

면적감소계수에 따른 침투유량의 비교 분석

Comparison and analysis of peak flow by Areal Reduction Factor

이 대 영* 최 한 규**
Lee, Dae-Young, Choi, Han-Kuy

Abstract

The practice of business estimate flood discharge by rainfall-flow relation that is easy collection of observation data. The important factor is rainfall, coefficient of runoff, and drainage area for analysis of runoff-flow relation. The practice of business usually use probability rainfall that use a weighted average value after each observation post estimate probability of non-same time. It has more error than same time probability rainfall, and it can excess of estimation because it can't consider space distribution of rainfall. The study of result showed similar aspect with existing ARF but width of coefficient become smaller. And the comparison of peak flow did not different what used by ARF and same time probability rainfall(A group). But non-same time probability rainfall is bigger 25% more than another(B group). Between A group and B group of the difference increased with the lapse of time

키워드 : 면적감소계수, 침투유량, 확률강우량,
Keywords : ARF, Peak flow, probability rainfall

1. 서론

수문해석 및 설계의 최종 목적은 안정적이고 경제적인 수공구조물을 건설하는 것이며 이를 위해서는 구조물의 목적에 맞는 빈도에 따른 홍수량을 추정하는 것이 필요하다. 목적에 맞는 홍수량을 추정하는 가장 좋은 방법은 유량자료를 통계적으로 분석한 홍수빈도 분석개념이다. 그러나 수공구조물이 설계될 대부분의 지역은 미계측 유역으로, 홍수량자료를 수집하는데 어려움이 있다.

실무에서는 관측 자료가 미흡하거나 없는 홍수량

자료보다 비교적 수집하기 용이한 강우자료를 이용한 강우-유출과의 관계를 통해서 홍수량 자료를 추정하고 각 방법별로 비교 검토해 비교적 정확하다고 판단되는 홍수량자료를 선택한다.

강우-유출 관계를 해석하기 위한 주요인자는 크게 강우량, 유출계수, 유역면적으로 나눌 수 있다. 특히 홍수량 추정에 있어 다른 매개변수에 비해 강우량의 차이에 의한 편차가 가장 크다. 따라서 설계유량에 따른 세밀한 수문해석이 필요하며 홍수량을 산정함에 있어 적절한 강우모형을 사용해야 한다.

강우모형을 사용함에 있어 충분한 수의 강우자료가 있어야 하며 강우의 시간적·공간적 분포를 고려해야 한다. 우리나라의 경우 강우 관측소의 시간·우 자료 보유수나 공간적인 분포가 충분하지 않아

* 강원대학교 대학원 토목공학과 석사과정

** 강원대학교 토목공학과 교수, 공학박사

적정한 강우모형을 사용하는데 어려움이 있다. 또한 실무에서 주로 사용하는 방법은 관측소별로 비동일시간의 확률강우량을 산정한 후 가중평균 값을 확률강우량으로 사용한다. 이는 강우의 공간적인 분포를 전혀 고려되지 못하므로 면적확률강우량에 비하여 과다 산정되며 유역의 면적이 커질수록 그 오차는 더 커지게 된다. 즉, 강우가 유역전반에 걸쳐 균일하게 내리는 경우는 거의 없으며 호우중심에서 유역면적이 증가함에 따라 강우량은 감소하므로 관측소의 지점강우량에 비해 전체 면적강우량은 작아지게 된다. 우리나라는 동일·임의 시간 강우자료의 수집이 곤란하므로 지점강우량을 빈도해석한 후 면적감소계수를 곱하여 면적확률강우량을 산정하는 방안이 마련되어야 한다.

국내 면적감소계수에 관한 논문들을 살펴보면 주로 면적감소계수의 비교에 머물러 있는 실정이다. 실제 수문해석의 최종은 홍수량을 산정하고 수공구조물의 안정성 및 경제성을 파악하는 것이다. 따라서 본 연구의 목적은 면적감소계수를 구하여 기존의 논문과 비교해 보고 비동일·고정시간에 의한 확률강우량, 면적감소계수를 이용한 확률강우량, 동일·임의 시간에 의한 확률강우량을 구한 뒤 홍수량을 산정하여 침투유량의 경향 및 차이를 비교하는데 본 연구의 목적이 있다.

2. 이론적 배경

통상적으로 국내외에서 설계강우량은 강우관측 지점별 강우강도-지속기간-빈도 곡선과 공식 또는 확률강우량도로 제시된다. 이러한 설계강우량은 대부분이 각각 나타낸 지속기간과 재현기간에 따른 지점우량을 나타낸 것에 불과하다. 실제로 수공구조물의 수문학적 설계를 위한 강우-유출 모형을 적용하기 위해서는 강우의 공간적 특성을 고려한 유역 평균우량이 필요하다. 따라서 설계자들의 주된 관심사는 특정한 지점의 강우량보다는 어떤 면적, 즉 유역면적에 걸친 강우량의 평균값에 있다. 이러한 요구에 맞게 개발된 강우깊이-면적관계 곡선 또는 면적우량 환산곡선은 특정 유역내에서 주어진 지속기간과 재현기간에 대한 지점우량의 평균치를 이 유역면적 이상의 지역에서 똑같은 지속기간과 재현기간에 대한 평균 강우깊이와의 관계를 유도할 수 있도록 한 것이다. 일반적으로 강우의 공간 분포 특성을 고려해 볼 때 유역면적 전반에 걸쳐 균일한 강우가 발생하는 경우는 드물고, 강우지속기간 동안 강우깊이는 호우중심으로부터 유역면적이 증가할수록 점차 작아지게 된다.

강우깊이-면적 관계는 통상 지점 우량을 면적우량으로 환산하기 위한 면적우량 환산계수를 적용하며, 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$R_a = \text{면적감소계수} \times R_p \quad (1)$$

여기서, R_a 는 해당 지속기간 또는 재현기간에 대한 유역의 평균우량 깊이이고, R_p 는 동일 지속기간 또는 재현기간에 대한 유역내 지점우량의 평균깊이이다. 일반적으로, 강우깊이-면적관계는 사용목적에 따라 두 가지 유형이 있으며, 호우 중심형관계와 지형학적 면적 고정형관계로 구분된다.

호우중심형 관계는 호우가 고려하고자 하는 지역의 중심에 위치하여 최대강우량이 발생하는 형태를 말하며, 가능최대강수량의 지점추정치를 면적추정치로 환산하는데 주로 사용된다.

면적 고정형관계는 강우지역을 고정시킴으로써 호우가 그 지역의 중심에서 발생하기도하고, 그 지역에 호우의 일부분만이 영향을 미치게 되는 형태를 말하며, 지점우량빈도 해석치를 면적우량 빈도 해석치로 환산하기 위한 유역의 강우 빈도해석의 연구에 이용된다.

(2) 면적우량 환산곡선식의 유도

표본지역 유역면적과 지속시간에 따른 재현기간별 면적우량 환산계수를 이용하여 최적의 회귀식을 구하고, 면적우량 환산곡선을 찾아 도시한다. 여기서, 대상 회귀식은 식(2)와 같은 지수형적합 방정식을 이용한다.

$$ARF(A) = 1 - M \exp^{-[aA]^b} \quad (2)$$

여기서, M , a , 그리고 b 는 매개변수이고, A 는 유역면적(km²)이다.

식(2)의 매개변수 추정을 위한 회귀 분석은 양변에 로그를 취하여 선형회귀 형태의 표준식을 유도한다.

강우자료를 이용하여 임의의 유역에 대한 유출량을 산정하기 위해서는 지속시간별 강우량의 산정과 이 산정치를 어떤 모형으로 분포시킬 것인지를 결정하여야 하며, 이는 강우량의 시간적 분포 모형에 따라 유출수문곡선의 모양과 침투가 달라지기 때문이다. 국내에서 적용되는 설계강우의 시간적 분포는 Mononobe, Huff, Yen-Chow, Keifer & Chu, Pilgrim & Cordery 등 5가지 방법이 있으며 이중 종래에 많이 사용된 분포형은 Huff와 Yen-Chow 방법이며 최근 '99년 수자원관리기법 개발연구조사에서 작성한 「한국 확률강우량도 작성(2000. 6, 건설교통부)」에서 적용하였다. 본 연구에서는 Huff의 4분위법을 사용하였다. 이 방법은 강우기록을 통계학적으로 분석하여 강우량의 시간적분포를 나타내는 무차원 시간분포곡선을 제시, 강우의 누가곡선을 이용하여 전 지속기간을 4구간으로 분류시킨 방법으로 실무에서는 한국 가능최대강수량 추정 별책2권에서 제시된 지역적 설계강우의 시간적 분포에서 제시된 전국 63개 우량관측지점 중 과업 대상 유역내 강우분석 지점을 선정하여 적용시킨

다. 4개 유형의 호우에 대해서 시간별 누가강우량을 총 누가지속시간과 총 강우량의 백분율로 다음과 같이 표시한다.

$$PT_i = \frac{T_i}{T_o} \times 100(\%),$$

$$PR_i = \frac{R_i}{R_o} \times 100(\%) \quad (3)$$

여기서 PT_i 는 임의시간에서 누가강우시간 백분율, T_i 는강우시점에서 i 번째 강우의 종점시간, T_o 는 총 강우지속시간, PR_i 는 임의시간 T_i 에서의 누가강우 백분율, R_i 는 임의시간 T_i 에서의 누가강우량, R_o 는 총 강우량이다. 이와 같이 무차원 누가곡선을 이용하여 각 유형에 속하는 호우를 100% 단위로 하여 빈도확률의 무차원 누가곡선으로 작성하게 된다. 따라서, 적절한 구간호우를 선정하고 선정된 무차원 누가곡선을 이용하여 우량주상도를 작성한다. 설계강우로부터 각종 유출계산모형으로 홍수계산을 하고자 할 경우에는 총 우량주상도로부터 손실우량을 분리하여 유효우량 주상도를 작성할 필요가 있다. 대부분의 강우-유출 모형은 총 강우중의 유효우량과 이로 인한 유역출구에서의 직접 유출량간의 관계를 계산하는 모형이며 총 홍수량은 모형으로 계산된 직접 유출량에 적절히 추산된 기저유량을 합하여 계산 한다.

홍수유출계산을 위해서는 모형의 입력이 되는 유효우량의 시간적 분포를 표시하는 유효우량주상도를 총우량주상도로부터 작성하여야 한다. 설계강우의 경우는 계획대상구조물의 중요도에 따라 설계빈도, 재현기간을 선정하고 유역의 유출지체시간을 고려하여 강우지속기간을 선정하여 이에 상당하는 설계강우량을 결정한다. 이를 유역의 강우의 시간분포특성에 맞추어 분포시킴으로써 설계우량주상도를 작성하게 된다. 총우량주상도가 결정되었을 경우에 이로부터 시간구간별 손실우량을 제외시켜 유효우량주상도를 작성한다.

SCS유효우량산정법의 기본이 되는 총우량-유효우량 관계식은 다음과 같다.

$$Q = \frac{(P - 0.2)S^2}{P + 0.8S} \quad (4)$$

여기서, P는 강우지속기간동안의 총우량(또는 누가우량, mm)이며 S는 유역의최대 잠재보유수량(mm)이고, Q는 총우량 P로 인한 직접유출량(mm)으로서 유효우량에 해당한다. SCS에 의하면 직접 유출능력을 표시하는 유출곡선지수(runoff curve number) CN은 S와 다음과 같은 관계를 가진다.

$$S = \frac{25,400}{CN} - 254 \quad (5)$$

따라서, 유역의 직접 유출능력을 표시하는 유역평균 CN값이 결정되면 식(4)에 의해 S가 계산되고 이를 식(5)에 P와 함께 대입함으로써 누가유효우량 Q를 계산할 수 있다.

유출곡선지수 CN은 일반적으로 수문학적 토양형과 식생피복 및 처리상태하에서는 선행토양함수조건에 따라 일정한 값을 가지며 SCS는 이를 도표화하여 사용하고 있다.

중소규모 자연하천 유역의 설계홍수량을 구하는데 있어 합성 단위유량도법에는 여러 가지가 있다. 본 연구에서는 Clark 유역추적법을 사용하였다. Clark 유역추적법은 유역의 홍수도달시간-누가면적 관계를 사용하여 자연하천 유역에 순간적으로 내리는 단위유효우량을 홍수추적 절차에 의해 추적 계산함으로써 유역의 순간단위유량도를 작성하는 방법으로 강우로 인한 전이뿐만 아니라 유역의 저류효과까지 고려하는 방법이다. 이 방법으로 순간단위유량도가 유도되면 원하는 지속시간의 단위도로 변환이 가능하다.

3. 면적감소계수의 선정

3.1 강우자료수집

3.1.1 강우관측소 및 시우량자료 선택

한강유역의 많은 관측소 중 시자료 보유상태가 양호한 관측소 중 기상청(9개소), 건설교부(15개소), 수자원공사(15개소)를 선정하였다. 선택한 관측소와 관할기관은 표3.1과 같다.

시 우량자료는 건설기술 연구원 시자료를 토대로 하고 부족분은 국가수자원관리 정보홈페이지인 wamis 및 한강홍수통제소, 유역조사단자료를 통해 보충하였다.

3.1.2 강우사상 선정

강우 사상을 선정함에 있어 기존의 지속기간별 연최대우량을 선정하지 않고 1975년부터 2004년까지 대표적인 강우사상 47개사상을 선정하여 자료의 수를 늘렸으며 확률강우량을 산정함에 있어 적절한 자료의 수를 위해 가장 값이 큰 순서대로 상위 30개 강우사상의 값을 확률강우량 산정에 이용하였다.

표 1 선정된 관측소명과 관할기관

관측소명	관할기관	관측소명	관할기관
서울	기상청	횡성	건교부
춘천	기상청	청일	건교부
홍천	기상청	부론	건교부
양평	기상청	속리산	건교부
이천	기상청	추양	수공
인제	기상청	현리	수공
제천	기상청	창촌	수공
증주	기상청	원통	수공
대관령	기상청	서화	수공
의정부	건교부	괴산	수공
낙생	건교부	백운	수공
용인	건교부	청풍	수공
청평	건교부	단양	수공
서면	건교부	상동	수공
내촌	건교부	영월1	수공
가평2	건교부	수주	수공
화천델	건교부	평창	수공
여주	건교부	진부	수공
생극	건교부	임계	수공
간현	건교부		

표 2 강우사상의 선정

연도	기간
1975	7.23 ~ 28
1976	8.16 ~ 30
1978	7.9 ~ 13
1979	6.24 ~ 27, 7.9 ~ 13, 8.1 ~ 6
1981	7.1 ~ 6, 8.29 ~ 9.4
1982	7.26 ~ 29, 8.13 ~ 16, 8.24 ~ 28
1983	7.23 ~ 26, 7.29 ~ 8.1
1984	8.26 ~ 30
1985	8.15 ~ 18
1986	8.27 ~ 30
1988	7.7 ~ 10, 7.11 ~ 14, 7.19 ~ 23
1989	7.24 ~ 27, 8.20 ~ 23
1990	6.17 ~ 2, 17.13 ~ 17, 7.19 ~ 26, 9.7 ~ 12
1991	5.23 ~ 27, 7.13 ~ 17, 7.18 ~ 25
1992	8.24 ~ 28
1993	7.10 ~ 14, 7.27 ~ 30, 8.7 ~ 10
1995	7.8 ~ 14
1996	5.5 ~ 9, 7.24 ~ 29
1998	6.30 ~ 3, 7.31 ~ 8.12, 9.28 ~ 10.2
1999	7.30 ~ 8.3
2000	8.24 ~ 28, 9.12 ~ 16
2001	7.19 ~ 23, 7.27 ~ 31
2003	8.21 ~ 24
2004	6.18 ~ 22, 7.11 ~ 17, 8.15 ~ 19

3.2 면적감소계수산정

3.2.1 산정지점별 Thiessen망 작업

상류에서 하류방향으로 홍수량 산정지점별로 누가 Thiessen 가중치 작성하였으며 면적-면적감소계수 그래프 작성시 다양한 면적에 대하여 점을 찍어 회귀하기 위해 상류측의 소유역을 하나씩 제거하면서 주요 지점별로 새로운 누가 Thiessen 가중치 작성하였다. 또한 북한강쪽 최상류 없애면서 7개 Thiessen가중치, 남한강쪽 최상류 없애면서 10개 Thiessen가중치 만들어서 17set의 누가면적별 Thiessen가중치를 이용하여 향후 면적확률강우량 산정에 이용하고자 하였다.



그림 1 한강유역의 강우관측소



그림 2 한강유역의 단위유역도

3.2.2 지점평균 확률강우량 산정

산정된 관측소별 확률강우량과 면적별로 구한 관측소 Thiessen비를 이용하여 지점평균 확률강우량 산정을 산정하였다.

3.2.3 면적평균 확률강우량 산정

산정지점별 관측소 Thiessen비와 관측소별 시우량 자료를 이용하여 산정지점별 동시간시계열 작성하고 산정지점별 동시간 시계열을 강우분석하여 면적평균 확률강우량 산정하였다.

지점평균과 면적평균 확률강우량 산정에 있어 확

률분포형 선택은 FARD가 아닌 Hosking박사의 PWM프로그램 소스를 이용하였다.

3.2.4 면적감소계수(면적감소계수)산정

산정지점별로 구한 면적평균 확률강우량에 지점평균 확률강우량을 나누어 17set의 Thiessen비율을 이용하여 17set의 면적별 면적감소계수 산정하였다. 산정된 값은 식 (2)의 회귀식으로 매개변수를 구하였다.

$$ARF(A) = 1 - Me^{ax^{-b}} \quad (2)$$

4. 면적감소계수의 비교

4.1 산정된 면적감소계수의 경향

본 연구에서 한강유역을 대상으로 산정된 면적감소계수의 경향을 보면 그림 3는 지속기간에 따른 면적감소계수를 나타낸 것이고 그림 4는 재현기간에 따른 면적감소계수의 양상을 나타낸 것이다. 그림을 보면 알 수 있듯이 기존의 논문과 동일한 양상을 보인다. 즉 지속기간이 길어질수록 큰 값을 나타내고 재현기간이 짧을수록 큰 값을 나타내고 있다.

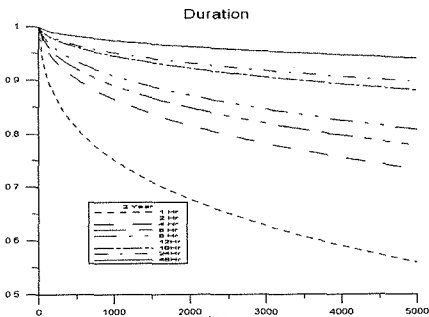


그림 3 지속기간에 따른 면적감소계수

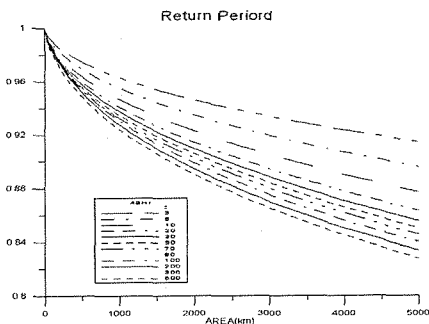


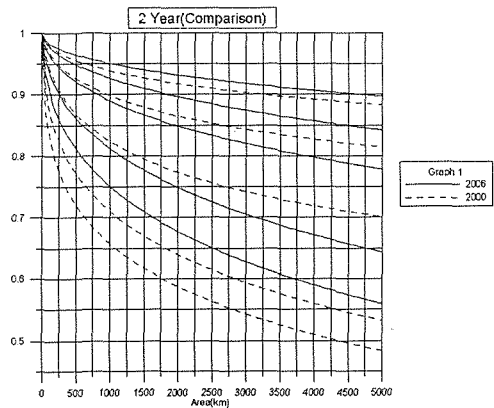
그림 4 재현기간에 따른 면적감소계수

4.2 기존의 산정된 면적감소계수와의 비교

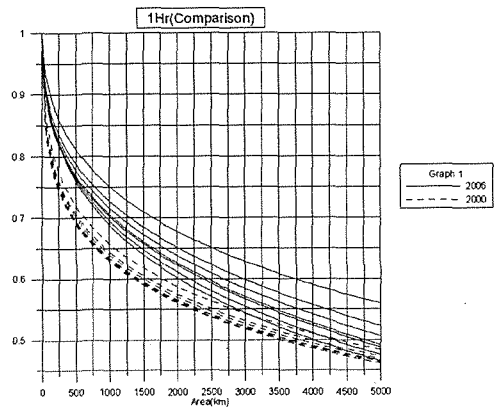
본 연구는 사상별 동시간 강우자료로서 기존의

동일시간 혹은 비일동시간 자료와는 산정방법 및 자료의 년수에서 차이가 나므로 과거의 논문과 비교할 필요가 있다.

본 연구에서 산정된 면적감소계수에서는 고정시간을 임의시간으로 변환한 기존의 방법과는 다르게 앞서 말한 바와 같이 고정시간을 임의시간으로 변환하는 방법의 문제점이 제기되었으므로 임의시간에 의한 면적감소계수를 산정하여 기존의 방법과는 차이가 난다. 따라서 우리나라에서 대표적으로 사용되고 있는 『한국 확률강우량도 작성(건교부, 200)』와 비교해보고자 한다.



(a) 지속기간 1,2,6,12,24시간



(b) 재현기간 2,5,10,30,50, 그림 5 기존의 연구결과와의 비교

그림 5(a),(b)에서 보는 바와 같이 실선은 금번 연구의 값이며 점선은 건교부에서 산정된 값이다. 그림에서 보는 바와 같이 본 연구가 대체적으로 큰 값을 보임을 알 수 있다.

5. 홍수량산정

5.1 홍수량산정을 위한 자료 수집

5.1.1 강우자료 수집

확률강우량 산정을 위해 소양강댐 유역의 관측소 중에 시강우의 수집이 용이한 관측소를 선정하여 각 관측소 별로 1976~2004년의 시강우량을 수집하였다. 관측소의 위치 및 Thiessen 가중계수는 표3과 같으며 단위 유역의 thiessen 망도는 그림6과 같다.

표 3 관측소별 면적 및 가중계수

지 점	춘천	추양	서화	원봉	인제	현리	랑촌	합
면적(km ²)	48	301	527	423	399	538	455	2693
티센가중계수	0.02	0.11	0.20	0.16	0.15	0.20	0.17	1.00



그림 6 소양강 유역의 단위유역 및 Thiessen망

5.1.2 확률강우량 산정

수집된 각 관측소별 강우자료는 실무에서 주로 이용되는 비동일·고정시간과 면적확률강우량과의 비교를 위한 동일시간·임의시간 강우자료를 따로 정리하였다.

비동일 시간으로 정리된 강우자료는 관측소별, 지속기간별로 정리 되었으며 동일 시간 자료는 각각의 관측소에 가중계수를 곱하여 합산한 뒤 다시 지속기간 별로 정리하였다.

지속기간별로 정리된 강우자료는 범용프로그램인 FARD 프로그램을 이용하여 확률강우량을 산정하였다. 비동일 시간의 경우 확률강우량은 모든 관측소가 동일한 확률분포를 가지도록 하였다.

확률분포의 매개변수 추정을 위한 방법으로 확률가중모멘트 법을 사용하였으며 확률분포는 GUM 분포를 선정하였다.

비동일시간의 확률강우량은 각 관측소별로 산정된 확률강우량에 가중치를 곱하여 다시 합산하여 확률강우량을 산정하였다. 그리고 산정된 비동일 확률강우량에 면적감소계수를 곱하여 면적확률강우량을 산정하였다.

임의·동일 시간 자료의 지속기간별 연 최대치는 표 4와 같으며 관측소별 비동일 연 최대치 시간 자료 및 확률강우량은 자료의 수가 많으며 실무에서 널리 이용되므로 수록하지 않았다.

비동일 확률강우량, 면적감소계수에 의한 확률강우량, 동일 시간에 의한 확률강우량은 표5~표7과 같다.

표 4 임의·동일 시간 연 최대치 계열

연도	1시간	2시간	3시간	6시간	12시간	24시간	48시간
1976	13.4	25.7	36.9	57.1	99.2	160.2	320.3
1977	31.0	32.3	40.2	50.2	83.9	89.5	179.0
1978	14.5	28.2	36.8	69.1	124.0	171.8	343.0
1979	15.0	22.1	31.8	45.7	69.9	78.7	157.3
1980	11.9	20.4	29.8	46.6	83.3	88.6	176.7
1981	22.5	23.9	34.1	64.3	100.3	166.4	328.3
1982	31.3	31.8	34.7	47.8	81.5	112.6	225.1
1983	13.2	20.9	28.6	45.1	73.2	93.8	187.6
1984	22.7	44.6	62.1	92.3	159.6	294.2	587.7
1985	41.4	44.1	47.7	54.5	71.2	75.4	150.8
1986	11.1	17.9	23.4	34.1	49.7	60.3	120.4
1987	13.7	24.9	33.0	53.5	77.2	104.4	208.3
1988	15.3	30.1	41.9	54.9	77.0	93.2	185.4
1989	8.8	15.6	21.0	26.1	39.7	56.9	113.2
1990	20.0	32.8	46.8	64.6	117.6	198.9	397.1
1991	28.0	46.7	61.3	80.8	131.6	173.4	346.4
1992	15.8	21.5	32.4	51.9	96.9	113.6	226.8
1993	12.4	24.0	31.7	38.7	53.9	71.5	141.2
1994	11.7	19.8	26.5	35.6	64.8	68.6	137.2
1995	16.0	30.1	44.8	63.9	87.7	145.6	290.9
1996	16.6	28.7	36.2	53.0	98.9	131.9	262.0
1997	16.3	25.6	37.0	55.4	85.2	100.9	201.8
1998	20.8	37.8	46.0	60.7	81.2	91.5	182.9
1999	22.3	33.1	50.7	92.1	156.5	199.1	391.2
2000	20.1	21.8	31.1	43.3	69.7	74.4	148.8
2001	20.2	36.4	49.5	72.2	109.4	139.4	278.1
2002	20.0	38.3	51.7	95.7	167.9	199.8	398.4
2003	19.4	33.4	43.2	60.2	104.8	128.5	255.6
2004	13.7	26.5	40.0	57.2	80.4	138.0	272.4

표 5 비동일·임의시간의 지속기간, 재현기간별 확률강우량

지속기간 재현기간	1	2	3	6	12	24	48
2	30.53	44.79	53.05	78.49	106.97	130.68	146.97
3	35.30	51.60	60.99	91.32	125.77	155.02	175.41
5	40.44	59.20	70.03	105.63	146.69	182.09	207.08
10	46.89	68.71	81.33	123.59	172.97	216.14	246.95
30	57.67	85.74	102.34	153.20	213.25	265.22	302.04
70	64.24	93.93	111.05	171.20	242.61	306.53	353.05
80	65.30	95.64	113.16	174.45	247.30	312.57	360.09
100	67.30	98.50	116.50	179.81	255.16	322.79	372.10
200	73.28	107.31	126.97	196.45	279.48	354.36	409.17

표 6 면적감소계수에 의한 지속기간, 현기간별 확률강우량

지속기간 재현기간	1	2	3	6	12	24	48
2	19.57	32.11	41.98	65.00	94.24	120.46	140.50
3	22.24	36.07	46.85	73.65	108.71	140.21	164.47
5	24.91	40.34	52.49	83.14	124.84	162.16	191.24
10	28.25	45.69	59.38	95.12	144.69	189.92	224.62
30	33.81	55.37	72.47	114.62	174.98	228.91	270.46
70	37.20	59.86	77.51	126.35	197.32	262.30	313.20
80	37.74	60.79	78.79	128.43	200.71	267.06	318.99
100	38.28	61.74	80.11	130.34	205.41	274.18	328.15
200	41.02	66.21	85.99	141.22	223.52	299.23	358.76

표 7 동일·임의시간의 지속기간, 재현기간별 확률강우량

지속기간 재현기간	1	2	3	6	12	24	48
2	19.12	28.49	34.06	59.78	87.98	115.14	136.16
3	21.74	32.42	38.77	67.82	102.30	137.17	165.35
5	24.71	36.75	43.87	76.74	118.17	161.86	198.56
10	28.32	42.17	50.38	87.97	138.03	192.95	240.85
30	33.91	50.29	59.95	104.91	167.96	240.12	305.81
70	38.04	56.44	67.29	117.76	190.57	275.84	323.00
80	38.76	57.42	68.39	119.77	194.11	281.45	363.15
100	39.80	59.00	70.31	123.11	200.00	290.83	376.26
200	43.23	63.96	76.12	133.53	218.31	319.83	381.00

표 8 CN값 산정을 위한 주요 제원

CN1	CN2	CN3	최대침투보유수량 (mm)	초기손실 수량 (mm)
55.75	75	87.34	36.81	7.36

5.2 홍수량 산정 및 결과 정리

5.2.1 홍수량산정

홍수량 산정을 위하여 소유역을 내린천, 인북천, 소양호자체로 구분하였으며 Clark 유역 추적법을 이용하였다. 홍수량산정을 위한 프로그램은 범용 프로그램인 HEC-HMS를 사용하였다.

5.2.2 결과정리

산정된 홍수량의 결과를 비동일 시간, 동일 시간, 면적감소계수에 의한 홍수량으로 구분하여 재현기간별로 각각에 대해 정리하여 도시화 하였다. 재현기간별 홍수량은 그림 7~그림 9와 같다.

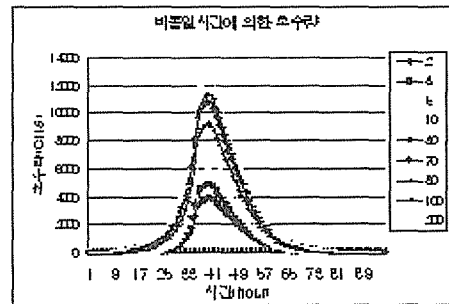


그림 7 비동일 시간에 의한 홍수량

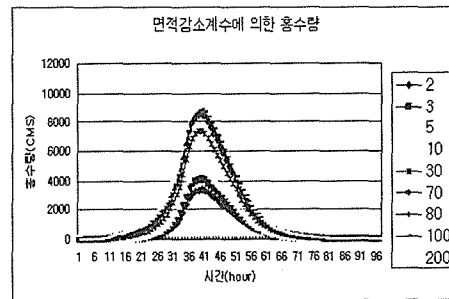


그림 8 면적감소계수에 의한 홍수량

5.1.3 초기손실수량 및 유효수량 산정

초기 손실 수량 및 유효수량은 미계측 유역에 적용이 가능한 SCS방법을 사용하였고 CN 값은 Wamis에서 산정 값을 이용하였으며 AMC조건하 CN값도 함께 산정 하였다. 그 결과는 표 8과 같다.

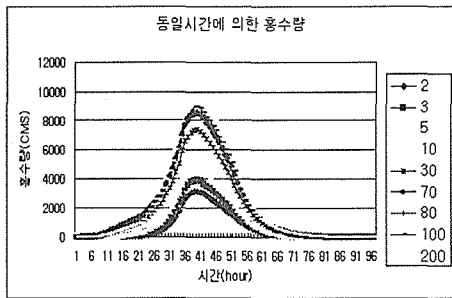


그림 9 동일시간에 의한 홍수량

재현기간별 산정된 침투유량을 정리하여 표 9, 그림10과 같이 비교하였다.

침투유량을 비교해 본 결과 면적감소계수를 사용한 홍수량과 동일·임의 시간에 의한 홍수량은 큰 차이를 보이지 않았으나 비동일 홍수량이 면적확률강우량에 비해 평균적으로 25% 높게 나타났으며 재현기간이 길어질수록 그 폭이 커짐을 알 수 있었다.

표 9 Peak flow 비교

	2	3	5	10	70	100	200	평균
비동일/동일	1.24	1.24	1.24	1.24	1.25	1.26	1.29	1.25
면적/동일	1.09	1.06	1.04	1.02	1.00	0.99	1.01	1.02

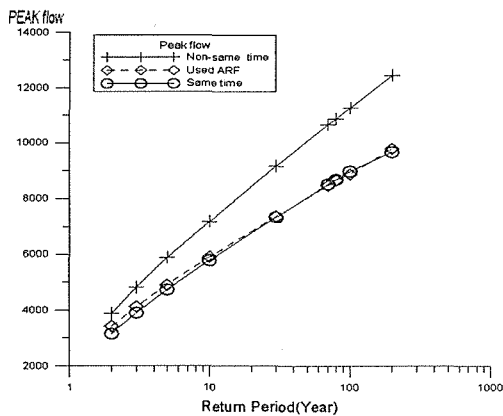


그림 10 Peak flow 비교

7. 결 론

기존의 홍수량을 산정함에 있어 지점 강우량을 그대로 적용함으로써 발생하는 설계호우 및 홍수량의 과다한 산정의 문제점을 해결하고자 개발되었던 면적감소계수를 이용한 홍수량 산정의 적정성을 검토해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수

있었다.

급변 개발된 면적 감소계수는 기존의 건설교통부에서 발표된 감소계수와 비슷한 양상을 보였으나 전체적으로 큰 값을 보였으며 동일한 면적에 대해 계수사이의 폭이 적게 나타났음을 알 수 있었다. 수집기간, 지속기간의 채용 여부에 따른 것으로 나타났다.

침투유량을 비교해 본 결과 면적감소계수를 사용한 홍수량과 동일·임의 시간에 의한 홍수량은 큰 차이를 보이지 않았으나 비동일 홍수량이 면적확률강우량에 비해 평균적으로 25% 높게 나타났으며 재현기간이 길어질수록 그 폭이 커짐을 알 수 있었다.

본 연구를 수행한 결과 수공구조물의 건설에 있어 침투유량이 주된 관심사이다. 따라서 강우-유출 해석 시 좀 더 경제적인 구조물을 건설하기 위해서는 면적감소계수를 사용함이 적절하다고 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 건설부, "설계홍수 추정 지침서", 건설부, 1993
- [2] "한국 확률강우량도 작성", 한국건설기술연구원, 2000
- [3] "지역적 설계 강우의 시간적 분포", 한국건설기술연구원, 2000
- [4] "미계측유역의 확률홍수량 추정을 위한 동역학적 홍수 빈도모형개발", 김남원, 박사학위논문, 강원대학교 대학원, 1998
- [5] "공업수문학", 윤용남, 청문각, 1998
- [6] "수자원설계실무", 정종호, 윤용남, 구미서관, 2003
- [7] SCS, "Urban Hydrology for Small Watersheds, Technical Release" No. 55, Soil Conservation Service, U. S. Department of Agriculture, 1975
- [8] Clark, C. O., "Storage and Unit Hydrograph", Transactions of the ASCE, Vol. 110, PP.1419~1446., 1945
- [9] Haan, "Statistical Methods in Hydrology", Iowa State University Press. 1977
- [10] Huff, F.A. "Time Distribution of Rainfall in Heavy Storms", Water Resources Research, Vol. 3, No. 4, PP.1007~1019, 1967
- [11] McCuen, R. H. , "Hydrologic Analysis and Design", Prentice Hall, Enlewood Cliff, Newjersey, 1989