



## 「도시홍수 방어체계 구축을 위한 방안」



김중훈

고려대학교  
건축사회환경공학부 교수  
jaykim@korea.ac.kr

지구온난화에 따른 전 세계적인 이상기후로 인하여 역사상 유례없는 홍수가 빈번하게 발생하고 있으며, 급격한 도시화 및 산업화에 따른 불투수 면적비 증가와 토지의 집약적 이용은 도시유역의 침수를 더욱 취약하게 만들어 재해발생시 인적피해와 재산피해의 증가를 야기시켰다. 우리나라의 경우 최근 100년 동안 평균기온이 세계 평균의 2배에 달하는 약 1.5도 정도 상승하였으며, 강우량의 증가로 설계기준을 초과하는 홍수사상이 빈번하게 발생하고 있다. 과거 우리나라의 경우, 홍수피해가 농경지 중심이었으나 최근에는 홍수피해 취약성이 높은 도시지역의 내수 침수와 하천변 사회기반시설 침수를 중심으로 피해가 급격히 증가하는 양상으로 변화하였다.

1980년대 이후 발생한 주요 침수피해를 살펴보면 1984년 서울시 강동구와 강남구, 1987년 중부지역, 1990년 경기도 일산, 1997년 금강 중류, 1998년 중랑천, 1999년 문산천, 2001년 낙동강 신천 및 양산천, 중랑천과 안양천, 그리고 2002년 강릉시와 속초시 홍수 등 상당 부분이 하천연안지역 토지이용의 고도화에 따른 인구와 산업, 주거 및 사회기반시설 등이 밀집된 도시지역에서 국지성 호우 등으로 인해 발생하고 있으며, 전체 피해액의 50% 이상을 차지하고 있다. 또한 최근 발생하는 도시유역의 홍수피해는 대부분이 내수 및 외수에 의한 복합침수피해로 밝혀지고 있으며, 2001년 7월 홍수와 최근의 2010년 9월 21일, 2011년 7월 27일 서울에 발생한 집중호우로 인한 침수피해의 상당 부분이 내수배제의 불량 및 외수범람에 의한 복합적인 요소에 기인하고

있는 것으로 밝혀지고 있다.

먼저 도시홍수 방어 전략을 수립하기 위해 국외의 다양한 대안들에 대해 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 미국에서는 홍수와 관련된 많은 연구들과 더불어 실질적인 평가가 진행되고 있는데 미국 해양대기관리처 (NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration)에서 시행하고 있는 Community Vulnerability Assessment Tool 프로그램을 이용하여 지역별 재해 위험성과 취약성을 시범적으로 평가하고 있다. 미국은 연방정부 차원에서 NOAA 산하기관인 NWS (National Weather Service)가 전국단위의 기상 및 수문자료의 수집, 홍수예측모형의 운영, 돌발홍수 예측 및 경보발령업무를 수행하고 있다. 또한 국가홍수보험제도 및 스마트 성장 정책 하에 침수위험 지역에 대해 Clustering Development, Low-Impact Development 및 Smart Design 등 소도시 차원의 내배수시스템을 연계한 홍수방어개념을 도입하여 운영 중이다.

일본의 경우, 도시 설계강우는 도시하천의 치수기준에 따라 설정 (일본 건설성, 1997)되며, 하수도, 빗물펌프장, 조정지 등의 시설물에 대한 설계강우 기준은 우수가 방류되는 도시하천의 치수기준과 일치한다. 우리나라와 같은 기후대에 위치한 일본은 국토성 국토기술정책 종합연구소 (NILIM, National Institute for Land and Infrastructure Management)에서는 홍수취약성 지수 (FVI, Flood Vulnerability Index)를 개발하여 다양한 목적으로 사용되고 있다. 일본의 경우 방재대응 체제 및 운영을 중앙정부, 지자체 및 주민이 종합적인 방재체제를 구축하여, 지방자치단체가 재해에 대한 우선적 권한과 책임을 가지고 있으며 중앙정부는 조연 및 협조 등의 포괄적인 지원업무를 담당하고 있다. 일본 하천정보센터는 태풍 등에 의한 하천범람 피해 예방책의 일환으로 설립되었으며, 홍수피해경감과 함께 효율적·합리적인 하천이용을 위해 하천과 유역에 관한 정보를 수집, 처리, 가공하여 제공한다. 하천정보센터의 차세대 홍수관리 시스템은 도시지역에 대한 정보 콘텐츠 개발뿐만 아니라 인터넷이나 휴대폰을 이용한 일반 주민을 위한 홍수 정보 제공과 첨단 통신기술을 이용한 체계적인 관리를 수행하고 있다.

유럽의 경우, 다양한 도시홍수 방어 대책이 있는데 대표적으로 독일의 쾰른 시의 경우 강력한 위험경보 및 관리시스템에 대한 필요에 의하여 홍수방지센터를 중심으로 FLOMASY (Flood Management System)를 구성하였으며 이는 분포형 정보체계를 기반으로 설계된 시스템으로 홍수예측, 데이터베이스, 비상대처계획의 제공 등이 가능하다. 프랑스, 독일, 그리고 덴마크를 비롯한 국가들이 관리하고 있는 총 7개 기관들은 약 100개의 하천 영역에 대한 홍수위험도를 감시하고 예·경보시스템을 운영하기 위한 시스템을 구성하였고 이를 통해 GIS기반 지형자료를 바탕으로 하천변의 홍수위험 예·경보시스템을 구성하여 홍수위험지도와 실시간 자료를 제공하고 있다.

미국, 일본, 유럽 등에서 중앙정부 및 지자체 단위에서의 도시홍수방어체계를 구축하여 홍수 예·경보를 실시하고 있을 뿐만 아니라 홍수발생시 중앙정부, 지자체 및 주민이 정보를 공유하고 대처하는 종합적인 시스템이 구축되어 있다. 또한 홍수방지를 위한 관리체계 구축을 위해 실시간 정보를 기반으로 한 도시홍수 예·경보 및 정보시스템이 구축되어 있다. 국내의 경우는 홍수통제소 중심의 하천 기준 홍수예보를 실시하고 있으나 도시하천과 내배수시설을 연계한 홍수 예·경보는 없는 실정이며 도시지역 홍수관리를 위한 종합적인 관리에 대한 연구 및 통합 관리 시스템 구축에 대한 연구 등은 미흡하다. 이와 더불어 빗물펌프장, 빗물저류조 등의 내배수시설에서 유입량 등에 대한 정확한 계측이 수행되지 않아 도시지역의 홍수방어대책 마련이 힘든 실정이다.

국내의 경우, 서울과 같은 대도시를 관통하는 하천 및 지류들이 존재하고 있어 이를 통합 운영하기 위한 제도적 장치가 필요하다. 이에 도시홍수 방어체계 구축을 위한 몇 가지 방안을 제안하고자 한다. 먼저 도시지역 통합 관리를 위해서는 지자체(시, 군, 구청)간 네트워크의 구축이 보완되어야 한다. 현재 국내에 기설치된 네트워크의 경우, 내배수시설의 정보를 지자체에서 받는 방식의 수직적 네트워크로 구성되어 있으나 이를 보완하기 위해서는 수평적 및 양방향 네트워크 구성이 필요하다. 예를 들어, 내배수시설을 관리하는 지자체가 다르더라도 같은 하천을 공유하고 있는 내배수시설이라면 수위 및 운영현황 등을 공유하여 연계운동을 실시할 수 있는 수평적 네트워크를 구축하여야 한다. 또한 내배수시설에서 지자체로 정보를 송출하고 있는 기존에 네트워크에 지자체에서 가지고 있는 현황을 내배수시설 관리자에게 송출하는 방식의 양방향 네트워크가 구축되어야 한다.

행정구역과 배수구역의 경계가 다르며 내배수시설을 담당하는 지자체가 각기 다르기 때문에 유동적인 홍수분담 및 효율적인 침수저감을 위해서는 도시지역을 통합 관리할 수 있는 지자체간 네트워크를 구축하고 이를 바탕으로 한 정보통신기술(ICT)을 접목할 수 있는 융복합 기술 등이 필요하다. 구축된 지자체간 네트워크를 바탕으로 하여 현행 운영방식과 같은 단위 내배수시설의 운영을 고려하는 것이 아닌 전체 도시의 침수를 막거나 저감시키기 위해서는 우수관거, 빗물펌프장 및 도시하천으로 이어지는 우수의 흐름을 명확히 파악하고 배수분구 내에서의 내배수시설 간의 홍수분담, 도시하천 중심의 배수분구별 홍수분담 및 도시 단위의 홍수분담을 실시하여 이를 기반으로 한 종합적인 내배수시설의 운영이 필요하다.

기후변화 등에 따른 도시홍수의 피해를 최소화시키기 위해서는 유역별 특성에 적합하도록 빗물펌프장 신설 및 증설, 빗물저류조 신설 및 우수관거 개량 등의 구조적 치수대책과 도시하천 중심의 홍수 예·경보, 빗물펌프장 운영, 빗물저류조 운영 및 내배수시설 연계운영과 같은 비구조적 치수대책의 효과를 분석하고 각각의 치수대책의 효율을 극대화할 수 있는 방안으로 통합하여 홍수 유형변화를 고려한 홍수분담 및 방어체계를 구축하는 종합적인 치수대책이

요구된다. 추가적으로 구조적 대책 간의 연계와 비구조적 대책 간의 연계를 준비할 수 있다. 예를 들어, 도시하천 중심의 홍수 예·경보 및 도시하천 중심의 내배수시설 연계운영 시스템과 같은 경우에는 홍수 예·경보의 정보를 바탕으로 하여 도시하천을 구성하는 각각의 배수분구에 있는 빗물펌프장 및 빗물저류조 등의 내배수시설의 운영을 결정할 수 있을 것이다.

마지막으로 현재의 내배수시스템을 평가하기 위한 다양한 평가방법의 개발이다. 구조적 치수대책 및 비구조적 치수대책의 현황을 파악하고 이를 평가하여 추후 계획된 치수대책에 대한 정확한 평가를 할 수 있는 지표들의 개발은 필수적이다. 현재의 빈도 개념의 치수대책은 초과강우 및 연속강우에 대한 완벽한 대처가 어렵다. 여러 방안 중 하나가 내배수시스템을 평가하기 위한 정량적 지표의 개발이다. 도시지역 홍수방어에 대한 능력을 종합적으로 평가할 수 있는 지표의 개발은 대상유역의 홍수방어능력을 평가하거나 치수대책의 효과를 평가할 수 있을 것이다. 이를 바탕으로 하여 도시지역에서의 효율적인 홍수방어를 실시할 수 있으며 앞에 제안된 치수대책을 포함한 여러 홍수방어 대책을 기반으로 하여 완벽한 도시홍수방어를 위한 다양한 고찰이 필요하다.

