

# 도시방재성능의 달성을 위한 목표강우량 적용성에 관한 연구

## A Study on Applicability of Target Rainfall to Achieve Urban Disaster Prevention Performance

박정환\*, 박상우\*\*, 안태진\*\*\*

Park, Jung Hwan · Park, Sang Woo · Ahn, Tae Jin

### 요 지

소방방재청(2010)은 도시방재성능의 달성을 위하여 1시간, 2시간 및 3시간 강우지속기간을 갖는 목표강우량을 전국 지자체별로 제시한 바 있다. 본 연구는 제시된 목표강우량과 강우지속기간의 적정성을 판단 하고자, 대표적 도시유출 모형인 SWMM을 이용하여 4개 표본지구에 관하여 강우-유출 모의를 실시하고, 우수관거 및 우수지의 설계강우에 관한 임계지속기간을 분석하였다. 우수관거 지구에 관하여 강우지속기간 1시간인 경우와 임계지속기간의 경우에 해당되는 최대유출량을 비교하였다. 한편 저류지 및 펌프장 시설 경우에도 2시간 및 3시간 강우지속기간에 해당하는 최고수위와 임계지속기간의 최대수위를 비교하였으며, 이를 통하여 소방방재청에서 제시한 1시간, 2시간 및 3시간 강우지속기간 목표강우량을 이용하여 도시방재성능을 평가하고 개선함에 있어서의 적용성을 보여 주었다. 또한 도시지역내 투수성면적 증대 및 분산식 저류시설의 효과를 분석하였다.

**핵심용어 : 목표강우량, 임계지속기간, XP-SWMM**

### 1. 서론

최근 기상이변으로 인하여 한반도에 발생하는 강우의 형상과 특성이 과거의 사상과는 다르게 강우강도가 세지고 강우의 지역적 집중현상이 심화되어, 주요 호우사상에 대한 불확실성이 크게 증가하여 도시지역의 내수침수 피해가 증가되고 있는 실정이다. 따라서 소방방재청(2010)에서는 도시지역에서 기후변화 등으로 증가되고 있는 집중호우에 대비하여 지역별 강우량설정을 통한 도시방재 성능수준 향상을 도모하였다. 도시방재 성능수준은 현재 수방시설의 통합적인 홍수방어능력을 의미하는 목표강우량에 대응된다. 통합적인 방재성능은 도시내 동일유역에서 우수관거, 펌프장, 우수지, 인접 소하천 등의 계획강우량이 서로 상이하고 각 방재시설물이 시설물 요소별로 설계됨에 따라 불리하게 된 통합적인 홍수방어능력을 개선하는 것이다. 통합적 방재성능은 설계강우량에 우수관거는 원활하게 계획홍수량을 배제하나 펌프장-우수지는 배수불량이 있는 경우, 또는 그 반대 현상이 발생할 경우 어느 정도 시설확충에 의하여 원활한 배수를 도모할 수 있는 수준을 포함한다.

각 지자체별 방재성능목표 설정에서 목표강우량은 약 30년빈도 확률강우량에 해당되는 값이며 강우지속기간은 1시간, 2시간 및 3시간으로 하였고 방재성능 달성기간은 풍수해저감대책 수립 지침을 감안해 5년에서 10년으로 하였다. 설정된 목표강우량의 공간적인 범위는 도시유역에서 유역면적은 5.0 km<sup>2</sup> 이내로 하였다. 본 연구에서는 소방방재청에서 제시한 목표강우량의 강우지속기간이 적정한지 여부를 판단 하고자, 대표적 도시유출 모형인 SWMM을 이용하여 모의를 실시하고, 우수관거 및 우수지의 임계지속기간을 분석하였다.

\* 정희원 · 한경대학교 토목안전환경공학과 석사과정 · E-mail : pjh\_0907@hknu.ac.kr  
\*\* 정희원 · 서남대학교 토목공학과 교수 · E-mail : hydropsw@hanmail.net  
\*\*\* 정희원 · 한경대학교 토목안전환경공학과 교수 · E-mail : ahntj@hknu.ac.kr

## 2. 분석 방법 및 결과

### 2.1 분석 방법

소방방재청에서 제시한 서울지방의 목표강우량은 1시간 95mm, 2시간 135mm 및 3시간 170mm이다. 목포지방은 1시간 55mm, 2시간 80mm 및 3시간 95mm 이고 수원지방은 1시간 75mm, 2시간 115mm 및 3시간 140mm이다. 임계지속기간 산정을 위하여 소방방재청(2010)에서 제시한 다음 식 (1)과 같은 통합형 확률 강우강도식을 이용하여 지속기간별 목표강우량 산정후 지속기간 20분부터 180분까지 Huff 2분위법을 이용하여 10분간격으로 강우분포시켜 얻은 강우주상도를 SWMM 모형에 적용하였다.

$$I(t, T) = \frac{a + b \ln \frac{T}{t}}{c + d \ln \frac{T}{t} + \sqrt{t}} \quad (1)$$

여기서, I는 강우강도(mm/hr), t는 지속기간(min), T는 재현기간(year)이고, a,b,c,d 및 n은 지역별로 결정되는 상수이다.

### 2.2 목표강우량 강우지속기간 적용성 분석

표본지구로 선정한 신천지구는 서울시 송파구에 위치한 신천빗물펌프장의 배수면적은 3.6km<sup>2</sup>이며, 유역내의 전반적인 표고는 EL. 13.00m를 내외하는 저지대가 분포하고 있다. 목포시 상동지구, 수원시 권선지구 및 장다리지구를 표본지구로 하였으며 유역면적은 5.0 km<sup>2</sup> 이내로 하였다.

표 1과 같이 4개 표본지구 10개 우수관거구역에 관하여 강우지속기간 1시간인 경우 최대유출량과 임계지속기간의 최대유출량과의 편차비율은 4%이내로 계획강우지속기간을 1시간으로 하여도 무난한 것으로 분석되었다. 표 2a 및 표 2b와 같이 서울시 신천지구의 저류지 및 펌프장 시설 경우에도 2시간 및 3시간 강우지속기간에 해당하는 우수지의 최고수위와 임계지속기간의 최대수위와의 차이도 1%이내로 계획강우지속기간을 2시간 및 3시간으로 하여도 무난한 것으로 분석되었다. 그러므로 소방방재청에서 제시한 1시간, 2시간 및 3시간 강우지속기간 목표강우량을 이용하여 도시방재성능을 평가하고 개선하는 분석에 적용할 수 있는 가능성을 보여 주었다.

표 1. 우수관거구역에서의 1시간 강우지속기간 및 임계지속기간별 최대유출량

		우수관거		편차비율(%) $\frac{Q_{\max 1hr} - Q_{\max \text{임계}}}{Q_{\max 1hr}}$	임계지속기간 (min)	유역면적 (ha)	비고 (지점)
		max 1hr	$Q_{\max}$ 임계				
서울(신천)	case 1	40.06	41.68	2.6	110	159.34	SU1
	case 1-1	47.69	47.45	0.76	100	200.99	SU2
	case 2	41.61	43.27	3.99	110	159.34	SU1
	case 2-1	49.10	48.41	1.41	90	200.99	SU2
목포(상동)	case 1	31.04	31.72	2.19	40	78.97	
	case 2	33.79	35.06	3.76	40		
수원(권선)	case 1	38.09	38.73	1.68	40	105.2	
	case 2	38.52	39.06	1.40	40		
수원(장다리)	case 1	49.17	50.50	2.70	40	130.48	
	case 2	49.30	50.63	2.70	40		

표 2.a 펌프장(유수지)지구에서의 2시간 강우지속기간 및 임계지속기간별 유수지 최대수위

		펌프장(유수지)		편차비율(%) $\frac{H_{max\ 2hr} - H_{max\ 임계}}{H_{max\ hr}}$	임계지속기간 (min)	비고
		$H_{max\ 2hr}$	$H_{max\ 임계}$			
서울(신천) 360ha	case 1	10.38	10.43	0.83	160	2hr 목표강우량
	case 1-1	10.42	10.51	0.88	160	

표 2.b 펌프장(유수지)지구에서의 2시간 강우지속기간 및 임계지속기간별 유수지 최대수위

		펌프장(유수지)		편차비율(%) $\frac{H_{max\ 3hr} - H_{max\ 임계}}{H_{max\ 3hr}}$	임계지속기간 (min)	비고
		$H_{max\ 3hr}$	$H_{max\ 임계}$			
서울(신천) 360ha	case 2	10.42	10.43	0.09	160	3hr 목표강우량
	case 2-1	10.51	10.51	0.06	160	

2.4 투수성면적 증대 및 저류시설에 의한 방재성능 개선

그림 1은 서울시 신천지구에서 유역내 불투수성면적에 따른 유출량 산정지점인 SU1와 SU2지점에서의 침투유량을 보여주고 있다. 현재 신천지구의 불투수면적비율은 약 90%로 평가되고 있으며 불투수면적비율을 낮출 경우 저감시킬 수 있는 침투유량의 값을 볼 수 있다.

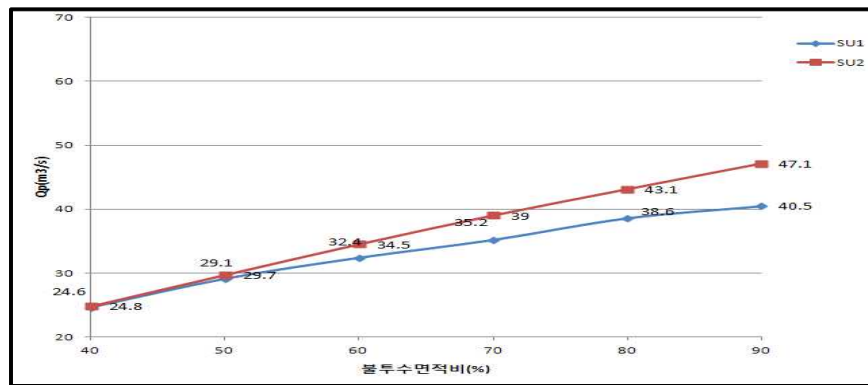


그림 1. 불투수면적비에 따른 침투유량(신천지구)

그림 2는 분산식 저류시설에 따른 산정지점에서의 침투유량을 보여주고 있다. 분산식 저류시설에서 저류용량은 30,000m<sup>3</sup>으로 하였으며 다음과 같은 3가지 경우로 구분하여 분석하였다. 즉 총저류용량은 동일하되 분산시킨 저류지별 저류용량은 다르게 하였다.

- case 1. 저류지 100% (30,000m<sup>3</sup>)
- case 2. 저류지 70%, 추가 1개소 30% (21,000m<sup>3</sup>, 9,000m<sup>3</sup>)
- case 3. 저류지 40%, 추가 2개소 각30% (12,000m<sup>3</sup>, 9,000m<sup>3</sup>, 9,000m<sup>3</sup>)

그림 2와 같이 신천지구 SU2지점에서 각 경우별 침투유량은 거의 같은 값을 보여 주고 있으나, SU1지점은 저류지 설치에 따라 침투유량이 저감되는 것을 알 수 있다. 그러나 저감되는 침투유량의 값은 10%이내인 만큼 분산식 저류시설은 침투유량의 저감과 같은 기능성과 경제성 및 시공여

건을 감안하여 결정할 필요가 있다.

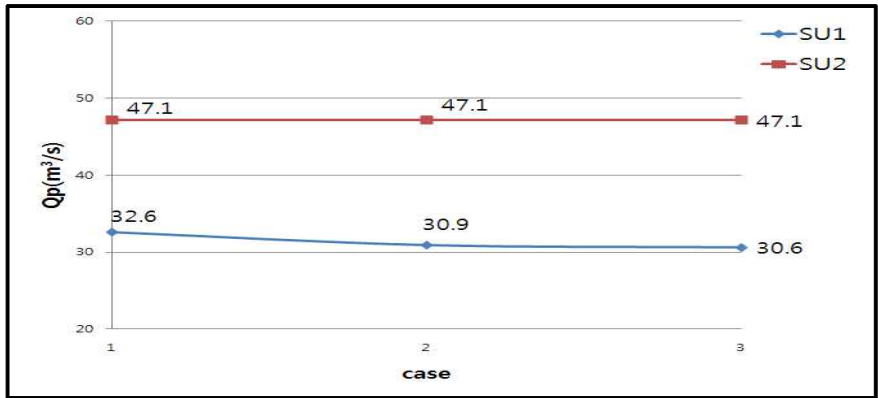


그림 2. 분산식 저류시설 조건에 따른 첨두유량(신천지구)

### 3. 결론

본 연구에서는 소방방재청에서 제시한 목표강우량 및 강우지속기간이 적정한지 여부를 판단하고자, 대표적 도시유출 모형인 SWMM을 이용하여 4개 표본지구에 관하여 강우-유출 모의를 실시하고, 우수관거 및 유수지의 설계강우에 관한 임계지속기간을 분석하였다. 우수관거에 관하여 강우지속기간 1시간인 경우 최대유출량과 임계지속기간의 최대유출량과의 비율은 미미하여 계획 강우지속기간을 1시간으로 하여도 무난한 것으로 분석되었다. 한편 저류지 및 펌프장 시설 경우에도 2시간 및 3시간 강우지속기간에 해당하는 최고수위와 임계지속기간의 최대수위와의 차이도 미미하여 계획강우지속기간을 2시간 및 3시간으로 하여도 무난한 것으로 분석되었다. 이를 통하여 소방방재청에서 제시한 1시간, 2시간 및 3시간 강우지속기간 목표강우량을 이용하여 도시방재성을 평가하고 개선함에 있어서의 적용성을 보여 주었다.

또한 분산식 저류시설 시스템에서의 첨두유량 저감 효과를 보면 10% 이내이므로 저류시설의 분산식 시스템의 도입은 첨두유량의 저감효과, 경제성 및 시공성을 감안하여 결정할 필요가 있다.

### 감사의 글

본 연구는 소방방재청 자연재해 저감기술개발사업 (NEMA-자연-2011) 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

### 참고 문헌

1. 소방방재청, “기후변화로 인한 도시홍수 피해실태 분석 및 새로운 방재패러다임 설정을 위한 연구” 소방 방재청, 2010
2. 소방방재청, “기후변화를 고려한 도시방재성능 목표 설정 방안” 소방방재청, 2010
3. 정종호, 윤용남, 수자원설계실무, 구미서관, 2007
4. 윤용남, 수문학, 청문각, 2007.
5. 박지현, “도시유역의 저류지에 의한 홍수조절능력에 관한 연구”, 경희대학교 석사학위논문 2008.2
6. 장금숙, “XP-SWMM 모형을 이용한 홍수 소통능력 평가”, 인하대학교 석사학위논문 2008.2
7. 노희성, “도시배수시스템의 방재성능 평가 및 개선방안의 적용성 분석”, 환경대학교 석사학위논문 2011.2
8. XP-SWMM 9.5 User’s Manual(XP Software)