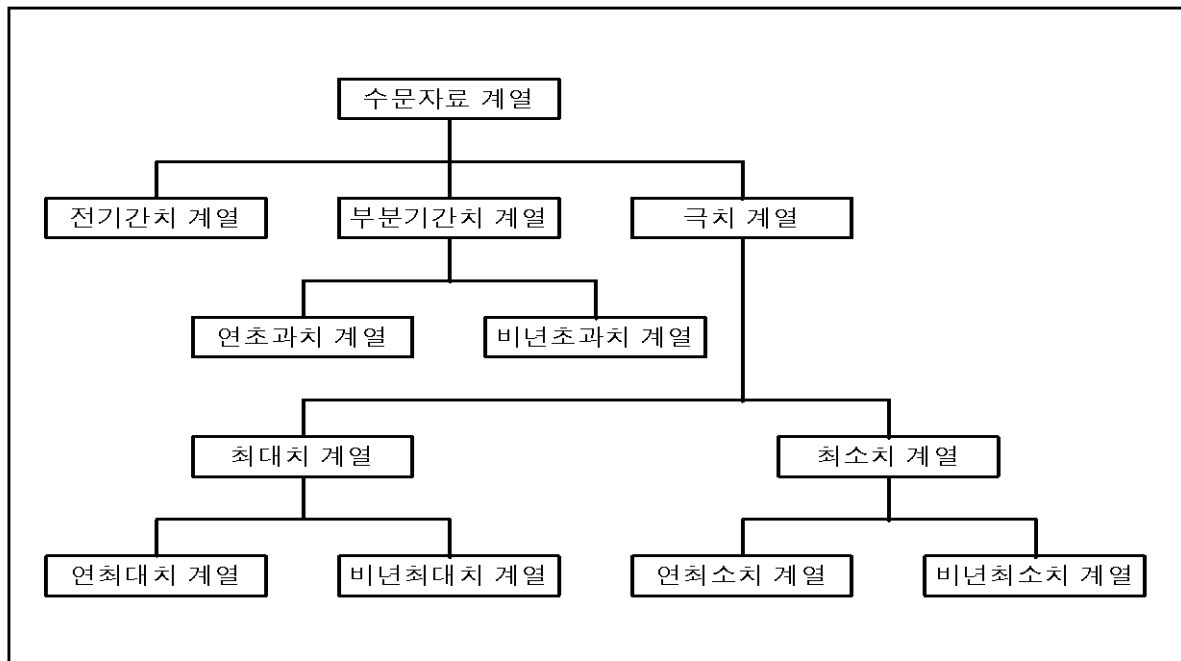


1.1 강우자료 수집 및 정리

1.1.1 강우량자료 수집

가. 강우량자료 계열 구분 및 수집대상 계열 결정

- 수문자료 계열은 아래 그림과 같이 전기간치 계열, 부분기간치 계열, 극치 계열로 대별되며, 설계홍수량 산정의 강우분석시에는 극치 계열의 연최대치 계열과 부분기간치 계열의 연초과치 계열을 주로 사용한다.



수문자료 계열의 분류

- 전기간치 계열(complete duration series)은 어떤 기간동안의 자료를 총망라한 자료 계열이며, 전기간치 계열은 규모가 크고 실제 수문분석에 필요한 자료는 수문학적으로 위험을 유발시키는 극단적인 값이므로 빈도해석에는 거의 사용되지 않으며 장기 유출량 산정 및 유황분석 등에 사용된다.
- 부분기간치 계열(partial duration series)은 어떤 기준치보다도 큰 값 혹은 작은 값을 가진 모든 자료로 구성되는 계열이며, 부분기간치 계열에 속하는 자료의 숫자가 기록년수와 같도록 기준치가 설정되었을 경우 연초과치 계열(annual exceedance series), 그렇지 않은 경우 비년초과치 계열(non-annual exceedance series)로 구분된다.

- 극치계열은 해당 자료가 존재하는 기록기간을 일정기간 단위로 나누어 그 기간내에 발생한 최대치(혹은 최소치)만으로 구성된 계열이다. 매년 최대치만으로 구성된 계열은 연최대치 계열(annual maximum series), 매년 최소치만으로 구성된 계열은 연최소치 계열(annual minimum series)으로 구분된다. 한편, 기간 단위가 연이 아닌 경우 비년최대치 계열(non-annual maximum series), 비년최소치 계열(non-annual minimum series)로 구분된다.
- 수공구조물의 설계빈도가 10년 이하인 경우에는 부분기간치 계열의 연초과치 계열에 의한 확률강우량을 사용하는 것이 안전하고 합리적이며 만약, 연초과치 계열을 추출하기 곤란하여 연최대치 계열을 이용할 경우에는 다음과 같은 방법을 적용한다.
 - Langbein에 의한 다음과 같은 공식을 적용하면 연초과치 계열의 2년, 5년, 10년에 대한 빈도해석 결과는 연최대치 계열의 2.54년, 5.52년, 10.50년에 대한 빈도해석 결과와 동일

$$T_{AM} = \frac{1}{1 - \exp(-1/T_{PD})}$$

여기서 T_{AM} 과 T_{PD} 는 각각 연최대치 계열과 연초과치 계열의 재현기간(년)이다.

- 이러한 식을 이용하여 연초과치 계열의 재현기간에 해당하는 연최대치 계열의 재현기간을 채택하는 방법으로 상향 조정
- 연초과치 계열은 연최고치 계열에 비해 평균은 크나 편차가 적어서, 10년빈도 이상에서는 두 가지 계열에 의한 빈도해석 결과가 거의 일치하므로 별도의 고려는 불필요하다.
- 댐 건설계획이나 하천정비계획과 같이 수공구조물의 설계빈도가 10년 이상인 경우에는 극치계열의 연최대치 계열에 의한 확률강우량을 사용한다.

나. 관측소 선정 기준

- 해당 유역내·외에 위치한 기상청 및 건교부 관할 관측소를 대상으로 선정하며 부득이한 경우에는 기타 기관 관할 관측소를 선정할 수도 있다.
- 대상 관측소 중에서 해당 유역과의 거리, 표고, 관측년수 등을 검토하여 선정하며 대유역의 경우에는 관측소의 밀도 및 분포를 추가로 고려한다.
- 관측소 선정 기준의 하나인 관측년수는 홍수량 산정에서는 일반적인 관측년수가 아니라 후술되는 임의시간 강우량자료의 관측년수이며, 일반적으로 시우량(clock-hour rainfalls) 자료를 임의시간 강우량자료로 환산하여 사용하고 있기 때문에 시우량 자료의 관측년수를 먼저 파악하여야 한다.
- 시우량 자료의 관측년수가 짧으면 빈도해석 결과의 신뢰도가 낮으므로 관측년수가 충분한 관측소를 선정하는 것이 필요하며, 참고로 빈도해석에 필요한 관측년수를 95% 신뢰도 기준은 아래 표와 같다.

빈도해석에 필요한 관측년수(95% 신뢰도)

재현기간(년)	허용오차		비 고
	10%	25%	
2.33	40년	12년	평년빈도 개념
10	90년	18년	
25	105년	31년	
50	110년	39년	
100	115년	48년	

- 우리나라는 대부분 관측년수가 짧아서 기준을 만족시키기 어려운 실정이므로 최소 30년 이상의 관측년수가 확보되는 관측소를 대상으로 하여야 한다.
- 대규모 유역의 경우 Thiessen망도를 작성하여 지점평균확률강우량을 산정시의 밀도 및 분포 등을 충분히 고려하여 최종 관측소를 채택한다.
- 중규모 이하 유역의 경우 해당 유역내에는 관측소가 없는 경우가 많으므로, 가장 대표성을 가지는 인근 관측소 1개소를 채택하거나 다수의 인근 관측소를 채택한다. 한편, 유역외에 위치하고 있는 2개 관측소로 일자형 Thiessen망도를 작성하는 것은 Thiessen 다각형의 잘못된 적용이므로 산술평균 또는 후술되는 역거리제곱법 등으로 지점평균확률강우량을 산정하여야 한다.

다. 지속기간별 고정시간 강우량자료 수집

- 수문분석에 필요한 강우량자료는 1시간, 1일 등 고정시간 강우량이 아닌 60분, 1440분 등 임의시간 강우량자료이다.
- 임의시간 강우량자료는 자기기록지에서 관독하여야 하지만 관측년수가 짧고 그나마 장·단기간 결측 등으로 자료가 부족하며, 직접 관독하여 임의시간 강우량 자료를 수집하는 것도 현실적으로 곤란한 경우가 대부분이다.
- 이에 따라 대안으로 시우량(clock-hour rainfalls) 자료를 수집하고 이를 이용하여 임의시간 강우량으로 환산하는 방법이 주로 사용되고 있다.
- 과거에는 설계강우의 지속기간을 소규모 구조물의 경우 도달시간, 서울시 유수지는 일률적으로 2시간 등으로 적용하고, 중규모 이상의 유수지는 24시간 등으로 적용하는 방법 등과 같이 대표 지속기간을 하나로 결정하였으므로 수집 대상 강우량자료가 간단하였다.
- 현재는 첨두홍수량이 최대 또는 저류용량(첨두홍수위, 첨두방류량)이 최대인 강우지속기간인 임계지속기간(critical duration)의 홍수량을 채택하고 있으므로 최대한 많은 지속기간의 강우량자료를 수집하여야 한다.
- 기본적으로 10분, 60분, 1시간~24시간까지는 1시간 간격으로 시우량자료를 수집하여야 하며, 임계지속기간이 24시간을 초과할 것으로 예상되는 경우에는 48시간 또는 72시간까지도 1시간 간격으로 수집하여야 한다.

라. 결측치 보완

- 수집된 강우량자료에서 단기간의 결측치는 빈도해석시 자료계열에서 제외하는 것보다 보완하는 것이 합리적이다.
- 결측치 보완 방법으로는 관측소간의 거리를 가중치로 사용하는 RDS 방법(reciprocal distance squared method, 역거리제곱법) 등을 적용한다.

$$P_x = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i}{D_i^2} \right)}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{D_i^2}}$$

여기서 P_x 는 결측치를 가진 관측소의 강수량, P_i 는 인근 관측소의 강수량, D_i 는 결측치를 가진 관측소와 인근 관측소의 거리이다.

마. 임의시간 강우량자료로 변환

- 수문학적 지속기간은 고정시간이 아닌 임의시간을 의미하므로 수집된 시우량 (clock-hour rainfalls) 자료를 임의시간 강우량자료로 변환하여야 한다.
- 고정시간 시우량을 임의시간 강우량자료로 변환시에는 「한국 확률강우량도 작성(건교부, 2000)」에서 제시한 아래 표와 같은 환산계수를 적용하여 하여야 하며, 이와 같은 환산계수의 회귀곡선식은 다음과 같다.

$$Y = 0.1267 \cdot X^{-1.31673} + 1.0024$$

여기서 Y는 환산계수, X는 강우지속기간(hr)이다.

고정시간 시우량을 임의시간 강우량으로 변환시 환산계수

고정지속기간	임의지속기간	환산계수
1시간	60분	1.129(1.13)
3시간	180분	1.033
6시간	360분	1.013(1.02)
24시간	1440분	1.005(1.01)
1일	1440분	1.161(1.13)

주) ()내는 미국 기상국(1958)의 제안 값

- 환산계수의 적용 시기는 원자료에 적용하는 것이 원칙이며, 산정된 확률강우량에 적용하는 방법은 확률분포형이 환산계수의 유도과정에서 채택한 Gumbel 분포가 아닐 경우에는 달리 적용하여야 한다. 따라서 비록 환산계수의 유도상의 이러한 문제를 간과한 오류가 있다 하더라도 적용시에는 원자료에 환산계수를 적용한 다음 확률분포형을 채택하는 것이 타당하다.

바. 동시간 강우량자료

- 유역면적이 큰 경우에는 면적확률강우량을 산정하여 적용하여야 하며 면적확률강우량은 유역내·외에 위치하고 있는 관측소들의 자료를 활용하여 산정하게 된다.
- 과거에는 관측소별 비동시간 고정시간 연최대치 지점강우량자료를 각각 빈도해석한 후 이를 Thiessen 가중평균한 지점평균확률강우량을 면적확률강우량으로 사용하였으며, 이와 같은 방법에 의해 산정되는 면적확률강우량은 지나치게 높게 된다.
- 이러한 문제의 실례를 살펴보면, 과거 대홍수시 침투홍수량이 200년빈도를 상회하는 것으로 분석되는 경우의 실제 동시간 면적강우량은 지점평균확률강우량의 50년빈도 미만인 경우가 많다.
- 또한, 이와 같이 실제 작은 동시간 면적강우량과 이로 인하여 발생된 큰 홍수량의 조건에서 단위도의 매개변수(도달시간, 저류상수 등) 등을 검정을 통하여 산정한 후 유출모형을 구축하고, 여기에 다시 지점평균확률강우량을 입력하여 설계홍수량을 산정하는 방법을 채택하는 경우가 많았으며 이와 같은 방법은 설계홍수량을 매우 크게 산정하는 결과를 초래하여 왔다.
- 원칙적으로 면적확률강우량은 해당 유역내·외에 관측소가 다수 존재할 경우 Thiessen 가중평균을 이용한 동시간 임의시간 연최대치 면적강우량자료 계열을 작성하고 이를 직접 빈도해석하여 산정하여야 한다.
- 이와 같은 방법으로 면적확률강우량을 산정할 경우에는 동시간 강우량자료를 수집하여야 하지만, 동시간 강우량자료의 수집이 곤란한 경우가 대부분이다.
- 이에 따라 일반적으로 관측소별 비동시간 임의시간 연최대치 강우량자료 계열을 빈도해석하여 지점확률강우량을 산정하고 이를 Thiessen 가중평균하여 지점평균확률강우량을 산정한 후, 후술되는 면적우량환산계수를 적용하여 면적확률강우량을 산정하는 방법을 주로 채택하고 있다.