

〈기술정보〉

설계홍수 추정방법 개발을 위한 설문 조사(I)

김 승* 김남원** 정성원*** 강태호*** 김현준***

(편집자 註: 건설부 수자원국 주관으로 한국건설기술연구원이 수행하고 있는 '설계홍수 추정방법 개발'(1991-1993)에 따른 설문조사를 2회에 걸쳐 게재한다.)

1. 필요성과 목적

설계홍수의 추정은 가장 기본적인 수문설계의 실무이다. 아직 절대적인 추정이론은 개발되어 있지 않으며 경험적 방법에 주로 의존하고 있다. 설계홍수의 추정방법은 실무자들의 경험과 지역적 특성을 고려해야 하므로 설계홍수 지침서를 작성하여 적용하고 있는 영국, 오스트렐리아, 캐나다에서 지침서를 개발하면서 우선적으로 설문조사를 시행하였다. 왜냐하면, 문제점을 파악하고 이들을 해결해 가는 우선순위를 결정하는 것이 중요하기 때문이다.

본 설문조사는 설계홍수 추정방법 개발을 위하여 국내 수문설계 실무를 파악하고 개발에 필요한 과업내용의 우선순위를 결정하기 위하여 수행하였다.

2. 설문 내용의 구성 및 대상자 선정

설문 내용은 설계절차별로 구성하였는데, 전반적인 배경, 설계호우, 유효우량, 침투홍수량, 단위도법, 기저유출, 지침서 구성 등을 포함하였다. 설문을 할 때는 현황과 의견으로 나누었으나 결과를 분석기술 할 때는 재분류하여 절차에 따랐다. 절차중에서도 결과치에 큰 영향을 미치는 설계호우에 큰 비중을 두었으며, 배경에서는 빈도결정, 대상구조물, 문헌 등 절차에서 언급되지 않은 내용들을 설문으로 포함

하였다.

전체문항수는 34개이며 그 중에서는 여러가지를 선택하고 우선순위를 제시하는 문항도 여러 개 포함되었다.

설문대상자는 설문목적이 국내 수문설계실무를 정확히 파악하는 것이었으므로 현재 용역업체나 관계에서 실무를 수행하고 있는 수자원 기술사를 위주로 한 실무자를 대상으로 하였다. 수자원 기술사중에서도 학계와 연구종사자들은 설문대상에서 제외하였다.

설문은 1992년 9월중에 실시하였는데 총 87명에게 설문지를 우편으로 발송하여 2명은 반송되고 40명으로부터 회신을 받아 회신율은 46%에 달하였다.

응답자들의 구성을 보면 업계가 30명, 관계가 8명, 무응답 2명이었으며, 경력은 20년 이상이 11명, 11년 이상 19명, 6년 이상 5명, 1년 이상 3명, 무응답 2명으로 설문에 응한 사람의 75%가 경력 10년 이상의 설계 실무자였다.

3. 결과 분석

설문 내용들을 설계절차별로 분류하고, 각 문항의 보기별로 선택된 빈도를 가지고 분석하였다. 그 중에는 다선형이면서 순위가 같이 제시된 것도 있는데 이 경우 가중된 결과만 제시하였다.

* 한국건설기술연구원, 수자원연구실, 수석연구원

** 한국건설기술연구원, 수자원연구실, 선임연구원

*** 한국건설기술연구원, 수자원연구실, 연구원

3.1 방법 일반

설문조사 결과중에서 여기에 기술할 것은 구체적인 설계성분들(예를 들면, 설계호우, 유효우량 등)과 개선사항을 제외한, 설계홍수의 추정과 관련된 일반적인 배경에 관한 설문결과이다.

대상구조물

설계홍수를 추정하는 것은 설계대상이 있기 때문이며 추정방법은 그 대상에 따라서도 다를 수 있다. 그러므로 실무자들이 자주 대하는 설계대상은 무엇인지를 파악하여 그 대상구조물의 설계에 필요한 연구를 우선적으로 수행할 필요가 있다.

설문대상자들을 수자원 실무자들로 제한하였으므로 이들이 주로 설계대상으로 삼고 있는 5개 수공구조물을 우선 파악하여 제시하고 설계빈도에 따라 우선 순위를 제시하도록 하였다. 각 대상구조물별 응답자 수를 가중하여 얻은 값을 전체합으로 나누어 그 결과를 그림 1에 나타내었다.

그림을 보면, 하천정비가 30%로서 단연 앞서 있으며, 그 다음이 도시 우수배수시설로서 22%를 차지하고 있고, 나머지를 암거와 소규모 댐이 각각 17%, 그리고 대규모 댐이 14%를 차지하고 있다. 이 수치들은 순위로 가중하여 분석한 결과이다. 이와는 다르게 1위로 선택한 수공구조물만을 분석해 보면 하천정비가 65%, 대규모 댐이 20%로서 대부분을

차지한다. 그러나, 2위로 선택한 수공구조물들을 분석해 보면 도시 우수배수시설이 43%로서 단연 많으며 그 다음이 암거로서 22%, 그리고 소규모 댐이 15%, 하천정비가 10%, 마지막으로 대규모 댐이 7%이다.

이 결과는 수자원 실무에서 하천정비에 대한 일이 단연 많으며 그 다음이 도시 우수배수시설에 대한 것임을 나타내고 있다. 이것은 정부가 ‘하천정비 기본계획’을 연차적으로 모든 하천에 대하여 적극적으로 수립하고 있으며 도시홍수피해를 경감하기 위한 사업을 다른 사업에 비하여 활발히 진행중임을 나타내기도 한다. 순위로 가중하여 분석한 결과와 순위별로 분석한 결과를 동시에 살펴보면, 하천정비는 가중한 결과나 제 1순위 분석결과 모두에서 압도적으로 다수를 차지하고 있으나, 대규모 댐은 가중 결과분석에서는 최하위(5위), 제 1순위 분석에서는 2위를 차지하고 있다. 이것은 설문대상으로 선정된 실무자들 중에는 기술사들이 많이 포함되어 있고, 기술사들 중에서 수자원 기술사들은 하천정비를 제 1대상으로 여기고 있으며 에너지 토목기술사들은 대규모 댐을 제 1대상으로 여기고 있는데 기인한다고 판단된다.

결과에서 보여 주는 것처럼 설계홍수와 관련하여 우리나라 수자원 실무에서 주로 다루는 일은 하천정비이며 그 다음이 도시 우수배수시설이다. 따라서 설계홍수에 대한 연구 또는 지침서는 이 대상들에

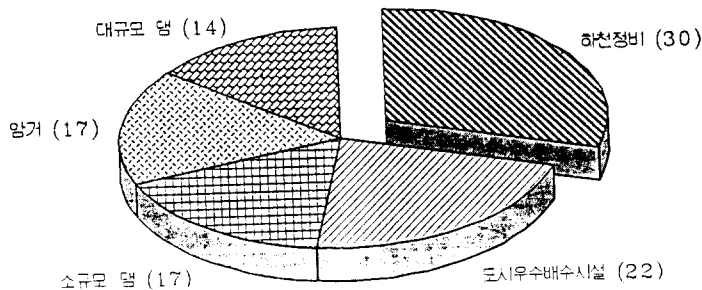


그림 1 설계대상 수공구조물

대하여 우선적으로 관심을 기울일 필요가 있다고 판단된다.

참고문헌

설계홍수를 추정하는 절대적인 방법은 아직 없으므로 실무자들은 자신의 경험과 함께 대개는 하나 또는 여러 개의 참고문헌을 바탕으로 설계홍수를 추정한다. 여기에서는 실무자들이 어떤 종류의 문헌들을 주로 참고하는지 알아보기 위하여 가장 사용빈도가 높다고 생각되는 여섯 가지의 문헌(또는 종류)을 제시해놓고 사용빈도가 높은 순서대로 순위를 적도록 하였다.

그림 2는 각 대상문헌별 순위를 순위의 역수로 가중한 후 백분율을 계산하여 도시한 것이다. 그림에 나타난 것처럼 가장 많이 쓰이는 참고문헌은 '건설부 하천시설기준'(23%)이며 그 다음이 국내 수문학 대학교재(21%)와 과거 유사과제 보고서(19%)이다. 국내 학술지 논문(10%)이나 국외 수문설계지침서(11%)는 다른 문헌들과 비교하여 상대적으로 드물게 사용되는 것으로 나타났다. 가중치 분석에서는 '건설부 하천시설기준'이 가장 빈도가 높은 것으로 나타났으나, 제 1순위로 선택된 것만을 분석할 때 국내 수문학 대학교재(33%)가 가장 빈도가 높았다. 그러나 제 2순위로 선택된 것만을 분석해 볼 때는 '건설부 하천시설기준'의 백분율(40%)이 상대적으

로 가장 높았다.

그러므로 설계홍수를 추정할 때 실무자들은 어떤 한가지 문헌만을 참고하는 것이 아니라 여러가지 문헌을 참고하고 있는 것으로 판단할 수 있으며, 주로 참고하는 문헌은 '건설부 하천시설기준', 국내 수문학 교재 그리고 과거 유사과제 보고서이다.

설계홍수빈도

수공구조물의 규모는 대개 설계홍수에 의해 결정되는데 설계홍수는 빈도에 따라 그 크기가 천차만별이므로 어떤 빈도의 설계홍수를 채택하는가는 설계홍수분야에서 가장 큰 관심거리라고 할 수 있다. 설계실무자들이 어떤 방법으로 설계홍수 빈도를 결정하는지를 알아보기 위하여 일반적으로 예상되는 5가지 방법을 제시하고 사용빈도에 따라 각 방법별 순위를 응답하도록 하였다.

그림 3에 제시된 순위를 가중한 분석결과를 보면, 설계홍수 빈도는 '하천시설기준'(29%)에 따르는 경우가 가장 많았으며, 사업의 특성(26%), 그리고 경제성 분석(19%) 차례로 나타났다. 제 1순위 응답결과만을 분석하면, '하천시설기준'(63%)이 압도적인 다수로 나타났다. 또한 제 2순위 응답에서는 사업의 특성(48%)이 다른 방법에 비하여 큰 비율로 나타났다.

이 결과는 건설부가 일본에서 작성된 '건설성 하천

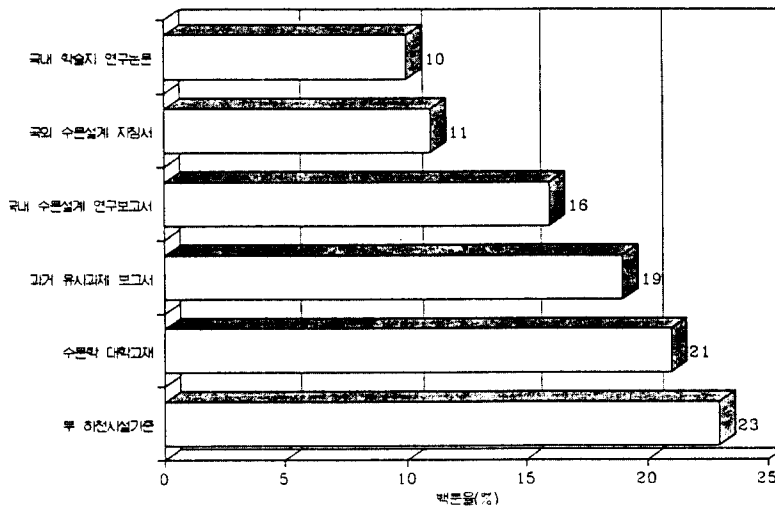


그림 2 설계홍수 추정시 참고문헌

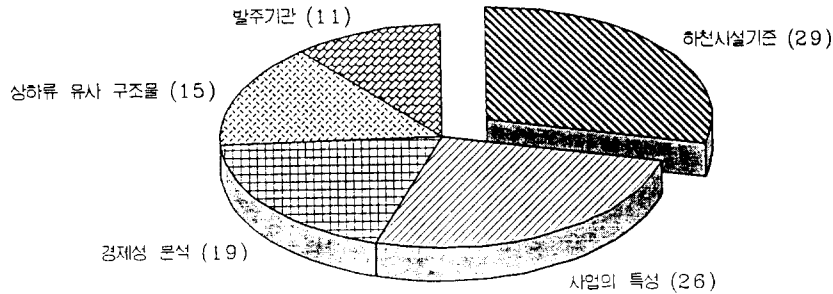


그림 3 설계홍수의 빈도 결정 방법

사방기술기준(안)'을 참고하여 발간한 '하천시설기준'이 실무에서 설계빈도를 결정하는데 가장 자주 적용되고 있음을 보여주고 있다. 그런데 '하천시설기준'에 제시된 하천등급별 빈도는 사실상 일본문헌 내용을 약간 수정하여 게재한 것으로서 국내에 적합한 빈도인지는 아직까지 검토된 바 없다. 이 분석 결과는 실무자들이 빈도를 결정할 때는 우선적으로 '하천시설기준'을 참고하고 사업의 특성을 고려하여 결정하는 것을 나타낸 것으로 판단된다.

이 설문에서는 기타항을 주고 문항으로 제시되지 않은 다른 방법을 사용하는 경우 이를 제시하도록 하였다. 일부는 제시된 문항에 포함할 수도 있는 내용을 좀 더 구체적으로 기술한 것이었으며, 문항에서 미처 제시하지 못한 일반적인 방법도 포함되어 있었다. 기타항의 답변 내용을 제시하면 다음과 같다.

- 하천의 중요도에 따라 결정한다. 도시하천이나 인구밀집지역은 빈도를 상향조정한다.
- 현재까지의 적용사례에 따라 결정한다.
- 구조물의 중요도에 따라 결정한다.
- 여러가지 방법을 종합하여 결정한다.

홍수빈도분석 경험

원하는 빈도의 설계홍수를 추정하는 가장 바람직한 방법은 대상지점에 대한 자료가 충분히 있는 경우 유량자료를 통계적으로 직접 분석하는 것이다.

이러한 사실은 국내 실무자들도 충분히 인식하고 있으나 소유역에 대한 양질의 유량자료가 사실상 없으므로 국내에서는 설계홍수량을 구할 때 유량자료를 직접 분석하기보다는 거의 다 강우를 분석하여 처리하고 있다. 이런 이유 때문에 과연 실무자들이 유량자료로 직접 홍수빈도분석을 해본 경험이 있는지, 경험이 있다면 어느 지점 또는 유역에 대하여 하였는지에 대하여 관심을 가지고 있었으며 직접적인 질문을 제시하였다.

“홍수량을 직접 빈도분석하여 설계홍수량을 산출한 경험이 있으십니까?”라는 질문에 대하여 설문대상자의 35%는 “없다”라고 대답하였으며 나머지는 “있다”라고 대답하고 다음과 같은 분석지점을 제시하였다.

- 한강, 인도교, 팔당, 가덕천, 안양천, 청평댐, 화천댐, 소양강댐, 충주댐
- 낙동강, 합천댐, 고령
- 금강, 규암, 무주 남대천
- 섬진강 본류, 간운천

위 결과는 설문대상자로 선정된 적어도 중견급 이상 수문실무자들의 35%가 홍수빈도분석을 시도해보지 않았음을 나타내고 있다. 수문설계에서는 지역적인 특성을 우선적으로 고려해야 하는 것이 원칙이며, 이 원칙에 가장 충실할 수 있는 것이 유량자료를 직접 분석하는 것이라고 볼 때 극히 비정상적인 자

료제공체제와 설계관행이 계속되고 있다고 판단된다.

지역빈도식 사용경험

설계홍수를 추정할 때 가장 바람직한 방법은 대상 지점에 대한 홍수자료가 충분하다면 대상지점자료를 분석하는 것이며, 대상지점의 자료가 불충분하다면 수문특성이 비슷한 인근 지역의 홍수자료를 분석하여 대상지점에 적절히 적용하는 것이다. 후자의 경우에서 어떤 지역의 홍수량을 빈도에 따라 수문기상 특성으로 나타낸 것이 지역빈도식이며, 국내에서도 개발 제시된 바 있다. 그러므로 소유역에 대한 유량 자료가 거의 없는 국내 실정을 감안할 때 개발된 지역빈도식의 적용을 시도하는 것은 당연하다. 그러나 국내 수문설계에서 지역빈도식을 적용한 경우는 상당히 드문 일인 바, 이러한 현실을 좀 더 정확히 파악하고자 '지역빈도식 사용경험'에 대한 질문을 제기하였다.

“국내에서 개발된 지역빈도 홍수량 공식 또는 그림을 사용한 적이 있으십니까?”라는 질문에 대하여 “없다”라는 응답이 78%를 차지하였다. 나머지는 사용한 경험이 있다고 대답하고 다음과 같은 구체적인 방법을 제시하였다.

- 고재용 식
- 유역별(금강, 한강, 낙동강) 합성단위도법
- IHP 단위도
- 한국확률강우량도
- 이원환 식

위에 제시된 구체적인 방법중에서 엄격한 의미에서 지역빈도 홍수량 공식이라고 말할 수 있는 것은 사실상 고재용 식 뿐이며 나머지는 이와 관련된 것들이라고 할 수 있다. 설문결과를 볼 때 국내에서 지역 빈도 홍수량 공식에 대한 이해는 매우 부족하다고 할 수 있으며, 수문설계의 정확도를 높이기 위해서는 이에 대한 연구가 우선적으로 수행되어야 한다고 판단된다.

설계강우빈도와 설계홍수빈도

원하는 빈도의 설계홍수를 구하는 가장 바람직한 방법은 대상지점의 홍수자료를 직접 분석하는 것이

며, 홍수자료를 직접 분석하여 구할 수 없는 경우 강우자료를 빈도분석하여 우선 원하는 빈도의 설계강우를 구하고 여기에 ‘강우-유출관계’를 적용하여 간접적으로 원하는 빈도의 설계홍수를 구할 수 있다. 그런데 후자 방법에서 제기될 수 있는 의문점은 설계강우의 빈도와 설계홍수의 빈도가 일치하느냐는 것이다. 이런 의문점을 국내 실무자들은 어떻게 생각하고 있는지를 알아보기 위하여 다음과 같은 질문을 하였다.

(질문) 예를 들어, 100년 빈도의 확률강우량과 ‘강우-유출관계’를 사용하여 추정된 설계홍수량의 빈도에 대하여 어떻게 생각하십니까?

위 질문에 대하여 실무자의 18%만이 추정된 설계홍수량의 빈도도 100년이라고 답하였으며 나머지 82%는 100년 이상(27%) 또는 미만(5%)이라고 답하거나 기타(30%), 무응답(20%)으로 답하였다.

답변자의 18%는 100년이라 답하였는데 그 이유를 다음과 같이 제시하였다.

- 100년 빈도 확률강우량으로 계산한 결과는 100년 빈도 홍수량이라고 전제를 하고 계산하였기 때문.
- 다소간의 차이는 있을 수 있으나, 가장 합리적이기 때문.
- 적용인자를 100년으로 보았으므로 100년 이상이라고 답한 사람은 27%에 이르며 다음과 같은 이유들을 제시하였다.
- 시간별 분포에 의한 최대강우량이 실제보다 훨씬 크므로
- 설계홍수 계산시 안정성을 고려하여 유출계수 등의 매개변수를 설계홍수량이 다소 크게 되도록 조정.
- 100년 빈도 면적 확률강우량 > 빈도분석 100년 빈도 점 확률강우량
- 동일 유역 동일 하천에서 유역손실, 하도 저류, 기타요인에 의하여 하류지점은 상류지점보다 빈도가 높을 것이다.
- 확률강우량의 시간적 분포 가정이 강우형태와

- 일치하지 않으며 하도의 형상이나 유역의 형상 등의 고려가 미흡.
 - 일반적인 강우-유출의 관계를 극단적이거나 홍수유출을 많이 일으키는 값을 채택하므로
 - 우리나라의 관측 기록년수가 적어 확실한 개념을 부여할 수 없으나 과거의 홍수피해 상황이나 기록 등을 고려하여 볼 때 기왕최대홍수에 근접하는 것으로 판단된다.
 - 수문관측자료 연수의 부족, 유역내 홍수저류 및 지체과정의 고려가 미흡하다(수문자료 부족).
 - 유역전반에 강우가 동시에 내리지 않으므로
 - 100년 빈도 확률강우량 산정시 점 빈도 확률강우량에 티센계수 등 가중인자를 고려하여 산정함으로써 실제유역 평균 확률강우량보다 상대적으로 크며 이 확률강우량으로 강우-유출 관계를 추정하면 당연히 100년 빈도 홍수량 추정치는 100년 빈도 이상이다. 그러므로 지역빈도해석 등의 방법이 필요하다.
 - 홍수흔적을 토대로 경험적으로 볼 때 크다.
- 또한 100년 미만이라고 의견을 제시한 자도 5%에 해당하였는데 다음과 같은 이유를 제시하였다.
- 위험도(risk) 계산에 의해
 - 손실량(유효우량) 때문
- 마지막으로 30%는 기타로서 답하였는데 다음과

같은 다양한 이유를 제시하였다.

- 무슨 말인지 잘 모르겠다.
- 강우-유출관계를 완벽하게 모의하는 것이 불가능하므로 100년 빈도 이상 또는 이하가 될 수 있다.
- 홍수조정기능 및 선행강우 조건 등이 있으므로 100년 이상 또는 미만일 수 있다.
- 분석에 사용된 우량관측소의 분포 및 고저 등에 따라 차이가 있다.
- 유역내 합수상태와 유역의 식생상태 등에 따라 다르다.
- 100년 빈도 내외이다.
- 면적이 협소한 반면 강우기록은 부족하고 유역의 변화도 심하여 확신할 수 없다.
- 국내의 유량자료의 부족으로 해석 결과를 평가하기 어렵다.
- 강우의 시공간 분포 또는 선행강우 등에 따라 많이 다를 수 있다.
- 손실에 대한 정확한 시간적, 양적 변화를 실제와 같이 계산하기 어렵다. 따라서 경우에 따라 다르다고 할 수 있다.
- 연최대홍수량 시계열 값은 강우의 시공간 분포, 유역유출 특징치에 따라 변화하므로 적용방법에 따라 확률강우량과 홍수량은 차이가 있을 수 있다고 본다.

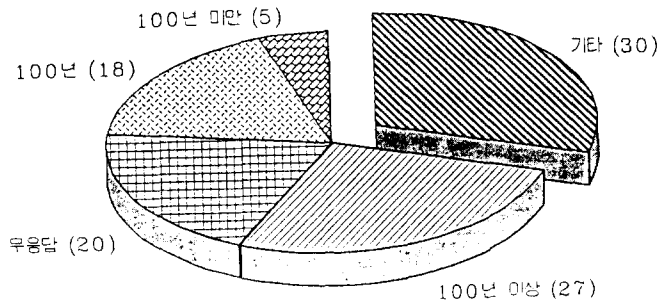


그림 4 100년 빈도 확률강우량으로 산정한 홍수량의 빈도

위에 제시된 의견들을 보면 수문실무자들이 질문에 대하여 대체로 잘 이해하고 있으며, 자신들의 설계내용에 대해서도 비교적 정확한 견해를 가지고 있는 것으로 보인다. 그러나 100년 빈도의 강우량으로 100년 빈도의 홍수량을 구하기 위해서는 평균에 해당하는 '강우-유출 관계'가 필히 적용되어야 한다는 의견을 제시한 실무자는 없었다. 또한 많은 실무자들은 현재 실무에서 추정되는 설계홍수량이 약간은 설계자들의 주관적인 의도 때문에 과다하게 추정되고 있다고 보고 있는 것으로 분석된다. 설계홍수 추정 절차와 개념에 대한 보다 정확한 이해가 대부분의 실무자들에게 필요하다고 판단되며 평균에 해당되는 '강우-유출관계'를 유도하는 방법에 대한 연구가 시급하다고 판단된다.

3.2 설계홍수

설계홍수는 대상지점의 홍수자료가 충분하다면 당연히 대상지점의 홍수자료를 분석하여 구해야 하나, 대부분 대상지점인 소유역의 경우 자료가 불충분하거나 없는 경우가 많다. 그러므로 대다수 수문설계의 대상지점은 미계측 지점이므로 확률강우와 '강우

-유출관계'로써 설계홍수를 추정하게 된다. 이런 이유 때문에 수문설계에서 강우가 차지하는 비중이 상대적으로 크며 본 설문에서도 많은 질문을 실무자들에게 제시하고 의견을 수집하였다. 질문내용은 설계홍수를 추정하기 위하여 필요한 대상유역 강우의 시간분포를 설계하는데 관련되는 성분들과 절차 전반에 대하여 구성하였으며, 설계절차에 따라 설문결과를 분석한다.

확률강우량 산정 접근 방법

우선 확률강우량을 산정하는 방법으로서 예상되는 몇가지 문항을 제시해주고 실무자들이 확률강우량을 산정하기 위해서 어떻게 접근해 가는가를 다음과 같은 일반적인 질문으로써 조사하였다.

(질문) 확률강우량을 어떻게 산정하십니까?

위 질문에 대하여 그림 5에 나타낸 것과 같이 4가지 문항을 제시하고 사용빈도가 높은 순서대로 순위를 제시하도록 하였다. 제시된 순위를 역수로 하여 각 문항의 빈도를 가중하여 백분율을 구한 것이 그림 5의 결과이다. 이 결과는 확률강우량을 구할 때 연최대일우량을 분석하여 구하는 경우가 38%, 이미 개발된 식 또는 도표를 이용하는 경우가 27%임을 보여주고 있다. 제1순위로 선택된 결과만을 분석해

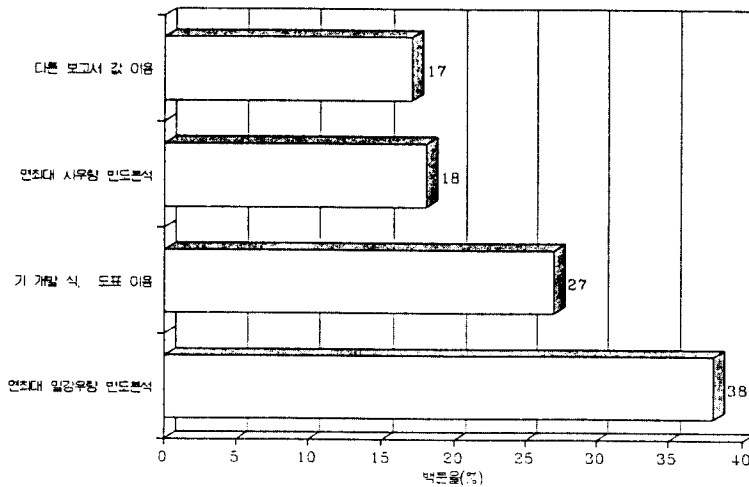


그림 5 확률강우량 산정 접근 방법

보면 연최대일우량을 빈도분석하는 방법이 압도적인 다수(83%)를 차지하고 있으며, 제 2순위 분석에서는 이미 개발된 식 또는 도표이용이 과반수 이상(55%)을 차지하고 있다.

위 결과는 실무에서 확률강우량을 구하는 절차는 사실상 지속기간에 상관없이 우선 일강우량을 이용하고 있음을 나타내고 있으며 빈도별 강우강도식 또는 그림도 상당히 많이 이용되고 있음을 보여준다. 그러나 이러한 결과는 우리나라 거의 모든 지역에 기상청이 운영하고 있는 기상관측소가 있으므로 상당히 믿을 만한 시우량자료를 획득할 수 있다는 현실을 충분히 고려하지 않은 것이라고 판단된다. 경우에 따라 다를 수 있겠으나 시간자료와 일자료를 가능한 같이 이용하는 절차를 개발하여 제시할 필요가 있다고 판단된다.

지속기간 1시간 미만의 확률강우량 산정

앞 질문에서는 지속기간을 언급하지 않고 확률강우량 산정방법을 질문하였으며, 여기서는 지속기간을 1시간 미만으로 제한하여 방법을 질문하였다. 도시 우수배수시설을 설계할 때 자주 1시간 미만의 확률강우량이 필요하나 제공되는 강우량자료는 1시간 미만 자료가 없으므로 직접 분석하여 산정할 수는 없다.

“지속시간 1시간 미만 확률강우량을 어떻게 결정하십니까?”라는 질문에 대하여 압도적인 대다수(78%)는 확률강우량식을 사용하여 결정한다고 하였으며, 10%가 ‘한국확률강우량도의 작성’의 부록을 이용하고, 나머지 10%는 다른 방법을 이용한다고 하였으나, 다른 방법이 대부분 ‘강우강도식’을 이용하는 것이므로 첫번째 문항에 포함할 수 있다.

위 분석결과는 1시간 미만 확률강우량은 거의 다(88%)가 지속기간을 입력변수로 하여 원하는 지속기간의 확률강우량을 계산하는 강우강도식을 사용하고 있음을 보여주는 것인데 이것은 강우강도식이 건설부 ‘하천시설기준’에 제시되어 있기 때문일 수도 있다. 건설부가 작성한 ‘한국확률강우량도의 작성’의 부록에 제시되어 있는 ‘강우강도-강우깊이-강우빈도’(IDF) 그림은 1988년에 10분간격의 강우를 분

석하여 작성된 것으로서 사실상 식보다는 정확한 값을 제시해 줄 수가 있는데 별로 사용되지 않고 있음을 보여준다.

이상강우

이상강우란 강우계열 자료중에서 나머지 자료의 추세와 상당히 다른(크거나 작은) 강우자료라고 할 수 있다. 이런 자료를 포함하여 분석한 결과와 제외하고 분석한 결과는 큰 차이를 보이기 때문에 이상강우를 처리하는 것은 중요하며, 실무실제에서도 어려운 문제로 인식되고 있다. 수문실무에서 이상치를 어떻게 처리하고 있는지를 파악하기 위하여 다음과 같은 질문을 제시하였다.

(질문) 빈도분석시 다른 자료 값보다 특별히 크거나 작은 값(혹은 이상치)은 어떻게 처리하고 있습니까?

위 질문에 대하여 응답자의 대다수(73%)는 “기준에 따라 판단한 후 이상치일 경우 제외하고 분석한다”고 하였으며, 나머지는 빈도곡선과 비교하거나(7%) 또는 확률강우량 결과치와 비교하여(5%) 이상치를 판단하는 것으로 나타났다(그림 6 참조).

위 분석결과에서 “기준”에 따라 이상치를 판단하는 경우가 대다수인 이유는 수문실무자들이 주로 참고하는 ‘하천시설기준’에 이상치를 판단하는 방법에 대하여 자세히 나와 있으며, 국내에서 사용되는 수문학 교재에서도 이에 대하여 자세히 언급되어 있기 때문이라고 판단된다. 그러나 이러한 기준은 국내 자료를 분석하여 개발한 것이 아니며, 국내 자료의 신뢰도가 그리 높지 않아 이상치를 판단하는데 참고 정보로써 활용하기도 어려운 점을 감안하면 철저한 연구가 필요하다고 판단된다.

면적확률강우량

강우량은 강우계로 제한된 면적(대개는 직경 20cm)에 내린 비의 양을 나타낸다. 그러므로 이렇게 측정된 강우량(점 강우량)은 수문학의 대상이 되는 어느 정도의 면적(대개는 강우계 면적의 수천만배 이상)에 대한 면적강우량과는 지형적 영향이나 호우의 특성에 따라 다를 수 밖에 없다. 점 강우량과 면적강우량의 차이를 보정해 주는 방법중의 하나는 면

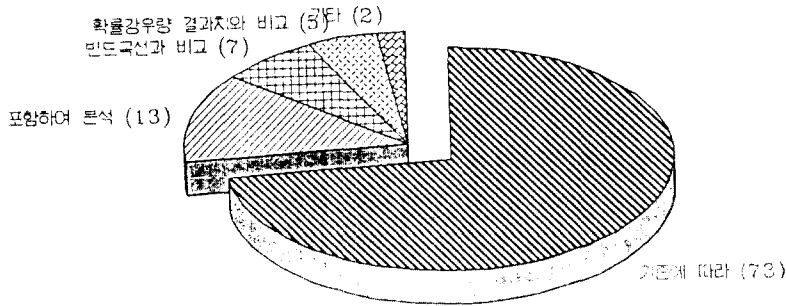


그림 6 이상강우의 처리

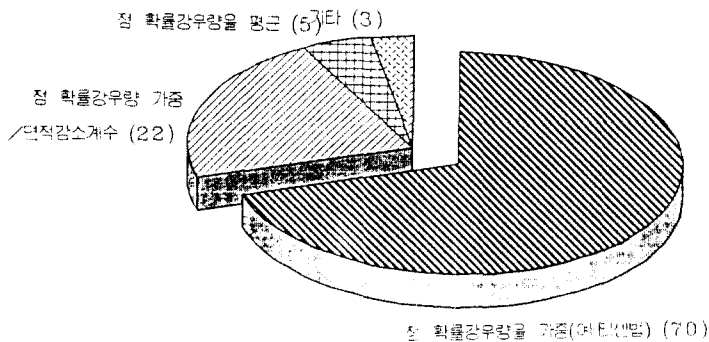


그림 7 면적 확률강우량의 산정

적감소계수를 적용하는 것이다. 확률강우량도 점 강우량을 분석하여 산정하며 대상은 점이 아니라 면적(유역)이므로 면적감소계수를 적용하여야 한다.

본 설문에서는 국내 수문실무자들이 면적에 따른 강우량의 차이를 어느 정도 고려하고 있는가를 파악하기 위하여 다음과 같은 질문을 제시하였다.

(질문) 점 확률강우량을 면적 확률강우량으로 어떻게 추정하십니까?

그림 7에 나타난 것처럼, 응답자의 70%는 점 확률강우량을 가중평균하여 그대로 사용하며 5%는 가중하지 않고 단순평균하여 사용하고, 단지 22%만이

가중하여 평균한 후 면적감소계수를 적용하는 것으로 나타났다.

위와 같은 사실은 산정된 확률강우량이 과다하게 추정된 경우가 많음을 나타내는 것이며, 유역면적이 크고 강우의 지속기간이 짧을수록 그 정도가 심할 것으로 판단된다. 유역내에 여러 개의 점 강우자료가 있는 경우 이들 자료를 적절히 가중(예를 들면, 티센법)하여 구한 평균값은 여러 개의 점우량 값을 대표하는 값이며 면적 강우량 값이 아님을 고려해 볼 때 이에 대한 관심이 필요하다고 본다.

강우지속기간

강우량이나 강우강도는 지속기간에 따라 다르다. 그러므로 확률강우량을 결정할 때 지속기간을 얼마로 하는가는 결과에 직접적인 영향을 미친다. 특히 작은 도시구역에서 짧은 지속기간의 확률강우량을 구해야 할 경우 지속기간의 영향은 매우 크다.

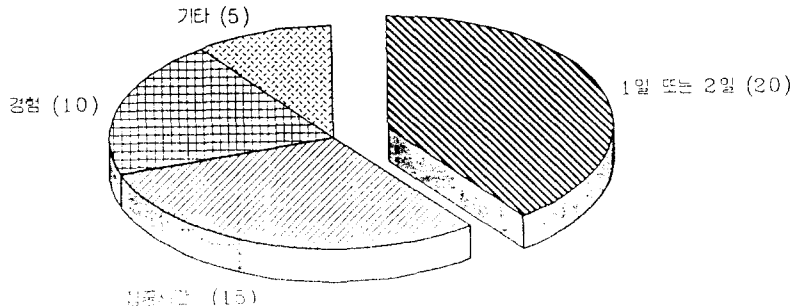
지속기간의 결정에 대하여 현재 설계실무자들이 직접 참고할 수 있는 국내지침은 아직 없는 것으로 판단되며, 사실상 설계자들의 경험에 의존하고 있는 실정이다. 본 설문은 이러한 실정을 좀 더 구체적으로 파악하고자 “확률강우량을 산정할 때 지속기간을 어떻게 결정하십니까?”라는 질문을 제시하고 자연하천과 도시하천으로 구별하여 응답하도록 하였다.

그림 8은 그 응답을 그림으로 나타낸 것인데, 우선 눈에 띄는 것은 자연하천의 경우 “1일 또는 2일”을 주로 사용하고(70%) 도시하천의 경우는 “집

중시간”을 주로 사용한다(58%)는 것이다. 그 다음으로는 자연하천에서는 “집중시간”(15%), 도시하천에서는 “1일 또는 2일”을 많이 사용하는 것으로 나타났다.

위 응답결과는 자연하천의 경우 대개는 유역면적이 큰 수공구조물이 대상이므로 강우지속기간도 길게 되어 경험상 “1일 또는 2일”을, 도시하천의 경우는 유역면적이 대체로 작아 강우지속기간이 짧고 합리식을 주로 적용하기 때문에 “집중시간”을 많이 사용하는 것으로 판단된다. 현재 외국(오스트레일리아)의 지침서를 보면 지속기간의 결정에 큰 의미를 부여하지 않고 여러가지의 지속기간에 대한 홍수량을 산정하여 그 중 가장 큰 값을 취하는 방법도 있으며, 국내에서 개발된 집중시간 산정방법이 별로 없음을 고려하여 이에 대한 연구가 필요한 실정이다.

가) 자연하천



나) 도시하천

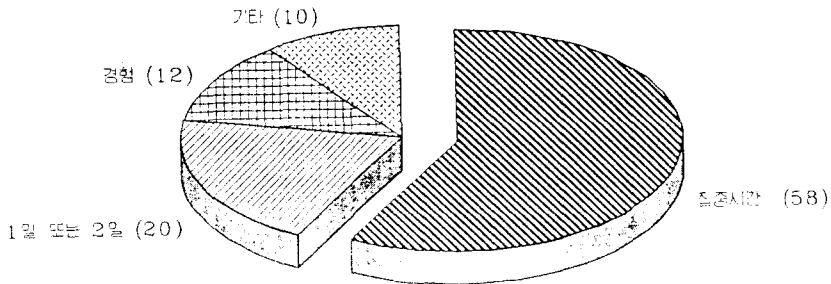


그림 8 강우 지속기간의 결정

부분계열과 완전계열

확률강우량은 연초과치 같은 부분계열(partial duration series)이나 연최대치 같은 완전계열자료를 빈도분석하여 구할 수 있다. 국내에서 실무자들이 어떤 종류의 계열을 사용하는지 선택하는 기준은 무엇인지를 파악하기 위하여 다음과 같은 질문을 제시하였다.

(질문) 확률강우량을 산정할 때 부분계열과 완전계열을 어떻게 사용하십니까?

그림 9에 나타낸 것처럼, 응답자 중에는 “완전계열만 사용한다”가 30%, “부분계열만 사용한다”가 13%, 그리고 “양쪽계열을 사용한다”는 응답자가 52%이었다. 양쪽 계열을 사용하는 응답자의 약 반은 “자현기간에 따라 구분하여 사용한다”고 하였고, 나머지는 “동시에 사용하여 결과를 비교한다”고 하였다.

부분계열과 완전계열을 사용하는 조건을 명확하게 제시한 문헌은 없으나, 세계기상기구(1981)가 발간한 ‘Selection of Distribution Types for Extremes

of Precipitation’에서는 10년 미만의 빈도에서는 연초과치계열이, 그 이상에서는 연최대치 계열이 주로 사용된다고 보고하였다. 오스트레일리아의 설계홍수량 지침서인 ‘Australian Rainfall and Runoff’(The Institute of Engineers, Australia, 1987)에서는 부분계열을 사용할 경우 사실상 홍수와 관련이 없는 작은 사상이 제외됨으로써 통계적으로 유리할 수도 있다고 언급하였다. 주로 사용되는 연초과치 계열과 연최대치 계열로 분석한 결과치간의 관계는 수학적으로 제시되어 있으므로 상호 환산할 수도 있다. 대체로 10년 미만에서는 큰 차이를 보이나 그 이상에서는 별 차이가 없다.

실문결과는 강우계열의 분석에 있어서 방법이 다양함을 보여주고 있다고 판단된다. 다양한 방법의 적용에 특별한 문제를 제기할 수는 없을 것으로 보인다. 그러나 각 방법의 장단점을 이해하는 상태에서 방법을 선택하여 적용하도록 할 필요가 있다고 판단된다.

〈다음호에 계속〉

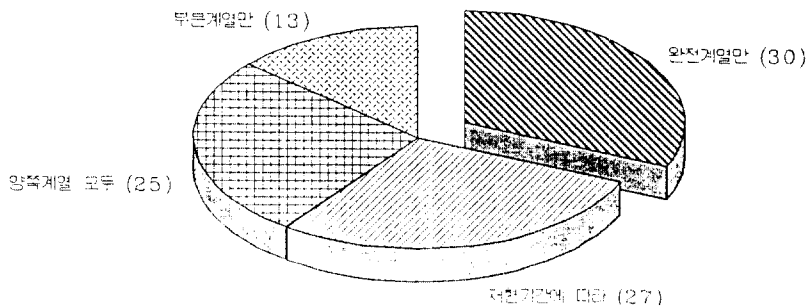


그림 9 확률강우량 분석을 위한 강우계열의 사용방법