團地計劃地區 洪水貯留池의 河川維持流量 供給方案 硏究

A Feasibility Study on Supplying Stream Minimum Flow Using Detention Storage in Developing Planned District

노재경*·박현구**[1)]

Jaekyoung Noh·Hyun-goo Park

Abstract

This study was accomplished to confirm the possibility of supplying stream minimum flow from detention storage which was determined to reduce peak flows of flood within developing planned district. The results analyzed was summarized as follows;

Firstly, Sin-gil district situated in Ansan city was selected, of which watershed area has 0.56㎢. And detention storage was determined to 5,370㎥ from analyzing flood volume by the SCS unit hydrograph method.

Secondly, using Visual Basic ver. 6.0, a detention storage water balance model was developed, in which simulation was based on conditioning storage inflow and outflow according to streamflow volume or rate state. And streamflow was simulated using the DAWAST model.

Thirdly, detention operation scenarios were consisted of the combinations with inflow referencing streamflow of 5mm/day, 10mm/day and outflow referencing streamflow of 1mm/day, 2mm/day. The developed detention storage water balance model was operated to simulate daily water storages of detention sized on flood by scenarios. Stream minimum flows were able to be supplied during 209 days to 237 days per a year, total volume of stream minimum flows supplied for this period was analyzed to reach 27 to 55% of yearly streamflow volume.

If inflow criteria of streamflows to detention was considered to be established on a theoretical condition, it is expected to supply stream minimum flows of 20 to 30% of yearly streamflow from stream to detention. Also to maximize function of supplying urban stream minimum flow from detention storages, sewage waters within developing planned district have to be treated and entered to detention inflow together with streamflows to enrich function of detention planned to reduce flood volumes.

Key words: Detention storage, Stream minimum flow, Water balance model

1. 서 론

1996년 7월부터 30만㎡ 이상의 개발사업에는 재해영향평가를 받아야 하며, 개발에 따른 유출총량의 증가와 첨두유출량 증가를 사업지구내에서 전량 처리할 수 있는 방안을 사업계획에 포함하여야 한다. 또한 금년 7월부터 자연재해대책법을 시행할 예정이며, 이에 따르면 규모에 상관없이 모든 사업이 재해영향평가 대상이 된다.

개발사업에 의한 영향이 사업지구내에서 처리되기 위해서는 개발사업에 따른 유출의 시간 변화를 정확하게 분석하고, 이를 기초하여 하류부에 유하되는 유출량이 개발이전 상태를 유지할 수

1) * 정회원· 충남대 지역환경토목공학과 교수· E-mail: jknoh@cnu.ac.kr

** 정회원· 삼안기술공사 도시계획부 사원· E-mail: park5329@naver.com

있도록 유량조절 수공구조물의 설치가 불가피하다.

안산신길지구(대한주택공사, 2004), 발안산업단지(한국토지공사, 2001), 용인죽전지구(한국토지공사, 1999) 등 대부분 개발계획지구에서는 개발에 따른 홍수량 증가량을 홍수 저류지를 설치하여 처리하는 것으로 설계하고 있다.

홍수 저류지는 개발지구내에 위치하여 향후 도심부가 되지만 홍수기중 극히 일부 기간에만 활용되고 대부분 기간은 유휴지가 된다. 따라서 나머지 기간에도 활용성을 높일 필요가 절실히 요구된다.

현재 각 도시마다 자연하천 생태공원화 사업을 추진하고 있으며, 하수의 차집으로 인한 건천화로 하천유량이 부족한 것이 가장 큰 문제로 지적되고 있다.

개발계획지구에 의무적으로 설치하는 홍수저류지를 활용하여 평갈수기에 도시하천에 유지유량을 공급하고 도심 녹지생태 공간으로 겸용하는 계획을 수립한다면 토지 효용가치가 증가될 것이고 도시 삶의 질 향상을 가져올 것으로 기대된다.

관행적으로 홍수 저류지 기능만을 고려하여 설계하는 것을 하천유지유량 공급 기능을 함께 고려하여 설계할 수 있도록 수량과 수질을 고려한 논리 정립과, 이를 분석할 수 있는 도구 개발이 필요한 실정이다.

행정자치부·국립방재연구소(2002)는 '재해영향평가 대상 저감시설 설치기준 개발'에서 홍수량 저감시설 설계를 위한 국내외 기준을 검토하고, 저류지 설계기법 및 하류단 영향분석 기법, 저감시설 설계를 위한 홍수추적기법 비교분석, 일본의 저감시설의 다목적 활용을 위한 지침을 정리하였다.

행정자치부·국립방재연구소(2002)는 '우수유출저감시설 설치기법 연구(V)'에서 시범사업을 통한 침투통의 치수효과 분석 및 정량화 분석, 시범사업의 유지관리 현황 파악, 문제점 분석 및 개선방안 도출, 1999년~2002년 침투통 시범사업의 계측자료 전산 D/B화, 우수유출저감시설의 관련법령 분석 및 개정(안) 제시, 저류시설 설치기준(안) 제시 등을 하였다.

노 등(1993)은 임해공단 조성에 있어 홍수시 조위와 내수위를 고려하여 유수지 규모를 결정할 수 있도록 물수지 모형을 개발하여 아산공단 포승지구에 적용하여 유수지 규모를 결정하였다.

노 등(1993)은 도시하천의 유지용수를 공급하기 위해 저수지를 건설할 경우, 적정 저수지 규모를 결정할 수 있도록 저수지 일별 물수지 모형을 개발하였으며, 대전천에 적용하여 한밭댐과 소호댐 2개소 저수지 규모를 결정하였고, 결정된 규모의 저수지로 인한 하천유지용수 공급효과와 홍수조절효과를 분석하였다.

노 등(1993)은 대전직할시 3대 하천의 유황을 분석하고, 3대 하천 유역내에 수자원을 확보할 수 있는 저수지 건설 적지를 조사·분석하여 수자원의 보유량을 파악하고, 3대 하천의 유지용수를 공급하는 방안을 검토하였다.

노 등(1994)은 대전 구도심을 흐르고 있는 대동천에 대해 차집관거 설치로 갈수기에 물이 거의 흐르지 않고 있는 실정을 감안하여 하천유지용수 공급을 위한 저수지 일별 물수지 분석을 실시함으로써 사용이 중지된 인근의 세천저수지 용수를 이용하는 방안을 제안하였다.

Azzellino and Vismara(2001)은 부등류의 불규칙 수로를 갖는 급경사 지류하천에서 서식처 하천유지유량 증가 방법(IFIM-PHABASIM)을 사용하는데 문제점을 제시하였다. 어류서식처 변화를 모의하는데 1차원 수리모델에 의해 하천유지유량을 구하는 것은 문제가 있으며 하천형상이 주요 역할을 한다고 하였다. 수문에 기반한 연못수질지수(PQI)를 제시하여 급경사 하천의 유지유량 평가 방법의 대안을 제시하였다.

Shiau and Wu(2004)는 변이접근범위(RVA)에 기반한 위어의 유량변화와 하천유지유량 방류량의 조합을 결정하는 방법을 제시하였다. RVA는 자연수문변화를 최소화시키는 방향으로 설계되어 생태영

향을 최소화 시킨다고 하였다. 수문변화지수(IHA)에 따라 하천관리목표를 설정하였으며, 등가원을 중첩하여 3개의 수문변화영역을 구성하였다. 이 방법은 용수공급과 환경보호를 통합하여 수자원을 관리하는 방법이라고 하였다.

본 연구의 목적은 개발지구에 설치되는 홍수저류지로부터 도시하천 유지유량 공급 가능성을 분석하기 위해 저류량 변화 모델을 구축하고 개발지구에 적용하여 시나리오별로 하천유지유량 공급량, 공급일수 등을 분석하는데 있다.

2. 저류지 저류량 변화 모델

2.1 모델 구축

도시의 단지계획지구에 설치되는 홍수량 저감을 위한 저류지는 기본적으로 홍수시 첨두부의 홍수량을 일시 저류시키기 위한 것이다. 그러나 도시에 설치된 저류지로부터 그림 1과 같이 평갈수기에 일정량씩 하천에 방류하면 건천화된 도시하천에 수량이 늘어나 생태하천으로 가꿀 수 있다. 또한 저류지는 수생식물을 가꿔 수질정화의 효과를 거둘 수도 있다.

저류지로부터 하천유지유량의 양과 공급기간을 분석하기 위해서는 저류량 변화 모의가 필요하며, 저류량은 식 (1)과 같이 변한다.

$$S(t+1) = S(t) + I(t) - O(t) - E(t) \quad (1)$$

식에서 S는 저류지 저류량, I는 저류지 유입량, O는 저류지 방류량, E는 저류지 수면 증발량이며, t는 시간을 나타내는 첨자로 일이다. 저류지 유입량은 홍수기 첨두유량만을 유입시키는 것이 아니라 하천 유출량이 일정량에 달하면 일정량 이상을 유입하는 것으로 하여야 한다. 또한 방류량은 매일 방류하는 것이 아니고 하천유량이 일정량 이하로 고갈되었을 기간만 하천유지유량을 공급하는 것으로 하여야 한다. 저류지 규모 작기 때문에 이와 같이 운영을 하여야 한다.

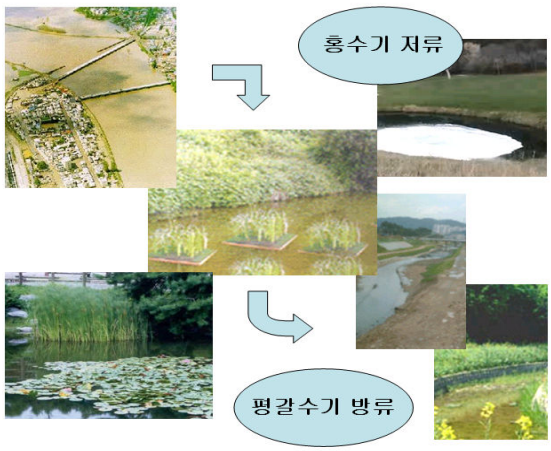

그림 1. 홍수저류지로부터 하천유지유량 공급 개념

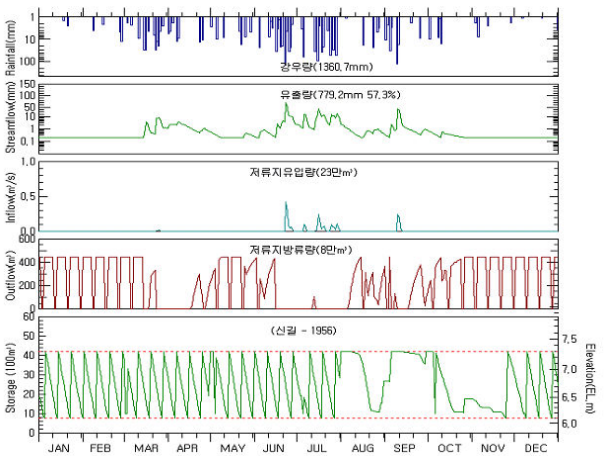

그림 2. 구축 모델에 의한 하천유지유량 공급량, 공급일수 분석 예(1년)

저류지를 운영하는데 가장 중요한 요소는 하천유량이다. 하천유량에 따라 저류지 유입량, 방류량이 결정되기 때문이다.

하천유량은 일별로 모의하여 활용하며, DAWAST 모형(노, 2001)을 선택하여 일별 하천유출량을 모의한다. 모형의 매개변수는 토지이용에 따라 결정하여 사용한다.

2.2 모델 운영 기준

홍수저류지는 평상시 유입량이 없기 때문에 하천유량이 많을 때 인위적으로 저류지에 유입시키고 하천유량이 부족할 때 방류하도록 운영하여야 한다. 하천유지유량은 다양한 기준이 있으며, 유출심을 기준하여 하천유량을 저류지로 유입시키는 한계 유량, 저류지로부터 하천으로 방류하는 한계 유량을 임의로 정하여 모델을 운영할 수 있도록 프로그램하였다.

3. 모델 적용

3.1 대상 지구

안산 신길지구 택지개발사업지구를 대상지구로 선정하였다. 그림 3은 대상지구의 토지이용 현황이며, 중앙의 무명산(EL.45m)을 제외하고 표고 EL.20m 이내의 농경지가 대부분이다. 전체 유역면적은 81ha이며, 이 중 논 32.6%, 밭 41.2%, 구릉지 2.5%, 산지 11.4%, 도로 5.7%, 기타 6.6%이다. 그림 4는 홍수분석을 하여 결정한 저류지 규모이며, 총저류량 5,370㎥, 바닥표고 EL.5.81m, 홍수위 EL.7.30m, 제방고 EL.7.90m이다.

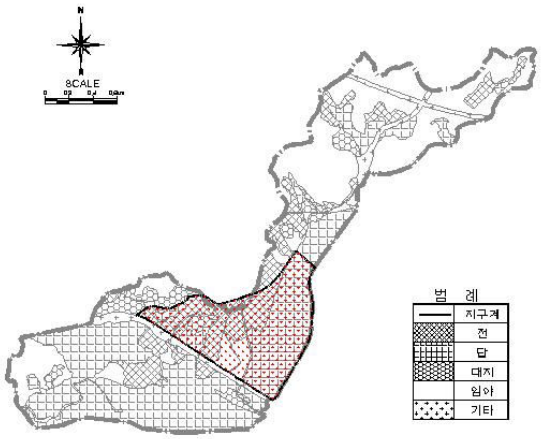

그림 3. 대상 지구

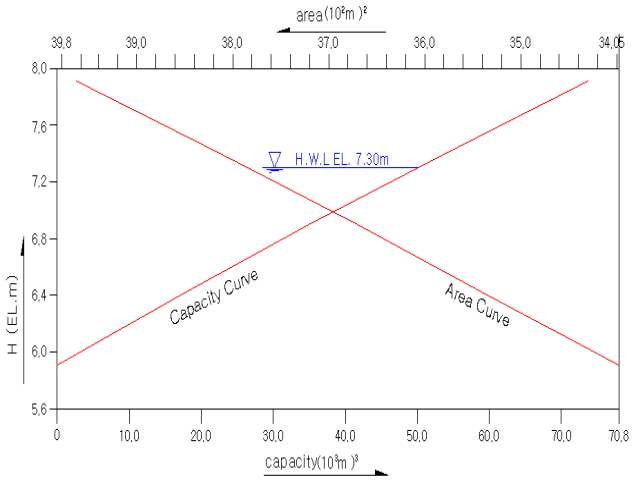

그림 4. 설계된 홍수저류지 규모

3.2 적용 결과

저류지 운영의 상한 및 하한 수위는 각각 EL.7.3m, EL.6.1m로 정하고, 유입 및 방류 결정을 위한 하천의 한계유량 조합에 따라 시나리오를 설정하여 적용하였다. 단순하게 하기 위해 유입 한계

유량은 유출심으로 5mm/일, 10mm/일 2가지로, 방류 한계유량은 유출심으로 1mm/일, 2mm/일 2가지로 하여 이들 조합을 시나리오로 설정하였다.

설정된 시나리오별로 1952년부터 2004년까지 인근 인천기상청의 기상자료를 이용하여 일 유출모의를 하였고, 일별로 저류지 저류량 변화를 모의하여 분석하였으며 종합하면 표 1과 같다.

전기간 연평균하면 연강우량 1177.1mm, 연유출량 32.7만㎥ , 연유출률 47.8%, 연 저류지 유입량 11.0~15.5만㎥, 연 저류지 방류량 9.0~17.9만㎥으로 분석되었고, 공급량은 유효저류량의 26~52배 정도로 나타났다. 이를 해석하면 저류지 유입량은 유출량의 34~47%에, 저류지 방류량은 유출량의 27~55%에 이르는 것으로 분석되었다. 즉 홍수저감용 저류지를 활용하여 하천유지유량을 연유출량의 27~55%를 공급할 수 있다고 말할 수 있다.

그러나 하천수를 저류지로 유입하는 조건을 이상적으로 설정한 것을 감안하면 하천유지유량을 연유출량의 20~30% 정도는 공급가능하다고 할 수 있다.

표 1. 신길지구 홍수저류지의 하천유지유량 공급분석 결과

시나리오	강우량 (mm)	유출량 (mm)	유출률 (%)	유입량 (만㎥)	유입일수 (일)	유지유량 (만㎥)	공급일수 (일)	공급율 (%)
Ⅰ	1177.1	584.5	47.8	15.5	21	9.0	237	2608.8
Ⅱ	1177.1	584.5	47.8	15.4	21	17.9	210	5180.0
Ⅲ	1177.1	584.5	47.8	11.1	13	9.0	237	2605.9
Ⅳ	1177.1	584.5	47.8	11.0	13	17.8	209	5167.2

4. 결 론

이 지구의 유황분석 결과 고수량은 0.71mm/일에 불과하며 본 연구에서 하천유지유량 공급 기준으로 설정한 1mm/일, 2mm/일의 유량은 매우 큰 값으로 홍수저류지를 이용하여 하천유지유량을 공급할 수 있는 가능성을 확인하였다. 부수적으로 저류지의 수질정화, 주변 환경 개선 및 경관유지 등에 관한 연구를 병행하여 홍수저류지의 생태활용 가치를 제고시킬 필요가 높다고 본다.

참 고 문 헌

1. 행정자치부·국립방재연구소, 2002, 우수유출저감시설 설치기법 연구(V).
2. 행정자치부·국립방재연구소, 2002, 재해영향평가 대상 저감시설 설치기준 개발.
3. 노재경, 2003, 용수 수요를 고려한 DAWAST 모형의 적용성 평가, 한국수자원학회지 Vol. 36, No. 6, pp.1095-1105.
4. 노재경·김태철, 1993, 임해공단 조성의 유수지 규모 결정 모형, '93한국농공학회 학술발표대회
5. 박현구, 2005, 단지계획지구 홍수저류지의 하천유지유량 공급 방안 연구, 충남대학교 석사학위논문.
6. Azzellino, A. and R. Vismara, 2001, Pool Quality Index: New Method to Define Minimum Flow Requirements of High-Gradient, Low-Order Streams, *Journal of Environmental Engineering*, Vol. 127, No. 11, pp. 1003-1013.