

지붕 우수 배수 방식의 비교

유 호 준*, 이 형 창*

*유원엔지니어링 (주)

Roof Drainage System Comparrison

Ho-Joon Yoo*, Hyung-Chang Lee*

*Youone Engineering Co., Ltd., Seoul 133-832, Korea

ABSTRACT: Originally developed in Scandinavia over 40 years ago, syphonic roof drainage systems have been in use in the UK since the early 1990's. Since then, many large projects have used the syphonic system to overcome installation problems which would have been difficult to solve using a traditional gravity rainwater system.

Key words: Siphonic system (사이포닉 방식), Gravity system (재래식 중력 방식),

1. 서 론

사이포닉 우배수 시스템은 40여 년 전에 스칸디나비아에서 개발된 후 1990년대 초반 들어 영국에서 본격적으로 채용되기 시작한 지붕 빗물 배수 시스템이다.⁽¹⁾ 본 논문에서는 재래의 중력식 빗물 배수 시스템으로 해결하기 어려운 설계 공사 사례를 살펴보고 사이포닉 방식을 이용한 빗물 배수 시스템 공사를 성공적으로 완수하기 위한 설계 요건에 대하여 정리하고자 한다.

2. 중력식 빗물 배수 방식의 이해

2.1 설계

영국의 경우, 중력식 빗물 배수 설계 시 대개

수직 배관은 1/5 ~ 1/3 의 충수 계수를 (Fill-factor) 를 반영하고 수평 배관의 경우는 0.7 ~ 1.0 의 물매 (Flow-factor)⁽²⁾ 를 반영한다.

관경 (mm)	허용 최대 수평 지붕면적(㎡)									빗물 수직관
	1/25	1/50	1/75	1/100	1/125	1/150	1/200	1/300	1/400	
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67
65	127	90	73	-	-	-	-	-	-	135
75	186	131	107	-	-	-	-	-	-	197
100	400	283	231	200	179	-	-	-	-	425
125	-	512	418	326	324	296	-	-	-	770
150	-	833	680	589	527	481	417	-	-	1,250
200	-	-	1,470	1,270	1,130	1,040	897	732	-	2,700
250	-	-	-	2,300	2,060	1,880	1,630	1,130	1,150	-
300	-	-	-	3,740	3,350	3,050	2,650	2,160	1,870	-
350	-	-	-	-	5,050	4,610	3,990	3,260	2,820	-
400	-	-	-	-	-	6,580	5,700	4,650	4,030	-

주) • 허용지붕면적은 강우량 100mm/h를 기준으로 하여 산출한 것으로 한다. 따라서 이것 이상의 강우량에 대해서는 수평지붕면적에 『해당지역의 최대강우량/100』을 곱하여 산출한다. 또한 빗물 배수수평관의 경우 유속이 0.6m/s 미만 또는 1.5m/s를 초과하는 것은 바람직하지 않으므로 제외한다.
• 지붕면적 또는 배수면적은 모두 수평투영면적으로 한다.
• 안뜰, 드라이 에어리어, 또는 옥상에 세워져 있는 옥탑의 외벽면 및 세트백으로 되어 있는 면 등은 수직면 80° 의 각도로 비가 들어지는 것으로 하여 외벽면의 1/2을 아래 지역의 면적에 가산한다.

Fig. 1 빗물 배수 수직관 및 수평관 관경 (HASS206-1982)

일본이나 우리나라의 경우 HASS206-1982 기준에 따라 수평면 지붕외 외벽면 및 세트백 면 등은 해당 면적을 지붕 경사 등의 상황에 따라

† Corresponding author

Tel.: +82-2-20244-0480; fax: +82-2-2024-0488

E-mail address: cs@youone.co.kr

수평 지붕 면적에 일정부분 가산한다. 물매는 지붕 높이를 감안하여 최소한 0.5/100 로 한다. 아울러 수평 배관의 유속을 0.5m/s 이상 1.5m/s 이하로 제한한다.

2.2 중력식 빗물 배수 설계 및 공사의 어려움

빗물 처리 공사는 국내 설계 및 시공 규정이 없어 외국의 기준과 사례를 원용하여 사용하거나 아예 세밀한 설계를 진행하지 못하고 있다. 중력식 빗물 배수 시스템을 설계하는 경우, 기후 변화, 건물 자산 가치의 재평가, 사용자 불편 사항 등 고객 요구 사항을 체계적으로 반영할 수 있는 기초 데이터의 확인이 어려워 설계와 시공이 과거의 경험에 따라 이루어지고 있다.

현장	여객터미널
건물 규모	지하 2층, 지상 6층
지붕 면적	53,127 m ²
지상층 층고	25 m
횡주관 연장 길이	2 Km
수직관 개소 수	36 개

Table 1. 인천공항 2단계 확장공사

인천신공항 여객터미널 공사와 같이 대규모 지붕 면적의 건축물은 횡주관의 연장 길이가 보통 5 Km를 상회하였고 2단계 확장 공사의 경우에도 2 Km 에 달했다. 2단계 공사의 경우 수직관이 36개소 설치되었으므로 수직관과 수직관 사이의 횡주관 평균 길이가 60 미터를 넘었다. 더구나 빗물 재활용을 위하여 지하에 빗물 저류시설을 설치하고 빗물을 해당 저류시설로 이동시켜야 할 경우, 횡주관의 연장거리가 추가되며 건축물 전체의 빗물을 받아 이동시켜야 하므로 배관경도 상상 이상으로 증가하게 된다. 이는 월드컵 구장의 경우도 마찬가지 이다. 상암동 월드컵 구장도 이러한 문제가 예상되어 그에 대한 대책으로 사이포닉 배수 방식이 채택되었다.

또한 건축 설계의 요구에 따라 배관 경로가 복잡해지는 경우가 많다. 횡주관 연장 길이가 길어지면서 경로가 복잡해 질 경우, 중력식으로 배수 시스템을 가동시키는 것은 아예 불가능한 사안이 되는 경우가 많다. 성균관대학교 학술정보관 신축공사가 그러한 경우에 해당 된다.

그럼에도 불구하고 중력식으로 설계할 경우, 배관경은 2배 이상 증가하고 배수 속도가 낮기 때문에 건축 구조에 대한 역학 조사와 보강 공사가 추가로 소요되며 물매를 확보하기 위한 건축 면적 증가가 불가피하게 된다. 또한 대개의 경우 금속 배관을 사용하여 시공하므로 화학적 물성이 상대적으로 약하여 배관 수명도 길지 않아 10년이 경과하면 부식이나 이탈 등의 문제로 인한 누수가 발생하여 유지 보수를 위한 비용을 발생시키므로 건축주로서는 설계 시 반드시 해결하고 넘어가야 할 사안이 아닐 수 없다.

3. 빗물 배수 방식 결정 시 고려 사항

3.1 배수 방식 비교 분석

국내의 신축 사업 1개소의 경우를 들어 분석해 보고자 한다. 지붕 면적은 15,277 m² 로 비교적 작은 규모에 속하는 현장이다. 시간당 강우량 130mm 를 기준으로 하여 사이포닉 방식 설계는 제조업체가 제공한 설계 및 계산 프로그램을 사용하였고 중력식 설계의 경우, 건축설비 포켓북 320쪽의 중력식 배수 시 관경 설정 기준에 따라 관경을 계산하였다.

Table 2. N 신축 현장 시스템 제안*

기준	사이포닉1	사이포닉2	중력식
아웃렛수	25리터-8	25리터-8	100φ- 10
	45리터-8	45리터-8	150φ- 19
입상관경	125φ-1	75φ-4	100φ-10
	160φ-1	90φ-4	150φ-19
	200φ-2	110φ-8	
횡주관경	90~250φ	75~110φ	100~150φ
물매	불필요	불필요	1%~3%
배관수명	반영구적	반영구적	부식발생
공사비	82	57	100

설계기준 지붕면적 - 처리 면적 약 15,277 m²
 설계기준 건물 전고 - 30 m
 *유원엔지니어링 (주)

현장 공사 특성이 반영된 결과이기는 하겠지만 중력 방식을 채용할 경우, 사이포닉 방식에 비하여 아웃렛 수나 입상 배관 개소나 배관경이 상대적으로 증가하고 물매 수요로 인한 건축 면적이 증가하는 등의 요인이 공사비 증가로 이어지고

있음을 확인할 수 있다. 사이포닉 방식은 고려해야 할 여러 조건을 반영하여 시스템 안정성을 보장하는 옵션형의 대안을 신속히 계산할 수 있기 때문에 공사비를 저감할 수 있는 방안도 비교적 용이하게 검토 확인할 수 있다.

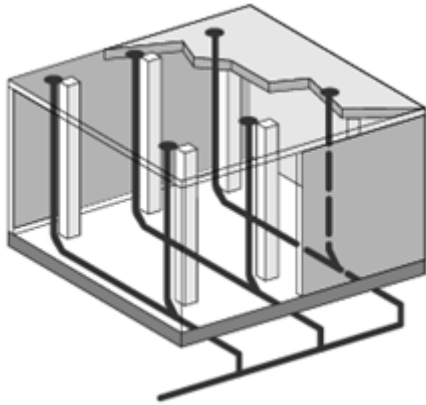


Fig. 2 중력식 빗물 배수 방식

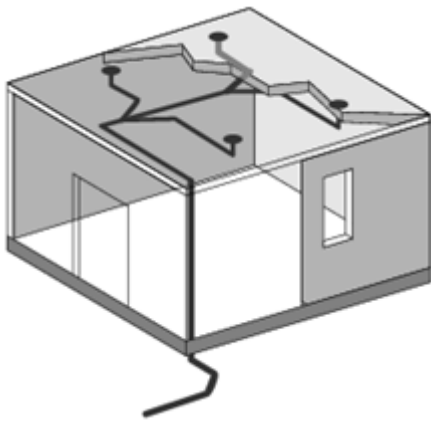


Fig. 3 사이포닉 빗물 배수 방식

3.2 배관 부식의 문제

중력 방식 빗물 배수 공사의 경우 배관 노출 등의 상황을 감안하여 강도나 비용의 문제를 감안하여 대개의 경우 강관 등 금속 배관을 사용한다. 금속 배관의 수명은 보통 20년 정도를 상정하나 실제 사례를 보면 10년을 경과하는 시점에서 배관 부식으로 인한 누수 사고가 발생하기 시작하여 그 후 지속된다.



Fig. 4 배관 부식 사례

차량증가와 중국의 산업화가 급속히 진행되면서 대기 오염이 해결되지 않고 지속될 것으로 판단된다. 따라서 각종 화학 물질이 대기에 머물다가 강우 시 빗물에 섞여 지상으로 내려오게 되는데 우리나라의 경우 봄 황사 등 중국으로부터 유입되는 각종 화학 물질이 빗물 배수 배관에 지속적으로 영향을 미칠 것이므로 화학 물질에 대한 내성이 상대적으로 떨어지는 금속 배관의 경우, 부식은 시간 문제일 수 밖에 없다.

빗물 배수 방식을 결정함에 있어서 배관 자재의 물성은 사후 유지보수 비용과 건물 수명, 사용자 복지의 문제로까지 연계되는 항목이므로 건축주 입장에서는 초기 투자비와 함께 화학적 작용에 강한 물성을 보유한 자재를 선호할 수 밖에 없다.

4. 빗물 배수 설계 요건

4.1 기초 인프라

우선 해당 지역의 시간당 최대 강우량을 확인해서 강우 밀도를 계산해야 한다. 보통 영국의 BS6367-1986 기준에 따라 시간당 mm 단위의 강우량으로 입력한다. 이는 2002년 개정된 기준에 따른 경우 m^2 의 면적을 기준으로 2분간 강우량을 초당 리터수로 표기하는 것으로 강화되었다. 아울러 거터나 지붕 특성에 따라 재계산해야 하는 기간을 4개 등급으로 구분하여 최근의 기후 변화를 반영하여 건물 수명을 최대한 연장할 수

있도록 하고 있다.

두 번째로 사이포닉 배수 방식의 경우, 특수 전용 아웃렛을 (OUTLET) 사용해야 한다. 이 특수 아웃렛은 (OUTLET) 배관 내 충수율을 최대한 빨리 높이고 오랫동안 유지하며 배수 시 배수구 입구에서 발생하는 회오리 현상 (VORTEX) 예방함으로써 배수구로의 공기 유입을 차단하고 배수구로 배수의 유입을 원활하게 유도한다.

세 번째로 여러 가지 다양한 조건을 입력하여 배관경 선정에 관한 시뮬레이션을 할 수 있는 계산 프로그램이 필요하다. 이 프로그램은 다년간 전 세계의 다양한 기후 및 지형 조건에서 계산 및 시공되고 그 결과가 지속적으로 피드백 되고 그 내용이 사용자에게 업데이트 되는 인프라를 갖춘 것이라야 한다.

네 번째로 내화확성이 강한 시공 자재 및 부자재가 필요하다. 이를 위하여 보통 비압력 등급의 고밀도 폴리에틸렌 (HDPE) 배관이 사용된다.

다섯 번째로 설계 및 시공 경험이 풍부한 인력이 필요하다. 설계 및 시공 경력이 10년 이상 되고 현장도 다양한 분야와 지역에서 50 개소 이상 되어야 한다.

4.2 설계 노하우

빗물 배수 설계의 성공은 안전율은 최소화하여 초기 건축비를 절감하면서도 건축물이 기습 집중 호우에 유효 적절히 대처할 수 있는 능력을 보유하도록 하는 설계 노하우의 확보 여부에 달려 있다고 할 수 있다.

우선 지역별로 안전율을 최소화하는 강우량을 계산하여 주배수 체계를 구축한다. 2분 단위로 집중 호우 강우량을 계산하여 주배수 체계에 추가하여 집중 호우를 해결하기 위한 다양한 옵션 설계 방안을 개발한다. 공사나 사업 여건에 따라 부배수 체계, 오버플로우 (OVERFLOW), 파라핏을 이용한 시간차 배수 등의 방안을 검토할 수 있다.

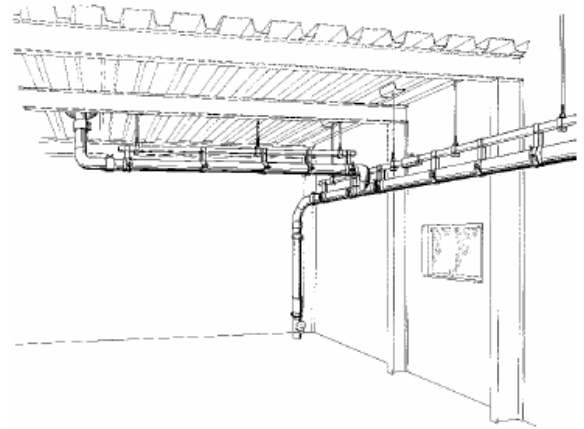


Fig. 5 사이포닉 배수 방식 스케치

사이포닉 빗물 배수 방식은 배관경을 최소화할 수 있기 때문에 건축 디자이너의 입장에서 보면 대단히 유용한 설비 품목이라고 할 수 있다. 여타의 설비 품목보다 건축과의 연관성이 높기 때문에 건축설비 설계를 거치지 않고 건축 설계와 직접 협의 체제를 수립하고 유지하는 것이 중요하다.

5. 결론

건축이 고도화함에 따라 중력 방식보다 사이포닉 방식을 채용하여 빗물 배수체계를 구축하는 사례가 지속적으로 증가할 것이다. 본 논문에서 다음의 결론을 내리고자 한다.

- (1) 빗물 배수 체계가 설계 되어야 한다.
- (2) 설계 프로그램, 자재, 노하우가 필요하다.

후 기

동의대학교 박종일 교수님의 지도에 감사드립니다.

참고 문헌

1. Peter, Snoad, 2005, Siphonic Roof Drainage - How does it work? pp. 1.
2. <http://www.uv-system.com/technical.html>