

강우시간분포모형의 선정에 따른 홍수유출수문곡선 특성

Characteristics of Flood Hydrographs by Time Distribution of Rainfall

노황원*, 최현일**, 지흥기***

Hwang Won No, Hyun Yi Choi, Hong Kee Jee

요 지

최근 증가하고 있는 집중호우로 인해 피해 규모가 대형화 되어가고 있는 추세로 수공구조물 설계 시 보다 정확한 수문분석을 요구 하고 있다. 강우의 시간분포는 정확한 수공구조물의 설계시 첨두홍수량 산정에 가장 중요한 영향을 미친다. 따라서 본 연구에서는 지역의 기상학적, 지형학적 특성에 맞는 적절한 강우분포형을 제시하고자 한다.

본 연구는 금호강권역의 단시간 강우에 대한 시간분포형을 결정하기 위하여 기존 강우의 시간분포 방법 중에서 개념상 비교적 단순하면서도 물리적으로 의미를 갖는 Mononobe분포, Yen & Chow분포, Keifer & Chu분포의 방법을 이용하였다.

대상지점은 금호강권역의 가장으로 재현기간 50년의 6시간, 24시간 강우의 시간적 분포특성을 비교분석한 결과 6시간 확률강우량에서는 Mononobe 분포와 Keifer & Chu 분포의 첨두치가 비교적 크게 나타났다 24시간 확률강우량에서는 Keifer & Chu 분포의 첨두치가 가장 크게 나타났다. Yen & Chow 분포의 경우 6시간 강우의 첨두치에 비해 24시간 강우의 첨두치가 급격히 감소하는 것을 알 수 있다. 또한 확률강우를 이용해서 홍수유출량을 분석한 결과 6시간, 24시간의 첨두홍수량은 Keifer & Chu 분포가 가장 크게 나오는 것으로 나타났고 첨두시간 역시 Keifer & Chu 분포가 가장 빠른 것으로 나타났다.

최근 다양한 설계강우의 시간분포 방법들이 실제 강우분포의 특성을 표현하고 있지만 이러한 방법들 중에서 실제로 유역에 가장 적합한 시간분포 방법을 결정하기란 어렵다. 하지만, 첨두홍수량 결정을 위해서는 여러 가지 방법들 중 그 지역을 가장 대표할 수 있는 강우분포 방법을 선택해야만 한다. 따라서 분석지점 이외의 다양한 실제 지점에 대해 설계홍수량을 산정해 봄으로써 다른 설계강우의 시간분포 방법을 이용하여 산정한 결과의 비교·검토가 필요할 것으로 사료된다.

핵심용어 : 확률강우, Mononobe, Yen & Chow, Keifer & Chu, 유출수문곡선

1. 서론

최근 증가하고 있는 집중호우로 인해 피해 규모가 대형화 되어가고 있는 추세로 수공구조물 설계 시 보다 정확한 수문분석을 요구 하고 있다. 강우의 시간분포는 정확한 수공구조물의 설계시 첨두홍수량 산정에 가장 중요한 영향을 미친다. 따라서 본 연구에서는 지역의 기상학적, 지형학적 특성에 맞는 적절한 강우분포형을 제시하고자 한다.

* 정회원 · 영남대학교 대학원 석사과정 · E-mail : morketa@hanmail.net
** 정회원 · 영남대학교 건설시스템공학과 교수 · E-mail : hichoi@ynu.ac.kr
*** 정회원 · 영남대학교 건설시스템공학과 교수 · E-mail : hkjee@yu.ac.kr

2. 호우의 시간분포해석 모델

강우를 시간적으로 분포시키는 방법들에 관해서는 다소간의 차이가 있긴 하나 크게 다음과 같은 네가지로 분류될 수 있다. 첫째로 강우의 시간분포를 임의로 배열하는 방법, 둘째로 단순 기하학적 강우형상을 이용하는 방법, 셋째로 I-D-F 관계를 수학적으로 이용하는 방법, 넷째로 과거의 강우기록으로부터 유도된 시간분포를 이용하는 방법 등으로 구분될 수 있다.

이 네가지 방법들을 각각 사용한 Mononobe, Yen & Chow, Keifer & Chu에 의해 제안된 방법들을 간략히 소개하자면, Mononobe 시간분포는 설계강우량에 시간구간을 곱하여 설계강우량을 시간별로 분포시키는 방법으로 설계강우량을 산정하고 전진형(advanced type), 중앙집중형(centered type) 및 지체형(delayed type) 중에서 그 유역의 강우분포양상과 비슷한 형태를 선택하여 시간별 강우량을 분포시키는 방법이다. Yen & Chow 시간분포는 1차 및 2차 모멘트를 이용한 통계학적인 분석방법으로 강우주상도를 삼각형과 사다리꼴의 기하학적 형태로 단순화하여 표현한다. Keifer & Chu 시간분포는 일반적으로 순간강우강도법 혹은 Chicago 방법으로 널리 알려져 있으며, Talbot, Sherman, Japanese형과 같은 I-D-F 곡선 관계를 전제로 하고 있다.

3. 호우의 시간분포모델 비교

가창지점의 확률강우를 실제에 분포시키기 위해 재현기간 50년의 6시간 확률강우량과 24시간 확률강우량을 대상으로 분포를 실시하였다. 지속시간/재현기간별 확률강우분석 결과를 표 1에 나타냈다.

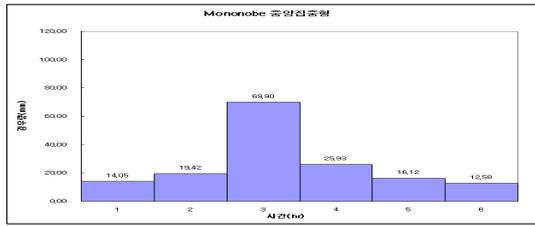
표 1. 가창지점의 빈도분석결과

(단위 : mm)

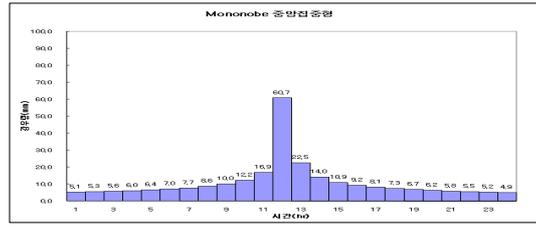
지속시간(hr) \ 재현기간(yr)	1	2	3	6	12	24	36	48	72
10	48.1	76.7	95.3	123.6	157.2	199.1	231.7	237.1	263.5
20	53.6	87.1	108.9	138.6	176.0	224.7	264.7	270.0	300.3
30	56.8	93.1	116.6	147.2	186.9	239.5	283.7	289.0	321.5
50	60.7	100.6	126.4	158.0	200.4	257.9	307.5	312.6	348.0
80	64.3	107.4	135.3	167.9	212.8	274.8	329.2	334.3	372.2
100	66.0	110.7	139.5	172.5	218.7	282.7	339.5	344.6	383.6
200	71.3	120.7	152.6	187.0	236.9	307.5	371.4	376.4	419.2

3.1 Mononobe 분포

Mononobe분포는 전진형, 중앙집중형, 지체형의 세 가지 강우 패턴으로 분포시키므로 그 분석지점의 호우패턴이 세 가지 중에 어느 패턴에 적합한지를 먼저 조사해야 한다. 이를 위해 무강우 시간이 없는 호우를 하나의 호우로 정의하였으며, 수집된 자료가 시자료이므로 호우의 패턴을 나누기 위해 최소 4시간 이상 되는 호우를 대상으로 하였다. 가창지점의 호우의 수는 총 160개로 나타났으며, 그 중의 63개가 중앙집중형으로 나타나 가창지점의 호우 분포형은 중앙집중형으로 하는 것이 적합하다고 판단된다.



(a) 6시간

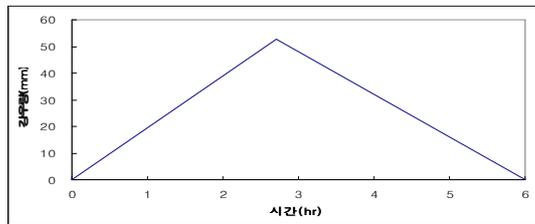


(b) 24시간

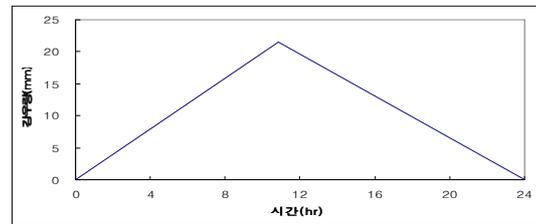
그림 1. 가창지점 재현기간 T=50년 확률강우량의 Mononobe분포 결과

3.2 Yen & Chow 분포

가창지점의 호우를 대상으로 Yen & Chow 분포를 위한 첨두의 위치를 알아내기 위해 과거 호우에 대해 1차 모멘트를 구하였으며, 최종적으로 호우 전진계수 r 값을 0.45로 결정하였다.



(a) 6시간

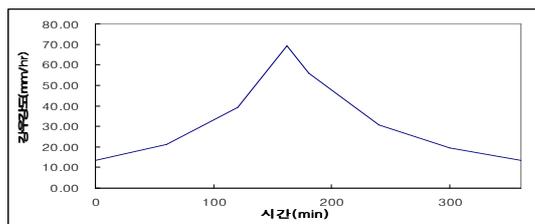


(b) 24시간

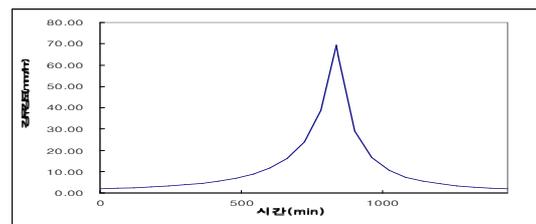
그림 2. 가창지점 재현기간 T=50년의 확률강우량의 Yen & Chow 분포 결과

3.3 Keifer & Chu 분포

가창지점의 호우들로부터 r 값을 구하기 위해 4시간 이상 지속된 모든 호우에 대해서 무차원화시킨 후 첨두값이 위치하는 시간을 구한 후에 강우의 지속시간별로 평균을 내어 r 값을 구하였으며 유도된 r_6 와 r_{24} 의 값은 각각 0.45와 0.58이었으며, 이를 이용하여 가창지점의 강우에 대해 Keifer & Chu의 방법으로 분포를 시키기 위해 확률빈도분석을 실시한 결과 중에서 재현기간 T=50년에 해당하는 Talbot식과 6시간과 24시간의 r 값에 해당하는 r_6 과 r_{24} 의 값을 사용하여 분포시켰다.



(a) 6시간



(b) 24시간

그림 3. 가창지점 재현기간 T=50년의 확률강우량의 Keife r& Chu 분포 결과

4. 시간분포모델별 비교분석

4.1 확률강우의 시간분포 비교

각 강우분포 모델을 비교한 결과 재현기간 50년의 6시간 확률강우량에서는 Mononobe 분포와 Keifer & Chu 분포의 첨두치가 크게 나오는 것으로 나타났다. 24시간 확률강우량에서는 Keifer & Chu 분포가 첨두치가 가장 크게 나오는 것으로 나타났다. 이는 Keifer & Chu 분포가 각 빈도별로 강우강도-지속시간 관계와 호우전진계수 r 을 이용해서 분포하는 모델로써, 동일 빈도내의 다른 지속시간에 대해서 첨두의 시간은 r 값의 변화에 따라 달라지지만 첨두값은 변하지 않는다는 특징을 가지기 때문이다. 한편 Mononobe 분포의 경우에는 전체 강우량의 대부분을 첨두시간에 분포시키는 경향이 있는 것으로 나타났다. Yen & Chow 분포의 경우 6시간 강우의 첨두치에 비해 24시간 강우의 첨두치가 급격히 감소하는 것을 알 수 있다.

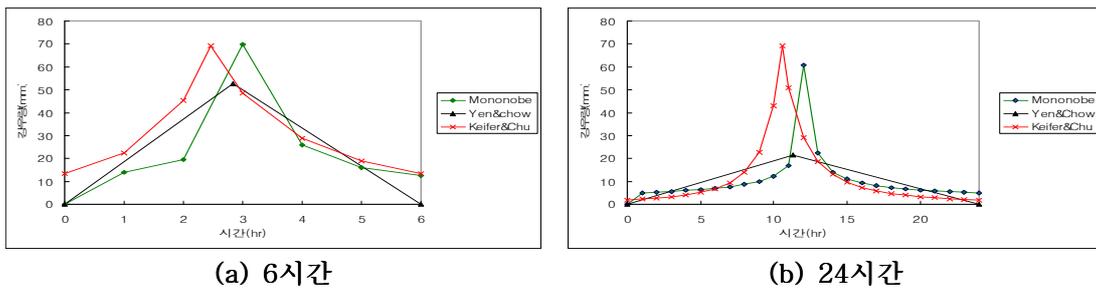


그림 4. 가창지점 재현기간 T=50년의 확률강우량의 시간분포 비교

4.2 홍수유출수문곡선 특성

가창지역의 홍수량을 결정하기 위해 NRCS(Clark Unit Hydrograph)를 사용했고 그림 4의 확률강우를 이용하여 홍수유출량을 분석한 결과 재현기간 50년의 6시간, 24시간의 첨두 홍수량은 Keifer & Chu 분포가 가장 크게 나타났다. 첨두시간 역시 Keifer & Chu 분포가 가장 빠른 것으로 나타났다. 따라서 가창지역의 설계강우 선정시 여러 가지 방법들 중 Keifer & Chu 분포 방법이 가장 적절하다고 판단된다.

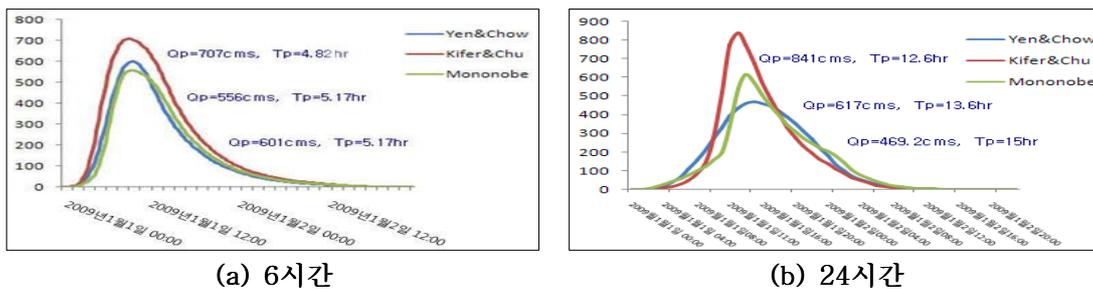


그림 5. 가창지점 재현기간 T=50년의 홍수유출수문곡선

5. 결론

본 연구는 가창지점의 단시간 강우에 대한 시간분포형을 결정하기 위하여 기존 강우의 시간분포방법 중에서 개념상 비교적 단순하면서도 물리적으로 의미를 갖는 Mononobe분포, Yen & Chow분포, Keifer & Chu분포의 방법을 이용하였고 결과는 다음과 같다.

1) 6시간 확률강우량에서는 Mononobe 분포와 Keifer & Chu 분포의 첨두치가 큰 것으로 나타났고 24시간 확률강우량에서는 Keifer & Chu 분포의 첨두치가 가장 큰 것으로 나타났다. 이는 Keifer & Chu 분포가 각 빈도별로 강우강도-지속시간 관계와 호우전진계수 r 을 이용해서 분포하는 모델로써, 동일 빈도내의 다른 지속시간에 대해서 첨두의 시간은 r 값의 변화에 따라 달라지지만 첨두값은 변하지 않는다는 특징을 가지기 때문이다.

2) Mononobe 분포의 경우에는 전체 강우량의 대부분을 첨두시간에 분포시키는 경향이 있는 것으로 나타났다. Yen & Chow 분포의 경우 6시간 강우의 첨두치에 비해 24시간 강우의 첨두치가 급격히 감소하는 것을 알 수 있다.

3) 한편, 6시간, 24시간의 첨두홍수량은 Keifer & Chu 분포가 가장 크게 나타났고 첨두 시간 역시 Keifer & Chu 분포가 가장 빠른 것으로 나타났다. 가창지역의 설계강우 선정시 여러 가지 방법들 중 Keifer & Chu 분포방법이 가장 적절하다고 판단된다.

4) 따라서, 첨두홍수량 결정을 위해서는 여러 가지 방법들 중 그 지역을 가장 대표할 수 있는 강우분포 방법을 선택해야 한다. 분석지점 이외의 다양한 실제 지점에 대해 설계홍수량을 산정해 봄으로써 다른 설계강우의 시간분포 방법을 이용하여 산정한 결과의 비교·검토가 필요할 것으로 사료된다.

감 사 의 글

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행한 건설기술혁신사업(08기술혁신F01)에 의한 차세대홍수방어기술개발연구단의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 김영옥(2007), 설계강우의 확률분포형에 따른 불확실성 분석, 금오공과대학 대학원 논문
2. 추현재(2007), 지속시간별 연최대치 강우의 시간분포 특성연구, 한양대학교 대학원 논문
4. 박종영, 신창동, 이정식(2004), 중규모 하천유역에서 설계강우의 임계지속시간에 관한 연구, 한국수자원학회 Vol.37 No.9 통권 제146호 pp.695-706
5. 김남원(2004), 설계강우의 시간분포, 방재정보Vol.6 No.4 통권20호 pp.57-65, 한국방재협회
6. 서진호 외(1995), 설계강우의 시간적 분포모형 적용성 연구, 한국수자원학회지 (pp205-217)
7. Keifer, C. J. and Chu, H. H., "Synthetic Storm Pattern for Drainage Design", *Journal of the Hydraulics Division*, ASCE, Vol.83, No. HY4., 1957, pp. 1 ~ 25.