

강우 시간분포를 고려한 설계홍수량산정

Estimation of Design Flood Considering Time Distribution of Rainfall

박재현*, 안상진**, 함창학***, 최민호****

Jae Hyun Park, Sang Jin Ahn, Chang Hahk Hahm, Min Ho Choi

Abstract

Now days, heavy storm occur to be continue. It is hard to use before frequency based on flood discharge for decision that design water pocket structure. We need to estimation of frequency based on flood discharge on the important basin likely city or basin that damage caused by flood recurrence.

In this paper flood discharge calculated by Clark watershed method and SCS synthetic unit hydrograph method about upside during each minute of among time distribution method of rainfall, Huff method choosing Bocheong Stream basin that is representative basin of International Hydrologic Project (IHP) about time distribution of rainfall that exert big effect at flood discharge estimate to research target basin because of and the result is as following.

Relation between probability flood discharge that is calculated through frequency analysis about flood discharge data and rainfall - runoff that is calculated through outward flow model was assumed about 48.1~95.9% in the case of 55.8~104.0%, SCS synthetic unit hydrograph method in case of Clark watershed method, and Clark watershed method has big value overly in case of than SCS synthetic unit hydrograph method in case of basin that see, but branch of except appeared little more similarly with frequency flood discharge that calculate using survey data.

In the case of Critical duration, could know that change is big area of basin is decrescent.

When decide time distribution type of rainfall, apply upside during most Huff 1-ST because heavy rain phenomenon of upsides appears by the most things during result 1-ST about observation recording of target area about Huff method to be method to use most in business, but maximum value of peak flood discharge appeared on Huff 3-RD too in the case of upside, SCS synthetic unit hydrograph method during Huff 3-RD incidental of this research and case of Clark watershed method.

That is, in the case of Huff method, latitude is decide that it is decision method of reasonable design floods that calculate applying during all 1-ST~4-TH.

* 정회원 · 충북대학교 토목공학과 석사수료 · E-mail : 121212000@hanmail.net

** 정회원 · 충북대학교 토목공학과 교수 · E-mail : hydrosys@chungbuk.ac.kr

*** 정회원 · 인하공업전문대학교 항공지형정보시스템과 교수 · E-mail : chhahm@inhatc.ac.kr

**** 정회원 · 경희대학교 토목공학과 박사수료 · E-mail : dgeng@chollian.net

1. 서론

수공구조물의 설계와 수자원계획을 결정하기 위해 가장 중요시 되는 사항중의 하나는 설계 홍수량의 결정이며, 최근 빈번한 집중호우로 인하여 기존에 산정된 설계홍수량의 재산정이 요구되고 있다. 중소하천의 경우 유역 내에 수문량을 결정할 만한 신뢰도가 높은 유량측정 자료가 없기 때문에 그 결과를 신뢰하기 곤란하여 적용지점의 확률 강우량과 단위도를 이용하여 계산하는 것이 일반적이다.

본 연구에서는 Huff 방법을 강우를 시간분포를 시키고, HEC-HMS 모형의 매개변수인 유효강우량과 유역의 반응시간을 산정하여, Clark 유역추적법과 SCS 합성단위도법에 의한 Huff 방법의 첨두홍수량값과 첨두홍수량이 최대가 되는 임계지속시간을 산정하였고, 실측 자료를 이용하여 빈도 분석한 결과와 비교하였다.

2. 본론

2.1 대상유역의 선정 및 자료

본 연구에서는 국제수문개발계획(IHP)의 대표유역인 유역면적이 475.7km², 하천연장 49.0km의 보청천 유역을 연구 대상유역으로 선정하였다. 본 유역은 건설교통부에서 설치한 12개의 우량관측소와 5개의 수위관측소가 설치되어 운영되고 있다.

대상유역의 연최대유량은 IHP보고서의 1983년부터 2005년까지 23년의 수위자료를 이용하여 해당 연도의 Rating Curve식으로 연최대시간유량을 산정하여 사용하였고, 연최대강우량은 보은 관측소의 1973년부터 2005년까지 33년 자료를 이용하여 산정하였다.

2.2 확률강우량 산정

확률강우량 산정 시 강우분석 프로그램인 FARD 2002를 이용하여 재현기간 별 각 빈도에 대하여 확률가중모멘트법에 대한 유의수준 5%의 적합도 검정결과 Gumbel검정 방법이 가장 좋은 결과를 보였으며 표 2.1은 보은관측소의 적합도 검정결과값을 토대로한 빈도별 강우량이다.

표 2.1 보은관측소의 빈도별 강우량

재현기간	1시간	2시간	3시간	6시간	12시간	24시간
50	86.6	129.8	154.9	215.6	279.5	337.0
80	93.0	139.8	167.0	233.0	301.7	363.3
100	96.0	144.6	172.8	241.2	312.2	375.8
200	105.3	159.3	190.6	266.6	344.7	414.4
300	110.7	167.9	201.1	281.5	363.7	436.9
500	117.5	178.8	214.2	300.2	387.6	465.3

2.3 확률강우의 시간분포

실무에서 가장 많이 사용하는 방법인 Huff 방법으로 한국건설기술연구원의 “지역별 설계 강우의 시간적 분포”보고서(2000) 조사결과를 시간분포를 시킨 결과 1분위 238, 2분위 190, 3분위 162, 4분위 122개로 1분위의 호우사상이 가장 많은 것으로 나타났고, 50% 누가계열을 사용하여 6차 다항식으로 회귀분석 후 임의의 지속시간에 해당하는 확률강우량을 시간분포 시킬 수 있다.

2.4 유효우량 및 유역의 반응시간 산정

유역의 정밀토양도와 1:25,000 토지이용도를 활용하여 각 지점별 SCS CN 계수를 추출하였다. 결과 표 2.2와 같이 AMC-II 조건별 CN값과 산정된 CN값을 이용하여 강우의 초기손실(I_a)을 얻었다.

표 2.2 보청천유역의 AMC-II 조건 CN값과 강우의 초기손실

지 점	면 적 (km ²)	CN	I_a
No.1 산 계	457.88	78	14.3
No.2 기 대	346.62	71	20.7
No.3 탄 부	72.59	69	22.8
No.4 이 평	79.48	67	25.0
No.5 산 성	53.94	68	23.9

유역의 도달시간은 Rziha, Kraven, Kirpich 경험공식을 사용하여, 홍수량 산정지점별 도달시간 및 평균 유속의 산정결과는 표 2.3과 같으며, 적정 유속의 범위(2.0 m/sec)에 근접한 Kirpich 공식을 선정하였다. 저류상수는 Sabol 공식, 지체시간은 McCuem 방법을 사용하여 산정한 결과는 표 2.4와 같다.

표 2.3 지점별 도달시간 및 평균유속

지 점	도달시간 (min)			평균 유속 (m/s)		
	Kirpich	Rziha	Kraven	Kirpich	Rziha	Kraven
No.1 산 계	499.985	715.057	300.296	1.64	1.15	2.73
No.2 기 대	297.725	350.356	150.120	1.71	1.46	3.40
No.3 탄 부	125.324	100.113	45.752	2.52	3.16	6.91
No.4 이 평	156.383	114.247	63.411	1.83	1.98	4.51
No.5 산 성	117.887	98.186	43.545	1.84	2.20	4.97

표 2.4 지점별 저류상수 및 지체시간

지 점	저류상수	지체시간 (min)
No.1 산 계	498.51	352.99
No.2 기 대	242.98	210.19
No.3 탄 부	121.65	88.48
No.4 이 평	137.28	110.41
No.5 산 성	99.13	82.23

3. 설계홍수량 산정

3.1 강우분포형태별 설계홍수량

본 연구에서는 Clark 유역추적법과 SCS 합성단위도법에 의한 Huff 방법의 각 분위별 첨두홍수량값과 첨두홍수량이 최대가 되는 임계지속기간을 산정하였다.

그림 3.1(a)는 Clark, 3.1(b)는 SCS의 첨두유량의 최대값을 100년 빈도 Huff 각 분위별로 나타낸 것이며, 그 결과 그림에 나타난 것처럼 Clark 방법의 경우 Huff 3분위, SCS 방법의 경우 역시 Huff 3분위에 첨두홍수량이 최대인 것으로 나타났다.

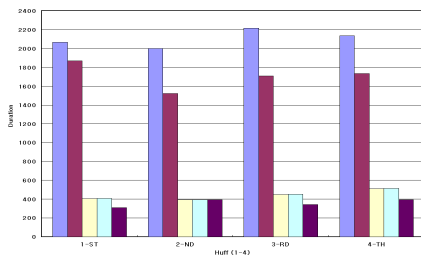


그림 3.1 (a)

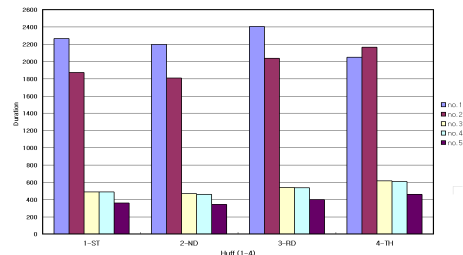


그림 3.1 (b)

그림 3.2(a)는 Clark, 3.2(b)는 SCS의 임계지속기간만을 100년 빈도 각 분위별로 나타낸 것이며, 유역의 최하류인 산계지점의 경우에는 변화가 거의 없지만 상류인 산성지점으로 올라갈수록 임계지속기간의 변화가 커지는 경향이 나타났다.

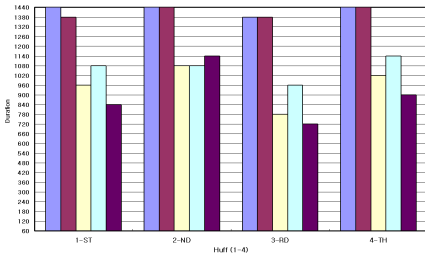


그림 3.2 (a)

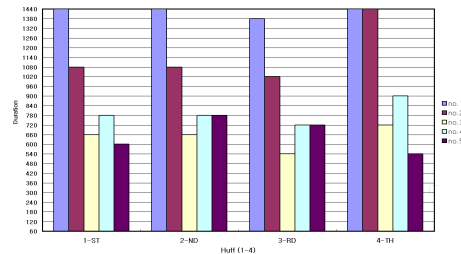


그림 3.2 (a)

4.2 실측자료를 이용한 설계홍수량 산정

수위관측소의 수위자료를 이용하여 Rating Curve식으로 연최대시간유량을 산정한 후 확률가중 모멘트법에 대한 유의수준 5%의 적합도 검정결과 Gamma-2검정 방법이 가장 좋은 결과를 보였으며, 표 3.1은 Gamma-2 검정 방법을 토대로한 수위관측지점별 빈도별 홍수량이다.

표 3.1 수위관측지점별 빈도별 홍수량

재현기간	No.1 산계	No.2 기대	No.3 탄부	No.4 이평	No.5 산성
50	1898.4	819.7	257.8	305.9	159.8
80	2173.3	970.8	304.6	337.3	181.5
100	2304.8	1049.2	328.6	352.2	191.8
200	2716.8	1323.7	410.3	398.3	224.1
300	2959.7	1508.7	463.5	425.3	243.1
500	3267.7	1771.3	536.9	459.2	267.1

3. 고찰

실측자료를 이용하여 산정한 빈도별 홍수량과 강우자료를 이용해 산정된 홍수량을 비교한 결과 실측 자료에 대한 확률 홍수량과 강우자료에 대한 홍수량 사이의 비는 Clark 유역추적법의 경우 55.8~104.0%, SCS 합성단위도법의 경우 48.1~95.9% 정도로 추정되었다.

그림 3.3처럼 Clark 유역추적법이 SCS 합성단위도법에 비해 기대지점의 경우 좀 더 큰 값을 가지지만 이외의 지점에서는 실측자료를 이용하여 산정한 빈도별 홍수량과 유사하게 나타났다.

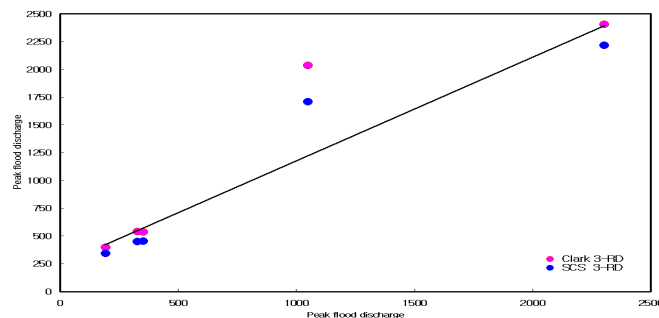


그림 3.3 확률홍수량의 비교(유량자료 홍수량/ 강우자료 홍수량)

4. 결론

1. 홍수량 자료에 대한 빈도해석을 통해 산정된 확률 홍수량과 강우-유출 모형을 통해 산정된 홍수량 사이의 관계는 Clark 유역추적법의 경우 65.8~103.7%, SCS 합성단위도법의 경우 62.97~92.19% 정도로 추정되었고, 본 유역의 경우 Clark 유역추적법이 SCS 합성단위도법에 비해 기대지점의 경우 좀 더 큰 값을 가지지만 이외의 지점에서는 실측자료를 이용하여 산정한 빈도별 홍수량과 유사하게 나타났다.

2. 임계지속기간의 경우 본 유역의 최하류인 산계지점의 경우에는 변화가 거의 없지만 상류인 산성지점으로 올라 갈수록 변화가 커지는 경향이 나타났다. 즉, 유역의 면적이 작아질수록 임계지속기간의 변화가 큰 것을 알 수 있다.

3. 강우의 시간분포형 결정 시 실무에서 가장 많이 사용하는 방법인 Huff 방법에 대하여 대상 지역의 관측기록에 관한 조사결과 1분위의 호우사상이 가장 많은 것으로 나타나 대부분 Huff 1분위를 적용시키지만 본 연구의 결과 Clark 유역추적법의 경우 Huff 3분위, SCS 합성단위도법의 경우 역시 Huff 3분위에 첨두홍수량이 최대의 값이 나타났다.

4. 이상의 연구과제는 보청천 유역을 대상으로 유도한 결과지만, 보다 많은 유역을 대상을 통한 확장이 필요할 것으로 판단되며, 호우 선정방법에서의 무강우를 고려하여 확률강우량을 산정하고, 유역의 반응시간 결정시 도달시간의 세분화와 정확한 산정, 그리고 홍수량 산정시 단위도 방법별로 모두 산정한 후 비교 검토하여 홍수량을 산정하는 부분을 좀더 연구한다면 보다 합리적인 설계홍수량을 산정하여 수공구조물 설계 시 효율적일 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. 건설교통부, “1999년도 수자원관리기법개발연구조사 보고서 제 2권 지역적 설계 강우의 시간적 분포”, 2000.
2. 건설교통부, “국제수문개발계획(IHP) 연구보고서”, 1983~2005.
3. 충청북도, “보청천 하천정비 기본계획”, 1993.
4. 김경호, “수리학”, 보성각, 1997
5. 윤용남, “공업수문학”, 청문각, 2003.
6. 안상진, “수문학”, 구미서관, 2005.
7. 김영호, “GIS 기법을 이용한 보청천 유역의 유출해석”, 충북대학교 석사학위논문, 2003. 2.
8. 안상진, 김진극, 김종섭, 이제문, “HEC-HMS를 이용한 평창강 유역의 유출 예측”, 한국수자원학회 학술대회지, 04 학술발표회 특별세션 논문집, 2004.
9. 윤용남, 장수형, 강성규, 박민석, “설계홍수량 산정을 위한 적정 설계강우분포방법의 개발”, 한국수자원학회 학술대회지, 04 학술발표 특별세션 발표논문, 2004.
10. 윤석환, “Kriging 기법으로 산정된 공간 분포 강우를 이용한 유출해석”, 충북대학교 박사학위논문, 2005. 8.
11. 정동진, “설계홍수량 산정방법의 비교 분석(안양천 유역 중심)”, 수원대학교석사학위논문, 2002. 12.
12. Huff, F.A. "Time Distribution of Rainfall in Heavy Storms", Water Resources Reserch, Vol. 3, 1967.
13. HEC, "Hydrologic Modeling System HEC-HMS, Version 2.1 User's Manual", US Army Corps of Enguneers, January 2001.