

빗물 이용시설의 개요 및 설계사례

빗물 이용시설에 대한 법규 및 설계사례를 소개하여
빗물 이용시설에 대한 이해를 돕고 빗물사용에 따른
영향 및 효과를 분석하고자 한다.

서론

무계획적인 개발, 도시지역의 확대, 도로포장 보급 등으로 개발이
현저하게 진행된 도시의 물순환은 매우 황폐화되었다. 이렇듯 도시는
자연적인 수순환 체계가 파괴되어 불투수면의 증가로 인한 비점오염,
수질 오염 및 지하수 고갈 등의 문제를 발생시키고 있다.

연간 평균 강수량은 세계 평균 강수량보다 높지만, 높은 인구밀도
와 수자원이 지역별로 매우 편중되는 특징을 가진 우리나라는 UN의
국제인구행동연구소에서 정한 물 부족국가로 분류된다. 또한 우리나
라의 용수 사용량은 세계적으로 유래가 없을 정도로 폭발적으로 증가
하였고, 미래의 지속적인 사용량 증가를 예상할 때, 전 산업분야에서
수자원의 효율적인 이용 및 사용 절감에 대한 노력을 해야 할 것으로
사료된다.

빗물을 모아 필요한 곳에 사용하는 빗물이용 시스템은 수자원을
효율적으로 활용할 수 있으며, 물 부족에 대한 문제뿐만 아니라 홍수방
지, 친환경 조성 등을 위한 방안으로 각광받고 있다.

또한 지방자치단체나 국가소방방재청 등에서는 이러한 빗물저장
장치를 의무화하는 법 및 조례를 마련하여 빗물 이용을 확충하려는 노
력을 기울이고 있고 이렇듯 빗물이용을 권장하고 이에 대한 기술의 필
요성이 강조되어 전 세계적으로 물 문제를 해결하기 위한 방안으로 빗
물이용이 중요시되고 있다.

이에 본고에서는 최근 각광받고 있는 빗물이용시설에 대한 법규

김한수

(주)우원엠앤이

zeeangel@300302.com

및 설계사례를 소개하여 빗물이용시설의 기본계획에 대한 이해를 돕고, 예상되는 수자원 절감효과 및 추후 개선방향에 대해 언급하고자 한다.

관련 법규

빗물이용시설의 설치에 대한 법규로서 수도법 제16조(빗물 이용시설의 설치)가 2001년 3월 28일에 최초로 제정되었고, 이에 따라 수도법 시행령이 2001년 9월 29일에 신설되었다. 2010년

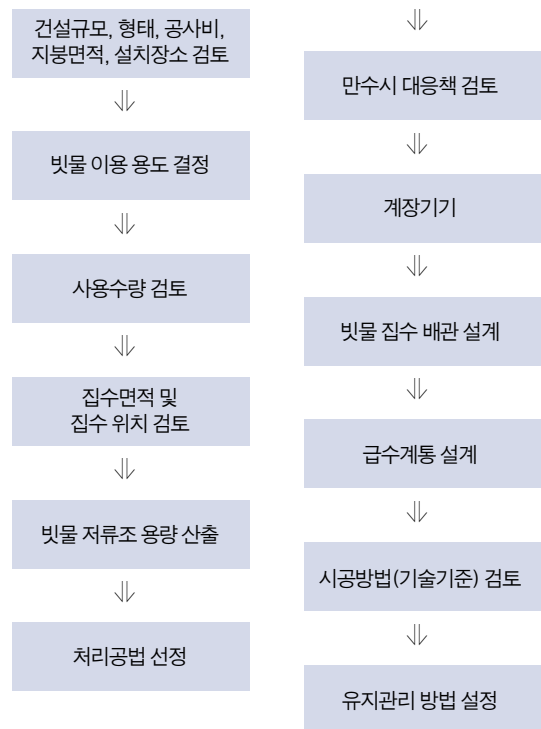
[표 1] 빗물 이용시설 관련 법규_물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률, 시행령

<p>물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률</p> <p>제8조(빗물이용시설의 설치·관리) ① 대통령령으로 정하는 종합운동장, 실내체육관 및 공공청사를 신축(대통령령으로 정하는 규모 이상으로 증축·개축 또는 재축하는 경우를 포함한다)하려는 자는 빗물이용시설을 설치·운영하여야 하며, 환경부령으로 정하는 바에 따라 설치 결과를 특별자치도지사·시장·군수·구청장(자치구의 구청장을 말한다. 이하 같다)에게 신고하여야 한다. ② 빗물이용시설의 시설·관리기준 및 그 밖에 필요한 사항은 환경부령으로 정한다. ③ 빗물이용시설의 소유자 또는 관리자는 제2항에 따른 시설·관리기준 등을 준수하여야 한다. ④ 특별자치도지사·시장·군수·구청장은 제1항에 따라 시설물을 신축하려는 자가 빗물이용시설을 설치·운영하지 아니하는 경우에는 그 이행을 명할 수 있다. ⑤ 특별자치도지사·시장·군수·구청장은 빗물이용시설의 소유자 또는 관리자가 제2항에 따른 시설·관리기준 등을 위반한 경우에는 시설의 개수·보수 등 필요한 조치를 할 것을 명할 수 있다.</p>
<p>물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행령</p> <p>제10조(빗물이용시설의 설치대상·관리) ① 법 제8조제1항에서 "대통령령으로 정하는 종합운동장, 실내체육관 및 공공청사"란 지붕 면적이 1천제곱미터 이상인 시설물로서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 시설물을 말한다. 1. 「체육시설의 설치·이용에 관한 법률 시행령」 별표 1에 따른 운동장(지붕이 있는 경우로 한정한다) 또는 체육관 2. 「건축법 시행령」 별표 1 제14호가목에 따른 공공업무시설(군사·국방시설은 제외한다) 3. 「공공기관의 운영에 관한 법률」 제4조제1항에 따른 공공기관의 청사 ② 법 제8조제1항에서 "대통령령으로 정하는 규모 이상으로 증축·개축 또는 재축하는 경우"란 증축·개축 또는 재축하는 지붕 면적이 1천제곱미터 이상인 경우를 말한다.</p>

6월 8일에 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률이 새로이 제정되어 제8조(빗물 이용시설의 설치·관리)에서 관련내용을 다루고 있다. 특히 법규가 새로 제정되면서 빗물이용시설의 의무설치 범위가 일정규모 이상의 공공업무시설에도 확대 적용된 것은 주목할 만한 사항이다. 법규의 주요 내용을 발췌하여 표 1에 나타내었다.

빗물 이용시설의 개요

빗물 이용시설의 설계에 있어 빗물의 용도와 집수 가능한 빗물량, 수질, 설치공간과 장소, 빗물 저류조의 용량산정 등을 검토하고 이용 용도에 맞는 적합한 방안을 선정하는 것이 중요하다. 그림 1은 빗물 이용시설의 일반적인 설계절차를 나타내었다.



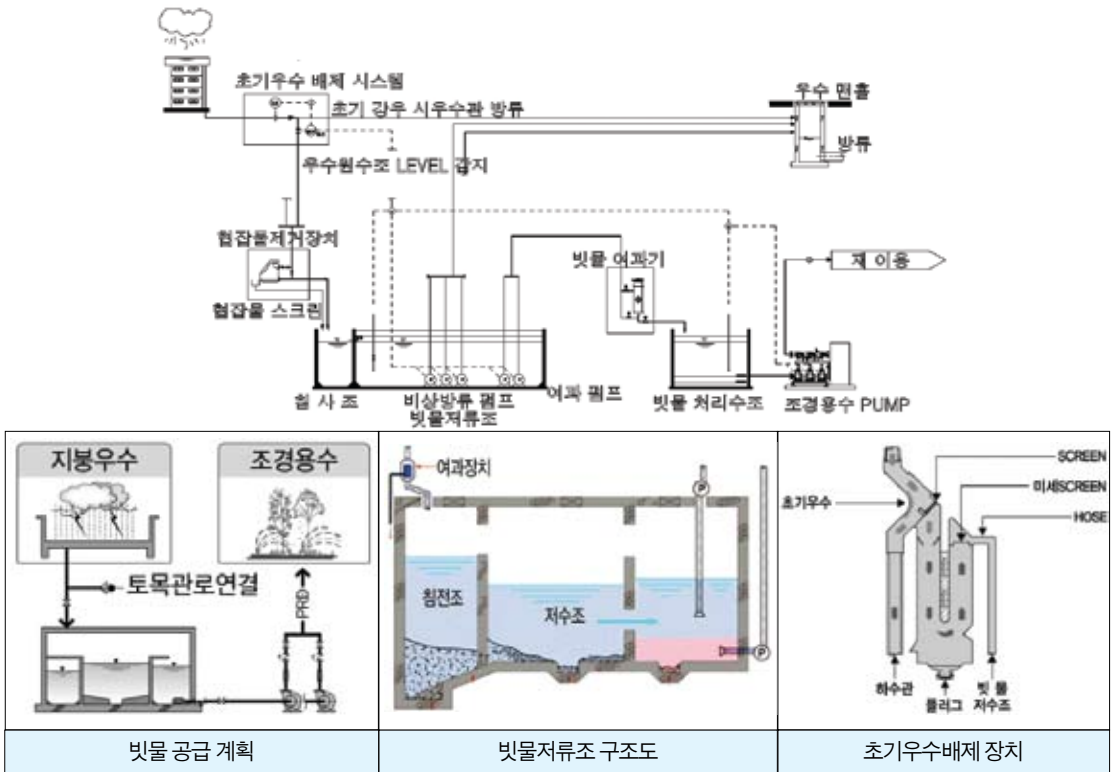
[그림 1] 빗물 이용시설의 설계절차

빗물 이용시설은 크게 집수시설, 저류시설, 처리시설, 급수시설로 이루어져 있으며, 이전에는 처리설비에 많은 비용을 투자하였지만, 최근에는 경제성의 이유로 처리설비와 소독장치 등을 제외하는 등 간략화하는 경향이 있다. 그림 2는 빗물 이용시설 설비의 개념도를 나타내었고, 표 2에

각 공정에 대한 설명을 나타내었다.

설계사례 대상개요

선정된 설계사례는 울산광역시 소재 공공 업무시설로서 건축면적 13,065.51 m², 연면적



[그림 2] 빗물 이용시설 개념도

<표 2> 빗물 이용시설 공정 설명

공정별 설명	초기우수 배제 시스템	초기산성비를 제어하기 위해 설치하며, 초기우수발생시 센서감지를 통한 자동제어로 약 5분 ~10분을 옥외우수토목으로 배출함
	협잡물 스크린	초기우수 배제 후 유입되는 우수에 포함된 가벼운 협잡물을 제거하기 위한
	침사조	스크린 이후 유입된 우수 속에 포함된 무거운 협잡물을 침전 및 고액분리 시켜 상등수를 원수저장조로 이송하기 위한
	빗물 저류조	일정량 우수를 확보하여 원수를 공급하기 위한
	비상 방류펌프	폭우 및 비상시 저장조의 우수원수를 외부우수토목관으로 배출하기 위한
	여과펌프	빗물의 재활을 위해 필요량을 생산하기 위해 설치함
	빗물 여과기	우수속에 포함된 잔여 이물질 제거하기 위해 설치함
	빗물 처리수조	최종 처리수의 일시적인 저장을 위해 설치함
조경용수 펌프	우수처리수의 재활용을 위해 설치함	

64,887.09 m², 지하 2층, 지상 23층 규모의 빗물 처리시설의 의무설치 대상이다.

본 사례에서의 빗물저류조 용량은 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률과 친환경건축물 인증심사 기준(수자원, 5.2.2 우수이용)을 참조하여 관련 법규 등을 만족하는 최소용량으로 선정하였고 빗물 저장조 용량 선정은 표 3에 나타난 계산 절차를 통해 660 m³로 결정하였다. 빗물의 사용처는 조경 관수용으로 결정하였다.

조경용수 필요수량 산출

조경용수 관수량 및 수경시설 담수량은 실제 현장의 여건, 기상상태, 관리자의 재량 등에 따라 예측치와 차이가 있을 수 있겠지만, 각종 문헌자료를 활용하여 식물의 최소 생육을 위한 관수량으로 산출하였다. 그 내용은 표 4 ~ 표 7와 같이 검토하였고 표 8에 월별 필요수량을 요약하여 나타내었다.

〈표 3〉 빗물 저장조 용량 선정

구분	계산식	건축면적 (m ²)	계수 (m)	빗물 저장조 크기 (m ³)
내용	건축면적 × 0.05	13,065.51	0.05	653.3 ⇒ 660(결정)

〈표 4〉 관수기준, 관수방법

녹지면적	지상 : 16,431.05 m ² , 데크, 옥상부 : 4,197.72 m ²	
관수기준	가물 때 실시하되 5회/년 이상, 3 ~ 10월경의 생육기간 중에 관수함	
	관수량은 적어도 토양이 10 cm 이상 젖도록 함(조경설계 기준)	
관수방법	기준 횟수	관수는 1년 중 3 ~ 10월경까지의 생육기간 중에 실시 - 월 1회(1회 × 8개월 = 8회)
	기준 관수량	- 1회 관수량 25 mm/m ² ※ 12.5 mm/m ² 의 양을 관수하면 10 cm까지 수분공급이 된다고 봄 ※ 25 mm/m ² 의 양을 관수하면 보통토사에서의 20 cm까지 수분이 공급되는 것으로 확인(한국도로공사 조경실무 지침서)
	Q.C밸브를 통한 관수	

〈표 5〉 지상 녹지대 연간 관수량 계산

구분	녹지면적(m ²)	1 m ² 당 관수량(L)	1회 관수량(L)	관수횟수(회/년)	연간 관수량(L)
녹지대	16,431.05	25.0	410,776.325	8	3,286,210
※ 1회당 410톤 가량의 물이 필요함(연 8회 관수, 총 3,286톤)					

〈표 6〉 데크, 옥상부 연간 관수량 계산

구분	녹지면적(m ²)	1 m ² 당 관수량(L)	1회 관수량(L)	관수횟수(회/년)	연간 관수량(L)
녹지대	4,197.72	25.0	104,943	8	839,544
※ 1회당 105톤 가량의 물이 필요함(연 8회 관수, 총 840톤)					

〈표 7〉 수경시설 담수량

구분	면적(m ²)	수심(m)	담수량(m ³)	급수횟수(회/월)	월간 급수량(ton)	연간 급수량(ton)
벽천/폰드	615.0	0.3	184.5	2	369.0	4,428.0
미러폰드	532.0	0.15	79.8	2	159.6	1,915.2
생태연못	93.05	0.7	65.14	1	64.14	769.68
계			329.44		592.74	7,112.88

〈표 8〉 월별 조경 필요수량

(단위 : ton)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	비고
지상 녹지대	-	-	410.8	410.8	410.8	410.8	410.8	410.8	410.8	410.8	-	-	3,286 m ³ /년
데크, 옥상부	-	-	104.9	104.9	104.9	104.9	104.9	104.9	104.9	104.9	-	-	840 m ³ /년
수경시설	벽천/폰드	369.0	369.0	369.0	369.0	369.0	369.0	369.0	369.0	369.0	369.0	369.0	4,428 m ³ /년
	미러폰드	159.6	159.6	159.6	159.6	159.6	159.6	159.6	159.6	159.6	159.6	159.6	1,915 m ³ /년
	생태연못	64.1	64.1	64.1	64.1	64.1	64.1	64.1	64.1	64.1	64.1	64.1	770 m ³ /년
소계	593	593	1,108	1,108	1,108	1,108	1,108	1,108	1,108	1,108	593	593	11,239 m ³ /년

빗물 유효 원수량 산출

폭우시 상당 부분이 오버플로(overflow) 될 것을 예상하면 실제 사용량과는 다소 차이가 날 수 있겠지만 건물의 집수면적에 내린 빗물은 모두 사용하는 것으로 가정하고 빗물의 유효 저장량을 표 9와 같이 산출하였다. 월 평균 강수량은 기상청의 데이터(월 평균 강수량합(1981년 - 2010년))를 활용하였고, 건물의 집수면적은 빗물 저장조의 위치와 실질적인 배관 구성 등을 고려하여 유효하게 집수할 수 있는 면적 4,788 m²로

적용하였다. 이 때 빗물 집수 시 증발, 유출, 흡수 등에 의한 손실율을 10% 정도로 적용하였고, 초기우수 배제 및 만수 시 오버플로(overflow)되는 빗물량을 고려하여 20% 정도의 유실율을 적용하였다.

경제성 분석

현행 수도요금 효율인 표 10의 단가를 적용하여 앞서 산출한 빗물의 유효저장량과 조경용수 필요수량을 통해 월별 시수 사용 절감량을 표 11

〈표 9〉 월별 빗물 유효 저장량 산출

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	비고
월 평균 강수량[mm]	34.3	42.6	65.8	91.1	108.1	176.8	232.3	240.3	168.2	53.5	51.1	23.0	울산 기준
빗물 집수량(m ³) (집수면적 × 평균 강수량[m] × 0.9)	148	184	284	393	466	762	1,001	1,036	725	231	220	99	손실율 10%
유효저장량(m ³) (빗물 집수량 × 0.8)	118	147	227	314	373	609	801	828	580	184	176	79	유실율 20%

과 같이 산출하였다. 이 때, 빗물 처리 시스템이 없다면 조정용수 전체를 시수로 공급해야 하므로, 빗물 사용량만큼을 시수 절감량으로 판단하였고, 절감량 만큼의 요금을 산출하였다.

분석 및 종합

분석된 결과에 따르면, 예상 강수량을 모두 조정용수로 사용 가능한 것으로 나타났고, 수경시

설 담수에 드는 용량이 커 오히려 시수를 보충수로 이용해야 할 것으로 분석되었다. 빗물을 활용하여 조정용수로 활용할 수 있는 용량은 연간 약 4,436 m³인 것으로 나타났고 월별 사용량을 수도요금으로 환산하면, 연간 약 850여 만원을 절감할 수 있는 것으로 분석되었다. 본 사업의 빗물 처리시설을 구축하는 데 111,608,250 원이 투입되므로 단순투자회수 기간은 13.1 년으로 계산된다.

본 고에서의 예상치를 바탕으로 분석해 보면

〈표 10〉 수도요금 요율표

수도계량기 구경별기본요금		상수도 사용요금			하수도 사용요금		비고
구경 (mm)	요금 (원)	구분 업종	사용구분 (m ³)	m ³ 당 단가 (원)	사용구분 (m ³)	m ³ 당 단가 (원)	
100	74,000	업무용	1 ~ 20	830	0 ~ 20이하	411	
			21 ~ 50	1000	21 ~ 50이하	456	
			51 ~ 100	1110	51 ~ 100이하	479	
			101 ~ 300	1220	101 ~ 300이하	491	
			300	1320	300초과	504	

※ 물이용부담금 : 상수도사용량(m³) × 26.7 원


〈표 11〉 빗물 사용에 의한 시수 사용 절감 및 해당요금

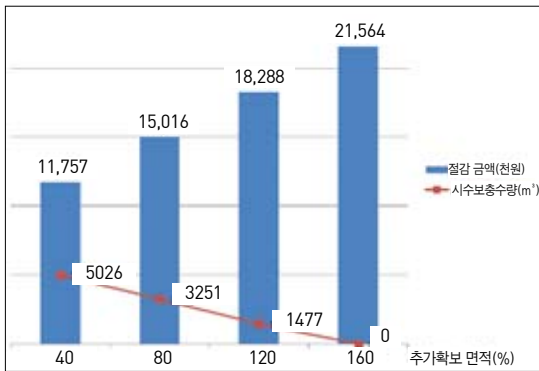
구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	비고
빗물 유효저장량(m ³)	118	147	227	314	373	609	801	828	580	184	176	79	4,436m ³ /년
조정용수 필요수량(m ³)	593	593	1,108	1,108	1,108	1,108	1,108	1,108	1,108	1,108	593	593	11,236m ³ /년
예상 시수 보급수량(m ³)	475	446	881	794	735	499	307	280	528	924	417	514	6,800m ³ /년
빗물 사용을 통한 시수 절감량 (m ³)	118	147	227	314	373	609	801	828	580	184	176	79	4,436m ³ /년
상 수 도	기본료(천원)	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	
	사용료(천원)	124	159	256	364	442	754	1,007	1,043	715	205	195	79
하수도사용료(천원)	54	68	108	151	180	300	396	410	285	87	83	35	
물이용부담금(천원)	3	3	6	8	9	16	21	22	15	4	4	2	
소계(천원)	256	306	445	598	706	1,144	1,499	1,550	1,090	371	356	191	
합계(천원)												8,515	

유효 집수면적을 현재 대비 약 30%까지 더 확보한다면 빗물 방류를 최소화하면서 조경관수 및 수경시설 담수량의 51%를 빗물로 충당할 수 있을 것으로 분석되었고, 필요용수를 전부 빗물로 활용하기 위한 유효 집수면적은 현재 면적 대비의 약 160% 더 확보해야 되는 것으로 분석되었

다. 유효 집수면적의 추가 확보에 따른 수도요금 절감액 및 조경용수를 위한 시수 보충수량의 변화는 **그림 3**과 같다.

결론

본 고에서는 빗물 이용시설에 대한 법규를 간략히 소개하고 기본이론 및 실제 설계사례를 통해 예측할 수 있는 결과를 도출해 보았다. 우리나라는 수자원이 매우 편중되고 계절별 강우 편차가 매우 극심하므로 빗물을 더욱 효율적으로 이용할 수 있는 제반 기술개발이 필요할 것으로 보인다. 또한 빗물이용시설 설계에 있어 최대의 경제성을 이끌어 낼 수 있도록 설계 초기부터 긴밀한 협의가 필요하며 빗물 이용시설 설치를 확충하기 위한 정부의 다양한 지원제도의 도입이 필요할 것으로 판단된다. 



[그림 3] 유효집수면적 추가확보에 따른 절감 금액 및 시수 보충수량