

계획강우의 지속기간에 따른 저류지용량의 산정

Estimation of the Stormwater Impoundments Volume Dependent on the Durations of Design Rainfall.

윤 여 진* / 이 재 철**
Yoon, Yeo Jin / Lee, Jae Chul

Abstract

After Disaster Impact Assessment(DIA) Program was practiced, the wide variety of hydrological data are estimated by introducing the concept of critical storm duration to calculate the stormwater impoundments as the alternative of increasing runoff due to many developments. Critical storm duration is varied by a lot of hydraulic structures, drainage characteristics, temporal distribution of design rainfall, return period, and runoff models. In this study the methods of estimating the proper volume to design the stormwater impoundments are proposed to determine the required volume by comparing and analyzing the maximum stormwater impoundments in accordance with the impoundment volume and rainfall duration by using the concept of storage ratio presented in the existing studies. The methods of determining the critical storm duration of design rainfall which cause the maximum load from the runoff hydrograph will be studied as analyzing rainfall-runoff using the various runoff models and observed data.

keywords : storage ratio, critical storm duration, design flood, detention volume, allowable downstream discharge

요 지

재해영향평가제도가 시행된 이후 평가서에서는 홍수량 산정 및 개발로 인해 증가된 유출량에 대한 대처방안으로 저류지용량을 산정할 때 임계지속기간의 개념을 도입하여 각종 수문량이 산정된다. 임계지속기간은 수강구조물의 종류, 유역특성과 계획강우의 시간적분포 및 재현기간, 유출모형에 따라 변화한다. 본 연구에서는 저류지 설계시 소요용량을 결정하기 위해 기존 연구에서 제안한 바 있는 저류비의 개념을 이용하여 산정된 저류지용량과 강우지속기간에 따른 저류지용적이 최대가 되는 때의 저류지용적 등을 비교·분석함으로써 저류지 설계시 적정용량을 산정하는 방법을 제안하였다. 추후 유출수문곡선으로부터 최대부하를 야기시키는 계획강우의 임계지속기간을 정하는 문제는 다양한 유출모형과 실적자료를 통한 강우-유출해석과 연계시켜야 할 것으로 판단된다.

핵심용어 : 저류비, 임계지속기간, 설계홍수량, 저류용적, 허용방류량

* 건양대학교 기계건축토목공학부 전임강사

Full-time lecture, Dept. of Civil Engrg., Konyang Univ., Noonsan, Chungnam, 320-711, Korea.

(E-mail: yyj0806@konyang.ac.kr)

** 청양대학 토목과 조교수

Assistant Prof., Dept. of Civil Eng., Cheongyang Provincial College, Cheongyang, Chungnam, 345-702, Korea

1. 서론

현재 국내에서 저류지나 배수펌프장 설계시 강우지속시간은 각 용량의 크기에 중요한 영향을 미치나 명확한 근거없이 강우지속시간을 임의의 시간(예: 서울시 2시간)을 사용하였다. 이러한 임의의 지속시간은 실질적으로 최대의 부하를 발생시키는 임계지속시간을 간과함으로써 수공구조물이 과소설계될 가능성을 갖고 있다.

또한 저류지 배수펌프장 설계시의 계획강우의 임계지속시간을 결정할 수 있는 방법에 관한 연구는 많지 않으나, 최근 일정한 배수펌프 토출능력을 가진 상황에서 총유출용적에 대한 저류용적의 비인 저류비의 개념을 도입하고, 임의 지속시간의 변화에 따른 저류비변화를 분석하여 저류비가 최대인 강우지속시간을 저류지설계를 위한 계획강우의 임계지속시간으로 하는 방안이 제시된 바 있다. (이종태 등, 1993)(이재준 등, 1993) 최근에는 침투유량이 발생하는 임계지속시간에서 저류지의 용량을 산정하는 예도 보여지고 있다. 또한 강우분포형태에 따른 임계지속시간의 변화에 대한 연구(윤여진 외 3인, 1998)와 임계지속시간을 고려한 설계홍수량의 산정에 관한 연구(윤여진, 1998) 등이 있다.

태풍이나 호우로 인한 피해가 심각한 일본은 홍수에 의한 피해를 경감시키기 위하여 상류지역의 개발로 인한 유출변화가 하류지역에도 영향을 끼칠 수 밖에 없는 수문학적인 특성을 이용하여 유역개발시에 전유역적인 접근방법을 사용하고 있다. 전유역적인 접근방법이란 유역을 상류지역은 유출억제지역, 중류지역은 홍수지체지역, 하류지역은 저지대지역의 3단계로 구분하고 그 지역의 용도에 알맞는 개발계획을 수립하여 전유역에 대한 홍수피해를 최소화 하자는 것이다. 또한 미국은 개발사업에 따른 유출증가량에 대한 대처방안으로 두가지 측면에서 파악을 하고 있는데 첫째는 홍수터 관리의 측면이고 둘째는 도시호우관리의 측면이다. 도시호우관리는 좀 더 광범위한 개발행위에 대한 제한으로 파악할 수 있으며, 개발사업에 따라 증가하는 유출량의 저감방안으로서 저류 및 지체시설 뿐만 아니라 지하침투유도시설 등에 대한 내용등이 포함되어 있다.(국립방재연구소, 1998)

본 연구에서는 이미 제안된 저류비가 최대가 되는 때의 임계지속시간에서의 저류지용적을 산정하고 침투유량이 최대가 되는 임계지속시간에서의 저류지용적

및 저류용적이 최대가 될 때의 임계지속시간과 그때의 저류지용적을 각각 구하였다. 그리고, 각 방법으로 구한 임계지속시간 및 저류지용적의 크기를 비교·검토하여, 저류지 설계시 적정 용량을 산정하는 방법을 제안하고자 한다.

2. 연구방법 및 대상유역 기본자료분석

2.1 연구방법

저류지의 설계용량은 대부분의 평가서에서 개발전과 개발중의 유출총량의 차와 토사유출량의 함으로 산정된다. 그러나 토사의 준설시기 및 설계 유출수문곡선의 시간적 변화에 대응하는 가장 위험한 상황에 대한 대처용량으로서의 논리적 근거가 미흡하여 이에 대한 기준설정이 시급하다.

따라서, 저류지의 용량은 개발사업으로 인하여 증가하는 유출총량을 전량 처리하는 기준으로 설계하는 것이 가장 안전측에 속한다고 생각된다. 또한 저류지 추적이론에 의해 수위-저류량 곡선을 제시한 후 개발사업전, 중(후)의 저류지 유입수문곡선과 유출수문곡선을 비교하여 침투유출량이 개발전의 상황을 그대로 유지할 수 있도록 방류공을 설계할 필요가 있다.

본 연구에서는 배수펌프 토출능력 또는 허용방류량에 따라 소요 저류지용량을 각 방법에 의해 구하여 이들 방법간의 비교분석을 통해 저류지용량을 산정하는 타당한 방법을 제시하는 것이 목적이므로 허용방류량(펌프용량)을 침투유량보다 작은 값 범위내에서 일정한 상태로 변화시켜 가면서 저류비가 최대가 될 때, 침투유량이 최대가 될 때, 저류용적이 최대가 될 때의 저류지용량을 산정하였다.

강우지속시간(10분간격)에 따른 배수계통에 최대의 부하를 야기시키는 임계지속시간 및 그때의 저류지용적과 저류비가 최대가 되는 때의 임계지속시간 및 저류지용적, 저류지용적이 최대가 되는 때의 3가지 경우에서의 저류지용적을 비교하였다. 3가지의 경우를 정리하면 다음과 같다.

i) Case-1(C1) : 배수계통에 최대의 부하를 야기시키는 경우(우수관거 설계에 적용하는 경우)

ii) Case-2(C2) : 우수지와 배수펌프장을 조합한 내배수 시스템 설계에 있어서 저류비가 최대가 되는 경우(이종태 등, 1993)

이때 저류비는 식(1)로 표시할 수 있다.

$$S_r = \frac{V_r}{V_i} \quad (1)$$

여기서, S_r : 저류비(storage ratio)

V_r : 저류지에 저류되는 용적(m)

V_i : 계획강우로 인해 유출되는 총유출용적(m)

저류비의 값이 최대가 될 때 우수지로서는 해당지속기간의 강우에 대하여 상대적으로 최대의 부하율을 감당한다고 볼 수 있으므로, 이때의 강우지속기간을 설계강우에서의 지속기간으로 선택할 수 있다고 보았다. 이때의 배수펌프 토출량의 규모는 대상지구 우수지의 현 배수펌프 토출능력으로 하여야 하며 펌프는 강우지속기간동안 최대토출량으로 일정하게 지속적으로 가동한다고 보아야 하나, 본 연구에서는 허용방류량(펌프용량)을 50~100m³/sec 사이에서 10m³/sec 씩 일정한 상태로 변화시켜 가면서 저류비가 최대가 될 때와 저류용적이 최대가 될 때의 변화를 살펴보았다.

iii) Case-3(C3) : 배수계통에 저류지용적만이 최대가 되는 경우

2.2 적용모형 및 강우분포

연구대상유역으로는 서울 대치유역과 군포 산본유역을 선정하여 도시유출모형으로 많이 적용하고 있는 ILLUDAS모형을 이용하고 20년빈도에 대하여 침투강우 발생위치에 따라 삼각형분포 4가지 경우와 Huff분포의 4분위에 대하여 침투유량을 산정하였다. 임계지속기간은 침투유량에 대한 것으로 설정하는 것이 적절하며 이때 정확한 임계지속기간을 산정하기 위해서는 최소한 10분간격으로 강우지속기간을 세분하여 비교하도록 할 필요가 있고 적용 유출모형은 여러 유출모형에서 침투유출량이 최대가 되는 모형을 선정하는 것이 바람직하나 본 연구에서는 국내에서 많이 적용하고 있는 ILLUDAS모형을 적용하였다.

ILLUDAS모형은 1974년 Terstriep과 Stall(1974)에 의해 처음 개발되어 1984년, 1986년 개정된 모형이다. 이 모형은 BRRL모형의 기본개념을 그대로 받아들이면서, 투수지역에 내리는 강우로 인한 유출량을 고려하여 BRRL방법을 수정한 모형으로 전체유역을 직접연결 불투수지역, 간접연결 불투수지역, 간접연결 투수지역 및 유출에 기여하지 않는 지역의 4가지로 구

분·해석하는 모형이며 모형의 계산 순서도는 그림 1과 같다.

모형을 적용하기에 앞서 전체유역을 몇개의 소유역으로 구분하며, 이때 관을 설치하고자 하는 지점 혹은 주요 간선관거의 합류지점을 기준으로 하여 소유역을 구분한다.

이와같이 소유역을 구분하고 나면, 각 소유역별로 불투수지역과 투수지역의 유출량을 각각 계산하여 합성함으로써 소유역별 유출수문곡선을 구하며, 이를 관로를 통해 추적·합성하여 유역 말단부에서의 총 유출수문곡선을 구하게 된다.

강우분포는 지금까지 Huff의 4분위법에서 우리나라의 강우양상이 제2분위에 해당하므로 이를 사용한다는 논리가 지배적이지만 동일한 지속시간과 동일한 강우량에 대해서도 각 분위별 적용에 따른 최대 유출량 발생분위를 설정하는 것이 적절할 것으로 판단이 되어 4분위 전체를 이용하였고 삼각형분포도 강우 지속시간의 20%, 40%, 60%, 80% 지점에서 최대강우강도가 발생하는 경우를 적용하였다.

이때 침투강우 발생위치에 따른 유역에서의 침투유량을 산정하여 이를 평균하고, 이 평균값의 50%에 해당하는 유량을 최소 허용방류량으로 하여 허용방류량을 증가시켜 감에 따라 저류지용적을 비교하였다.

2.3 대상유역 분석

서울 대치유역의 조사에 이용된 자료는 각종 도면(지형도, 도시계획도면, 서울시 하수관망도)과 보고서, 구청통계자료 등을 이용하였다.(강남구청,1991)(서울특별시,1992) 대치유역 주요 간선관거 현황은 그림 2와 같다.

유역의 분할은 연구대상유역이 도시유역이므로 유역내 설치되어 있는 우수관거의 크기, 위치 및 방향 등에 따라 유역내에 내린 강우의 유출이 특징지어진다고 보고, 배수구역내 존재하는 우수관거중 중요한 관거를 설정하여 이를 간선으로 설정하였다. 이를 기준으로 대치유수지 유역은 45개의 소유역으로 나뉘었다. 또한 도시유역은 투수지역 및 불투수지역의 유출특성이 상이하므로, 각 소유역별로 투수지역과 불투수지역으로 구분하여 구분지역별로 유역면적, 유로연장 및 유역경사를 각각 구하였다. 대치배수구역은 비교적 최근에 개발된 아파트단지등 신시가지이며 대치유수지 침투유역으로 건기에는 오수가 단천허수처리장으로 유입되며, 우천시 유역내 우·오수는 대치유수지를 통하여 단천

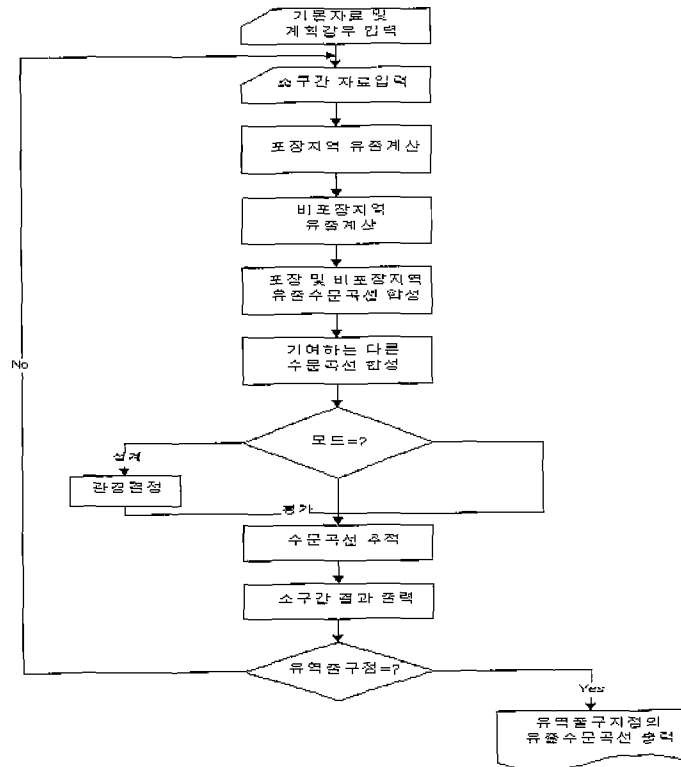


그림 1. ILLUDAS모형의 흐름도

으로 유입되고 있다.

군포 산본유역의 조사에 이용된 자료는 지형도, 도시계획도면, 하수관망도 등을 이용하였으며 현재는 개

발이 완료된 유역이다. 산본유역 주요 간선관거 현황

및 소유역 구분은 그림 3~그림 4와 같다.

서울 대치유역의 확률강우강도공식(서울특별시,

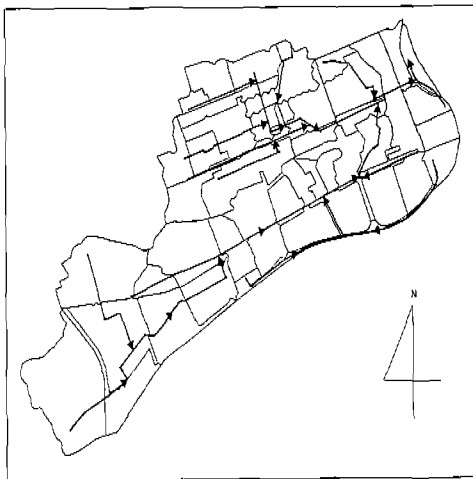


그림 2. 대치유역 주요 간선관거

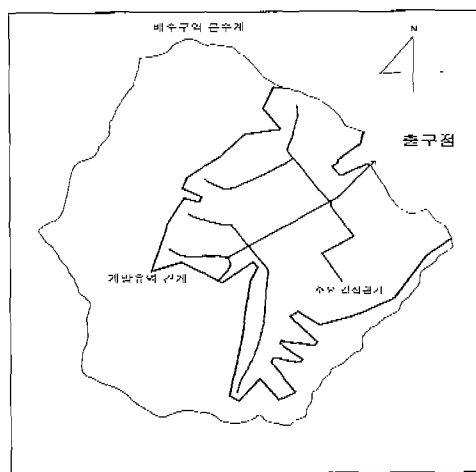


그림 3. 산본유역 주요 간선관거

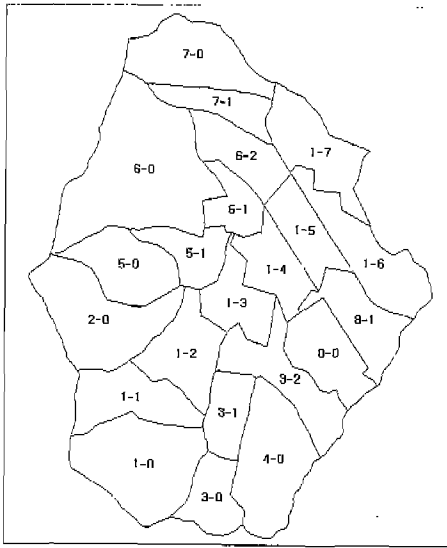


그림 4. 산본유역 소유역 구분

1991)과 산본지역의 확률강우강도식은 다음과 같다.

$$20\text{년빈도(서울)} \quad I = \frac{669.0}{\sqrt{t+0.542}}$$

$$20\text{년빈도(산본)} \quad I = \frac{415.33}{t^{0.45}}$$

여기서, 산본유역의 강우분석은 산본과 가장 가까운 수원기상대의 1964년부터 1996년 까지의 강우자료를 이용하였다.

3. 산정방법별 저류지용량 비교분석

3.1 서울 대치지구

20년빈도의 대치유역의 첨두유량은 삼각형분포와 Huff분포에서 평균 113.9m/sec이므로 최소 허용방류량으로 50m/sec로 보고 허용방류량을 일정량씩(10m

/sec) 증가시켜 가면서 허용방류량에 따른 저류지용량 산정결과를 계산하였다. 첨두강우 발생위치별 임계지속기간 및 첨두유량은 표 1과 같다.

강우분포형태는 삼각형분포와 Huff분포의 첨두강우 발생위치에 따른 모든 경우에 적용해 보았는데 대치유역의 강우지속기간에 따른 저류비와 저류용적의 변화는 그림 5~그림 7로 나타내었다. 또한 각 산정방법별 허용방류량에 따른 임계지속기간과 저류지용량을 정리하여 표 2에 나타내었다.

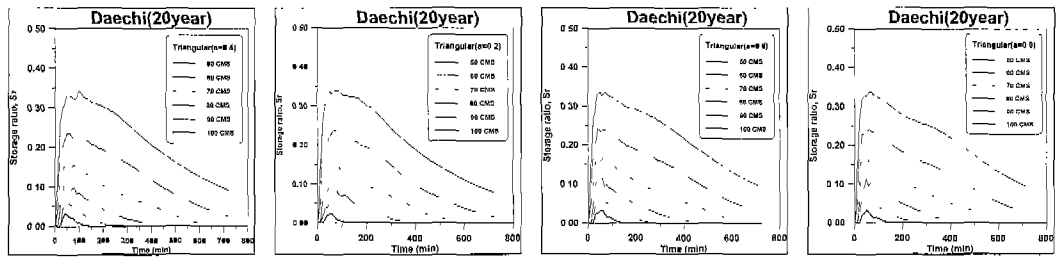
첨두유량이 최대가 될 때의 저류지용적을 Case-1(C1), 저류비가 최대가 될 때의 저류지용적을 Case-2(C2), 저류지용적이 최대가 될 때를 Case 3(C3)라 할 때, 각 경우의 임계지속기간 및 저류지용적은 큰 차이가 있다는 것을 알 수 있다. 임계지속기간을 살펴보면 Case-1과 Case-2는 비교적 비슷한 값을 나타낸 반면 Case-3는 다른 경우보다 훨씬 큰 임계지속기간을 나타내고 있다. 그러나 허용방류량이 증가할수록 그 차이는 작아지는 경향을 보이고 있다. 저류지용적에 있어서도 Case-1과 Case-2는 비슷한 크기를 갖는 반면에 Case-3는 다른 경우보다 훨씬 큰 값을 가지며 허용방류량이 증가할수록 그 차이는 작아지는 경향을 보이고 있다. Case-3의 경우 저류지용량이 가장 크게 산정되지만 Case-1과 Case-2의 저류지용적은 비교해 보면 크기상으로는 일관된 경향을 보이고 있지는 않다. 이와 같은 경향을 좀더 명확히 분석하기 위하여 첨두유량이 최대가 되는 경우인 Case-1의 저류지용적을 기준으로 각 경우를 나누어줌으로써 무차원시킨 결과를 그림 9와 그림 10에 나타내었다. 이 결과로부터 각 경우의 저류용적비율을 살펴보면 경향을 명확히 볼 수가 있다.

그림 9에서 허용방류량이 100m/sec에서는 Case-2에서의 저류용량과 Case 3에서의 저류용량이 거의 같아지며 Case-1의 저류용적 값과는 다소 차이는 있으나 Case-3에서의 용적과 차이는 줄어드는 경향이 있

표 1. 첨두강우 발생위치별 임계지속기간 및 첨두유량(대치)

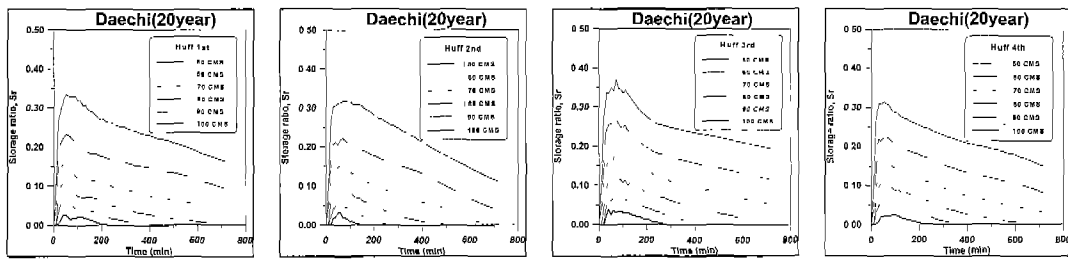
| 강우분포형태 | | 삼각형분포 | | | | Huff분포 | | | |
|--------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|-------|-------|-------|
| | | a=0.2 b=0.8 | a=0.4 b=0.6 | a=0.6 b=0.4 | a=0.8 b=0.2 | 1분위 | 2분위 | 3분위 | 4분위 |
| 20 | 임계지속기간 | 50 | 60 | 50 | 40 | 90 | 70 | 100 | 70 |
| | 첨두유량 | 111.1 | 113.2 | 114.0 | 113.3 | 113.9 | 113.4 | 116.9 | 115.4 |

(단위: 임계지속기간 min, 첨두유량 m/sec)



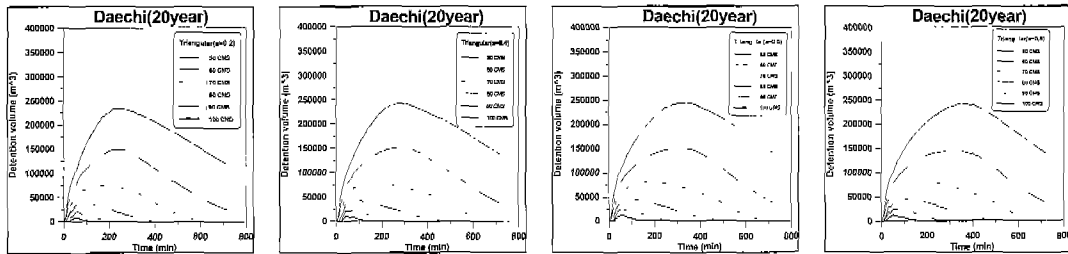
(a) 삼각형분포(a=0.2, b=0.8) (b) 삼각형분포(a=0.4, b=0.6) (c) 삼각형분포(a=0.6, b=0.4) (d) 삼각형분포(a=0.8, b=0.2)

그림 5. 지속시간별 저류비 변화(대치, 20년빈도, 삼각형분포)



(a) Huff분포(1분위) (b) Huff분포(2분위) (c) Huff분포(3분위) (d) Huff분포(4분위)

그림 6. 지속시간별 저류비 변화(대치, 20년빈도, Huff분포)



(a) 삼각형분포(a=0.2, b=0.8) (b) 삼각형분포(a=0.4, b=0.6) (c) 삼각형분포(a=0.6, b=0.4) (d) 삼각형분포(a=0.8, b=0.2)

그림 7. 지속시간별 저류용적 변화(대치, 20년빈도, 삼각형분포)

다.

각 경우분포의 결과를 살펴보면 Case-1과 Case-2는 각 경우마다 저류용량의 크기가 다를 뿐만 아니라 서로 교차하는 지점이 발생하는 경우가 있어 같은 경우분포에 대해서도 어느 방법에 의한 저류용량이 더 크거나 작은지 알 수 없으며 결국 허용방류량에 의해 그 상대적 크기가 달라지는 것을 볼 수 있다. 모든 경우에 있어서 Case-3에서의 저류지용량은 다른 경우보다 크거나 같다는 것을 알 수 있고, 그 크기가 같아지는 경우는 허용방류량이 커서 작은 저류용량이 필요로

되는 경우에만 한정된다는 것을 알 수 있다.

3.2 군포 산본유역

산본유역 개발후에 대한 적용은 대치유역에 적용한 것과 동일한 방법으로 실시하였다. 산본유역 개발후의 산정된 20년빈도의 침투유량은 삼각형분포와 Huff분포에서 평균 81.25m/sec이므로 최소 허용방류량으로 40 m/sec로 보고 최소값과 최대값 사이에서의 허용방류량에 따른 저류지용량 산정결과를 계산하였다. 산본유역의 침투강우 발생위치별 임계지속시간 및 침투유량

표 2. 저류지용량 산정방법별 비교(대치유역, 삼각형, Huff분포, 20년빈도)

(단위 : 입계지속시간 min, 저류지용적 m³)

| 산정방법 강우분포 | 허용방류량 변 화 | 첨두유량 최대시 Case-1 | | 저류비(S _r)최대시 Case-2 | | | 저류용적(V _r)최대시 Case-3 | | | |
|--------------|-----------------|--------------------|---------------|------------------------------------|----------------|---------------|-------------------------------------|----------------|---------------|---------|
| | | 입계지속 기 간 | 저류지 용 적 | 저류비 | 입계지속 기 간 | 저류지 용 적 | 저류비 | 입계지속 기 간 | 저류지 용 적 | |
| | | 삼각형 분포 | a=0.2 | 70m/sec | 50 | 48,464 | 0.163 | 70 | 63,548 | 0.108 |
| | a=0.4 | | 60 | 59,094 | 0.170 | 50 | 56,947 | 0.115 | 170 | 79,512 |
| | a=0.6 | | 50 | 50,897 | 0.175 | 40 | 50,714 | 0.115 | 180 | 80,364 |
| | a=0.8 | | 40 | 44,471 | 0.170 | 50 | 54,486 | 0.108 | 200 | 80,325 |
| 삼각형 분포 | a=0.2 | 80m/sec | 50 | 32,515 | 0.103 | 60 | 36,986 | 0.100 | 70 | 39,548 |
| | a=0.4 | | 60 | 35,517 | 0.111 | 50 | 38,947 | 0.099 | 80 | 45,124 |
| | a=0.6 | | 50 | 35,242 | 0.117 | 60 | 42,360 | 0.082 | 110 | 44,682 |
| | a=0.8 | | 40 | 27,375 | 0.114 | 50 | 36,486 | 0.097 | 90 | 44,518 |
| 삼각형 분포 | a=0.2 | 90m/sec | 50 | 20,515 | 0.058 | 50 | 20,515 | 0.055 | 60 | 21,186 |
| | a=0.4 | | 60 | 21,109 | 0.072 | 40 | 22,488 | 0.051 | 80 | 23,414 |
| | a=0.6 | | 50 | 23,242 | 0.066 | 50 | 23,242 | 0.063 | 60 | 24,379 |
| | a=0.8 | | 40 | 15,375 | 0.068 | 50 | 23,839 | 0.057 | 70 | 24,148 |
| 삼각형 분포 | a=0.2 | 100m/sec | 50 | 8,515 | 0.024 | 60 | 9,186 | 0.024 | 60 | 9,186 |
| | a=0.4 | | 60 | 9,109 | 0.034 | 40 | 10,488 | 0.034 | 40 | 10,488 |
| | a=0.6 | | 50 | 11,242 | 0.032 | 60 | 12,379 | 0.032 | 60 | 12,379 |
| | a=0.8 | | 40 | 7,997 | 0.034 | 50 | 11,839 | 0.034 | 50 | 11,839 |
| Huff 분포 | 1분위 | 70m/sec | 90 | 61,819 | 0.156 | 50 | 54,014 | 0.086 | 320 | 84,447 |
| | 2분위 | | 70 | 62,355 | 0.153 | 60 | 57,843 | 0.105 | 190 | 77,657 |
| | 3분위 | | 100 | 72,447 | 0.195 | 70 | 72,447 | 0.111 | 310 | 108,385 |
| | 4분위 | | 70 | 58,719 | 0.159 | 70 | 58,719 | 0.093 | 300 | 84,943 |
| Huff 분포 | 1분위 | 80m/sec | 90 | 38,941 | 0.103 | 40 | 32,091 | 0.066 | 180 | 47,484 |
| | 2분위 | | 70 | 39,607 | 0.101 | 60 | 39,448 | 0.068 | 140 | 42,836 |
| | 3분위 | | 100 | 48,447 | 0.126 | 40 | 36,722 | 0.082 | 210 | 65,217 |
| | 4분위 | | 70 | 40,719 | 0.108 | 40 | 30,716 | 0.070 | 190 | 49,966 |
| Huff 분포 | 1분위 | 90m/sec | 90 | 21,130 | 0.064 | 40 | 20,091 | 0.044 | 110 | 24,413 |
| | 2분위 | | 70 | 21,607 | 0.066 | 50 | 23,289 | 0.064 | 60 | 24,795 |
| | 3분위 | | 100 | 29,888 | 0.077 | 40 | 24,722 | 0.063 | 110 | 35,194 |
| | 4분위 | | 70 | 22,719 | 0.060 | 40 | 18,716 | 0.044 | 130 | 27,063 |
| Huff 분포 | 1분위 | 100m/sec | 90 | 9,130 | 0.026 | 50 | 9,301 | 0.022 | 110 | 12,413 |
| | 2분위 | | 70 | 8,043 | 0.033 | 60 | 12,795 | 0.033 | 60 | 12,795 |
| | 3분위 | | 100 | 14,127 | 0.036 | 60 | 14,347 | 0.027 | 130 | 16,835 |
| | 4분위 | | 70 | 9,242 | 0.024 | 100 | 12,667 | 0.024 | 100 | 12,667 |

은 표 3과 같다.

허용방류량을 일정량씩(10m/sec) 증가시켜 가면서 삼각형분포와 Huff분포의 첨두강우 발생위치에 따른

모든 경우에 적용해 보았으며 각 강우분포와 강우지속 시간에 따른 저류비와 저류용적의 변화는 그림 11~그림 14로 나타내었다. 또한 각 산정방법별 허용방류량

표 4. 저류지용량 산정방법별 비교(산본, 삼각형, Huff강우분포, 20년빈도)

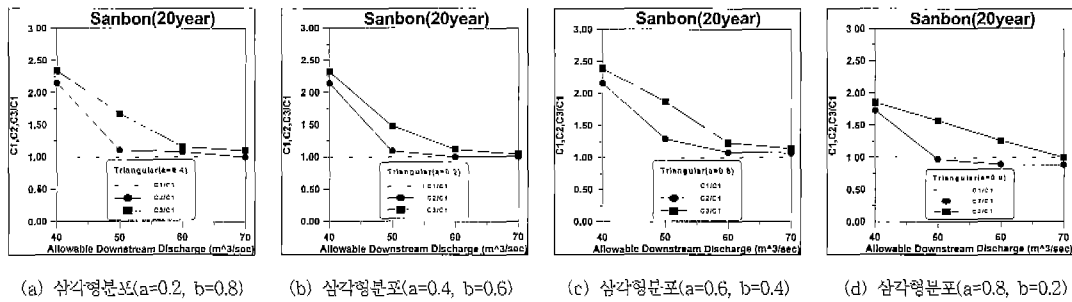
(단위 : 임계지속시간 min, 저류지용적 m)

| 산정방법 강우분포 | 허용방류량 변화 | 첨두유량 최대치 Case-1 | | 저류비(S_r) 최대치 Case-2 | | | 저류용적(V_r) 최대치 Case-3 | | |
|--------------|-------------|--------------------|------------|----------------------------|-------------|------------|-----------------------------|-------------|------------|
| | | 임계지속 기 간 | 저류지 용 적 | 저류비 | 임계지속 기 간 | 저류지 용 적 | 저류비 | 임계지속 기 간 | 저류지 용 적 |
| | | 삼각형 분 포 | a=0.2 | 80 | 74,055 | 0.192 | 260 | 158,550 | 0.178 |
| | a=0.4 | 80 | 80,142 | 0.198 | 290 | 173,057 | 0.182 | 430 | 188,075 |
| | a=0.6 | 80 | 80,433 | 0.196 | 300 | 174,474 | 0.180 | 460 | 192,986 |
| | a=0.8 | 120 | 100,164 | 0.186 | 330 | 173,711 | 0.176 | 440 | 186,207 |
| 삼각형 분 포 | a=0.2 | 80 | 44,055 | 0.100 | 90 | 48,146 | 0.077 | 270 | 65,392 |
| | a=0.4 | 80 | 49,252 | 0.113 | 90 | 55,056 | 0.089 | 330 | 82,906 |
| | a=0.6 | 80 | 50,433 | 0.115 | 120 | 65,428 | 0.097 | 370 | 94,477 |
| | a=0.8 | 120 | 61,828 | 0.110 | 110 | 60,043 | 0.098 | 380 | 97,605 |
| 삼각형 분 포 | a=0.2 | 80 | 19,436 | 0.043 | 80 | 19,436 | 0.038 | 120 | 21,890 |
| | a=0.4 | 80 | 25,252 | 0.056 | 90 | 27,448 | 0.049 | 130 | 29,327 |
| | a=0.6 | 80 | 27,979 | 0.062 | 90 | 30,317 | 0.056 | 140 | 34,599 |
| | a=0.8 | 120 | 32,230 | 0.059 | 90 | 28,984 | 0.046 | 290 | 40,797 |
| 삼각형 분 포 | a=0.2 | 80 | 2,492 | 0.005 | 80 | 2,492 | 0.005 | 90 | 2,614 |
| | a=0.4 | 80 | 7,064 | 0.016 | 70 | 7,063 | 0.015 | 100 | 7,800 |
| | a=0.6 | 80 | 9,979 | 0.022 | 90 | 10,729 | 0.021 | 110 | 11,402 |
| | a=0.8 | 120 | 12,815 | 0.023 | 90 | 11,445 | 0.022 | 120 | 12,815 |
| Huff 분포 | 1분위 | 120 | 88,906 | 0.199 | 490 | 207,503 | 0.183 | 760 | 228,872 |
| | 2분위 | 100 | 90,525 | 0.196 | 350 | 179,550 | 0.181 | 540 | 199,648 |
| | 3분위 | 120 | 106,038 | 0.215 | 390 | 210,340 | 0.197 | 640 | 239,337 |
| | 4분위 | 150 | 105,228 | 0.192 | 560 | 209,170 | 0.174 | 910 | 235,058 |
| Huff 분포 | 1분위 | 120 | 52,436 | 0.103 | 240 | 79,626 | 0.093 | 650 | 108,747 |
| | 2분위 | 100 | 54,593 | 0.112 | 110 | 60,001 | 0.096 | 430 | 97,139 |
| | 3분위 | 120 | 70,820 | 0.127 | 140 | 77,237 | 0.116 | 530 | 130,507 |
| | 4분위 | 150 | 72,986 | 0.122 | 280 | 100,871 | 0.108 | 720 | 132,738 |
| Huff 분포 | 1분위 | 120 | 26,049 | 0.053 | 190 | 36,833 | 0.046 | 280 | 38,636 |
| | 2분위 | 100 | 30,593 | 0.061 | 110 | 32,677 | 0.051 | 200 | 36,971 |
| | 3분위 | 120 | 40,820 | 0.076 | 110 | 40,742 | 0.059 | 360 | 56,127 |
| | 4분위 | 150 | 44,992 | 0.076 | 210 | 55,166 | 0.058 | 530 | 63,057 |
| Huff 분포 | 1분위 | 120 | 8,832 | 0.018 | 150 | 11,632 | 0.018 | 160 | 11,990 |
| | 2분위 | 100 | 11,560 | 0.023 | 120 | 12,907 | 0.023 | 120 | 12,907 |
| | 3분위 | 120 | 20,471 | 0.036 | 120 | 20,471 | 0.032 | 170 | 21,620 |
| | 4분위 | 150 | 24,531 | 0.039 | 140 | 23,738 | 0.036 | 260 | 29,142 |

대치유역 적용과는 달리 상당히 근접하였지만 허용방류량이 증가할수록 경향은 같은 것으로 나타났다.

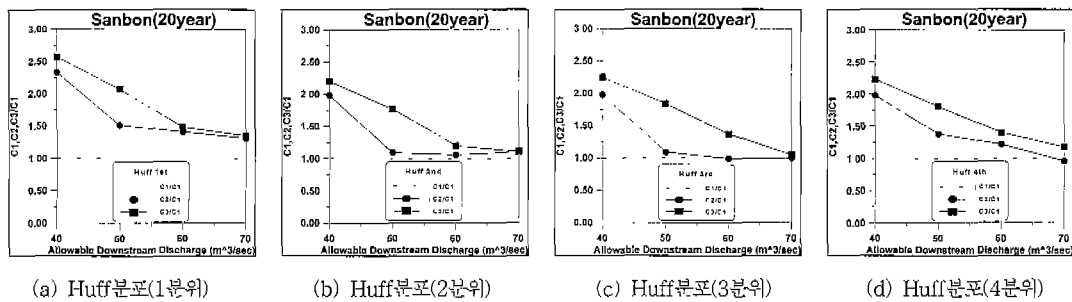
각 강우분포의 결과를 살펴보면 Case-1과 Case-2는 각 경우마다 저류용량의 크기가 다를 뿐만 아니라

서로 교차하는 지점이 발생하는 경우가 있는 대치유역과는 달리 교차하는 부분이 거의 없었으며 대부분 Case-2의 경우에서의 저류지용량이 Case-1보다 큰 것으로 나타났다.



(a) 삼각형분포(a=0.2, b=0.8) (b) 삼각형분포(a=0.4, b=0.6) (c) 삼각형분포(a=0.6, b=0.4) (d) 삼각형분포(a=0.8, b=0.2)

그림 15. 허용방류량에 따른 저류용적비율 변화(산본, 20년빈도, 삼각형분포)



(a) Huff분포(1분위) (b) Huff분포(2분위) (c) Huff분포(3분위) (d) Huff분포(4분위)

그림 16. 허용방류량에 따른 저류용적비율 변화(산본, 20년빈도, Huff분포)

또한 모든 경우에 있어서 Case-3에서의 저류지용량은 다른 경우보다 크거나 같다는 것을 알 수 있고, 그 크기가 같아지는 경우는 허용방류량이 커서 작은 저류용량이 필요로 되는 경우에만 한정된다는 것도 대치유역 적용결과와 같음을 알 수 있다.

침투강우 발생위치에 따른 저류지용적의 차이를 비교해보면 삼각형분포의 경우 각 강우분포형태에서 침투강우 발생위치별 침투유량 최소치와 최대치를 비교해 보면 산정방법별 많은 차이가 나타났으며 각 방법별 허용방류량이 클수록 발생위치에 따른 저류지용적의 차이는 더욱 커지는 경향으로 나타났다. 따라서, 앞에서 적용한 침투강우 발생위치에 따른 침투유량의 변화폭보다 저류지용적의 차이가 더욱 크므로 저류지용량 산정시에는 침투강우 발생위치에 따른 영향을 더욱 세심하게 고려해야 할 것으로 판단된다.

4. 결 론

산본유역과 대치유역에 대해서 침투유량이 최대가 되는 경우(C1), 저류비가 최대가 되는 경우(C2), 저류용적이 최대가 되는 경우(C3)의 각 방법별로 저류지용량 산정 방법을 비교한 결과 각 방법별로 허용방류량

에 따라 저류지용량이 큰 차이가 나타났다. 허용방류량이 작을수록 3가지 방법으로 산정한 저류지용적의 차이는 컸으며, 허용방류량이 커질수록 그 차이는 적어졌다.

또한 침투강우 발생위치에 따른 저류지용적의 차이를 비교해보면 삼각형분포의 경우 각 강우분포형태에서 침투강우 발생위치별 침투유량 최소치와 최대치를 비교해 보면 산정방법별 많은 차이가 나타났으며 각 방법별 허용방류량이 클수록 발생위치에 따른 저류지용적의 차이는 더욱 커지는 경향으로 나타났다. 따라서, 침투강우 발생위치에 따른 저류지용량 산정시에는 침투강우 발생위치에 따른 영향과 저류지용적이 최대가 되는때의 영향을 세심하게 고려해야 할 것으로 판단된다.

이상의 분석결과로부터 다음과 같이 설계홍수량을 산정하는 절차에서 우선 설계목적에 맞게 기준을 설정한다. 예로 배수계통 설계시에는 침투유량이 최대가 되는 임계지속기간을 산정하고, 저류지 설계시에는 저류지용량이 최대가 되는 임계지속기간을 결정한다. 그 다음 먼저 총강우량을 결정하고 침투강우 발생위치를 고려한 강우분포를 결정하여 기준을 만족하는 발생위치별

임계지속기간이 결정되면 그 중에서 최대의 부하를 발생시키는 강우분포와 그때의 임계지속기간에 해당하는 설계홍수량을 산정하여야 한다. 또한 설계홍수량 산정시 강우지속기간을 도달시간으로 적용하는 경우가 일반적이지만 임계지속기간은 도달시간과는 상당한 차이가 있으므로 재해영향평가시에만 적용되고 있는 임계지속기간의 개념은 추후 다른 각종 설계홍수량 산정시에도 임계지속기간의 도입이 필요할 것으로 판단된다.

따라서, 유출수문곡선으로부터 최대부하를 야기시키는 계획강우의 임계지속기간을 정하는 문제는 추후 다양한 유출모형과 실적자료를 통한 강우-유출해석과 연계시켜야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

이종태, 윤세의, 이재준, 윤용남 (1993), “유수지 설계를 위한 계획강우의 임계지속기간”, 한국수자원학회 논문집, 한국수자원학회, 제26권, 제 1호, pp. 115~124

이재준, 이정식, 전병호, 이종태 (1993), “우수관거 설계를 위한 계획강우의 임계지속기간”, 한국수자원학회 논문집, 한국수자원학회, 제26권, 제 2호, pp. 49~57

윤여진 (1998), 임계지속기간을 고려한 설계홍수량산정에 관한 연구, 충남대학교 박사학위논문

윤여진, 정순우, 전병호, 김재한 (1998), “강우분포형태에 따른 임계지속기간의 변화 연구”, 한국수자원학회 논문집, 한국수자원학회, 제31권, 제4호, pp. 375~384

윤여진 (1998), “설계홍수량에 영향을 미치는 매개변수의 민감도분석: 자연유역을 중심으로”, 한국수자원학회 논문집, 한국수자원학회, 제31권, 제6호, pp. 693~706

국립방재연구소 (1998), 방재조절지의 설계지침 개발 (1)

강남구청 (1991), 양재 우수배제펌프장 증설 기본 및 실시설계 보고서

서울특별시 (1992), 하수도 기본계획 재정비 보고서
서울특별시 (1992) 서울시 관내 하천제방 안전도 검토 및 치수종합대책 수립

서울특별시 (1991), 하천연안 수공구조물 안전진단 및 관리대책 연구조사보고서

대한주택공사 (1989), 산본지구 실시설계 보고서
Terstriep, M. L. and Stall, J. B.(1974). “The Illinois Urban Drainage Area Simulator.”, ILLUDAS, Bulletin 58, State Wat. Surv., Urbana, Illinois.

(논문번호:01-018/접수:2001.02.21/심사완료:2001.05.25)