

POSCO the # StarCity 빗물관련시설 시공사례

이 현 배
(주) 호담 엔지니어링

1. 건축물 개요

POSCO the # StarCity는 광진구 자양동 건대입구에 POSCO건설과 건국 AMC가 5년에 걸쳐 미려하게 설계 시공한 대규모의 복합건물이다. 건축물의 용도가 주거시설 4개동을 비롯하여 판매 및 문화시설, 부대 복지시설 등으로 구성되어, 주변 여건에 방해 받지 않고, 단지 내에서 독립적이고 편리하게 생활할 수 있도록 배려한 점이 특징이다. 그리고 POSCO the # StarCity에는 여러 면에서 최고와 최초라는 수식어가 붙는데 그 이유는 다음과 같다.

첫째, R.C구조로써 국내 최고층인 58층 높이로 주거시설을 구성하였으며, 둘째, 주거단지와 상업 및 부대복리시설을 평면상으로 분산 배치함으로써 자연스럽게 활동할 수 있는 범위를 넓혀 편안하게 생활할 수 있도록 배려하였다. 이는 현대인에게 절실하게 요구되는 운동량 증가와 여유로움을 동시에 추구한 것이다. 셋째, 단지 정중앙에 수경시설이 설치된 중앙광장을 배치하여 주민들을 자연스럽게 만나도록 유도하였으며, 각 동 입구에는 주민이 모두 어울릴 수 있는 잔디마당을 마련하여 주민이 쉽게 화합하고, 이웃 간에 정을 느낄 수 있도록 여건을 조성하였다.

이외에도 건축물 주변에 울창한 관목수림을 형성함으로써 도시 내에서도 자연을 느낄 수 있도록 친환경적이고, 쾌적한 공간 확보를 가능케 한 점이 단연 돋보인다. 마지막으로 가장 특징적인 것은 고조선의 건국이념인 홍익 인간정신에 바탕을 둔 빗물시설을 세계 최초로 도입한 사실이다.



〈StarCity의 화려한 야경〉

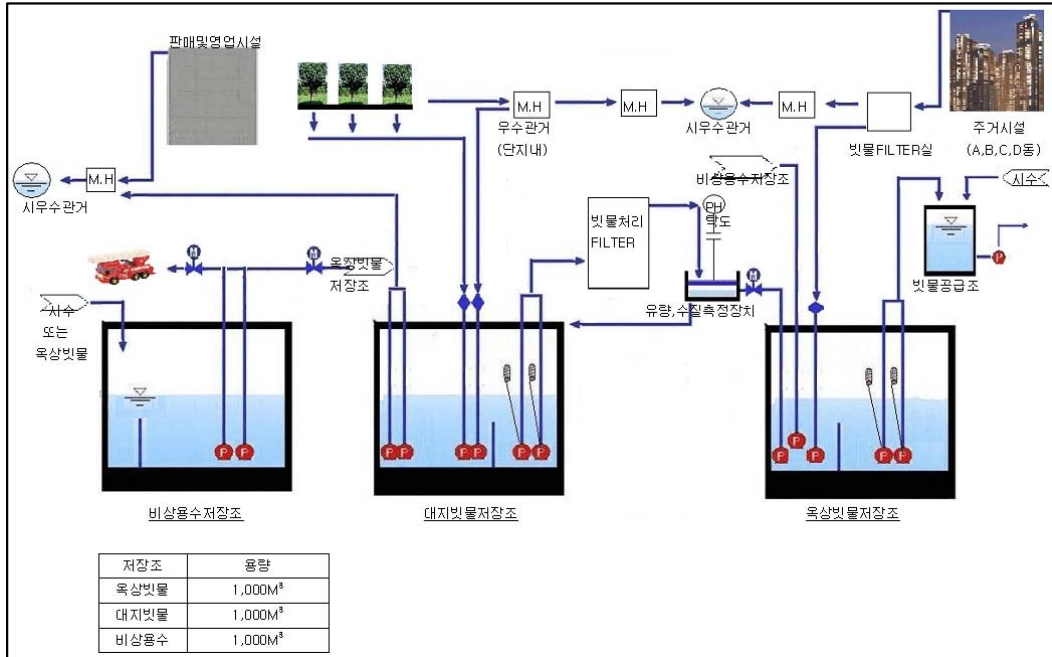


〈StarCity 조감도〉

위 치	서울특별시 광진구 자양동
규 모	대지면적 : 62,505.2M ² 건축면적 : 16,867.729M ²
용 도	공동주택, 오피스텔, 판매 및 문화시설
시공 및 시행	POSCO 건설, 건국 AMC
시공 기간	2003.10~2007.03

〈StarCity 개요〉

2. 빗물시설 개요



〈빗물시설 처리공정도〉

빗물시설은 옥상빗물 저장조, 대지빗물 저장조, 그리고 비상용수 저장조로 구분되며, 대지빗물 저장조는 대지 빗물뿐만 아니라 토양침투수까지 모아 저장하며, 용량은 1,000m³씩 총 3,000m³이다.

〈빗물시설 도입효과〉

- 1) 도시홍수방지
- 2) 상수 사용량 절약
- 3) 비상시의 용수 확보
- 4) 하수관거의 비대화 방지
- 5) 하천의 건천화 예방
- 6) 친환경적인 조경시설의 설치가 가능

〈빗물시설의 구성〉

- 1) 집수시설
- 2) 운반시설
- 3) 처리시설
- 4) 저장 및 공급시설로 구성된다.

시설용량은 시간당 강우량 100mm를 기준으로 하여 1시간 저장용량으로 하였다.

3. 집수면 현황

1) 옥상 빗물 집수면



집수 가용 면적	
주거시설 "A"동	1,502M ²
주거시설 "B"동	1,502M ²
주거시설 "C"동	1,604M ²
주거시설 "D"동	1,624M ²
소계	6,232M ²
판매 및 영업시설	10,750M ²
계	16,982M ²

〈옥상빗물집수면 및 집수가용면적〉

옥상면적은 주거시설 4개동과 판매 및 영업시설 1개동을 포함하여 16,982M²이다.

주거시설 4개 동은 각각의 ROOF DRAIN을 통해 각 동별 빗물 기계실을 경유하여 B동 지하3층에 위치한 옥상 빗물저장조에 모아진다.

판매 및 영업시설 옥상면적은 10,750M²로서 주거시설 옥상면적보다 넓으며 대부분이 나무와 잔디가 식재되는 조경면적에 해당한다. 따라서 초기 계획은 대 지 빗물 저장조로 보내도록 되어 있었지만 시공 여건상 집수가 불가능하여 방류하도록 시공하였으며, 전체단지에서 빗물을 모으지 못하는 유일한 부분이다. 이는 초기 빗물시설의 접목취지에 벗어나는 매우 아쉬운 부분이며, 실제 옥상 빗물 집수 면적은 6,232M² 이다.

2) 대지 빗물 집수면



집수 가용 면적		
	포장	비포장
주거시설 "A"동	5,590M ²	2,810M ²
주거시설 "B"동	6,000M ²	2,840M ²
주거시설 "C"동	7,630M ²	2,620M ²
주거시설 "D"동	5,240M ²	3,100M ²
중앙광장 (A동측)	2,860M ²	2,100M ²
중앙광장 (B동측)	2,860M ²	1,870M ²
소 계	30,180M ²	15,340M ²
계	45,520M ²	

<대지빗물집수면 및 집수가용면적>

대지 집수면은 포장부분이 30,180M², 비포장면적은 15,340M²로써 총면적은 45,520M²이다. 이 면적은 건축물이 구축되는 건축면적을 제외한 실제 대지면적으로서 비포장면적에는 잔디와 관목이 식재되었다.

대지면은 주거시설 진입로를 기준으로 4개 구역으로 구분하고, 중앙광장은 2개 구역으로 구분하여 총 6개 구역으로 구분하였으며, 각각 다른 ROOTS로 각동별 빗물기계실을 경유하여 B동 지하3층에 위치한 대지 빗물 저장조에 모아지도록 하였다.

중앙광장은 주변에 TRENCH를 구성하고 깊이를 변화시켜 경사를 줌으로써 쉽게 모아질 수 있도록 하였으며, 빗물 침투도 가능한 방법으로 주변의 경관에 어울리도록 시공하였다. 그리고 기타 부분은 집수정을 등분포로 설치하고, 주변은 빗물이 잘 흘러들도록 완만한 경사를 이루었다.

3) 토양 침투수 집수면



집수 가용 면적	
포장 면적	30,180M ²
조경 면적	15,340M ²
계	45,520M ²

<토양 침투수 집수 가용 면적>

토양 침투수 집수면은 흙을 매립하는 바닥과 지하1층 천정사이에 형성하였다. 즉 지하 1층 CONC SLAB에 배수 BLOCK을 쌓고 부직포를 덮은 후 조경을 위해 흙을 복토하였다. 토양침투수 인출공(引出孔)은 조경면적에 약 40여개소를 시공하였으며 잔디광장에는 유공관(有孔管)을 설치하여 빗물이 고이지 않고 쉽게 모이도록 하여, 대지 빗물 저장조로 유도하였다.

4. 운반시설 현황

- 1) 옥상 빗물 운반시설 : 옥상 빗물의 운반은 기존에 늘 사용하던 방식인 ROOF DRAIN을 활용하였다. 그러나 다른 점은 주거시설 VERANDA의 청소수가 유입되지 않도록 옥상 빗물만 별도로 수집하였다. 특히, 건물의 수직고가 200M정도로써 낙차될 때까지의 힘을 극복하기가 매우 어려웠다. 하지만 다행히도 STAR CITY경우는 ROOF DRAIN이 지상1층 PIT에서 건물 밖으로 나와 땅속에 매립되는 구조이어서, 자연스럽게 힘을 소멸시킬 수 있는 시설을 설치할 수 있었다. 그리고 이는 앞으로 다른 시설에서도 신중하게 검토할 문제이다.
- 2) 대지 빗물 운반시설 : 대지 빗물의 운반은 주로 토목용 집수정을 이용하였으며 동결기에 잔류된 빗물이 얼지 않도록 적절한 경사와 동결심도 이하로 배관을 구성하였다. POSCO the # Star City로 복토층이 약 1m로서 경사를 확보하기가 매우 어려웠다. 문제가 발생하는 구간에는 경사각 변화를 주고, 빗물이 모여서 미는 힘을 적절하게 이용하여 극복하였다. 따라서 관로에 고여 있는 빗물은 없었다.
- 3) 토양 침투수 운반시설 : 토양 침투수를 운반할 때 중점적으로 고려할 것은 미세한 흙의 유입을 방지하는 것이다. 토사가 유입되면 빗물저장조의 청소가 어려울 뿐만 아니라 장시간 지속되면 토사가 유출되어 조경이 훼손될 수 있다. 따라서 토양 침투수를 모을때 가장 세심하게 시공한 부분이다.

5. 처리시설 현황

1) 유입 빗물 처리시설

빗물의 유입부분에는 정확한 양을 측정할 수 있는 관로형 유량계와 WEIR형 계측기를 설치하였다.



〈관로형 유량계〉



〈WEIR형 계측기〉

- (1) 관로형 유량계는 지시 적산이 가능한 구조로서 WEIR형 계측기의 설치가 불가능 한 위치에 설치하였으며
- (2) WEIR형 계측기는 설치높이가 충분히 확보되는 공간에 설치하였으며, 지시적산이 가능하다 모든 계측기는 실시간으로 DATA 송신이 가능하며 빗물의 처리시설은 무동력으로서 비교적 큰 협잡물만 처리할 수 있는 FILTER를 설치하였다.



<FIXED>



<VF6>

(3) 설치한 FILTER는 2종류로서 독일에서 개발된 빗물전용 FILTER이다. 무동력으로 SCREENING과 세척이 되는 장점이 있다.

(4) 토양침투수는 매립토양을 통과하여 흡수되는 빗물이므로 토사의 혼입만 방지할 수 있도록 시공하였다.

2) 본 처리장 빗물 처리시설

본 처리장 내에서 별도의 빗물의 처리방법은 없으며, 단지 중력에 의한 침강만 이루어질 뿐이다.

따라서 침강에 방해되는 요소만 물리적으로 해결하였다. 주된 시설로는

(1) 빗물 유입구 반대쪽에 인출구를 설치하여 빗물의 흐름을 최장으로 연장함으로써 침전 시간을 증가시켰으며

(2) SHOCK ABSORBER와 CALM INLETER를 설치하여, 유입되는 빗물을 부드럽게 유도함으로써 단락류를 하였다.



<SHOCK ABSORBER>



<CALM INLETER>

(3) SHOCK ABSORBER와 CALM INLETER는 일체형구조로써 SHOCK ABSORBER는 저장조 상부 관리 층에 설치하고 CALM INLETER는 수조바닥에 설치하였다. SHOCK ABSORBER는 낙차에 의해 발생하는 힘을 소멸시키고, CALM INLETER는 바닥에 침강된 찌꺼기의 부양을 방지하는 장치로써, 특별히 빗물시설에 적합하도록 특수하게 고안된 장치이다.

3) 대지 빗물 보충수 처리시설

1차 처리된 대지 빗물 및 토양침투수는 다량의 미세 협잡물이 유입되는 시설이다. 따라서 옥상 빗물 보충수를 이용될 때를 대비하여 FLOAT SUCTION과 AUTOMATIC FILTER를 설치하였다.



<FLOAT SUCTION>



<AUTOMATIC FILTER>

FLOAT SUCTION은 수위에 따라 상하로 움직이는 구조로써 저장조 수면 10CM 아래부터 가장 깨끗한 빗물만 인출하도록 특수하게 제작된 장치로서 여과망의 탈부착이 가능하다. POSCO THE # STAR CITY에서는 수중 PUMP에 연결하여 자동 여과기에 압송하는 구조로 설치하였으며, 자동여과기는 주로 탁도(濁度)를 제거하는 역할을 한다. 여과기는 BY-PASS가 가능한 구조이며, 처리수는 PH와 탁도(濁度)를 측정하여 재이용되거나 반송될 수 있도록 하였다. 처리장을 정상가동하며 적정 POINT를 산출할 것이며 현재의 목표는 자동여과기를 거치지 않고 재이용하는 것이다.

6. 저장시설 현황

1) 옥상빗물저장조

항목	제원
위치	B동 지하3층
용량	1,000M ³
재질	철근콘크리트
유효 수심	2.0M

2) 대지빗물 저장조

항목	제원
위치	B동 지하3층
용량	1,000M ³
재질	철근콘크리트
유효 수심	2.0M

3) 비상용수 저장조

항목	제원
위치	B동 지하3층
용량	1,000M ³
재질	철근콘크리트
유효 수심	2.0M

7. 공급시설 현황

1) 저장조

항 목	제 원
위 치	B동 지하3층
용 량	20M ³
재 질	STS 조립폼
유효 수심	1,400H

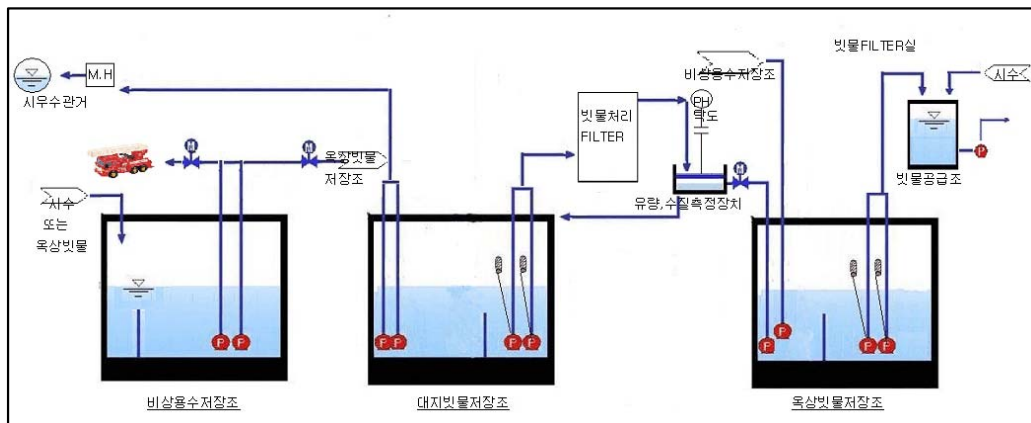
2) 브스타 펌프

항 목	제 원
위 치	B동 지하3층
유 형	브스타
용 량	0.25M ³
양 정	85M.H
소비 전력	7.5KW

3) 유량계

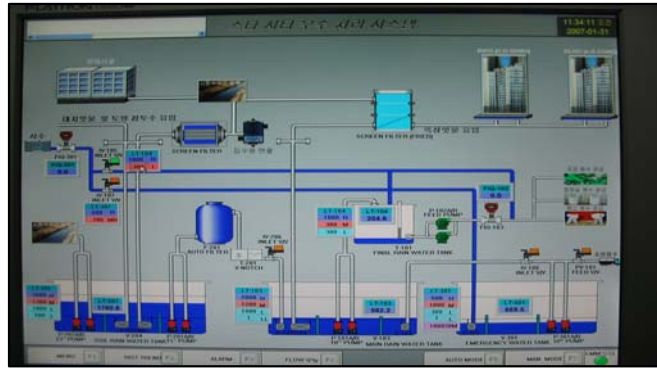
항 목	제 원
측정 범위	0.03~10m ³ s
정 확 도	0.3~10m ³ s F.S±0.5%
	0.03~0.3m ³ s F.S±1.0%
소비 전력	15V
주 파 수	60Hz±2Hz

8. 시설 운영방법



<저장빗물 이용방법>

옥상 빗물의 용도는 조경용수와 도로 청소용수 및 공용부분 화장실 변기세척수, 기타 분수 및 수생공간 용수로 이용되며, 대지 빗물은 장마철에는 홍수조절을 위해 저장하며, 일상적으로는 재처리하여 옥상 빗물에 보태어 진다. **비상용수로**에는 수돗물이나 빗물이 저장되는데 이는 단수 되었을 때 식수를 공급하기 위한 시설이며, 화재발생 시에는 주변지역을 포함하여, 소화용수로도 공급된다. 특히 비상용수는 비상시 식수로 이용되기 때문에 음용수 수질기준에 적합하여야 한다. 따라서 2~3개월 주기로 교체되며, 교환되는 물 역시 버려지지 않고 옥상빗물에 보태어진다. 현재 계획은 교체주기가 2~3개월로 설정되었지만 향후 시설을 운전하며 재판단 후 교체 주기를 늘릴 계획이다.



〈PLC 시스템〉

SYSTEM의 전체 운영은 PLC (PROGRAMABLE LOGIC CONTROL)를 사용한다. 관리실에서 시설의 통제가 가능하고, 가동상태를 실시간으로 확인이 가능하며 최대의 장점은 유량과 수위정보, 기계의 가동시간 등이 실시간으로 전송되어 DATA화되어 도표로 표시되며, 영구히 저장된다. 각 조의 수위정보는 실시간으로 서울시에 전송되도록 구성하였다.

POSCO the # StarCity는 빗물 관련시설이 분산 배치되어 있다. 초기 빗물처리와 침수방지대책을 구성하기 위해 각동 지상 1층에는 4개소의 기계실이 있으며 빗물저장조는 B동 지하 3층에 그리고 빗물관리실은 C동 지하 1층에 있다. 따라서 전체 시설간의 이동거리가 길다.

따라서, 비상시 신속한 대처와 원활한 시설관리를 위해서 PLC를 채택하였다.

9. 연구과제

POSCO the # StarCity는 많은 경우를 예상하여 시공하였다.
시설을 가동하며

- 1) 빗물의 경제성 및 향상 방안
- 2) 대지 빗물의 이용가능성과 처리방법
- 3) 빗물의 다양한 사용처 (음용수 포함)
- 4) 토양 침투수의 유출패턴 등의 많은 연구와 DATA가 수집될 것이다.

끝으로 시공 시 관련 전문기술자(건축·토목·기계·전기 등)들의 인식부족과 기술부재가 가장 난점(難點)이었다. 또한, 종래의 기술은 **빗물을 버리기 위한 것**이었으며, 빗물이용시설에서는 반대로 **비를 모으는** 기술이다. 두 방법 사이에는 합치(合致)될 수 없는 장벽이 예상보다도 높았으며, 무엇보다도 기존의 틀을 깨지 않으려는 자세와, 시공과정에서 장벽에 부딪혔을 때 빗물 모으기를 포기하고 싶은 생각이 가장 힘들었다. 그래서 지금도 흉내만 내는 시설을 시공하고 있지 않나 뒤돌아볼 필요가 있을 것이다.