

설계홍수량 산정을 위한 강우-유출 빈도해석에 관한 연구

A Study on Rainfall-Runoff Frequency Analysis for Estimating Design Flood

최종인* / 지정원** / 이재응***

Choi, Jongin / Ji, Jungwon / Yi, Jaeung

Abstract

The purpose of this study is to compare and analyze design flood estimation methods which are the basis for determining the size of a flood control structure. The result from a flood frequency analysis which is considered as the best way for estimating design flood was assumed as a true value, and a method of simulating runoff and performing frequency analysis of the maximum discharge data were compared with a design storm method. For a comparative analysis of design flood estimation, seven basins (Namgang reservoir basin, Soyanggang reservoir basin, Andong reservoir basin, Seomjingang reservoir basin, Imha reservoir basin, Chungju reservoir basin, Hapcheon reservoir basin) were selected. For the Seomjingang, Hapcheon, and Imha reservoir basins, the method proposed in this study showed better results, whereas the conventional method showed better results for the Namgang, Soyanggang, and Chungju reservoir basins. The results show that the conventional method (the design storm method) is not the best way for estimating design flood and the proposed method can be used as an alternative for small basins.

Keywords : Design Rainfall, Design Flood, Frequency Analysis, Rainfall-Runoff

요 지

본 연구는 치수구조물의 규모를 결정하는 가장 기초가 되는 분석과정인 설계홍수량 산정 방법 중 실측 홍수량을 바탕으로 산정하는 홍수량 빈도해석방법과 설계강우법, 강우-유출해석 후 연최대 침투홍수량 빈도해석방법을 비교 분석하는데 그 목적이 있다. 이를 위하여 기존의 설계홍수량 산정방법인 설계강우법과 강우량을 이용하여 유출을 모의하고 최대유출량을 빈도해석하는 방법을 비교·분석하였다. 대상 유역은 상대적으로 강우량과 유출량 자료의 기록이 오래된 7개 유역(남강댐 유역, 소양강댐 유역, 안동댐 유역, 임하댐 유역, 섬진강댐 유역, 충주댐 유역, 합천댐 유역)을 선정하였다. 실측 유출량 빈도해석 자료를 참값으로 가정하여 분석한 결과 섬진강댐 유역, 합천댐 유역, 임하댐 유역, 안동댐 유역에서는 본 연구에서 제시한 강우-유출해석 후 연최대 침투홍수량 빈도해석방법이 상대적으로 홍수량 빈도해석 값에 가까운 결과를 나타내었고, 남강댐 유역, 소양강댐 유역, 충주댐 유역에서는 기존의 설계강우법이 실측 유출량 빈도해석 값에 더 가까운 결과를 나타냈다. 이러한 결과로 볼 때 지금까지 사용되어온 설계강우법이 최선의 방법은 아니며 상대적으로 유역면적이 작은 지역에서는 금회 연구에서 제안하는 강우-유출해석 후 연최대 침투홍수량 빈도해석방법이 좋은 결과를 나타냈다고 볼 수 있다.

핵심용어 : 설계강우량, 설계홍수량, 빈도해석, 강우-유출

* (주)이산 수력부 주임 (e-mail: super2136@naver.com)

Isan corporation, Hydraulic power department, Engineer, Anyang 431-815, Korea

** 아주대학교 대학원 건설교통공학과 박사과정 (e-mail: log58@ajou.ac.kr)

Ajou Univ., Division of Civil and Trans. Engineering, Ph. D. candidate, Ajou Univ., Suwon 443-749, Korea

*** 교신저자, 아주대학교 건설시스템공학과 교수 (e-mail: jeyi@ajou.ac.kr, Tel: 82-31-219-2507)

Corresponding Author, Ajou Univ., Division of Construction Engineering, Professor, Ajou Univ., Suwon 443-749, Korea

1. 서 론

최근 이상기후로 인하여 강우패턴이 불규칙해지고 집중호우가 빈발하고 있으며, 이로 인한 피해가 증가하고 있다. 특히 우리나라의 경우 여름철 강우량의 증가 및 강우강도의 집중으로 인해 매년 홍수로 인한 막대한 피해를 입고 있으며, 이에 대한 효율적인 대책 수립을 위해 기존의 설계홍수량 산정 방법의 제고 및 합리적인 수문해석의 필요성이 증대되고 있다. 설계홍수량 산정에 관한 연구는 오래전부터 많은 학자들에 의하여 수행되어 왔으며 다양한 방법들이 제시되었다. 설계홍수량 산정 시 기준이 미흡한 주요 항목으로는 강우의 시간분포 기준, 도달시간 및 저류상수 등과 같은 단위도의 매개변수 산정기준, 소유역으로 분할함에 따라 설계홍수량이 커지는 문제점을 해결하기 위한 기준 등이 있다(Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2012). 설계홍수량 산정에 관한 연구는 주로 이러한 미흡한 기준들을 정립하는 방향으로 이루어지고 있다. 이에 대한 최근 연구를 살펴보면 McKerchar and Macky (2001)는 설계홍수량 추정을 위한 홍수통계학의 지역별 홍수빈도를 이용하는 방법과 동일 유역에서 같은 빈도의 최대 유출량을 발생시키는 강우 빈도 값을 이용하는 경험적인 방법을 비교 분석하였고 Park et al. (2006)은 하천정비 기본계획에 의해 산정된 설계홍수량과 지형인자들이 어떤 상관성을 가지고 있는가를 분석하여 지형특성자료와 확률강우량 자료를 이용한 설계홍수량

추정 방안을 연구 하였다. Yoon et al. (2009)은 매개변수적 지점빈도해석 방법과 비매개변수적 지점빈도해석 방법으로 추정된 확률홍수량을 강우빈도해석 방법과 홍수빈도해석 방법을 통하여 확률홍수량 산정 방법별로 비교·분석하였지만 기존의 설계강우-설계홍수 관계분석 방법이 설계홍수량 산정에 사용되는 이유를 명확하게 설명하지는 못했다. Rogger et al. (2012)은 설계홍수량을 산정하는 설계강우량법(design storm method)과 홍수빈도통계학(flood frequency statistic)의 차이점을 발생시키는 원인에 대해 서술하였다.

본 연구에서는 홍수량 빈도해석 방법과 설계강우-설계홍수 관계분석 방법 및 충분한 강우자료를 활용하여 유출을 모의하고 최대유출량 자료 계열을 직접 빈도해석하여 확률홍수량 및 설계홍수량을 산정하는 방법을 비교·분석하여 좀 더 정확하고 객관적이며 실무적으로 적용이 가능한 설계홍수량 산정방법을 제시하고자 한다.

2. 설계홍수량 산정방법

본 연구는 설계 홍수량 산정 시 실무에서 가장 많이 사용된 설계강우법과 강우-유출해석 후 연최대 침투홍수량 빈도해석방법을 비교 분석하는데 그 목적이 있다. 두 방법을 비교하기 위하여 이상적인 빈도해석 방법인 홍수량 빈도해석 방법을 참값으로 가정하였다. 본 연구의 연구흐름도는 Fig. 1과 같다.

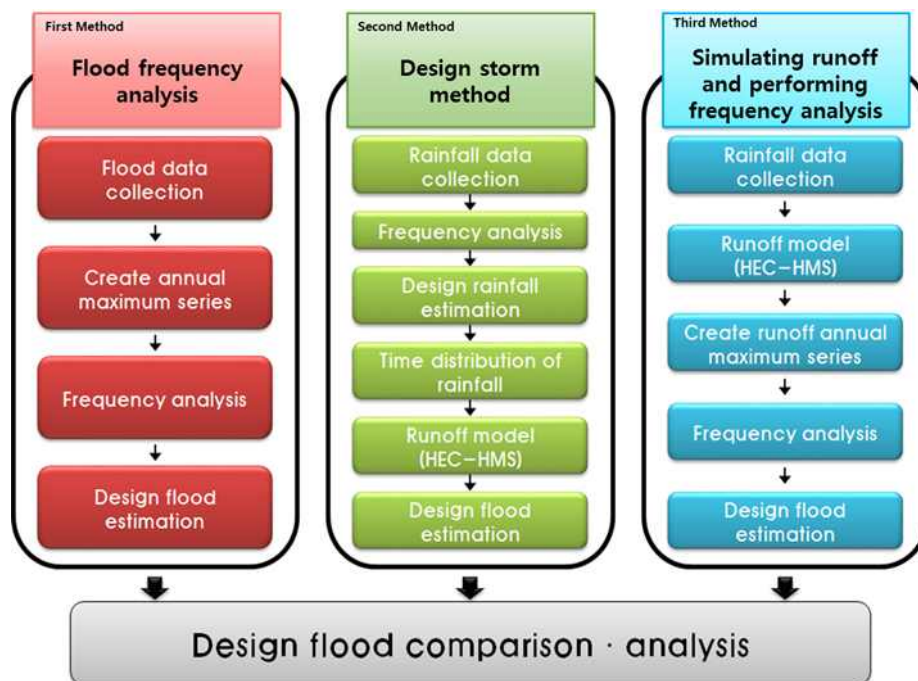


Fig. 1. Study Flow Chart

2.1 홍수량자료 빈도해석

홍수량 빈도해석 방법은 홍수량자료의 연최대치 계열을 직접 빈도해석하여 설계홍수량을 산정하는 방법으로 이론적으로 가장 직접적이고 최상의 방법이다. 그러나 우리나라는 관측유량이 부족하여 실무적으로 적용하기가 어렵다. 본 연구에서는 각 유역별 연최대치 홍수량 자료를 비교적 많이 보유한 지점에 대해 연최대치계열의 홍수량자료를 사용하여 빈도해석을 실시하였다. 매개변수를 추정하는 방법으로는 확률가중모멘트법을 사용하고, 최적확률분포형으로 Gumbel 분포를 사용하여 설계홍수량을 산정하였다. Shin et al. (2010)에 따르면 Gumbel 분포는 매개변수가 2개이기 때문에 대상 자료의 분포양상을 표현하는데 있어서 그 성능이 다소 떨어지는 단점이 있으나 한 두 개의 극값에 지나치게 영향을 받지 않기 때문에 비교적 안정적인 추세를 나타내는 장점이 있다.

2.2 설계강우법

설계강우법은 확률강우량을 산정하고 산정된 확률강우량을 유출 모형을 통해 모의하여 확률홍수량 및 설계홍수량을 산정하는 방법으로 풍부한 강우자료를 활용할 수 있는 장점이 있다. 이 방법은 설계강우와 설계홍수량이 선형관계를 가진다는 가정을 전제로 사용되어 왔다(Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2012). 본 연구에서는 기존 연구 및 실무에서 많이 사용되어온 HEC-HMS 모형에 설계강우-설계홍수 관계분석 방법을 사용하여 분석하였다. 강우는 연최대치 강우자료를 사용하고 고정시간 지점확률강우량을 임의시간 지점확률강우량으로 변환하기 위해 「확률강우량도 개선 및 보완 연구(Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2011)」에서 제시한 Eq. (1)을 사용하였다.

$$Y = 0.1349 \cdot X^{-1.3999} + 1.0008 \quad (1)$$

여기서, Y : 환산계수, X : 강우지속기간(hr)
강우강도식은 Eq. (2)와 같이 6차 전대수 다항식을 채택하였다.

$$I(t) = a + b \cdot \ln(t) + c \cdot (\ln(t))^2 + d \cdot (\ln(t))^3 + e \cdot (\ln(t))^4 + f \cdot (\ln(t))^5 + g \cdot (\ln(t))^6 \quad (2)$$

여기서, $I(t)$: 강우지속기간에 따른 강우강도(mm/hr), t : 강우지속기간(hr), a, b, c, d, e, f, g, n : 지역상수

확률강우량은 면적확률강우량을 사용하였으며 지점강우량으로부터 Thiessen 가중평균법을 이용하여 구한 면적평균강우량에 면적우량환산계수(Areal Reduction Factor, ARF)를 곱하여 산정하였다. 시간분포는 Huff (1967)가 개발한 Huff의 4분위법을 적용하였다. 분위의 채택은 「확률강우량도 개선 및 보완 연구(Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2011)」에서 제시한 3분위를 사용하였다.

2.3 강우-유출해석 후 연최대 침투홍수량 빈도해석방법

상기 기술한 설계강우법은 상대적으로 풍부한 강우자료를 활용할 수 있는 장점이 있는 반면 강우-홍수 관계가 선형성을 가진다는 것을 전제로 하는 방법이다. 그러나 강우와 홍수량의 관계는 선형관계를 이루고 있지 않기 때문에 이를 전제로 설계강우-설계홍수 관계분석을 사용하는 것은 문제가 있다. Lee et al. (2011)은 우리나라 전역에 위치한 15개 댐의 강우량자료와 홍수량자료를 비교해 보았을 때 과거에 비해 강우량이 평균 17.6% 증가하는 동안 홍수량은 평균 42.0% 증가한 사실을 밝혔다. 이러한 비선형관계를 볼 때 빈도해석된 강우량을 이용하여 홍수량을 산정하는 방법보다는 연 최대 홍수량자료를 이용하여 빈도해석을 하는 것이 이론적으로 타당하다고 판단된다. 강우-유출해석 후 연최대 침투홍수량을 빈도해석하는 방법은 설계강우법과 기본적으로는 동일한 과정으로 진행되었다. 그러나 설계강우법에서는 연최대 강우를 선정하여 홍수량을 산정하고 이를 연최대 홍수량으로 가정하여 빈도해석을 수행하는 것과 달리 본 연구에서 제시하는 방법에서는 연최대 홍수량을 발생했을 것이라고 판단되는 강우사상을 선정하여 침투홍수량을 산정하고 이를 연최대 침투홍수량으로 가정하고 빈도해석한다는 점에서 차이가 있다. 연최대 홍수량이 발생한 호우사상을 선정하기 위해 연최대치 강우를 포함한 호우사상 5개를 선정하여 각 사상에 대한 홍수량을 산정하였고 이 중 가장 큰 홍수량을 발생시킨 사상에 대한 결과를 빈도해석하였다. 수집대상 강우자료는 지속기간 1시간의 강우이며, 단기간의 결측치는 RDS (Reciprocal Distance Squared) 방법 등을 이용하여 보완하였다. 매개변수 추정방법으로는 확률가중모멘트법을 사용하였고 최적확률분포형으로 Gumbel 분포를 채택하였다. 위에서 설명한 방법에 사용된 자료의 기간은 Table 1과 같다.

Table 1. The Period of Rainfall Data

| Basin | Flood frequency analysis | Design storm method | Simulating runoff and performing frequency analysis |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|---|
| Seomjingang reservoir basin | 1975~2012 (38year) | 1973~2012 (19~40year) | 1994~2012 (19year) |
| Hapcheon reservoir basin | 1989~2012 (24year) | 1973~2012 (19~40year) | 1994~2012 (19year) |
| Imha reservoir basin | 1992~2012 (22year) | 1973~2012 (19~40year) | 1994~2012 (19year) |
| Andong reservoir basin | 1977~2012 (36year) | 1973~2012 (19~40year) | 1994~2012 (19year) |
| Namgang reservoir basin | 1978~2012 (35year) | 1973~2012 (19~40year) | 1994~2012 (19year) |
| Soyanggang reservoir basin | 1974~2012 (39year) | 1973~2012 (19~40year) | 1994~2012 (19year) |
| Chungju reservoir basin | 1986~2012 (27year) | 1973~2012 (19~40year) | 1994~2012 (19year) |

3. 대상유역 선정 및 설계홍수량 산정

3.1 대상유역 선정

본 연구에서는 설계홍수량을 산정하기 위해 7개의 대상유역을 선정하였다. 대상유역은 가능한 강우량 및 홍수량 자료보유연한이 긴 관측소를 포함하고 있고, 상류에 유출에 영향을 줄 수 있는 댐 등과 같은 저류 구조물이 없는 유역을 선정하였다. 또한, 실측 홍수량 자료가 아닌 관측홍수위를 수위-유량관계곡선에 의해 환산하는 과정에서 수위-유량관계곡선의 신뢰도가 낮은 문제가 발생할 수 있기 때문에 비교적 이런 문제가 작은 댐 유역을 선정하였다. 선정된 유역은 섬진강댐 유역, 합천댐 유역, 임하댐 유역, 안동댐 유역, 남강댐 유역, 소양강댐 유역, 충주댐 유역이다.

3.2 매개변수 검·보정

본 연구에서는 설계홍수량을 산정하기 위해 7개의 대상유역을 선정하였으며, 실측호우사상을 이용한 매개변수 검·보정을 실시하였다. 각 유역별로 6개의 실측호우사상을 이용하였으며, 금회 구축한 모형과 실측치를 비교한 결과 금회 구축한 모형으로 계산된 값과 실측값이 유사하게 산정되어 수문곡선의 형태 및 크기에 영향을 미치는 도달시간 및 저류상수는 비교적 실측사상을 잘 재현하는 것으로 판단된다. 각 유역별 대표 호우사상과 금회 구축한 모형으로 계산된 값을 비교한 결과는 Fig. 2와 같다.

3.3 설계홍수량 산정

3.3.1 홍수량 빈도해석 방법

본 연구에서 홍수량 빈도해석 방법의 적용을 위해 국가수자원관리종합정보시스템(www.wamis.go.kr)에서 각 댐의 시유입량 자료를 수집한 후 연최대 시유입량 계열을 구축하여 직접 빈도해석하여 설계홍수량을 산정하였으며, 홍수량 빈도해석 방법으로 산정한 50년 빈도, 80년 빈도, 100년 빈도, 200년 빈도 설계홍수량은 Table 2와 같다. 유역면적이 가장 큰 충주댐 유역에서 가장 큰 설계홍수량이 산정되었고, 유역면적이 가장 작은 섬진강댐 유역에서 가장 작은 설계홍수량이 산정되었다.

3.3.2 설계강우법

본 연구에서 설계강우법의 적용을 위해 국가수자원관리종합정보시스템 및 기상청에서 임의시간 10분, 60분, 고정시간 1~24시간(1시간 간격), 30, 36, 48, 72시간 등의 지속기간에 대한 연최대치 강우량을 수집하여 지점확률강우량을 산정한 후 면적우량환산계수(ARF)를 곱하여 면적확률강우량을 산정하였다. 이와 같이 산정한 면적확률강우량을 Huff의 4분위법을 적용하여 시간분포 시킨 후 유출모의를 통해 설계홍수량을 산정하였다. 산정한 설계홍수량은 Table 3과 같으며, 섬진강댐 유역의 설계홍수량은 50년 빈도, 100년 빈도일 때는 지속기간 26시간, 80년 빈도, 200년 빈도일 때는 지속기간 25시간에서 산정되었고, 합천댐 유역의 설계홍수량은 50년 빈도, 80년 빈도,

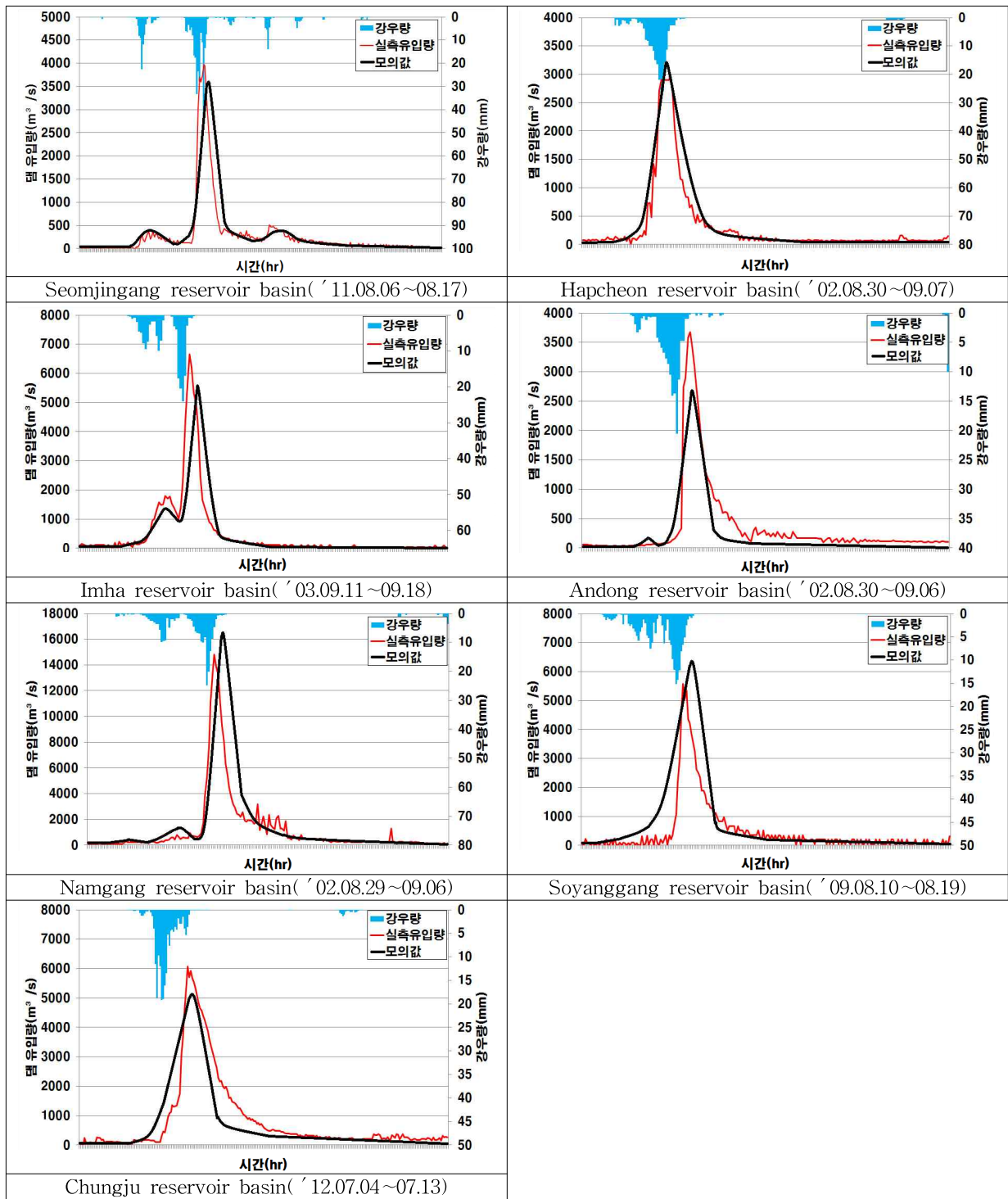


Fig. 2. Comparison of Runoff Hydrograph

100년 빈도일 때는 지속기간 43시간, 200년 빈도일 때는 42시간에서 산정되었다. 임하댐 유역의 설계홍수량은 50년 빈도, 80년 빈도, 100년 빈도일 때는 지속기간 34시간, 200년 빈도일 때는 32시간에서 산정되었고, 안동댐 유역의 설계홍수량은 50년 빈도, 80년 빈도일 때는 49시간,

100년 빈도일 때는 48시간, 200년 빈도일 때는 46시간에서 산정되었다. 남강댐 유역의 설계홍수량은 50년 빈도, 80년 빈도, 100년 빈도, 200년 빈도 모두 지속기간 20시간에서 산정되었고, 소양강댐 유역의 설계홍수량은 50년 빈도, 80년 빈도일 때는 55시간, 100년 빈도일 때는 54시간,

200년 빈도일 때는 53시간에서 산정되었으며, 충주댐 유역의 설계홍수량은 50년 빈도, 80년 빈도일 때는 47시간, 100년 빈도, 200년 빈도일 때는 46시간에서 산정되었다. 또한, 유역면적이 가장 큰 충주댐 유역에서 가장 큰 설계홍수량이 산정되었고, 유역면적이 두 번째로 작은 합천댐 유역에서 가장 작은 설계홍수량이 산정되었다.

3.3.3 강우-유출해석 후 연최대 첨두홍수량 빈도해석방법

본 연구에서 강우-유출해석 후 연최대 첨두홍수량 빈도해석방법의 적용을 위해 국가수자원관리종합정보시스템 및 기상청에서 강우량자료를 수집하여 유출모형을 통해 모의하고 연최대유출량 자료 계열을 구축한 후 빈도해석하

여 설계홍수량을 산정하였다. 산정한 설계홍수량은 Table 4와 같으며, 유역면적이 가장 큰 충주댐 유역에서 가장 큰 설계홍수량이 산정되었고, 유역면적이 세 번째로 작은 임하댐 유역에서 가장 작은 설계홍수량이 산정되었다.

4. 결과 분석

본 절에서는 7개의 유역에서 홍수량 빈도해석 방법과 설계강우법 및 강우-유출해석 후 연최대 첨두홍수량 빈도해석방법을 비교·분석한 결과를 종합하여 기술하였으며, 각 유역에서 홍수량 빈도해석 방법으로 산정한 설계홍수량을 기준으로 각 방법과 비교한 상대오차를 Table 5와 같이 나타내었다. 섬진강댐 유역, 합천댐 유역, 임하댐

Table 2. Design Flood Estimated by Flood Frequency Analysis

| Design flood (m ³ /s) | | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Frequency (year) | Seomjingang reservoir basin | Hapcheon reservoir basin | Imha reservoir basin | Andong reservoir basin | Namgang reservoir basin | Soyanggang reservoir basin | Chungju reservoir basin |
| 50 | 3,287.4 | 4,591.8 | 6,765.5 | 5,039.0 | 16,485.1 | 11,086.3 | 22,360.1 |
| 80 | 3,579.3 | 5,013.5 | 7,429.7 | 5,477.7 | 17,968.1 | 12,055.2 | 24,282.5 |
| 100 | 3,717.6 | 5,213.3 | 7,744.3 | 5,685.4 | 18,670.5 | 12,514.1 | 25,192.9 |
| 200 | 4,146.3 | 5,832.5 | 8,719.6 | 6,329.5 | 20,848.0 | 13,936.6 | 28,015.4 |

Table 3. Design Flood Estimated by Design Storm Method

| Design flood (m ³ /s) | | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Frequency (year) | Seomjingang reservoir basin | Hapcheon reservoir basin | Imha reservoir basin | Andong reservoir basin | Namgang reservoir basin | Soyanggang reservoir basin | Chungju reservoir basin |
| 50 | 2,582.0 | 2,216.9 | 2,635.0 | 3,379.5 | 10,808.1 | 8,221.3 | 18,927.9 |
| 80 | 2,801.7 | 2,429.1 | 2,875.5 | 3,689.3 | 11,727.5 | 8,933.4 | 20,448.1 |
| 100 | 2,884.8 | 2,509.7 | 2,965.0 | 3,804.0 | 12,075.7 | 9,276.9 | 21,189.3 |
| 200 | 3,168.1 | 2,780.9 | 3,275.5 | 4,199.3 | 13,292.0 | 10,330.2 | 23,469.6 |

Table 4. Design Flood Estimated by Simulating Runoff and Performing Frequency Analysis

| Design flood (m ³ /s) | | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Frequency (year) | Seomjingang reservoir basin | Hapcheon reservoir basin | Imha reservoir basin | Andong reservoir basin | Namgang reservoir basin | Soyanggang reservoir basin | Chungju reservoir basin |
| 50 | 3,218.0 | 3,305.8 | 3,021.8 | 4,111.6 | 10,530.8 | 7,112.1 | 16,261.6 |
| 80 | 3,433.7 | 3,538.7 | 3,229.9 | 4,381.4 | 11,248.0 | 7,533.2 | 17,346.5 |
| 100 | 3,535.9 | 3,649.0 | 3,328.5 | 4,509.2 | 11,587.7 | 7,732.7 | 17,860.4 |
| 200 | 3,852.5 | 3,990.9 | 3,634.1 | 4,905.5 | 12,640.7 | 8,351.0 | 19,453.3 |

Table 5. Comparison of the Relative Error of Each Basin

| Basin | Method | 50 year | 80 year | 100 year | 200 year |
|-----------------------------|---|---------|---------|----------|----------|
| Seomjingang reservoir basin | ① Design storm method | 0.2666 | 0.2864 | 0.3007 | 0.3363 |
| | ② Simulating runoff and performing frequency analysis | 0.0197 | 0.0419 | 0.0512 | 0.0761 |
| Hapcheon reservoir basin | ① Design storm method | 0.5172 | 0.5155 | 0.5186 | 0.5232 |
| | ② Simulating runoff and performing frequency analysis | 0.2801 | 0.2942 | 0.3001 | 0.3157 |
| Imha reservoir basin | ① Design storm method | 0.6105 | 0.6130 | 0.6171 | 0.6244 |
| | ② Simulating runoff and performing frequency analysis | 0.5534 | 0.5653 | 0.5702 | 0.5832 |
| Andong reservoir basin 유역 | ① Design storm method | 0.3293 | 0.3265 | 0.3309 | 0.3366 |
| | ② Simulating runoff and performing frequency analysis | 0.1840 | 0.2001 | 0.2069 | 0.2250 |
| Namgang reservoir basin | ① Design storm method | 0.3444 | 0.3473 | 0.3532 | 0.3624 |
| | ② Simulating runoff and performing frequency analysis | 0.3612 | 0.3740 | 0.3794 | 0.3937 |
| Soyanggang reservoir basin | ① Design storm method | 0.2584 | 0.2590 | 0.2587 | 0.2588 |
| | ② Simulating runoff and performing frequency analysis | 0.3585 | 0.3751 | 0.3821 | 0.4008 |
| Chungju reservoir basin | ① Design storm method | 0.1535 | 0.1579 | 0.1589 | 0.1623 |
| | ② Simulating runoff and performing frequency analysis | 0.2727 | 0.2856 | 0.2911 | 0.3056 |

유역, 안동댐 유역에서는 강우-유출해석 후 연최대 첨두 홍수량 빈도해석방법이 상대오차가 작았고, 반대로 남강댐 유역, 소양강댐 유역, 충주댐 유역에서는 설계강우법이 상대오차가 작았다.

5. 결 론

본 연구는 치수구조물의 규모를 결정하는 가장 기초가 되는 분석과정인 설계홍수량 산정 방법 중 실측 홍수량을 바탕으로 산정하는 홍수량 빈도해석방법과 설계강우법, 강우-유출해석 후 연최대 첨두홍수량 빈도해석방법을 비교 분석하였다. 강우-유출해석 후 연최대 첨두홍수량 빈도해석하는 방법은 강우자료를 활용하여 유출모형을 모의하고 최대유출량 자료 계열을 빈도해석하여 설계홍수량을 산정하는 방법으로 유량자료에 비해 상대적으로 풍부한 강우자료를 활용할 수 있는 장점이 있으며, 설계강우-설계홍수 관계가 선형성을 가진다는 가정을 전제로 하는 기존의 설계강우법의 문제점을 개선할 수 있다.

분석결과를 살펴보면 섬진강댐 유역, 합천댐 유역, 임하댐 유역, 안동댐 유역에서는 본 연구에서 제시한 강우-유출해석 후 연최대 첨두홍수량 빈도해석방법이 작은 상

대오차를 보였고, 반대로 남강댐 유역, 소양강댐 유역, 충주댐 유역에서는 기존의 설계강우법이 더 작은 상대오차를 나타냈다. 섬진강댐 유역의 면적은 763.47 km²이고, 합천댐 유역은 928.94 km², 임하댐 유역은 1,363.5 km², 안동댐 유역은 1,628.68 km², 남강댐 유역은 2,293.42 km², 소양강댐 유역은 2,783.32 km², 충주댐 유역은 6,705.06 km²인 점을 생각해보면 때 결과의 차이는 유역면적에 따라 달라진 것으로 판단된다. 이번 연구의 결과만으로 살펴볼 때 유역면적 2,000 km²를 기준으로 결과가 달라지는 경향을 볼 수는 있으나 이를 절대적인 기준으로 결정하기에는 어려움이 있다. 다만 이번 연구의 결과로 볼 때 지금까지 사용되어온 설계강우법이 최선의 방법은 아니며 상대적으로 유역면적이 작은 지역에서는 금회 연구에서 제시한 강우-유출해석 후 연최대 첨두홍수량 빈도해석방법이 더 좋은 결과를 나타냈다고 보는 것이 합리적이라고 판단된다. 본 연구의 결과만으로 기존에 실무에서 많이 사용되던 설계 홍수량 산정 방법에 대한 변화를 기대하기는 어려우나 앞으로 유역의 형상, 경사 등 홍수량 산정에 영향을 주는 인자들에 대한 추가적인 연구가 수행된다면 앞으로 더 합리적인 빈도 홍수량 산정 방법을 제안할 수 있을 것이라 기대된다.

감사의 글

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2010-0029194).

References

- Huff, F.A. (1967). "Time distribution of rainfall in heavy storms." *Water Resources Research*, Vol. 3, No. 4, pp. 1007-1019.
- Lee, J.H., Lee, J.K., Kim, T.W., and Kang, J.Y. (2011). "Comparative Study on Calculation Method for Design Flood Discharge of Dam." *Journal of Korea Water Resources Association 2011*, Korea Water Resource Association, pp. 941-954.
- McKerchar, A.I., and Macky, G.H. (2001). "Comparison of a regional method for estimating design floods with two rainfall-based methods." *Journal of Hydrology (NZ) 2001*, New Zealand Hydrological Society, Vol. 40, No. 2, pp. 129-138.
- Ministry of Land (2011). Improvement and Supplement research of Probability Rainfall in South Korea. Ministry of Land (2012). Design flood estimation tips.
- Park, K.B., Kim, G.S., Han, J.H., and Bae, S.S. (2006). "Design Flood Estimation by Basin Characteristics." *Proceedings of the Korea Water Resources Association Conference 2006*, Korea Water Resource Association, pp. 1172-1175.
- Shin, H.J., Sung, K.M., and Heo, J.H. (2010). "Derivation of Modified Anderson-Darling Test Statistics and Power Test for the Gumbel Distribution." *Journal of Korea Water Resources Association 2010*, Korea Water Resource Association, pp. 813-822.
- Yoon, S.W., Oh, T.S., Moon, Y.G., and Kye, D.Y. (2009). "A Study on Methodological Comparison of Probability Flood Discharge." *Proceedings of the Korea Water Resources Association Conference 2009*, Korea Water Resource Association, pp. 1017-1021.

paper number : 15-003

Received : 13 January 2015

Revised : 18 May 2015 / 8 June 2015

Accepted : 8 June 2015