

고차확률가중모멘트에 의한 극치강우의 빈도분석

Frequency Analysis of Extreme Rainfall using Higher Probability Weighted Moments

이 순혁 · *맹 승 진 · 류 경 식 · 김 병 준 (충북대학교)

Lee, Soon-Hyuk · Maeng, Sung-Jin · Ryoo, Kyong-Sik · Kim, Byeong-Jun

Abstract

This study was conducted to estimate the design rainfall by the determination of best fitting order for Higher Probability Weighted Moments of the annual maximum series according to consecutive duration at sixty-five rainfall stations in Korea. Design rainfalls were obtained by generalized extreme value distribution which was selected to be suitable distribution in 4 applied distributions and by L, L1, L2, L3 and L4-moment. The best fitting order for Higher Probability Weighted Moments was determined with the confidence analysis of estimated design rainfall.

I. 서 론

본 연구에서는 신빙성 있는 설계강우량 유도를 위해 단기간의 홍수관측기록이나 홍수 기록의 신빙성 결여에 의한 부적절한 설계홍수량 대신에 우리나라 전역에 걸쳐 비교적 신빙도가 높은 기상청 산하 기상대 및 기상관측소의 자기강우기록치를 이용하여 적정한 설계강우량을 유도하고자 한다.

이를 위해서는 우선적으로 장기간 신빙성 있는 강우관측 자료를 보유한 우리나라의 강우관측지점들을 선정하여 지속기간별 연최대강우량 계열을 구성하고 Gumbel(GUM), Generalized extreme value(GEV), Generalized logistic(GLO) 및 Generalized pareto(GPA) 분포를 대상으로 적정 확률분포를 선정한다. 선정된 확률분포의 매개변수는 고차확률가중모멘트법에 의해 추정한다. 선정된 확률분포에 의해 유도된 설계강우량을 산정하고 신뢰도 분석을 실시하여 적정 설계강우량을 제시함으로써, 댐이나 하천제방과 같은 각종 수리구조물의 건설시 이에 의해 설계지표로 이용될 수 있는 신빙성 높은 설계강우량을 제시하고자 한다.

II. 강우자료 및 구성

본 연구에서는 자기강우관측자료의 신빙도가 높은 기상청산하 65개 기상대 및 기상관측소의 강우자료를 선정하였다. 선정된 강우관측지점에서 관측된 시강우량 자료는 한국건

설기술연구원의 수문 DB로부터 수집하였다. 선정된 65개 강우관측지점들의 연최대치 계열인 강우자료를 지속기간 1, 3, 6, 12, 24, 36, 48 및 72시간에 대한 시계열 자료로 구성하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 지속기간별 연최대강우량 자료의 분석 여부 결정

대상 강우관측지점별 지속기간별 연최대강우량의 독립성, 동질성 및 Outlier 검정을 각각 Wald- Wolfowitz Test, Mann-Whitney Test 및 Grubbs-Beck 검정법에 의해 실시한 결과에서 강우관측지점별 지속기간 1, 3, 6, 12, 24, 36, 48 및 72시간에 대한 연최대강우량의 독립성과 동질성이 인정되었고 Outlier가 없음이 검정됨으로써 수문자료로서의 분석 타당성이 인정되었다.

2. 적정 확률분포형의 선정 및 매개변수 추정

강우관측지점별 지속기간별 연최대강우량의 적정 확률분포형을 선정하기 위한 도식적 방법으로서 고차확률가중모멘트비도인 L, L1, L2, L3 및 L4-모멘트비도와 비매개변수적 방법인 K-S 검정을 수행하였다. 강우관측지점별 지속기간별 L, L1, L2, L3 및 L4-모멘트비도에 의한 검정에서는 적용된 4개 확률분포형 중 GEV 분포형이 타 확률분포형에 비해 적절한 것으로 검정되었다. 표본 예로 지속기간 24시간에 대한 L-모멘트비도에 의한 결과를 Fig. 1에 도시하였다. K-S 검정에서는 강우관측지점별 지속기간별 L, L1, L2, L3 및 L4-모멘트에 적용된 4개 확률분포형이 모두 적절한 것으로 검정되었다. 이와 같은 사실에 비추어

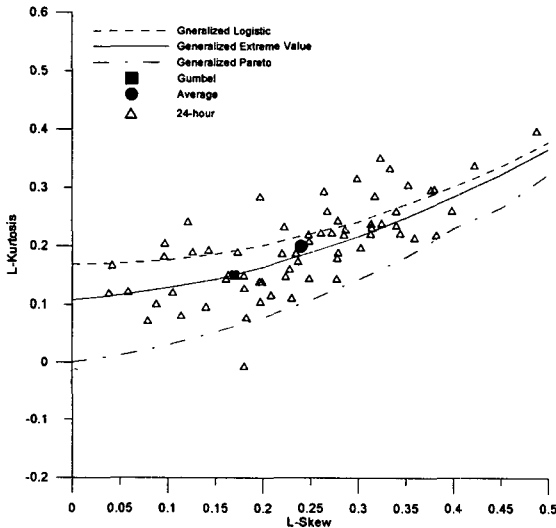


Fig. 1 Identification of distributions by L-skewness and L-kurtosis

어 양 방법에서 유일하게 적정 확률분포형으로 판정된 GEV 분포형을 최종적으로 선정하였다. 적정 확률분포형으로 선정된 GEV분포형의 매개변수인 척도매개변수 α , 위치매개변수 ξ 및 형상매개변수 k 를 지속기간별, 지점별로 고차확률가중모멘트법에 의하여 산정하였다.

3. 적정 확률분포형의 매개변수 추정 및 빈도분석

적정 확률분포형으로 선정된 GEV 분포에 대한 대상 기상관측지점별 지속기간별 연최대강우량의 설계강우량을 유도하기 위해 GEV 분포형의 매개변수를 고차확률가중모멘트법에 의해 추정하고 지속기간별 빈도별로 설계강우량을 유도하였다.

4. 모의발생치에 의한 빈도분석

Monte Carlo 기법에 의해 강우관측지점별 지속기간별로 표본 크기를 20, 40, 60 및 100으로 구분하고 각각의 경우에 대하여 1,000회 모의발생 결과치를 얻었으며, 이들 모의발생치를 이용하여 고차확률가중모멘트법에 의한 빈도분석을 수행함으로써 강우관측지점별 지속기간별 빈도별 강우량을 산정하였다

5. 실측치 및 모의발생치에 의한 빈도분석 비교

강우관측지점별 지속기간별 연최대강우량과 모의발생된 연최대강우량을 각각 고차확률가중모멘트인 L, L1, L2, L3 및 L4-모멘트법을 적용함으로써 각각의 빈도별 설계강우량이 추정되었다. 본 분석에서는 L, L1, L2, L3 및 L4-모멘트법별로 실측치와 모의발생치에 의해 추정된 각각의 빈도별 설계강우량간의 누가오차를 나타내는 상대평균제곱근오차와 모의발생치에 의해 추정된 빈도별 설계강우량이 실측치에 의해 추정된 설계강우량보다 크거나 작은 값을 갖는지를 나타내는 누가오차인 상대편의에 의한 분석을 실시함으로써 고차확률가중모멘트의 차수변화에 따른 빈도별 설계강우량간의 적정성 여부에 관한 비교 분석을 수행하였다. 표본 예로 제천지점에 대한, L, L1, L2, L3, L4-모멘트법 및 표본크기별 상대평균제곱근오차의 관계를 도시한 결과는 각각 Fig. 2와 같다.

그리고, L1, L2, L3 및 L4-모멘트법에 의해 계산된 상대평균제곱근오차가 L-모멘트법에 의한 상대평균제곱근오차에 비해 상대적 효율성이 존재하는지를 나타내는 상대적 효율성 (relative efficiency, RE)을 산정함으로써 고차확률가중모멘트의 차수 변화에 의한 L, L1, L2, L3 및 L4-모멘트법의 신뢰도를 판정하였다. L-모멘트법에 대한 L1, L2, L3 및 L4-모멘트법의 상대적 효율성을 강우관측지점별, 지속기간별, 표본크기별 및 빈도별로 구하였다. 표본 예로 제천지점에 대하여 표본크기 20과 100을 도시한 결과는 Fig. 3과 같다.

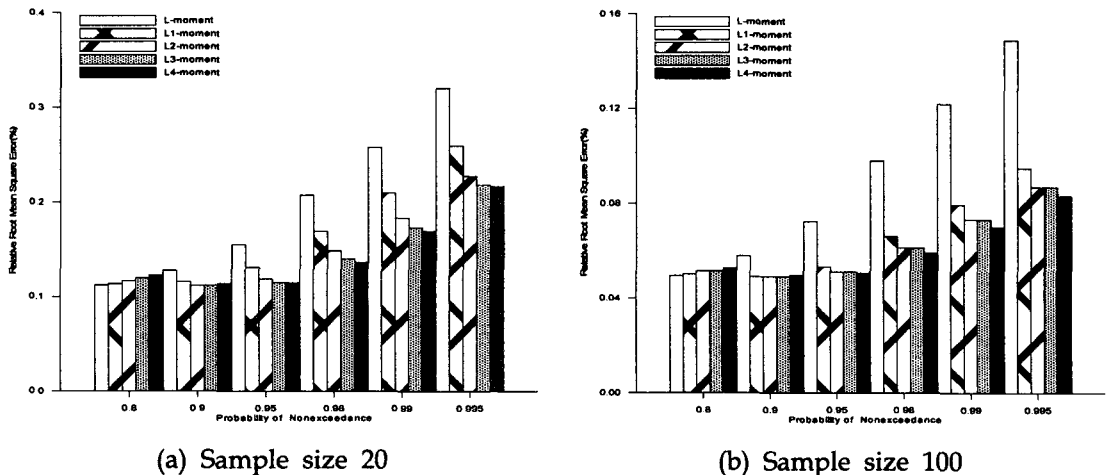
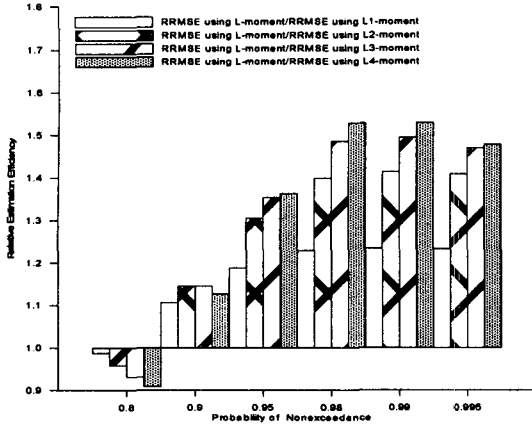
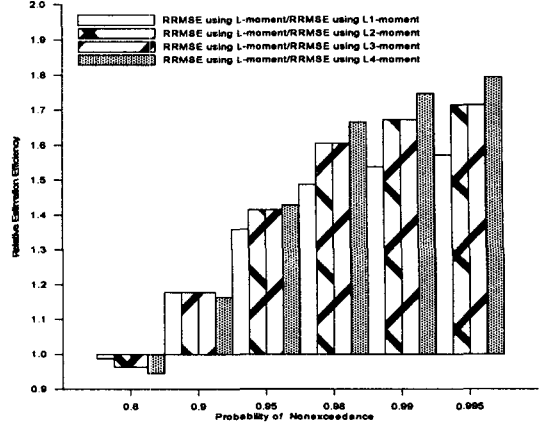


Fig. 2 Comparison of RRMSE estimated by GEV distribution using method of higher probability weighted moments at Jecheon station



(a) Sample size 20



(b) Sample size 100

Fig. 3 Comparison of relative efficiency estimated by GEV distribution using method of higher probability weighted moments at Jecheon station

이상의 결과에서 동일한 지점, 동일한 표본자료 및 동일한 재현기간에서 고차확률가중 모멘트의 차수가 증가할수록 상대평균제곱근오차가 일반적으로 다소 감소하였다. Fig. 3의 결과를 보면 대체적으로 L과 L4-모멘트법의 상대적 효율성이 L과 L1, L과 L2 및 L과 L3-모멘트법의 상대적 효율성보다 증가하는 경향을 나타내었다. 이상의 결과에 대한 검증을 위해 강우관측지점별 빈도별 설계강우량을 Gringorten 플로팅 포지션법에 의해 Gumbel 확률지상에 도시하였으며, 그 결과는 Fig. 4와 같다.

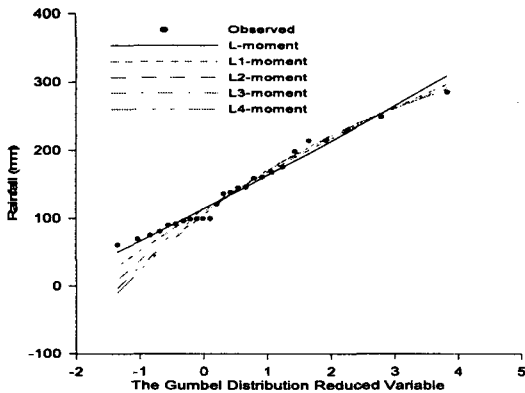


Fig. 4 Comparison of design rainfalls estimated using method of higher probability weighted moments with Gringorten plotting position at Jecheon station

IV. 결론

우리나라 전역에 걸쳐 비교적 장기간 관측되고 관측 정밀도가 높은 65개의 강우관측지점을 선정하여 지속기간별 연최대치 계열을 구성하여 강우관측지점별 지속기간별 연최대 강우량에 적합한 확률분포형을 고차확률가중 모멘트비도 및 K-S 검정에 의해 선정한 결과 GEV 분포가 선정되었다. 실측치와 모의발생치의 빈도분석에 의한 각각의 빈도별 설계강우량 유도하고 이들간의 상대평균제곱근오차와 상대편의에 의한 오차분석과 상대적 효율성을 분석한 결과 고차확률가중모멘트의 차수가 4인 L4-모멘트법에 의해 유도된 빈도별 설계강우량이 전반적으로 적절한 것으로 판정되었다.