도시홍수재해관리기술연구단

– 건설교통부·건설핵심기술 연구개발사업

이 종 태 | 연구단장, 경기대학교 교수/jtlee@kyonggi.ac.kr

1. 머리말

우리나라에서 '도시수문학'이란 용어가 공식적으로 학계에 널리 알려지기 시작한 것은 1988년 한국수문학회에서 '도시수문학'을 주제로 서울대학교에서 심포지엄이 개최되고, 1987년 서울지역에서 홍수재해가 발생함에 따라 서울시 '87 수해백서'가 한국수문학회에서 발간되는 즈음으로 기억되며, 이후 도시수문학분야에 대한 연구가 현재까지 다양하게 수행되어 오고 있다. 그러나 대부분의 연구는 선진 외국에서 개발된 기술을 도입 소개하거나 응용하는 수준이며 각 대학, 연구소, 용역회사 단위로 필요성에 의해 단편적으로 이루어져 오고 있는 실정이다.

최근 도시지역에서 빈번하게 발생하는 대규모의 홍수피해를 겪으면서 우리나라 실정에 적합한 도시하천의 계획, 설계 및 관리기술을 개선·개발하는 것이 국가적으로 매우 시급한 과제로 판단되어, 건설교통부에서는 건설핵심기술연구개발사업의 중점연구과제로서 '도시홍수재해관리기술'을 채택하여 연구단을 지난 '03년 12월에 구성하였으며, 향후 5년간 지속적이고 체계적인 연구가 가능해짐으로써 그동안 각 대학 및 연구소에서 독립적으로 수행해 온 연구 성과들을 바탕으로 새로운 기술도약의 계기가 마련되었다.

앞으로 도시홍수연구단이 궁극적으로 추구하는 바는 다음의 세 가지로 정리될 수 있다.

- 건설교통부의 도시하천 유역종합치수대책 수립 및 시행 등의 도시하천 치수정책의 수립 및 수행을 위한 기술적인 근거를 지원
- 도시홍수에 대한 해석기술/예경보기술/경감기술/관리기술 등에 관한 연구결과의 실용화
- 도시홍수에 대한 체계적인 연구개발을 통해서 인명피해 1/20, 재산피해 30% 이상 경감을 최종목표로 함으로써 **'홍수재해로부터 자유로운 도시(Flood Free City)'**의 실현

2. 연구목표 및 연구방향

이 연구단에서 추진하는 주요 연구 분야는 (1) 도시홍수 재해해석 기술, (2) 도시홍수 예경보 및 침수예측 기술, (3) 도시홍수 재해경감 기술, 그리고 (4) 도시 홍수방어계획 및 관리 기술 등 4개의 분야로 구성하였으며, 각 분야별 연구 목표 및 방향을 간단히 소개하면 그림 1, 2와 표 1과 같고, 세부과제별 개략적인 연구내용은 아래와 같다.

○ 도시홍수 재해해석 기술(제 1 세부과제)

도시지역에서 강우로 인한 유출로부터 하천에서의 홍수흐름은 그 이동경로와 수문, 수리현상이 자연유역과는 상이한 점이 많으므로 각 유출과정에 대한 심도 있는 이론과 관측 및 실험을 바탕으로 계획과 설

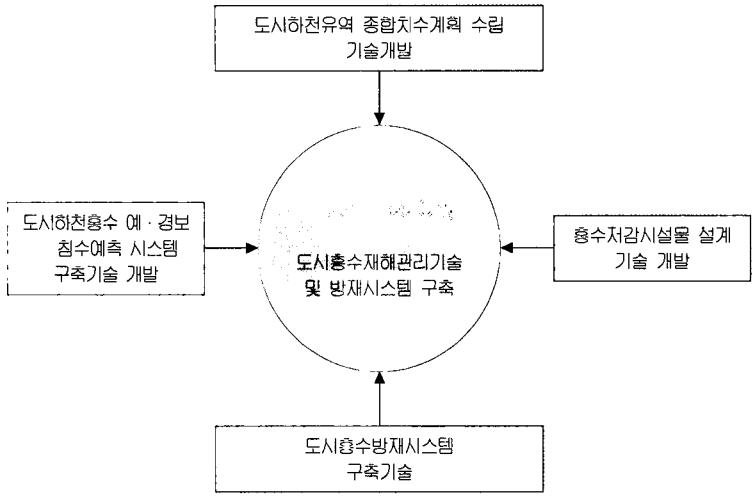

그림 1. 연구목표 및 연구방향 개념도

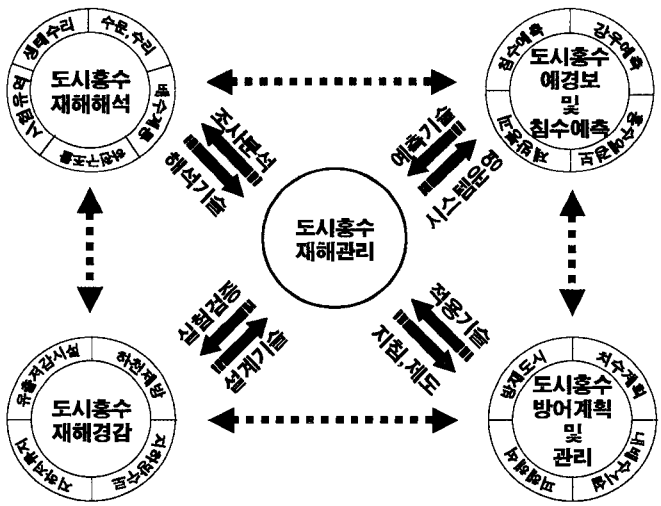

그림 2. 세부과제별 추진내용과 상호역할

계가 이루어져야 할 것이나, 현재까지는 주로 선진국의 설계기법을 충분한 이해와 검증 없이 적용해 오고 있어서 앞으로 당면한 다양한 도시유역관리 및 하천설계에서 발생되는 문제들을 능률적이고 신뢰성 있게 해결해 나가는데 어려움이 예상된다.

따라서, 이 과제에서는 도시하천유역에서의 유출현상과 하천에서 홍수특성 및 홍수기간의 하천수질 및 생태에 대한 기초적인 연구와 실용적인 기술들을 연구 개발을 목표로 하고 있으며, 이를 위해 충분한 문헌 조회와 이론의 탐구 및 향후 5년간 우리나라의 대표적인 도시하천으로서 많은 문제점을 안고 있는 중랑천 유역 및 신도시 개발지역에서 홍수관리계획 수립을 위한 기초자료를 확보하고자 한다.

특히, 계획하고 있는 시험유역중 하나인 일산지역 배수구역 등에서 체계적이고 집중적인 관측과 다양한 실험 등을 통하여 우리나라 도시하천에서 홍수량, 홍

표 1. 연구과제의 구성과 주요내용

세 부 과 제	연 구 개 발 내 용
1. 도시홍수 재해해석기술	• 유출해석 기술 및 하천설계 기술 • 배수계통 설계기술 • 종횡단 및 복개구조물 설계기술 • 도시하천의 생태 수리 해석 및 복원기술 • 시험유역의 구축 및 운영
2. 도시홍수 예경보 및 침수예측 기술	• 강우 분석 및 예측기술의 실용화 • 예경보의 실용화 기술 • 제방붕괴 특성 및 수리해석 기술 • 침수예측 기술
3. 도시홍수 재해경감기술	• 제방 붕괴 모형실험을 통한 적정 설계기술 • 방수로, 분수로 효과 평가 및 적정 설계기술 • 다목적 지하 저류지 설계 기술 • 도시유역 홍수유출 저감시설 설계기술
4. 도시홍수 방어계획 및 관리 기술	• 유역종합치수계획 수립 기술 정립 • 내배수 시설의 운영 및 유지관리 기술 • 피해발생 잠재위험도 및 피해액 평가 기술 • 방재 도시계획 및 비구조적 홍수대응 기술

수위 산정과 이와 연계되는 내배수 계통의 설계 및 교량 등에 의한 하천장애물의 영향분석과 하천 생태계에 미치는 수리학적 조사와 예측, 평가기술의 기초를 내실 있게 하는 기술과 이론을 마련하고자 한다. 제1세부과제의 주요 내용은 다음과 같다.

- 도시하천 유역의 유출해석 기술 및 하천설계 기술 개발
- 도시하천 배수계통 설계기술 개발
- 도시하천 종.횡단 및 복개구조물 설계기술 개발
- 홍수시 도시하천의 생태 수리 해석 및 복원기술 개발
- 도시하천 시험유역의 구축 및 운영

○ 도시홍수 예경보 및 침수예측 기술(제 2 세부과제)

도시하천유역에서 홍수피해는 주로 내배수 불량으로 인한 침수피해와 도시를 관류하는 하천의 범람으로 인한 피해로 대별될 수 있다. 내배수 불량으로 인한 침수는 강우의 규모가 그리 크지 않은 경우에도 저지대와 체계적인 배수체계를 미처 갖추지 못한 채 도시가 급속히 팽창한 지역 등에서 빈번하게 발생하는 특성이 있으며 대부분의 피해 주민들은 소득이 낮은 서민들이 많다.

한편 하천 범람으로 인한 피해의 발생은 계획규모를 상회하는 호우가 발생하였거나 제방 및 펌프장 시설의 불량으로 인한 제방 월류 및 침투로 비롯되는 경우가 많으며 이로 인한 홍수피해규모는 내배수 불량의 경우보다 침수범위 및 침수깊이 등의 측면에서 그 피해가 매우 크다. '80년대 낙동강과 금강 제방 붕괴, '90년 일산제 붕괴 및 '00년과 '02년, '03년 낙동강 제방붕괴 등이 그 사례들이며 이에 대한 국가차원의 충분한 대비가 필수적이라고 판단된다.

따라서 이 과제에서는 기상, 강우 및 수위관측 등을 통한 도시하천에서의 홍수규모를 신속히 예측하고 이에 대응하는 비상대피체계의 구축의 판단수단을 제공하기 위한 신뢰성 있고, 신속한 강우예측 기술을 개발하는 분야와 설계규모를 크게 초과하는 이상홍수로 인한 불가피한 하천제방 범람과 이에 동반하는 제방붕괴를 가상 시나리오에 따라 예측하고, 침수위험도 및 침수구역도를 작성하는 실용적 기술을 심도 있는 이론

분석과 실험 실증을 통해 개발함으로써 도시지역에서 홍수재해로 인한 피해를 경감시키는 데 크게 기여할 것으로 기대한다. 이 과제의 주요 내용은 다음과 같다.

- 도시유역 강우 분석 및 예측기술의 실용화
- 도시홍수 예경보의 실용화 기술 개발
- 도시하천 제방붕괴 특성 및 수리해석 기술 개발
- 도시지역 침수예측기술의 실용화

○ **도시홍수 재해경감 기술(제 3 세부과제)**

도시홍수재해를 경감하기 위한 제방, 수문, 펌프장 등을 적정한 규모로 계획하고 설계하는 기술은 홍수방어에 직접적으로 기여한 주요한 수단이기도 하다. 대부분의 홍수피해는 내배수시설의 불량과 제방의 부실에 기인하는 경우가 많으며, 증가되고 있는 홍수량을 하도에만 부담시키는 설계에는 한계가 있다.

따라서 이 과제에서는 하천의 제 1차 중요시설물의 적정 설계를 위한 제방축조 재료와 다짐도 등에 따른 침윤선의 차단 능력 등을 관련 자료수집과 실험 검증 등을 통해 내수성이 강한 제방단면의 설계기술을 제시하고, 초과홍수량을 침투, 저류 지체시키기 위한 현지 및 이동시설물들을 적정 배치하고 그 규모와 형식을 결정하는 기술을 체계적으로 연구한다.

특히, 포화상태에 이른 도시하천의 하도 통수능력을 해결하기 위하여 대규모 지하 저류 및 방류로의 설계와 실험을 통한 관련기술들을 개발함으로써, 유역종합관리차원에서 홍수류의 원활한 홍수소통을 위한 제방설계와 홍수량 저감시설물들에 의한 홍수량 저감과 이에 따른 피해 경감에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대하며, 다음의 연구목표들을 설정하였다.

- 도시 하천제방 붕괴 모형실험을 통한 적정 설계기술 개발
- 모형실험을 통한 방수로(지하)·분수로 효과 평가 및 적정 설계기술 개발
- 모형실험을 통한 다목적 지하 저류지 설계 기술 개발
- 지체 및 저류에 의한 도시유역 홍수유출 저감시설 설계기술 개발

○ **도시 홍수방어계획 및 관리 기술(제 4 세부과제)**

도시하천 유역의 홍수제어를 위한 각종 시설물들이 상호 연계하여 유역 전반에 걸쳐 유기적으로 적절히 계획, 시행 및 관리되기 위해서는 유역차원의 종합계획이 수립되어야 하며 적정수준의 홍수위험도에 대한 홍수방어체계를 구축하여야 한다.

따라서, 이 과제에서는 최근 우리나라에서 도입되고 있는 도시하천 유역종합치수계획 기술을 보다 체계적으로 발전시키고, 도시개발 및 홍수보험 등과 관련된 제반 이론적 배경과 계획 및 판단기술을 연구개발을 통하여 앞으로 곧 당면하게 될 하천유역관리, 홍수피해보상 및 경감대책의 수립에 중요한 기술로 활용될 것으로 기대되는 바, 다음의 4개의 연구주제를 도출하였다.

- 도시하천 유역종합치수계획 수립 기술
- 도시 내배수 시스템의 운영 및 유지관리 기술
- 도시홍수 피해발생 잠재위험도 및 피해액 평가 기술
- 방재 도시계획 및 비구조적 홍수대응 기술

3. [illegible]

연구단은 산·학·연이 연계하여 4개의 세부과제로 크게 나누어져 있으며, 각 세부과제별 연구목표에 따라 다시 17개 세세부과제들로 세분하여 구성되어 있으며 총 5개년(2003~2008년)에 걸쳐 세부과제별로 5단계로 추진될 예정으로서 현재는 1단계 사업이 진행 중이다(그림 3).

4. [illegible]

도시홍수 재해해석기술의 체계적 연구를 통하여 국내 실정에 적합한 우수 유출모형, 배수체계 및 각종 시설물의 수문, 수리해석 및 하천 복원 설계기술을 위한 객관적인 설계방법을 제시하며, 도시 침수피해를 경감하기 위한 배수계통설계의 원천 기술을 개발하여, 이를 국내 엔지니어링 회사, 연구소, 학계 등

에 활용할 수 있도록 기여하며 추후 이를 상업용 프로그램화하는 가능성도 크다고 판단된다.

그리고, 도시 홍수예경보 및 침수예측 기술은 실시간으로 예측할 수 있는 도시 홍수예경보 시스템과 침수예측 시스템(응용프로그램 형태)으로 개발이 가능할 것으로 기대되며, 이는 다양한 형태의 도시홍수관련 컨텐츠를 갖추고 인터넷 환경하에서 이용할 수 있게 함으로써 홍수피해를 사전에 예방하는 기술개발에 크게 기여할 것이다.

또한, 도시홍수 재해경감 기술은 과거에 건설된 저지대 택지 및 대규모의 지하공간과 사회기반시설을 쾌적하고 안전하게 개량함으로써 주택, 도시 지하 구조물, 도로, 문화재 등의 보전 및 개발 기술에 직접적으로 영향을 미칠 수 있고, 새로운 도시개발 및 재개발, 생태환경과 홍수시 저류공간 확보 등을 통해 도시계획 기술 및 삶의 질 향상 기술과 연계될 것으로 기대된다.

도시 홍수방어계획 및 관리 기술은 재해정보의 취득 및 전파, 소프트웨어 개발 및 응용과 치수종합대책수립과정에 대해 표준적인 가이드라인을 제시함으로써 공공복지 기술분야에 크게 기여할 것으로 판단되며, 본 과업에서 연구되어진 도시 홍수방어계획 및 관리 기술은 일본, EU국가, 미국 등과 활발한 기술교류 및 협력을 통해서 현재 지구상에서 겪고 있는 홍수재해의 경감이라는 대 과제를 해결할 수 있는 초석을 이루는데 우리나라도 큰 역할을 담당할 수 있을 것으로 기대된다.

국내외 분석자료에 따르면 홍수재해에 관한 기술개발을 통해 인명피해는 1/20로 줄이고, 재산피해는 30%이상을 경감할 수 있는 것으로 조사된 바 있으며, 홍수피해의 대부분이 인구가 밀집된 도시지역에서 발생하는 것을 감안할 때, 도시홍수재해를 최소화하고자 하는 정부의 도시홍수재해관리 기술개발을 위한 지속적인 중장기 투자의지는 무엇보다도 중요하다.

앞으로 이 연구단은 기본 연구의 틀을 유지하면서 매년 다양한 주제의 세미나와 토론을 주관할 예정이며, 엄정한 평가과정과 새로운 과제 및 연구자의 발굴을 통하여 진취적이고 창의성 있는 연구가 지속될 수 있도록 노력할 것인 바 이를 위해서는 우리 학회 회원 여러분들의 깊은 관심과 조언 및 참여가 요망된다.

• **홈페이지**: http://www.urbanflood.or.kr

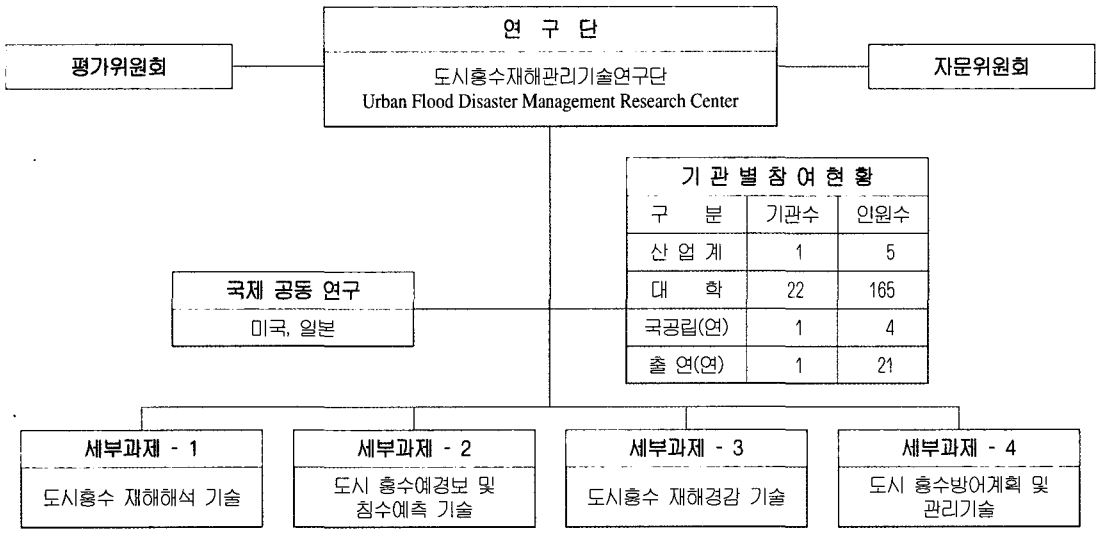

그림 3. 연구단의 구성