

홍수피해로 인한 침수면적 산정에 관한 사례연구

A Case Study on the Estimation of Flooded Area by Flood Damage

안상진* · ○전계원** · 광현구*** · 김기석***

1. 서 론

홍수시에 하천변 저지대는 배수의 불균형으로 종종 침수가 발생하고 있다. 이러한 저지대의 내수 침수는 호우로 인하여 내수의 정체로 발생하며, 때로는 하수관로의 단면부족 및 불량 등에 의해 나타나기도 한다.

본 연구의 대상유역인 충북 청원군 강외면 서평리 일원은 미호천의 수위표 지점인 석화수위표 지점으로부터 약 2~4km 하류에 위치하며 유역의 대부분이 저지대 농경지로 이루어져 있고 집중 호우에 의한 홍수시에는 빈번히 내수의 정체로 침수가 되는 지역이다. 따라서 서평리 일원의 상시 침수구역의 내수 침수를 줄이기 위해 서평지구 배수개선 사업으로 배수장 신설 공사를 진행하던 중 1995년 8월 25일 1일최대 293mm의 집중호우로 침수지역이 발생함에 따라 실제로 발생한 침수 사례를 중심으로 배수장 신설 공사에 따른 역류로 인한 침수면적 및 내수로 인한 침수위 등에 대한 피해면적을 산정하고 고찰하였다.

2. 집중호우에 의한 침수사례 및 기본자료 분석

2.1 침수사례

대상유역인 서평리 일원은 저지대 지역으로 집중호우시에는 기존 배수장의 배수능력이 상시 부족하여 침수가 자주 일어나는 지역이다. 따라서 신설 배수장을 건설코자 공사를 시행중 1995. 8. 23일부터 같은 달 26일까지 태풍 제니스(Janis)의 영향으로 중부지방에 내린 420.5mm의 집중호우로 내수침수와 배수관 불량에 따른 역류량에 의해 농경지 침수가 발생하였다.

그림 1은 침수가 발생한 대상유역 및 배수장의 위치도를 나타내고 있다. 침수가 발생한 지역은 그림 1에서 신설 배수장 공사중 배수관

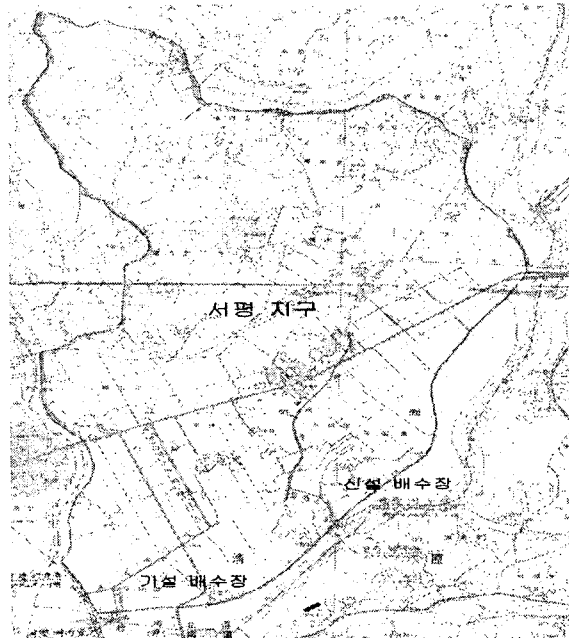


그림 1 대상유역 및 배수장 위치도

* 정희원, 충북대학교 공과대학 교수
 ** 정희원, 충북대학교 대학원 토목공학과 박사과정 수료 및 재학
 *** 정희원, 충북대학교 대학원 토목공학과 석사과정

불량으로 인해 1,100mm 6련을 통해 지구내로 역류된 유량과 농촌 양수장의 도수암거 불량에 의한 900mm관을 통한 역류가 가중되면서 침수가 가중되었다.

2.2. 침수면적 산정을 위한 기본자료 분석 및 모형의 선정

하천수위 변화에 따른 역류량을 산정하기 위해 유량자료는 미호천 수위표지점인 석화수위표 지점의 1995년 8월 수위자료를 수위-유량관계 곡선식을 이용하여 유량으로 환산하였고 금강수계 종합정비계획을 이용하여 석화수위표지점부터 서평리 일원까지의 하천단면을 획득하였다. 또한 강우 자료는 청주기상청 기록지를 1시간 간격으로 분석하여 일강우량의 시간별 상황을 파악하였다. 그림 2는 청주기상대 시간별 강우량을 나타내고 있다.

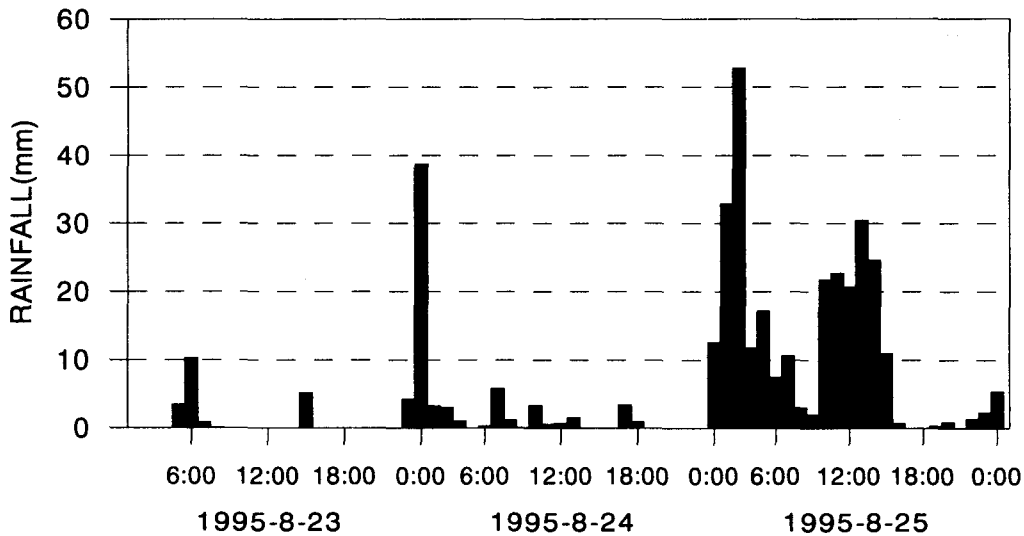


그림 2. 청주기상대 시간별 강우량 (1995.8.23 00:00~8.25 24:00)

하천외수위를 산정하기 위해서는 미공병단에서 개발한 HEC-RAS 모형을 이용하였다. 석화수위표지점부터 본 연구의 대상유역인 서평지구까지 하천단면 및 기본자료를 입력하고 HEC-RAS 모형을 모의해 본 결과 금강수계종합정비계획의 빈도별 홍수위와 근사한 홍수위를 나타내었다. 석화 수위표의 수위가 가장 높았던 8월 25일 15시의 수위는 8.96m로 유량으로 환산시 4,941.76 m^3/sec 로 나타났으며, 홍수량의 변화에 따른 역류량을 계산하였다.

배수관 불량에 따른 역류량 이전의 자연적인 침수면적 및 침수위를 산정하기 위해서 HEC-HMS, ILLUDAS 모형 및 중안의 합성단위도 방법 등을 적용하였다.

3. 모형의 적용

3.1 HEC-RAS 모형을 이용한 외수위 산정

본 연구에서 미호천 석화 수위표 지점의 수위자료를 이용해 황탄배수장 및 농촌양수장의 정확한 외수위를 결정하기 위해 금강수계종합정비계획의 빈도별 홍수위 자료와 HEC-RAS 모형을 이용하여 모의된 홍수위 자료를 비교 검토한 후에 석화 수위표 지점의 1995년 8월 24일~8월 27일

까지의 수위자료를 이용하여 각 지점별 홍수위를 계산하였다. HEC-RAS모형을 이용한 빈도별 홍수위 산정시 필요한 미호천 석화 수위표 지점의 빈도별 홍수량은 표 1에 나타내었다.

표 1 석화수위표 지점의 빈도별 홍수량

산정지점	빈 도 별					비 고
	50년	80년	100년	150년	200년	
석화수위표지점	4,790	5,250	5,470	5,870	6,160	

HEC-RAS 모형에 의하여 산정한 수위를 미호천의 50년, 80년, 100년 빈도의 홍수위와 비교하였다. 그 결과 각 빈도별 홍수위와 비교적 일치되는 홍수위 결과를 얻을 수 있었다.

수해당시의 미호천 외수위를 해석하기 위해 HEC-RAS 모형을 이용하여 1995년 8월 24일 00시를 기준으로 하여 27일 14시까지의 수위 변화를 10분 간격으로 해석하였다. 해석 결과 8월 24일 00시 EL.21.35m를 시작으로 수위가 상승하여 24일 최대수위는 09시부터 10시10분까지의 EL.25.73m를 나타내었고, 25일의 경우 01시부터 수위가 상승하여 25일 15시에 27.98m로 최고수위를 나타내었다. HEC-RAS 모형의 분석 결과 황탄배수장의 경우 서평지구 외측제방에서 서평지구 내측으로 역류량이 발생한 수위는 EL.26.35m이상으로 분석되었고 총 역류량 발생시간은 17시간 40분으로 분석되었다. 농촌양수장의 경우는 미호천 외수위가 27.25m 이상이 되었을 때 외압을 견디지 못하고 농촌양수장 흡입수조 벽체 이탈로 역류량이 발생하기 시작하였으며, 8월 26일 13시 30분 제방외측의 문비를 차단할때까지 역류량이 발생한 것으로 판단되고 총 역류량 발생시간은 28시간 20분으로 분석되었다. 그림 4는 농촌양수당의 종단면도를 나타내고 있다.

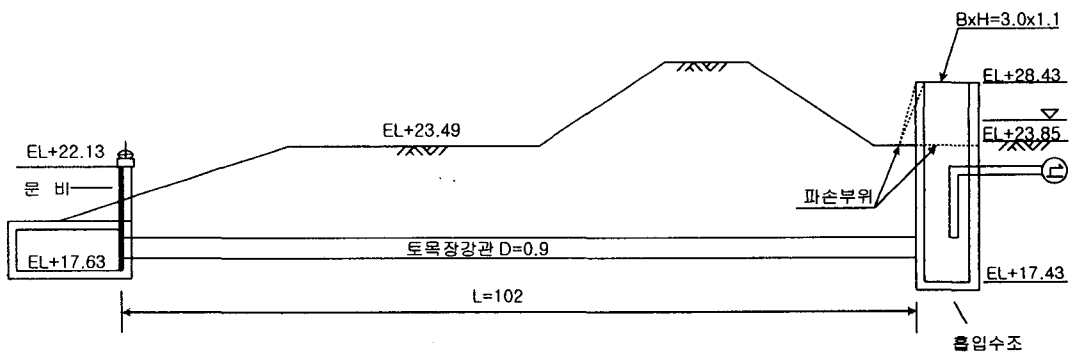


그림 4 농촌양수장 종단도

3.2 홍수량 산정

본 연구에서는 침수량 산정을 위해 국내 및 국외에서 많이 사용되고 있는 HEC-HMS 모형, ILLUDAS 모형 및 중안의 합성단위도법을 이용하여 1시간 간격으로 유출해석을 하였다.

HEC-HMS 모형의 모의결과 강우의 특성에 맞게 유출수문곡선을 잘 모의하였다. 특히 도달시간 산정시 농촌지역 및 산지에 적합한 SCS 방법과 Kirpich 방법을 혼합하여 사용함으로써 서평지

구에 적합한 도달시간을 산정 할 수 있었으며 유출수문곡선 모의결과 8월 25일 04시에 첨두유량이 발생하였다.

서평지구 일원은 도시 근교에 위치한 농촌지역으로 ILLUDAS 모형을 모의한 결과 강우특성에 따른 유출수문곡선의 경향은 HEC-HMS 모형과 유사하나 총 유출량이 과소 추정되었다. 그 이유는 ILLUDAS 모형이 투수면적 및 불투수면적의 비율 및 관로의 형상에 따라 많은 차이를 보이며 특히 불투수면적 비율이 크고 도달시간이 비교적 짧은 지역에서 잘 모의되기 때문이라고 판단된다.

중안의 합성단위도법에 의한 유출해석 결과 유출수문곡선의 첨두치 추정은 비교적 잘 모의하고 있으나 강우가 적은 부분에서는 첨두치가 과대 추정되었다. 또한 총 유출량이 3가지 모형 중 가장 적은 값을 나타내었다. 이는 중안의 합성단위도법은 주로 하천설계시 최대유출량의 계산시 사용됨으로 전체적인 총 유출량은 과소 추정된 것으로 판단된다.

결과적으로 3가지 모형 중 서평지구에 가장 적합한 모형은 도달시간 및 강우의 특성을 잘 모의하는 HEC-HMS 모형을 최종 유출해석 모형으로 선정하였다. 따라서 선정된 HEC-HMS 모형을 이용하여 1995년 8월23일부터 8월 26일까지의 10분 간격에 대한 유출수문곡선을 모의하였다. 그림 3은 HEC-HMS 모형을 이용한 10분간격의 유출수문곡선을 나타내고 있다.

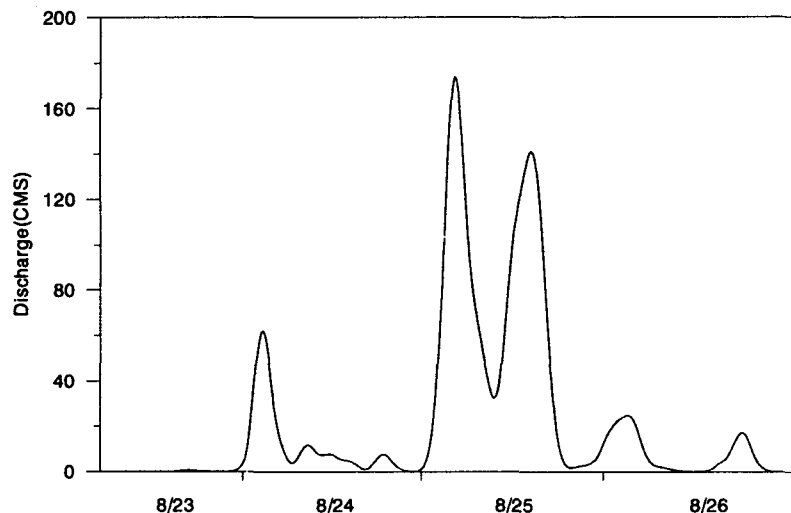


그림 3 8월 23일-8월 26일 에 대한 유출수문곡선(10분간격)

HEC-HMS 모형을 이용하여 산정된 유출량을 10분단위 유출량으로 환산한 총 유출량은 $7,271,286\text{m}^3$ 이고 순수강우에 의한 유출량을 의미한다.

3.3 역류량 및 잔류량 산정

홍수량 및 외수위 변화에 따른 황탄배수장 역류량, 농촌양수장의 역류량 및 서평배수장의 배제량 등을 고려하여 정확한 유입량을 산정 한다. 표 2는 순수강우에 의한 유입량과 황탄배수장 및 농촌양수장의 역류량의 관계를 나타내었다. 표 2에서 알 수 있듯이 총유입량(역류량 포함)에 대해 총 역류량이 차지하는 비율은 11.46%로 계산되었다.

표 2 유입량과 역류량과의 관계

(단위: m³)

유입량	황탄배수장 역류량	농촌양수장 역류량	역류량 총계	역류량 포함시 유입량	비 고
7,271,286	695,474	245,901	941,375	8,212,661	
①	②	③	②+③=④	①+④	
88.54%	8.47%	2.99%	11.46%	100%	비율

그림 4에는 황탄배수장 및 농촌양수장을 통한 역류량이 있을 때와 없을 때의 차이를 비교하여 나타내었다. 그림 4에서 역류량이 발생하기 시작한 시점은 8월 25일 06시 50분이고, 배제량을 고려한 유입량이 가장 많을 때는 8월 26일 05시 30분의 5,058,826m³으로 분석되었다. 또한 유입량은 8월 26일 23시 30분을 끝으로 모두 배제되었다.

역류량 有, 無에 따른 유입량 비

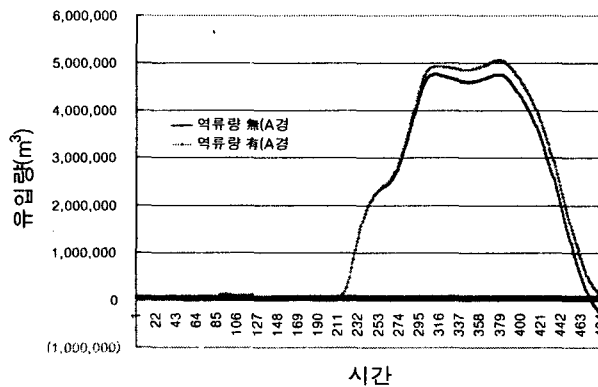


그림 4 역류량 유·무에 따른 유입량 비교

3.4 GIS를 이용한 홍수피해 산정

최종 계산된 서평지구내 배제량을 고려한 유입량을 이용하여 시간대별 침수면적을 산정하고 각 지번별 침수위 및 침수시간을 산정하기 위해 GIS tool인 Arc View 3.2를 사용하여 유역경계를 추출하고 수치지도상의 표고를 보정한 DEM 자료와 전산화 시킨 지적도를 이용하여 침수면적을 산정하였다. 그림 5은 역류전 최대 유입량과 역류시 최대 유입량을 비교 도시한 그림이다.

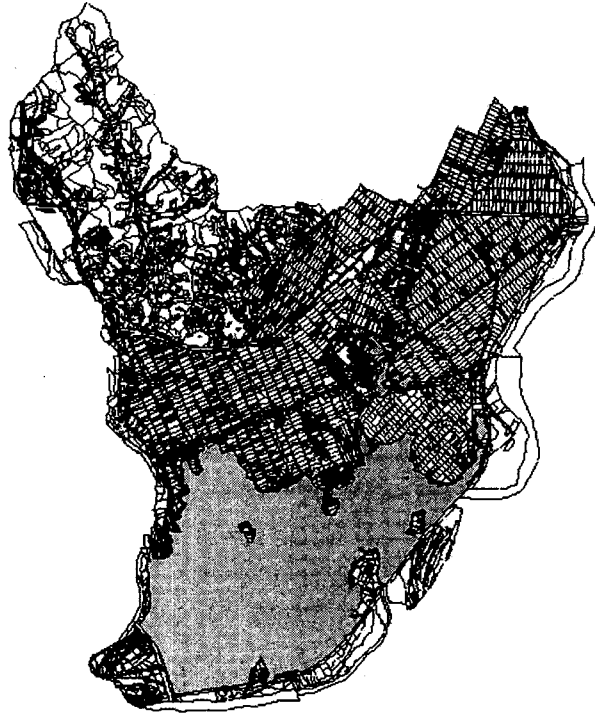


그림 5 역류전 최대 유입량과 역류시 최대 유입량의 비교

4. 결론

집중호우에 의한 하천변 저지대의 침수 피해면적 산정을 위하여 내수침수 피해면적과 배수관 불량에 따른 역류량에 의한 피해면적을 산정하였다. 서평지구의 경우 1995년 8월25일의 폭우로 인해 하천변 저지대의 침수피해가 발생하였고, 만일 황탄배수장의 배수관 역지판이 설치되어 있었다면 침수피해가 줄어들었을 것이다. 수문모델링 및 수리모델링 결과 배수관 역지판 미설치가 침수에 미친 영향은 침수량을 기준으로 검토한 결과 침수피해의 8.5% 내외라고 예상되며, 농촌양수장의 역류량을 포함시킨다면 11.46%로 예상된다.

기 발생한 집중호우에 의한 침수피해 원인을 규명하는 일은 검증된 자료의 부족으로 결코 쉬운 일은 아니다. 앞으로 기초자료의 꾸준한 수집을 통해 좀더 정확한 분석을 한다면 추후 침수피해를 줄이는데 도움을 줄 것이다.

참고문헌

- 한국수자원학회 (1998), 인천광역시 남동구 간석 1동 수해조사 연구용역 보고서
 한국수자원학회 (2000), 제8회 수공학익삼.
 Daniel h. Hoggan (1997). Floodplain Hydrology and Hydraulics, McGraw-Hill.
 Larry W. Mays (1999) Hydraulic Design Handbook, McGraw-Hill.