다. 또한 DEM에 의한 침수심은 모두 0.1m 이내에 분포하였으나 건물 영역도에 의한 침수심은 0.5m 이내로 침수심의 분산이 상대적으로 컸다.

침수심이 주로 분포하는 0.1m 범위로 한정하여 침수깊이를 비교하면 0.1m 범위에 존재하는 격자는 461개였으며, 이중 건물 영역도의 침수심이 큰 경우는 363개 격자로 나타났다.

침수면적이 최대일 때 침수심의 분포는 Fig 8과 같다. 도로 유출을 고려하지 않은 상태의 지표면 유출량은 지형자료의 형상에 따라 유하 하다가 맨홀로 유입되어 배수된다고 가정하였다. 이 과정에서 우수 관거의 배수능력 이상의 유입유량(지표면 유출량 + 관내 하수량)이 유입되면 초과유량은 맨홀 월류량으로 계산되어 월류 지점에서 인접한 저지대로 지표수가 유입되어 침수가 발생하는 것으로 모의하였다. Fig에서와 같이 지형자료의 종류가 DEM일 경우 침수심의 분포는 건물의 영향 없이 지표표고에 따라 분포함을 알 수 있다. 여기서 구역의 좌측 상단부와 구역의 중앙부가 저지대로 나타났으며 침수심은 10~15cm 범위인 것으로 나타났다. 한편 건물 영역도의 경우, 대상지의 주요 간선도로를 따라 DEM에 비해 비교적 낮게(2~8cm) 침수심이 분포하는 것으로 나타났다. 최대 침수면적은 DEM에 의한 침수면적(14.02ha)이 건물 영역도에 의한 침수면적(9.23ha)비해 약 1.5배 가량 넓은 것으로 나타났다.

한편 대상구역의 관측지점의 침수심이 최대가 되는 17:40분의 지표흐름의 유속 분포는 Fig 9와 같

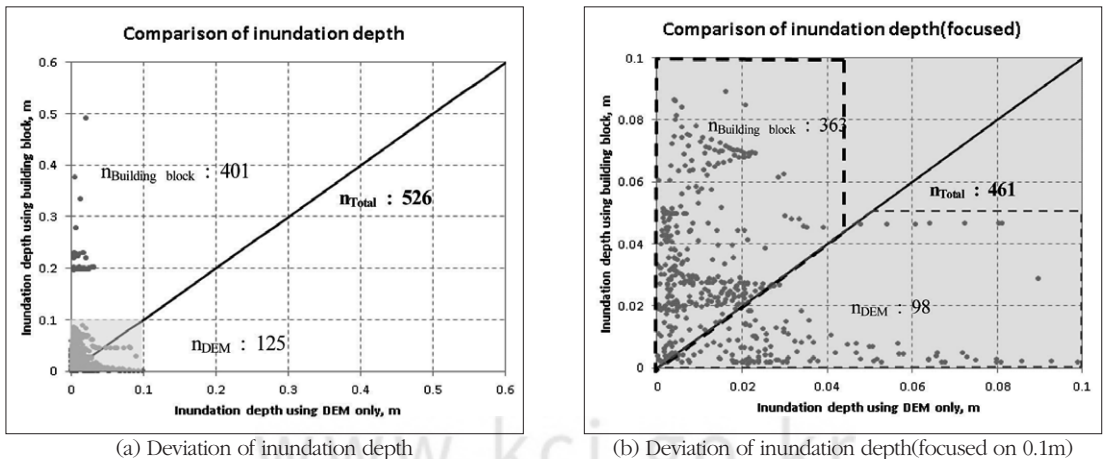


Fig. 7. Comparison the inundation depth(m) calculated by using DEM only with one calculated by using building block(at 17:40)

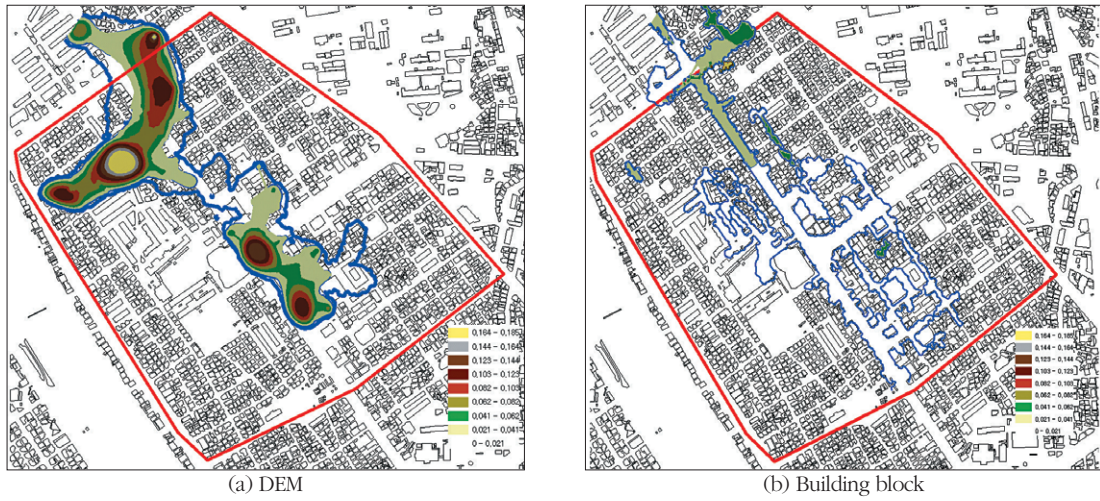


Fig. 8. The inundation depth map if the inundated area were maximum

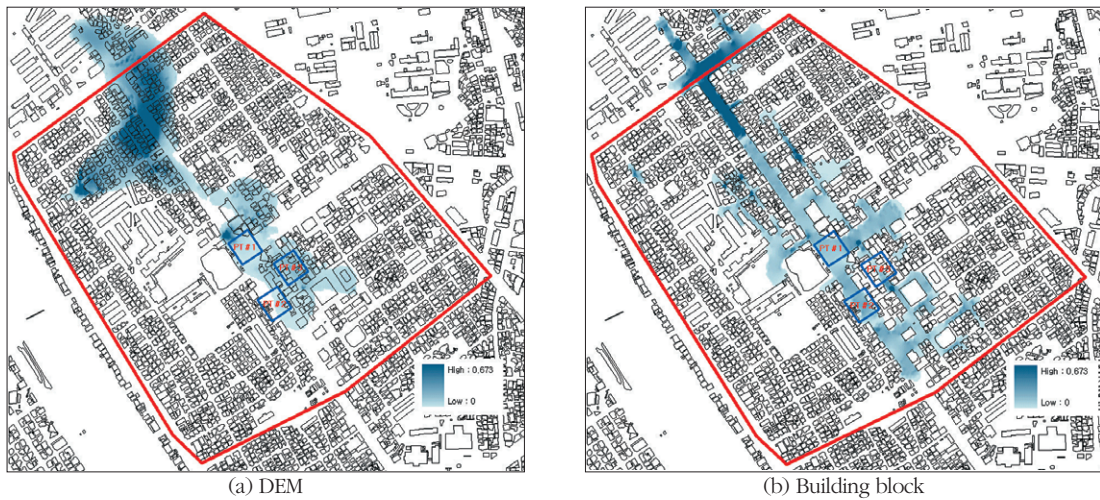


Fig. 9. The surface flow velocity at 17:40

Table 5. Flow velocity by each PT(at 17:40)

Points	Velocity(m ³ /sec)	
	DEM	Building block
PT #1	0.038	0.033
PT #2	0.012	0.025
PT #3	0.043	0.055

다. 유속의 분포는 DEM과 건물 영역도 모두 침수심이 깊은 지역일수록 유속이 빠른 것으로 분석되었다. 지점별 유속은 Table 5와 같다. PT #1의 경우 간선도로의 교차로 지점으로 건물에 의한 영향이 적은 지점으로, 유속 분석결과에서도 DEM과 건물 영역도 모두 유사한 것으로 분석되었다. 그러나

건물의 영향을 받기 시작하는 PT #2와 PT #3의 경우, 건물의 의한 간섭현상에 의해 건물 영역도에 의한 유속이 DEM보다 크게 나타났으며 특히 PT #2에서는 2배 이상 유속이 빠른 것으로 분석되었다.

PT #2는 도로에 위치한 지점이지만 도로의 좌우에서 빠르게 유입되는 지표수가 특별한 간섭현상이 해당지점으로 집수되면서 유속이 상승한 것으로 판단되며, PT #3은 단독주택 건물이 밀집하여 건물의 밀도가 가장 높지만 지표고 역시 비교적 낮아 DEM에 의한 유속과 건물 영역도에 의한 유속의 차이가 비교적 크게 발생하지 않은 것으로 판단된다.

이와 같이 도시유역의 침수는 건물의 영향으로 인해 침수면적은 감소하는 반면 침수심 및 지표수의 유속은 더 커지는 양상을 나타낸다. 따라서 도시유역의 침수해석에는 건물의 정보가 포함된 지형자료를 사용해야 침수해석 결과의 신뢰성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

IV. 결론

본 연구에서는 지표 건물 형상정보 수준의 변화가 도시 침수특성 예측결과에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 이를 위해 합류식 하수관거가 설치된 도시표면 중 실측값이 존재하는 지점을 선정하여 2차원 도시유출모형인 XP-SWMM 2D를 활용하여 침수를 모의하였다. 지형자료의 종류에 따른 침수특성의 변화를 모의하기 위해 LiDAR 기반의 측량자료로부터 DEM과 건물 영역도를 구축하였으며 지표면 유출수의 하수관거 내 재유입을 고려하였다.

분석결과, DEM은 건물의 영향을 적게 받는 지역에서는 건물 영역도와 유사하거나 높은 신뢰도를 나타내지만 건물의 영향이 나타나는 골목길 등과 같은 지점에서는 DEM의 신뢰도가 급격히 하락하였다. 또한 모의된 침수심의 오차량을 분석한 결과 건물 영역도의 오차량 0.0196m로 DEM 오차량에 절반수준인 것으로 나타났다. 한편 최대 침수면적의 경우, DEM에 의한 침수면적이 건물 영역도에 비해 약 1.5배 큰 것으로 분석되었으며, 각 관측지점의 17시 40분의 유속 분석결과 건물의 영향이 적은 지점에서는 유속이 유사하였지만 직간접적으로 건물의 영향을 받는 지점에서는 건물 영역도에 의한 유속이 DEM보다 높은 것으로 나타났다.

향후 연구에서는 건물의 집적수준에 따른 침수특성을 분석하여 건물의 해상도에 따른 침수심의 민감도를 분석하고자 한다.

사 사

이 논문은 2012 년도 정부[교육과학기술부]의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 [No.2011-0028914]

참고문헌

- 조완희, 한건연, 김영주(2010), GIS를 활용한 2차원 침수해석에서의 건물영향분석, 한국지리정보학회지 13(2), 119-132.
- 이창희, 한건연, 노준우(2006), Dual-Drainage개념에 의한 도시침수해석모형의 개발, 한국토목학회논문집 26(4B), 379-387.
- 하창용, 한건연, 조완희(2010), GIS를 활용한 LiDAR 자료의 밀도에 따른 2차원 침수해석, 한국지리정보학회지 13(1), 74-88.
- 환경부(2010), 공공하수도의 우수관리 강화 기본계획.
- Horritt, M.S., Bates, P.D.(2001), Effects of spatial resolution on a raster based model of flood flow, Journal of Hydrology, 253, 239-249.
- Lichti, D., Pfeifer, N., Maas, H.-G(2008), Terrestrial laser scanning, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 63, 1-3.
- Shubert, J.E., Sanders, B.F.(2012), Building treatments for urban flood inundation models and implications for predictive skill and modeling efficiency, Advances in Water Resources, 41, 49-64.

최종원고채택 13. 02. 04