

상수도 대체율을 고려한 건축물 집수면적-저류용량 설계 모형의 특성분석

○김영민* · 김이호** · 전인배***

1. 서 론

최근 우리나라는 지구온난화, 엘리뇨 및 라니냐 등 이상기후와 불투수 면적의 증가로 인해 집중호우와 가뭄이 빈번하게 발생하고 있으며, 과소하게 설계된 하수관망등으로 인하여 집중호우시 도시침수를 초래하여 막대한 피해를 입고 있다. 또한, 불투수층 면적의 증가는 반면 지반으로의 침투를 감소시킴으로써 지하수위를 감소시켜고, 갈수시 하천유지용수량을 감소시켜 하천 건천화 등의 도시지역 가뭄을 촉진시키는 결과를 나타내고 있다. 도시화에 따른 지형적 조건변화로 인하여 동일지역에서 가뭄과 침수가 동시에 발생하는 현상이 되풀이하여 일어나고 있다.

이러한 문제점은 수자원의 초기발생형태인 우수의 적극적인 이용으로 홍수와 가뭄을 동시에 극복할 수 있을 것으로 판단되며, 궁극적으로 유역단위 수자원관리의 근간을 이루는 점 단위인 건축물에서의 우수이용은 유역단위에서의 안정적인 수자원관리에 크게 기여할 것이다.

따라서 본 연구에서는 건축물 자체의 수자원 자립도를 높이고 해당 유역의 유출저감을 위한 우수이용 건축물의 집수면 면적과 저류조 용량을 설계할 수 있는 모형을 개발하여 설계인자인 강우량, 용수량, 상수도 대체율, 초기저류량, 상시저류량 등의 상호영향성을 분석하고 추후 최적의 우수이용 시스템을 설계하기 위한 기본자료로 사용하고자 한다.

2. 건축물에서의 우수이용

건축물 우수이용 기술에서 강우시 우수를 포집하여 이용가능하게 하는 집수기술과 집수된 우수를 효율적

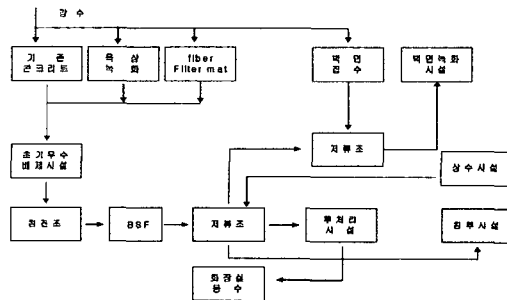


그림 1 본 연구동에서의 우수이용 시설물 설치 계획

으로 저장·관리하는 저류기술, 잉여 저류수를 지면에 침투시켜 물순환 재생에 기여하는 침투기술, 필요 목적에 따라 우수를 수자원으로서의 기능을 부여하는 처리기술, 용수를 운송하는 급수기술, 마지막으로 우수를 적절히 활용하게 하는 활용기술로 구분할 수 있다.

* 정회원, 공학석사, 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 연구원
 ** 정회원, 공학박사, 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 선임연구원
 *** 정회원, 공학석사, (주)도화종합기술공사 수자원개발부 대리

위의 요소기술들을 연계하여 경기도 고양시의 한국건설기술연구원 수자원환경연구동에 그림 1과 같이 우수를 콘크리트면, 옥상녹화시설, 벽면집수시설 등에 집수, 초기우수를 배제하고 용수이용 목적에 따라 수처리 과정을 거친 후 상수도 대체율을 고려한 안정적인 용수공급이 가능하도록 우수이용 시설의 계획을 수립하였다. 표 1은 본 연구동에 적용할 우수이용 시설 설계시 고려할 사항을 요소기술별로 간단하게 나타내고 있다.

표 1 요소기술별 건축물 우수이용 시설 설계시 고려사항

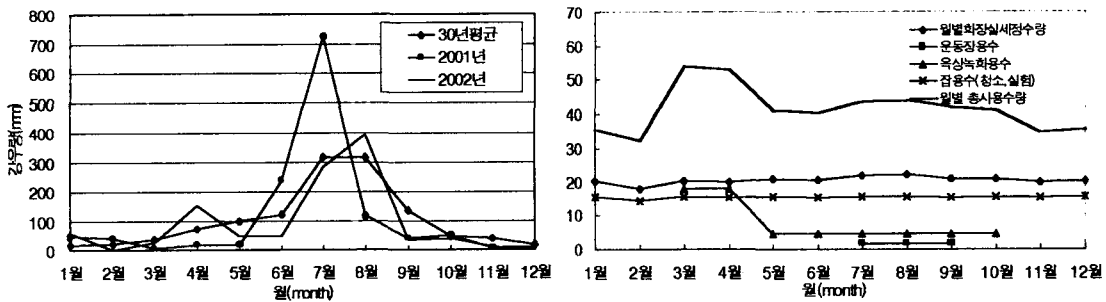
요소기술	고려사항	요소기술	고려사항
집수	<ul style="list-style-type: none"> ■ 집수면의 성상 <ul style="list-style-type: none"> - 옥상 녹화, Fiber filter mat, 일반 옥상 콘크리트 - 벽면 집수 ■ 집수관련 시설 <ul style="list-style-type: none"> - 집수관경 및 재질의 결정 - 집수면의 토사, 낙엽 등의 유입을 방지하기 위한 시설물 설치 ■ 초기우수 배제 <ul style="list-style-type: none"> - 초기우수 배제통 통한 수질개선 효과 - 초기우수 배제방법 	저류	<ul style="list-style-type: none"> ■ 집수면적-저류용량 최적화 모형 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 홍수지감, 침투효과 고려 - 상수도 대체율을 고려 - 수질을 고려한 저류조 형태 및 저류탱크 개수 반영 ■ 저류조 시공 ■ 저류조 수질 <ul style="list-style-type: none"> - 지속적 수질모니터링 장비 - 장기저류시 수질변화 - 저류조내 수처리시설 설치
침투	<ul style="list-style-type: none"> ■ 건물 부지내 최적 침투시설 시공 <ul style="list-style-type: none"> - 기존측구, 쇄석충진한 측구, 부직포 설치한 측구 - 수량, 수질적 효과 분석 	처리	<ul style="list-style-type: none"> ■ 처리 공정 <ul style="list-style-type: none"> - 자연침전+쇄석여과 - 염소소독, 활성탄 처리 ■ 결합형 우수처리 시스템 <ul style="list-style-type: none"> - 생물모래여과(BSF), fiber filter 이용 - 기타 소독기술의 결합
급수	<ul style="list-style-type: none"> ■ 급수관경의 설계 ■ 급수펌프의 용량 <ul style="list-style-type: none"> - 동력원(태양열, 풍력 등 이용) ■ 급수배관 <ul style="list-style-type: none"> - 집수관 재질의 결정 	활용	<ul style="list-style-type: none"> ■ 내부활용 <ul style="list-style-type: none"> - 화장실세정, 청소, 친수용수 ■ 외부활용 <ul style="list-style-type: none"> - 살수, 조경, 친수, 비상, 소방용수 ■ 시공간적으로 적합한 수량, 수질 도출

3. 건축물의 집수면적-저류용량 설계 모형 개발

본 절에서는 건축물 우수이용 요소기술 중 집수 및 저류기술을 연계한 집수면적과 저류용량의 관계를 분석하기 위하여 설계 모형을 개발하고자 한다.

3.1 강수량 및 생활용수량 패턴

강우 발생의 패턴은 본 연구동 근교에 위치한 일산구청에서 관측한 일강우자료를 이용하여 그림 2(a)와 같이 강우패턴을 분석하였고 생활용수의 패턴은 본 연구동의 화장실세정, 청수용수, 살수 및 조경용수, 비상



(a) 강우 발생 패턴(일산구청)

(b) 생활용수 패턴(본 연구동)

그림 2 강수량 및 생활용수량 패턴

용수등의 생활용수를 고려하여 그림 2(b)와 같이 용수패턴을 분석하였다.

3.2 집수면적-저류용량 설계 모형

본 연구동 집수면적 832.32m²에 대하여 일산구청 일강우자료를 입력자료로 사용하고 집수면 유출계수를

0.75로 가정하여 생활용수량과의 관계에서 그림 3과 같은 순서도에 의하여 모의를 하였다. 이 때 설계할 저류조의 용량과 상시 저류량 및 초기 저류량의 변화와 상수도 대체율을 변화시키면서 제시한 집수면적에 대한 현실적인 최적의 저류조 용량을 산정하였다.

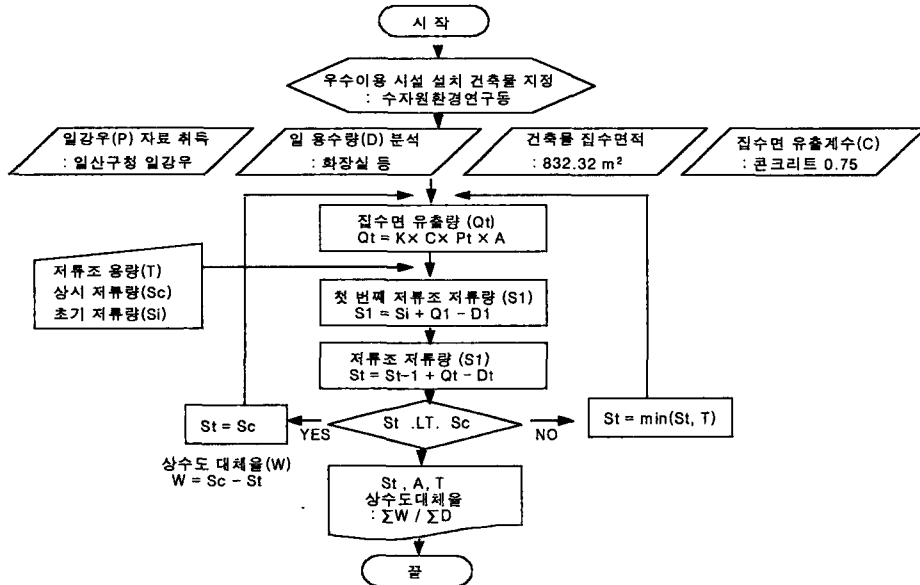
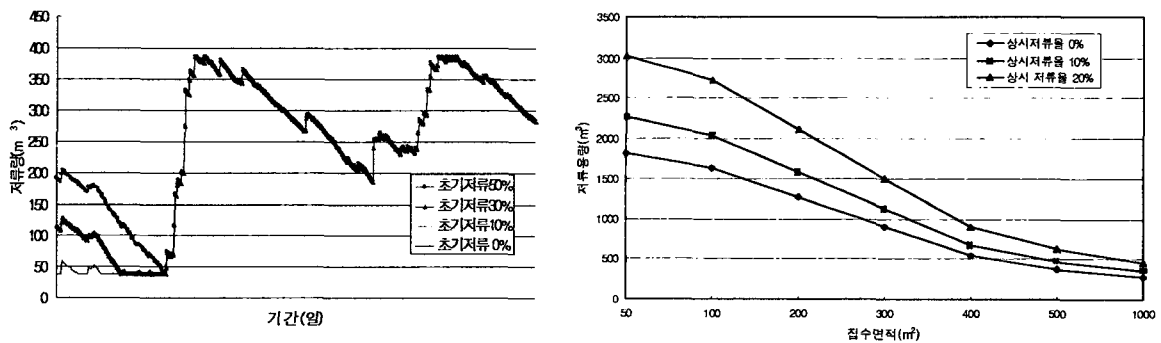


그림 3 집수면적-저류용량 설계 모형의 기본 순서도

3.3 집수면적 및 저류용량 설계모형의 특성 분석

안정적인 초기운영을 도모하기 위하여 초기에 상수도로 저류조에 일정량을 저류시키는 양인 초기저류량의 초기조건을 전체 저류조 용량의 0, 10, 30, 50%로 다르게 할 경우 저류기간 초기에만 영향을 미치고 전체적으로는 영향을 미치지 않는다. 그리고 갈수 및 비상시에 이수적인 측면을 고려하여 저류조내 일정한 수위를 유지시키는 상시저류량의 초기조건을 전체 저류조 용량의 0, 10, 20%로 다르게 할 경우 상시저류율이 클수록 최적 집수면적 및 저류조 용량의 크기는 커지는 것으로 나타났다. 그림 4(a)는 전술한 바와 같이 초기 저류량 변화에 따른 저류조 저류량 모의 결과를 나타내고 있으며 그림 4(b)는 상시 저류율 변화에 따른 최적의 집수면적과 저류조 용량의 관계를 나타내고 있다.



(a) 초기 저류량 변화에 따른 저류량 변화 (b) 상시 저류율 변화에 따른 최적의 집수면적-저류용량
그림 4 초기 및 상시 저류량 변화에 따른 모형의 결과

갈수시 및 비상시 우수만으로는 용수공급이 불가능한 경우 부족분을 상수도로 대체하는 비율을 상수 대체율 이라고 하며 그림 5와 같이 0, 30, 60, 80%로 초기조건을 달리할 경우 최적의 집수면적과 저류조 용량의 관계를 나타내고 있다. 상수도 대체율이 높을수록 집수면적과 저류조 용량은 작아짐을 알 수 있다.

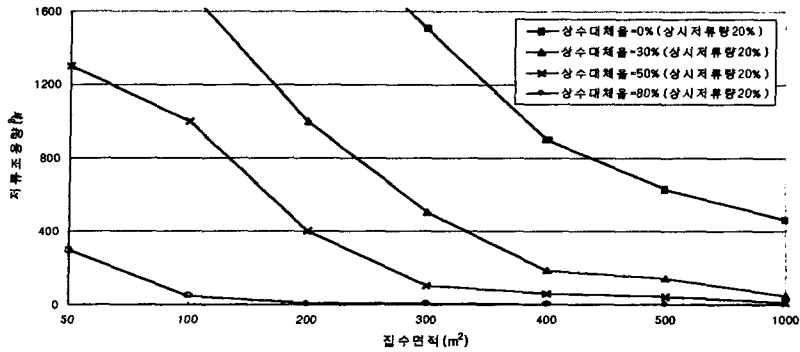


그림 5 상수도 대체율에 따른 최적 집수면적-저류용량의 관계

표 2 집수면적에 따른 상시 저류율, 탱크크기 그리고 상수도 대체율

상시 저류율 20%, 집수면적 832.32m ²			상시 저류율 10%, 집수면적 832.32m ²		
탱크크기(m)	상수도 대체율(%)	총 대체량(m ³)	탱크크기(m)	상수도 대체율(%)	총 대체량(m ³)
500	0	0	386	0	0
100	26.76	266.631	100	23.75	236.640
50	36.3	361.686	50	34.79	346.641
30	41.49	413.398	30	40.02	398.751
10	55.26	550.600	10	53.8	536.053
7	59.61	593.942	7	58.14	579.296
5	63.5	632.702	5	62.2	619.749

5. 결론

현재 건축물에서의 한국형 우수이용 기술을 개발하기 위하여 대상 건물에 우수이용 시설을 적용할 계획에 있으며, 본 논문에서는 집수기술 및 저류기술과 연계된 최적의 집수면적과 저류용량을 설계하기 위하여 모형을 개발하고 이들 설계인자인 초기 저류량, 상시 저류량 및 상수도 대체율과의 관련성을 검토하였다.

본 연구에서 개발된 모형을 시작으로 추후 집수면을 옥상뿐만 아니라 벽면까지 확대하여 적용하고 수질변화, 홍수저감 및 침투량까지 고려하여 설계가 이루어지면 양질의 용수를 이용할 수 있는 모형을 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

6. 감사의 글

상기 논문은 21세기 프론티어 연구개발사업인 수자원의 지속적인 확보기술개발사업단의 우수 저류 및 활용 기술 개발(과제번호:4-3-1)의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

7. 참고문헌

- 김이호(2002), 빗물 이용과 건축물 지붕의 기능적 변화, 건설기술정보지, 통권 220호, p. 13-19.
- 김이호(2002), 가뭄극복을 위한 우수저류 및 활용방안, 2002 가뭄방재 학술심포지움, p. 125-147.
- 한국건설기술연구원(2002), 대형시설물 유출지하수 수처리 및 활용연구.
- 김이호, 전인배, 김영민, 박훈수(2002), 강우시 건축물의 수직면 우수집수 가능량 평가, 2002년도 대학토목학회 학술발표회 논문집, pp.357~360, 대한토목학회
- 김이호(2002), 새로운 패러다임의 도시건설을 위한 빗물 이용, 대한상하수도학회·한국물환경학회 공동 추계 학술발표회 논문집, pp.F41~F44, 대한상하수도학회·한국물환경학회