

관측년수변화를 고려한 설계강우량 산정

Estimation of Design Rainfall Considering the Change
of the Number of Years for Observed Data

류경식*(수자원연구원)·이순혁(충북대)·황만하·이상진(수자원연구원)
Ryoo, Kyong Sik·Lee, Soon Hyuk·Hwang Man Ha·Lee Sang Jin

Abstract

The objective of this study is to check into variation trends of design rainfall according to change of the number of years for observed data.

To make comparative study of the relation between design rainfall and recorded year, this study was used maximum rainfall for 24-hr consecutive duration at Gangneung, Seoul, Incheon, Chupungnyeong, Pohang, Daegu, Jeonju, Ulsan, Gwangju, Busan, Mokpo and Yeosu rainfall stations. The tests for Independence, Homogeneity and detection of outliers were used Wald-Wolfowitz's test, Mann-Whitney's test and Grubbs and Beck test respectively. To select appropriate distribution, the distribution of generalized pareto(GPA), generalized extreme value(GEV), generalized logistic(GLO), lognormal and pearson type 3 distribution is judged by L-moment ratio diagram and Kolmogorov-Smirnov (K-S) test. Design rainfall was estimated by at-site frequency analysis using L-moments and Generalized extreme value(GEV) distribution according to change of the number of years for observed data. Through the comparative analysis for design rainfall induced by L-moments and GEV distribution, relationship between design rainfall and recorded year is provided.

I. 서론

2002년 8월 30 ~ 9월 1일 태풍 루사(Rusa)가 한반도를 통과하면서 전국에 걸쳐 강풍과 폭우로 많은 피해가 발생한 가운데 특히 강릉지방에 기록적인 폭우가 쏟아져 피해가 집중됐다. 강릉지역에 내린 1일 강수량은 870.5mm로 기록되었으며 이 강우기록은 지점관측사상 최고치에 이르며, 강릉지역의 연평균 강수량 1,401.9mm의 62%, 강릉 8월 평균 강수량 288.2mm의 3.3배에 해당되며, 우리나라 2일 연속강수량 극값인 거제의 635.5mm와 3일 연속강수량 752.9mm 기록보다 많게 나타났다. 또한, 강릉의 24시간 강수량은 건설교통부(2000)에서 추정된 강릉지역의 25km²에 대한 PMP강우량을 초과한 사상 유례없는 폭우였다.

상기한 예와 같은 강우량은 대단위 인명피해와 재산피해를 발생시키는 것뿐만 아니라 수공구조물의 설계시 제공되어지는 설계기준을 결정하는데도 많은 어려움을 발생시킨다. 특히, 통계분석에 의한 빈도분석법은 매년 기록되어지는 수문량의 증가에 따라 민감하게 변화를 나타냄으로서 이로 인해 실무 부서에는 수공구조물의 설계, 운영 및 관리측면에서 통계분석에 의한 빈도별 설계수문량의 이용을 회피하고 있는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 관측기록이 비교적 양호한 기상관측지점을 선정하고 GEV 분포형에 대해 L-모멘트법을 적용한 지점빈도분석을 관측년수별로 실시하며 실시 결과를 도식화하여 관측년수의 증가에 따른 지점별 설계수문량의 변화양상을 분석함으로써 수공구조물의 설계, 운영 및 관리에도 적극적으로 이용될 수 있는 방안을 모색하고자 한다.

II. 강우자료 및 분석방법

2.1 강우자료

본 연구에서는 관측년수의 증가에 따른 설계강우량의 변화양상을 분석하기 위해 자기강우관측 자료의 신빙도가 높은 기상청산하 기상관측소중 관측년수가 40년 이상인 강릉, 서울, 인천, 추풍령, 포항, 대구, 전주, 울산, 광주, 부산, 목포 및 여수기상대로 총 12개소를 선정하고 해당 기상관측소의 24시간 연최대강우량을 이용하였다.

2.2 분석방법

가. 선정된 강우관측지점들의 시강우자료를 이용하여 24시간에 대한 연최대치 계열로 구성하고 기본통계치를 분석한다.

나. 선정된 강우관측지점들의 24시간 연최대강우량의 독립성, 동질성 및 Outlier를 검정한다.

다. 적정분포형은 Gumbel, Generlized extreme-value, Generalized logistic 및 Generalized pareto 분포형을 대상으로 K-S test와 L-모멘트비도에 의해 선정한다.

라. 선정된 적정 확률분포형에 대해 L-모멘트법을 적용한 지점빈도분석을 통해 지점 및 관측년수별 설계강우량을 유도한다.

마. 최종적으로 유도된 설계강우량을 종축, 관측년수를 횡축으로 하는 그래프를 작성한 후, 이들 관계의 변화양상을 분류하고 또한 이로인해 발생할 것으로 예상되는 상황을 고찰한다.

III. 결과 및 고찰

3.1 수문자료의 기본통계치 분석

선정된 강우관측지점들의 연최대일강우량에 대한 평균치, 표준편차, 변동계수 및 왜곡도계수의 기본통계치를 각 지점별로 구하였다. 대상지점 전반에 걸쳐 평균치와 표준편차는 각각 98 ~ 150 mm 및 39.76 ~ 81.67의 범위를, 변동계수와 왜곡도계수는 각각 0.174 ~ 0.276 및 -0.217 ~ 1.093의 범위로 나타났다.

3.2 수문자료의 독립성, 동질성 및 Outlier 검정

대상지점별 24시간 연최대강우량의 독립성 및 동질성 검정을 각각 Wald-Wolfowitz Test 및 Mann-Whitney Test 검정법에 의해 실시하였으며, 본 분석에서 적용된 각 지점의 24시간 연최대강우량에 대한 독립성 및 동질성 검정에 대한 결과, table 1과 같이 전 지점에 대해서 모두 적합성이 있는 것으로 검정되었다.

Table 1 Test for independence and homogeneity of observed rainfalls

Number	Station	Wald-Wolfowitz's test for Independence			Mann-Whitney's test for Homogeneity		
		U	$U_{\alpha/2}$	Test	Z	$Z_{\alpha/2}$	Test
1	Gangneung	1.312	1.96	○	-1.31	1.96	○
2	Seoul	-1.324		○	-0.22		○
3	Incheon	-1.223		○	-0.54		○
4	Chupungnyeong	1.470		○	-1.09		○
5	Pohang	-0.810		○	-0.54		○
6	Daegu	0.156		○	-0.20		○
7	Jeonju	0.516		○	-0.57		○
8	Ulsan	-0.899		○	-1.14		○
9	Gwangju	1.347		○	-1.00		○
10	Busan	-0.825		○	-0.31		○
11	Mokpo	-0.143		○	-1.74		○
12	Yeosu	0.402		○	-0.41		○

일련의 수문자료계열에서 자료의 일반적인 균형분포의 상태에서 훨씬 위나 또는 아래로 격리되

는 Data Point를 나타내는 Outlier의 유발로 인해 부적절한 통계학적 매개변수의 유도로서 설계수문량의 제시에 불확실성을 초래하게 된다. 이에 본 분석에서는 Grubbs-Beck에 의한 검정법을 사용하여 Outlier의 유무를 검정하였다. 본 분석에 적용된 유역의 24시간 연최대강우량에 대한 검정결과, 전 지점에 걸쳐 High Outlier 및 Low Outlier가 없음이 확인되었다.

이상의 결과에서 보건태 독립성, 동질성 및 Outlier 검정결과 대상지점의 연최대치 자료에 관한 독립성과 동질성이 인정됨과 동시에 연최대치 자료의 균형분포에서 상하로 격리되는 Outlier가 없음이 검정됨으로서 수문자료로서 이용타당성이 인정되었다.

3.3 적정분포형 선정

3.3.1 Kolmogorov-Smirnov(K-S) 검정에 의한 적합도 검정

L-모멘트법에 따른 GPA, GEV, GLO, Lognormal 및 Pearson type 3분포형들에 대한 적합도 판정은 K-S검정을 이용하였으며 각 지점에 대한 결과, 대상지점 전반에 걸쳐 모든 분포형들이 적합도가 있는 것으로 인정되었다.

3.3.2 L-모멘트비도에 의한 적정분포형 선정

적정분포형 선정을 위해 도시적인 방법으로 L-모멘트비도를 작성하였으며 그 결과는 Fig. 1과 같다. Fig. 1에 나타난 바와 같이 지점별 24시간 연최대강우량 계열인 12개의 L-모멘트비의 플로팅이 GEV 분포형의 곡선에 고루 산재해 있고 L-왜곡도와 L-첨예도를 평균한 값이 각각 0.253과 0.197로써 타 확률분포형의 L-모멘트비 곡선 보다 GEV 분포형의 L-모멘트비 곡선에 보다 근접되어 있음을 볼 수 있다.

따라서, 지점별 24시간 연최대강우량에 L-모멘트법을 적용하여 L-모멘트비를 플로팅한 결과 GEV 분포형이 타 확률분포형에 비해 보다 적절한 확률분포형으로 판정되었다.

3.4 지점 및 관측년수별 설계강우량 추정 및 분석

적정분포형으로 선정된 GEV 분포형에 대해 L-모멘트법을 적용하고 1965년 시작으로 2002년까지 매년의 200년 빈도 설계강우량을 지점빈도분석방법으로 추정하였다. 또한, 관측년수 변화에 따른 설계강우량의 변화양상을 나타내기 위해 관측년수를 횡축으로 하고 설계강우량을 종축으로 하는 그래프를 도시하였다. 표본 예로 서울, 추풍령, 포항 및 강릉지점을 대상으로 도시한 결과는 Fig. 2 ~ Fig. 5와 같다.

Fig. 2 ~ Fig. 5의 결과, 관측년수변화에 따라 200년 빈도의 설계강우량 변화는 크게 3가지로 분류될 수 있다. 추풍령지점과 같이 이상강우의 발생이 없는 경우로 추후 이상강우의 발생시 막대한 피해를 유발할 수 있는 지점들, 포항지점과 같이 이상강우가 최근에 발생한 경우로 수공구조물의 설계시 필요 이상의 설계강우량이 사용될 수 있는 지점들, 서울 및 강릉지점과 같이 이상강우 발생후 많은 시간이 흐른 경우로 설계강우량이 안정된 범위에서 나타남으로서 다른 경우와 같은 문제점들의 발생이 적을 것으로 예상되는 지점들로 구분되어진다.

따라서, 관측년수변화에 따른 설계강우량의 변화양상을 조사하여 해당지점의 설계강우량을 상황에 맞도록 유동성 있게 적용할 필요가 있을 것으로 판단된다.

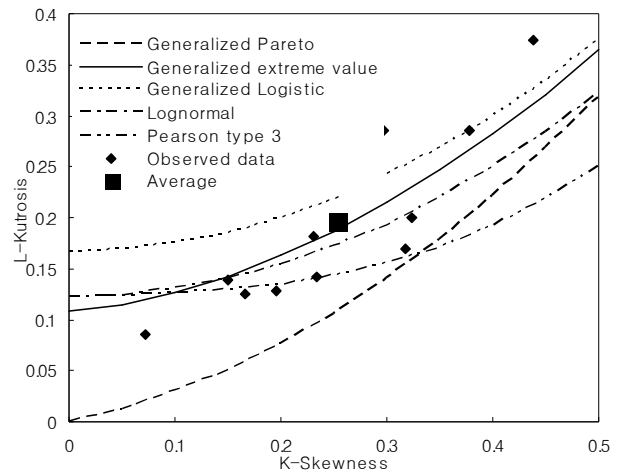


Fig. 1 Identification of distributions by L-skewness and L-kurtosis

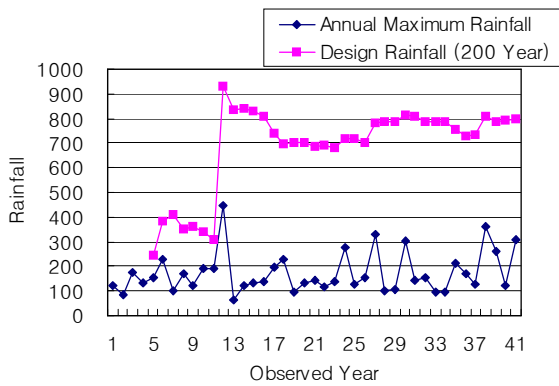


Fig. 2 Relation between design rainfall and observed year at Seoul station

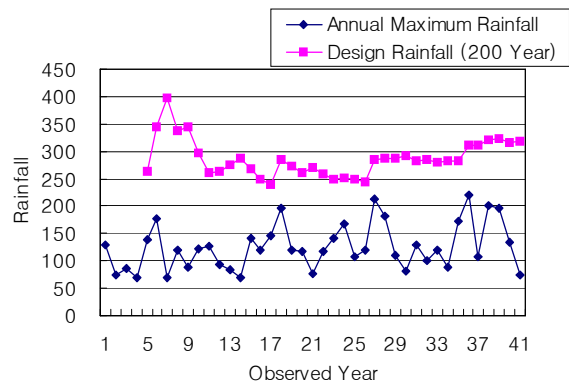


Fig. 3 Relation between design rainfall and observed year at Chupungnyeong station

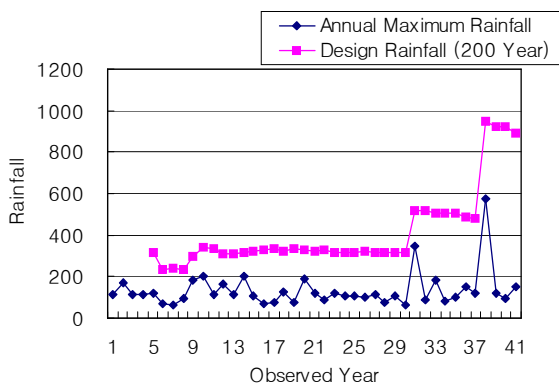


Fig. 4 Relation between design rainfall and observed year at Pohang station

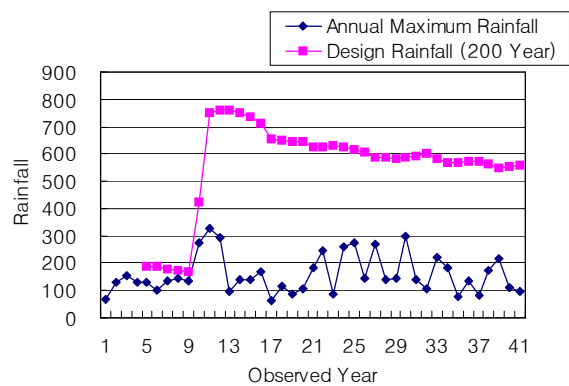


Fig. 5 Relation between design rainfall and observed year at Gangneung station

IV. 결 론

본 연구에서는 관측기록이 양호한 기상관측지점을 선정하고 GEV분포형에 대해 L-모멘트법을 적용한 지점빈도분석을 관측년수별로 실시하며 실시 결과를 도식화하여 관측년수의 증가에 따른 지점별 설계수량의 변화양상을 분석하였다.

1. 선정된 강우관측지점들의 시강우자료를 이용하여 24시간에 대한 연최대치 계열로 구성하고 기본통계치를 분석하고 선정된 강우관측지점들의 24시간 연최대강우량의 독립성, 동질성 및 Outlier를 검정한 결과 자료의 이용타당성이 인정되었다.

2. 적정분포형을 선정하기 위해 GPA, GEV, GLO, Lognormal 및 Pearson type 3 분포형을 대상으로 K-S test와 L-모멘트비도를 실시하였으며 그 결과 GEV 분포형이 적정한 것으로 검정되었다.

3. GEV 확률분포형에 대해 L-모멘트법을 적용한 지점빈도분석을 통해 지점 및 관측년수별 설계강우량을 유도하였다.

4. 최종적으로 관측년수의 변화에 따른 설계강우량의 변화양상을 고찰한 결과, 피해유발 가능 지역, 설계강우량 과다 산정지역 및 이상강우에 대한 안정지역들로 분류되었다. 따라서, 이러한 지역적 특성결과는 향후 수공구조물 설계시에 고려할 수 있도록 체계화되고 지표화함으로써 보다 합리적인 설계강우량 기준을 제시하는데 활용되어야 할 것이다.