

## 홍수 시나리오에 의한 가상 범람 해석

### The Analysis Of Virtual Floodplain Using Flood Scenario

윤희천<sup>1)</sup>, Yun, Hee Cheon · 이용욱<sup>2)</sup>, Lee, Young Wook · 강영미<sup>3)</sup>, Kang, Young Mi

<sup>1)</sup> 정회원 · 안산공과대학 토목과 교수 · 공학박사

<sup>2)</sup> 정회원 · 선문대학교 토목공학과 겸임교수 · 공학박사

<sup>3)</sup> 정회원 · 충남대학교 토목공학과 박사과정 · 공학석사

#### 1. 서론

산업발전과 자산가치의 증가로 인해 홍수로 인한 피해액은 해마다 증가하고 있으며, 특히 1990년대에 들어서는 역대 최고 피해를 기록하는 홍수사상이 매 해마다 되풀이되고 있는 실정이다.

본 연구는 홍수발생 시나리오와 항공 레이저 측량에서 획득된 DEM 데이터를 이용하여 붕괴 지점에 대한 시간대별 침수심 및 최대 침수심을 해석함으로써 가상홍수로 인한 피해지역의 검토 및 홍수의 공학적 해석의 기초정보로 활용하고 도시계획도 및 토지이용도와 연계하여 토지이용효율을 극대화하고자 한다.

본 연구의 흐름도는 표 1과 같다.

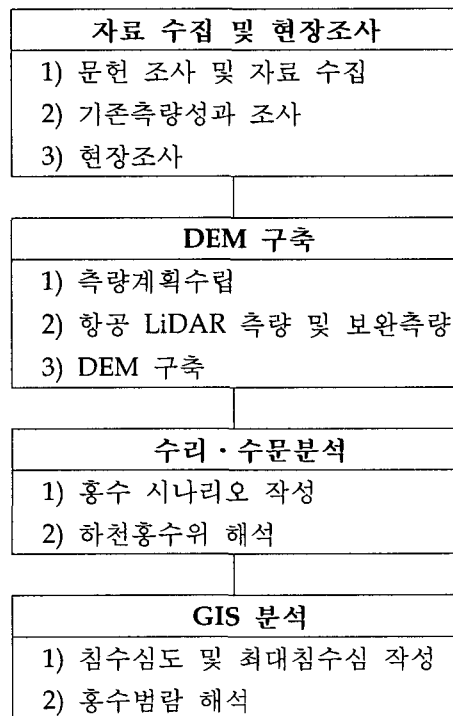


표 1. 흐름도

## 2. 연구내용

### 2.1 대상지역

이 지역은 국가하천인 한강 본류와 합류하는 지방2급 하천인 왕숙천 하구 우안부에 위치하고 있는 지역으로서 한강과 왕숙천에 동시에 접하고 있다. 이 지역은 행정구역상으로 구리시 남부에 위치하고 있으며 북동쪽으로는 왕숙천을 경계로 남양주시가, 남쪽으로는 한강을 경계로 서울 암사동과 하남시, 서쪽으로는 서울 광진구 및 중랑구가 위치하고 있다. 이 지역의 면적은 13.69 km<sup>2</sup>이며, 총 8,478명의 인구가 거주하고 있다.

### 2.2 LiDAR측량을 이용한 DEM 제작

가상 범람원을 해석하기 위해서는 범람구역을 예측하기 위한 모델링을 지원하는 지형공간 자료의 정확도와 경제성, 객관성, 현실성이 매우 중요하다. 여기서 주요한 지형공간자료는 DEM이며 범람 모델링의 결과는 제공된 DEM의 정확도에 따라 좌우된다고 할 수 있다. 따라서 보다 경제적이고 효율적이며 정확한 DEM의 제작이 필수적이다. 범람 분석에 필요한 격자의 크기는 최소 5m 이하이어야 하며, 30cm정도의 수직 정확도가 필요하다.

LiDAR측량을 이용한 DEM제작은 타 방법에 비해 시간, 비용, 정확도면에서 탁월하다. 해외의 경우 LiDAR측량을 연안지역과 산림지역 매핑, 홍수 등 방재관련 프로그램에 집중적으로 이용하고 있다.

특히 미국의 FEMA(Federal Emergency Management Agency)의 경우 수치표고모형과 수치지형모델에 필요한 자료수집 및 국가재해보험 프로그램 결과처리를 위해서는 반드시 LiDAR측량에 의지해야 한다고 공식 발표했다.(1999년 5월)

LiDAR System을 이용하여 스캐닝 후 데이터 프로세싱 과정을 거쳐 DEM제작하는 방법으로 DEM에 있어서 가장 중요한 높이값의 정확도가 타 방법에 비해 월등히 높고 경제적이며 소요시간이 작은 반면 넓은지역의 DEM작성이 가능하므로 가장 효율적인 방법으로 알려져 있다.

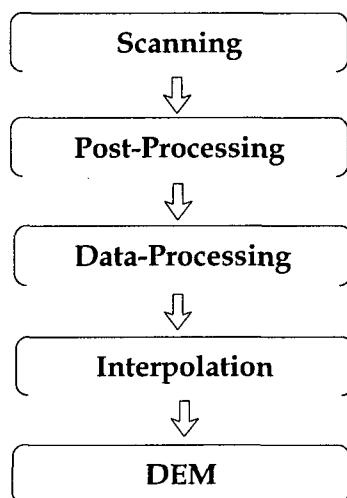


그림 1. LiDAR 측량을 이용한 DEM 제작 과정

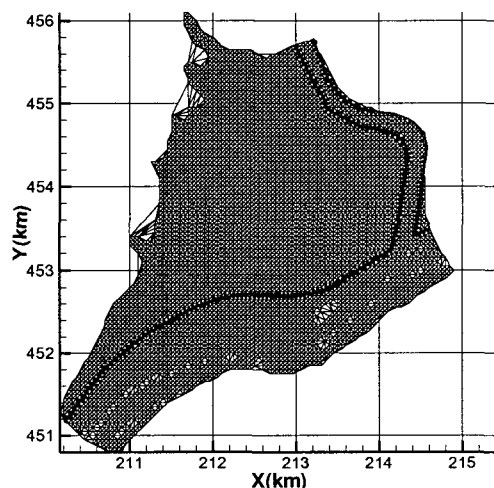


그림 2. 구리지역의 DEM 데이터

### 2.3 홍수 시나리오 작성

홍수피해의 발생형태는 하천의 상류, 중류, 하류별로 다른 양상으로 나타난다. 상류의 경우 급경사에 의한 급류나 토석류로 인한 세굴, 붕괴 피해가 주로 발생하며, 강우강도가 클수록 피해액의 연관성이 크게 나타난다. 반면 중하류에서는 홍수위에 의한 하천범람이 홍수피해를 일으키는 주된 원인으로 작용하고 있다. 이러한 홍수범람의 발생형태의 원인을 기준으로 크게 외수범람 및 내수침수로 나눌 수 있다. 외수범람은 대상지역의 상류로부터 우수가 유입되어 범람하는 형태이며, 내수침수는 대상지역 자체유역의 우수로 인한 침수형태를 말한다.

홍수 시나리오는 유역조건에 대한 시나리오(basin condition scenario), 홍수사상의 빈도규모 시나리오(flood frequency scenario), 홍수방어시설의 붕괴 시나리오(flood defense failure scenario)를 모두 포함하여야 한다. 유역조건 시나리오는 유역 내에 급속히 도시화가 이루어지고 있는 지역, 토지이용에 현격한 변화가 현재 진행되고 있는 지역, 치수대책이 근래에 마련될 지역에 대해서는 도시계획에 의한 도시화의 정도, 토지이용의 변화와 같이 미래의 조건을 시나리오에 포함하도록 한다(CASE I 10년 전, CASE II 현재, CASE II 5년후, CASE III 10년후...). 홍수빈도 시나리오는 각 지역별로 5개 CASE를 상정하도록 하며 빈도를 추가하여 내수범람검토가 요구되는 경우 1~2개 CASE를 추가하도록 한다. 각 CASE는 재현기간으로 나타내도록 한다(CASE I 30년 빈도, CASE II 50년 빈도, CASE III 80년 빈도, CASE IV 100년 빈도...). 붕괴 시나리오는 과거 침수실적과 원인을 파악하고, 현재의 홍수방어시설 현황 및 취약성을 파악하여 붕괴 시나리오를 작성하도록 한다. 홍수방어시설의 붕괴는 크게 내수와 외수에 의한 붕괴로 나누어 내수범람과 외수범람의 유형을 각각 CASE별로 작성하도록 한다.

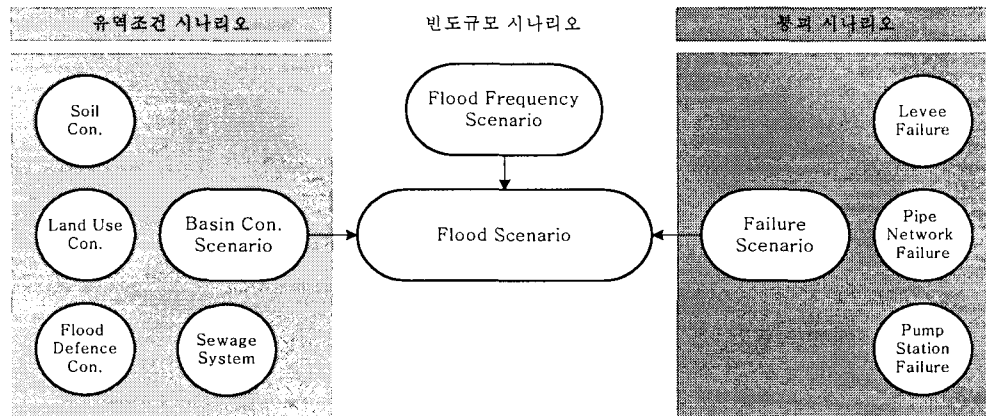


그림 3. 홍수 시나리오의 작성

구리지역의 과거 침수실적 기록을 살펴보면 1984년 왕숙천 지류인 인창천 미개수 구간의 월류 범람을 제외하고는 1998년, 2001년의 피해가 모두 내수침수로 인한 피해로 나타났으며, 강우의 빈도는 한강의 계획빈도가 200년이고 왕숙천 하구의 계획빈도가 100년인 점을 감안하여 30년, 50년, 80년, 100년, 200년, 500년의 여섯 개의 시나리오를 적용하도록 한다. 그림 4는 한강-03 구리지역의 각 측정들에 대한 빈도별 홍수위를 나타낸 것이고, 구리지역의 홍수시나리오는 표 2와 같다.

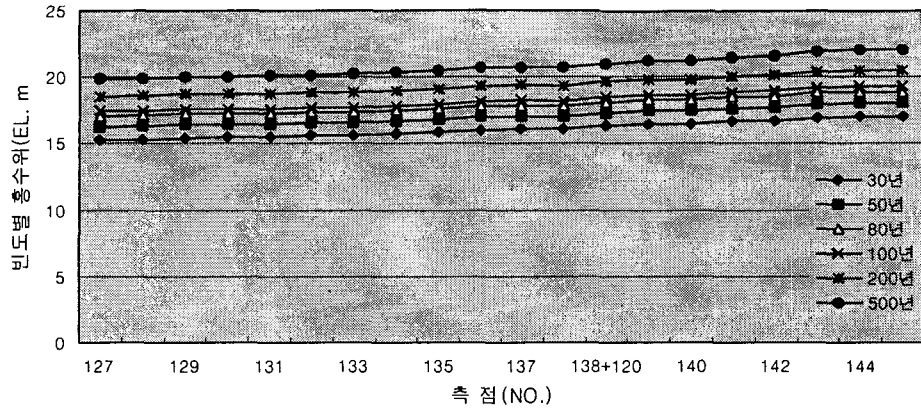


그림 4. 빈도별 홍수위

유역조건 시나리오	현재상태		
빈도규모 시나리오	30년빈도/50년빈도/80년빈도/100년빈도/200년빈도/500년빈도		
붕괴 시나리오	외수 범람	제방	파제(토평제(한강))
		지류 제방	파제(토평제(왕숙천))
	내수 침수	강제배수지역	배수구조물 통수능 부족 배수펌프장 규모 부족 배수펌프장 운영 오류

표 2. 구리지역 홍수 시나리오

### 3. 범람원 분석

구리지역은 국가하천인 한강 본류와 합류하는 지방2급 하천인 왕숙천 하구 우안부에 위치하고 있는 지역으로써, 한강과 왕숙천에 동시에 접하고 있다. 구리지역 중 본 연구 대상지역은 한강 No.130~No.140구간이 포함되어 있으며 계획홍수빈도는 200년을 채택하였다. 그림

홍수범람모의 대상지역	구리시
구간	No.130 ~ No.140
모의빈도	200년
홍수시나리오	제방붕괴로 인한 하천수의 제내지 유입
제방붕괴 위치	① (211357.2, 454939.5), ② (213635.7, 452971.7), ③ (212001.6, 452671.1)
홍수모의시간	제방붕괴 후 약 20시간

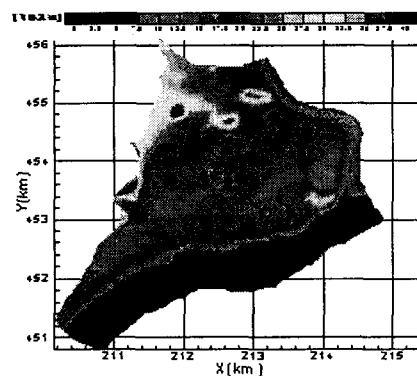


그림 5. 제방 붕괴 지점 위치

5는 한강과 왕숙천의 제방 붕괴 지점을 나타낸다. 그림 6, 7, 8, 9는 붕괴지역 ①에 대한 시간대별 침수심을 나타낸 것이고, 그림 10, 11, 12는 붕괴지역 ①, ②, ③ 지점에 대한 최대 침수심을 나타내고 있다. 또한 특정 지점에서의 물리량 변화 관측을 위해 해석 영역의 임의의 지점 A (213030, 452995)의 시간에 따른 수심 변화를 관측해 보았고, 그 결과는 그림 13

에 나타나 있다. A점의 위치는 아래 그림 5에 나타난 바와 같으며 제방 파괴 지점 ②에서 300m정도 떨어진 곳에 위치하고 있다.

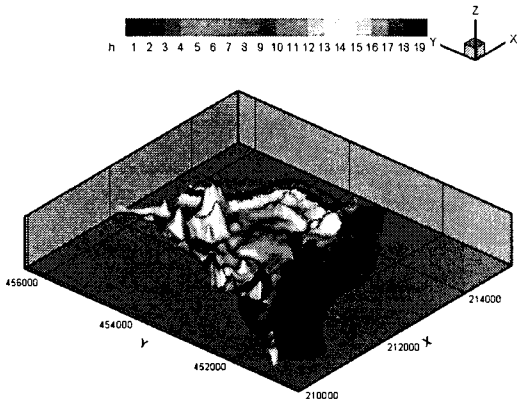


그림 6. 제방 붕괴 2시간 후의 침수심

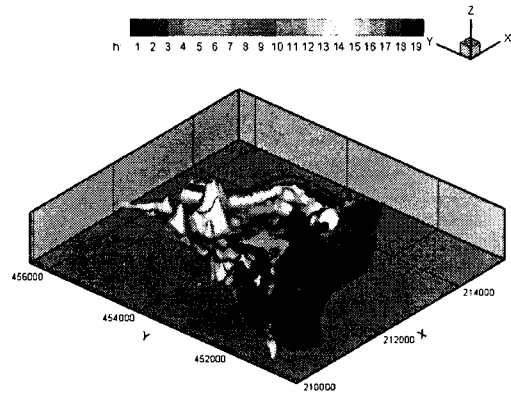


그림 7. 제방 붕괴 4시간 후의 침수심

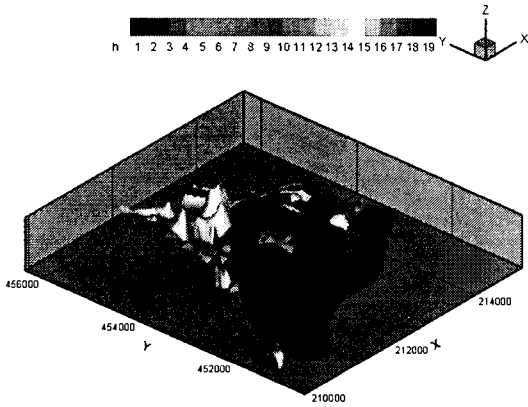


그림 8. 제방 붕괴 8시간 후의 침수심

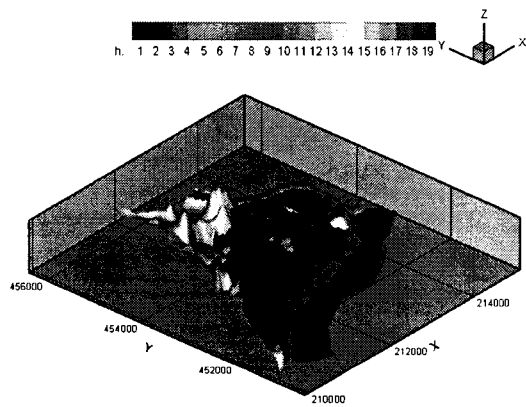


그림 9. 제방 붕괴 10시간 후의 침수심

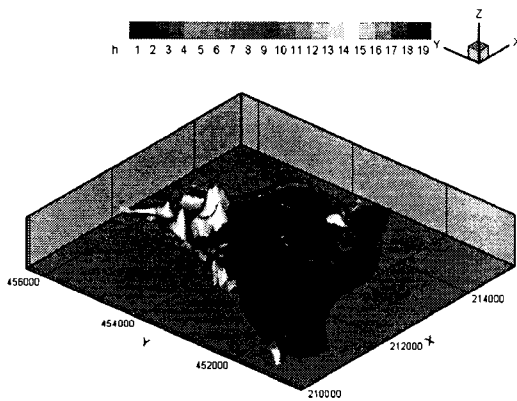


그림 10. 붕괴지점 ①에 대한 최대 침수심

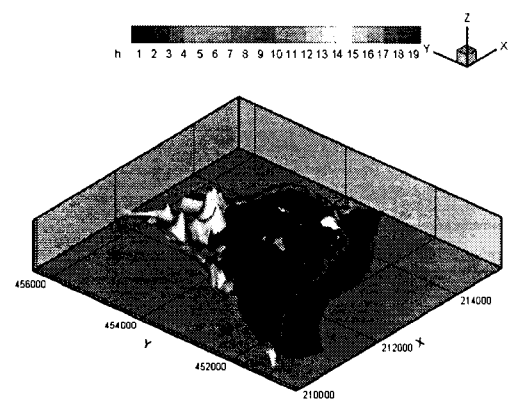


그림 11. 붕괴지점 ②에 대한 최대 침수심

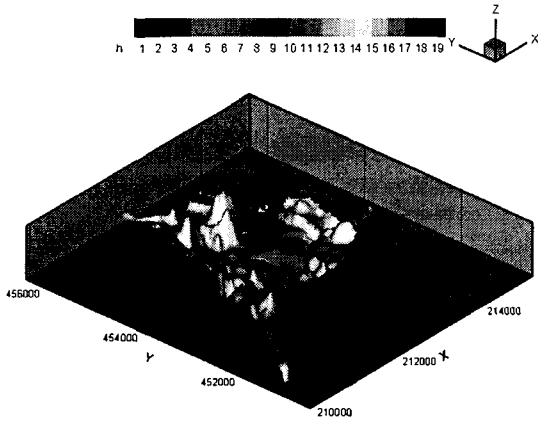


그림 12. 붕괴지점 ③에 대한 최대 침수심

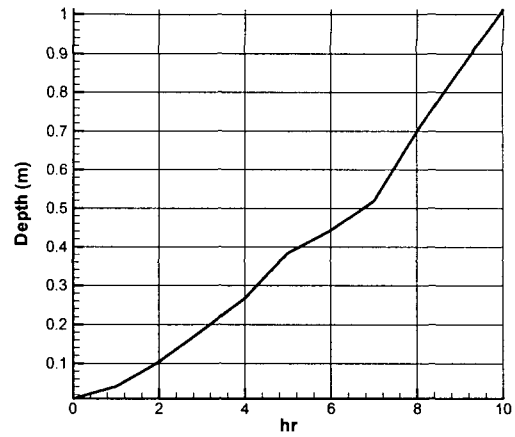


그림 13. 시간에 따른 A에서의 수심 변화

#### 4. 결론

본 연구는 최근 여러 분야에 이용되고 있는 항공 레이저 시스템과 홍수 시나리오를 이용하여 가상 범람원을 분석한 것으로 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. LiDAR측량에서 제작된 DEM을 이용하여 범람구역의 지형모델을 분석하였다
2. 유역조건, 홍수사상의 빈도규모 및 홍수방어시설의 붕괴 시나리오를 토대로 범람발생형태에 따른 홍수 시나리오를 작성하였다.
3. 월류 및 파제 지점에 대한 시간대별 침수심 및 최대 침수심을 분석하고, 특정 지점에 대한 시간대별 수심변화를 모니터링 하였다.