

GIS기법을 이용한 야계사방 입지해석 모델 개발*

Development on Location Analysis Model of GIS in Torrential Stream

김기흥**, 정혜련***, 박상현****, 마호섭*****, 박재현*****

Kim, Ki Heung · Jung, Hea Reyn · Park, Sang Heyn · Ma, Ho Seop · Park, Jae Hyeon

요 지

본 연구의 지리정보시스템(GIS)을 이용한 야계의 입지해석모델 개발은 사방댐 하류 야계에 대한 야계사방사업의 위치 선정, 하도계획 및 구조물 계획 등을 기 구축되어 있는 국가 DB와 강우강도 산정, 홍수유출해석 및 수리계산 소프트웨어를 연계하여 체계적으로 표준화된 시스템을 구축하는 것이 목표이다.

따라서, 본 연구에서는 강우, 지형·지질·토지이용 자료를 이용하여 홍수유출해석을 통해 기본홍수량을 산정하고, 홍수량과 수치지형도 및 항공사진으로부터 추출한 야계의 종단, 평면 및 횡단 지형정보를 기본자료로 HEC-RAS의 지형자료(geometry data) 및 흐름자료(flow data)를 구축하여 수리계산을 수행하였다. 수리계산 결과를 토대로 종단, 평면, 횡단의 하도계획과 호안, 수제 및 하상유지공 등 구조물 계획 등에 필요한 야계입지해석모델을 개발하고자 하였다.

연구결과 강우, 지형·지질·토지이용, 항공사진 자료 등 국가 DB자료만을 이용하여 야계입지를 해석할 수 있는 시스템을 개발하였으며, 1 : 5000의 수치지형도 및 항공사진으로부터 야계부분에 대한 지형도를 분리하여 1m 간격의 등고선으로 된 수치지형도에서 야계의 종단, 평면 및 횡단 지형정보를 기본자료로 수리계산을 위한 HEC-RAS의 지형자료(geometry data)를 구축할 수 있음을 제시하였다.

또한 수리계산 결과를 토대로 최심하상고, 수위, 수심, 유속, 소류력, Froude수 등 종단, 평면, 횡단의 하도계획과 호안, 수제 및 하상유지공 등 야계 구조물 계획 등에 필요한 수리학적 인자를 추출할 수 있었으며, 시험유역에 대한 적용 가능성을 검토한 결과 야계사방사업의 입지선정을 위한 수단으로 활용할 수 있음을 제시하였다.

핵심용어 : 지리정보시스템, 야계입지해석, 야계사방, 하도계획, 야계 구조물

* 본 연구는 2008년도 산림과학 기초연구 지원사업의 연구비지원에 의해 수행되었음.
** 정회원, 진주산업대학교 토목공학과 교수 · E-mail : khkim@jinju.ac.kr
*** 진주산업대학교 산학협력단, 공학석사 · E-mail : mymi69@lycos.co.kr
**** 비회원, 진주산업대학교 토목공학과 석사과정 · E-mail : psh5059@nate.com
***** 비회원, 경상대학교 산림환경과학부 교수 · E-mail : mhs@gnu.kr
***** 정회원, 진주산업대학교 산림자원학과 교수 · E-mail : pjh@jinju.ac.kr

1. 서론

야계유역에서 가장 문제가 되는 것은 산악지의 사면, 절·성토사면 등 급경사지의 평형상태가 붕괴되어 중력방향으로 내려오는 산사태가 주원인으로서 크게 외적인 원인과 내적인 원인으로 구분할 수 있다. 외적인 원인으로서는 강우와 지진 등을 들 수 있으며, 내적인 원인으로서는 지형 및 지질 등을 들 수 있다. 이외에도 산지의 벌목이나 도로공사를 위한 인위적인 절·성토사면의 생성 등의 인간의 활동 역시 사면붕괴를 일으키는 간접적인 원인이 될 수 있다. 이러한 원인으로 발생한 산사태는 토석류의 형태로서 하류로 전파되는 동안 야계를 황폐화 시킬 뿐 만 아니라 인명과 재산피해를 유발하므로 야계유역의 입지해석은 과거에 사면붕괴 이력이 있거나 발생할 가능성이 있는 지역에 대한 대책의 도출을 목표로 수행되어야만 한다.

따라서 본 연구의 지리정보시스템(GIS)을 이용한 야계의 입지해석모델 개발은 사방댐 하류 야계에 대한 야계사방사업의 위치 선정, 하도계획 및 구조물 계획 등을 기 구축되어 있는 국가 DB와 강우강도 산정, 홍수유출해석 및 수리계산 소프트웨어를 연계하여 체계적으로 표준화된 시스템을 구축하는 것이 목표이다.

2. 야계입지해석

강우, 지형·지질·토지이용 자료를 이용하여 홍수유출해석을 통해 기본홍수량을 산정하기 위하여 홍수량과 수치지형도 및 항공사진으로부터 추출한 야계의 종단, 평면 및 횡단 지형정보를 기본자료로 HEC-RAS의 지형자료 및 흐름자료를 구축하여 수리계산을 수행한다. 수리계산 결과를 토대로 종단, 평면, 횡단의 하도계획과 호안, 수제 및 하상유지공 등 구조물 계획 등에 필요한 야계입지해석모델을 제시하고자 하였다.

연구성과의 적용평가 및 모니터링을 위하여 경남 산청군의 삼장면의 홍계리에 홍계지구시험유역을 선정하였다.

3. 야계입지해석모델 개발

본 연구에서는 연구성과의 적용평가 및 모니터링을 위하여 경남 산청군 삼장면의 홍계리에 홍계지구시험유역을 선정하였으며, 홍계지구에는 경남산림환경연구원과 공동 시범사업으로 이미 맞춤형 테트라블럭 사방댐을 건설하였다. 야계입지해석모델을 평가하기 위하여 홍계지구의 야계유역에 적용하였다. 야계입지해석은 그림 1과 같이 홍수유출해석, 야계지형추출, 수리계산의 3 부분으로 구성되며, 수치지형도에서 추출한 야계지형과 수리계산결과로부터 야계입지를 평가할 수 있다.

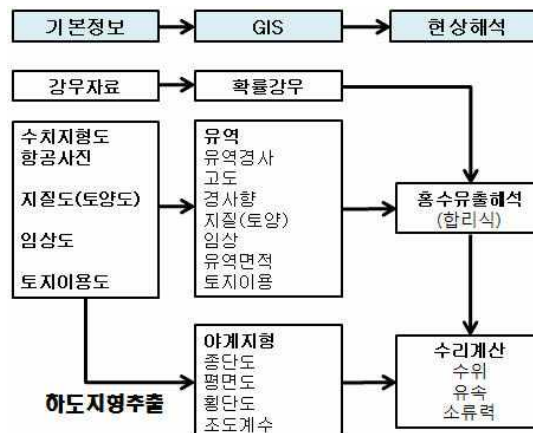


그림 1. 야계하도입지해석모델 구성도

3.1 강우자료의 수집 및 분석

관련한 강우자료는 기상청 강우자료와 국가수자원관리종합정보시스템(<http://www.wamis.go.kr>)의 수문기상/강우자료에서 전국의 실시간 강우자료를 입수할 수 있으며, 또한 전국 각 시군의 읍면별 강우자료를 기초자치단체의 재난종합상황실에서 확보할 수 있다. 국립방재연구소에서 개발하여 활용되고 있는 강우분석프로그램(FARD2006)을 이용하여 해당지역 관측소의 우량 자료를 분석하여 지속시간별 연최대치계열을 산정하고, 이를 수문학적 의미를 갖는 지속시간 및 재현기간별 확률강우량 산정을 위해 고정시간간격의 자료계열을 임의시간간격의 자료계열로 변환하여 사용하였다.

3.2 유역의 지형, 지질 및 토지이용정보 추출

홍수량산정을 위한 합리식을 적용하기 위해서는 유역면적과 토지이용정보, 강우강도결정을 위한 홍수도달시간 산정을 위해서는 유로연장, 경사 등의 지형정보가 필요하다.

수치지형도로부터 추출된 DEM 자료는 1 : 5,000 축적 지형도상의 5m 간격의 등고선 및 고도값을 입력하고 이를 5m×5m 간격의 격자로 재구성하여 각 격자당 하나의 고도값을 갖는 DEM 자료로 변환될 수 있으며, DEM 자료를 이용하여 경사도, 경사방향, 고도분포, 음영기복, 경사방향 등 각종 지형분석을 수행할 수 있다. 또한 지질도, 토지이용도, 임상도를 유출해석에 이용하였다.

3.3 야계의 지형특성 정보 추출

야계의 하도계획 및 구조물 계획을 위해서는 수리계산을 수행하여 수위, 유속, 소류력 등의 수리학적 매개변수를 산정해야 한다. 이를 위해서는 하천의 평면도, 종단도 및 횡단도를 작성해야 한다. 일반적인 하천의 경우 직접 하천중형단측량을 통하여 지형정보를 확보하지만 야계의 경우 주변 토지이용도가 낮거나 대부분 임야이며, 야계의 거석, 기반암 등 하상의 불규칙한 특성 및 측량시 시거확보의 곤란 등 여러 가지 문제점이 있다. 따라서, 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 등고선 간격이 5m인 1 : 5000의 수치지형도에서 보간법에 의하여 1m 간격의 등고선을 형성시켜 하도지형을 추출한다. 이렇게 추출된 야계의 평면, 종단, 횡단의 지형정보를 HEC-RAS의 지형자료(geometry data)로 구축한다. 그림 2는 본 연구의 시험유역인 홍계지구 야계의 고도, 경사 및 경사향 분포를 분석한 결과이다.



그림 2 홍계지구 야계의 고도, 경사 및 경사향 분포

3.4 홍수유출해석 및 기본홍수량 산정

합리식(rational formula)은 구조가 간단하고 사용이 간편하여 수문학적 기초가 없는 기술자뿐만 아니라 전문기술자도 상황에 따라서 많이 사용하는 홍수량 추정방법으로 가장 인기있는 방법이다. 일반 자연유역의 합리식 적용에 있어서는 침투에 의한 강우량 손실이 필연적이므로 이를 고려하기 위하여 유출계수를 곱하여 침투홍수량을 산정한다.

$$Q_p = 0.2778 \times C \times i \times A$$

여기서, Q_p 는 침투홍수량(m^3/sec), 0.2778은 단위환산계수, C 는 유출계수, i 는 지속기간

T_c 의 강우강도(mm/hr), A는 유역면적(km²)이며, 본 연구에서 수행한 홍수량 산정과정 및 결과는 다음과 같다.

- 강우관측자료를 수집하고 FARD 2006를 이용하여 빈도-지속시간에 대한 확률강우량 산정
- Kerby, Kirpichi, Rziha, Kraven 공식 적용하여 도달시간을 산정하고 Kirpichi 값을 채택
- 도달시간에 대한 강우강도를 산정
- 합리식에 강우강도, 유역면적, 유출계수를 적용하여 30년 빈도 홍수량을 산정

표 1. 합리식에 의한 시험유역의 홍수량 산정결과

지구	항목	유역면적 (km ²)	유출계수	도달시간 (min)	적용빈도 (년)	강우강도 (mm/hr)	홍수량 (m ³ /sec)	비고
홍계	계	3.80	0.83	41	30	66	58.07	

3.5 수리계산

본 연구에서는 수치지형도를 이용, 야계의 평면, 종단 및 횡단에 대한 지형정보를 추출하고 그 결과를 수리계산의 지형자료로 구축하였다. 그림 3은 홍계지구 시험유역에 대한 수치지형도 및 HEC-RAS의 평면도, 횡단도 및 종단도를 나타낸 것이다. 홍계지구의 수리계산결과로서 대부분의 구간에서 3.0m/sec의 유속을 나타내고 있으므로 홍수시 세굴 및 측방침식이 발생하는 하도임을 알 수 있으며, Froude수가 1이상으로서 사류상태의 흐름이므로 강성호안 및 바닥막이공 등 구조물 계획이 필요함을 알 수 있다. 그림 4 및 5는 홍계지구의 수치지형도 및 현장측량 지형자료를 이용한 계산 수위 및 유속을 비교한 것으로써 부분적으로 다소의 차이는 있지만 대체적인 경향은 유사하므로 야계사방사업의 입지선정에는 활용할 수 있을 것이라 판단된다.

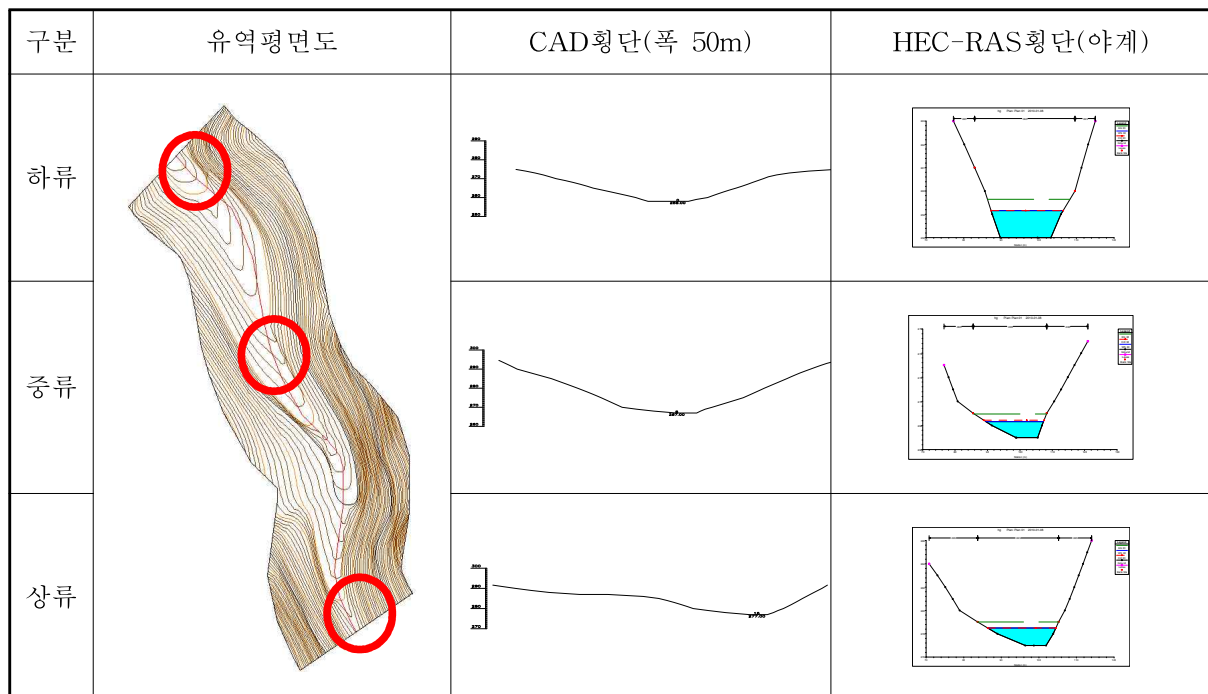


그림 3. 홍계지구 CAD의 평면도, 횡단도 및 HEC-RAS의 계산결과 및 횡단면도

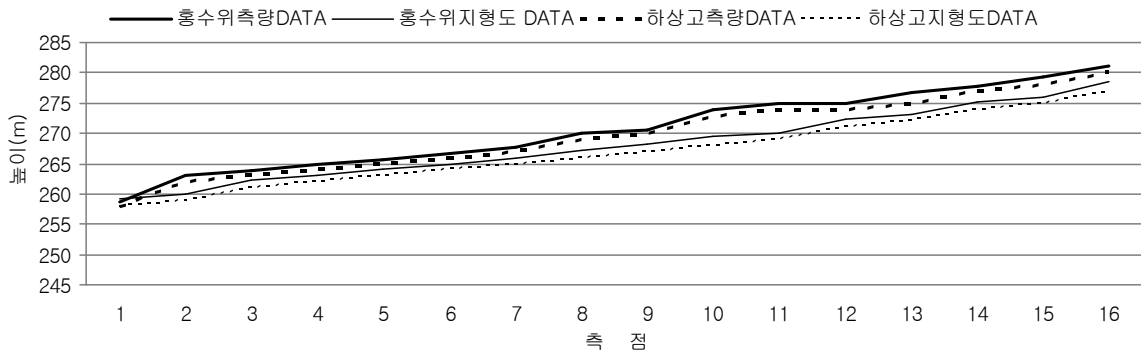


그림 4. 홍계지구의 수치지형도 및 현장측량 지형자료를 이용한 계산 수위비교

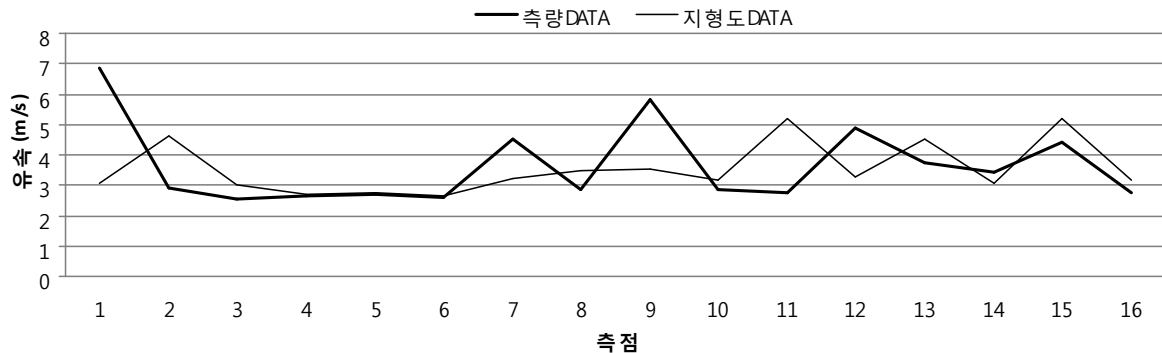


그림 5. 홍계지구의 수치지형도 및 현장측량 지형자료를 이용한 계산 유속비교

4. 결론

GIS 기법을 응용한 야계유역의 입지해석 모델을 개발하는 것으로서 연구결과를 요약하면 다음과 같다. 강우, 지형·지질·토지이용, 항공사진 자료 등 국가 DB자료만을 이용하여 야계입지를 해석할 수 있는 시스템을 개발하여 1 : 5000의 수치지형도 및 항공사진으로부터 야계부분에 대한 지형도를 분리하여 1m 간격의 등고선으로 된 수치지형도에서 야계의 종단, 평면 및 횡단 지형정보를 기본자료로 수리계산을 위한 HEC-RAS의 지형자료(geometry data)를 구축할 수 있었다.

수리계산 결과를 토대로 최심하상고, 수위, 수심, 유속, 소류력, Froude수 등 종단, 평면, 횡단의 하도계획과 호안, 수제 및 하상유지공 등 구조물 계획 등에 필요한 수리학적 인자를 추출할 수 있으며, 시험유역에 대한 적용 가능성을 검토한 결과 야계사방사업의 입지선정을 위한 수단으로 활용할 수 있는 것으로 판단된다.

감 사 의 글

본 연구는 2009년 산림과학기술개발사업 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 국토해양부 국토지리정보원(<http://map.ngii.go.kr>), 수치지형도
2. 환경지질연구정보센터(http://ysgeo.yonsei.ac.kr/map/map_ieg.html), 지질도
3. 농촌진흥청 국립농업과학원(흙토람)(<http://asis.rda.go.kr>), 토양도
4. 산림청(산림GIS포털)(<http://fgis.forest.go.kr/fgis/Main.aspx>), 식생도
5. 국토해양부 한강홍수통제소(<http://www.wamis.go.kr>), 강우자료
6. 김기홍외 5인, 하천공학(1997), 청문각, pp. 21-25
7. 행정자치부 국립방재연구소(2002), 사면붕괴의 유형별 원인과 저감대책 연구, pp. 5-98.
8. 高橋 保, 土石流の機構と對策(2003), 近未來社, pp. 113-172