

우수저류 및 침투연못 시스템개발 사례연구*

- 우수 저류 및 침투 효과를 중심으로 -

이재철¹⁾ · 윤여진²⁾

¹⁾ 청양대학 토목과 · ²⁾ 건양대학교 토목시스템공학과

A Case Study on Development of Stormwater Retention and Infiltration Pond System*

Lee, Jae Chul¹⁾ and Yoon, Yeo Jin²⁾

¹⁾ Dept. of Civil Eng., Cheongyang Provincial College,

²⁾ Dept. of Civil System Eng., Konyang University.

ABSTRACT

This study was carried out to analyze the effects of stormwater retention and infiltration pond on reduction of flood peak and volume in a experimentally developed ecological pond.

The experimental site has 542m² watershed area, 1,310mm yearly-averaged rainfall. And the area of the retention pond is 60m², the maximum water depth is 0.5m, the maximum and average storage is 15m³ and 9.3m³. And the area of infiltration pond is 58m², and the water depth varies 0.2m~0.5m. The monitoring system consists of one rainfall gage, one Parshall flume and acoustic water level gage, two rectangular weirs and acoustic water level gage for discharge gaging, and one data recording unit. Data from ten storm events in total, three storm events in year 2000 and seven storm events in year 2001, were collected. From the data the evaporation rate was achieved with the water balance equation, and the result shows 5.0mm/day in average.

The result from the analysis of the effects on reduction of flood peak and volume, is that 14% reduction of flood volume and 15% reduction of flood peak in retention pond and 49% reduction of flood volume in infiltration pond.

Key Words : *Retention pond, Infiltration pond, Evaporation, Flood peak, Flood volume, Stormwater.*

* 본 연구는 환경부 G7과제 “효율적인 생물서식공간 조성기술 개발”의 연구비로 수행되었음.

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

자연유역이 개발되는 경우에는 불투수지역의 증가, 우수관거의 설치 및 배수로의 정비 등으로 인하여 자연이 종래 가지고 있던 우수 및 보수능이 저하하는 등 물순환구조가 변화하게 된다. 특히 침투유량의 증가와 도달시간의 단축은 재해의 가능성을 증가시켜 재해방지대책을 수립하는 데 어려움을 가중시킬 뿐만 아니라 일단 개발된 지역의 경우는 자연유역과는 달리 피해도 훨씬 크기 때문에 재해에 대한 만반의 준비가 필요하나 지금까지 단지개발에 따른 물문제는 부차적인 문제로 등한시 되어왔다.

또한 개발에 따른 홍수피해영향을 감소시키기 위해 저류지 등의 유출저감시설을 설치하거나 하류하천의 통수능 증대를 위해 하류하천을 개수할 경우, 개발에 따른 홍수영향의 평가방법이나 설치기준이 명확히 제시되어 있지 않아 다소 임의적으로 시행되어 온 것이 사실이다.

특히, 도시개발 시 우수를 도시 내에 저류하거나 지하 토양 속으로 침투시켜 홍수량을 저감시키는 우수침투 및 저류침투공법의 적용이 최근 들어 많은 관심으로 대두되고 법제화되어 적극적으로 권장되고 있으나 국내에서 이 공법을 실제 현장에 적용한 사례는 그리 많지 않은 실정이며, 최근 들어 실험적인 사업이 본격적으로 시작되고 있는 추세에 있다. 국내의 연구사례를 살펴보면 산본지구의 홍수조절지는 평상시는 공원으로 활용하며 강우가 많을 경우에는 공원부지에 강우를 저류함으로써 하류지역의 물부담을 경감하게끔 설계한 경우도 있다(양해룡, 1990). 또한 공동주택단지 내에 위치한 놀이터부지 지하에 쇄석공극을 이용한 저류조를 설치하여 우수저류효과를 입증한 연구(윤여진, 정상문, 1993)가 있었으며, 서울시에서는 우수유출저감시설기준(안)과 이에 따른 유출저감사업에 대한 실시대책을 제안하였으며(김갑수, 김영란, 1998) 국립방재연구소에서는 이와 관련된 연구과제를 계속적으로 진행하고 있는 상황이다(심재현 등, 1998).

최근에는 정부에서도 빗물이용의 필요성을

인식하여 법을 개정해 2001년부터 빗물이용시설의 설치를 의무화하도록 하였다. 수도법 제 11조 3항에 따르면 종합운동장·실내체육관 등과 같이 넓은 지붕면적을 차지하는 시설물 중에서 대통령령이 정하는 시설물을 설치하고자 하는 자는 빗물이용시설을 설치·운영하도록 규정하고 있다. 그리고, 빗물이용시설의 시설기준, 유지관리 기타 필요한 사항은 환경부령으로 정하도록 하였고 이에 발맞추어 2002년 월드컵 개최 도시의 운동장 10개 중 4개(인천, 대전, 전주, 서귀포)에 빗물 이용시설을 설치하여 화장실 세정수, 청소용수, 조경수 등으로 활용하고 있다. ([http : //waterfirst.snu.ac.kr](http://waterfirst.snu.ac.kr))

이처럼 국내의 우수이용사례 등이 확산되어 가는 추세에 맞추어 본 연구에서는 우수저류침투공법을 현장에 직접 적용해보고 홍수 저감에 미치는 효과를 분석하고자 하는 데 그 목적이 있다. 본 연구의 최종목표는 우수를 2차적으로 재활용할 수 있는 지하저류조의 활용 가능성과 그 규모를 산정하는 방법을 도출하고, 아울러 우수를 저류할 때에 이 저류조를 생물이 도심지 내에서 서식할 수 있는 공간, 즉 생태연못으로 활용할 수 있는 가능성을 확인해 보고, 우수를 지하로 침투시켰을 때 얼마나 토양의 생물환경을 보전시킬 수 있는지에 대한 검증에 있다.

2. 연구의 내용 및 방법

시험적용 대상지에 우수저류침투시설인 저류연못과 침투연못을 연결하여 조성하고 우수량의 유출입을 계량적으로 측정하기 위한 수문모니터링 시스템을 구축하여 자료를 수집한 후 수집된 자료를 분석하여 우수저류침투 효과를 분석하였다. 저류 및 침투연못에는 본 연구의 최종목표를 달성하기 위한 생태적 요소인 식재를 포함하고 있으나 본 논문에서는 생태분야는 제외하고 수환경의 양적인 부분으로만 그 범위를 제한하였다.

II. 재료 및 방법

1. 연구대상 유역현황

연구대상지는 경기도 용인시 포곡면 전대리에

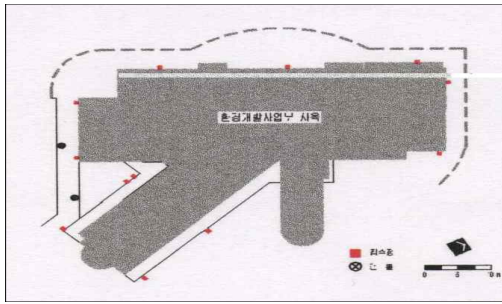


Figure 4. Experimental Catchment.

위치한 삼성에버랜드 서비스아카데미 사옥의 외부 녹지공간으로 그 면적은 272m²이다. 대상지 수문분석을 간단하게 나타내면 건물의 지붕면적은 1,400m²이나 유출에 미치는 유역면적은 542m²로 산정되었으며, 기존의 우수 흐름은 지붕 → 빗물받이 홈 → 우수관 → 집수정 → 우수맨홀을 통하여 이루어지며 유역도는 Figure 1과 같다. 이 지역은 연평균 강우량이 1,310mm 정도 되는 지역으로, 정확한 강우자료가 없어 유사한 강우현상을 보이는 수원지역의 강우자료를 활용해 수문분석과 유출량 산정, 그에 따른 저류연못과 침투연못의 규모 산정 등이 이루어졌다. 집수 가능한 유출량은 14.9m³로 산정($V=i \times t \times A \times C$)되었는데, 이때 강우강도는 수원지방의 2년 빈도 강우로 하였으며, 강우기간은 일반적인 하수도 시설 기준 상의 일반적인 유수지 강우기간의 1/2인 1시간을 적용했다. 유역면적은 건물의 지붕면적 중 유효면적인 542m²이고, 지붕의 유출계수는 0.9를 사용하였다. 실험대상 지역의 저류 및 침투연못에 대한 세부측량을 실시한 결과는 Figure

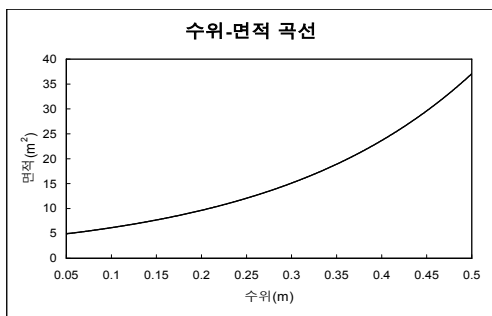


Figure 3. Water surface level-area curve of retention pond.

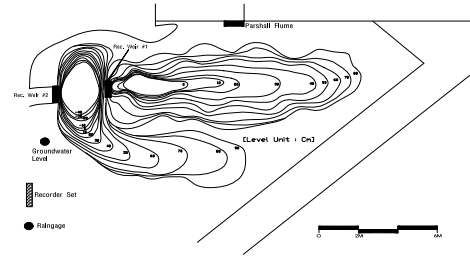


Figure 4. Survey map of experimental site and location of gages.

2와 같다. 측량결과를 분석하여 연못의 각 수위별 수면적과 저류용량을 산정하였으며, 이에 의하여 저류연못의 수위-수면적 곡선 및 수위-용적 곡선을 작성하였다. 이를 그림으로 나타내면 Figure 3 및 Figure 4와 같다. 이 곡선은 저류연못의 수위를 알 경우 개략적인 저류량을 추정할 수 있으므로 수자원 배분계획 등 필요시 이용될 수 있다. 아울러 본 도면에는 수리·수문 모니터링을 위한 계측기기의 배치현황을 도시하였다.

우수의 집수는 기존의 우수관을 집수관(D200mm)으로 변경하여 이루어지도록 하였으며, 우수의 흐름은 집수 → 정화 → 저류 → 침투 → 배수 과정을 거쳐 이루어진다. 전체적인 시스템은 우수정화 필터층, 저류연못, 침투연못으로 구성되어 있다. 우수정화 필터층은 굵은 모래와 자갈, 자연석을 이용한 것으로, 집수된 우수가 쇄석의 공극을 통과하면서 생물학적 정화과정이 일어나게 된다.

저류연못은 우수의 저류를 통한 유출억제 효과와 야생 동식물 서식공간이라는 두 가지 목

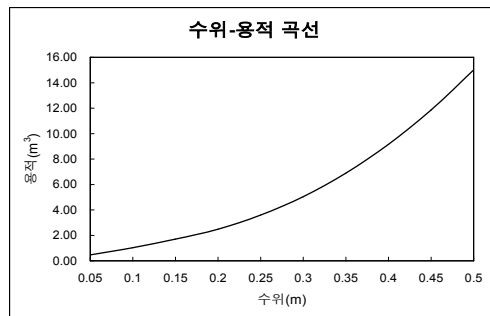


Figure 4. Water surface level-volume curve of retention pond.



Figure 5. Rainfall Gage.



Figure 6. Parshall Flume.

적을 가지고 있으며, 다져진 지반에 방수층을 깔고 조성하였다. 대상지에 있어서 면적은 60 m², 최고수위는 0.5m, 평수위는 0.4m이다. 또한 저류량의 경우 최고 저류량은 15m³, 평균 저류량은 9.3m³이다. 침투연못은 지하수 함양과 유출억제를 목적으로 하였으며, 건습식 생태계의 창출을 목표로 조성하였고, 면적은 58m², 깊이는 0.2~0.5m이다. 침투연못은 저류연못과 비교해 방수층을 깔지 않고, 쇄석침투층을 조성하고 흙이 다져지지 않게 하여 우수의 침투가 잘 일어나도록 하였다. 지하저류조의 규모산정은 Böse의 저류량 산정공식(Böse, 1998)과 유출저감효과를 고려하여 10m³로 하였고, 단순한 저류뿐만이 아니라 다단계 필터층에 의한 오염물질을 침전시키고 걸러주는 기능을 지닌 특수제작된 FRP 저류조이다(김귀곤 등, 2000).

2. 수리·수문 모니터링 시스템 구축

본 연구에 대한 수문현상의 계량적인 분석을 위하여 설치한 수문모니터링 시스템은 수문분석의 입력자료인 강우량을 측정하기 위한 우량계와

저류연못으로 유입되는 유출량을 측정하기 위한 파살플룸과 음파수위계, 침투연못으로 유입되는 유입량과 침투연못으로부터 유출되는 유출량을 측정하기 위한 2개의 직사각형 웨어와 음파수위계, 그리고 지하저류조에 저류되는 저류량을 측정하기 위한 지하수위계 등 5개의 계측장치로 구성되어 있으며 Figure 5~Figure 8과 같다.

설치된 직사각형 웨어의 전경은 다음 Figure 7과 같으며 총 5개의 관측장치에서 측정된 자료를 한 곳으로 모아 저장할 수 있도록 Figure 8과 같이 계측기를 구성하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 유출자료 강우사상

2000년 4월에 계측기 및 지하저류조 설치공사가 마무리되어 5월부터 계측기의 시험운영이 시작되었다. 이후 강우발생시마다 자료의 축적이 이루어졌다. 각 측정장치의 자료저장 능력의 한계로 인하여 최소 2주에 한번씩 자료를 다운받도록 하였다. 이렇게 2000년과 2001년에



Figure 7. Rectangular Weir #1 and #2.

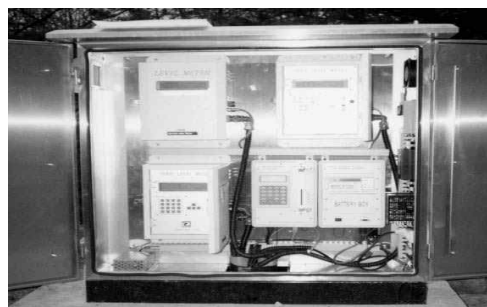


Figure 8. Data Recording Unit.

걸쳐 수집된 자료 중 분석에 이용된 유출자료의 강우사상별 총괄은 다음 Table 1과 같다.

있었으나 2001년에 저류연못의 전수심을 측정할 수 있도록 수정하여 무강우시 증발산에 의한

Table 1. Collected Data.

Year	Storm Event	Date	Parshall Flume	Rec. Weir #1	Rec. Weir #2
2000	1	5. 26~27	20 : 52~5/27 11 : 55	22 : 10~5/27 11 : 55	5/27 01 : 49~11 : 55
	2	6. 29	18 : 50~22 : 32	19 : 02~22 : 32	19 : 11~22 : 32
	3	7. 22~23	09 : 30~18 : 45	11 : 09~18 : 45	13 : 33~18 : 45
2001	1	6. 18~19	6/18 03 : 05~6/19 09 : 40	6/18 03 : 40~6/19 09 : 45	-
	2	6. 19~20	6/19 23 : 15~07 : 25	6/19 23 : 20~6/20 07 : 30	-
	3	6. 29	6/29 09 : 33~21 : 36	6/29 09 : 45~21 : 36	6/29 19 : 51~21 : 09
	4	6. 29~30	6/29 21 : 39~6/30 00 : 48	6/29 21 : 39~6/30 00 : 48	6/29 22 : 39~23 : 15
	5	6. 30	6/30 00 : 51~06 : 15	6/30 00 : 51~06 : 15	6/30 01 : 36~03 : 48
	6	8. 13	8/13 07 : 45~12 : 12	8/13 08 : 54~12 : 12	8/13 11 : 33~12 : 00
	7	9. 25~26	9/25 15 : 12~9/26 03 : 42	9/25 15 : 36~9/26 03 : 57	9/25 16 : 18~16 : 48

2. 저류연못의 저류효과 및 증발산량 분석

저류연못의 저류효과는 파살플룸을 통한 연못으로의 유입량과 침투연못으로 월류되어 유출되는 유량자료를 이용하여 수문곡선에 의한 저류효과를 분석하였다. 이 저류효과는 지체효과와 함께 나타나고 여기에 또한 연못내에서 발생하는 증발산량이 포함되어 있다. 저류연못에 대한 물수지방정식은 다음과 같다.

$$I + P - O = \frac{\Delta S}{\Delta t} + E$$

여기서, I : 유입량, P : 강우량, O : 유출량, S : 저류량, E : 증발산량이다.

유입량 I, 강우량 P, 유출량 O는 모두 알고있는 양이므로 저류량 S의 수심에 대한 함수만 작성되면 증발산량을 구할 수 있다. 그러나 대상 저류연못은 강우량에 비하여 규모가 작고 유입, 유출사상은 강우사상과 동시에 발생하므로 물수지방정식을 적용할 수 없다. 증발산량은 강우사상이 없는 즉, 무강우시에 저류연못의 저류량 변화에 의하여 산정할 수 있다. 측정 원년인 2000년에는 수심을 측정하는 수위계가 직사각형 웨어의 월류수심만을 측정할 수 있도록 되어

수위 변화를 측정하였다. 이 자료를 이용하여 저류연못의 증발산량을 산정한 결과는 Table 2와 같다.

2001년의 경우 6월 18일 이전은 큰 가뭄이 계속되었던 관계로 증발산량이 매우 큰 값을 나타내고 있다고 볼 수 있으며, 또한 8월의 경우는 장마 이후 한낮의 기온이 매우 높은 여름날씨가 계속됨에 따라 증발산량이 더욱 큰 값을 알 수 있다. 따라서 Table 2에서 보는 바와 같이 평균 증발산량은 5.0mm/day로써 이는 여름철 증발산량의 평균과 유사한 값을 알 수 있다.

Figure 9~Figure 12는 저류연못의 일정한 기간에 대한 수위의 변화를 나타낸 것이다. Figure 9

Table 2. Evapotranspiration rate in retention pond (Year 2001).

No.	Period	Days	Volume (m ³)	Water surface area(m ²)	Rate (mm/day)	Remarks
1	5.18~6.18	31	4.0	21	6.2	
2	7.4~7.10	6	0.8	33	2.4	
3	8.16~8.30	14	2.6	30	6.3	
4	9.22~9.25	3	0.4	25	5.2	
Avg					5.0	

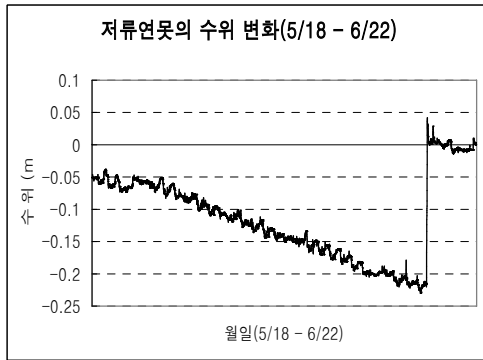


Figure 9. Water level variation in retention pond (2001. 5. 18-6. 22)

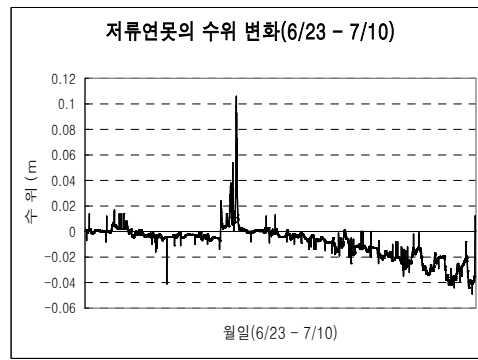


Figure 10. Water level variation in retention pond (2001. 6. 23-7. 10)

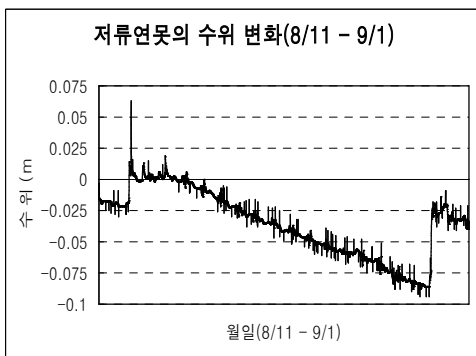


Figure 11. Water level variation in retention pond (2001. 8. 11-9. 1)

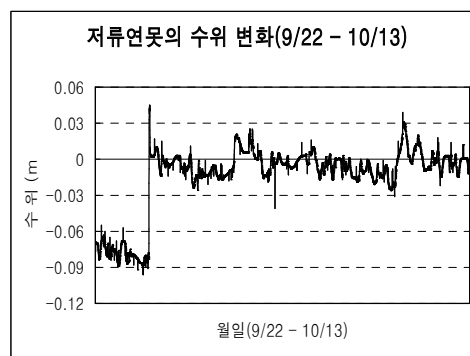


Figure 12. Water level variation in retention pond (2001. 9. 22-10. 13)

에 있어서 x축은 시간, y축은 수위이며, 수위는 설치된 직사각형 웨어의 정상을 기준점 0으로 하여 웨어를 통과하는 수위를 (+)로, 그 이하의 수위를 (-)로 표시하였다. 따라서 수위의 변화는 (-)인 경우의 변화가 무강우시 증발산량의 변화임을 알 수 있고 이는 용적과의 관계로부터 일일 당 증발산량으로 산정할 수 있다. Figure 10, 11, 12의 경우 Figure 9와 마찬가지로 강우시 (+)수위로부터 강우가 끝난 후 저류연못의 수위변화가

(-)로 점차 증가하는 경향을 나타내고 있으며 이는 바로 증발산량의 변화임을 알 수 있다.

강우사상별로 유입량과 유출량을 비교하여 나타내면 다음 Table 3 및 Table 4와 같다.

Table 3 및 Table 4에서 보는 바와 같이 전체 용적으로 볼 때 0.46m³~23.98m³의 우수를 저류시킨 것으로 나타났으며, 이는 평균적으로 14%의 저류효과가 있는 것으로 볼 수 있다. 침투유량면에서는 평균적으로 15%의 저감효과를 나타

Table 3. Water balance in retention pond (year 2000)

Storm Event	Volume(m ³)				Peak Discharge(m ³ /sec)			Time to Peak(min)		
	inflow	outflow	Δ	%	inflow	outflow	%	inflow	outflow	Δ
1	93.7	69.72	23.98	26	0.0044	0.0039	11	11 : 23	11 : 24	1
2	30.3	23.27	7.03	23	0.0161	0.0113	30	07 : 17	07 : 18	1
3	41.1	30.19	10.91	27	0.0067	0.0059	12	18 : 06	18 : 07	1

Table 4. Water balance in retention pond (year 2001)

Storm Event	Volume(m ³)				Peak Discharge(m ³ /sec)			Time to Peak(min)		
	inflow	outflow	Δ	%	inflow	outflow	%	inflow	outflow	Δ
1	25.79	24.11	1.68	6.5	0.0032	0.0030	6.7	03 : 45	03 : 55	10
2	5.06	5.19	-0.13	-2.6	0.00025	0.00026	-4.0	01 : 50	01 : 55	5
3	18.31	18.60	-0.29	-1.6	0.0028	0.0026	7.1	20 : 33	20 : 36	3
4	8.68	7.72	0.96	11.1	0.00594	0.00437	26.4	22 : 36	22 : 39	3
5	34.35	41.61	-7.26	-21.1	0.00858	0.01135	-32.3	02 : 21	02 : 24	3
6	10.20	9.74	0.46	4.5	0.00665	0.00545	18.0	11 : 27	11 : 33	6
7	19.15	17.52	1.63	8.5	0.00329	0.00335	-1.8	16 : 33	16 : 36	3

내고 침투발생시간의 경우는 유달시간이 매우 짧은 관계로 그 효과를 계량적으로 나타내기 어려우나 대개 1분~3분 정도 지체가 일어나는 것으로 볼 수 있다. Table 4에서 저류연못의 유입량보다 유출량이 크게 나타나 음의 저류효과를 나타내고 있는 것은 저류연못으로 유입되는 유입량 이외의 유입량에 의한 것으로 이는 저류연못 자체의 면적인 140m²에 내리는 강우에 기인된 것으로 판단된다. 이 면적은 외부 유입량을 발생시키는 유역면적인 542m²의 약 1/3을 차지하는 면적이다. 이 또한 실험대상 규모가 강우량의 크기에 비하여 상대적으로 작은 규모임을 알 수 있으며 향후 이러한 저류연못을 계획 설계할 경우에는 강우량에 따른 최소 면적을 결정해야 하는 점을 나타내 주고 있다. 아울러 선행강우의 유무

가 저류량과 지체시간에 미치는 영향도 크므로 이에 대한 고려도 함께 이루어져야 한다.

3. 침투연못의 침투량 및 저류효과 분석

침투연못에서는 유입량과 유출량을 모두 직사각형 웨어를 이용하여 유량을 측정하고 있다. 이 침투연못의 물수지방정식은

$$I + P - E - O = \frac{\Delta S}{\Delta t} + I_f$$

여기서, I_f 는 침투량을 나타낸다. 유입량과 강우량, 유출량과 증발산량을 알고 침투연못의 수위-저류량관계를 알면 침투량을 계산할 수 있다. 이때 증발산량은 저류연못의 값을 사용한다. 그러나 이번 연구에서는 강우량 자료의 미비로

Table 5. Water balance in infiltration pond (2000~2001)

Year	Storm Event	Volume(m ³)				Peak Flow(m ³ /sec)			Time to Peak(min)		
		inflow	outflow	Δ	%	inflow	outflow	%	inflow	outflow	Δ
2000	1	69.72	56.86	12.86	18	0.0039	0.0038	3	11 : 24	11 : 25	1
	2	23.27	18.46	4.81	21	0.0113	0.0097	14	07 : 20	07 : 21	1
	3	30.19	16.47	13.72	45	0.0059	0.0047	20	18 : 09	18 : 10	1
2001	1	24.11	-	24.11	100	0.0030	-	100	03 : 55	-	-
	2	5.19	-	5.19	100	0.00026	-	100	01 : 55	-	-
	3	18.60	3.45	15.15	81.5	0.0026	0.00134	48.5	20 : 36	20 : 36	0
	4	7.72	1.65	6.07	78.6	0.00437	0.00176	59.7	22 : 39	22 : 42	3
	5	41.61	27.25	14.36	34.5	0.01135	0.0089	21.6	02 : 24	02 : 24	0
	6	9.74	1.45	8.29	85.1	0.00545	0.00168	69.2	11 : 33	11 : 36	3
	7	17.52	0.74	16.78	95.8	0.00335	0.00080	76.1	16 : 36	16 : 39	3

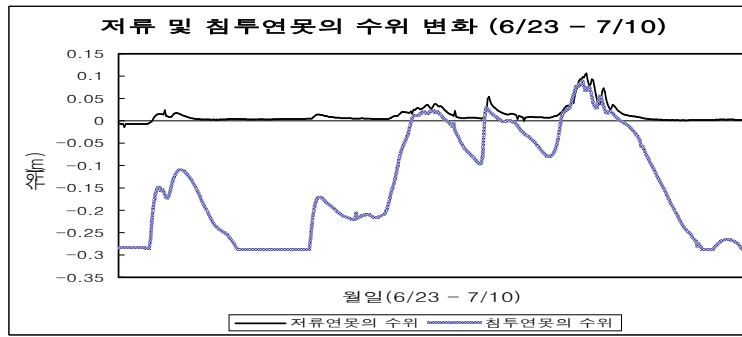


Figure 13. Water surface level variation in retention and infiltration pond (2001. 6. 23-7. 10)

침투량을 단순히 유입량에서 유출량을 뺀 값으로 산정하여 침투효과 및 저류효과를 분석하였다. 또한 침투연못에 저류된 양은 전부 침투된다고 가정하였다. 각 강우사상별로 유입량과 유출량을 표로 나타내면 Table 5와 같다.

Table 5에서 보는 바와 같이 전체 용적으로 볼 때 4.81m³ ~ 24.11m³의 우수를 저류침투시킨 것으로 나타났으며, 이는 평균적으로 49%의 저류 침투효과가 있는 것으로 볼 수 있다. 침투유량 면에서는 평균적으로 51.2%의 저감효과를 나타내고 침투발생시간의 경우는 유달시간이 매우 짧은 관계로 그 효과를 계량적으로 나타내기 어려우나 대개 1분~3분 정도 지체가 일어나는 것으로 볼 수 있다.

무강우시의 침투현상을 분석하여 침투율을 산정하기 위하여 Figure 13과 같이 저류 및 침투연못의 유입량 및 유출량에 대한 수위를 나타내었다. 이것을 통하여 일반적인 침투의 경향인 선행강우시 또는 선행침투에 따른 침투율의 저하현상을 알 수 있었으나 이를 계량화시키지는

못하였다. 향후 물수지분석 모델에 의한 침투량의 계량화 연구가 이루어져야 할 것이다.

4. 지하저류조의 재활용 능력 분석

침투연못을 월류하여 온 우수는 지하저류조로 유입되어 지하저류조를 채우게 되는데, 이러한 경우는 강우가 많이 오는 경우에만 실제적으로 발생된다. 이러한 지하저류조의 유입 현상은 강우사상별 저류 및 침투연못의 유출량 및 누가 유출량을 분석하여 구할 수 있다. 이를 위하여 수집된 강우사상 중 하나의 강우사상에 대한 유량 곡선 및 유량누가곡선을 나타내면 다음 Figure 14 및 Figure 15와 같다.

앞의 Figure 15에 나타낸 바와 같은 유량 누가 곡선에서 제일 아래 굵은 곡선의 누가량이 지하에 저류되는 양이다. 그리고 지하저류조의 용량인 10m³을 일단 채우게 되면 이 물을 재이용하여 물이 줄어들지 않으면 그 이후부터 계속 우수는 지하저류조를 통하지 않고 가설천으로 직접 방류된다. 연중 생태연못의 기능을 살릴 수

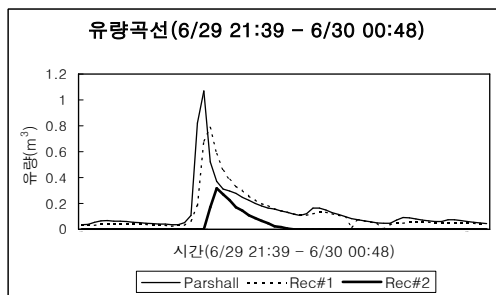


Figure 14. Discharge curve(2001. 6. 29 21 : 39)

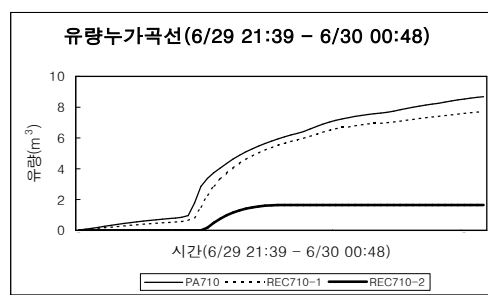


Figure 15. Cumulative discharge curve (2001. 6. 29 21 : 39)

있는 소요 수량이 얼마인가에 따라 지하저류조의 용량이 결정되고 그러한 경우에 지하저류조에 저류되는 우수의 재이용 능력을 분석할 수 있다. 이러한 재이용 능력은 또한 역으로 저류조의 용량에 대하여 검증하는 역할도 한다. 우선 금년에는 이 지하저류조에 가득하게 채워진 우수를 2회에 걸쳐 재이용하였고 아직 재이용할 수 있는 양이 남아 있으므로 재이용도는 현재까지는 높다고 판단할 수 있다.

5. 저류연못의 수질조사 및 분석

조성 후 1년 6개월이 지난 저류연못의 수질을 조사하였다. 조사결과는 다음 Table 6 및 Table 7과 같으며 이러한 수치는 저류연못의 수질이 대체적으로 양호한 것으로 판단할 수 있음을 나타내고 있다. 이는 우수 유입부의 필터층에 의한 정화효과와 갈수기를 지나 홍수기를 한 번 거친 결과라고 판단된다. 유입부 필터층의 정화효과 분석을 위하여 수질에 대한 지속적인 자료수집이 요구된다.

IV. 결 론

우수저류침투시스템을 이용한 재해방지 및 우수 재활용에 대한 실험연구를 통하여 우수의 저류 및 침투효과와 우수의 재활용 가능성을 분석하였다. 정량적인 분석을 위하여 현재까지 수집된 자료를 이용한 분석결과는 다음과 같다.

1. 저류연못을 이용한 저류효과는 홍수시 유출용적에 대하여 14%의 저감효과가 있고, 침투 유출량의 경우는 15%의 저감효과가 있었다. 이는 지금까지 많은 연구를 통하여 검증되어 오고 있지만 도심지 내에 설치할 작은 생태연못을 저류연못으로 활용하여도 그만큼 저류효과를 가져올 수 있다고 판단할 수 있다.

2. 저류연못에서의 증발산량을 조사한 결과 평균 5.0mm/day의 값을 나타내었고, 이는 지역의 기상청에서 발표된 평균 증발산량과 유사한 값을 나타내 저류연못 계획시 대상지역의 평균 증발산량을 사용할 수 있음을 알 수 있었다.

3. 침투연못을 통한 침투 및 저류효과를 분석

Table 6. Water quality of retention pond(2001.9.1.12 : 30-13 : 00)

Item Location	Temperature (°C)	pH	COD (mg/ℓ)	SS (mg/ℓ)	DO (mg/ℓ)	T-N (mg/ℓ)	T-P (mg/ℓ)	BOD (mg/ℓ)
A	26.6	8.21	6	8	5.2	0.54	no detected	5
B	26.3	8.21	6	9	5.2	0.52	"	5
C	25.9	8.30	6	9	5.4	0.41	"	5
Average	26.27	8.24	6.00	8.67	5.27	0.37	-	5.00

*Location : From upstream to downstream.

Table 7. Water quality of retention pond(2001.10.13. 13 : 15-14 : 00)

Item Location	Temperature (°C)	pH	COD (mg/ℓ)	SS (mg/ℓ)	DO (mg/ℓ)	T-N (mg/ℓ)	T-P (mg/ℓ)	BOD (mg/ℓ)
A	16.2	8.22	4	6	6.9	0.45	no detected	4
B	15.9	8.23	4	6	7.7	0.45	"	3
C	15.7	8.25	4	6	7.5	0.40	"	3
Average	15.93	8.23	4.00	6.00	7.37	0.33	-	3.33

*Location : From upstream to downstream.

한 결과를 보면 유출용적의 49%에 해당하는 양이 저류침투되었고 이와 함께 침투연못 내에서도 저류효과를 볼 수 있었다.

4. 자료가 수집되는 기간동안 지하저류조의 우수를 2회 재활용하였고, 활용 후에도 저류조에 우수가 상당량 저류되어 있어 지하저류조의 활용가능성은 매우 높은 것으로 판단된다.

향후 실험사업은 첫째, 계측시스템의 연속적인 운영을 통하여 정량적인 계측 자료를 수집축적할 필요가 있다. 계측자료의 수집축적에 있어 자료의 저장 및 전달방법에 대한 연구가 함께 이루어져야 할 것이다. 이러한 자료는 국내에서 많지 않은 자료로 향후 도시내 저류침투연못 설계 지침작성을 위하여 유용하게 사용될 것이다. 둘째, 축적된 자료를 활용하여 침투연못에서 물수지분석에 의한 침투량의 계량적인 효과검증연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다. 또한 지층구조별, 식물상별 침투효과에 대한 체계적인 연구도 이루어져야 할 것이다.

인 용 문 헌

김갑수 · 김영란. 1998. 우수유출 저감시설 기준 연구. 서울시정개발연구원 보고서.

김귀곤 · 김혜주 · 이재철 · 김종섭 · 장혜영 · 손삼기. 2000. 물순환 개선 및 생물다양성 증진을 위한 우수저류 및 침투연못 시스템에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 3(2), pp.53-65.

심재현 · 이재준 · 이정식. 1998. 방재조절지의 설계지침 개발(I). 국립방재연구소.

양해룡. 1990. 산본신도시 홍수조절지 설계. 대한토목학회지 38(6), pp. 3442.

윤여진 · 정상문. 1993. 지하유수지의 실험적 연구. 대한주택공사 연구보고서.

Böse, K. H. 1998. Regenwasser für Garten und Haus. Freiburg.

http : //waterfirst.snu.ac.kr

接受 2003年 7月 13日