

# HEC-HMS 모형을 이용한 홍수피해 저감대안 평가

## Evaluation of Flood-Damage Reduction Alternatives Using HEC-HMS

성충현\* · 박승우 · 김상민

Seong, Choung-Hyun\* · Park, Seung-Woo · Kim, Sang-Min

### Abstract

This paper presents how effective the detention storage is to control floods at a test watershed. HEC-HMS model was applied to simulate the effects of the storages of different levels and installation methods on the flood peak reduction. The results showed that the detention storage may significant reduce the flood peaks, and the effectiveness depends on the sizes of the storage and types of installation. The simulated peak values reduce considerably for the design storm events. The results also showed that alternatives to control flood may be evaluated using the model.

### I. 서론

우리나라의 기후특성상 6월 하순부터 7월 중하순까지의 장마와 8, 9월의 태풍 및 국지적인 저기압의 발달에 따른 집중호우 등으로 해마다 농경지 침수 및 유실피해를 입고 있다. 특히, 지구온난화, 엘니뇨, 라니냐현상 등으로 인한 최근 몇 년간의 이상강우로 인하여 농경지의 침수 및 유실 피해가 증가하고 있는 추세이다.

농경지의 풍수해 피해를 경감하기 위해서는 상습침수지역에 대한 배수개선사업이 선행되어야 한다. 배수개선사업은 홍수량 산정과 침수대책 대안에 따른 침수분석의 정확성과 신뢰성에 의해 좌우된다. 배수개선사업은 계획홍수량을 안전하게 배제할 수 있는 대책을 선정하여 시행하는 것으로, 이를 위해서 계획홍수량에 따른 침수피해 상황을 정량적으로 모의하고, 저감대책에 따른 효과를 검토하여, 적정 수준이내의 침수방지 목적을 달성할 수 있도록 하는 일이 필요하다.

침수피해를 줄이기 위한 대책으로 홍수유출량을 줄이는 방법과 홍수소통을 증대시키는 방법이 이용되고 있으며, 전자는 홍수시 일시적으로 홍수유량을 저류하여 침수유량의 크기를 줄이고 천천히 유출되도록 하는 방법이며, 후자는 하천제방의 정비, 방수로, 배수로 등을 정비하여 홍수유량이 신속하게 배제되도록 하는 방법이다.

본 연구에서는 홍수로 인한 침수피해를 최소화하기 위하여 홍수량 저감대책으로 기존에 많이 시행되고 있는 저류지를 설치하는 방법을 선정하여, 이를 HEC-HMS 모형에 적용하여 모의하고, 그 결과로부터 홍수량 저감효과를 제시하고자 한다.

### II. 연구방법

#### 1. 대상유역

선정된 발안 시험유역은 경기도 화성시

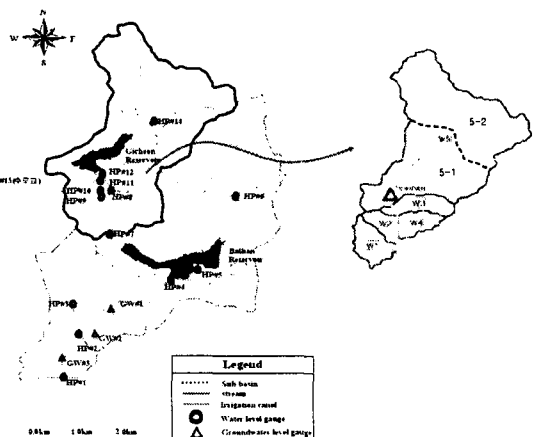


Fig. 1 Location of study area at Balhan watershed

봉담읍과 팔탄면에 위치하고 있으며, 1996년부터 서울대학교 농공학과에서 수문/수질 모니터링을 실시하고 있다. 본 연구에서는 발안 시험구역의 소유역인 HP#7 유역에 적용하여 모의하였다. Table 1은 HP#7 유역의 특성인자를 나타내고 있다.

Table 1 watershed characteristics of study area

Watershed	Area (ha)	Shape Coeff.	Flow Length (km)	Relief (m)	Relief Ratio	Slope (m/m)	Stream Frequency (ea/km <sup>2</sup> )
HP#7	1,068.8	2.272	6.95	285	0.0392	0.0073	1.47

## 2. 홍수량 추정모형

본 연구에서 홍수량 추정을 위하여 HEC-HMS (Hydrologic Modeling System) 모형을 이용하였다. HEC-HMS 모형은 미공병단에서 유역에서의 홍수량 추정을 위해 기존에 개발되어 이용되던 HEC-1 모형을 사용자 편의 시스템과 다양한 기능을 추가하여 개발한 모형이다. HEC-HMS 모형에서는 여러 가지 홍수량 추정방법들을 이용할 수 있는데, 본 연구에서는 SCS CN 방법을 적용하였다.

## 3. 홍수피해 저감방안

본 연구에서는 홍수피해를 줄이기 위하여 첨두유량을 줄이는 방법으로 저류지를 설치하는 방법을 선정하였다. 저류지 설치방법은 On-line 방법과 Off-line 방법으로 분류할 수 있으며, 이 두가지 방법 모두 적용하여 모의하였다. 저류지 홍수추적은 저류방정식을 이용하였으며, 저류지의 유출부 및 off-line형 저류지의 유입부는 웨어공식을 적용하였다.

### 가. On-line 방법

이 방법은 유역 내 발생한 유출량이 전량 저류지에 유입되고 방류시설을 통하여 방류되는 형태이며, Fig. 2는 개념도를 나타내고 있다. Fig. 3은 HEC-HMS에서 입력과정을 나타내고 있으며, 모의된 On-line 방법의 저류지는 평상시는 오리피스스를 통하여 유출되다가 홍수시에 저류지가 일정 수위에 다다르면 웨어로 월류되도록 모의하였다. 홍수유출량 모의 시 초기 수위는 저류지에 물이 없는 상태로 가정하였고, 웨어의 폭은 HP#7 유역의 하도구간의 폭 길이로 가정하였으며, 저류지의 면적은 1ha~50ha 까지 증가시켜가며 모의하였다.

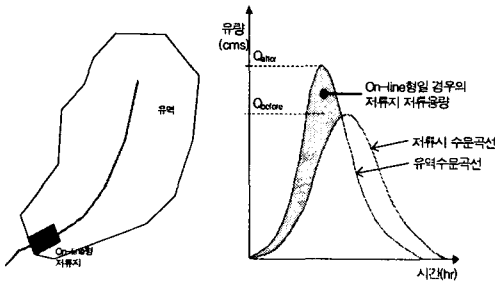


Fig. 2 Detention pond of On-line method

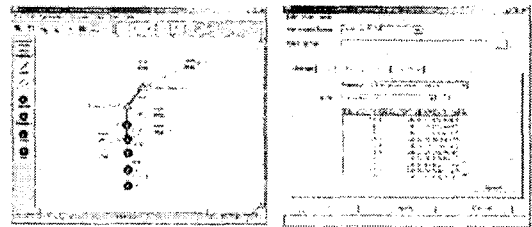


Fig. 3 On-line Detention pond in HEC-HMS

### 나. Off-line 방법

이 방법은 홍수유출량의 첨두부분이 월류제에 의해 분류되어 저류지로 유입되어 첨두홍수량의 크기가 감소되는 형태이며, Fig. 4와 같다. 한편, HP#7 유역의 홍수량은 On-line형 저류지와 마찬가지로 저수지의 방류량에 의해 많은 영향을 받고 있기 때문에 저수지 바로 밑에 저류지를 설치하여 모의

하였다. Off-line형 저류지의 유입부를 제외한, 다른 조건들은 On-line형 저류지와 동일하게 적용되었다. Fig. 5는 HEC-HMS에 입력되는 자료를 보여주고 있다.

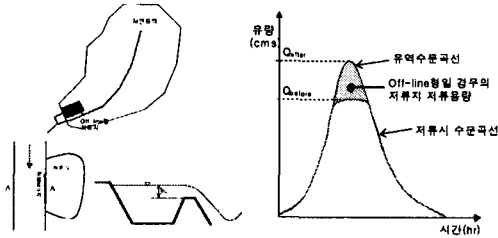


Fig. 4 Detention pond of off-line method

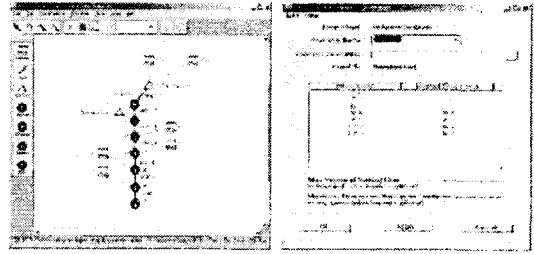


Fig. 5 On-line Detention pond in HEC-HMS

#### 4. 확률강우량 산정

홍수상황을 모의하기 위하여, 발안유역으로부터 약 10 km 떨어져 있는 수원측후소의 확률강우량 자료를 이용하였다. 수원측후소와 발안지역은 강수량 상관계수 ( $R^2$ )가 0.9166으로 높은 상관성을 보인다. 한편, 강우분포는 Huff방법을 이용하였다.

### III. 결과 및 고찰

본 연구에서는 유역에 저류지를 설치하였을 때 홍수유출량 변화를 모의하였으며, 경우는 수원지방의 10년, 20년, 50년, 100년, 200년 빈도 확률강우량을 지속시간 24시간, 48시간에 대하여 적용하였다. Table 1과 Fig. 6은 빈도별 확률강우량 모의시 저류지의 면적에 따른 첨두유량을 나타낸 것이다.

Table 1 Peak flow by 24hr duration probability rainfall ( $m^3/s$ )

Area (ha)	Type	Frequency (yr)				
		10	20	50	100	200
0	On	60.769	72.073	86.531	97.437	108.200
	Off	60.769	72.073	86.531	97.437	108.200
1	On	60.739	72.051	86.516	97.426	108.190
	Off	60.686	72.022	86.529	97.437	108.200
5	On	60.455	71.799	86.326	97.266	108.070
	Off	51.616	70.428	86.327	97.310	108.110
10	On	59.793	71.315	85.970	96.990	107.870
	Off	51.616	53.764	79.128	93.839	106.350
20	On	48.588	63.563	80.296	92.902	104.740
	Off	51.616	53.764	61.546	68.168	82.520
30	On	30.308	43.404	64.067	78.252	91.711
	Off	51.616	53.764	61.546	68.044	74.456
50	On	11.903	20.650	32.805	43.040	53.349
	Off	51.616	53.764	61.546	68.044	74.456

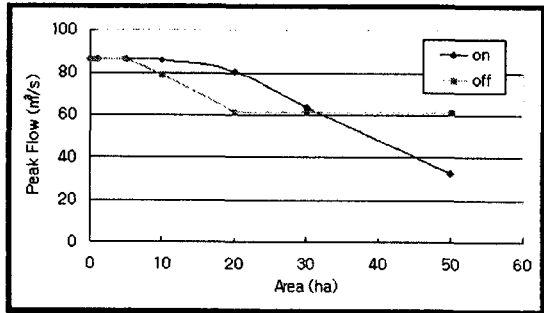


Fig. 6 Peak flow by 24hr duration 50yr frequency rainfall according to detention pond area and type

그림에서 볼 수 있듯이, On-line형 저류지보다 Off-line형 저류지가 저류지의 면적이 작을 때 첨두유량을 줄이는데 기여를 하였고, On-line형 저류지는 저류지의 면적이 늘어날수록 첨두유량이 줄어드는데 반해, Off-line형 저류지는 저류지의 면적이 일정한 수준에 다다르면 첨두유량은 변하지 않았다. 이는 Off-line형 저류지가 첨두부분의 유량만을 저류시키기 때문에 발생한 결과이다. 한편 Fig. 7

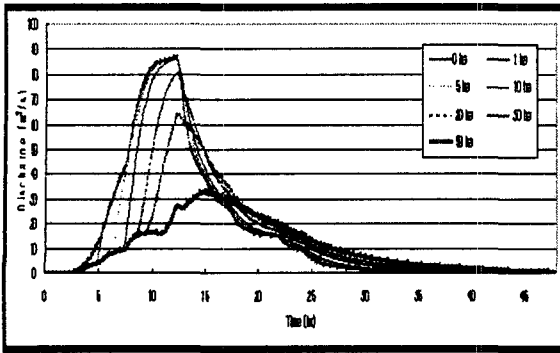


Fig. 7 Hydrograph by 24hr duration 50yr frequency rainfall when On-line method applied

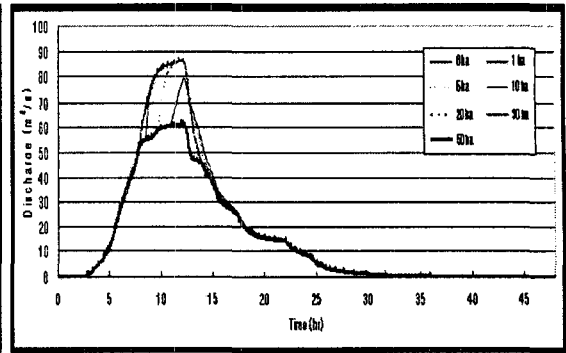


Fig. 8 Hydrograph by 24hr duration 50yr frequency rainfall when Off-line method applied

과 Fig. 8은 24시간 지속시간 50년빈도 확률강우량에 의한 On-line형 및 Off-line형 저류지의 시간에 따른 저류지 면적별 직접유출곡선을 나타내고 있다.

#### IV. 결론

본 연구에서는 홍수피해저감대안으로, 저류지를 설치하는 방안을 선정하여, 저류지 면적에 따른 홍수량저감에 대하여 모의하였다. 이 결과를 바탕으로 저류지 설계 등의 홍수피해저감대책을 현실에 적용하는데 있어 기초자료로 제공하고자 한다.

본 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다.

- ① HP#7 소유역에 침수피해저감대책으로 저류지를 설치하는 대안을 선정하였고, 저류지는 On-line형 저류지 및 Off-line형 저류지의 두가지 형태로 모의하였다.
- ② HEC-HMS 모형을 이용하여 확률강우량에 대한 저류지의 면적별, 형태별로 홍수유출 모의를 수행하였고, On-line형 저류지의 침투유량은 저류지 면적이 늘어날수록 감소하였고, Off-line형 저류지의 침투유량은 저류지 면적이 일정수준이 되면 침투유량도 일정수준을 유지하였다.
- ③ 또한, Off-line형 저류지가 On-line형 저류지에 비하여 저류지의 면적이 작을 때, 침투유량을 감소시키는데 효과가 있었다. 24시간 지속시간 50년빈도 확률강우량에 대하여, on-line형 저류지와 off-line형 저류지 설치시 침투유량은 각각  $85.970\text{m}^3/\text{s}$ ,  $79.128\text{m}^3/\text{s}$ 로 저류지를 설치하지 않았을 때보다 각각  $0.561\text{m}^3/\text{s}$ ,  $7.403\text{m}^3/\text{s}$  감소되었다.
- ④ 10년, 20년, 50년, 100년, 200년 확률빈도별 강우량 및 지속시간 24시간, 48시간 그리고 저류지의 면적별로 홍수유출수문곡선을 모의하였다.

#### 감사의 글

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것임

#### 참고문헌

1. U.S. Army Corps of Engineering, 2000. HEC-HMS(Version 2.1): Hydrologic Modeling System, Technical Reference Manual, Hydrologic Engineering Center, Davis, CA.
2. U.S. Army Corps of Engineering, 2001. HEC-HMS(Version 2.1): Hydrologic Modeling System, User's Manual, Hydrologic Engineering Center, Davis, CA.
3. USACE (1995). *Hydrologic engineering requirements for flood damage reduction studies*, EM 1110-2-1419. Office of Chief of Engineers, Washington, DC