

공동 주택단지 옥외공간의 빗물침투시설 적용실태에 관한 연구
- 기흥 상갈 금화마을을 중심으로 -

김도경¹⁾ · 박성준²⁾

¹⁾ 경희대학교 조경학과 · ²⁾ 경희대학교 대학원 조경학과

The Study about Applied Realities of Infiltrated Facilities
for the Rainwater in the Housing Complex

- With the Center of Kiheung , Sangal Kum Hwa Village -

Kim, Do-Kyong¹⁾ and Park, Sung-Jun²⁾

1) Dept. of Landscape Architecture, Kyung Hee Univ,

2) Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Kyung Hee Univ.

ABSTRACT

Nowadays, according to the interests in the environmental infinity for the housing complex, there are various studies going on for setting general ideas and plans of them. And in some of the leading places are applied by the infinity of the natural environment.

So, by this study, I analyzed the classification and the system of the infiltrated facilities for the rainwater and then suggested the problems about these and the studies for the generalization of the infiltrated facilities for the rainwater based on my real investigation of the center of infiltrated facilities for the rainwater in the Kiheung, Sangal Kum Hwa Village designed and builded by the Korea Housing Corporation for building housing complex with the infinity of the natural environment.

I grasped the realities based on subject investigations and designs and found out the infiltrated facilities for the rainwater in the subject. Those are the porous concretes, pebbles and cobbles.

The problems in the subject are supervision of these places and a shoddy and fault constructions by the ignorance and lack of recognition for the construction. These will be solved by reconsidering of the infiltrated facilities for the rainwater. The system of the infiltration is that the rainwater of the top of the building flows into the brook in the subject through the field of the subject.

There must be going to be leading studies on the effect of these facilities and influence on the environment for the generalization of the infiltrated facilities for the rainwater of natural environment.

Key Word : *Drainage system, Water cycle system, Rainwater permeation.*

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

최근 환경친화형 주거단지에 대한 관심이 높아짐에 따라 환경친화형 주거단지의 개념 정립 및 계획의 기법에 대한 연구가 다양하게 이루어지고 있으며, 일부 선도적인 단지를 중심으로 환경친화 계획 요소인 빗물침투시설의 적용이 활발해지고 있다. 그러나 원지형의 보존과 기존 수목의 활용 등 공원녹지의 확대, 실개울 등 친수공간의 도입 등은 환경친화형 주거단지의 얼굴로 자리매김하는데 반해 빗물침투시설의 도입은 생태성의 회복과 재해의 방지효과에도 불구하고, 그 실천사례가 많지 않다.

따라서, 현재의 주거단지에서 빗물침투시설을 적용한 사례를 분석하여 빗물침투시설의 유형과 침투체계 등 적용실태 그리고 문제점을 살펴봄으로써 설계·시공·관리 단계별로 빗물침투시설 적용의 활성화를 위한 개선방안을 도출하고자 하였다.

2. 연구의 범위

이 연구의 내용적 범위로는 침투정(다공성 콘크리트), 침투정(자갈), 도랑(자갈)등 흐르고 침투시키는 빗물침투시설을 대상으로 하며, 공간적 범위로는 대한주택공사에서 1999년 환경친화형 주거단지로 건설한 경기도 용인시 기흥읍의 상갈 금화마을 5단지를 대상으로 하였다.

3. 연구의 방법 및 과정

이 연구는 이론적 고찰과 사례지 답사 및 실무자 면담을 통하여 진행하였으며, 다음과 같은 순서로 수행하였다.

첫째, 환경친화형 주거단지 계획요소로서 빗물침투시설의 의의를 고찰했다.

둘째, 국내(권경호 등)와 국외의 빗물침투시설 관련 문헌을 조사하고 빗물침투시설에 관한 개념을 정리하여 빗물침투체계의 자료로 활용하였다.

셋째, 설계도서 분석을 통해 사례 대상지의 빗물침투시설 설계내용을 조사·분석하였다.

넷째, 사례 대상지를 답사(답사기간 : 2003. 6. 20~7. 10)하여 설치된 빗물침투시설의 설치현황을 조사·분석하였다.

다섯째, 빗물침투체계를 분석하고, 공동주택 단지에서의 빗물침투시설 적용 문제점을 도출하였다.

여섯째, 해결 방안을 모색하고 향후의 연구과제를 제안하였다.

II. 이론적 고찰

1. 환경친화형 주거단지와 빗물침투시설

1) 환경친화형 주거단지의 정의

환경친화형 주거단지라 함은 환경친화적 주거단지개발의 세 가지 원칙 즉 생태성, 사회성, 경제성 이세가지가 모두 환경친화적으로 확보되어지는 주거단지¹⁾라 할 수 있다. 환경친화적인 주거단지 개발은 자연생태계가 지닌 '지속가능성'을 우선 고려하는 것으로 환경적, 경제적, 사회적 향상에 바람직한 주거단지이다.

2) 환경친화적 계획의 개념

환경친화적 계획을 생태학적 입장에서 다양한 생물이 안정된 환경 속에서 건전한 물질 순환대사를 통하여 자급자족하며 자연과 인간이 건강하게 공존할 수 있는 주거단지를 창출하기 위하여 적용하는 계획으로서 주요 개념으로는 수변공간을 활용한 친수 공간의 창출, 녹지 및 공원의 체계의 다양화, 물순환체계의 구축, 에너지 효율적 이용 등을 들 수 있다.

3) 환경친화적 주거단지 계획 요소로서 빗물침투시설의 의의

물순환체계 구축의 세부 설계요소로는 물순환 개념의 빗물침투체계를 통한 수자원의 보존 및 이용, 빗물침투 시설을 통한 빗물유출 억제 및 홍수 조절기능강화, 빗물침투시설 설치로 생활속의 물환경 도입을 통한 정서적 분위기 창출,

1) 이동성. 2000. 환경친화적 도시근교 주거단지 개발 기법, 주택산업연구원 p.19.

하천기능의 회복 및 재생²⁾을 들 수 있다. 이 가운데 빗물침투시설은 건강한 생태와 주거환경에 자연적인 지속성을 보장하기 위한 물순환체계의 기본시설이라고 할 수 있다. 빗물침투시설의 설치는 주거단지에서 개발에 따른 물순환 고리의 차단을 극복하고 개발 뒤에도 물순환을 지속시킬 수 있는 가장 기본적인 방법이라는 측면에서 큰 뜻이 있다.

4) 빗물침투시설의 개념과 유형

지표수 유출량과 유출속도를 저감하기 위해서 가능한 빗물관거 대신에 빗물침투가 용이한 잔디수로, 도랑 및 침투관 등을 사용함으로써, 빗물의 토양침투를 촉진³⁾하여 하천의 부담을 줄이는 개념의 배수시설이다. 빗물침투시설은 빗물처리방법에 따라 빗물이 지표면의 낮은 지형을 따라 흐르도록 하여(도랑) 유출수가 낮은 곳에 고이고(유수녹지), 땅속으로 침투되며(침투정) 공기중으로 발산되도록(도랑) 하는 등 크게 네 가지로 나눌 수 있다⁴⁾.

2. 빗물침투시설 고찰

1) 빗물침투시설의 연구 사례

빗물침투시설과 관련된 연구 사례는 국내에 많은 연구 사례들이 있다. 김귀곤(1993)은 물순환 체계구성과 침투 및 저류 기술 적용 방법을 소개하였다. 전성우(1993)는 생태도시 실현을 위해 물과 녹지를 중심으로 도시를 자연에 가깝게 계획 설계하는 모형을 제시하였다. 윤소원(1997)은 물순환형 생태 주거 단지조성을 위한 빗물저류 및 침투 방법을 소개하고, 지붕 저류와 투수성 포장에 의한 도시 물순환 변화를 고찰하였다. 임승빈(1998)은 도시내에 우수지를 만들어서 유출수를 저류, 침투시켜야 한다고 하였다. 김두하 외(1997)는 분당 주거단지에 침투측구, 침투

트렌치, 침투통 설치를 가정하여, 강우침투량 증대 가능성을 예측하였다⁵⁾. 권경호(1999)는 빗물의 저류·침투를 위한 배수체계의 설계지침을 제시하였고, 한국 산업기술진흥협회(2000)은 환경친화적 주차공간 조성을 위해 침투배수시설의 적용을 제안하였다.

2) 외국의 빗물처리시설 공동주택 적용 사례

독일의 하노버시에 조성된 환경친화형 생태주거단지의 사례를 보면, 지구 전체에 빗물침투체계로 적용하였으며, 빗물→구덩이→물고래→물넘이→침투관→저류시설(못)의 체계를 기반으로 물순환이 이루어지도록 하였다. 건물뿐만 아니라 녹지·놀이터·주차장·보행로 등 대부분의 옥외공간에 빗물침투체계를 적용하고 있다(표 1 참조).

일본의 경우에도 홍수방지와 지하수자원의 고갈 방지를 위해 침투정→연락관→저류시설로 연결되는 빗물침투체계를 적용⁶⁾하고 있으며, 특히 비가 자주 오는 지리적 특성을 반영하여 여러 가지의 빗물침투시설이 기성제품으로 생산되어 공급되고 있다.

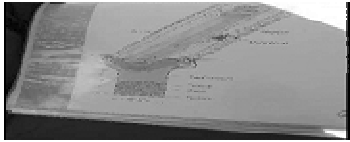
3) 빗물처리 시스템

빗물의 활용단계는 전처리, 침투, 이용 등 세 단계로 나눈다⁷⁾. 빗물에 포함되어 있는 오염물은 지하수로 유입되기 전에 반드시 전처리를 해야 한다. 전처리 시설로는 스크린 장치를 비롯하여 침전정, 오일제거침투정, 부유물질분리정, 원심분리정, 빗물정수조, 침전연못, 식생대 등이 있다. 침투시설로는 토양표면침투(투수성포장), 침투정, 침투연못, 원형침투정, 침투트렌치, 유공관 침투트렌치 등이 있다. 빗물 이용시설로는 저장탱크 등 저류 시설이 있다.

2) 이효계. 1996. 환경친화형 단지 계획 기법, 한국토지개발공사 PP. 1-5.
 3) 최일홍 등. 2001. 택지개발지구의 생태자원 조사 및 활용에 관한 연구. 대한주택공사 주택도시연구원 p.54.
 4) http : //user.chollian.net/~aswook/

5) 권경호. 1999. 유출수 저류, 침투를 위한 자연배수체계 설계 지침에 관한연구 p.4.
 6) http : //focus.seoul.go.kr/kor2000/seoulnews/monthly/199906/22.html
 7) 하진규. 1999. 생태도시 조성기반 기술개발사업, 한국건설기술연구원 p.90.

표 1. 독일 하노버의 사례⁸⁾

대 상 지 개 요			빗 물 침 투 체 계	설 치 장 소	빗물침투시설의 기대효과
위 치	토지이용형태	단지규모			
독일 하노버	환경친화형 생태 주거단지	수용세대수 : 6,000세대	- 물고래 시스템 구덩이(빗물의 일시 저장기능과 빗물침투기능) → 물고래(저장과 침투 그리고 유출제어기능) → 물넘이(공용공간으로 유입 유도) → 지하수로 침투 → 배수관 → 연못으로 유입	공용도로 및 개인의 대지 포함 지구 전체	집중 호우 시 도시의 홍수 예방 및 지하수 확보와 습도조절, 수질 정화
					
우수의 일시저장과 침투를 위해 구덩이 - 물고래 - 시스템 (Mulgen-Rigolen-System) 도면			물고래 시스템 설치 모습	빗물침투체계의 마지막 단계인 연못의 모습	

4) 빗물침투시설 설계 지침
침투단계의 빗물침투시설을 중심으로 시설별 적용부위와 시설물설계 지침의 사례는 <표 2>와 같다⁹⁾.

5) 빗물침투시설의 적용기준
먼저 빗물의 땅속 침투가 양호한 지구나 수경 시설을 적용한 지구에 우선 적용한다. 빗물저류조는 투수가 불량한 지구(지하주차장 활용)에도

표 2. 빗물침투시설 설계 지침 사례

구 분	적 용 장 소	시 설 물 설 계
침투정 (다공성콘크리트)	공원의 녹지, 건물주변의 녹지, 교목의 근식 부위	0.8m×0.8m×0.7m 크기의 콘크리트구조물. 구조물 아래에 두께 20Cm 잠석층, 벽체 밖에 장섬유부직포 설계
침투정 (콘크리트)	건물주변의 녹지, 교목의 근식 부위	0.8m×0.8m×0.7m 크기의 콘크리트 구조물로 설계. 바닥에 두께 20Cm의 잠석층 설계. 벽체에 구멍(Ø20×24개소)을 뚫고 벽체 밖에 15Cm의 자갈층 설계
침투정(자갈)	공원 등 집수구역이 넓은 녹지	지름1.2m(위)×지름 0.8m(아래)×높이 1m 크기의 자갈구덩이
침투정(PE)	건물주변의 녹지	0.4m×0.5m×0.9m 크기의 PE 빗물받이 -바닥없음. 바닥에0.5m×0.5m×0.15m의 다공성 콘크리트블록과 0.2m의 잠석층 설계
도랑(잔디)	잔디밭 등 녹지의 낮은 부분	단면은 포물선형으로 하고, 횡비탈은 1 : 2로하며 잔디로 피복
도랑(자갈)	비탈 아래 등 주변보다 낮으며, 흩이 쌓일 우려가 있는 곳	단면은 사다리꼴로 하며, 횡비탈은 1 : 2로설계. 토양과 도랑의 경계에 토양분리포를 설계하고 안에는 자갈로 채우며 도랑의 표면은 잔디로 피복
도랑 (다공성콘크리트)	운동장이 녹지와 만나는 부위. 광장 등 포장지 녹지와 만나는 부위, 넓은 녹지의 중앙부위	공극률이 큰 다공성 콘크리트구조물로 설계. 투수경계블록의 아래에 두께 10Cm의 잠석층을 두고 표면은 잔디로 피복
측구(투수형)	넓은 녹지의 중앙 부위. 옹벽, 비탈 아래	공극률이 큰 U형의 다공성 콘크리트 구조물로 설계. 투수형 측구의 아래에 두께 15Cm의 잠석층을 설계

※ 기타 저류시설로는 (FRP저류조), 실개울 등이 있다. (대한주택공사 조경부, 2000)

8) [http : //members.tripod.lycos.co.kr/w9w/hanover.htm](http://members.tripod.lycos.co.kr/w9w/hanover.htm)

9) 대한주택공사 조경부 내부자료, 2000.

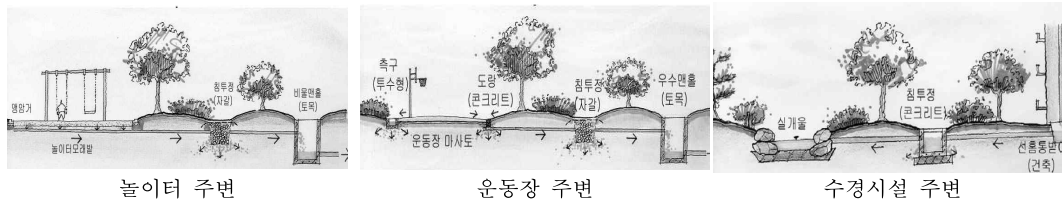


그림 1. 빗물침투시설 체계

적용 할 수 있다. 논, 성토지 등 투수가 불량하여 빗물이 지하수화 되기 어려운 지구에 적용해서는 안 된다¹⁰⁾.

6) 빗물침투시설의 체계화¹¹⁾

빗물이 떨어진 곳을 중심으로 빗물침투시설의 체계화를 나누어 보면 다음과 같다(그림 1 참조).

- 건물 옥상의 빗물 : 선홍통반이(건축시공) → 침투정 → {빗물저류조} → {수경시설(실개울, 분수, 폭포)} → 빗물저류조 → 집수정(배수용)
- 운동장의 빗물 : 도랑(다공성콘크리트) → 침투정 → 집수정(배수용)
- 놀이터의 빗물 : 맹암거 → 침투정 → 집수정(배수용)

- 기존 지형이나 숲·녹지의 빗물 : 도랑 → 침투정, 우수녹지 → 집수정(배수용)
- 광장 등 포장부위의 빗물 : 빗물받이 → 연관관 → 침투정 → 집수정(배수용)
- 도랑(다공성콘크리트) → 침투정 → 집수정(배수용)

Ⅲ. 사례 대상지 분석 및 평가

1. 사례 대상지 선정

1) 사례 대상지 선정 기준
 대한주택공사의 공동주택단지 가운데 빗물침투시설이 설계되고 시공된 사례는 <표 3>과 같다. 선정기준으로는 다양한 빗물침투시설이 설

표 3. 대한주택공사 빗물침투시설 설치지역 현황

지 구 명	대 상 지 여 건	빗물침투시설 이름	준공년도	비고
수원권선지구 1BL	일반주거지역으로 지형이 평지.	도랑(자갈), 투수경계블럭(다공성 콘크리트)	2002.03	
인천 영종지구	10BL	침투정(자갈)	2001.06	
	12BL	집수정(PE) 녹지용	2001.04	
안산 고잔지구	경사가 없는 평탄지이나 해안을 매립한 대지로서 표토(매립층)의 평균심도가 2m 정도에 불과하고, 그 하부에는 해성퇴적층(실트질 점토)이 평균심도 약 15m까지 형성되어 있음.	침투정(자갈)	2002.04	
		투수경계블럭(다공성 콘크리트), 침투정(자갈)	2001.06	
		도랑(다공성 콘크리트) 집수정(자갈)		
기흥 상갈지구	1-1BL	침투정(자갈), 도랑(다공성 콘크리트)	1999.12	●
	1-2BL	침투정(다공성 콘크리트), 침투정(자갈), 도랑(자갈),		

10) 대한주택공사 조경부 내부자료, 2000.

11) 대한주택공사 조경부 내부자료, 2000.

표 4. 사례 대상지의 개요

소재지	경기도 용인시 기흥읍 상갈리	위치도	대상지 주변현황
용적률	241.52%	[대상지 위치도]	[대상지 주변현황도]
대지면적	28,350m ²		
녹지면적	8,960m ²		
녹지율	31%		
건폐율	25%이하		
층고	최고 20층, 최저 9층		
지형	약간 경사지		
개발 전 토지이용형태	나대지		
접면도로 폭	10~12m		
빗물침투시설	침투정(다공성콘크리트), 침투정(자갈), 도랑(자갈)		

계된 곳, 여러 종류의 빗물침투시설이 설치된 곳, 빗물침투체계가 잘 갖추어진 곳을 고려하였다. 기흥 상갈 금화마을은 다양한 빗물침투시설이 설계되고, 설치되었으며 빗물 체계가 양호하다고 판단되어 이를 사례 대상지로 삼았다.

2) 사례 대상지 개요

사례 대상지로 선정된 경기도 기흥 상갈 금화마을은 대한주택공사에서 택지개발사업으로 1999년 건설한 환경친화형 주거단지로 모두 5개의 단지로 구성되어 있다. 이 연구에서는 5단지를 사례대상지로 선정하였으며, 주요 개요는 아래 <표 4>와 같다.

금화마을은 구릉지가 남북으로 에워싸고 계곡물이 동쪽에서 서쪽으로 흐르는 좁고 긴 지형에 건설되었으며, 주요 옥외공간시설로는 놀이터, 광장, 분수, 캐스캐이드, 실개울, 휴게소 등이 있다.

2. 사례 대상지의 빗물침투체계 분석

1) 설계도면 분석

상갈 금화마을 5단지 가운데 이 연구에서 분석한 곳은 남쪽의 506동, 507동, 508동 주변으로 설계된 빗물침투시설은 침투정(다공성 콘크리트), 침투정(자갈), 도랑(자갈) 저류조(FRP), 유공관 등이 있으며, 시설물의 배치평면도는 <그림 2>와 같다.

또한 설계된 주요 빗물침투시설의 관련 시공 지침과 시설 상세도 현황은 <표 5>와 같다.

2) 빗물침투시설 설치 현황

사례 대상지의 빗물침투시설 설치현황을 조사한 결과, 대부분의 빗물침투시설과 체계는 설계도서의 내용과 전반적으로 부합되었다. 빗물침투시설별 설치실태조사 결과는 <표 6>과 같다.

그러나, 옥상의 빗물이 침투정(자갈)을 거쳐 실개울로 연결되어야 하나 침투정(자갈)과 실개울 사이에 집수정(토목용)이 설치되어 있어

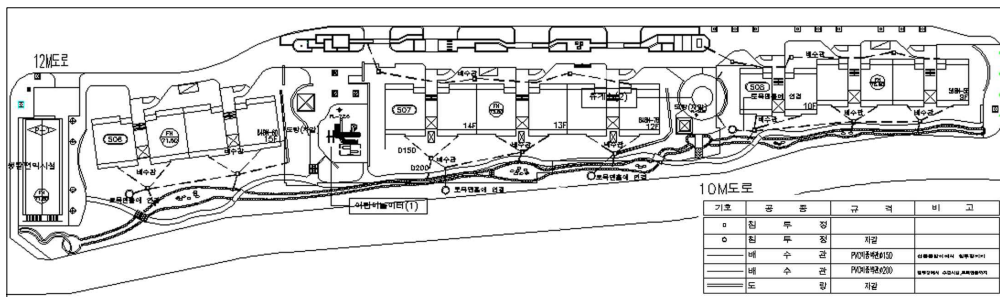


그림 2. 대상지의 시설물 배치 평면도

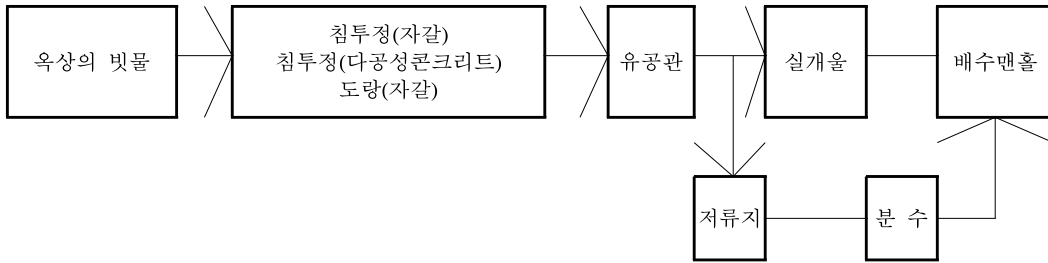
표 5. 빗물침투시설의 설계지침과 시설 상세도

설치시설물 명	설계도면에 명시된 시공지침	빗물침투시설 상세도
침투정 (다공성 콘크리트)	<ul style="list-style-type: none"> - 건물의 선홍통반이에서 빗물을 받아 인접 수경시설. 배수관거로 연결시킨다. - 침투정 이후에는 PVC이중벽관(Ø200) 이나 유공관으로 연결한다. - 도랑(자갈) 등의 물을 받도록 배치하고, 집중홍수시를 고려하여 인접 집중정과 넘침관(Ø150~200)으로 연결한다. 	
침투정 (자갈)	<ul style="list-style-type: none"> - 홍수 시 빗물 배수를 위하여 집중정(녹지용)에 연결할 수 있다. - 장섬유부직포는 토사침투에 의한 들림을 방지하기 위하여 양면을 원지반 속으로 묻어준다. 	
도랑 (자갈)	<ul style="list-style-type: none"> - 옹벽 아래, 마운딩 사이 등, 녹지의 낮은 부위에 배치한다. - 도랑(자갈)의 물 빠짐을 원활히 하기 위하여 시점에서 종점까지 일정한 중단기울기를 유지하도록 한다. - 도랑(자갈)의 끝에는 집중정(자갈)을 배치한다. 다만, 배수구에 연결한 경우는 1m의 연결관을 설치한다. - 장섬유 부직포는 토사 침투에 의해 들림을 방지하기 위하여 양면을 원지반 속으로 묻어 준다. 	

표 6. 빗물침투시설부 설치실태

시설명	사진 현황	시설명	사진 현황
침투정 (다공성 콘크리트)		도랑 (자갈)	
사진설명	침투정의 바닥에 침전물이 쌓여 있고, 오물의 유입을 방지하는 부직포가 찢어져 있다.	도랑(자갈)이 침투정과 연결되어 집수됨을 보여주고 있으며, 퇴수구가 보인다.	바닥 침전물로 인해 원활한 침투가 이루어지지 않고 있다. (비올때 사진)
시설명	사진 현황	시설명	사진 현황
대상지내 실개울		선홍통 반이	
사진설명	기존 실개울이 대상지 내로 들어오는 입수구.	침투 정과 집수정	
사진설명	빗물침투시설을 통해 빗물이 실개울로 유입되고 있다.	아파트 옥상 빗물이 모아지는 선홍통반이 사진. 이후 빗물은 빗물 침투시설로 유입 된다.	빗물이 선홍통반이에서 침투정을 거쳐 집수정(토목)으로 유입되고 있다.

표 7. 설계도의 빗물침투체계



빗물이 순환되는데 한계를 갖는 것으로 분석되었다. 조사기간 중 비가 올 때에만 빗물이 실개울로 배수되는 것이 관찰되었다.

또, 507동과 508동 앞의 분수와 캐스캐이드는 빗물을 활용할 수 있도록 지하에 저류조 등이 설계되었으나, 빗물이 순환되지 않고 있는 것으로 분석되었으며, 침투정(자갈)도 설치 사례를 확인하지 못하였다¹²⁾. 그러나 침투정 등에서 홍수시를 대비하여 집수정으로 넘침관을 설치한 것은 매우 적합한 사례로 판단되었다.

3) 사례 대상지 빗물침투체계 분석

사례 대상지 전체의 주 배수체계는 빗물→(선홍통받이)→집수정→연락관→배수맨홀을 거쳐 단지의부로 배수시키는 전면배제방식을 적용(토목부분)하고 있으며, 빗물침투체계는 일부 주동주변과 실개울 주변 등에 적용(조경부분)되어 보조배수체계로 적용된 것으로 분석되었다.

설계도서를 분석한 결과 사례 대상지의 빗물 침투체계는 옥상의 빗물이 빗물받이를 거쳐 침

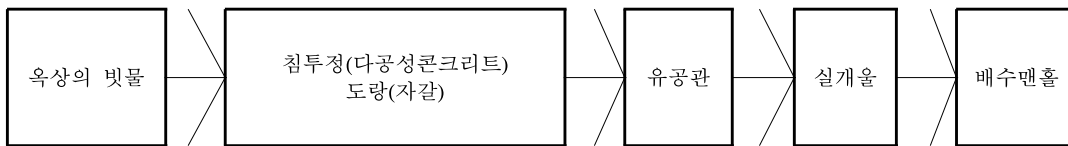
투정 등 빗물침투시설을 통해 땅속으로 침투되고, 실개울을 흘러 배수관거에 유입되는 체계와 침투시설을 거쳐 저류조에 저장된 다음 분수나 캐스캐이드 용수로 사용된 후 배수관거에 유입되는 체계로 크게 나눌 수 있었으며, 침투체계를 간단히 정리하면 <표 7>과 같다.

그러나, 답사를 통해 설치현황을 분석한 결과 캐스캐이드와 분수에는 빗물이 유입되지 않고 있었다¹³⁾. 일부는 실개울의 빗물순환체계에도 설계도서와 달리 집수정이 추가되어 있었으며, 시공된 빗물침투체계는 <표 8>와 같다.

3. 문제점 도출

대상지의 빗물침투시설을 답사를 통해 처리 단계별로 분석한 결과 오염물질의 제거를 위한 전처리 시설은 적용되지 않았다. 공동주택 옥상의 빗물과 녹지의 빗물을 위주로 설계한 까닭으로 전처리 단계의 필요성이 낮게 평가된 것으로 분석되었다¹⁴⁾. 침투단계의 시설로는 침투정·도랑 등 다양한 시설이 적용되었으며, 이용단계의

표 8. 시공된 빗물침투체계



12) 그러나, 대한주택공사의 조경담당자는 ‘배수시설은 계획고가 어긋나서 시공하지 못했으며, 침투정(자갈)은 설계도대로 시공하였다’고 설명하였다.
 13) 공동구가 지나가서 물의 기울기가 맞지 않아 설계변경하여 설치하지 못했으며, 분수와 캐스캐이드는 상수를 원수로 사용하고 있었다.
 14) 설계시점인 1999년은 빗물침투시설과 물순환체계의 개념이 도입되고 아직 개별 시설물이 개발되지 않은 시기였기 때문에 전처리 단계까지 고려하기에는 무리였다고 지적하였다. (주택공사 조경설계담당자와의 면담에서)

시설로는 저류조가 설계되었으나 실제로는 시공되지 않았다. 결국 침투단계의 시설을 위주로 적용된 것으로 분석되었다.

빗물침투체계를 설계도서에서 분석한 결과 옥상의 빗물을 모아 땅속으로 침투시키고, 남은 빗물은 실개울이나 분수의 용수로 활용하거나, 배수관구에 연결시켜 배수하도록 구성되어 있었다. 특히 집중호우에 따른 피해를 막기 위해 토목용 배수시설과 연결시킨 것은 매우 현실적인 접근으로 분석되었다.

그러나 현장답사를 통해 실태파악 결과 일부 시설은 설계도서와 차이가 있었다. 도출된 문제점을 설계, 시공, 관리 등 크게 세부분으로 나누어 분석하였다. 설계의 문제점으로는 주동 주변은 빗물침투시설과 집수정등 배수시설이 혼재되어 있는 반면에 녹지에는 저류시설(웅덩이, 못) 등이 적용되지 못하고 단순녹지로 조성되어 옥상빗물의 재활용에 치중하고 있다고 판단되었다. 빗물침투시설의 연결관과 토목용 배수시설의 설치높이가 비슷하여 충돌되는 어려움이 있었다¹⁵⁾. 보다 근본적으로는 토목부문의 전면배수체계와 조경부문의 빗물침투체계가 상호 연결성이 부족하였고, 보행로·주차장 등의 공간까지도 불투수성포장재를 적용하여 빗물침투체계를 배제시킨 점 등이 문제점으로 도출되었다.

시공의 문제점으로는 공사 현장의 여건변화에 따른 설계변경(침투정 등 미시공)과 도랑(자갈)의 자갈이 충분히 시공되지 않은 점, 토목부문의 사전협의 부족으로 인한 이중시공 등이 문제점으로 분석되었다. 또한 녹지의 빗물침투효과를 높이기 위한높낮이 시공 등이 미흡하였다. 관리의 문제점으로는 침투정을 정기적으로 청소해주지 않아 침투정 바닥에 쌓인 퇴적물로 빗물침투가 지연되는 점이 문제점으로 도출되었다(표 6 참조).

IV. 결론 및 제언

상갈 금화마을을 사례대상지로 분석한 결과

15) 주택공사 조경감독관과의 면담결과.

주동주변에 집중적으로 빗물침투시설을 배치하였고, 실개울 등 조경용수로 재활용할 수 있도록 물순환 체계를 구축한 것으로 분석되었다. 그러나 일부 시설의 미시공, 순환체계의 교란 등의 문제점이 도출되었다.

도출된 문제점에 대한 해결방안을 설계, 시공, 관리로 나누어 검토하였다. 설계단계에서는 조경부문의 빗물침투 체계와 토목부문의 배수체계가 서로 하나의 체계로 통합되어야 하며, 특히 빗물침투가 쉬운 토양조건을 갖춘 단지에는 빗물침투체계를 우선하고 전면배수체계를 보조 수단으로 적용시키는 인식의 대전환이 필요하다. 공동주택단지에서는 빗물침투시설을 확대 적용토록 하고, 또 옥상빗물 뿐만 아니라 운동장, 놀이터, 녹지 등의 빗물을 침투시키도록 물순환체계의 적용범위를 단지전체로 확대시켜야 한다. 또한 단순히 녹지로 설계하기보다 웅덩이 등 저류시설로 설계하여 녹지를 빗물침투시설의 구성요소로 활용해야 한다.

시공단계에서는 설계변경을 통한 미시공 사례를 줄일 것과 시공과정에서 토목부문과 협의하여 빗물침투체계에 있어 이중시공을 방지하여야 한다. 관리단계에서는 지속적인 관리로 침투시설의 퇴적물을 제거하여 빗물이 원활하게 침투될 수 있도록 유지해야 한다.

빗물침투시설의 공동주택 적용 사례를 살펴본 결과, 다른 환경친화형 설계요소에 비해서 아직 일반화되지는 않았지만, 선도적인 단지를 중심으로 의욕적으로 적용되고 있었다. 대한주택공사의 기흥상갈 단지의 빗물침투시설을 분석한 결과 침투단계의 시설이 다양하게 적용되고 있었다.

이 연구는 빗물침투시설의 적용실태에 관한 연구로서 빗물침투시설 적용의 한계와 개선방안을 도출함으로써 앞으로 아파트단지 빗물침투시설 활성화의 기초자료로 매우 유용하게 활용될 수 있다고 본다. 조경과 토목의 통합 빗물침투체계 적용이나 설계·시공·관리단계의 연계성 확보 등은 환경친화형 주거단지의 설계와 시공에서 즉시 적용할 수 있을 것으로 기대한다.

다만 여러 지구를 대상으로 분석하지 못하고 1개의 주거단지만을 분석한 점과 침투단계의 빗

물침투시설 위주로 분석한 것이 이 연구의 한계로 판단된다. 앞으로 보다 정확한 빗물침투시설의 적용을 위해서는 중부지역 뿐만 아니라 남부지역을 포함한 여러 곳의 다양한 사례지를 대상으로, 또 전처리 단계와 이용단계의 빗물침투시설을 포함시킨 연구가 뒤따라야 할 것이다.

인 용 문 헌

- 권경호. 1999. 유출수 저류. 침투를 위한 자연배수체계 설계 지침에 관한 연구.
- 대한주택공사 설계도. 1999. 기흥상갈 1-2BL 발주도면.
- 대한주택공사 조경부. 2000. 빗물침투시설 도입방안(내부자료).
- 이동성. 2000. 환경친화적 도시근교 주거단지 개발기법, 주택산업연구원.
- 이효계. 1996. 환경친화형 단지 계획 기법, 한국토지개발공사.
- 하진규. 1999. 생태도시 조성기반 기술개발사업, 한국건설기술연구원.
- 한국산업기술진흥협회. 2000. 환경친화적 주차공간 조성 메뉴얼, 서안부설 환경설계연구소.
- [http : //user.chollian.net/~aswook/](http://user.chollian.net/~aswook/)
- [http : //waterfirst.snu.ac.kr/](http://waterfirst.snu.ac.kr/)
- [http : //members.tripod.lycos.co.kr/w9w/hanover.htm](http://members.tripod.lycos.co.kr/w9w/hanover.htm)
- [http : //focus.seoul.go.kr/kor2000/seoulnews/monthly/199906/22.html](http://focus.seoul.go.kr/kor2000/seoulnews/monthly/199906/22.html)

接受 2003年 7月 5日