도시침수 피해방지를 위한 도시 내배수 통합관리시스템의 필요성

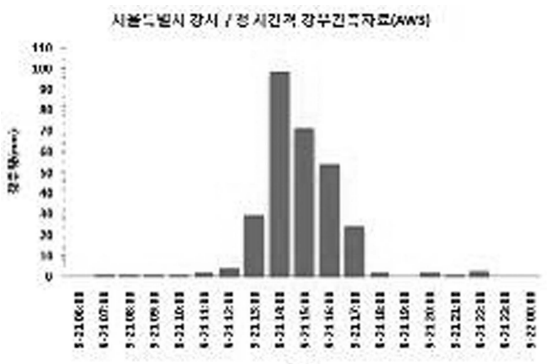
박 정 훈
고려대학교 건축사회 환경공학과 박사수료
pchydro@korea.ac.kr

유 도 근
고려대학교 건축사회 환경공학과 박사과정
goddjhr425@korea.ac.kr

김 중 훈
고려대학교 건축사회 환경공학부 교수
jaykim@korea.ac.kr

1. 서론

최근 국지성 집중호우로 인한 홍수피해가 급증하고 있으며, 특히 도시의 침수위험성은 더욱 커지고 있다. 2010년 9월 21일 서울 및 경기 지방에는 시간당 최고 98.5mm(서울 강서구청 AWS 관측자료; 〈그림 1〉 참조)의 기습호우가 발생하여 서울 강서구와 양천구 일대 등에 큰 침수 피해를 가져왔으며, 중앙재난 안전대책본부의 발표에 따르면 이번 폭우로 전국 15,400여 가구가 침수 피해를 입었으며 11,900여명의 이재민이 발생한 것으로 집계하였다. 이에 따라 2010년 10월 현재 서울시는 강서구와 양천구 일대 등에 빗물펌프장 증설 및 우수처리 용량 증대 계획을 검토중이다.



〈그림 1〉 2010년 9월 21일 집중호우(강서구청 AWS)

심재현 등 (2006)에 따르면, 도시 내 상습수해지구의 피해원인 중 내수침수가 전체의 73%를 차지한다고 제시하였다. 이는 도시유역의 내수배제에 큰 역할을 담당하고 있는 빗물펌프장의 효과적인 펌프 운영 방안 및 내배수시스템의 통합적인 운영방안이 더욱 필요한 시기임을 말해준다.

2. 도시내배수 침수 원인 및 사례(「2001년 수해백서」)

본 기사에서는 2010년 9월 21일의 서울 경기지방 집중호우로 인한 피해 및 침수원인이 아직 정확히 집계 및 분석이 이루어지지 않은 관계로 2001년 7월 15일에 발생한 집중호우로 인한 침수피해사례(「2001 수해백서」; 서울특별시, 수자원학회)를 예로 들어 도시지역의 내배수 침수원인을 살펴보고자 한다.

서울 기상청 자료에 의하면 2001년 7월 15일 2시 10분에서 3시 10분까지 1시간 최다강수량은 99.5mm로서 2001년 기준 37년만의 폭우였으며 이는 기상관측이래 1시간 강우기준으로 기상관측이래 3위에 해당되며 7월강우로서는 1시간 최대값을 갱신하는 규모였다(「2001 수해백서」; 서울특별시, 수자원학회).

당시의 침수원인을 살펴보면 주로 하천연안 저지대의 배수불량으로 인한 주택침수가 컸으며 계획강우를 크게 초과한 집중호우로 하수관거의 통수능 초과와 유입되지 못한 우수가 하류부의 저지대로 지면을 통하여 집중됨으로써 특히 반지하층의 거주시민들이 큰 피해를 겪은 것이 특징이며 이는 금회 2010년 9월에 발생한 집중호우로 인한 피해원인과 유사한 사례라고 할 수 있다. 따라서 서울시에서는 「2001 수해백서」의 발간을 통하여 홍수경감을 위한 12개 항의 각종 대책과 관련주요자료들을 동 보고서에서 제시하여 서울시의 수방정책 및 활동에 활용될 수 있도록 하였다.

한편 동 보고서에서는 설계기준에 대한 재검토 및 수해취약지의 하천 및 하수도 시설물 보완정비, 우수유출 저감시설 확충, 홍수예경보시스템의 보완 및 펌프장 화상감시시스템 설치 등을 주요 검토사항으로 제시하였다. 이러한 침수방지 대책은 최근 급증하고 있는 게릴라성 폭우에 대비하기위한 기본적인 대응 방안으로써 필수적이라고 할 수 있다. 서울시에서는 2009년 12월 2일 보도자료를 통하여 2011년까지 사업지 3,596억원을 투입해 침수가능성이 큰 저지대 빗물펌프장 41곳의 시설을 3단계로 나누어 증설할 계획이라고 발표한 바 있다.

그러나 각종 제약사항(예산 확보, 공사가능 기간, 지역별 관거시스템의 특성 등)으로 인하여 각각의 사업이 분리되어 발주되고 진행됨에 따라 각종 대책(펌프장 증설, 저류조 설치, 관거 증설)에 따른 효과를 큰 틀에서 고려하여 효율적으로 추진하지 못하는 점은 아쉬움으로 남는다. 일부 침수피해 사례(2001년 뚝섬, 휘경 배수구역)에서도 확인할 수 있듯이 관거 통수능에 문제가 없음에도 불구하고 집중호우로 인해 미처 우수가 배수로로 유입되지 못하고 표면유출로 인하여 저지대 침수가 발생하였듯이 각 지역별 특성을 고려하여 도시내배수 시스템의 통합분석이 필요하다.

3. 도시내배수 시스템의 통합 분석 및 침수방지 대책 수립

기존 사례에서도 알 수 있다시피 도시지역에서의 집중호우로 인한 홍수피해는 내수배재 불량에 의한 반지하 시설의 침수피해가 주를 이루고 있다. 이러한 침수 피해를 방지하기 위하여 우수배제 관로의 설계빈도 상향과 강제배수시설(펌프장)의 증설 등이 대안으로 제시될 수 있으나 기존 우수관거시설의 개선은 큰 비용이 소요됨과 동시에 도심지내 관거공사는 교통흐름 방해 및 각종 기존시설과의 충돌로 인하여 공사 시행에 어려움이 크다. 이에 비하여 펌프장의 증설은 비용측면에서는 우수관거 시설과 마찬가지로 큰 비용이 드는 것은 마찬가지이지만 시설부지가 확보될 경우 시공측면에서는 큰 어려움 없이 진행이 가능하다. 따라서 하수도정비 기본계획 및 각종 BTL사업 등을 통하여 내수침수 방지를 위한 펌프장의 설계빈도 상향 계획을 수립하고 추진하고 있다.

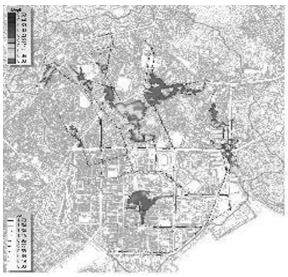
그러나 펌프장의 용량을 증대한다하더라고 정작 펌프장으로 우수가 원활히 유입되지 않을 경우 펌프를 가동하기전 이미 배수유역에서 내수배제 불량으로 인한 침수가

발생하게 되어 펌프장 증설이 유명무실하게 된다. 실제로 기존의 펌프장 설계는 배수유역 전체에 설계빈도 강우를 적용하여 해당 강우로 인한 유출수문곡선을 펌프장의 유입수문곡선으로 그대로 채택하는 강우-유출해석 기법(RRL모형, 합리식 등)을 주로 채택하거나 임의로 유입관로의 크기를 크게 설정하여 해석하는 방식을 선택하고 있다. 이러한 방식은 실제 해당유역의 유출량을 추정할 수 있다는 점에서 개발전 · 후의 홍수량 변화를 평가하고 홍수량 증가에 대한 저감대책을 수립하는데 있어서 합리적이지만 실질적으로 이 홍수량을 펌프 가동을 위한 펌프장 유수지의 유입수문곡선으로 채택하는 것에는 무리가 있다.

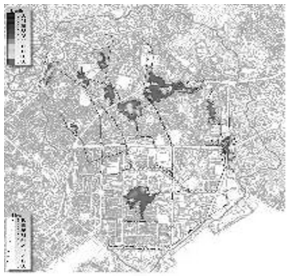
따라서 실제 유역의 관로시스템을 고려한 도시내배수 시스템의 통합분석을 수행함으로써 실제 펌프장으로 유입되는 유출수문곡선을 계산하여 펌프장의 증설이 이루어져야 하며 펌프장 증설로만 문제가 해결이 되지 않을 경우 관거개선사업과 병행하여 사업이 진행되어야 한다. 다음의 〈그림 2〉는 ○○시 침수방지대책별 침수예상구역을 표시한 그림으로서 펌프장 증설, 관거 개량 및 우수저류조의 설치를 종합적으로 고려한 도시내배수 시스템의 종합적 분석 결과이다.

〈그림 2〉를 살펴보면 펌프장의 설치만으로는 설계빈도 호우에 대해서 침수방지효과가 미미하며 저지대 우수저

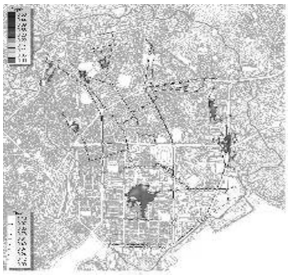
구 분	펌프장 설 치	우수저류조 2개소설치	관 거 개 량	비 고
Case 1	X	X	X	50년빈도,
Case 2	O	X	X	지속기간 120분,
Case 3	O	O	X	약최고
Case 4	O	X	O	고조위
Case 5	O	O	O	적용시



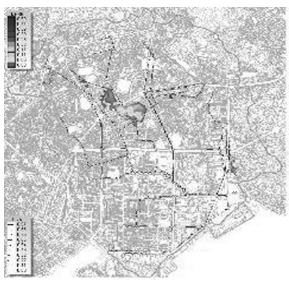
Case1(대책 적용전) : 침수예상면적 37.96ha



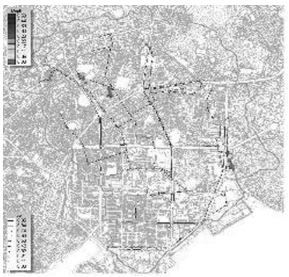
Case2(펌프장 설치) : 침수예상면적 34.11ha



Case3(펌프장 및 우수저류조 설치) : 침수예상면적 17.82ha



Case4(펌프장 및 관거개량) : 침수예상면적 11.39ha



Case5(펌프장, 우수저류조 설치 및 관거개량) : 침수예상면적 2.81ha

〈그림 2〉 침수방지 대책별 침수예상면적

류조 설치 및 관거개량을 통해서 펌프장 설치에 따른 침수예방효과를 극대화할 수 있음을 파악할 수 있다. 상기의 분석은 EPA-SWMM 5.0엔진을 기반으로 하는 XP-SWMM 2D 모형의 해석 결과이며 주요간선 관거, 하천, 우수저류조, 펌프장 및 조위 조건을 동시에 고려하여 분석한 결과이다.

4. 결 론

근래에 들어 기후변화 및 급격한 도시화 등으로 인하여 집중호우가 발생하고 이로 인한 도시지역에서의 침수피해가 급증하고 있다. 이러한 침수피해 방지대책의 일환으로 우수배제시설의 설계빈도 상향 및 하수도의 정비와 유지관리 개선방안 등이 제시되고 있다. 이러한 침수방지대책의 효용성을 검토하기 위해서는 해당 사업지구의 도시우수관거 시스템의 특성을 고려한 종합적인 검토가 이루어져야 하며 단순하게 펌프장의 신설 및 증설만으로는 그 효율성을 극대화 시킬 수 없다. 따라서 배수분구별 관망시스템 및 지형 특성을 고려한 통합적인 해석이 필요하며 이를 기반으로 도시내배수 통합관리시스템의 구성이 필요하다.

감사의 글

본 연구는 서울특별시의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 2001 수해백서 (2002) 서울특별시, 한국수자원학회
2. 국토해양부 (2008) 도시홍수재해관리기술연구보고서.
3. 심재현, 김영복 (2006) 전국상습 수해지구 현황과 대책. 방재연구, 국립방재연구소, 제8권, 제1호, pp. 79-94.