

수치지형모형(DTM) 수정을 통한 침수범위설정 방법 연구

Study on the Method of the Setting up Depth Grid by Editing Digital Terrain Model

이정우*, 박남희**, 김철***
Jeong U Lee, Nam Hee Park, Chul Kim

요 지

HEC-GeoRAS는 HEC-RAS의 모의값을 토대로 지형공간자료로 나타내기 위한 ArcView GIS의 확장모형이다. 이모형은 홍수 범람도 작성 및 침수피해 위험도 평가 등에 이용되고 있으며, 이때 홍수 범람도 작성이나 침수범위 설정에 이용되는 지형자료가 수치지형모형(DTM)이다. 수치지형모형에서 표고는 수치지도와 횡단자료를 중첩시켜 만든 TIN(Triangulated Irregular Network)과 같은 자료 구조 규칙을 사용하여 저장된다. HEC-GeoRAS에서 여러 가지 RAS Themes을 만드는데 이 중에서 지형속성 Themes을 생성할 때 문제점이 발생하는데 사용자가 HEC-GeoRAS 사용하여 직접 드로잉하기 때문에 잘못된 위치에 지형속성자료를 입력할 수 있다는 것이다. 또한 TIN생성 시 하천 고수호안이 수직 옹벽형태로 되어 있으면 벽체에 여러 개의 고도자료가 존재하는데 한 개의 고도값만 입력할 수 있어 횡단면이 왜곡된다는 점이다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하고자 ArcView GIS에서 RAS Themes을 구축할 때 Auto CAD를 사용하여 지형속성자료를 드로잉 하였고, 수직 옹벽형태의 측점을 수정하여 고도값을 추가 입력하였다. 연구 대상지역은 광주천으로 고수호안이 수직 옹벽형태로 되어 있어 벽체에 여러 개의 고도값이 존재하므로 TIN 구축 시 횡단면이 왜곡되는 하천이다.

연구결과 횡단자료가 갖고 있는 좌표를 Auto CAD에서 입력할 수 있어 정확한 위치에 지형속성자료를 생성할 수 있었다. 또한 수직 옹벽형태의 측점을 수정하여 고도값을 추가 입력함으로써 횡단면 왜곡을 보완할 수 있었다. 홍수량에 따른 최대 침수심과 침수면적을 분석한 결과 횡단자료 수정 전·후 2배정도 차이가 생김을 알 수 있었다. 본 연구의 결과를 이용하면 보다 정확한 침수범위를 설정할 수 있고, 저빈도 홍수위 분석도 용이할 것이다.

핵심용어 : HEC-GeoRAS, DTM, Auto CAD

1. 서론

최근 지구촌은 무분별한 난개발과 산업화로 오존층파괴, 이상기온현상 등을 야기하여 크고 작은 자연재해가 빈번하게 발생하고 있다. 우리나라도 지역 특성상 태풍 또는 게릴라성 집중호우 등으로 과거에 발생하지 않았던 이상홍수의 연속적인 발생으로 큰 피해를 입은 바 있다. 홍수로 인한 피해를 줄이기 위해서는 제방, 댐, 유수지 등의 구조물을 건설하는 것이 보다 근본적인 대책이 될 수 있다. 하지만 구조물은 경제성 평가에 의한 적정 설계빈도에 적합한 규모로 설치되기 때문

* 사이버회원 · 호남대학교 토목환경공학과 석사과정 · E-mail : createall83@naver.com

** 정회원 · 호남대학교 토목환경공학과 산업기술연구소 연구원 · E-mail : pnh@honam.ac.kr

*** 정회원 · 호남대학교 토목환경공학과 교수 · E-mail : kuchul@honam.ac.kr

에 설계빈도를 넘어서거나 과거에 발생하지 않았던 대규모의 홍수가 발생하는 경우에는 홍수방어 구조물만으로 홍수로 인한 피해를 줄이기 곤란하다. 이에 따라 홍수예경보, 홍수보험, 홍수재해지도(hazard map) 등의 비구조물적인 홍수방어대책을 수립하여 구조물에 의해 방어할 수 없는 홍수를 방어해야 한다. 특히 요즘처럼 과거에 발생하지 않았던 대규모 홍수가 전국에 걸쳐 발생하고 앞으로 어느 규모의 홍수가 어느 지역에서 발생할지 예측하기 곤란한 시점에서는 구조물에 의한 홍수방어 외에도 각종 비구조물적 방법에 의한 홍수방어가 반드시 필요하다. 비구조물적 홍수방어 대책의 하나인 홍수재해지도를 제작하기 위해서는 여러 가지 자료와 기술이 필요하나 그중 침수범위를 예측할 수 있는 기술이 무엇보다 중요하다(풍수해 EAP수립 실무, 2007). 또한 도시하천의 경우 횡단자료 수정을 통해 저빈도 홍수를 분석하여 정확한 비(非)침수 둔치 위치와 면적을 산정함으로써 적합한 생활체육시설, 공원 등의 설치 장소를 선정할 수 있다. 더불어 저빈도 홍수 분석을 통해 홍수로 인한 피해를 산정하고 대책을 수립할 수도 있다.

황태하(2004)등과 김기석(2006)등은 HEC-GeoRAS & HEC-RAS를 이용하여 홍수범람지역에 대해 연구하였고, 김훈(2004)은 지역빈도 강우자료와 HEC-RAS를 이용한 농지침수지역에 관한 연구를 실시하여 모형의 적용성을 검증하였다. 또한 김주일(2004)은 HEC-GeoRAS를 이용하여 부정류해석에 의한 홍수구역 결정에 대하여 연구한 바 있다.

본 연구에서는 침수범위 설정에 있어 수치지형모델을 수정하여 보다 정확한 예측을 하고자 한다. 수치지형모델의 표고는 수치지도와 횡단자료를 중첩시켜 TIN(Triangulated Irregular Network)형태로 이루어져 있다. ArcView GIS에서 RAS Themes을 구축할 때 Auto CAD를 사용하여 지형속성자료를 드로잉 하였고, 고수호안이 수직 옹벽형태로 되어 있어 한 개의 수직면에 여러 개의 고도값이 존재하여 TIN구축 시 횡단면이 왜곡되는 곳은 측점을 수정한 후 고도값을 추가함으로써 정확한 침수범위를 설정하고자 하였다.

2. 연구방법

본 연구 대상지역은 광주천으로 영산강 권역에 속하는 제1지류이다. 광주의 진산(鎭山) 무등산에서 발원하여 동구 학동 중심사천의 합류점을 시작으로 이후 시가지를 가로질러 북서류 하다가 시가지 서쪽에서 극락천과 합류하여 서구 유촌동에서 영산강으로 흘러드는 하천으로서 하천연장은 11.8km, 유역면적은 106.47km²에 달한다. 수치지형모델 구축에 사용한 수치지도는 광주천이 포함된 지도(1:25,000)를 사용했다. 또한 수치지형모델 생성 시 중요한 인자인 횡단자료는 광주천 하천정비기본계획(2004)을 참조하였다. 횡단간격은 각 하천의 현황을 고려하여 100m 간격으로 구성되었고 낙차공, 취수보, 교량지점 등에 대해서는 보완하여 추가되었다, 1개 횡단면에서 측점간 거리는 20m로 하는 것이 원칙이나 지형이 급변하는 지점에 대하여는 추가로 구성되었다.

2.1 횡단자료수정

HEC-RAS 횡단면 지형자료화면(그림 1)에서 좌측 횡단면 좌표를 추출하여 각 지점의 측점을 Auto CAD에서 드로잉 한다. Auto CAD에서 측점을 삽입할 때 point 명령을 사용하는데 1개 횡단면에 측점이 적게는 20여개에서 많게는 50개 이상으로 구성되어 있다. 또한 각 측점에는 X, Y 좌표 값뿐만 아니라 Z값(고도)도 입력하므로 개개의 측점을 입력하려면 작업시간이 많이 소요된다. 그래서 Dream이라는 extension을 사용하면 보다 간편하게 X, Y, Z 값을 삽입할 수 있고, 작업 시간을 단축할 수 있다.

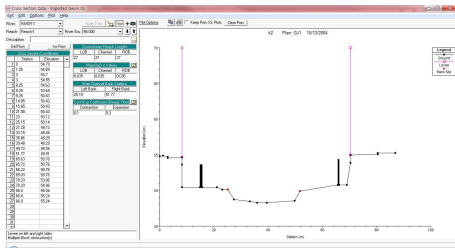


그림 1. 횡단면 지형자료화면

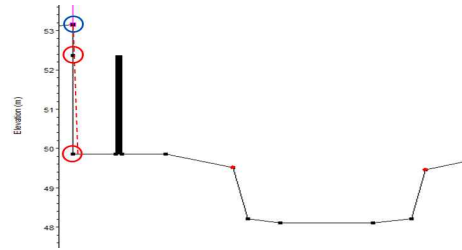


그림 2. 횡단측점 수정 예시

횡단측점을 입력함에 있어 중요한 작업은 수직 벽체에 여러 개의 고도자료가 존재할 경우 벽체 중간측점을 1cm씩 이동시켜 고도값을 입력하여야 한다(그림 2).

2.2 지형속성자료 구축

HEC-GeoRAS는 지형공간 데이터를 처리하기 위해서 특별히 설계된 ArcView GIS의 확장모형이다. HEC-GeoRAS는 먼저 preRAS 작업을 수행하는데 작업순서는 Stream Centerline을 드로잉하여 XS Elevations까지 순서대로 수행하면 된다(그림 3). 지형속성자료를 생성할 때 ArcView GIS에서 사용자가 직접 드로잉하면 정확성이 떨어지므로 Auto CAD에서 작업하게 되면 보다 정확한 위치에 지형속성자료를 구축할 수 있다(그림 4). 그림 4의 파랑 실선은 Stream Center Line, 그 바로 옆에 빨강 실선은 Bank Lines, 제일 밖의 녹색 실선은 Flow Paths이다. Auto CAD에서 작업 후 ArcView GIS에서 불러들일 수 있도록 *.dwg 또는 *.dxf 파일로 export하게 된다. 여기서 주의할 점은 *.dwg 또는 *.dxf 파일 속성이 3d lineZ, 3d pointZ로 구성되어 있는데 preRAS에서는 2d line과 2d point가 필요하기에 3dto2d라는 extension을 사용하면 쉽게 shape file(*.shp)로 변환할 수 있다.



그림 3. preRAS pull-down menu

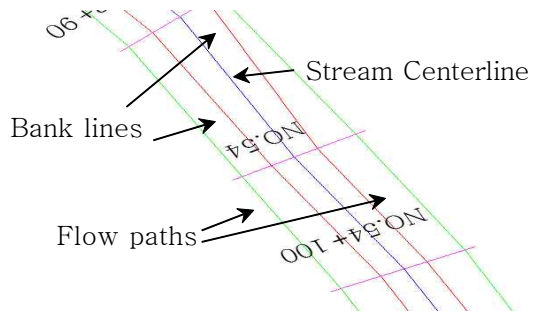


그림 4. Auto CAD상의 지형속성자료

2.3 침수범위 설정

preRAS 프로세싱을 거친 후 preRAS 풀다운 메뉴에서 Generate RAS GIS Import File 메뉴를 선택하여 HEC-RAS에서 작업할 파일을 생성한다. 앞에서 export한 Geometric Data가 담긴 파일을 HEC-RAS에서 불러들여 각 지점에 대한 Manning's number 0.035~0.038를 입력한다(광주광역시, 2004). 다음 단계는 정상류(steady flow) 흐름에 대한 모의를 실시하기 위해 구간별 홍수량 및 하상경사 등을 입력해야한다. 이번 연구에서는 30년 빈도에 대한 모의를 실시하였는데 관련 자

료는 광주천 하천정비기본계획(2004)을 참조하였다. 홍수량은 유역추적법, SCS 합성단위도법 등 다양한 방법으로 산정되어 있으나 광주천 하천정비기본계획에서 채택한 유역추적 및 하도추적법(Clark Muskingum-Cunge)으로 산정한 홍수량을 사용하였다. 상류부근(증심사천)에서 홍수량이 200CMS 흐르고 하류부근(영산강 합류점)에서는 500CMS 정도 흐르고 있다. 마지막 단계로 postRAS 작업을 통해 침수범위를 설정해주면 된다. postRAS 풀다운 메뉴에서 Theme Setup을 선택하면 앞서 생성한 RAS GIS file 및 TIN을 설정해주면 되고, 침수범위를 나타낼 셀(cell)크기를 설정해줄 수 있다. 셀크기가 작을수록 선명한 이미지 표현이 가능하다. 하지만 셀크기가 작을수록 처리시간이 길어지기 때문에 셀크기를 너무 작게 설정하지 않도록 주의해야한다. 본 연구에서는 셀크기를 0.5 (map units, 0.25km²)정도로 수행하였다.

3. 연구결과

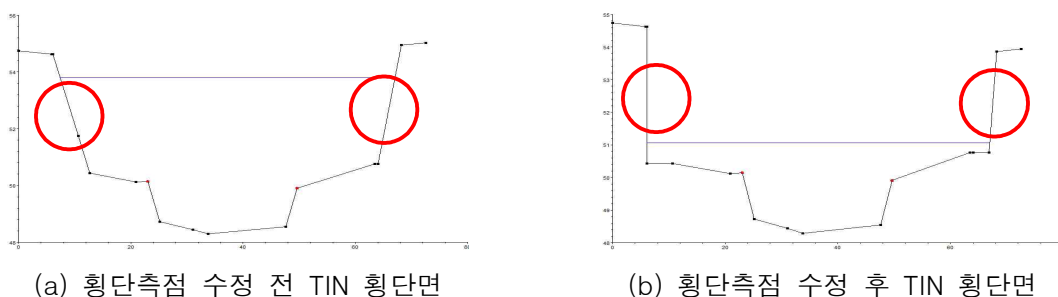


그림 5. 횡단측점 수정 전·후 TIN 횡단면 비교

고수호안이 수직 옹벽형태로 되어 있어 벽체에 여러 개의 고도자료가 존재할 경우 횡단자료를 수정하여 측점을 추가함으로써 실제 단면에 가깝게 구현하였다. 그림 5는 광주천 학림교 부근으로 증심사천 합류 후 하류방향으로 1km 떨어진 횡단면을 비교한 것이다. 그림 5(a)는 기존 횡단자료를 그대로 사용하여 수치지도와 중첩하여 TIN을 생성시킨 횡단면을 나타낸 것이다. 실측 횡단면(그림 1)이 수직 옹벽형태로 되어 있어 벽체에 여러 개의 고도값이 존재하는 단면과 비교하면 횡단면적이 왜곡되어 작게 나타냄을 알 수 있었다. 그림 5(b)는 횡단자료의 측점을 수정작업 후 횡단자료로 사용하여 TIN을 생성시킨 횡단면으로써 실측 횡단면(그림 1)과 비교하면 거의 같음을 알 수 있었다.

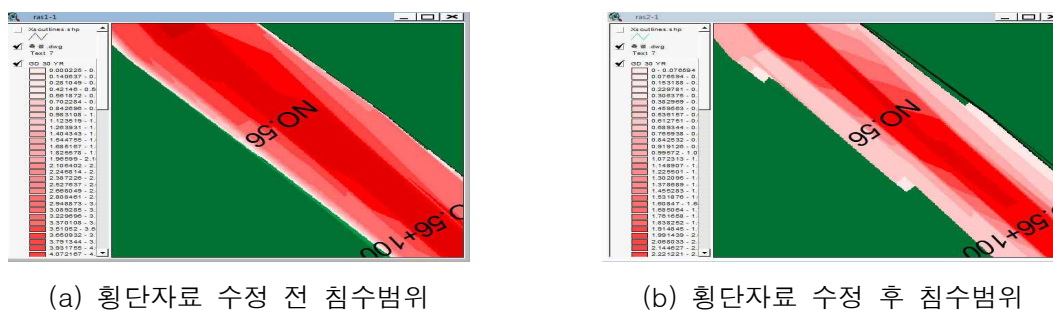


그림 6. 횡단자료 수정 전·후 침수범위 비교

그림 6은 광주천 횡단자료 수정 전·후 TIN을 각각 생성하여 30년 빈도 홍수량을 적용시켜 모의한 침수범위를 도식한 결과이다. 지점은 학림교 부근으로 횡단자료 수정 전·후 침수범위를 나타내고 있다. 최대 침수심은 횡단면 수정 전이 5.5m이고, 수정 후는 2.8m로 나타났다. 또한 횡단면의 침수 면적은 수정 전·후 각각 237㎡, 92㎡인 것으로 나타나 최대 침수심과 침수 면적이 대략 2배가량 차이가 나는 것으로 모의 되었다.

4. 결론

수치지형모형 구축 시 지형속성자료를 생성할 때 ArcView GIS에서 사용자가 직접 드로잉하면 정확성이 떨어지므로 Auto CAD에서 작업하여 보다 정확한 위치에 지형속성자료를 구축할 수 있었다. 광주천의 경우 고수호안이 수직 옹벽 형태로 되어 있어 벽체 측점을 그대로 사용하면 횡단면이 왜곡되는(축소현상) 현상이 발생했다. 이러한 문제점을 해결하고자 본 연구에서는 수직 옹벽 형태의 경우 최상단 고도값을 제외한 하단부 측점 위치를 수정한 횡단자료를 사용하여 수치지형모형을 생성하여 횡단면 왜곡현상을 보완하였다. 또한 이러한 횡단자료 수정이 침수범위에 미치는 영향을 분석하였는데 30년 빈도 홍수량을 사용하여 모의한 결과 횡단자료 수정 전·후 최대 침수심은 5.5m와 2.8m였고, 침수 면적은 237㎡, 92㎡로 나타나 횡단면 왜곡에 대한 보완이 이루어진 것으로 보인다.

본 연구를 통해 향후 홍수예경보, 홍수보험, 홍수재해지도(hazard map) 등을 작성할 때 보다 정확한 침수범위를 설정할 수 있을 것으로 사료되며 정확한 침수범위 설정으로 제작된 홍수재해지도를 토대로 홍수방어대책 수립에도 도움을 줄 것으로 기대된다. 또한 저빈도 홍수를 분석하여 정확한 비(非)침수 둔치 위치와 면적을 산정함으로써 적합한 생활체육시설, 공원 등의 설치 장소를 선정할 수 있다. 더불어 저빈도 홍수 분석을 통해 홍수로 인한 피해를 산정하고 대책을 강구할 수 있을 것으로 보인다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 및 한국건설교통기술평가원 건설핵심연구개발사업의 연구비지원(06건설핵심B01-자연과 함께하는 하천복원기술개발)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 광주광역시(2004), 광주천 하천정비기본계획, pp. 2-1~4-52.
2. 김창수, 김종순, 이영대(2008), HEC-GeoRAS를 이용한 서낙동강유역의 침수현상 분석, 2008 대한 토목학회 정기학술대회, pp. 3651~3654.
3. 이주현(2010), HEC-RAS와 HEC-GeoRAS를 이용한 홍수범람도 작성, 제20회 수공학워크숍.
4. 한건연(2006), HEC-RAS를 이용한 홍수추적, 제16회 수공학워크숍.
5. 한국방재협회 부설 방재연수원(2007), 풍수해 EAP수립 실무, pp. 65~109.
6. HEC(2002), HEC-GeoRAS User's Manual Version 3.1, pp 9~113.