

도시홍수 방어계획 및 관리기술



윤용남 | 교수, 고려대학교 토목환경공학과/ynyoan@korea.ac.kr

1. 서론

2003년도 건설 핵심기술 연구개발사업의 하나로 선정되어 현재 연구가 진행되고 있는 “도시홍수 재해 관리기술”연구는 도시홍수재해의 해석기술, 도시홍수 예경보 및 침수 예측기술, 도시홍수재해의 경감기술과 도시홍수방어계획 및 관리기술 등 4개 세부과제의 연구개발 및 실무적용을 목표로 하고 있다.

제 4 세부과제인 “도시홍수 방어계획 및 관리기술”개발에서는 도시홍수재해의 발생원인과 규모해석에 의한 하천 및 내 배수시설의 설계기술(제 1세부과제)과 도시지역의 홍수 예경보 및 침수 예측기술(제 2세부과제), 도시홍수재해의 경감을 위한 각종 주요 시설물의 적정설계기술(제 3세부과제) 등 도시홍수재해의 발생 메카니즘의 해석 및 하천의 환경친화적 설계와 효과적인 홍수 예경보 및 침수예측에 의한 피해 경감, 그리고 발생하는 도시홍수재해를 최소한으로 경감시키기 위한 구조적 대책기술을 종합하여 유역단위의 종합치수계획을 수립하는 기술을 개발하는 것을 목표로 하고 있다. 도시유역의 종합치수 계획을 수립하기 위해서는 유역단위의 계획수립절차의 정립이 필요하여, 계획의 주요 요소 중의 하나인 내 배수시설의 운영 및 유지관리기술과 계획의 경제적 타당성 분석에 필수적인 홍수피해액의 평가기술이 요구된다. 뿐만 아니라, 도시계획측면에서의 방재 개념도입방안

과 비구조적인 홍수대응기술 또한 유역의 종합적인 치수계획 수립에 반드시 고려되어야 할 기술이다.

따라서 제 4 세부과제에서는 4개의 세세부과제로 나누어 단계별(연차별) 연구계획을 수립하여 추진하고 있으며, 금년도(1차년도)의 연구계획과 지금까지의 중간 연구성과를 요약정리하기로 한다.

2. 연구내용 및 연구결과

도시홍수 재해 관리기술연구의 제 4 세부과제인 “도시 홍수 방어계획 및 관리기술” 연구에서 다루고 있는 4가지 세세부연구과제는 다음과 같다.

- 제 4-1 세세부과제 : 도시하천 유역종합치수계획 수립기술
- 제 4-2 세세부과제 : 도시 내배수시설의 운영 및 유지관리 기술
- 제 4-3 세세부과제 : 도시 홍수피해발생 잠재 위험도 및 피해액 평가기술
- 제 4-4 세세부과제 : 방재 도시계획 및 비구조적 홍수대응기술

위 4개의 세세부과제에서 목표로 하고 있는 주요 연구내용과 연구결과로부터 기대되는 효과는 표 1과 같다.

표 1. 세세부과제별, 연차별 주요 연구내용 및 기대효과

세세부과제	연차	주요 연구	내용기대효과
(제 4-1세세부과제) 도시하천 유역종합 치수계획 수립기술	1	• 현재 및 목표연도 계획홍수량	확률홍수량 산정치침
	2	• 치수안전도설정 및 도시계획과의 연계방안	치수단위구역 및 치수안전도 설정지침
	3	• 최적의 홍수방어대안도출 기법	홍수방어대안별 수리·수문학적 평가지침
	4	• 치수경제성평가 및 투자우선순위	홍수방어별 치수경제성 분석지침
	5	• 사업시행 계획수립 및 유역유출 상황 모니터링 방법	유역유출 모니터링 및 유역관리지침
(제 4-2세세부과제) 도시 내배수 시설의 운영 및 유지관리 기술	1	• 내배수시설 운영 및 유지관리 개선방향검토	유지관리 개선방향 검토서
	2	• 도시 우수관거 유지관리 기본방향	내배수시설 유지관리 기술검토서
	3	• 우수지/배수펌프장 운영 및 유지관리기술	우수지/배수펌프장 운영 및 유지관리 지침
	4	• 통합관리유역 모의 실험 운영	도시 내배수시설 운영방안 검토서
	5	• 도시 내배수의 시스템운영 및 유지관리 지침 개발	도시 내배수 시스템 운영 및 유지관리 지침
(제 4-3세세부과제) 도시홍수 피해발생 잠재위험도 및 피해액 평가기술	1	• 도시홍수 피해발생 잠재위험도 및 피해액 평가 기술조사 및 검토	잠재위험도와 피해액 산정기법의 검토결과
	2	• 도시홍수 잠재위험도 분석방법 개발	잠재위험도 기법 개발 피해액 항목 분류
	3	• 도시 홍수피해액 평가기법 개발	잠재위험도 기법의 적용 피해액 산정기법 개발
	4	홍수피해 저감시설의 편익평가 방법 개발	잠재위험도와 피해액관계 설정 홍수피해저감시설 편익평가 방법
	5	• 도시 치수대책 평가 및 시행기법 개발	홍수방어시설물의 경제성 평가법 잠재위험도/피해산정 지침서 작성
(제 4-4세세부과제) 방재 도시계획 및 비구조적 홍수대응 기술	1	• 도시계획의 방재개념 도입방안 제시	방재도시계획의 개념정립 관련법제도 개선방안 도출
	2	• 긴급대응계획수립 방안 개발	홍수 긴급대응과 구조체계 개선
	3	• 방재도시계획 정립 및 적용방안	홍수위험평가와 도시계획간 연계
	4	• 방재도시설계기법 및 수립지침개발	방재도시 설계기법 및 시행 지침 제시로 홍수피해 경감
	5	• 비구조적 홍수방어대책 통합화 및 시행방안	방재형 지자체 구축방안제시

3. 제 1차년도 연구계획 및 중간성과 요약

3.1 도시하천 유역종합치수계획 수립기술

도시하천의 유역종합 치수계획 수립을 위한 기존 절차 중에서 개선의 여지가 있는 연구항목을 추출하였으며 항목별 1차년도 분기별 연구추진계획은 표 2와 같다.

현재까지의 연구성과를 정리해 보면, 첫째로, 설계강우량의 시간분포방법으로 개발된 수정 Huff방법은 연 초과치 우량자료계열의 발생빈도별 무차원 누가우량곡선을 작성하여 Huff의 4개 분위로 나누지 않고 최적시간분포를 채택할 수 있는 방법을 개발하였고, 둘째로는, 목표연도(계획시점부터 10년 후)의 확률강우량 증가성향을 평가하기 위하여 기후변화 시나리오에 따른 GCM분석결과를 활용하고 혼합Gamma분포에 의해 확률강우량을 산정해 본 결과 2×조건이 향

후 50년 이내에 도래할 경우 24시간 100년 확률강우량이 최대 약 5%정도 증가할 것으로 예측되었으나 사용된 자료와 방법의 불확실성을 감안할 경우 확률강우량의 증가성향을 확인하기는 어렵다는 결론을 얻었다.

3.2 도시 내배수시설의 운영 및 유지관리기술

도시지역에 발생하는 홍수류의 배제시설인 도시내배수시설의 적정운영과 유지관리 기술의 개발을 위한 1차년도 분기별 연구추진계획은 표 3과 같다.

현재까지의 연구성과는 도시지역 내배수시설의 유지관리지침을 전반적으로 검토하여 지침의 개선방향을 설정하는 한편, 분석대상유역을 철산 및 용두 배수펌프장으로 잠정 선정하여 유역의 내 배수시스템의 구성특성과 운영 실적 등을 검토하여 향후의 개선방안수립을 위한 기본방향을 설정한 것이다.

표 2. 1차년도 분기별 연구추진계획(4-1 세세부과제)

연구기간	연구내용	세부추진사항추진사항
1/4 분기	• 설계강우의 시간분포 방법검토	<ul style="list-style-type: none"> • 설계강우량의 시간분포개선방법 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 연초과치 우량자료계열의 발생빈도별 무차원 누가우량곡선의 개발 - Huff분포 분위별 무차원 누가우량곡선의 개발 - 최적시간분포방법의 제시
2/4 분기	• 목표연도 확률강우량 증가성향 평가기법 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 기후변화 시나리오에 따른 GCM 분석결과 활용 <ul style="list-style-type: none"> - 국내에 적용 가능한 GCM의 조사정리 - GCM결과에 따른 월 강수량의 변화로부터 확률강우량의 추정 기법 개발
3/4 분기	<ul style="list-style-type: none"> • 목표연도의 토지이용변화 추정기법 개발 • 확률강우량의 산정방법 검토 	<ul style="list-style-type: none"> • 도시유역의 토지이용현황 분석기법 검토 • 목표연도 토지이용현황 및 CN값 추정기법 개발 • 지속시간별 연최대강우량 계열의 빈도분석방법상의 문제점 검토
4/4 분기	<ul style="list-style-type: none"> • 홍수량 산정모형별 매개변수 결정방법의 검토 • 확률홍수량 산정방법의 종합검토 	<ul style="list-style-type: none"> • Clark 유역추적법에서의 저류상수의 결정방법 • SCS 무차원 단위도법에서의 지체시간의 결정방법 • 매개변수가 홍수량에 미치는 민감도 분석 • 임계지속시간과 매개변수와의 상관관계 분석 • 홍수량 산정방법별 확률홍수량의 결정 <ul style="list-style-type: none"> - 산정방법별 확률홍수량의 산정 및 비교검토

표 3. 1차년도 분기별 연구추진 계획(4-2 세세부과제)

연구 기간	I. 설계강우의 시간분포 특성분석		II. 현황예보 기법조사 및 레이다 강수량 자료 수집체계 구축	
	연구내용	세부추진사항	연구내용	세부추진사항
1/4 분기	• 유지관리 체계조사	• 국내외 내배수시설 유지관리 조직체계 조사 • 유지관리기법 및 운영특성조사	• 시험유역 후보지 배수 체계조사	• 시험유역 후보지 배수체계 자료 수집 • 계측관리 정보수집 가능성 검토
2/4 분기	• 유지관리 실태조사	• 유지관리 시스템 가동실적 조사 • 주요 호우시 운영실적 및 문제점 조사	• 분석 대상유역 선정 및 배수계통 정보수집	• 대상유역선정 • 배수계통의 정보수집
3/4 분기	• 유지관리지침 개발 계획 수립 • 유지관리지침 적용 방향 검토 • 유지관리지침 개선 방안수립	• 관리체계의 전문성 및 효율성 검토 • 우수지/빗물 펌프장 유지관리 지침 개발계획수립 • 유지관리 지침 및 운영지침 적용 방향 설정 • 유지관리 지침서 개발 방안 검토	• 분석 대상 유역 계측 계획수립 • 배수계통의 특성 분석 • 내배수시설 운영개선 방안 검토	• 계측정보수집 계획 수립 • 배수 계통 모의분석 • 배수 계통의 구성체계 및 운영 특성 분석 • 배수체계 개선방안 • 구성 특성개선 방안 • 운영상 개선방안
4/4 분기	• 내배수 시설운영 및 관리시스템 개선 방향 설정	• 운영시스템 개발 • 유지관리 시스템 개발	• 1차년도 연구성과 종합 정리	• 보고서 정리 • 평가대비 자료 작성

표 4. 1차년도 분기별 연구추진 계획(4-3 세세부과제)

연구 기간	I. 설계강우의 시간분포 특성분석		II. 현황예보 기법조사 및 레이다 강수량 자료 수집체계 구축	
	연구내용	세부추진사항	연구내용	세부추진사항
1/4 분기	• 잠재위험도평가	• 국내외 잠재위험도 평가기법조사	• 국내 피해액 산정기법 및 문제점 조사	• 국내 피해액 산정기법 조사 • 국내 피해액 산정기법 문제점 분석
2/4 분기	• 잠재위험도 평가기법의 적용실태 조사	• 국내 잠재위험도 평가기법의 적용 사례조사 • 국외 적용사례 조사	• 피해액 산정기법의 적용사례 비교분석	• 국내 피해액 산정기법 적용사례 조사 • 피해액 산정상의 문제점 검토
3/4 분기	• 국내외 잠재 위험도 평가 기법비교검토	• 국내 평가기법 • 국외 평가기법 • 새로운 평가기법 개발 가능성 검토	• 국외 피해액 산정기법 조사 • 국내외 산정기법의 비교	• 미국의 산정기법 • 일본의 산정기법 • 기타 • 국내 적용 가능한 국외산정 기법 검토
4/4 분기	• 잠재위험도 평가기법 및 피해액 산정기법 개발방향 설정	• 위험도 평가기법 • 피해액 산정기법	• 1차년도 연구성과 종합 정리	• 보고서 정리 • 평가대비 자료 작성

3.3 도시홍수피해발생 잠재위험도 및 피해액 평가 기술

도시 홍수피해저감을 위한 유역종합치수계획수립에 필요한 홍수피해 취약지역에 대한 피해발생 잠재

위험도와 발생예상 피해액의 평가기법의 개발을 위한 1차년도 분기별 연구추진계획은 표 4와 같다.

위의 표 4에서 볼 수 있는 바와 같이 현재까지는 도시홍수피해발생 잠재능 지표가 정량적 설계기준으로는 부족하므로 위험도측면에서 치수안전도와 직접

표 5. 1차년도 분기별 연구추진 계획(4-4 세세부과제)

연구 기간	I. 도시계획에서 방재개념 도입 방안 조사		II. 도시계획과 방재관련법 연계 및 개선방향 설정		III. 긴급대응 관리 방안 조사 및 검토	
	연구내용	세부추진사항	연구내용	세부추진사항	연구내용	세부추진사항
1/4분기	<ul style="list-style-type: none"> 도시계획에서의 방재개념도입 	<ul style="list-style-type: none"> 도시계획분야 교재에서의 현황 도시기본계획에서의 현황 	<ul style="list-style-type: none"> 도시계획관련법에서의 방재조항 조사 방재관련법의 도시계획관련 조항 	<ul style="list-style-type: none"> 도시계획법 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 자연재해 대책법 재난 및 안전 관리 기본법 	<ul style="list-style-type: none"> 긴급대응관리 현황조사 및 개념 정립 	<ul style="list-style-type: none"> 중앙재해대책 본부 및 서울 특별시의 관리조직체계 대응관리계획
2/4분기	<ul style="list-style-type: none"> 방재도시 개념의 도입 필요성 	<ul style="list-style-type: none"> 개념에 대한 국내외 조사 도시계획에서의 도입 필요성 	<ul style="list-style-type: none"> 도시계획 관련법의 방재조항 문제점 분석 방재관련법의 도시계획 문제점 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 방재조항적용 사례 방재조항의 연계성 분석 방재관련법의 도시계획 관련 조항의 문제점 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 긴급 홍수 대응 계획의 유형분석 	<ul style="list-style-type: none"> 도시 피해 항목 조사 긴급 대응 사례 조사 현행 대응 체계에서의 긴급대응 내용조사·분석
3/4분기	<ul style="list-style-type: none"> 방재도시 계획수립 핵심 사항 검토 	<ul style="list-style-type: none"> 국의 사례 조사 핵심 사례 조사 국내외 방재 도시 계획 비교 분석 핵심사항 선정 	<ul style="list-style-type: none"> 관련법령 간 상호 연계성 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 도시계획 및 방재관련법간 상호 연계성 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 방재도시 계획에서 긴급대응 관리의 필요성 검토 	<ul style="list-style-type: none"> 긴급 대응 관리 사항 검토 긴급 대응 관리, 필요성 분석
4/4분기	<ul style="list-style-type: none"> 도시계획과 방재관련법령 간 연계방향도출 	<ul style="list-style-type: none"> 관련 조항개선 방향도출 	<ul style="list-style-type: none"> 1차년도 연구성과 종합정리 	<ul style="list-style-type: none"> 보고서 작성 등 		

연계시킬 수 있는 확률론적 방법의 개발을 구상하고 있다.

또한, 피해액 산정기법으로 간편법과 개선법(2001년, 건교부) 및 다차원법(2004년, 건교부)에 의한 피해액 산정방법의 장단점을 비교검토하여 개선방향을 설정하였다.

3.4 방재도시계획 및 비구조적 홍수대응기술

본 세세부과제에서는 도시계획측면에서 홍수피해 취약지구를 사전에 피할 수 있도록 방재개념을 도입

하여 도시입지를 결정하도록 하는 법령·제도의 입안은 물론이고 구조물에 의한 홍수대응이 아닌 비구조물적 홍수대응기술을 연구하고자하며 1차년도 분기별 연구추진계획은 표 5와 같다.

본 세세부과제에서 지금까지 연구된 내용으로는 시군구별 풍수해 특성분석과 지자체별 풍수해 유형별 재해저감개발의 개념을 정리하였으며, 방재와 도시계획 관련 법령 간 관련조항 및 연계성을 분석하고 풍수해 대상의 현행 긴급 대응방안의 유형을 분석하는 한편, 비구조적 방어대책으로서 재해 저감형 개발방안의 종류를 광범위하게 조사하였다.