

'99년 9월 집중호우에 의한 석성천 유역의 침수원인 분석

정상만*, ○박석재**

1. 서론

'99년 9월 10일 03시부터 중·남부지방에 호우경보 및 호우주의보가 발효된 가운데 전국에 걸쳐 강우가 발생하였다. 이번 홍수시 부여지역에는 9월 10일 03시부터 9월 11일 17시까지 총강우량 211.0mm(대전지방기상청, 1999)가 발생하였으며, 특히 금강의 지류인 석성천이 천안-논산 고속도로 건설을 위해 하천제방의 높이를 낮추어 교량공사를 시행하던 중 집중호우로 인하여 하천수위가 상승하여 하천수가 하천제방을 월류함으로써 석성천의 우안쪽의 초촌면 송정리 지역과 좌안쪽의 노성면 장구리 지역의 배수환경을 악화시켰다. 따라서 본 연구에서는 강우와 석성천 범람으로 인해 송정리 지역과 장구리 지역의 농경지 침수구역의 침수원인을 규명하고자 한다.

2. 대상유역 및 강우현황

2.1 대상유역

연구대상지역은 '99년 9월 집중호우와 하천제방의 월류로 인하여 농경지 침수가 발생한 석성천 주변지역으로서 농경지 침수가 발생한 지역은 석성천의 우안쪽의 초촌면 송정리 지역과 좌안쪽의 노성면 장구리 지역이며, 송정리 지역 3.17km², 장구리 지역 1.76km²으로 총 유역면적이 4.93km²이다. 수리·수문 분석 편의상 그림 1에 제시된 바와 같이 송정리 유역과 장구리 유역으로 부르기로 한다. 장구리 유역에 발생하는 유출은 장구리 부근의 석성천 하상아래에 설치된 배수암거에 의해 송정리 유역을 경유하여 송정리 유역출구인 송정배수펌프장에서 배수된다(공주대학교 방재연구센터, 1999).

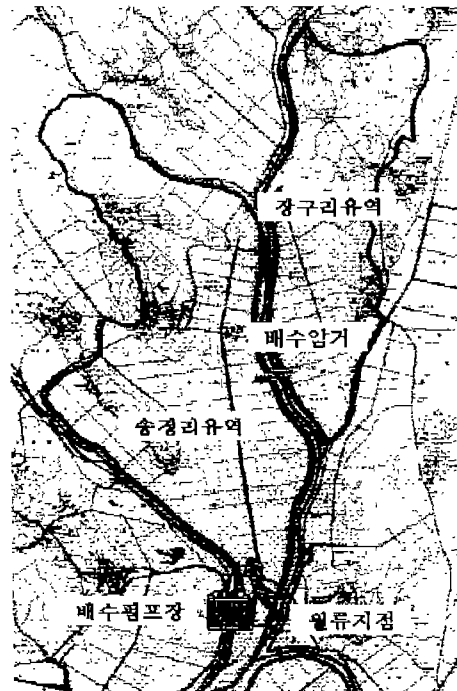


그림 1. 석성천 유역현황도

2.2 강우현황

천안-논산간 고속도로 건설을 위한 교량공사 중 9월 10일 국지성 집중호우로 인하여 하천 수위가 상승하여, 하천제방을 월류함으로써 침수지역의 배수환경을 악화시킨 월류지점이 그림 1에 제시되어 있다.

* 공주대학교 토목환경공학과 부교수
** 공주대학교 대학원 토목공학과 석사과정

송정리 유역과 장구리 유역에 대한 9월 9일 0시부터 9월 10일 24시까지의 누가 강우량은 금강홍수통제소에서 관리하는 이인면 복룡리에 위치한 복룡관측소에서 145.0mm, 부여군 초촌면사무소에서 자체 관측한 강우량이 245.0mm, 기상청에서 관리하는 부여군의 부여관측소에서 215.5mm였다.

그런데 침수원인이 되는 강우는 9월 10일 06시부터 08시에 걸쳐 집중하였으며 2시간연속강우의 경우 복룡관측소 102.0mm, 초촌면사무소 관측소는 179.0mm, 부여관측소는 187.5mm였다. 침투 및 증발산에 의한 초기손실과 9월 10일 08시 이후는 강우량이 미소하므로 침수원인분석은 9월 10일 06시부터 08시 사이의 2시간강우를 사용하였고, 강우량은 본 유역에 가장 인접해 있는 초촌면사무소의 관측자료를 사용하였다. 표 1은 침수분석을 위해 수집한 강우량 자료를 관측소별로 비교한 것이고, 강우상황은 그림 2와 같다. 2시간 강우량 179.0mm는 인근의 전주지역의 IDF curve를 사용할 경우 100년 빈도에 해당한다.

표 1. 강우량자료 비교

관측 시간	관측 소명	강우량 (mm)	관할 기관	비고
9월9일 ~ 9월10일 06:00 ~ 08:00	복룡 관측소	102.0	금강홍수 통제소	채택
	초촌면 사무소	179.0	자체관측	
	부여 관측소	187.5	기상청	

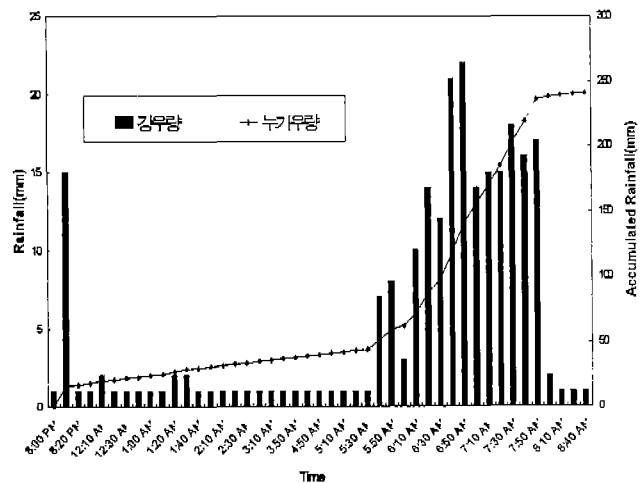


그림 2. 공주시 초촌면의 강우상황

3. 분석 및 고찰

3.1 배수시간 산정

3.1.1 장구리 배수암거

장구리 유역 유출량의 배수는 장구리 유역과 송정리 유역을 잇는 콘크리트 배수암거를 통해 송정리 지역으로 유하 및 합류하여 송정배수장에서 석성천으로 유출된다. 장구리 배수암거의 계원은 그림 3과 같고, 장구리 배수암거를 통한 장구리 유역의 배수시간을 산정하기 위해 본 연구에서는 적용한 강우자료는 초촌면사무소의 강우관측자료인 179.0mm를 사용하였고, 장구리 지역에서 송정리 지역으로 연결된 콘크리트 배수암거의 조도계수는 0.0145를 사용하여 배수시간을 계산하였다(윤용남, 1996).

장구리 유역의 총강우량 = $1,760,000\text{m}^3 \times 0.179\text{m} = 315,040\text{m}^3$

통수능력산정에서 유속은,

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} = 1.03 \text{ m / sec}$$

여기서 $n=0.0145$, $R=0.375$, $S=0.00083$

단면적은. $A = 2.25\text{m}^2$

통수능력은,

$$Q = A \times V = 2.25\text{m}^2 \times 1.03\text{m/sec} = 2.32\text{m}^3/\text{sec}$$

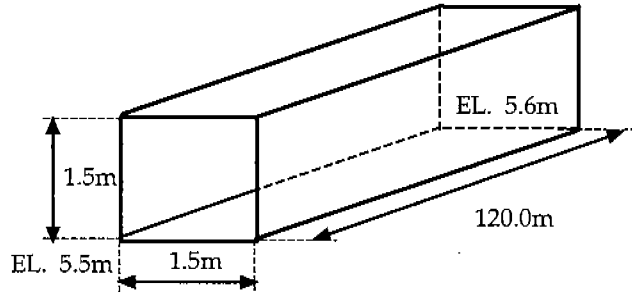


그림 3. 장구리 유역의 배수압거도

장구리 유역의 총 배수시간 = $315,040\text{m}^3 / (2.32\text{m}^3/\text{sec} \times 3,600\text{sec/hr}) = 37.72\text{hr}$

계산결과 강우에 의한 장구리 유역의 총 강우량은 $315,040\text{m}^3$ 으로 산정되었고, 배수압거에 의한 총 배수시간은 37.72hr가 소요된다.

3.1.2 송정리 배수펌프장

송정배수장의 배수 펌프의 총 배수능력은 $8.91\text{m}^3/\text{sec}$ 이며, 송정배수펌프장에서는 송정리 유역 (3.17km^2)과 장구리 유역(1.76km^2)의 유출량을 모두 펌프시설을 통하여 석성천으로 배제된다. 강우자료는 초촌면사무소의 강우관측자료인 179.0mm 를 사용하였고, 전체유역면적은 송정리 유역과 장구리 유역의 총 유역면적으로 계산하였다.

$$\text{총 강우량은} = 4,930,000\text{m}^3 \times 0.179\text{m} = 882,470\text{m}^3$$

$$\text{총 배수소요시간} = 882,470\text{m}^3 / (8.91\text{m}^3/\text{sec} \times 3,600\text{sec/hr}) = 27.51\text{hr}$$

그러므로 송정배수장에서는 송정리 유역과 장구리 유역에서 유입된 총유량은 $882,470\text{m}^3$ 이며 이를 모두 유출시키는데 걸리는 송정배수장에서의 총 배수소요시간은 27.51hr가 소요됨을 알 수 있다.

3.2 석성천 제방월류량 및 배수증가시간

3.2.1 석성천 제방월류량

석성천 제방은 '99. 9. 10. 08:30~'99. 9. 10. 11:00까지 총 2시간 30분 월류하였으며, 이를 시간별로 측정된 제방월류의 시간별 변화는 표 2와 같고, 석성천의 제방단면은 그림 4와 같았다. 이 자료를 토대로 월류량은 사다리꼴 위어공식을 이용하여 계산하였다(윤용남, 1996).

표 2. 석성천 제방월류 단면에서의
지속시간별 월류량

월류시간	월류높이 (m)	지속시간 (hr)	월류량 (m ³)
08:30 ~ 09:00	0.3	0.5	8,341.2
09:00 ~ 10:00	0.6	1.0	49,132.8
10:00 ~ 11:00	0.3	1.0	16,682.4
계		2.5	74,156.4

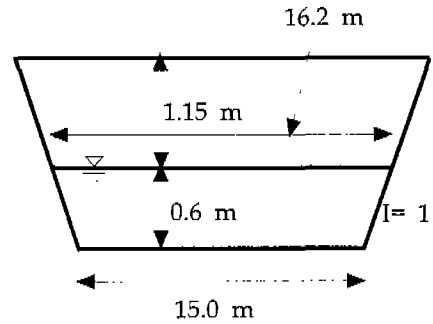


그림 4. 석성천 제방 월류단면도

표 2의 결과에서 석성천 월류부의 2시간 30분간(9월10일 08:30~11:00)의 총 월류량은 74,156.4m³로 산정 되었다. 또한 이 유역의 2시간동안(9월10일 06:00~08:00)에 내린 총 강우량이 882,470.0m³이므로 총강우량과 총월류량의 합이 956,626.4m³이기 때문에 석성천 제방월류로 인한 유량은 전체 유량의 7.8%에 해당한다.

3.2.2 배수증가시간

석성천 제방월류로 인한 송정배수펌프장의 배수증가시간을 계산하기 위하여 강우량에 의한 배수시간과 제방월류로 인한 부가유량에 의한 배수증가시간을 계산하였다.

강우에 의한 총 유출량 = 882,470m³, 강우에 의한 총 배수시간 = 27.51hr

제방월류에 의한 총 월류량 = 74,156.4m³, 송정펌프장의 배수배제 능력 = 8.91m³/sec

그러므로 제방월류로 인한 부가유량 증가로 인한 배수시간은 다음과 같이 구할 수 있다.

강우에 의한 총 유출량과 제방월류량의 총 합 = 882,470.0m³ + 74,156.4m³ = 956,626.4m³

강우와 제방월류에 의한 총 배수시간 = 956,626.4m³ / (8.91m³/sec × 3,600sec/hr) = 29.82hr

계산결과 석성천 월류로 인한 송정배수펌프장의 총 배수시간은 29시간 50분으로, 석성천 월류 전 27시간 31분 보다 2시간 19분 지연되었다.

3.3 송정리 유역과 장구리 유역의 최대침수한계 설정

송정리 유역의 최대침수한계는 유역출구인 송정배수펌프장 부근의 최대혼적수위를 상류로 추적해서 구하였으며, 장구리 유역의 최대침수한계는 장구리 배수암거 부근의 최대혼적수위를 상류로 추적하여 구하였다. 송정리 유역 최대침수혼적수위는 측량결과 EL. 8.7~8.8m으로 밝혀져 EL. 8.8m를 최대침수한계수위로 결정하였고, 장구리 유역의 최대침수혼적수위는 측량결과 EL. 9.6~9.7m으로 밝혀져 EL. 9.7m를 최대침수한계수위로 결정하였다. 이 값으로 계산한 송정리 및 장구리 유역의 최대침수면적은 각각 1.03km²와 0.52km²였으며, 송정리 유역과 장구리 유역면적에 대한 최대침수면적은 33%, 30%로 나타났다. 이를 표 3과 그림 5에 제시하였다.

표 3. 송정리 및 장구리 유역에서의 최대침수면적

유역	총 유역 면적(km ²)	최대침수 면적(km ²)	비고(최대침수면 적/유역면적,%)
송정리	3.17	1.03	33
장구리	1.76	0.52	30

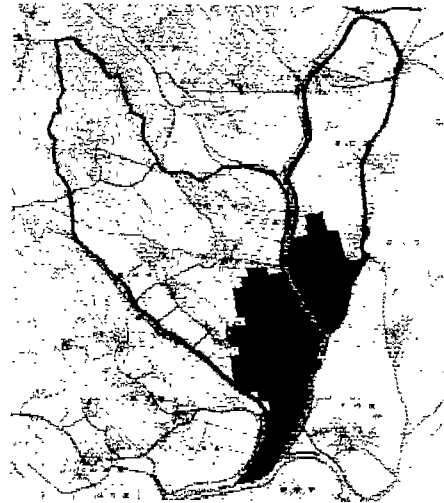


그림 5. 최대침수구역도

4. 결 론

본 연구결과 석성천 유역의 침수원인은 '99년 9월 10일 집중호우와 제방을 월류한 하천수 유입으로 인해 농경지 침수를 초래하였으며, 이를 기초로 수리·수문 분석을 실시한 결과 9월 10일의 2시간강우는 인근 전주지역의 IDF curve상에서 100년빈도에 해당하는 강우량을 발생시켰다. 이 강우는 본 분석에서 제외된 지역에서도 침수현상이 있을 수 있으며, 또한 관개용 배수로가 일반적으로 20년 빈도로 설계되기 때문에 배수로의 범람으로 인한 침수현상은 불가피하다고 할 수 있다. 제방월류로 인한 침수는 이 유역의 배수시간을 증가시켰으며, 이로 인한 유량증가율은 7.8%로 나타났으며, 총 배수시간은 2시간 19분 지연시켰다고 판단된다.

참고문헌

- 공주대학교 방재연구센터(1999). '99년 9월 집중호우에 의한 석성천 유역의 침수원인 분석, pp. 1~13.
- 금강홍수통제소(1999). 9월 9일~9월 10일 보통 강우량 자료, 미발표.
- 대전지방기상청(1999). 9월 9일~9월 10일 부여 기상자료·강우량 자료.
- 부여군(1999). '99년 수해피해상황 보고.
- 윤용남 (1996). 수리학, pp. 262~264, 595~600.
- 초촌면사무소(1999). 9월 9일~9월 10일 강우량자료, 미발간.
- 충청남도(1999). 호우피해상황, 내부자료.