

우수저류시설의 설치로 돌발성 집중강우에 대비해야

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| ■ 돌발성 집중강우에 대한 홍수대응책 필요 | ■ 집중강우 대응시설로서 우수저류(雨水貯留) |
| ■ 홍수피해 발생 및 증가 원인 | 시설의 경제적 효과 |
| ■ 과거 20년간 서울시의 홍수피해 현황 | ■ 우수저류시설의 효율적 설치방안 |

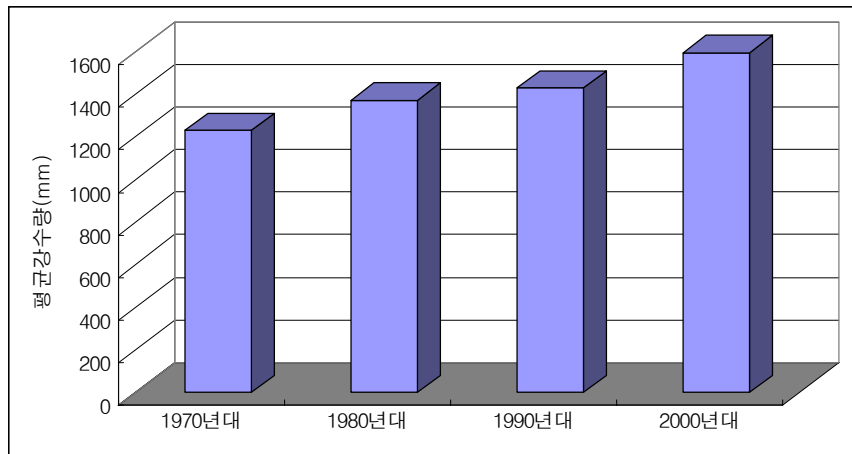
돌발성 집중강우에 대한 홍수대응책 필요

- 돌발성 집중강우의 발생을 증가에 따른 침수피해의 위험 가중
 - 서울시는 도시화가 진행되면서 강우시 우수유출량이 증가되어 홍수도달시간이 짧아지고 있을 뿐만 아니라, 기상이변으로 인한 집중강우 발생률이 증가하고 있어 침수피해 위험이 가중되고 있음.
 - 침수피해는 과거 20년간 대홍수에 의하여 하천변과 저지대를 중심으로 빈번하게 발생하였음. 침수는 우수배제 정비수준을 초과하는 돌발성 집중강우가 주요 원인임. 집중강우로 인해 우수유출량이 증가하면 저지대의 하수관거 병목지점에서 우수가 원활하게 배제되지 못하고 지체되면서 인근지역에 침수피해가 발생하게 됨.
- 우수배제를 중심으로 하는 기존 침수방지대책의 한계성
 - 침수피해를 줄이기 위해 우수배제시설의 용량을 증대시키는 것은 방류하천의 통수능만 충분하면 가장 적극적이고 확실한 방법임. 그러나 하수관거보급이 완료된 지역에서 우수관거의 배제용량을 전체적으로 증가시키는 방법은 재정적·시간적으로 어렵고 비경제적이 될 가능성이 큼. 또한 하천주변이 고밀도로 개발되어 있어 하천통수단면을 확보할 수 없는 상황임.
 - 이에 비해 도시내에 우수저류시설을 설치하는 방안은 기존의 우수배제시설을 유지하면서 지역이 가지고 있는 배제능력을 초과하여 발생하는 강우를 저류시켜 대처할 수 있게 하므로 이미 개발이 완료된 도시유역에 적절하게 적용할 수 있음.

- 우수저류시설 설치에 의한 침수피해 저감대책 마련 필요
 - 서울시가 돌발성 집중강우에 의한 도시형침수를 최대한 줄여 시민의 인명과 재산을 보호하기 위해서는, 지역 유효공간에 우수저류시설을 설치하고 하수관거의 배제능력을 초과하여 발생하는 우수를 신속하게 저류시켜 우수유출량을 줄이는 방향으로 침수저감대책이 마련되어야 함.

홍수피해 발생 및 증가 원인

- 집중강우 발생률 증가
 - 서울시 연평균강우량은 1970년대에 1,231.5mm/년에서 2000년대에는 1,595.3mm/년으로, 30년 동안에 30%정도가 증가한 것으로 나타남. 특히 1990년대 후반에 수차례의 집중강우가 발생하여 평균강우량이 현저히 증가하였음.



[그림 1] 1970년대~2000년대의 서울시 연대별 연평균 강우량의 변화추이

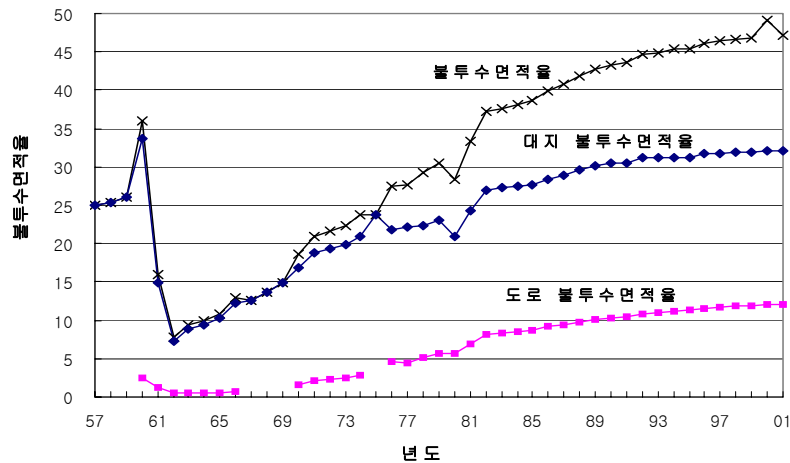
- 서울시의 경우, 집중강우를 나타내는 50mm/일 이상의 강우일수가 1970년대에는 연중 5일에서 2000년대에는 8일로, 집중강우 발생이 증가하는 추세에 있음. 특히 집중강우가 6, 7, 8월에 집중하고 있어 홍수의 침수피해 잠재성이 급격하게 높아지고 있는 상태로서, 돌발성 집중강우의 증가양상에 적절하게 대처할 수 있는 침수방지대책이 시급히 마련될 필요가 있음.

<표 1> 1970년대~2000년대의 서울시 연대별 집중강우 발생빈도 변화

구 분	평균강우량 (mm/년)	50mm이상의 연평균 강우일수 (일/년)	10mm이하의 연평균 강우일수 (일/년)
1970년대	1231.5	5	79
1980년대	1371.7	7	77
1990년대	1429.6	7	78
2000년대	1595.3	8	76

○ 불투수면 증가에 의한 우수유출량 증가

- 도시화되기 전에는 우수가 대부분 땅속으로 침투되었지만 현재 지표면이 아스팔트와 같은 불투수면으로 포장되면서, 우수배제 정비수준을 초과하는 돌발성 집중호우 시에 우수는 대부분 지표면으로 흘러 저지대로 일시에 유입되어 침수피해를 일으키고 있음.
- 서울시의 총면적 605.5km² 중 불투수면적률은 1962년에 7.8%에 불과하였으나 1960년대 후반 개발이 본격화되면서 1970년에는 18.6%로 증가하였으며, 그 후에도 꾸준히 증가하여 1982년에 37.2%가 되었고 2001년 현재에는 47.1%를 나타내고 있음.



[그림 2] 서울시 연도별 불투수면적률, 대지불투수면적 및 도로불투수면적률의 변화

- 서울시에서 산림이 차지하는 면적은 25.4%이며 대부분 외곽지역에 위치하고 있어 실질적으로 시가화지역은 거의 불투수면으로 되어있다고 할 수 있음.

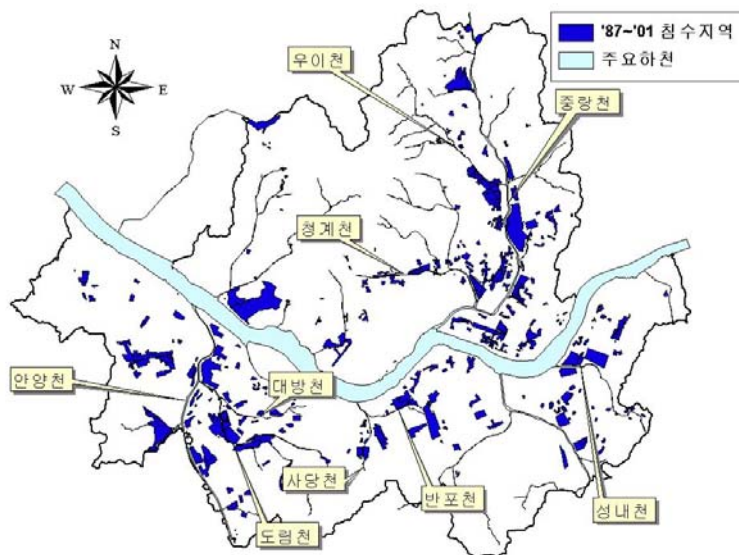
과거 20년간 서울시의 홍수피해 현황

○ 홍수에 의해 발생한 침수피해액

- 1980~2001년 사이에 서울시에서 발생한 홍수피해의 규모를 살펴보면, 재산피해액은 '98년도가 514억원으로 가장 많았고, 2위는 2001년의 219억원이며, 3위는 '84년의 203억원으로 나타남. 사망자수는 '84년도가 41명으로 가장 많고, 두 번째는 2001년도의 40명이며, 세 번째는 '87년도의 39명인 것으로 조사됨. 또한 건물침수피해동수는 1위가 2001년의 94,375동, 2위는 '98년의 40,386동, 3위는 '84년의 34,964동으로서 2001년 7월의 홍수피해규모가 가장 크게 나타남.
- 2001년 7월 홍수로 인한 서울시의 재산피해액 중에서 187억원은 공공시설의 피해액이며 32억원은 사유시설의 피해액이었음. 이 당시 서울시 홍수피해복구비는 약 1,361억원으로서 우리나라 전체 복구비의 7.3%를 차지하였음.

○ 홍수피해 지역 현황

- 서울시의 경우 과거 20년간 특히 1987, 1990, 1998, 2001년 4회의 큰 홍수시에, 중랑천(우이천, 청계천), 안양천(도림천, 대방천), 반포천, 성내천 주변을 중심으로 침수피해가 발생하였고, 하천을 중심으로 발생한 침수는 하천변 저지대에 집중적으로 피해를 입혔음.



[그림 3] 서울시 1987년, 1990년, 1998년, 2001년에 발생한 침수지역 현황

- 침수는 우수배제정비수준을 크게 상회하는 강우가 주요 원인이지만, 도시화에 따른 불투수율의 증가 및 자연저류공간의 감소 등에 의하여 우수유출량이 증가한 것과 저지대인 지형적 조건, 배수계통의 불량과 함께 복개하천, 도로에서 우수가 원활하게 배제되지 못하였기 때문에 발생하였음.

집중강우 대응시설로서 우수저류시설의 경제적 효과

○ 경제성 분석의 필요성¹⁾

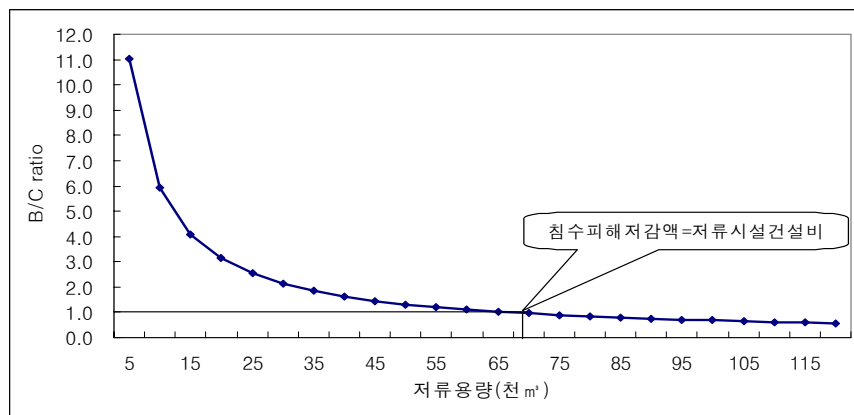
- 우수저류시설의 도입은 기존의 하수관거를 통한 우수의 배제방식과는 다른 사업이며 설치 필요성에 대한 인식이 낮은 상황이므로, 우수저류시설의 설치가 시민에게 주는 비용·편익을 정량적으로 제시하여 사업의 타당성을 확보하고 시민의 이해를 얻을 필요가 있음.

○ 우수저류시설의 경제성 분석

- 우수저류시설의 도입측면에서 설치의 타당성 및 적정성은 경제성분석으로 판단할 수 있음. 경제성분석에서 편익은 서울시 침수지역의 침수피해액, 복구비, 간접피해액으로 하고, 비용은 건설비로 하였으며, 비용-편익분석을 통해 경제적 효과가 있는 우수저류시설의 적정규모를 산정하였음.
- 우수저류시설의 설치를 통해 얻어질 수 있는 편익은 크게 홍수조절능력 향상에 따른 침수 피해감소와 사업실시에 따른 사회·경제적 편익을 들 수 있음. 여기서는 확인가능한 직접적인 침수피해부분인 피해액 및 복구비와 같은 금전가치와 간접피해액을 편익으로 보았음. 간접피해액은 기존 연구에서 제시되어 있는 직접피해액에 대한 간접피해액 비율을 적용하여 산정하였음.
- 우수저류시설의 내구연한은 지방공기업법시행규칙의 유형자산상각내용연수에서 제시하고 있는 40년을 적용하고 이를 근거로 과거 20년 동안에 대규모 침수피해가 5회 발생한 것을 고려하여 우수저류시설 설치로 인한 침수저감회수를 10회로 보았음. 침수피해 1개소에서 1회의 편익이 2,172백만원이므로 침수피해저감회수 10회에 대해 총 217억원/회·개소 (2004년 기준)의 편익이 발생하는 것으로 분석됨.

1) 공공사업은 사업의 타당성과 효용성이 제시되어야 함. 시민의 안전과 생활향상을 위한 사업이라도 경제성과 효용성이 떨어지는 사업이 되면 계획의 타당성이 상실될 수 있음.

- 우수저류시설의 비용인 건설비는 용량별로 산정할 경우, 10,000m³의 경우 36억원이 소요되며 50,000m³은 164억원이고 100,000m³으로 건설하면 321억원이 소요됨.
- 우수저류시설은 B/C ratio가 1이상이 되는 저류용량이 경제적인 효과가 있는 규모가 되며 66,500m³이하인 것으로 분석됨([그림 4] 참조). 그러므로 침수지역의 피해액과 복구비, 교통지체의 간접비, 건설비 등을 고려할 때 침수지역에 우수저류시설을 66,500m³ 규모 이하로 설치하는 것이 경제적 효과가 있음.



[그림 4] 우수저류시설 용량에 따른 B/C ratio 변화

- 경제적 측면에서 저류용량이 66,500m³을 초과하는 용량은 다른 침수방지대책이 강구되어야 하지만, 침수피해저감으로 얻어지는 침수지역 주민들의 생활안전성 등의 간접적 측면을 고려하면 우수저류시설의 경제적 규모는 더 클 것으로 보임.
- 우수저류시설의 침수피해지역 해소효과
 - 서울시의 침수지역 중에서 관거통수능부족에 의하여 발생한 침수지역에 저류규모가 9,460~106,210m³인 우수저류시설을 설치하면 침수피해를 상당히 저감할 수 있는 것으로 나타남. 일부 몇 개 침수지역을 제외하면 저류규모가 경제성 판단기준인 66,500m³보다 적어 침수지역에서 우수저류시설의 설치에 경제적 효과가 충분히 있음.

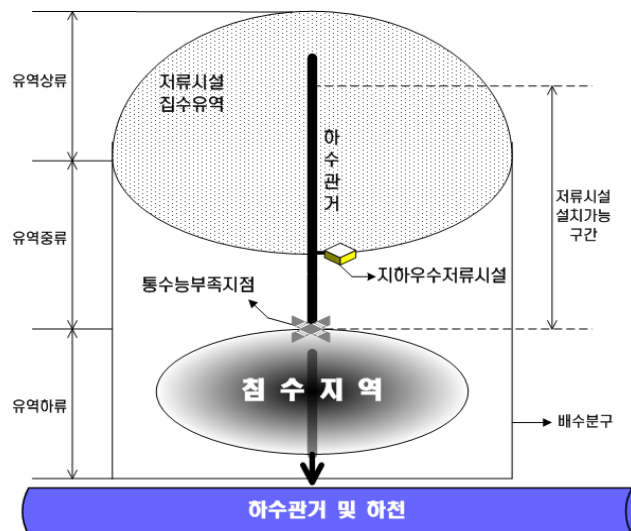
우수저류시설의 효율적 설치 방안

○ 설치근거 및 관련법 개정 필요

- 서울시가 돌발성 집중강우에 대응하여 침수피해를 저감하기 위해서는 우선적으로 ① 우수저류시설이 지역적 침수를 해소시킬 수 있는 도시기반시설이라는 인식을 확산시키고, ② 행정의 입장에서 우수저류시설의 설치를 위한 법적근거와 기준을 적극적으로 마련하여 우수저류시설을 설치·보급할 수 있는 여건을 조성하여야 함.
- 도시기반시설 및 공공시설을 침수방지시설인 우수저류시설의 설치공간으로 겸용하여 활용할 수 있도록 도시관련법이 개정되어야 함

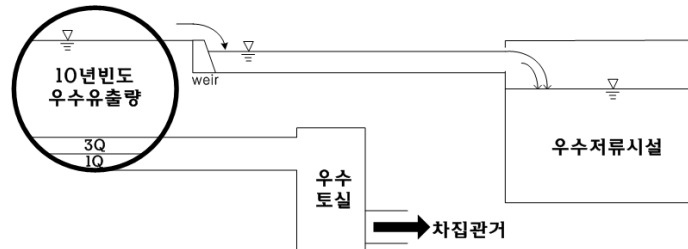
○ 우수저류시설의 설치 방법

- 우수저류시설은 지역의 중요도, 경제성과 함께 배수구역의 강우양상 및 유출특성 등의 여건을 고려하여 침수피해를 신속하게 해소시킬 수 있는 방향으로 설치되어야 함. 또 침수지역을 포함하는 배수유역을 대상으로 적용하고, 기존 하수관거시스템을 유지하면서 하수관거 통수능을 초과하는 우수량은 가능한 우수저류시설로 대응하도록 함.
- 우수저류시설과 연결하여 설치할 수 있는 하수관거 구간은 하수관거 통수능 부족지점의 상하류부내에서 우수유입량이 통수능 부족량보다 큰 관거구간이 해당되며 관거와 직접 연결하는 등으로 일체화시켜 설치함.



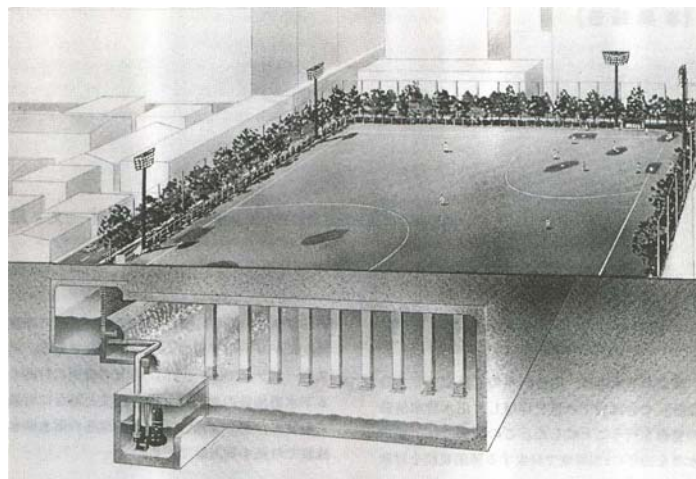
[그림 5] 하수배수구역에서의 우수저류시설 설치 개념도

- 우수저류시설은 하수관거와 연결하여 설치하며 집중강우에 대응가능한 계획강우에 대해 하수관 통수능을 초과하여 발생하는 우수량을 신속하게 저류할 수 있는 구조이어야 함.



[그림 6] 하수관거와 우수저류시설의 연결 개념도

- 서울시는 개발이 완료되어 여유공간을 확보하기 어려우므로 우수저류시설을 대규모로 설치할 경우에는 [그림 7] 에서와 같이 학교운동장, 공원 등의 지하에 설치하는 방안을 강구할 수 있음. 우수저류시설을 대규모로 설치하기 어려운 지역에서는 가능한 공간에 소규모로 설치하는 방안이 강구되어야 함.
- 특히 저류된 우수가 깨끗한 경우에는 지역의 지하수를 함양하고 하천이 건천화되지 않도록 하기 위해, 우수저수시설이 우수를 저류하는 동시에 땅속으로 스며들게 하는 침투기능을 가진 시설로 설치되어야 함.



[그림 7] 우수저류지 모식도

김영란 | 서울시정개발연구원 연구위원
02-2149-1159
yrkim@sdi.re.kr