16CCTI
-B0609
50-06

첨단기술 기반 하천 운영 및 관리 선진화 최종보고서

# 물관리연구사업 6차년도 최종보고서

2018

국토교통과학기술진흥원
국토교통부

주 의

1. 이 최종보고서는 국토교통부에서 시행한 물관리연구사업의 연구보고서입니다.

2. 이 최종보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구개발성과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.

비매품/무료
93530
9 791188 683000
ISBN 979-11-88683-00-0

보안 과제( ), 일반 과제( ○ ) / 공개( ○ ), 비공개( )

물관리연구사업 제6차년도 최종보고서

| 발간등록번호 |
| --- |
| 11-1613000-002110-01 |

| R&D / |
| --- |
| 16CCTI-B060950-06 |

# 첨단기술 기반 하천 운영 및 관리 선진화 최종보고서

2018. 01. 22

주관연구기관 / 서울대학교 산학협력단
협동연구기관 / 충남대학교 산학협력단
연세대학교 산학협력단
K-water

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

# 제 출 문

국토교통과학기술진흥원장 귀하

'첨단기술 기반 하천 운영 및 관리 선진화'(연구개발 기간 : 2011. 12. 16. ~ 2017. 6. 30.) 과제의 최종보고서 3부를 제출합니다.

2018. 1. 22.

주관연구기관명 : 서울대학교 산학협력단 (대표자) 김성철 (인)

협동연구기관명 : 충남대학교 산학협력단 (대표자) 김영국 (인)

연세대학교 산학협력단 (대표자) 최문규 (인)

K-water 사장 (대표자) 이학수 (인)

주관연구기관책임자: 서울대학교 서일원

협동연구기관책임자: 충남대학교 정관수
연세대학교 허준행
K-water 이을래

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제38조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

# 보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제 고유 번호</td><td>16CCTI-B060950-06</td><td>해당 단계<br>연구 기간</td><td>2011.12.16.~<br>2017.6.30.</td><td>단계구분</td><td>(해당단계)/<br>[(총단계)]</td></tr>
<tr><td>연구사업명</td><td>세부사업명</td><td colspan="4">물관리연구사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구과제명</td><td>대과제명</td><td colspan="4">첨단기술 기반 하천 운영 및 관리 선진화</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4">1세부: 대하천 친환경시설물 및 하도 유지관리 기술 개발<br>2세부: 첨단기술 기반의 하천계측 및 운영기술 개발<br>3세부: 한국형 수문량 분석 선진화 기술개발<br>4세부: 물안보 확보를 위한 하천의 탄력적 물관리 기술 개발<br>5세부: 정성 · 정량적 성과관리에 관한 연구</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구책임자</td><td rowspan="2">서울대학교<br>서일원</td><td>해당단계<br>참여연구원 수</td><td>총: 177명<br>내부: 177명<br>외부: 0명</td><td>해당단계<br>연구개발비</td><td>정부: 3,946,000천원<br>기업: 601,293천원<br>계: 4,547,293천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간<br>참여연구원 수</td><td>총: 1,002명<br>내부:1,002명<br>외부: 0명</td><td>총<br>연구개발비</td><td>정부: 24,008,000천원<br>기업: 4,146,183천원<br>계: 28,154,183천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및<br>소속 부서명</td><td colspan="3">서울대학교 산학협력단</td><td colspan="2">참여기업명</td></tr>
<tr><td rowspan="24">위탁연구</td><td>차년도</td><td colspan="2">연구기관명</td><td colspan="2">연구책임자</td></tr>
<tr><td rowspan="4">1차년도</td><td colspan="2">(1-1-1)명지대학교</td><td colspan="2">지운</td></tr>
<tr><td colspan="2">(2-4-4)㈜웹솔루스</td><td colspan="2">김태원</td></tr>
<tr><td colspan="2">(4-2-2)주식회사미래자원연구원</td><td colspan="2">박성제</td></tr>
<tr><td colspan="2">(4-2-2)㈜올포랜드</td><td colspan="2">전형섭</td></tr>
<tr><td rowspan="5">2차년도</td><td colspan="2">(1-1-1)명지대학교</td><td colspan="2">윤현덕</td></tr>
<tr><td colspan="2">(1-1-2)서울대학교 산학협력단</td><td colspan="2">반띵응우옌</td></tr>
<tr><td colspan="2">(1-1-3)연세대학교 산학협력단</td><td colspan="2">최성욱</td></tr>
<tr><td colspan="2">(2-4-1)단국대학교 산학협력단</td><td colspan="2">김동수</td></tr>
<tr><td colspan="2">(4-3-1)㈜올포랜드</td><td colspan="2">전형섭</td></tr>
<tr><td rowspan="3">3차년도</td><td colspan="2">(2-4-1)단국대학교 산학협력단</td><td colspan="2">김동수</td></tr>
<tr><td colspan="2">(4-3-1)㈜올포랜드</td><td colspan="2">전형섭</td></tr>
<tr><td colspan="2">(5-1-1)주식회사환경농업가치연구소</td><td colspan="2">박두호</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4차년도</td><td colspan="2">(2-4-2)Hokkaido University</td><td colspan="2">김동수</td></tr>
<tr><td colspan="2">(4-3-1)㈜올포랜드</td><td colspan="2">전형섭</td></tr>
<tr><td rowspan="5">5차년도</td><td colspan="2">(2-4-1)Hokkaido University</td><td colspan="2">김동수</td></tr>
<tr><td colspan="2">(2-4-2)한국건설기술연구원</td><td colspan="2">김원</td></tr>
<tr><td colspan="2">(2-4-3)㈜매그파이소프트</td><td colspan="2">김형기</td></tr>
<tr><td colspan="2">(5-1-1)㈜다래</td><td colspan="2">배순구</td></tr>
<tr><td colspan="2">(5-1-2)유량조사사업단</td><td colspan="2">이신재</td></tr>
<tr><td rowspan="5">6차년도</td><td colspan="2">(1-1-1)국립한국교통대학교</td><td colspan="2">장창래</td></tr>
<tr><td colspan="2">(1-1-2)서울대학교 산학협력단</td><td colspan="2">황진환</td></tr>
<tr><td colspan="2">(2-4-3)㈜매그파이소프트</td><td colspan="2">김형기</td></tr>
<tr><td colspan="2">(2-4-4)창원대학교 산학협력단</td><td colspan="2">류시완</td></tr>
<tr><td colspan="2">(2-4-5)단국대학교 산학협력단</td><td colspan="2">김동수</td></tr>
</table>

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | (3-1-1)단국대학교 산학협력단 | 강부식 |
| | | (3-1-2)충북대학교 산학협력단 | 이효상 |
| | | (4-3-1)충북대학교 산학협력단 | 맹승진 |
| | | (5-1-1)유량조사사업단 | 이신재 |
| | | (5-1-3)한국건설기술연구원 | 김원 |
| 요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다) | | | 보고서 면수 |

# 요약문

| | |
|---|---|
| 연구의<br>목적 및 내용 | **(1세부) 대하천 친환경시설물 및 하도 유지관리 기술 개발**<br>- 유역침식을 고려한 하도 안정화 기술 개발<br>- 하천시설 관리 최적화 기술 개발<br>- 신설 수공구조물을 고려한 하천운영 고도화 기술 개발<br>- 하천시설 관리 최적화 기술 개발<br>- 하도 안정화를 고려한 홍수량 조절시설 최적 설계기술 개발<br>- 신설 수공구조물을 고려한 하천운영 고도화 기술 개발<br><br>**(2세부) 첨단기술 기반 하천 계측 및 운영기술 개발**<br>- 대하천 사업에 따라 새로이 구축되는 수리·수문관측 환경 구축과 정부와 민간의 다양한 하천 조사 요구에 체계적으로 대응할 수 있는 첨단 네트워킹 기술 및 IT 모니터링 관련 표준 기술의 개발<br>- GIS 기반의 하천관련 DB 통합관리 및 활용체계 구축을 통한 첨단 Smart River 정보관리 및 활용 기술 개발<br>- 하천정보 분석 모델을 이용한 하천정보의 활용성 및 공공제공성 제고와 하천통합정보 D/B 및 제공 기술을 활용한 하천관리 통합운영 시스템 개발<br>- 효과적인 수질오염사고 관리 및 신속한 방재 대책 수립을 위해 시공간적으로 예측능력이 우수한 오염물질 혼합 모델링 및 수질오염사고 경보 시스템 개발<br>- 본 연구개발 과제에서 개발된 요소기술들이 실무적용이 가능하도록 실규모 현장 실험 및 모니터링을 위한 시험하천 운영계획 수립 및 통합운영지원<br>- 하천계측에서 자주 사용되는 ADCP 측정기법의 유량 불확도 산정을 위한 이론적 표준안 확보 및 불확도 산정 소프트웨어 개발<br>- 초음파 센서를 이용한 유속측정 기술, 실내외에서 모두 사용 가능한 유속계 장비 및 무선통신, 모바일 앱 지원이 가능한 IT기술 기반의 휴대용 초음파 유속계 개발<br>- 스마트폰에 내장된 고해상도 카메라 및 경사계를 활용한 실시간 하천 표면 유속 분석 가능 영상 유속계 시스템 개발<br><br>**(3세부) 한국형 수문량 분석 선진화 기술 개발**<br>- 설계강우의 결정방법 및 시간분포 방법 개선<br>- 설계홍수량 산정방법 개발<br>- 하도추적 및 홍수위 산정기술 개발<br>- 홍수빈도해석에 의한 설계홍수량 산정방법 개발<br>- 유역특성인자 도출을 위한 다변량 통계분석기법 개발<br>- 고해상도 지형정보 기반의 홍수량 산정을 위한 전국 유역특성인자 DB구축<br>- 유역홍수량 산정 통합시스템 개발<br>- 시험유역에 대한 홍수량 산정 통합시스템의 적용성 평가<br><br>**(4세부) 물안보 확보를 위한 하천의 탄력적 물관리 기술 개발**<br>- 외부환경변화에 따른 하천수량의 평가방안 및 매개변수 추정지원 시스템 개발<br>- 외부환경변화에 따른 물 순환 복원 기술 평가 시스템 개발<br>- 하천유량관리 고도화 기술 개발<br>- 유역특성을 고려한 구조적 하천수량 확보 기술<br>- 용수수급 요소를 고려한 비구조적 하천수량 확보 기술<br>- 탄력성 평가에 의한 하천수량 확보 가이드라인 개발 |

| | |
|---|---|
| | **(5세부) 정성 · 정량적 성과관리에 관한 연구**<br>- 정성·정량적 성과관리에 관한 연구<br>- 하천기술실증·실용화센터 운영<br>- 기술 및 경제가치평가 |
| 연구개발성과 | **(1세부) 대하천 친환경시설물 및 하도 유지관리 기술 개발**<br>- 토양유실 위험도 및 토양유실 특성을 고려한 위험지도 개발과 유역침식을 고려한 하도안정화를 위한 관리지침서 개발<br>- 한국형 친수시설 안정성 평가 및 어도 이용효율 평가 기술 개발 및 유속측정용 GPS 부자 개발<br>- 모의결과 및 지형정보 통합 DB 구축 및 하천진단시스템 개발<br><br>**(2세부) 첨단기술 기반 하천 계측 및 운영기술 개발**<br>- 통합하천정보 관리기술 개발: 하천공간정보 표준 데이터모델, 하천공간정보 공동활용 모델 및 통합 표준하천정보 공유체계 개발 등 통합 하천정보관리를 위한 기반기술(Smart River) 개발<br>- 하천정보 분석 모델 및 예보시스템(RiverCAST-K) 및 대하천 수질사고경보 시스템(RiverALARM-K) 개발<br>- 하천관리기술 검증을 위한 통합테스트베드 운영관리<br>- ADCP 측정 불확도 산정 소프트웨어 개발<br>- 실내외 겸용 휴대용 초음파 유속계 및 사용자 인터페이스 개발<br>- 스마트폰을 이용한 휴대용 표면 영상 유속계 개발<br><br>**(3세부) 한국형 수문량 분석 선진화 기술 개발**<br>- 지역빈도해석 기반 확률강우량 및 시간분포 방법<br>- 설계홍수량 산정방법 개발<br>- 대하천 감조 하천구간 및 배수체계에 대한 빈도별 홍수위 산정<br>- 대표 하도추적 기법 제시 및 적용성 평가<br>- 미계측 유역의 홍수빈도해석 기반 설계홍수량 산정을 위한 지역화 공식 개발<br>- 유역특성인자 및 홍수량 산정 통합시스템 구축<br>- 개념적 강우-유출모형에 의한 홍수량 산정과정의 소프트웨어화<br>- 유역홍수량 산정 통합시스템 개발<br><br>**(4세부) 물안보 확보를 위한 하천의 탄력적 물관리 기술 개발**<br>- SWMM 5의 매개변수 추정지원 시스템 및 낙동강 표준유역 단위의 물 순환 DB 소프트웨어<br>- 중소유역 물 순환 복원 계획 수립 지원시스템 개발<br>- 하천수 이용효율 향상 및 탄력적 운영관리를 위한 실용화 기술 개발<br>- 구조적 인벤토리 평가지표함수 방법론 개발, 지자체 수자원 정책 제안<br>- 농업용 저수지 운영률 및 하천유지용수 시기배분에 의한 갈수기 하천수 확보량 평가<br>- 행정구역단위의 물수지분석 관련 노하우 기술이전 및 탄력성평가에 의한 하천수량 확보 가이드라인 개발 기술보고서 작성<br><br>**(5세부) 정성 · 정량적 성과관리에 관한 연구**<br>- 정성·정량적 성과관리<br>- 하천기술실증·실용화<br>- 기술 및 경제가치평가 |
| 연구개발성과의 활용계획 | **(1세부) 대하천 친환경시설물 및 하도 유지관리 기술 개발**<br>- 유역침식을 고려한 최적 하천관리를 통해 과학적인 수자원 계획 및 관리 수행 |

| | |
|---|---|
| (기대효과) | - 개발된 친수시설 안정성 평가 지수는 홍수터 유지관리 및 유관기관에 제공하여 홍수 이후 경제적이고 효과적인 홍수터 유지관리 가능<br>- 하천 관리 계획수립 및 시설물 운영계획 수립 시 분석결과 및 가이드를 제공함으로써 보다 합리적인 의사결정이 가능<br><br>**(2세부) 첨단기술 기반 하천 계측 및 운영기술 개발**<br>- Smart River 정보관리 기술을 통해 국내 하천공간정보의 일관성 및 통일성을 위한 기준을 마련할 수 있고 표준화된 하천공간정보의 구축을 통해 하천을 비롯한 방재, 환경, 농어촌 등 다양한 분야의 시스템 개발이 가능<br>- 하천이용에 대한 정보인 하천 레크레이션 지수를 통해 일반 시민들의 안전하고 쾌적한 친수활동의 보장과 활성화 가능<br>- 2차원 분석모델을 통해 오염된 수체의 이동경로 및 도달시간, 피해 범위 및 오염농도 등의 예측및 전파를 통해 신속하고 효율적인 방제대책의 마련 가능<br>- 통합테스트베드 운영계획 수립 및 통합운영지원을 통해 실무적용이 가능한 요소기술을 개발하는데 활용<br>- ADCP의 유량 측정 결과에 대한 불확도를 평가하기 위한 기본안을 제시하여 보다 신뢰성 있는 ADCP 유량 측정결과를 얻을 수 있도록 활용<br>- 유속 계측 장비의 국산화를 통한 수입대체효과 및 유속측정 분야의 기술기반 마련<br><br>**(3세부) 한국형 수문량 분석 선진화 기술 개발**<br>- 연구결과의 실무반영을 통한 수문량 산정 선진화<br>- 일관된 설계홍수량 산정<br>- 실무에 적용 가능한 한국형 홍수량 산정 방법 및 프로그램을 제시<br>- 감조하천 구간 빈도별 홍수위 산정 지침서 작성<br>- 하도추적 기법 제시를 통하여 하천 유형별 하도추적 가이드라인 제시<br>- 설계강우-유출법과 홍수빈도해석에 의한 설계홍수량 산정결과의 교차검증 활용<br>- 유역특성인자 및 홍수량 산정 통합시스템 구축<br><br>**(4세부) 물안보 확보를 위한 하천의 탄력적 물관리 기술 개발**<br>- SWMM 5의 매개변수 추정지원 시스템을 통한 기술이전 및 제품등록 가능<br>- 기후변화 및 외부환경 변화 대응 이수기 미래 수자원 관리 전략 도출<br>- 수자원의 지역적 불균형 해소를 위한 스마트 물관리 기술 개발 및 연계사업 확장<br>- 유출곡선지수(CN)같은 개념의 구조물 평가지표함수를 개발하여 비전문가의 의사결정지원<br>- 하천유지용수 공급을 위한 농업용 저수지 운영계획 수립 및 하천유량 확보를 통한 생태시스템 보전<br>- 표준유역 및 행정구역 단위 등 정밀한 용수체계 분석을 통해 시·공간적 물 불균형 상황을 평가하여 탄력적으로 유역/지역 특성에 맞는 용수확보<br>- 용수공급의 최적 방안을 선정함으로써 유역내 크고 작은 물분쟁 여건을 극소화하기 위한 기초자료로 활용가능 |

| 핵심어<br>(5개 이내) | 하도 안정화 | 휴대용 초음파/<br>표면영상<br>스마트 유속계 | 하천정보<br>예경보 시스템 | 설계수문량 | 탄력성 |
|---|---|---|---|---|---|

# 〈 SUMMARY 〉

| | |
|---|---|
| Purpose & Contents | (Division 1) Development of Green Technology for Maintenance and Management of Hydraulic Structures and Channels in Large Rivers, Korea<br>- Development of Technology for Channel Stabilization Considering Soil Erosion in Watersheds<br>- Development of Technology for Channel Stabilization by Controlling Sediment Bars<br>- Research of Weir Flushing Effectiveness and Prevention of Downstream Scour<br>- Development of Optimal Technology for River Facility Management<br>- Development of Technology for the Optimized Design of Flood Control Facilities in Consideration of the Bed Stabilization at the River Confluence<br>- Advanced Technology Development of River Operation on New Hydraulic Structures<br><br>(Division 2) Development of Smart Technology for River Measurement and Operation<br>- Networking technology and IT monitoring standard technology in response to change of hydraulic and hydrological environment, and governmental and public requirement for river survey<br>- Smart River information management and utilization technology through an integrated river DB management and utilization system based on GIS<br>- River Information Analysis Model for river information usage in public areas and develop an integrated river operation system with river information DB and provision technology<br>- Development of water pollution accident alarm system with the accurate prediction ability in time and space for effective water pollution accident management<br>- Test-bed operation and management for full-scaled experiments and river monitoring to validate developed technologies<br>- Acquistion of the theoretical framework for assessment of uncertainty in ADCP measurement and development of software for assessment of uncertainty in ADCP measurement<br>- IT-based portable ultrasonic meter for velocity measurement in laboratory or field supplement with accessaries, wireless communication and mobile app.<br>- Real-time river surface velocimetry system using high resolution camera and inclinometer built in a mobile phone<br><br>(Division 3) Development of Advanced Technology for Hydrologic Analysis in Korea<br>- Development of estimation method for design rainfall in Korea<br>- A development of estimation method for design flood<br>- Technology development for channel routing and flood water level estimation<br>- Integrated system for watershed characteristics database and flood estimation software<br><br>(Division 4) Resilient Water Management Technologies in Rivers to Ensure Water |

| | |
|---|---|
| | Security<br>- Development of stream flow quantification technique considering watershed environment change and a parameter estimation support system<br>- Performance Evaluation System Development for Urban Watershed Management in a Changing Environment<br>- Development of Advanced Technology for River Flow Management<br>- Development of Techniques for Structural Secure of River Flow Considering Basin Properties<br>- Securing Stream Water by Considering Water Uses with Software Technology<br>- Development of Guideline for Flexible Evaluation of Stream Flow<br><br>(Division 5) Research for Qualitative and Quantitative Performance Management<br>- Research for qualitative and quantitative performance management<br>- Running of river technology application center<br>- Evaluation of technical and economic values |
| Results | (Division 1) Development of Green Technology for Maintenance and Management of Hydraulic Structures and Channels in Large Rivers, Korea<br>- Development of risk maps considering characteristics of soil erosion and soil loss risk, Development of guidelines for channel stabilization of river considering soil erosion in watersheds<br>- Development of technique for evaluation of impact on fish way and hydraulic structure and guideline development and manual revision<br>- Construct integrated DB of modeling result and topograph data and Development of River Diagnosis System<br><br>(Division 2) Development of Smart Technology for River Measurement and Operation<br>- Integrated river information management technology: River spatial data standard model, river spatial data sharing model and integrated sharing system for standard river information<br>- Development of river information analysis model and river forecast (RiverCAST-K) and water quality alarm system (RiverALARM-K)<br>- Integrated test-bed operation and management for application of river Management Technology<br>- Development of river discharge uncertainty estimation software<br>- Development of a portable smart ultrasonic velocimetry and user interface<br>- Development of a portable smart surface image velocimetry system based on smart phone<br><br>(Division 3) Development of Advanced Technology for Hydrologic Analysis in Korea<br>- Design rainfall quantile based on regional frequency analysis<br>- Improvement of the time distribution of design rainfall by considering severe rainstorm<br>- A development of estimation method for design flood<br>- Estimation of flood water levels for tidal rivers and drainage systems<br>- Development of standard channel routing technique and evaluation of the applicability. |

| | |
|---|---|
| | - Development of regional equations for design flood estimation at ungaged locations<br>- Derivation of watershed characteristics database from South Korea<br>- Establishment national DB (Data Base)<br>- Development of conceptual rainfall-runoff model software<br>- Development of national integrated system for watershed flood estimation<br>**(Division 4) Resilient Water Management Technologies in Rivers to Ensure Water Security**<br>- Development of the parameter estimation support system for SWMM 5 through a technology transfer procedure and hydrologic cycle DB S/W of Nak-dong river standard sub-basin<br>- Development of support system for restoration planning of urban watershed management<br>- Development of technique for improving efficiency of stream water utilization and resilient operation<br>- Development of structural inventory evaluation indicator function methodology and suggestion of local government water policy<br>- The evaluation of securing stream flow in dry season by operating the agricultural reservoir curve and allocating water of agricultural reservoir<br>- Technology transfer : Know-how relevant to water balance analysis of the administrative district unit and Report : Development of guideline by flexbility assessment for securing river water quantity<br>**(Division 5) Research for Qualitative and Quantitative Performance Management**<br>- Qualitative and quantitative performance management<br>- Application of river technology<br>- Evaluation of technical and economic values |
| Expected Contribution | **(Division 1) Development of Green Technology for Maintenance and Management of Hydraulic Structures and Channels in Large Rivers, Korea**<br>- Scientific water management and planning by optimal river management considering soil erosion in watersheds<br>- flood plane economical and effective management by developed stability assessment index for waterfront facility<br>- Offering analysis result and guideline to plan river management<br>**(Division 2) Development of Smart Technology for River Measurement and Operation**<br>- Standardization of the spatial river information, and support to develop systems in various fields such as disaster prevention, environment by standardized river information.<br>- Provide river recreation index for public use and revitalize safe river activities<br>- Two dimensional analysis model for estimation of contamination flow reach time, movement, damage area, concentration, etc for the quick and efficient countermeasures for contamination accidents<br>- Utilization for development of element technologies by the establishment of operational plan and support for the Integrated test bed<br>- Utilization of obtaining the reliable discharge measurement data by using framework for assessment of uncertainty in ADCP measurement |

| | |
|---|---|
| | - Import substitution effect by localization of velocimetry and the establishment of technology base for flow measurement<br><br>**(Division 3) Development of Advanced Technology for Hydrologic Analysis in Korea**<br>- Rainfall quantile based on regional frequency analysis and guideline<br>- Improvement of the time-distribution of design rainfall quantile<br>- A calculation of consistent design flood<br>- A suggestion for program and estimation method for design flood in Korea to apply for engineering design<br>- Guideline for the estimation of design flood water level<br>- Guideline of channel routing for different types of rivers<br>- Design flood estimation based on flood frequency analysis<br>- Cross check with design storm-unit hydrograph method and flood frequency analysis for design flood estimation<br>- Standardization flood estimation technique<br>- Suggestion of reliable result about flood estimation<br><br>**(Division 4) Resilient Water Management Technologies in Rivers to Ensure Water Security**<br>- Technology transfer and product registration through SWMM5 parameter estimation support system<br>- Approach of future water resources management strategy for low flow period response to climate change and external environmental change<br>- Development of smart water management technology to solve the regional imbalance of water resources and extension of business linkage<br>- Decision support function for non-experts by developing evaluation index functions of buildings such as curve number (CN)<br>- Operating planning of agricultural reservoir for supplying instreamflow and ecosystem conservation through the secure of the stream flow.<br>- Securing water and water supply by evaluating the spatial and temporal imbalance in water situation considering flexible characteristics of the water basin/region through the precise water analysis system at standard unit watershed, administrative district units etc.<br>- The best practices for securing water and water supply by utilizing the basic data to minimize the dispute situation between large and small water basin |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Keywords | Channel Stabilization | Portable Smart Ultrasonic/ Smartphone Velocimetry system | River Information Forecast and Alarm System | Design hydrological quantile | Resilience |

# 〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요 ····· 1
2. 국내외 기술 개발 현황 ····· 82
3. 연구 수행 내용 및 성과 ····· 101
4. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 ····· 208
5. 연구개발성과의 활용 계획 ····· 224
6. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보 ····· 274
7. 연구개발성과의 보안등급 ····· 282
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설 · 장비 현황 ····· 286
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적 ····· 287
10. 연구개발과제의 대표적 연구 실적 ····· 289
11. 기타 사항 ····· 426
12. 참고 문헌 ····· 432

# 1. 연구개발과제의 개요

## 가. 연구개발 목적

### (1) 1세부과제: 대하천 친환경시설물 및 하도 유지관리 기술 개발

○ 대하천 친환경시설물 및 하도유지관리 기술 개발을 위해 유역침식을 고려한 하도 유지관리 기술, 하천시설 관리 최적화 기술, 신설 수공구조물을 고려한 하천운영 고도화 기술개발로 이루어져 있음




<1세부 단위과제별 연구개발 목표>

(가) 유역침식을 고려한 하도 안정화 기술 개발(1-1세세부)

(1-1세세부: 1~6차년도)

○ 토양유실 위험도 및 토양유실 특성을 고려한 위험지도 개발

○ 토양 특성 및 토양 유실량이 고려된 의사결정지원 시스템 개발

○ 하천준설 최적 관리 모형 개발 및 적용

○ 유역유사 및 하천준설과 관련된 기준서 개정

○ 하도안정화를 위한 구조적, 비구조적 지침서(기술보고서) 제공

○ 유역침식을 고려한 하도 안정화 기술 실용화




<유역유사관리 가이드라인 요소기술 구성>

(나) 사주발생 제어 및 저수로 안정화 기술 개발

(1-2세세부: 1~6차년도) *6차년도: (1-1-1세세부)

○ 사주와 저수로의 변화 관계 규명

○ 사주발생 제어를 위한 구조적 대책 방안 제시

○ 저수로 안정화를 위한 구조적 대책 방안 제시

○ 저수로 안정화 지침서 개발




<사주발생 제억 및 서주로 안정화 기술 요소기술 구성>

(다) 유역침식 제어기술 개발(종료)

(1-3세세부: 2~4차년도)

○ 유역침식을 고려한 하도 안정화 관리 지침서 개발

○ 유역침식 제어기법 적용성 평가를 통한 신뢰성있는 제어기법 제공

○ 한국형 매개변수를 이용한 침식제어기법을 제시




<유역침식 제어기술 개발 요소기술 구성>

(라) 다기능보 배사 효율 극대화 및 하류 세굴 방지 방안 연구

(1-4세세부: 2~6차년도) *6차년도: (1-1-2세세부)

○ 배사 및 준설 퇴적량의 대한 분석을 위한 유사 퇴적 양상 예측

○ 다기능보 수위를 최적으로 조절하여 퇴적양를 줄여 다기능보 상류의 저수용량을 확보할 수 있는 시나리오 제시

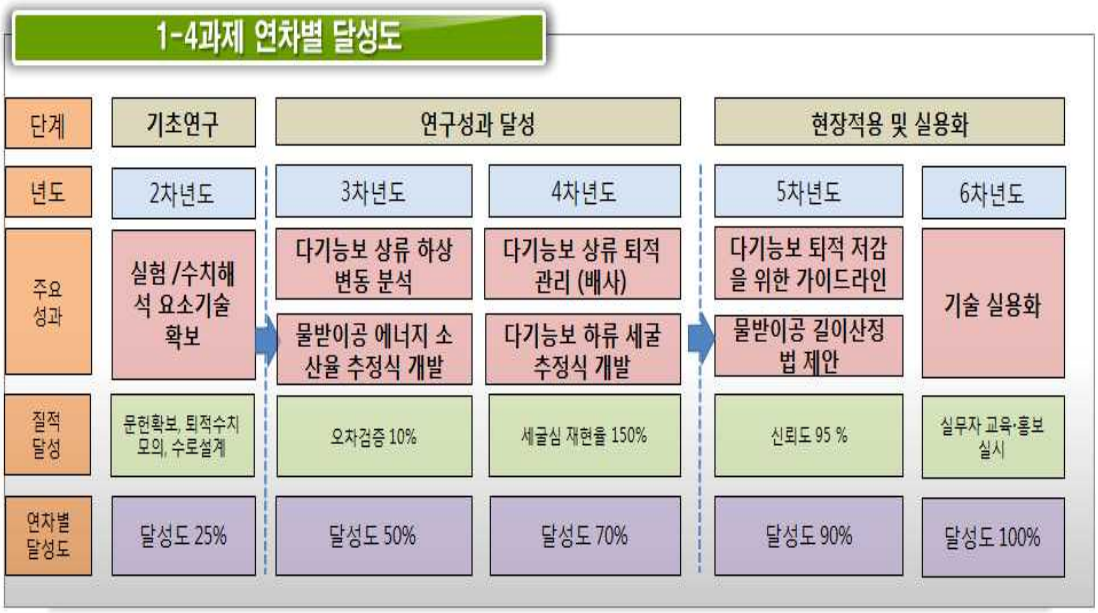
○ 배사 시나리오별 연간 저수용량, 수위변화의 변화량 예측하여 장기적인 다기능보 운영률 결정에 활용

○ 최적의 배사 시나리오를 달성하기 위한 현장실무용 가이드라인 제시

○ 수리실험 및 수치해석을 통한 다기능보 운영에 따른 하상변동 양상 예측

○ 현장에 적용된 다기능보 하류 구조물(물받이공, 바닥보호공)에 대한 세굴심, 난류 특성 분석

○ 다기능보 하류부의 난류분포 및 세굴 메커니즘에 대해 분석하고 세굴심을 예측하는 방안을 제시하여 국내외 다기능보 건설시 활용할 수 있는 기술의 확보




<배사 및 세굴 방지 기술>

(마) 하천시설관리 최적화 기술개발

(1-5세세부: 2~6차년도)

○ 홍수터 친수시설 안정성 평가 기술 개발

- 홍수터에서의 수리적 인자를 고려하기 위한 2차원 흐름해석 모형의 마름/젖음 알고리즘 개선 및 자연하천에서의 적용성 검증
- 적용된 모형에서 계산된 수리적 인자를 통해 침식/퇴적 발생 지역에 대한 상대적 공간분포 예측할 수 있는 친수시설 안정성 평가 지수 개발 및 DB화

○ 어도 이용효율 평가 기술 개발

- 실제 보운영에 따른 2차원 흐름해석을 통한 어도 이용효율 평가 지표 산정
- 어도 유속측정용 GPS 전자부자를 이용한 적용모형의 검증
- 하천설계기준(어도편) 개정안 제시

○ 어도 유속측정용 GPS 전자부자 실용화

- 어도 유속측정용 GPS 전자부자의 성능 검증 실험 및 특허출원

○ 친수시설 및 어도 유지관리 가이드라인(기술보고서) 제공



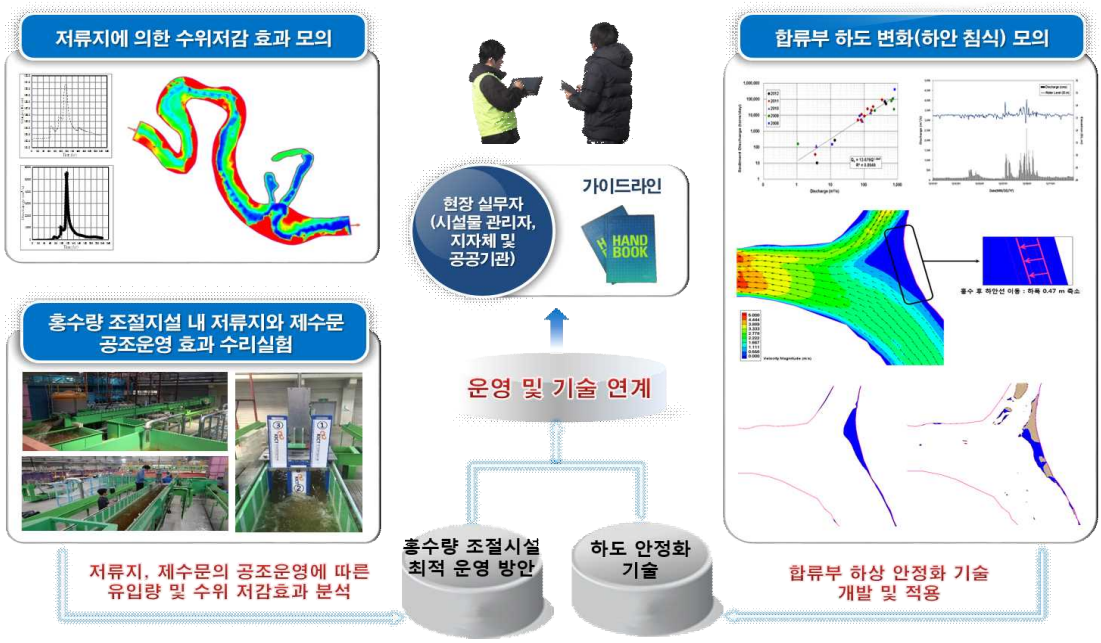

<하천시설관리 최적화 기술개요도>

(바) 하도안정화를 고려한 홍수량 조절시설 최적 설계 기술 개발

(1-6세세부: 1~6차년도)

○ 홍수량 조절시설 최적 운영 및 유지관리 가이드라인 개발

○ 합류부 하도변화 분석 및 안정화 가이드라인 개발




<하도안정화 및 홍수량 조절시설 최적설계 개요도>

(사) 신설 수공구조물을 고려한 하천운영 고도화 기술 개발

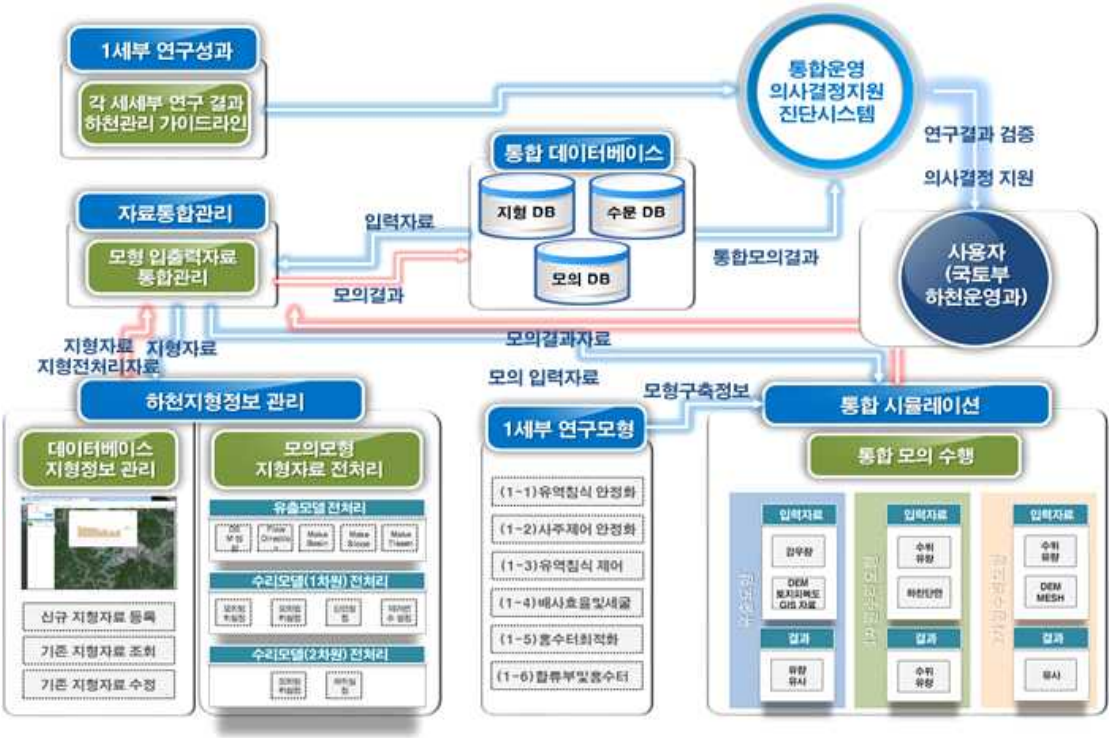
(1-7세세부: 1~6차년도)

○ 보 하류 세굴, 퇴적조사, 배사, 홍수터 하천시설 관리 등을 위한 연계운영 통합의사결정 지원 시스템 구축

○ 연구 성과의 테스트베드 적용을 통하여 정확성 및 적용성을 검증하고, 하천 운영관리를 위한 매뉴얼을 제공하여 시설물 운영관리의 기준을 제시

○ 하천 시설물 운영관리를 위한 운영계획 수립 및 배사운영에 의한 유지관리비용에 대한 분석

○ 하상변화 모니터링 및 모형수행을 통한 장단기 하상변동을 분석하여 하천관리 및 유지계획 수립의 의사결정지원 지원

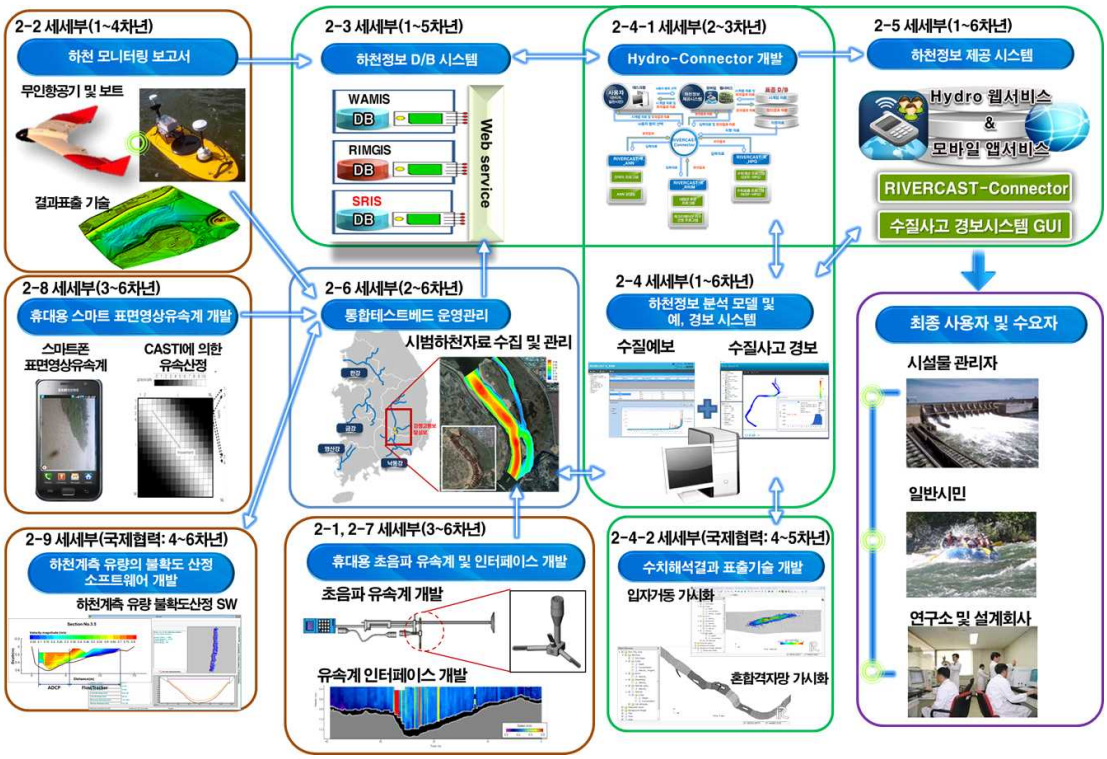



<하천진단 시스템>

## (2) 2세부과제 (첨단기술 기반 하천계측 및 운영 기술 개발)

○ 2세부 과제(첨단기술 기반의 하천 계측 및 운영기술 개발)는 크게 하천계측 및 모니터링 기술 개발과 하천정보 관리 및 제공 기술개발을 목표로 하고 있음

- 하천계측 및 모니터링 기술개발은 실내외 겸용 휴대용 초음파 유속계 및 사용자 인터페이스 개발, 휴대용 스마트 표면영상유속계 개발, 첨단기술을 이용한 하천 조사기술 개발을 목표로 하고 있음
- 하천정보 관리 및 제공 기술개발은 Smart River 정보관리 기술개발, 하천정보 분석 모델 및 예경보 시스템기술 개발, 첨단기술 기반의 지능형 하천정보 제공 시스템 개발 등을 연구목표로 하고 있음
- 연구단 세세부 과제에서 개발된 각 기술의 검증을 위한 통합 테스트 베드 운영을 포함하고 있음




<2세부 단위과제 간 연계도>

(가) 하천 계측 센서 및 모니터링기술 개발 연구 기획(기획과제: 2차년도)

○ 하천분야 첨단 계측 센서 및 모니터링 기술개발 전략과 연구개발 기획 수립을 위한 시장동향 분석 및 주력 개발 제품과 서비스 도출

○ 첨단 IT기술을 활용한 수위, 유속, 유사량, 하상 계측센서 개발 기획

○ GIS 기반의 계측 센서 사용자 인터페이스 및 분석 모델 개발 기획




<기획연구의 목표>

(나) 휴대용 초음파 유속계의 사용자 인터페이스 개발 및 성능 검증

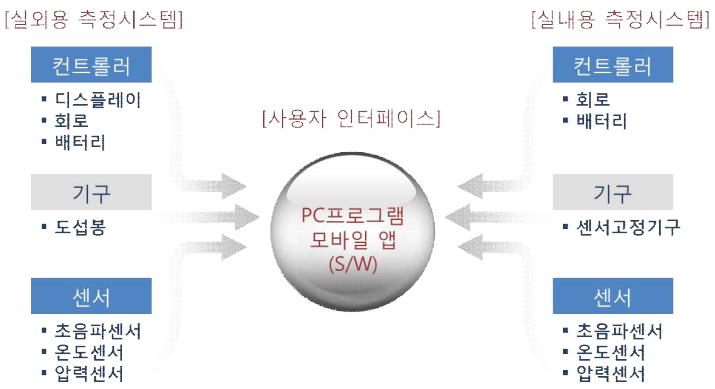
(2-1세세부: 3~6차년도) *6차년도: (5-1-3세세부)

○ ADV의 사용자 편의를 위한 통신 및 인터페이스 개발

○ 스마트 모바일 기기 연동을 위한 모바일 앱 개발

○ 유량산정을 위한 수심 및 GPS 데이터 연계기술 개발

○ 계측자료의 매핑과 후처리를 위한 PC프로그램 개발




<휴대용 스마트 초음파 유속계 장비 구성도>

(다) 첨단기술을 이용한 하천 조사기술 개발 (2-2세세부: 1~4차년도)

○ RS를 이용한 하천조사 기술 개발

○ LBS 기반 GIS 통합기술을 이용한 하천조사 기술개발

○ IT 기반 하천 모니터링 네트워킹 기술을 개발

○ 첨단기술을 이용한 하천조사기술 표준 지침서를 제작

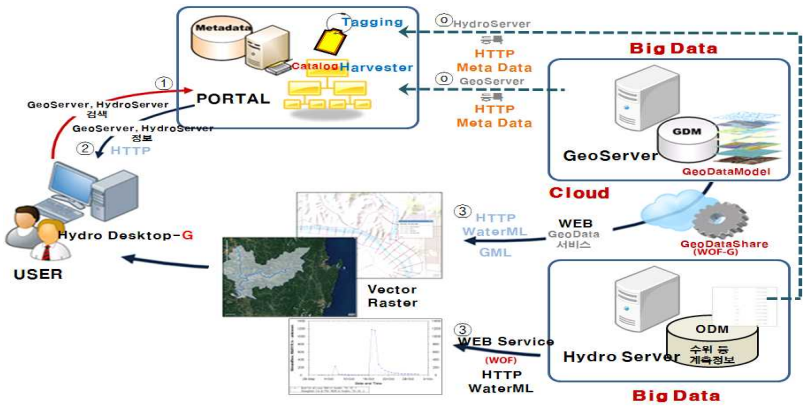



<첨단기술을 이용한 하천조사기술 개요도>

(라) Smart River 정보관리 기술개발 (2-3세세부: 1~5차년도)

○ 하천공간정보 표준 데이터모델 개발

○ 하천공간정보 공동활용 모델 및 통합 표준하천정보 공유체계 개발 등 통합 하천정보관리를 위한 기반 시스템 개발




<첨단 하천정보관리 시스템>

(마) 하천정보 분석 모델 및 예·경보 시스템 개발 (2-4세세부)

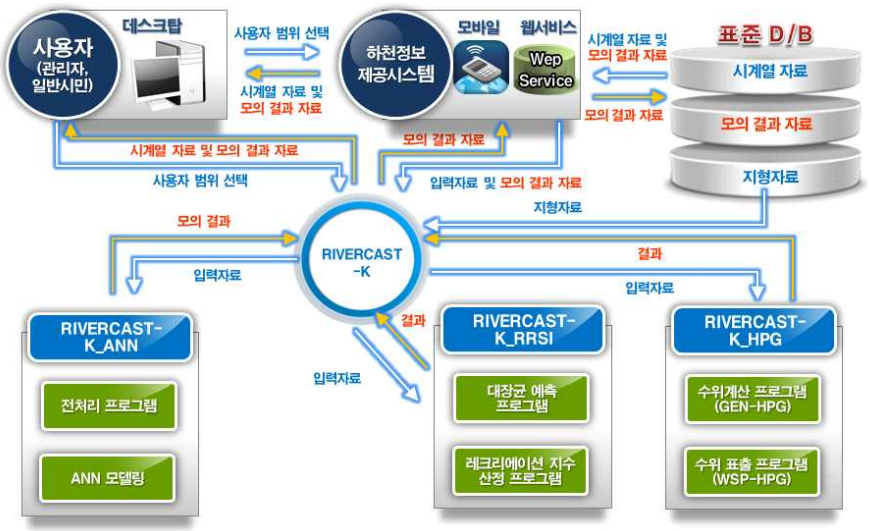
① 하천정보 분석 모델 및 예보 시스템 (1~6차년도)

○ 데이터 기반 수질 및 유량 예측 모델 개발 (RiverCAST-K_ANN)

○ 물리 기반 수위 예측 모델 개발 (RiverCAST-K_HPG)

○ 하천의 공공이용성 제고를 위한 하천 레크리에이션 지수 산정 모델 개발 (RiverCAST-K_RRSI)

○ 하천정보 분석 모델과 하천정보 DB 시스템 및 제공 시스템과의 자료연계를 위한 하천정보 연계 운영 시스템 개발 (RiverCAST-K: 2-5세세부와 공동 수행)




<하천정보 분석 및 예보 시스템>

② 대하천 수질사고 경보 시스템 (국제협력연구: 4~6차년도)

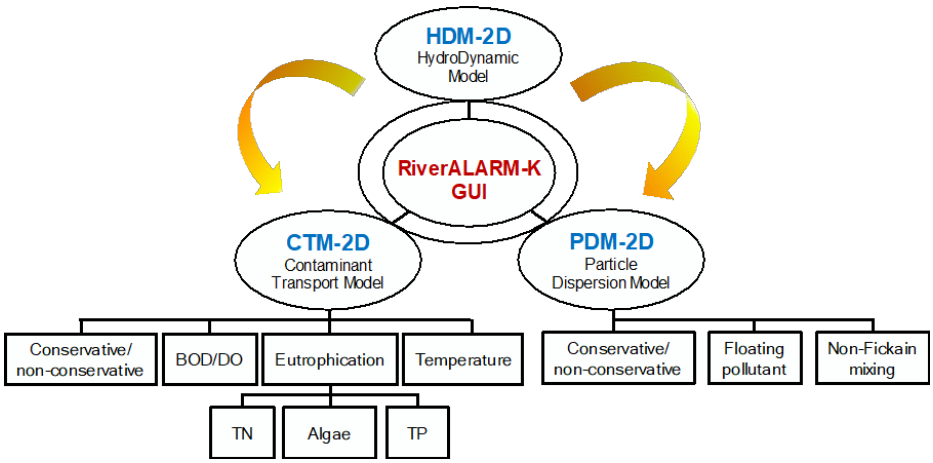
○ RiverALARM-K의 2차원 흐름모델(HDM-2D) 및 수질모델(CTM-2D) 기능개선

○ 2차원 입자분산모형(PDM-2D) 개발

○ 2차원 조류 발생 및 분석 모델(CTM-2DA) 개발

○ 오염물질거동 가시화 프로그램(PMV-2D) 개발(2-4-2 세세부: 홋카이도대와 국제협력연구)

○ 하천 및 실험수로에서 추적자 실험을 통한 검증자료 구축 및 혼합계수 산정(USGS와 국제협력연구)

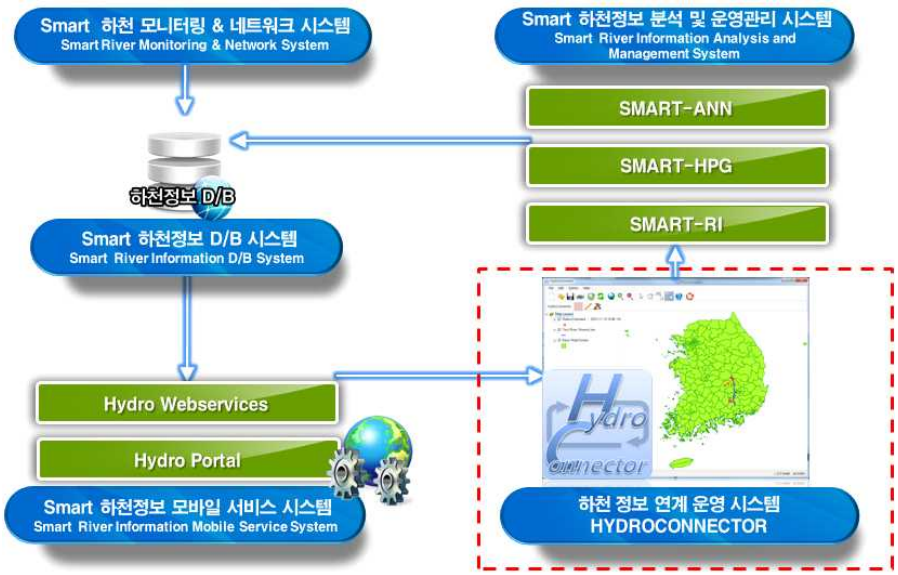



<대하천 수질사고 경보 시스템>

(바) HydroConnector 개발 및 통합지침서 활용서비스 (2-4-1세세부: 2~3차년도)

○ 하천정보 DB 자료 취득을 위한 모듈 개발

○ 타 세부 프로그램과의 결합을 위한 모듈 개발

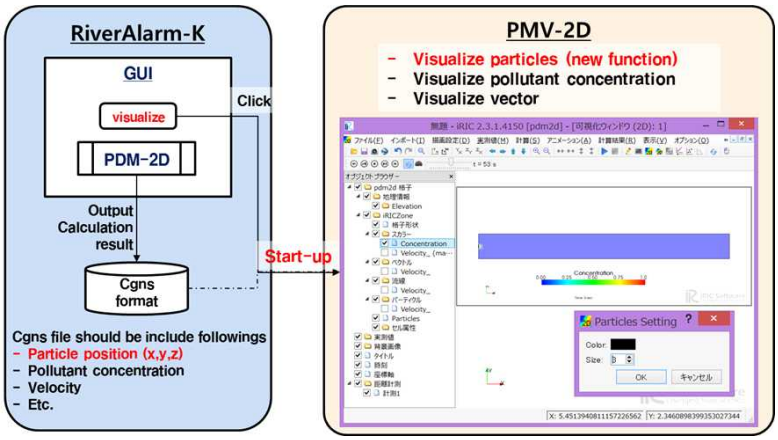



<HydroConnector 개요>

(사) 오염물질 거동 가시화 소프트웨어 개발 (2-4-2세세부: 4~5차년도)

○ RiverALARM-K의 결과 표출을 위한 입자거동 가시화 소프트웨어 개발(PMV-2D)

○ 모의결과의 효과적인 가시화를 위한 내부함수 개발




<PMV-2D의 연계도 및 GUI >

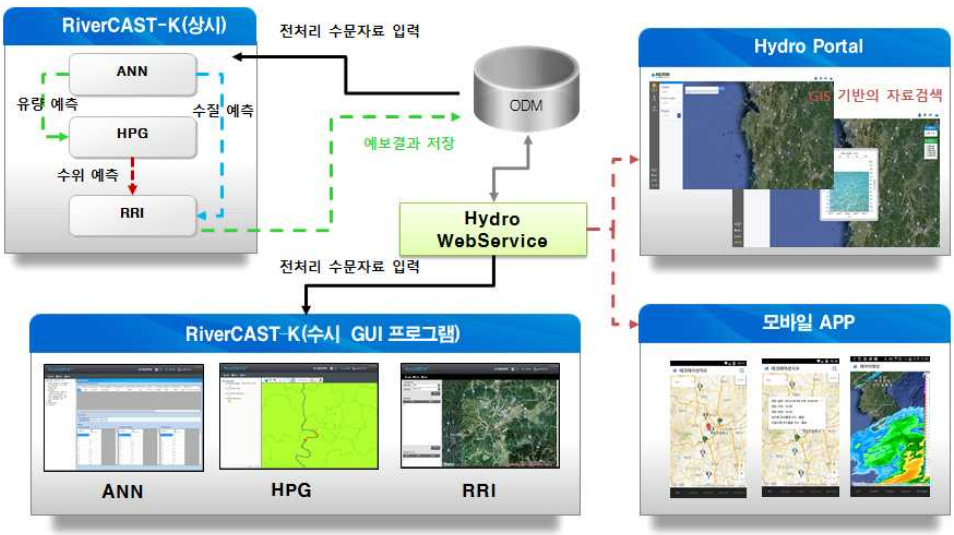
(아) 첨단기술 기반의 지능형 하천정보 제공시스템 개발

(2-5세세부: 1~6차년도) *6차년도: (2-4-3세세부)

○ 하천정보 DB와 연계된 하천예보시스템 구축

○ 사용자별 하천정보제공 APP 개발

○ 수질사고 경보 시스템 GUI 구축




<하천예보시스템 구성도>

(자) 하천관리기술 검증을 위한 통합테스트베드 운영 관리

(2-6세세부: 2~6차년도) *6차년도: (2-4-4세세부)

○ 연구단 단위과제의 요소기술의 검증을 위한 실규모 현장 실험 및 모니터링 자료 구축

○ 시험하천 운영계획 수립 및 통합운영지원 가이드라인 개발




<통합 테스트베드 운영관리 시스템>

(차) 실내외 겸용 휴대용 스마트 초음파 유속계 개발(2-7세세부: 3~6차년도)

○ 하천 유량조사와 실내 수리실험에 사용 가능한 겸용 초음파 유속계 개발

○ 무선통신과 스마트 모바일 앱 개발




<휴대용 초음파 유속계 개요>

(카) 휴대용 스마트 표면영상유속계 개발(2-8세세부: 3~6차년도)

○ 스마트 영상 유속계 개발

- 유속 산정 시 영상관측 각도를 활용하여 참조점이 필요 없는 유속계 개발

○ 유량 측정 보조 시스템 개발

- 야간 및 악천후시 측정이 가능한 측정 보조 시스템(조명, 거치대 등) 개발
- 여러 대의 스마트폰 영상 유속계를 연계하여 폭이 매우 넓은 하천을 동시 측정하는 시스템 개발

○ 자료 전송 시스템 개발

- 필요시 계측된 유속 및 유량 자료를 실시간으로 관리 서버로 전송하는 시스템 개발

○ 유속계 검증

- 광범위한 유속범위에 대한 유속계 검증
- 실제 하천의 홍수량 측정에 적용을 통한 적용성 검증




<다중 표면영상유속계에 의한 유량산출 시스템 개요도>




<스마트폰 영상유속계에 의한 유속 산정 개요도>

(타) 하천계측 유량 불확도 산정 소프트웨어 개발

(2-9세세부: 4~6차년도) *6차년도: (2-4-5세세부)

○ ADCP 불확도 산정 이론적 표준안 확보

- 국제적으로 공인되어 있는 GUM 표준안을 기반으로 한 ADCP의 유량 측정 불확도 평가 방안 제시




<ADCP의 불확도 산정 이론적 표준안 확보>

○ 하천계측 불확도 산정을 위한 ADCP 실험자료 구축

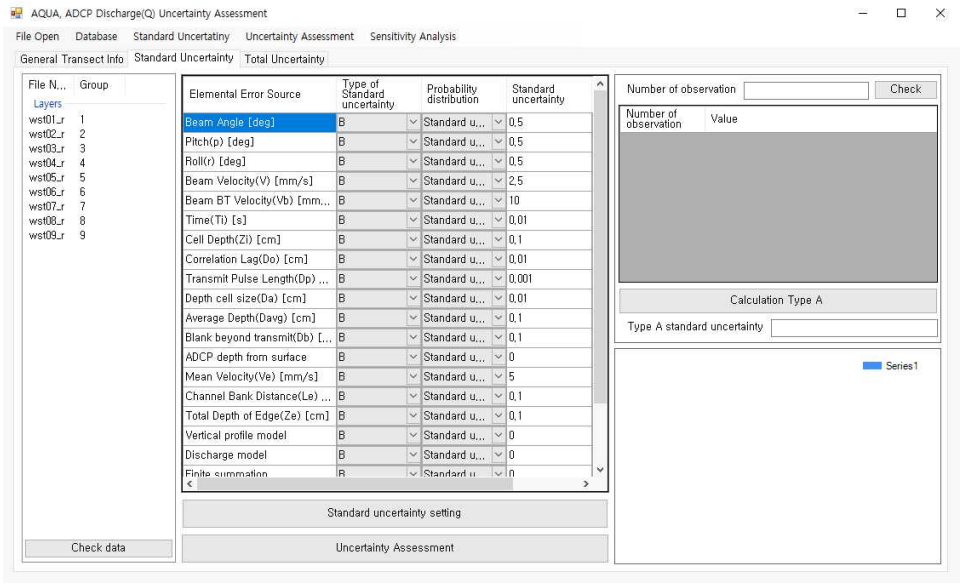
- ADCP 불확도 평가를 위한 건설기술연구원의 안동 하천실험센터 직선수로에서 측정 불확도 실험 수행



<ADCP 측정 불확도 실험-한국건설기술연구원 하천실험센터>

○ ADCP 측정 불확도 산정 소프트웨어 개발

– ADCP 유량 측정 불확도 요인 분석 및 일부 요인의 표준불확도 알고리즘 및 SW 개발




<ADCP 유량 측정 불확도 평가 소프트웨어(AQUA)>

## (3) 3세부과제: 한국형 수문량 분석 선진화 기술 개발

○ 본 연구의 최종목표는 기존의 표준화되지 않은 확률홍수량 산정의 문제점을 개선하고 선진화된 수리/수문 모형 기법들을 연구하여 최종적으로 미계측 유역에서의 신뢰성 있는 홍수량을 산정하는 것이 최종목표임




<한국형 수문량 분석 선진화 기술 개발 모식도>

### (가) 설계강우의 결정방법 개발(3-1세세부: 2~6차년도)

○ 설계강우 지역빈도해석을 위한 강우량 자료수집, 검증 및 D/B 구축

○ 지역빈도해석 기법 기반의 설계강우량 산정 기술 및 실무 적용을 위한 가이드 제시

○ 기존의 Huff 방법을 포함 및 개선한 선진화된 설계강우 시간분포 방법 개발




<설계강우의 결정방법 개발 연구과제 개요도>

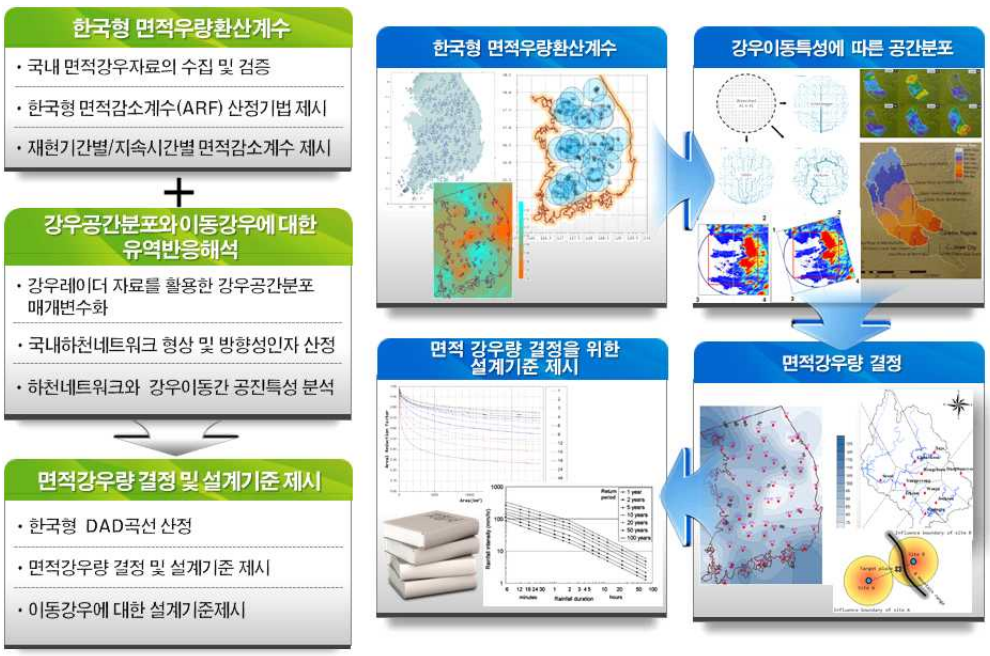
(나) 설계강우의 ARF 및 공간분포 산정방법 개발

(3-2세세부: 2~6차년도) *5~6차년도: (3-1-1세세부)

○ 레이더 강우 자료를 활용한 면적강우량 산정

○ 국내 지형 및 수문기상학적 특성을 반영한 면적우량환산계수(ARF) 산정

○ 면적강우량 결정을 위한 산정기준 제시




<설계강우의 ARF 및 공간분포 산정방법 개발 개요도>

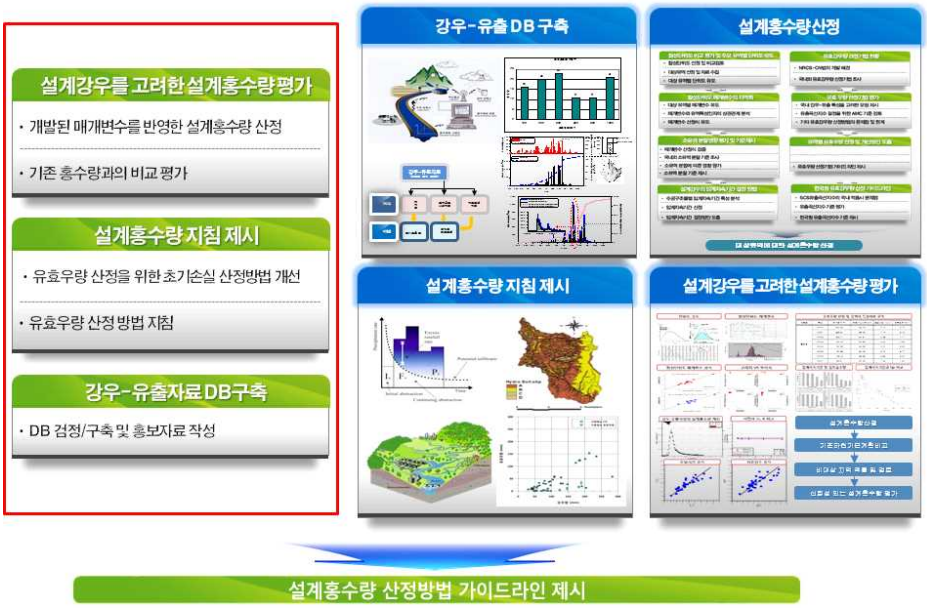
(다) 설계홍수량 산정방법 개발 (3-3세세부: 2~6차년도)

○ 강우-유출자료 수집 및 검증

○ 합성단위도 매개변수 지역화

○ 설계강우의 임계지속기간 결정

○ 한국형 유효강우량 산정 가이드라인 제시

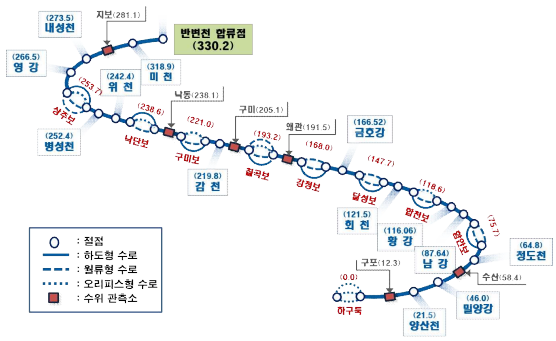



<연구 목표 및 최종 성과>

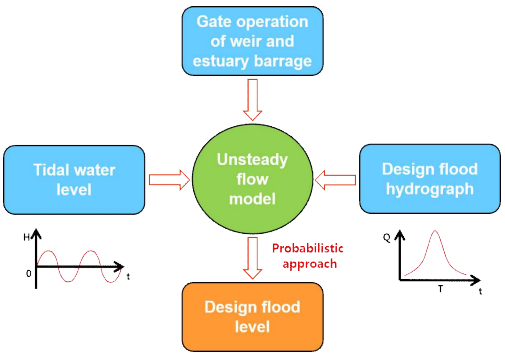
(라) 하도추적 및 홍수위 산정기술 개발(3-4세세부: 2~5차년도)

○ 감조 하천구간 및 배수체계에 대한 빈도별 홍수위 산정기법 개발

- 조석의 영향을 받은 하천구간 및 배수시스템에 대한 빈도별 홍수위 산정기법 및 계산 모형 개발



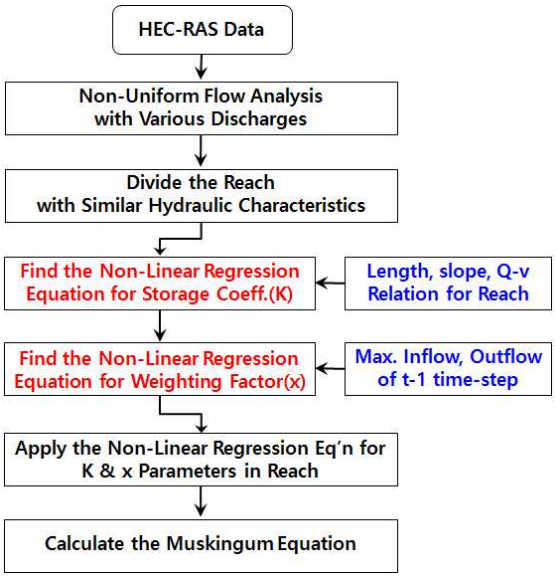

<낙동강 구간에 대한 계산모형의 모식도>



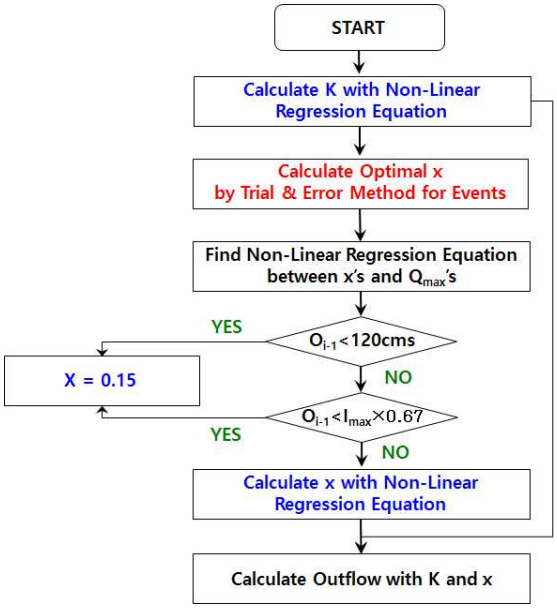

<감조 하천구간 빈도별 홍수위 산정방법>

○ 국내하천에 적용 가능한 대표 하도추적기법 제시

– 하천 유형별 하도추적 가이드라인 제시




<Muskingum 기법의 매개변수 산출과정>



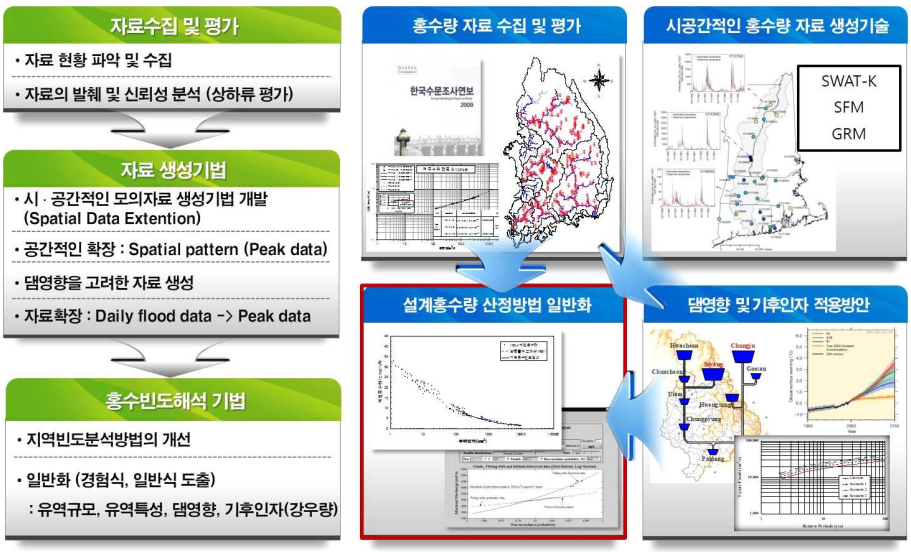

<Muskingum 기법의 가중인자 x 적용과정>

(마) 홍수빈도해석에 의한 설계홍수량 산정방법 일반화 (3-5세세부: 2~5차년도)

○ 홍수빈도분석 방법의 개발을 통한 정확도 높은 설계홍수량 결정 기법 개발

○ 댐 영향을 고려한 홍수빈도해석 기법 개발

○ 기후변화 변동성을 고려한 설계홍수량 적용 방안 제시



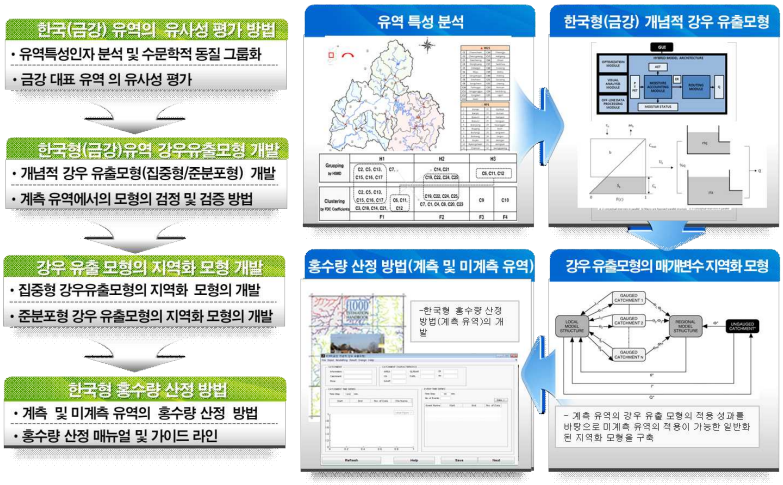

<홍수빈도해석에 의한 설계홍수량 산정기법 개요도>

(바) 개념적 강우-유출모형을 활용한 홍수량 산정방법 개발

(3-6세세부: 2~6차년도) *6차년도: (3-1-2세세부)

○ 개념적 강우 유출모형기반의 한국형 홍수량 산정방법 개발

○ 한국형 홍수량 산정 방법의 가이드라인 제시




<GRR을 활용한 한국형 홍수량 산정방법>

(사) 유역특성인자 및 홍수량 산정 통합시스템 구축 (3-7세세부: 2~6차년도)

○ 유역특성인자 도출을 위한 다변량 통계분석기법 개발

○ 고해상도 지형정보 기반의 홍수량 산정을 위한 전국 유역특성인자 DB구축

○ 개념적 강우-유출모형에 의한 홍수량 산정과정의 소프트웨어화

○ 유역홍수량 산정 통합시스템 개발

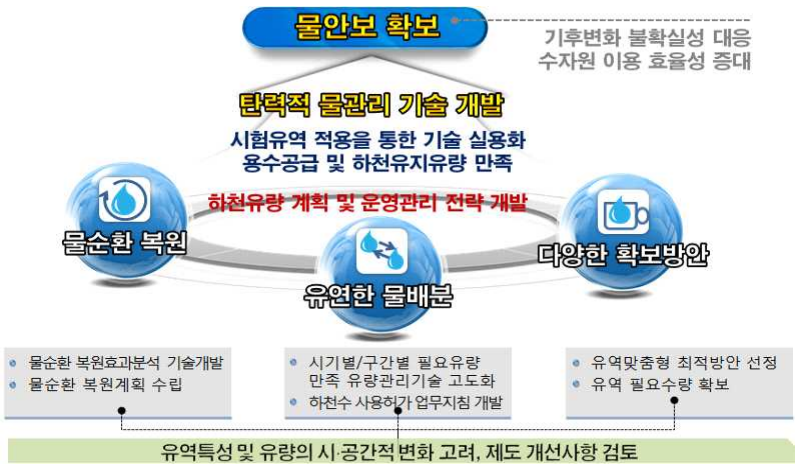



<홍수량 통합시스템 구조>

## (4) 4세부과제: 물안보 확보를 위한 하천의 탄력적 물관리 기술 개발




<4세부과제 개념도>




<4세부과제 연구 목적>

○ 외부환경변화에 따른 하천수량 정량화 기술 개발, 하천유량관리 고도화 기술 개발, 탄력적 하천수량 확보 및 관리 기술 개발 등을 각각의 연구목표로 하는 세세부 과제와 각 기술의 검증을 위한 테스트베드 운영을 포함하고 있음

○ 기후변화 등의 미래 환경변화 및 하천관리 패러다임 변화에 대응하기 위한 하천운영관리기술의 고도화를 목표로 추진하고 있음

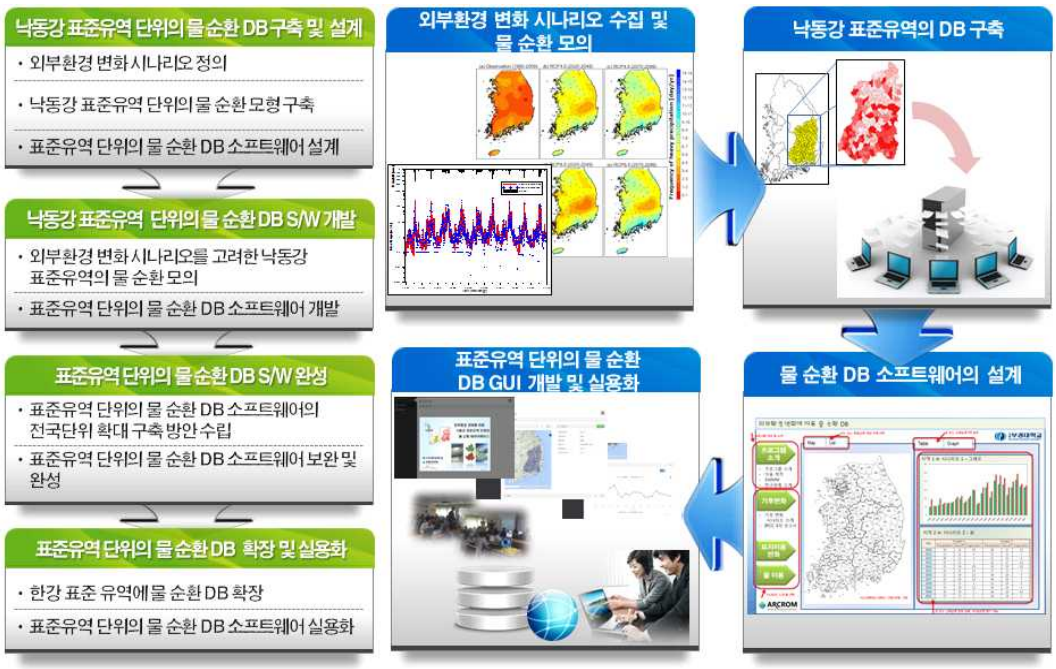
○ 연구단 세세부 과제에서 개발된 각 기술의 검증을 위한 통합 테스트 베드 운영을 포함하고 있음

(가) 외부환경 변화에 따른 하천수량 평가 방안 및 매개변수 추정 지원시스템 개발

(4-1세세부: 2~6차년도)

○ 외부환경 변화 등으로 인한 물 순환 영향 평가 정량화 기술 확보

○ 외부환경 변화에 따른 물순환 영향 제시




<4-1세세부 연구 목표 및 내용>

(나) 외부환경 변화에 따른 물 순환 복원 기술 평가 시스템 개발

(4-2세세부: 2~4차년도)

○ 중소유역 물 순환 복원 계획 수립 지원시스템 개발

○ 중소유역 지표수 영향 시설 및 물순환 복원 효과 평가 시스템 개발




<4-2세세부 연구 목표 및 내용>

(다) 하천유량관리 고도화 기술 개발(4-2세세부: 1차년도, 4-3세세부: 2~6차년도)

○ 연중 안정적이고 풍부한 하천수량을 배분할 수 있도록 시·공간적인 하천수량 불균형을 해소하기 위한 탄력적인 하천유량 운영관리기술 개발

○ 하천유량관리 융·통합 기술 적용에 따른 자료 관리 및 분석 툴 개발




<4-3세세부 연구 목표 및 내용>

(라) 하천수 이용환경 개선을 위한 법제 연구

(4-2-1세세부: 1차년도, 4-4세세부: 2~4차년도)

○ 하천수 사용료 징수체계 제도개선

○ 하천수 사용허가 세부기준(안) 및 업무지침서 제시




<4-4세세부 연구 목표 및 내용>

(마) 유역특성을 고려한 구조적 하천수량 확보 기술(4-5세세부: 2~6차년도)

○ 구조적 수량확보 관점의 국가 및 지자체 수자원 정책 신규 및 수정(안) 제안

○ 구조적 수량확보를 위한 유역맞춤형 물 이용 종합계획 수립 기술보고서



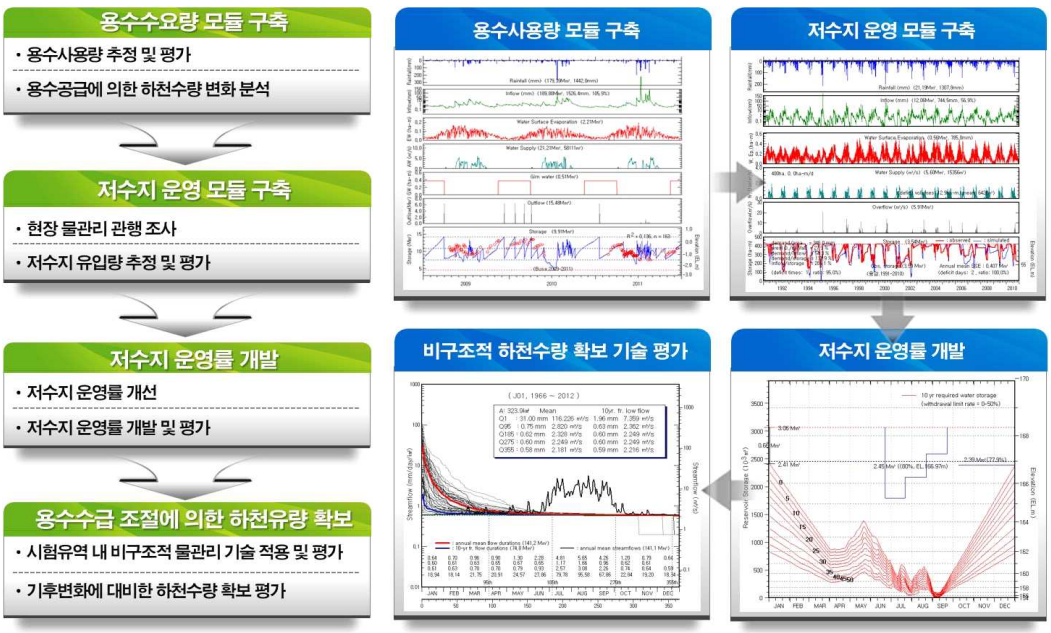

<4-5세세부 연구 목표 및 내용>

(바) 용수수급 요소를 고려한 비구조적 하천 수량 확보 기술 연구

(4-6세세부: 2~5차년도)

○ 용수사용량 추정모델 구축에 따른 하천수량 변화량 파악

○ 저수지 저수량 모의 모듈 구축 및 수량확보 기술 개발




<4-6세세부 연구 목표 및 내용>

(사) 탄력성 평가에 의한 하천수량 확보 가이드라인 개발

(4-7세세부: 2~5차년도) *6차년도: (4-3-1세세부)

○ 기존의 지표 및 분석방법 개선을 통해 적용 가능하고 신뢰성이 향상된 탄력성 평가에 따른 하천수량 확보 가이드라인 개발

○ 탄력성 평가 가이드라인 적용 및 개선




<4-7세세부 연구 목표 및 내용>

### (5) 5세부과제: 정성·정량적 성과관리에 관한 연구

(가) 연구단의 정성적, 정량적 연구성과의 지속적이고 객관적 평가 수행

(나) 성과관리 및 자료관리, 조직관리, 홍보관리를 포함한 연구단 총괄관리 수행

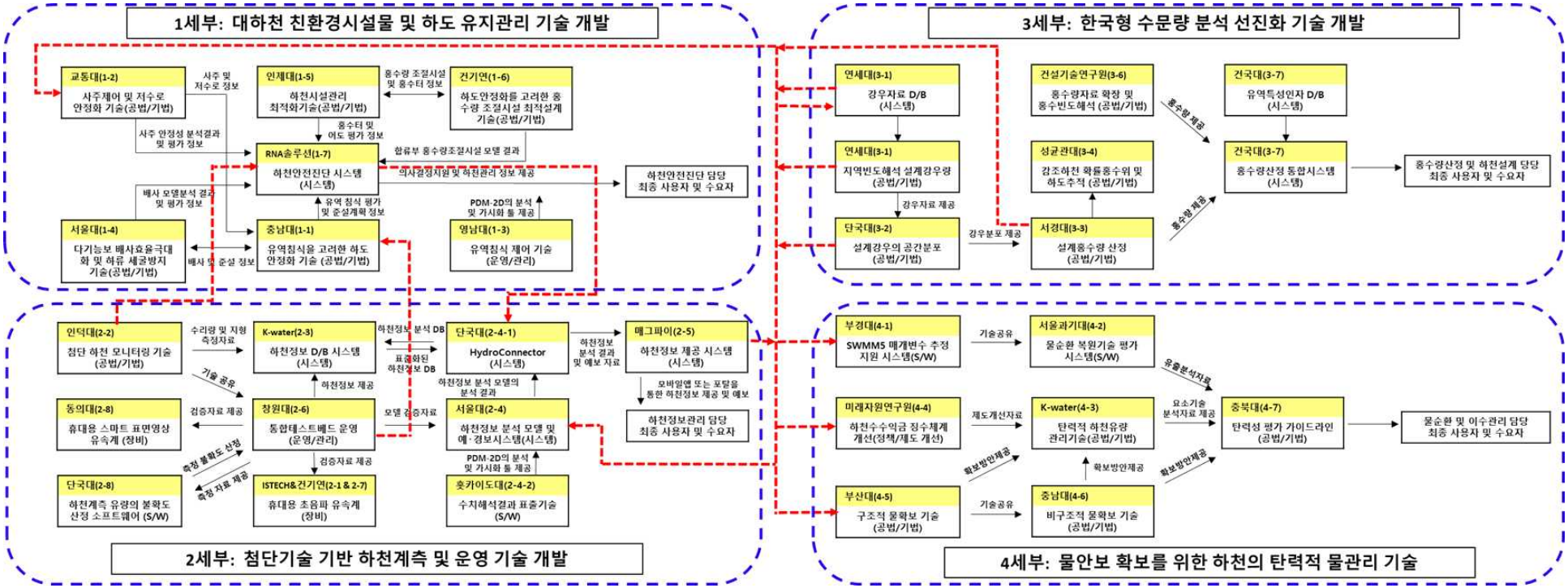
(다) 연구성과의 질적 분석, 파급효과 및 기술의 실용화 분석 수행

(라) 하천기술 실증 · 실용화센터 운영

(마) 하천설계기준 개정(안)의 상정 추진

(바) 연구성과의 제품화, 사업화, 및 기술이전 추진

## (6) 연구단 통합 연계도




<첨단기술 기반 하천 운영 및 관리 선진화 연구단 총괄 연계도>

## 나. 연구개발의 필요성

### (1) 1세부과제: 대하천 친환경시설물 및 하도 유지관리 기술 개발

(가) 유역침식을 고려한 하도 안정화 기술(1-1)

○ 기후변화의 영향으로 이상강우가 발생하고 있으며 이와 같은 원인에 의해 산지유역에서 다량의 유사발생이 나타남.

○ 하천 내 다량의 유사가 유입되면 퇴적에 의해 하천의 통수능력이 감소하고 생태계 서식지에도 영향을 미침.

○ 하천관리에 있어서 유역침식과 하천 내 퇴적과 침식문제를 개선할 수 있는 기술이 필요.

○ 대하천 사업으로 조성된 다기능보에서 유사 퇴적으로 인해 줄어드는 물그릇을 배사를 통해 줄이는 방안을 모색하여 사업 효과의 지속성을 확보 필요

(나) 사주발생제어 및 저수로 안정화 기술 개발(1-2)

○ 기후변화에 의한 홍수로부터 안전하고 4대강 사업으로 변화한 하천의 지속적인 유지관리에 하천관리자가 많은 어려움에 직면할 것으로 예상

○ 하도안정화 및 유지관리 기술을 개발하여 하천관리자 및 실무자들에게 쉽게 사용할 수 있는 유역유사관리 및 준설하천의 하도 안정화를 위한 구조적, 비구조적 관리 지침개발

○ 하천복원 및 관리 기술을 향상시키고, 주변경관과 조화를 이루어 지역 주민에게 친수문화를 접할 수 있는 기회를 제공함

(다) 하도안정화를 위한 유역침식 제어기술 개발(1-3)

○ 대하천의 하도 안정화, 보 등과 같은 대형 수공구조물의 안정적이고 효율적인 운영관리 및 탁수저감을 위해서는 유역에서 유입되는 유사량의 정확한 관측과 예측은 물론 필요한 경우 토사유출 제어가 필수적이며, 유역단위 유역침식 제어기술 및 효율적 유역유사관리기법이 필요

(라) 다기능보 배사 효율 극대화 및 하류 세굴 방지 방안 연구(1-4)

○ 다기능보 상류의 퇴사를 효과적인 배사 시나리오를 통해 조절하기 위한 현장 실무용 가이드라인 제시. 이는 하천에 존재하는 물의 힘을 이용한 배사이므로 준설보다 예산을 절감할 가능성 있음.

○ 퇴적토의 배사를 통하여 추가 준설 및 하류세굴을 최소화 할 수 있는 구조물 안정성을 확보하여 국민의 신뢰도 증대에 기여.

○ 다기능보 하류 세굴을 저감하기 위한 설계 기준을 제시하여 물받이공 및 바닥보호공의 유실로 인한 문제점을 최소화.

(마) 하천시설관리 최적화 기술개발(1-5)

○ 최근 홍수터 공간을 활용한 친수시설물이 조성됨에 따라 홍수 이후 수리학적 영향을 고려한 효율적인 유지관리 필요성 증대

○ 대하천사업 이후 국내에서 경험해보지 못한 대규모 어도가 설치되었으며, 수리학적 영향을 고려한 어도이용효율 평가 기술 개발과 이를 통한 효율적인 어도 운영 및 유지관리 필요성 증대

(바)하도안정화를 고려한 홍수량 조절시설 최적 설계 기술 개발(1-6)

○ 2009년 7월부터 2011년 10월까지 약 2년 3개월간 수행된 4대강살리기사업을 통해 4대강 유역에 홍수량 조절시설(강변저류지 및 홍수조절지)가 처음 도입되었으나, 운영 및 유지관리에 관한 내용이 하천설계기준에 반영되어있지 않아 관련 기술과 가이드라인의 개발이 필요

○ 현재 국토교통부에서는 홍수량 조절시설에 대한 명확한 운영 관련 기술과 세부적인 지침 개발을 필요로 하고 있으며, 도시 지역에서의 홍수량 조절시설 활용 가능성이 높아 지자체 등에서도 적극적으로 활용 계획을 수립하고 추진하고 있음

○ 홍수량 조절시설의 설계 사례가 부족하고 운영 실적이 적어 신규 시설 도입 시 많은 시행착오가 있을 것으로 예상되며, 홍수량 조절시설의 주요기능인 첨두홍수위 저감 효과를 평가하기 위해 수위 조절 효과의 정확한 산정 및 분석을 위한 기술 개발이 필요

○ 홍수량 조절지설의 경우 하도 상황에 따라 홍수 저감 효과가 변화되므로 주변에 설치되어 있는 하도유량조절시설과 연계 운영이 필요하며, 이를 고려한 기술 개발이 필요

○ 최근 기후변화와 더불어 다양한 하천환경의 변화에 직면하고 있으며, 효율적인 하도관리를 시도하고 있지만, 이에 대한 체계적인 조사나 연구가 거의 없는 실정으로 기후변화에 의해 야기되는 홍수로부터 안전하고 하천을 지속적으로 유지 관리하는데 하천관리자가 많은 어려움을 나타내고 있음

○ 특히 본류와 지류가 만나는 합류부 지점에서의 수면 단차로 인한 두부침식의 위험성이 대두되고 있으며 합류부 하상의 안정화 기술에 대한 지침이 부재한 실정임

○ 합류부 하상에서 발생할 수 있는 여러 발생 가능한 문제를 파악하고 안정화 기술을 개발하여, 하천 관리자 및 실무자들이 쉽게 사용할 수 있는 구조적, 비구조적 합류부 하상의 안정화 기술을 고려한 기술보고서를 개발하고자 함

(사) 신설 수공구조물을 고려한 하천운영 고도화 기술 개발(1-7)

○ 미래에 예측되는 기후변화, 4대강살리기사업 시행 등으로 인해 변화되는 여건에 적합한 기후변화 대응 하천 운영 및 관리기술의 중요성이 대두됨

○ 다양한 조건에 따른 하천의 변화 및 영향의 평가를 위해 수문·지형·지질 DB설계 및 이를 활용할 수 있는 시스템 개발을 통하여 보다 효율적이며 합리적인 기술개발을 유도할 필요가 있음

○ 하천분야와 첨단 기술의 융복합을 통해서 미래에 요구되는 기술적 수요를 대비하고, 하천운영 및 관리의 정확성과 효율성을 높일 수 있는 선진기술 개발이 필요함

○ 학문적 연구결과 검증 및 현장에서의 적용을 위하여 신설 수공구조물의 영향을 고려한 하천관리 의사결정지원시스템은 필수적임

## (2) 2세부과제: 첨단기술 기반 하천계측 및 운영 기술 개발

(가) 하천 계측 센서 및 모니터링기술 개발 연구 기획 (기획과제)

○ 하천분야의 계측 센서 기술과 모니터링 기술 개발 및 이미 개발된 기술의 제품화를 위한 국가적 전략이 필요

○ 한정된 재원을 이용하여 주어진 기간 이내에 기술개발 효과를 제고할 수 있는 합리적인 의사결정이 필요

○ 미래 사회 수요를 분석하고 국민의 안전과 이익을 중심으로 한 기술개발을 유도하고 해외정책 및 시장의 특성과 동향을 조사 및 분석함으로써 개발 이후 사업화를 통한 국부창출이 가능한 과제 기획이 필요

(나) 휴대용 초음파 유속계의 사용자 인터페이스 개발 및 성능 검증 (2-1세세부)

○ 초음파를 이용한 유속측정 기술은 최신의 하천유속 계측방식으로 응용범위가 넓은 기초기술이나 선진국 대비 기술 수준이 낮아 대부분 외산기술 및 제품에 의존하고 있으며 기술종속이 심각한 실정, 또한, 해외제품 의존으로 인해 초기 구매비용이 커 계측 지점 확대에 제한을 초래하며, A/S나 기능개선 등에 어려움이 있음.

○ 하천의 유량을 정확하고 저비용으로 계측할 수 있는 휴대성과 작업 효율성이 뛰어난 유속계측 장비의 개발이 필요하고, 국내의 발단된 IT기술을 접목하여 사용자 편의성이나 장비 활용성을 증가시키면, 수입대체 뿐만 아니라 해외시장 진출을 통해 경제적 이익 창출도 가능함.

(다) 첨단기술을 이용한 하천 조사기술 개발 (2-2세세부)

○ 하천계측 및 모니터링 등 하천정보 취득기술의 우리나라 원천기술 확보 필요

○ ICT 기반 첨단 계측기술을 활용한 하천 모니터링의 효율적인 네트워킹 기술의 필요

(라) Smart River 정보관리 기술개발 (2-3세세부)

○ 효율적인 하천관리를 위한 하천정보(수리, 수질, 하천지형 및 하천시설물) 관리의 표준화 및 국가 통합하천정보 관리 표준 플렛폼 개발 필요

○ 하천정보 계측기술과 하천환경의 변화에 능동적이고 효과적으로 대처하기 위해서는 활용성 높은 표준 데이터베이스와 운영 시스템 개발을 위한 정보 처리 및 관리기술 개발이 필요함

(마) 하천정보 분석모델 및 예경보 시스템 개발 (2-4세세부)

○ 정부와 국민의 다양한 하천관리 및 이용요구에 부합한 하천정보 분석 기술 및 생성기술 개발 필요

○ 향후 발생할 수 있는 다양한 상황변화에 대응하기 위해서는 개방적이고 확장성이 높은 하천 데이터 모델링 및 활용 기술 개발 필요

○ 효과적인 수질오염사고 관리 및 신속한 방재 대책 수립을 위해 시공간적으로 예측능력이 우수한 오염물질 혼합 모델링 및 수질오염사고 경보 시스템이 필요

(바) 첨단기술 기반의 지능형 하천정보 제공시스템 개발 (2-5세세부)

○ 4대강 친환경 시설물 및  하천과 관련된 정보의 공공목적 활용성을 향상시키기 위하여 모바일 APP, Hydro Portal, 하천 예경보시스템 등 첨단 기술기반의 하천정보 제공 기술이 필요함

○ 첨단기술을 이용한 다양한 하천 정보의 제공을 위해서 유관기관간의 자료 연계가 필요하여 이를 위한 표준 데이터베이스 및 웹서비스 개발이 필요함

○ 모바일 하천정보 제공 등 대국민 서비스를 통해 물안보에 대한 국민적 인식 증대 필요함

(사) 하천관리기술 검증을 위한 통합테스트베드 운영 관리 (2-6세세부)

○ 효과적 하천 유지·관리라는 연구단 목적에 부합하는 성과를 달성하기 위하여 개별 요소기술 개발과정에서 계획된 현장 모니터링의 한계를 극복하여 단위과제별 맞춤형 현장 실측자료 제공의 필요성

○ 현장적용을 통한 개별 개발기술의 검증 및 연계적용효과를 평가함으로써 실무적용 가능한 실험·실증적 통합기술 개발의 필요

○ 개별 단위과제의 시험하천 운영이나 현장실험과 비교하여 연구비 투자 대비 성과의 극대화 가능하기 때문에 통합테스트베드 운영이 필요

(아) 실내외 겸용 휴대용 스마트 초음파 유속계 개발 (2-7세세부)

○ 하천관리를 위해서 재래식 계측기술을 주로 사용하고 있으며, 최근 들어 외국에서 개발된 음파, 초음파, 전자파 등을 사용하는 첨단장비가 도입되어 일부 사용되고 있으나, 하천 계측 분야에서 첨단 기술을 거의 활용하지 못하고 있는 상황

○ 첨단 초음파 도플러 유속계의 국산화를 통해 구입 및 유지보수비용을 최소화함으로써 유량조사 전문기관뿐만 아니라 학계에서도 폭넓은 이용확대를 통한 하천 계측 및 운영기술 개발에 활용

(자) 휴대용 스마트 표면영상유속계 개발 (2-8세세부)

○ 현재 우리나라의 유속측정은 평수시는 프로펠러 유속계나 ADCP, 홍수시는 봉부자에 의존하고 있으며, 이러한 유속측정작업은 시간과 경비가 많이 들며 위험을 동반함

○ 기존 표면영상유속측정법의 문제점인 영상 처리와 참조점을 활용한 좌표변환 문제를 스마트폰을 활용하여 실시간 유속측정이 가능한 표면영상유속계 시스템을 구축

(차) 하천계측 유량 불확도 산정 소프트웨어 개발 (2-9세세부)

○ 국내 하천 유량의 조사는 평·갈수 시에는 도섭법 및 ADCP, 홍수 시에는 부자법 및 ADVM이 적용되고 있고, 표면영상유속계 및 전자파표면유속계 등을 활용한 유량측정기법의 적용도 확대되고 있음.

○ 유량 측정결과에 대한 신뢰도를 제시할 수 있는 표준화된 불확도 산정 기법의 방법 및

적용 기준이 미비하여 현재 유량 측정 성과에 대해 불확도 정보 제공이 안되고 있음.

○ 이동 측정방식 ADCP의 유량 산정 과정은 복잡하기 때문에 불확도를 평가하기에 매우 어려움.

○ 이에 따라 사용자가 쉽게 불확도를 평가할 수 있는 툴이 필요함.

## (3) 3세부과제: 한국형 수문량 분석 선진화 기술 개발

### (가) 설계강우의 결정방법 개발 (3-1)

○ 장기간의 강우관측자료가 존재하지 않을 경우 지점빈도해석에 의한 설계강우량 산정은 불확실성을 내포하게 되며, 이를 보완하는 방법으로 지역빈도해석을 적용한 연구가 필요

○ 현재 실무에서 사용되는 설계강우량 시간분포 방법인 Huff 4분위법은 미국에서 개발된 방법을 그대로 차용하고 있으며, 설계홍수량 산정 시 과소산정되는 경향이 있어 이에 대한 개선이 필요

### (나) 설계강우의 ARF 및 공간분포 산정방법 개발 (3-2세세부)

○ 기존 설계홍수량 산정 시 활용하는 면적우량환산계수는 지상에서의 우량계측을 이용하여 면적고정형법으로 산정하고 있으나, 관측밀도와 기법의 한계로 정확한 면적강우 산정이 이루어지지 못함

○ 지상강우를 활용한 면적고정형 ARF 산정 과정에서 발생하는 문제점을 보완하기 위하여 높은 공간 해상도를 갖는 레이더 강우와 오랜 관측기간의 지상강우관측을 이용하여 동시간대 발생한 강우를 사용하는 호우중심형 ARF를 산정함

### (다) 설계홍수량 산정방법 개발(3-3세세부)

○ 계측 및 미 계측 유역의 선진화된 홍수량 산정방법을 제시하여 홍수량 산정의 불확실성 저감 및 신뢰성 향상이 필요하며, 국토의 많은 부분을 차지하는 미 계측 유역의 신뢰할 수 있는 표준화된 홍수량 산정 방법을 제시하여, 국토의 체계적인 하천관리 기술을 제공하려함

○ 한국형 홍수량 산정 시스템의 개발을 통하여 간편화 및 선진화된 설계홍수량 산정이 가능하며, 이 결과는 하천설계기준이나 소하천설계기준 수립 시 강우-유출 분석에 의한 설계 홍수량의 추정, 유역특성인자 산정, 홍수방어계획 등에 반영될 수 있음

(라) 하도추적 및 홍수위 산정기술 개발(3-4세세부)

○ 하천의 홍수위는 유역에 대하여 결정된 홍수량을 입력자료로 사용하여, 대상 하천에 대하여 수립된 흐름 계산모형에 의하여 산정됨. 현재 실무에서는 HEC-RAS 모형에 의한 정상 부등류 모의를 통하여 설계 홍수위를 산정하는 것이 일반적이나, 이러한 정상 부등류 모의를 통한 설계 홍수위의 산정 방법은 하천, 특히 대하천의 홍수파의 감쇄효과를 반영하지 못하므로 홍수위를 과대평가하는 경향이 있음.

○ 또한 홍수위 계산모형의 하류단 경계조건은 기점수위라 하여 일정한 값을 부여하게 되는데, 하류단이 하구인 경우에는 시간에 따라 조위가 변화하는 물리적인 특성을 반영하지 못하고, 약최고만조위 등의 값을 적용함으로써 홍수위를 과대평가하는 요인이 됨.

○ 다기능보 완공 후의 대하천에 대하여 정상류 모형을 적용할 경우, 가동보 수문의 개도를 일정한 것으로 가정하고 계산할 수밖에 없음. 따라서 홍수시 가동보 수문조작 기준을 전혀 반영할 수 없음.

○ 정상류 계산모형은 강변저류지의 효과를 모의할 수 없음.

○ 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 부정류 계산모형의 적용이 필요함. 특히 대하천을 대상으로 하는 계산모형은 다기능보 및 하구둑 배수문의 운영방법에 따른 영향을 적절히 모의할 수 있어야 함.

○ 하천의 홍수량이 첨두치 수준에 이르렀을 때 하구의 조위조건은 고조위일 수도 있고. 그렇지 않을 수도 있음. 빈도별 홍수위 산정에 있어서의 조위조건에 대해서도 확률론적인 접근이 필요함.

○ 중소유역의 홍수량 산정을 위해 소유역 분할을 할 경우 하도추적이 필수적이므로, 이에 대한 연구가 필요함. 현재 우리나라에 적합한 하도추적 모형이 추천되지 못한 상황이며, 하도추적 모형의 매개변수에 대한 연구성과도 실제 실무에서 활용하기에는 한계가 있음.

(마) 홍수빈도해석에 의한 설계홍수량 산정방법 일반화(3-5세세부)

○ 미계측 유역에 대한 통계학적 방법인 홍수빈도해석 기반 설계홍수량 산정기술 확보에 따른 설계 실무에서의 불확실성 저감 필요

○ 인위적인 대규모 저류시설물인 댐의 하류 하천유량은 조절유량으로 댐영향에 따른 홍수량 거동파악 및 이를 고려할 수 있는 홍수빈도해석 기법 개발 필요

(바) 개념적 강우-유출모형을 활용한 홍수량 산정방법 개발(3-6세세부)

○ 대한민국은 수문 관측 시스템의 투자를 통하여 수문자료의 품질을 개선하고 있으나, 국

토의 많은 부분은 여전히 수문자료가 없거나 충분하지 않은 미계측 유역으로 분류됨

○ 이러한 미계측 유역의 홍수량 산정은 수자원기술자들이 실무에서 빈번하게 직면하는 문제이며, 또한 홍수량 산정의 객관성 및 신뢰성 확보를 위하여 시급히 해결해야 할 과제임

○ 최근의 개념적 강우-유출 모형의 지역화 연구 성과(Flood Estimation Handbook (IH,1999), ReFH(Kjeldsen,2007) 등) 와 국내의 축적된 수문자료를 바탕으로 한국형 개념적 강우-유출모형을 활용한 홍수량 산정 방법을 개발 미계측 유역의 홍수량 산정 방법으로 제시할 필요성이 있음

○ 기존의 집중형 모형(ReFH)의 지역화 연구 성과를 준분포형(소유역 및 하도의 도입)으로 발전, 개발하고, 우리나라 유역의 유출특성(산지, 평지 및 도시 지역)을 반영한 유역그룹으로 적용을 세분화 하여 한국형 홍수량 산정방법의 실무 적용성을 높임

○ 이러한 연구를 바탕으로 국내 유역특성인자 산정 및 홍수량 산정 시스템을 개발하여, 국내 홍수량 산정의 신뢰성을 제고하고자 함

(사) 유역특성인자 및 홍수량 산정 통합시스템 구축 (3-7세세부)

○ Clustering 기법을 활용한 산지/평지/도시 유역, 수자원단위지도 기반 규모별 유역(표준유역, 중권역, 대권역) 등으로 구분한 유역특성인자의 지역화를 통한 실무적용시 홍수량 산정 판단기준 제공 필요

○ 고해상도 지형정보 기반의 홍수량 산정을 위한 전국 유역특성인자 D/B구축이 요구됨. 기존 해상도(30m)를 능가하는 고해상 지형정보의 구축을 통한 홍수량 산정 매개변수들의 정확도/신뢰도 향상 필요 및 전국 D/B구축을 통한 자료의 표준적, 일관적 제공창구 필요

○ 개념적 강우-유출모형에 의한 홍수량 산정과정의 소프트웨어화 세세부 프로그램의 소프트웨어 메뉴설계, 전후처리모듈 개발, 프로그램구동 프로세스 설계, 매개변수 이력관리모듈, 고해상도 자료관리 및 효율적 처리기술 등 한국형 홍수량산정 소프트웨어화를 위한 국내기술 개발 필요

○ 한국형 유역홍수량 산정 통합시스템 개발 (3-1)세세부의 설계강우결과, (3-5)세세부의 홍수빈도해석에 의한 설계홍수량결과, (3-6)세세부의 개념적 홍수량산정과정을 포함한 통합시스템 개발을 통한 설계강우/홍수의 일목요연한 비교/평가/활용 필요

## (4) 4세부과제: 물안보 확보를 위한 하천의 탄력적 물관리 기술 개발

### (가) 외부환경 변화에 따른 하천수량 평가 방안 및 매개변수 추정 지원시스템 개발 (4-1세세부)

○ 모형 결과의 적절성을 좌우하는 것은 모형 자체의 적절성과 매개변수 추정의 적절성이며 양자의 비중은 동일하다고 볼 수 있음

○ 우리나라에서 외국의 정교한 모형들을 제대로 적용하고 있지 못한 이유 중 하나가 매개변수를 제대로 추정하지 않고 있는 점임. 국내에서 다수의 물 순환 모형들이 사용되고 있지만, 모형 내에서 사용되는 매개변수를 추정, 보정해주는 전용 모듈은 전무한 상황임

○ 미래의 환경변화에 따른 물 순환 변화 영향을 정량적으로 평가하고 이에 대한 대응 방안을 마련하기 위해 국가 차원의 일관적 시스템이 필요함

### (나) 외부환경 변화에 따른 물 순환 복원 기술 평가 시스템 개발 (4-2세세부)

○ 도시화로 인해 직접유출량이 증가하고 기저유출이 감소하므로 지속가능한 물 순환 관리가 필요함에도 불구하고 물 순환 개선시설의 설계 및 계획을 위한 효과적인 분석도구가 없어서 국내에서 활용되고 있지 않음

○ 미국 환경청(Environmental Protection Agency)의 연속 강우-유출 모형인 SWMM5.1 (Storm Water Management Model)은 저영향개발(LID, low impact development) 시설에 대한 분석 기능을 포함하고 있으나, 물 순환 개선시설의 설계 및 계획 측면에서 최적위치결정, 효과적인 용량 및 규격 설정 등에 대한 기능이 없어서 실무에서 이용되고 있지 않음

### (다) 하천유량관리 고도화 기술 개발 (4-3세세부)

○ 기후변화 및 외부환경 변화에 대응하여 실시간 물 관리를 위한 이수·치수·하천환경 정보 개발 및 수리권을 고려한 탄력적인 하천유량관리 고도화를 위한 기술 개발을 목표로 함

○ 기술개발 자료의 원스톱 운영 및 물수급 평가를 위한 간편 분석 툴 개발을 목표로 함

### (라) 하천수 이용환경 개선을 위한 법제 연구 (4-4세세부)

○ 선진적 하천수 사용료 징수체계 구축으로 하천 행정의 투명성 제고 및 효율적 하천관리 실현

(마) 유역특성을 고려한 구조적 하천수량 확보 기술 (4-5세세부)

○ 기후변화 및 이상기후 현상으로 홍수와 가뭄과 같은 수재해 대응과 한정된 수자원을 효율적으로 활용하기 위한 최적 구조적 하천수량 확보 기술 개발을 목표로 함

(바) 용수수급 요소를 고려한 비구조적 하천 수량 확보 기술 개발 (4-6세세부)

○ 용수수요 관리, 저수지 운영 등에 의한 하천유량관리 기술을 통해 비구조적 방법에 의한 하천수량 확보 기술 개발을 목표로 함

(사) 탄력성 평가에 의한 하천수량 확보 가이드라인 개발 (4-7세세부)

○ 탄력적이고 효율적인 물 관리를 통해 하천의 건천화를 방지하고 지속가능한 장단기 물수급 계획을 수립하기 위해 가이드라인 개발 필요

## (5) 5세부과제: 정성·정량적 성과관리에 관한 연구

(가) 정성 · 정량적 성과관리에 관한 연구 필요

○ 연구성과 규정마련 및 교육을 통한 연구성과관리 대두
○ 하천기술실증 · 실용화센터 운영을 통한 효과적인 기술의 실증 및 실용화 필요
○ 웹하드, 홈페이지를 통한 연구자료관리 필요
○ 연구단 인적관리, 연구단 연구비 관리, 연구비 집행을 통한 연구단 조직관리 필요
○ 월별 연중행사 진행 및 홍보계획 수립을 통한 효과적인 연구단 홍보관리 필요

(나) 실용화 성과를 위한 하천설계기준 개정(안) 추진 필요

○ 하천설계기준 개정(안) 방향 제시를 위한 설문조사 필요
○ 하천설계기준 개정(안)관련 전문가 의견 및 자문 필요
○ 하천설계기준 개정(안) 유관기관 협의를 통한 효과적인 개정 추진 대두
○ 하천설계기준 개정(안) 국가건설기준센터 협의 및 상정방향 모색

(라) 국산 유속계 검증 및 제품화를 위한 실제 유속계 운용기관인 유량조사사업단 위탁과제 추진 필요

○ 유량조사사업단과의 MOU 체결을 통한 전문가 자문 및 시연회 개최 필요

○ 유량조사사업단 국산유속계 시제품 활용의 기회 확대 필요

○ 유량조사사업단과의 유속계 현장 검증 실험 수행을 통한 검증체계 구축 필요

(마) 연구단 사업의 성과분석 및 기술의 경제성의 객관적 평가를 위한 위탁과제 추진 필요

○ 연구단 사업구조 및 체계의 객관적 분류 지표 제시

○ 연구단 종합 성과현황 분석 및 연구단 사업분석체계 점검과 진단 지표 제시

○ 객과적인 연구단 종합성과지수 분석과 연구단 성과목표달성도 분석 필요

## 다. 연구개발 범위(연차별)

### (1) 1세부과제: 대하천 친환경시설물 및 하도 유지관리 기술 개발

1세부과제의 단위과제별 수행기간은 다음과 같다.

[1세부 단위과제별 수행기간]

| 과제번호 | 1차년 | 2차년 | 3차년 | 4차년 | 5차년 | 6차년 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1-1 | ◄ | ― | ― | ― | ― | ► |
| 1-2 | ◄ | ― | ― | ― | ― | ► |
| 1-3 | | ◄ | ― | ― | ► | |
| 1-4 | | ◄ | ― | ― | ― | ► |
| 1-5 | | ◄ | ― | ― | ― | ► |
| 1-6 | ◄ | ― | ― | ― | ― | ► |
| 1-7 | ◄ | ― | ― | ― | ― | ► |

(가) 유역침식을 고려한 하도 안정화 기술 개발(1-1세부)

유역침식을 고려한 하도 안정화 기술 개발(1-1세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[1-1세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 유역침식을 고려한 하도 안정화 기술 개발 (1-1세부) | 1차년 | ○ 보 운영에 의한 유사관리 사례조사 및 분석<br>○ 합류부 하상변화에 대한 연구 및 시공 사례조사<br>○ 저수로 안정화 관련 기법 조사 및 분석<br>○ 시험하천구간 선정 |
| | 2차년 | ○ 유역침식을 고려한 하도변화 양상 메커니즘 규명 및 시험하천 구간의 모니터링<br>○ 단위사면 침식 및 토양유실 메커니즘 분석<br>○ 준설최적화 모형 기반 구축<br>○ 시범구간의 하도 변화 양상 파악 및 모니터링 |
| | 3차년 | ○ 토양침식 및 유실 해석 기법 개발<br>○ 소유역 사면안정해석모형 개발<br>○ 하천준설 최적화 모형 구축 및 시범적용 |
| | 4차년 | ○ 토양유실 위험성 평가<br>○ 소유역 사면안정해석모형의 시험유역 적용 |

| | | |
|---|---|---|
| | | ○ 준설주기분석 및 한국형 환경창 개발 |
| | 5차년 | ○ 유역침식을 고려한 준설하천의 하도 안정화를 위한 구조적, 비구조적 관리 지침서 개발<br>○ 토양유실 Risk Map DB 구축<br>○ 유역유사 제어 및 배사 등을 고려한 준설 경제성 분석 |
| | 6차년 | ○ 운영자를 위한 프로그램 매뉴얼 개발<br>○ 낙동강 유사발생 Risk-Map 개발<br>○ 국내 16개 다기능보 환경창 개발 |

(나) 사주발생 제어 및 저수로 안정화 기술 개발(1-2세부)

사주발생 제어 및 저수로 안정화 기술 개발(1-2세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[1-2세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 사주발생 제어 및 저수로 안정화 기술 개발 (1-2세부) *6차년도: 1-1-1 | 1차년 | ○ 저수로 안정화 관리기법 조사 및 분석<br>- 문헌조사를 통한 준설현황 및 하안침식 발생 가능성 분석<br>- 저수로 안정화를 위한 구조적 기법 검토<br>- 사주의 메카니즘 조사 및 분석 |
| | 2차년 | ○ 사주와 저수로의 변화 메카니즘 규명<br>- 사주의 발생영역 검토<br>- 사주의 발생 및 이동 특성 분석<br>- 사주의 거동과 하안침식과의 관계 분석 |
| | 3차년 | ○ 사주발생 제어를 위한 구조적 대책 방안<br>- 수리특성 변화에 따른 사주의 거동특성 분석<br>- 사주의 거동과 저수로의 변화 관계 규명<br>- 구조적 대책에 따른 사주의 제어와 저수로 안정화 특성 분석 (Ⅰ) |
| | 4차년 | ○ 저수로 안정화를 위한 구조적 대책 방안 제시<br>- 단면변화에 따른 사주의 거동과 하안의 안정성 분석<br>- 구조적 대책에 따른 사주의 제어와 저수로 안정화 특성 분석 (Ⅱ) |
| | 5차년 | ○ 저수로 안정화 및 유지관리 지침서<br>- 구조적 대책에 따른 사주의 제어와 저수로 안정화 적용<br>- 저수로 아정화 및 유지관리 기술개발 및 매뉴얼 작성<br>- 하도 안정화 지침서(공동) |
| | 6차년 | ○ 저수로 안정화 및 유지관리 지침서 보완 및 적용<br>- 저수로 안정화 및 유지관리 기술개발 및 매뉴얼 작성<br>- 하도 안정화 지침서(공동) 보완 |

(다) 하도안정화를 위한 유역침식 제어기술 개발(1-3세부)

하도안정화를 위한 유역침식 제어기술 개발(1-3세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[1-3세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 하도안정화를 위한 유역침식 제어기술 개발 (1-3세부) | 2차년 | ○ 하도 안정화를 위한 유역침식 제어기술 개발<br>○ 유역침식 제어기법 문헌조사<br>○ 유역특성 별 적용가능성 검토 |
| | 3차년 | ○ 제어기법 별 지배인자 검토 및 평가기법 개발<br>○ 시험유역 선정 |
| | 4차년 | ○ 유역침식제어 방안의 시범 적용 및 검증 |

(라) 다기능보 배사 효율 극대화 및 하류 세굴 방지 방안 연구(1-4세부)

다기능보 배사 효율 극대화 및 하류 세굴 방지 방안 연구(1-4세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[1-4세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 다기능보 배사 효율 극대화 및 하류 세굴 방지 방안 연구 (1-4세부) *6차년도: 1-1-2 | 2차년 | ○ 다기능보 퇴적/배사, 하류세굴 실험을 위한 수로 설계 완료<br>○ 실험 조건 수립<br>○ 실험 다기능보 하류부 흐름 수치해석 모형 검토 |
| | 3차년 | ○ 다기능보 장기 퇴적현상의 2차원 수치모의 (GSTAR) 수행<br>- 테스트베드 구간의 입력자료 (하상, 하상토, 유입유사량 및 입경분포, 유량, 수위 자료 등) 취득<br>- 금호강 합류점 ~ 달성보 지점까지 약 17 km의 구간에 대한 장기 모의 실시<br>- 모의결과와 실측값의 비교를 통한 적절성 분석<br>○ 수문운영, 유량, 수위조건별 수리실험을 통한 에너시 소산과 관련한 추정식 개발<br>- 유량별, 수위별 3개 case 실험<br>- 각 실험별 300 시간 이상 진행<br>○ 수리모형실험의 퇴적 재현 경험식 개발<br>- 수로 2개 및 계측장비 설치<br>- 유량, 수위, 유사입경, 수로 경사 별 실험 수행<br>- 수행된 실험결과를 분석하여 퇴적량 추정식 개발 |

| | | |
|---|---|---|
| | 4차년 | ○ 다기능보 상류 단기 퇴적변화를 2차원 모형 (TELEMAC-2D)를 활용하여 예측<br>- 퇴적으로 인한 저수용량 감소는 10년간 약 4 % 내외<br>- 다기능보 수위 조절로 퇴적 일부 저감<br>- 홍수기에 수위를 조절하는 것이 바람직<br>○ 다기능보 하류 세굴 예측식 제시를 위한 수리 실험 13 case 실시<br>- 유사입경: 1.2 mm, 0.6 mm<br>- 프루드수: 0.19 ~ 0.53<br>- 레이놀즈수: 12500 ~ 41700<br>○ 세굴양상 측정을 통한 세굴 추정식 제안 및 기존 공식과 비교 |
| | 5차년 | ○ 다기능보 조절 수위 시나리오 설정<br>- 수위 조건에 따른 다기능보 수위 시나리오 산정<br>- 배사 시나리오별 장기 퇴적 및 배사 양상 예측 실시<br>○ 다기능보 퇴적/배사, 하류세굴 실험을 위한 수로 설계 완료<br>- 데이터 기반 모델의 종류 및 특징을 조사 및 비교하여 모델의 선정<br>- 수질예측을 위한 데이터 기반 모델 프로토타입(ANN)의 구축<br>- 데이터 기반 수질 예측모델의 적용 및 분석<br>- 수위예측을 위한 물리 기반 모델 프로토타입(HPG) 개발<br>○ 다기능보 하류 세굴 예측식 제시를 위한 수리실험 10 case 실시<br>- 유사입경: 1.2 mm, 0.6 mm<br>- 프루드수: 0.24 ~ 0.53<br>- 레이놀즈수: 12500 ~ 41700<br>- 세굴양상 측정을 통한 최대 세굴심 추정식 제안 및 기존 공식과 비교<br>○ 다기능보 하류 세굴 저감 방안 제안<br>- 난류 발생 장치 설치를 통한 세굴 저감 방안 제시<br>- 유사입경: 0.6 mm<br>- 난류 발생 장치 설치 전 실험 결과와 비교<br>○ 물받이공 및 바닥보호공 설계 길이 산정 공식 도출<br>- 실험을 통해 하류부 최대 세굴심 추정식을 도출하고 실험식을 기반으로 하천 설계 기준안에 제시된 보호공 길이 산정 공식 수정 |
| | 6차년 | ○ 다기능보 유량 정보 데이터를 활용하여 테스트베드 부근의 세굴 양상 예측<br>○ 수문 조건에 뜨른 보 관리 운영 방안 및 설계안 제시 |

(마) 하천시설관리 최적화 기술개발(1-5세부)

하천시설관리 최적화 기술개발(1-5세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[1-5세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 하천시설관리 최적화 기술개발 (1-5세부) | 2차년 | ○ 하천시설 운영 및 유지관리 현황 분석<br>- 홍수터 친수공간 사용 및 공원 등 친수시설 현황 분석<br>- 하천 유지보수 매뉴얼 및 국내·외 하천 설계기준 문헌 분석<br>- 테스트베드 구간에서의 저수로 및 고수부지를 포함한 2차원 흐름해석 모형의 적용성 분석<br>- 낙동강 다기능보에 설치된 어도 실태 조사<br>- 어도 내·외부 수리적 특성 분석 연구 |
| | 3차년 | ○ 홍수터 수리학적 영향 분석<br>- 홍수터 흐름해석을 위해 문헌연구를 통한 적용 모형 선정<br>- 선정된 모형을 이용한 태풍 사상시 테스트베드 적용<br>- 준정류 및 부정류 모형간의 결과비교를 통한 모형의 장·단점 분석<br>- 복단면에서의 수리학적 거동 분석을 위한 실험 수로 설계<br>○ 어도의 유인 및 이동효율 분석<br>- 어도 유인효율 분석을 위해 선정된 모형의 적용성 및 적합성 검토<br>- 저수기시 및 유인수로 개방 여부에 따른 어도의 유인효율 분석<br>- 유량 조건에 따른 인공형어도 내 이동효율 분석<br>- 하천 유지보수 매뉴얼 분석<br>○ 하천시설 유지관리 가이드라인 기술보고서를 위한 사례분석 연구 |
| | 4차년 | ○ 유량변화에 따른 친수시설 안정성 평가 지수 DB 구축<br>- 마름/젖음에 관한 수리실험(선행 연구결과) 결과와 2차원 흐름해석 모형의 모의결과 비교를 통한 모형의 적용성 분석<br>- 선정된 통합 빈도별 홍수 시나리오에 따른 테스트베드 내 2차원 흐름해석 모형의 적용<br>- 모형에서 계산된 수리적 인자를 통한 친수시설 안정성 평가 지수 산정 및 DB화<br>○ 유량 변화 및 보 운영에 따른 어도 효율 평가 지수 DB 구축<br>- 2차원 물리서식처 모형을 활용한 저·평수기 유량에서의 어도 효율 평가 지수 산정 및 DB화<br>- 강정고령보 및 달성보 실제 보 운영에 따른 어도 효율 평가 지수 산정 |

| | | |
|---|---|---|
| | | ○ 복단면 수로 수치모의 결과와 수리실험 결과 비교 분석<br>– 복단면 수로 수심 및 유량 변화에 따른 수리실험<br>– 실험수로와 동일한 조건에서의 3차원 흐름해석 모형의 적용 및 실험 결과 비교 분석 |
| | 5차년 | ○ 친수시설 안정성 평가 지수 및 어도이용효율 지수 DB 통합<br>– 친수시설 안정성 평가를 위한 HDM-2D 모형의 준정류 해석 기법 적용<br>– 통합 빈도별 홍수 시나리오에 대한 홍수터 침수심 및 친수시설 안정성 평가 지수 DB 구축<br>– 기존 친수시설 안정성 평가 지수에 침식 및 퇴적을 고려할 수 있는 방안 검토<br>– 어류모니터링 자료를 활용한 대표어종에 대한 어도 이용효율 평가 지수 개발<br>– 테스트베드(강정고령보 및 달성보 운영조건에 대한 어도 이용효율 평가 지수 DB 구축<br>○ 유속측정용 GPS 전자부자 개발<br>– 유속측정용 GPS 전자부자 실용화를 위한 현장 적용실험<br>– 복단면 수로에서의 GPS 전자부자 바람영향에 따른 문제점 개선을 위한 연직다지점 GPS 전자부자 개발 및 검증 실험<br>– 복단면 수로에서의 홍수터 구간 천수심 유속 측정을 위한 PIV 기법 적용<br>○ 가이드라인 기술보고서 및 하천설계기준(어도편) 개정<br>– 친수시설 유지관리 가이드라인 기술보고서 작성<br>– 대하천 다기능보에 어도 설치 기술보고서 작성<br>– 하천설계기준(어도편) 개정안 상정 |
| | 6차년 | ○ 친수시설 안정성 평가 기술 개발<br>– 침식 및 퇴적을 고려한 한국형 친수시설 안정성 평가 지수 개발<br>– 테스트베드 내 친수시설 안정성 평가 지수 산정<br>– 산정된 지수의 표준화 및 등급화 결과 DB 구축<br>○ 유속측정용 GPS 전자부자 실용화<br>– 연직 다 지점 GPS 전자 플로터 시스템 특허 출원<br>– GPS 전자부자 현장 검증 실험<br>○ 친수시설 및 어도 가이드라인 기술보고서 보완 |

(바) 하도 안정화를 고려한 홍수량 조절시설 최적설계 기술 개발(1-6세부)

하도안정화를 고려한 홍수량 조절시설 최적설계 기술 개발(1-6세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[1-6세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 하도 안정화를 고려한 홍수량 조절시설 최적설계 기술개발 (1-6세부) | 1차년 | ○ 국내외 연구 및 기술 동향 검토<br>- 국내외 기술동향 및 연구실적 조사<br>- 해외 기술력에 의한 국내외 시공사례 조사<br>- 수치모의 및 수리실험 분석 기법의 요소기술 조사 |
| | 2차년 | ○ 홍수량 조절시설 현황 조사 및 국내외 기술동향 검토<br>- 국내 도입 현황 조사 및 관리 상황 검토<br>- 홍수량 조절시설 관련 국내외 설계 문헌 및 지침, 가이드라인 검토<br>○ 합류부 하상변화 메커니즘 규명 및 현장 모니터링 자료 조사<br>- 기존 합류부 보강 구조물의 모니터링 자료 조사<br>- 합류부 하도변화 모의를 위한 수치 모형의 검토<br>- 두부침식 수리실험 조건 수립<br>- 국내 합류부 하상 및 안정화 기술 시공사례 조사 |
| | 3차년 | ○ 홍수량 조절시설 홍수 조절 능력 예측 기법 개발<br>- 홍수량 조절시설의 위치와 월류제 높이를 고려한 홍수 조절 능력 분석<br>○ 합류부 하상변화로 인한 잠재적 위험성 평가<br>- 두부침식 이동성 분석을 위한 수리실험 수행<br>- 두부침식 발생 정도에 따른 탄력적 대처방안 조사<br>- 합류부 하상변화 분석을 위한 수치모의 적용 |
| | 4차년 | ○ 하도 유량 조절시설(보, 제수문) 공조운영에 따른 홍수 조절 능력 예측 기법 개발<br>- 하도 유량 조절시설(보, 제수문) 공조운영을 고려한 홍수 조절 능력 분석<br>○ 합류부 하안침식에 의한 평면적 이동 수치모의 적용 및 분석<br>- 하안침식(Bank Erosion) 모의 적용성 검토<br>- 합류부 구간의 평면적 변화 범위 분석<br>- 합류부 하상 안정화 방안을 위한 수치모의 분석 및 검토 |
| | 5차년 | ○ 홍수량 조절시설 최적 운영 및 유지관리 기술 개발<br>- 홍수량 조절시설 최적 운영 및 유지관리 가이드라인(안)<br>○ 합류부 하도변화 분석 및 안정화 가이드라인 작성<br>- 합류부 하상 안정화 기술 매뉴얼 작성을 위한 하도변화 분석 사례 연구<br>- 테스트베드(낙동강-금호강) 합류부 하상 변화 수치모의 수행<br>- 합류부 하도변화 분석 및 안정화 가이드라인(안) 작성 |
| | 6차년 | ○ 홍수량 조절시설 최적 운영 및 유지관리 기술 개발<br>- 홍수량 조절시설 최적 운영 및 유지관리 가이드라인 국내 설계기준 검토 내용 반영 |

| | | |
|---|---|---|
| | | ○ 합류부 하도 변화 분석 및 안정화 기술 종합<br>– 하상경사 제어에 의한 구조적 대책 제시<br>– 합류부 구간에서의 하안침식 및 퇴적 제어 방안 제시<br>– 국내하천에 적용 가능한 합류부 하도변화 분석 및 안정화 가이드라인 완성 |

(사) 신설수공구조물을 고려한 하천운영 고도화 기술 개발(1-7세부)

신설수공구조물을 고려한 하천운영 고도화 기술 개발(1-7세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[1-7세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 신설수공구조물을 고려한 하천운영 고도화 기술 개발 (1-6세부) | 2차년 | ○ 국내외 기술동향 조사<br>– 국내외 유역관리시스템 사례조사<br>– 수문/수리/유사 해석모형 사례조사<br>○ 레퍼런스 하천지형 정보구축을 위한 기반기술 개발<br>– 해석모형별 지형 입력데이터 포맷 분석<br>– 지형데이터 입력자료 생성모듈 개발<br>– 입력자료 생성 툴(프로토타입) 개발<br>○ 유역모형과 수리모형 연계 체계 및 배사운영 의사결정지원시스템 구축 방안 수립 및 설계<br>– 각 단위 해석모듈 설계<br>– 데이터 연계 및 통합운영 시스템 설계 |
| | 3차년 | ○ 해석모형 별 레퍼런스 입력 데이터 DB 구축 및 변환 모듈 개발<br>– 모의모델 지형정보 데이터베이스 구축<br>– 수문자료 데이터베이스 구축<br>○ 하상변동(퇴적, 세굴 등) DB 구축 및 하천지형정보 관리 모듈 개발<br>– 각 모의 모델 별 지형입력자료 변환 및 관리 모듈 개발<br>○ 보 하류(퇴적, 세굴, 홍수터) 모의·예측을 위한 단위 모듈 개발<br>– 유출, 1차원 수리, 2차원 수리해석 단위모듈 개발<br>○ 유역 침식 및 하도 해석 모델 입출력 데이터 통합관리 미들웨어 개발<br>– 해석모델간 연계를 위한 미들웨어 개발<br>○ 세굴/퇴적토사/홍수터 관리를 고려한 보운영 모듈 개발<br>– 다기능 보 운영을 고려한 단위모듈 개발 |
| | 4차년 | ○ 지형정보 관리 시스템 |

| | | |
|---|---|---|
| | | – 해석모형별 레퍼런스 입력데이터 제공 및 변환 시스템 개발<br>– 하상변동을 고려한 하천지형정보 관리 시스템 개발<br>○ 통합 시뮬레이션 시스템<br>– 수문–수리–유사 해석을 위한 단위 모듈 통합<br>– 배사 및 보하류 세굴, 홍수터 하천시설 관리를 위한 수공구조물(댐–보–하구둑) 연계운영 통합 의사결정지원 시스템 구축 |
| | 5차년 | ○ 모의결과 및 지형정보 통합 DB 구축<br>– 해석모형 별 입출력 데이터 분석 및 연계모듈 개발<br>– 모의결과 및 지형정보 통합DB 구축<br>○ 단위모듈 개발<br>– 모형결과 및 지형정보 가시화 시스템 개발<br>– GIS 기반 지형정보 관리시스템 개발<br>○ 시나리오 기반 모의결과 통합해석 및 하천진단시스템 개발<br>– 시나리오 기반 모의결과 통합해석 및 하천진단 시스템 개발<br>– 하천상황별 대책제시 및 평가 시스템 개발 |
| | 6차년 | ○ 시나리오 기반 하천운영 및 시설물 관리를 위한 진단시스템 개발<br>– 모의결과 데이터베이스 고도화<br>– 하천지형 데이터베이스 고도화<br>– 하천시설물 데이터베이스 고도화<br>– 시나리오 기반 모의결과 해석 및 진단 시스템 고도화 |

## (2) 2세부과제: 첨단기술 기반 하천계측 및 운영 기술 개발

2세부과제의 단위과제별 수행기간은 다음과 같다.

[2세부 단위과제별 수행기간]

| 과제번호 | 1차년 | 2차년 | 3차년 | 4차년 | 5차년 | 6차년 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 기획 | | ◄---► | | | | |
| 2-1 | | | ◄----------► | | | |
| 2-2 | ◄----------► | | | | | |
| 2-3 | ◄----------► | | | | | |
| 2-4 | ◄----------► | | | | | |
| 2-4-1 | | ◄---► | | | | |
| 2-4-2 | | | | ◄---► | | |
| 2-5 | ◄----------► | | | | | |
| 2-6 | | ◄----------► | | | | |
| 2-7 | | | ◄----------► | | | |
| 2-8 | | | ◄----------► | | | |
| 2-9 | | | | ◄----------► | | |

### (가) 하천 계측 센서 및 모니터링기술 개발 연구 기획(기획과제)

하천 계측 센서 및 모니터링 기술 연구 기획(기획과제) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[기획과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 하천 계측 센서 및 모니터링기술 개발 연구 기획 (기획과제) | 2차년도 | ○ 하천분야 첨단 계측 센서 및 모니터링 기술개발 전략과 연구개발 기획 수립<br>○ IT 기반의 첨단 하천 계측센서 및 모니터링 기술 개발을 위한 연구기획 수립<br>○ 첨단기술 기반 하천 운영 및 관리 선진화” 연구단 과제의 테스트베드 적용을 위한 센서개발 기술 기획 도출 |

(나) 휴대용 초음파 유속계의 사용자 인터페이스 개발 및 성능 검증(2-1세부)

휴대용 초음파 유속계의 사용자 인터페이스 개발 및 성능 검증(2-1세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[2-1세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 휴대용 초음파 유속계의 사용자 인터페이스 개발 및 성능 검증 (2-1세부) *6차년도: 5-1-3 | 3차년도 | ○ 알고리즘 개발<br>- 지점 유속 기반의 하천 유량 계산 기법 조사<br>○ 소프트웨어 설계<br>- 스마트 모바일 앱 설계<br>- PC 소프트웨어 설계<br>- 그래픽, 실시간 기반의 유속, 유량 산정 소프트웨어 설계<br>○ 시험, 평가<br>- 유속측정 성능 시험, 평가 및 보완점 도출 |
| | 4차년도 | ○ 알고리즘 보완<br>- 지점 유속 기반의 하천 유량계산 알고리즘 보완<br>○ 소프트웨어 개발<br>- 그래픽, 실시간 기반 스마트 모바일 앱 개발<br>- PC 소프트웨어 개발<br>- 데이터 연동 및 디스플레이 기술 개발<br>○ 시험, 평가<br>- 유속계 시제품 성능 검증 실험 및 평가<br>- 보완점 도출 |
| | 5차년도 | ○ 알고리즘 최적화<br>- 유속계 상품화를 위한 유량산정 알고리즘 최적화<br>○ 소프트웨어 보완<br>- 모바일 앱, PC 소프트웨어 수정 및 보완<br>○ 시험, 평가<br>- 계측 범위 내외에 대한 유속계 검정시험 |
| | 6차년도 | ○ 소프트웨어 검증<br>- 유속계 상용화를 위한 인터페이스 적용 및 검증<br>- 유속계 성능 검증을 위한 실내 및 현장 검증 |

(다) 첨단기술을 이용한 하천 조사기술 개발(2-2세부)

첨단기술을 이용한 하천 조사기술 개발(2-2세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[2-2세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 첨단기술을 이용한 하천 조사기술 개발 (2-2세부) | 1차년도 | ○ 시설물 계측장비 활용 방안 도출<br>○ R2V2 및 ADCP 결합 하상 변화 모니터링 기술 융합<br>○ 모바일 LiDAR 활용 하상 변화 모니터링 기술 도입<br>○ R2V2 및 ADCP 결합 정확도 개선 프로그램 개발<br>○ R2V2 및 YSI 결합 수질측정기술 개발 |
| | 2차년도 | ○ IT기반 정보 네트워킹 분석<br>- 하천조사에서 각종 측정장비로부터 측정자료를 수집, 전송, 관리, 표출하는 네트워킹 프로토콜 분석<br>- 국내 및 해외사례 조사를 통해 효율적인 네트워킹 방안 분석<br>- 국내 하천관리를 위해 요구되는 다양한 하천조사자료를 수집, 저장, 후처리, 표출하기 위한 네트워킹 방안 선정<br>○ 첨단하천측정과 네트워킹의 효율적 연계방안 구축<br>- 첨단기술을 이용한 하천조사로부터 수집되는 자료의 형태, 특성에 따라 자료 전송방안 분석<br>- 측정장비에 탑재한 자료 저장장치에 저장된 자료와 네트워킹을 통해 전송된 자료의 오차분석<br>- 다양한 네트워킹 방안 중 가장 효율적인 방안 선택 및 구축<br>○ 표준 네트워킹 프로토콜 개발<br>- 수집된 자료의 특성에 맞춰 하천관리를 위해 요구되는 모든 자료를 송수신 및 관리하기 위한 표준 네트워킹 프로토콜<br>- 개발된 표준 네트워킹 프로토콜에 기존 측정장비를 통해 수집되는 하천조사자료를 적용하기 위한 방안 확립 |
| | 3차년도 | ○ 정보 네트워킹 분석<br>○ 첨단기술기반 장비 적용<br>○ 네트워킹 프로시저 개선<br>○ 전송상태 분석 및 거리 측정 |
| | 4차년도 | ○ 첨단기술기반 측정자료의 통합 표출<br>○ 공인된 측정자료와의 비교를 통해 3차원으로 표출된 하천자료의 정확성 검증<br>- 공인된 방법으로 측정한 자료를 이용한 하상고 측정자료의 정확성 평가<br>- 공인된 방법으로 측정한 자료와 비교를 통한 고수부 표고 측정자료의 정확성 평가 |

(라) Smart River 정보관리 기술개발(2-3세부)

Smart River 정보관리 기술개발(2-3세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[2-3세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| Smart River 정보관리 기술개발 (2-3세세부) | 1차년도 | ○ 하천관련 업무 정의 및 관련정보 현황<br>- 하천법에 정의된 하천업무 분석<br>- 업무별 필요 하천관련 정보현황 분석<br>- 하천관리자 및 관련기관 의견 수렴<br>- Smart River 운영 및 관리를 위한 하천정보화 전략(ISP) 계획 수립<br>○ RIMGIS 현황 파악 및 분석<br>- RIMGIS 관리 정보현황 분석<br>- RIMGIS 관리 하천정보 문제점 분석<br>- RIMGIS 개선방향 도출 및 데이터베이스 재설계<br>○ 하천정보 처리 현황 및 공동활용 기반 분석<br>- 관련기관 하천관련시스템 자료현황 및 처리현황 분석<br>- 4대강 보 운영자료 현황 파악 및 분석<br>- 국토부 및 물관련 기관의 수문기상 자료 유통 현황 분석<br>- 표준화 현황 분석 및 공동활용을 위한 표준화 방안 제시<br>○ 하천정보 항목선정, 수집, 가공, 배포 기반기술 개발<br>- 하천관련자료 수집 기반기술 개발<br>- 수집된 자료를 기반으로 DB에 저장하기 위한 가공기술 개발<br>- DB에 저장된 자료의 배포 기술 개발<br>- 체계적인 하천정보 관리 및 활용을 위한 시스템 확장 방안 제시 |
| | 2차년도 | ○ 격자 기반의 하천공간정보 표준 데이터모델 개발<br>- 테스트베드 적용지역의 RIMGIS Raster 데이터 항목 선정<br>- Raster 데이터 대상의 표준 데이터모델 개발<br>- 표준 데이터모델 검증시스템의 성능 개선 및 표준 데이터모델 정확성 검증<br>○ 격자 기반의 하천공간정보 표준 데이터모델 변환<br>- 테스트베드의 모델변환 RIMGIS Raster 데이터 항목 선정<br>- 데이터모델 변환 시스템 성능 개선<br>- 데이터모델 변환 및 검증<br>○ 하천공간정보 공동활용시스템 고도화<br>- RIMIGS 공간정보 대상의 표준 데이터모델 성능 개선 |

| | | |
|---|---|---|
| | | - 표준 데이터모델 검증시스템의 GeoPortal 성능 개선<br>- WAMIS, 대하천수계별통합운영시스템 등 타 시스템 하천공간정보 공동활용체계 구축<br>- 타 시스템의 하천공간정보 연계율 검증 |
| | 3차년도 | ○ 격자 기반 하천공간정보 표준 데이터모델 개발<br>- 하천공간정보 표준 데이터모델 설계 제시<br>○ 격자 기반 하천공간정보 표준 데이터모델 변환<br>- 하천공간정보(Raster DB) 표준모델 적재시 자료처리 시도 대비 오류 횟수 산정<br>- 테스트베드 유역의 대표 Raster DB 표준데이터모델에 적재 전과 후 비교 결과<br>○ 타 물관련 정보시스템과의 연계 방안 도출<br>- 타 물관련 정보시스템의 10개의 공간정보와 연계 대비 달성율 산정 |
| | 4차년도 | ○ 하천공간정보 표준 데이터모델과 시계열정보 표준 데이터모델 연계<br>- 하천공간정보 표준 데이터모델과 시계열정보 표준 데이터모델 연계 구축<br>○ 타 물관련 정보시스템의 하천정보 공동 활용을 위한 Portal 기반 통합하천정보시스템 프로토타입 개발<br>- 하천공간정보에 대한 웹 서비스 구현 및 검증 |
| | 5차년도 | ○ 통합하천정보시스템 안정화 및 고도화<br>○ 통합하천정보 제공 운영지침 개발<br>○ 통합하천정보시스템 기술이전 |

(마) 하천정보 분석모델 및 예경보 시스템 개발(2-4세부)

하천정보 분석모델 및 예경보 시스템 개발(2-4세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[2-4세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 하천정보 분석모델 및 예경보 시스템 개발 (2-4세부) | 1차년도 | ○ 데이터-물리 기반 모델 개발<br>- 데이터 기반 모델의 종류 및 특징을 조사 및 비교하여 모델의 선정<br>- 수질예측을 위한 데이터 기반 모델 프로토타입(ANN)의 구축<br>- 데이터 기반 수질 예측모델의 적용 및 분석<br>- 수위예측을 위한 물리 기반 모델 프로토타입(HPG) 개발 |

| | | |
|---|---|---|
| | | ○ 레크리에이션 지수 산정 모델 개발<br>– 종합수질지수에 관한 국내 외 연구사례 조사 및 분석<br>– 종합수질지수의 적용 타당성 검토 및 지수 개발 기법 및 절차 구성<br>– 부지수 함수/가중치 결정을 위한 기초 연구 수행<br>– 미국 및 국내 종합수질지수 개발 사례를 참고로 친수공간 활용 용도별 지수 산정 |
| | 2차년도 | ○ 유량 및 수질 모델(ANN) 개발<br>– 입력자료에 대한 클러스터링 기법 적용을 통한 ANN모델의 예측 정확도 개선 방안 검토<br>– 입력자료의 분할 및 구성 방법에 따른 ANN 모델의 결과 비교<br>– 다양한 수질 인자 및 유량 예측 모델링 적용<br>– SMART-ANN 모델 코드(Matlab) 개발<br>○ 수위 예측 모델(HPG) 개발<br>– 최신 지형자료의 확보 및 적용을 통한 정확성 향상<br>– 연구단 테스트 베드 구간 HPG 구축 및 모의<br>– 모델 개선을 통한 예측 결과와 실측자료와의 오차율 감소<br>○ 레크리에이션 지수 산정 모델(RRI) 개발<br>– 대장균 예측 모델의 정확도 개선 방안 검토<br>– 조류 예측 모델을 개발하여 레크리에이션 지수 산정 모델(RRI)에 반영<br>– 종합수질지수 산정을 위한 Membership 함수 수정, 수질 등급 범위의 조정 등을 통해 RRI 예측 정확도 향상<br>○ 하천정보 연계 운영 프로그램(HydroConnector) 개발(2-4-1 세부 위탁)<br>– 하천정보 분석 모델을 위한 HPG, ANN, RRI 모델 결합<br>– ANN, RRI 모델에 맞는 입력자료 및 알고리즘 분석<br>– 하천정보DB와 프로그램의 연계를 위한 알고리즘 일반화 |
| | 3차년도 | ○ 하천정보 분석 모델 개발 및 적용<br>– ANN을 이용한 다양한 수질인자 예측 모델링<br>– 전처리 기법(요인분석 및 클러스터링 기법)을 적용한 ANN 모델의 검증<br>– HPG 지형자료 업데이트 및 전후처리 GUI 개선<br>– 실측자료와 모의자료 비교를 통한 HPG 모델의 정확도 개선<br>– ANN 모델과 HPG모델의 결합을 통한 하이브리드 모형 연구<br>○ 하천 레크레이션 지수 모델 개발<br>– 낙동강 유역 내 수질 및 유량 데이터를 기반으로 RRI모델 구축<br>– 낙동강 유역으로 확대한 분변대장균 모델 고도화 |

| | | |
|---|---|---|
| | | - 4개의 수질인자를 하나의 지수로 산정하는 수질모델 고도화<br>○ 조류 예측모델개발<br>- 조류 발생 메커니즘 분석을 통한 지배인자 선정<br>- 조류 반응항을 적용한 수학적 모형 구축<br>- 유한요소기반 2차원 수치모델(CTM-2DA) 개발<br>○ 테스트베드 수질모니터링 체계 구축<br>- 수질측정망 조사지점 선정기준에 따른 설치지점(ARC-WQ2) 선정<br>- 수질자료 취득 및 센서 작동률 분석<br>- 계측자료 신뢰도 및 상관성 분석<br>○ 하천정보 분석모델을 연계한 Hydroconnector 개발 및 적용 (2-4-1세부 위탁)<br>- 웹서비스를 통한 자료 수집<br>- 자료 전처리 모듈 구축<br>- 자료 후처리 및 결과 업로드 기능 개발 |
| | 4차년도 | ○ 데이터 및 물리기반 하천정보 분석 모델의 시험하천 적용 및 검증<br>- 대하천 사업 이후 자료를 이용한 수질예측 모델링<br>- t+1, t+2, t+3 예측 모델링 및 검증<br>○ 하천 레크리에이션 지수산정 모델(RRI)의 시험하천 적용 및 검증<br>- 하천 레크리에이션 안전 지수 산정 방법 고도화<br>- 낙동강 유역의 분변성대장균 예측 모델 고도화<br>- 테스트베드 적용 통한 모델 검증<br>○ 테스트베드 수질모니터링 및 수질자료 구축<br>- 자료취득 대비 전체 센서 작동시간 및 신뢰도 개선<br>- 계측자료 통계적 특성 분석<br>○ 하천정보 예보 시스템(RiverCAST-K) 프로토타입 개발<br>- RiverCAST-K GUI 프로토타입 개발 및 시험하천 적용<br>- GUI 결합 정확도 분석<br>○ 대하천 수질사고 경보시스템(RiverALARM-K) 시스템의 해석 엔진 개선<br>- 시험하천에서 흐름해석모형(HDM-2D), 수질해석모형(CTM-2D)의 검증<br>○ 조류 예측 모델 검증<br>- 조류 성장속도 산정을 위한 부속함수 선정<br>- CTM-2DA를 이용한 T/B구간 조류 분포 모의<br>○ 시험하천에서 추적자 실험 수행<br>- 시험하천의 오염물질 혼합특성 분석 및 분산계수 산정 |

| | | |
|---|---|---|
| | | ○ 유류유출 해석을 위한 해석엔진(PDM-2D) 개발<br>- 입자분산모형(PDM-2D) 수학적 모형 구축<br>- 입자분산모형(PDM-2D) 프로토타입 개발<br>○ 입자거동 가시화 프로그램 프로토타입 개발(2-4-2세부 위탁)<br>- PMV-2D의 입출력형식 지정<br>- RiverALARM-K와 iRIC 연결 알고리즘 개발 |
| | 5차년도 | ○ 하천정보 예보 시스템(RiverCAST-K) 예보 자동화<br>- 목표지점의 웹서비스 데이터를 이용한 수질인자 예측<br>- 예보된 ANN유량을 이용하여 HPG 모의 가능하도록 모델간 연결<br>○ 친수활동지수 공간적 범위 확장 및 고도화<br>- 예보된 ANN수질, HPG 수위를 이용하여 RRI 산정이 가능하도록 모델간 연결<br>- 친수활동지수를 비입수형, 입수형 지수로 구분하고 수질정보와 수리정보를 동시에 포함하도록 친수활동지수의 산정방법을 고도화<br>○ 대하천 수질사고 경보시스템(RiverALARM-K)의 고도화<br>- PDM-2D 농도예측 정확도 개선<br>○ PMV-2D 입자거동 가시화 프로그램 고도화(2-4-2세부 위탁)<br>- 혼합격자망의 가시화<br>- 입자거동 가시화 알고리즘의 고도화 |
| | 6차년도 | ○ 하천정보 예보시스템(RiverCAST-K) 개발 및 제품화<br>- 테스트베드 수질자료 구축<br>- RiverCAST-K 매뉴얼 작성<br>- 모바일 APP 출시 및 제품화(2-5세부 공동 수행)<br>○ 대하천 수질사고 경보 시스템 개발<br>- 수질사고 유형 별 시나리오 모의결과 구축<br>- RiverALARM-K 매뉴얼 작성<br>- 제품화를 위한 GS인증 획득(2-5세부 공동 수행) |

(바) 첨단기술 기반의 지능형 하천정보 제공시스템 개발(2-5세부)

첨단기술 기반의 지능형 하천정보 제공시스템 개발(2-5세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[2-5세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 첨단기술 기반의 지능형 하천정보 제공시스템 개발 (2-5세부) *6차년도: 2-4-3 | 1차년도 | ○ 하천자료 웹서비스 구축<br>- 국내외 관련 시스템 조사를 통한 웹서비스 구축방안 수립<br>- 표준 DB 모델 선정 및 적용을 위한 테스트 DB 구축<br>- 포탈의 프로토타입 웹화면을 통하여 실제 구동 여부 및 안정성 확인<br>○ 표준 송수신 프로토콜(Water-ML) 도입<br>- 선정된 수자원 DB모델(ODM 모델)을 대상으로 대상 항목 선정<br>- 표준 송수신 프로토콜 형식 분석 및 적용<br>- 표준 송수신 프로토콜을 제공할 수 있는 웹서비스를 구축하여 프로토타입 포탈을 통하여 실제 적용 여부 확인 및 안정성 테스트 |
| | 2차년도 | ○ 웹서비스 개발<br>- Hydro Webservice 고도화<br>- 테스트베드 변경에 따른 DB 추가작업<br>- Hydro Portal 고도화<br>- 검색기능의 고도화 및 GIS 유역자료 적용<br>○ RFID를 이용한 모바일 하천시설물 관리 서비스 개발<br>- NFC 칩의 스마트폰 적용기술 개발<br>- 모바일 시설물 관리 이용 시나리오 작성<br>- 하천시설물 관리 범위 및 항목 재설정<br>○ LBS 기반 대국민 모바일 하천정보 서비스 개발<br>- APP 개발 기술 검토<br>- 모바일 하천정보 서비스 항목설정 |
| | 3차년도 | ○ Smart 하천정보 모바일 시스템 구축<br>- LBS 기반 대국민 하천 정보제공 시스템구축<br>- NFC 기술을 이용한 하천시설물 관리 시스템 구축<br>○ NFC 정보와 하천 웹서비스로 연동된 실시간 DB 기반 하천시설물 관리 및 운영정보 제공 S/W 모듈 개발(사용자모드, 관리자모드 별 제공)<br>- NFC 기술을 이용한 하천시설물 관리 모바일 시스템<br>- 매뉴얼 작성(목차, 개요, 내용)<br>- NFC 기술을 이용한 하천시설물 관리 관리자모드 |

| | | |
|---|---|---|
| | | ○ Hydro Portal 현장적용 및 고도화<br>- Hydro Portal 현장적용<br>- Hydro Portal 고도화<br>- 매뉴얼 작성(목차, 개요, 내용)<br>○ 하천네트워크 기반 LBS 능동형 하천자료 검색 서비스 S/W 모듈 개발<br>- LBS를 이용한 거리별 친수시설물 정보 제공<br>- RRI 지수 제공 페이지 구현<br>- 자전거 코스 제공 페이지 구현<br>- 매뉴얼 작성(목차, 개요, 내용)<br>○ 하천운영 관리 통합 지침 수립<br>○ 실시간 하천정보와 연동된 수문 등 하천 시설물 관리 모바일 시스템 개발<br>○ 각종 하천자료 타입(유량, 수위, 수질)과 관리주체 별 Hydro webservice 확대 적용<br>- WaterML-K 고도화<br>- 매뉴얼 작성(목차, 개요, 내용) |
| | 4차년도 | ○ Hydro Portal 및 Hydro Webservice 고도화<br>- Hydro Webservice 업무를 2-3 과제로 이관<br>- Hydro Portal 고도화<br>- HydroConnector 엔진 연계<br>○ 사용자별 하천정보제공 APP 고도화<br>- NFC 기술을 이용한 하천시설물 관리 모바일 시스템 고도화<br>- NFC 기술을 이용한 하천시설물 관리 관리자 모드 고도화<br>- LBS를 이용한 하천 정보제공- RRI, 기상청 데이터 실시간 연계<br>○ 수질사고 경보시스템(RiverALARM-K) GUI 구축 |
| | 5차년도 | ○ 하천예보시스템(RiverCAST-K) 구축<br>- 하천정보 예보 단위모듈(ANN, HPG, RRI) 통합 GUI 프로그램 개발<br>- 예보 시뮬레이션 시스템 구축을 위한 모형간 연계모의수행 모듈 개발<br>- 모바일 서비스 제공을 위한 예보 결과 저장 및 관리<br>○ 사용자별 하천정보제공 APP 안정화<br>- 정보 제공 항목 확대 및 지점 및 구간 추가 적용<br>- 위치기반 중심의 APP 고도화<br>- 테스트베드 적용 및 기능 테스트<br>○ 수질사고 경보시스템(RiverALARM-K) GUI 구축<br>- 전/후처리 모듈 개발<br>- 조류모델 추가 |

| | | |
|---|---|---|
| | 6차년도 | ○ 하천예보시스템(RiverCAST-K) 고도화 및 제품화<br>- 예보지점 확대 및 자동 예보 모듈 개발<br>- 예보 결과 모바일 서비스 확대 적용<br>- 모바일 서비스 제품화<br>○ 수질사고 경보시스템(RiverALARM-K) GUI 고도화 및 제품화<br>- 수질사고 전/후처리 기능 확대<br>- 소프트웨어 품질인증(GS 인증)<br>- RiverALARM-K 제품화 |

(사) 하천관리기술 검증을 위한 통합테스트베드 운영 관리(2-6세부)

하천관리기술 검증을 위한 통합테스트베드 운영 관리(2-6세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[2-6세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 하천관리기술 검증을 위한 통합테스트베드 운영 관리 (2-6세부)<br>*6차년도: 2-4-4 | 2차년도 | ○ 통합테스트베드 구축 및 현황조사<br>- 기수행 측량성과 및 측정자료 수집/정리<br>- 테스트베드 대상지 현장조사<br>- 활용가능한 기운영 시설 현황 조사/정리<br>○ 수치모델링<br>- 보 직상/하류 하상변동 영향 및 범위 검토<br>- 보-보 구간 하상변동 영향 검토<br>- 지류 하상변동 영향 검토<br>○ 테스트베드 구축<br>- 기본지형 정보 취득을 통한 측정지점 및 측선 결정<br>- 대상지 3차원 지형정보 취득(RTK-GPS 및 Total Station)<br>- 장비 구축 및 시설물 설치(고정 수질측정소: ARC-WQ1)<br>○ 테스트베드 운영 계획 수립<br>- 그룹(Ⅰ: 3차원지형정보, Ⅱ: 유량/유속/수위, Ⅲ: 유사/하상토, Ⅳ: 수질)에 따른 국내외 측정기술 동향 조사 및 정리<br>- 그룹별 운영계획수립<br>- 관측시설물 설치 운영방안 수립<br>○ 국내외 현장계측/조사 기법 및 절차와 관련한 기술 현황 및 사례 조사<br>- 현장조사/계측 운영 사례 문헌조사<br>- 현장조사/계측 성과분석 |
| | 3차년도 | ○ 통합테스트베드(강정고령보-달성보)에서 고해상도지형정보 취 |

| | | |
|---|---|---|
| | | 득<br>- 테스트베드 구간에 대해 40 m × 40 m 이상의 해상도를 가지는 정밀한 지형공간정보 취득<br>○ 기 운영 및 신규 수질관측소에서의 수질자료의 취득<br>- 기 운영 및 신규수질관측소(1개소)를 대상으로 수질자료 취득<br>○ 통합테스트베드 구간내의 유속장 측정<br>- ADCP를 이용한 통합테스트베드 내 공간해상도 40 m × 40 m 의 자료취득<br>○ 통합테스트베드 구간 내의 유량-유사량 관계 곡선식 분석<br>- 유량-유사량관계 신뢰성확보 (충족율 40 %)<br>○ 관련 기술 및 사례조사를 통한 계측방법의 표준화와 노하우를 바탕으로 통합테스트베드 운영기법표준화<br>- 현장계측/조사 기법 및 절차 조사완료<br>- 현장계측/조사 기법 및 절차 개선 및 표준화 80 % 달성 |
| | 4차년도 | ○ 통합테스트베드 전체구간(강정고령보-달성보)에 대한 다차원 모의가 가능한 공간해상도를 가지는 지형정보취득<br>- Network-RTK와 SBES를 이용한 다기능보 주변을 포함한 통합테스트베드 구간 정밀 3차원 지형공간정보 취득 (해상도 30 m × 30 m)<br>○ 2013년(3차년도)과 2015년(4차년도) 구축한 지형자료의 측선별 횡단면 비교를 통한 취득자료 검증<br>- 개별요소기술의 개발에 활용될 수 있도록 자양한 형식으로의 지형자료변환<br>○ 고정식 수위/유량 관측소에서의 수위/유량 자료 수집<br>- 통합테스트구간 내 고정식 관측소 전수를 대상으로 수위/유량 시단위 시계열 자료 수집<br>○ 기 운영 및 신규 수질관측소에서의 수질자료의 누적취득<br>- 기 운영 및 신규수질관측소(2개소)를 대상으로 수질자료 취득 및 비교를 통한 취득자료 검증<br>○ ADCP를 이용한 통합테스트베드 구간내의 유속장 측정<br>- ADCP를 이용한 강정고령보 가동보 내 유속/유량 측정<br>○ 통합테스트베드 구간내의 유량-유사량 관계 곡선식 분석<br>- 통합테스트베드 구간 내 유속장 및 부유사 측정<br>- 낙동강 본류 및 지류 대표지점 유사량 분석(성주: 16회/동촌: 23회)<br>○ 관련 기술 및 사례조사를 통한 계측방법의 표준화와 노하우를 바탕으로 통합테스트베드 운영기법표준화<br>- 국내외 현장계측/조사 운영성과 문헌조사 및 분석을 통한 계측방법의 표준화<br>- 국내외 현장계측/조사 기법의 절차와 관련기술의 취합과 연구 |

| | | |
|---|---|---|
| | | 수행 노하우를 바탕으로 통합테스트베드 운영기법표준화 |
| | 5차년도 | ○ 중소규모 하천에 대한 3차원지형정보자료 취득<br>– 섬강 및 홍청강 지형자료 취득 (지형 해상도 20 m×20 m)<br>○ 하도지형변화분석을 위한 통합테스트베드 구간 내 주요측선에 대한 상세 지형 측정<br>– 테스트베드 주요측선에 대해 측선별 왕복 10회 하도 측정 (측정횟수 200회)<br>○ 소형 UAV를 이용한 홍수터 지형측량<br>– 소형 UAV를 이용한 습지 및 절벽구간에 대한 지형정보 취득 (평균 표고차 0.5m)<br>○ 기운영되고 있는 환경부 수질자료 취합 및 신규 고정식 간이수질측정소(3개소)에 대한 수질자료 측정<br>– 신규간이 수질관측소 ARCWQ3 설치/ 운영 및 기존 간이수질관측소 2개소에 대한 수질자료 취득 (평균가동율 80%)<br>○ 테스트베드구간 내 유속장 자료 취득<br>– 테스트베드구간 내 주요 측선에 대한 유속장 측정(총 측정횟수 252회)<br>○ 테스트베드 운영관리를 통해 유량 및 수위자료의 누적 취득<br>– 연구단에서 개발하는 요소기술 검증을 위한 유량 및 수위자료의 누적 취득 (성주/강정고령보/성서/화원/고령교/달성보/현풍수위관측소(7개소))<br>○ 성주수위관측소 및 동촌수위관측소 지점에 대한 유사량–하상토자료 취득<br>– 성주수위관측소 및 동촌수위관측소 지점에 대한 유량–유사량 관계곡선식 산정을 위한 유속/유량 및 유사량 자료 취득 |
| | 6차년도 | ○ 소형 UAV를 이용한 지형성과 정확도 산정을 위한 지형자료 구축<br>– 하천 내 시설물을 활용한 참조점 및 대공표지판을 이용한 참조점 설치<br>– 계절별 하천 구역별 식생의 높이 측정<br>– Network–GPS를 이용한 직접성과와의 비교<br>○ 간이수질측정망의 수질자료 취득<br>– 고정식 간이수질측정소(3개소)에 대한 수질 자료 측정<br>– 고정식 간이수질측정소(3개소)에 대한 수질 자료의 운영 기간별, 계절별 운영효율 산정(평균 가동율 80%)<br>○ 광학장비를 이용한 유사량 측정<br>– 광학장비를 이용한 낙동–금호강 합류부 구간에 대한 연직·수표면에서의 수체혼합 분석을 위한 자료취득<br>– 시료채취분석기법 대비 광학측정장비를 이용한 측정자료 비교 및 검증을 통한 신뢰성 제고 |

(아) 실내외 겸용 휴대용 스마트 초음파 유속계 개발(2-7세부)

하천관리기술 검증을 위한 통합테스트베드 운영 관리(2-7세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[2-7세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 실내외 겸용 휴대용 스마트 초음파 유속계 개발 (2-7세세부) | 3차년도 | ○ 휴대용 유속계 자료 조사<br>- 외산장치 비교분석<br>○ 유속측정 알고리즘 개발<br>- 초음파 도플러 유속측정 알고리즘 개발<br>○ 초음파 센서와 전자회로가 포함된 유속측정 모듈 개발<br>- 센서구동 및 신호처리 회로 제작<br>○ 유속측정 시험<br>- 유속측정 시험 |
| | 4차년도 | ○ 유속계 시제품 제작<br>- 초음파 도플러 유속 센서 제작<br>- 컨트롤러 보드 설계 및 제작<br>- 사용자 인터페이스 및 펌웨어 개발<br>- 기구설계 및 제작<br>○ APP 및 PC 프로그램 개발<br>- WiFi 기반의 모바일 앱 설계 및 제작<br>- PC 프로그램 설계 및 제작<br>○ 유속측정 시험<br>- 실내 수조 시험<br>- 실외 현장 시험(2015/4/28일 섬강) |
| | 5차년도 | ○ 센서 & 하드웨어 수정/보완<br>- 아날로그 신호처리부 개선<br>- 디지털 믹서, 필터 개선<br>○ 알고리즘 개선<br>- 유속산출 알고리즘 성능 개선<br>○ PC 프로그램, 모바일 앱 기능 수정/보완<br>- 기능 추가 및 보완<br>○ 기구물 수정/보완<br>- 컨트롤러 케이스 및 도섭봉 기구 보완<br>○ 시험/평가<br>- 유속측정 시험 및 현장 시험 |

| | | |
|---|---|---|
| | 6차년도 | ○ 센서 & 하드웨어 수정/보완<br>– 센서 시제 제작 및 특성시험<br>– 아나로그 보드 특성개선을 위한 보드 재설계 및 제작<br>– 디지털 보드 제작 및 시험<br>○ 알고리즘 개선<br>– 유속산출 알고리즘 성능 개선<br>– 수신 신호의 변화를 감지하는 알고리즘 보완<br>○ PC 프로그램, 모바일 앱 기능 수정/보완<br>– 실시간 데이터 처리기능 추가<br>– PC 프로그램 보완<br>○ 기구물 금형 제작<br>– 제품 양산을 위한 금형 제작 및 사출<br>○ 시험/평가<br>– 유속측정 시험 및 현장 시험 |

(자) 휴대용 스마트 표면영상유속계 개발(2-8세부)

하천관리기술 검증을 위한 통합테스트베드 운영 관리(2-8세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[2-8세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 휴대용 스마트 표면영상유속계 개발 (2-8세세부) | 3차년도 | ○ 선행연구 사례조사<br>○ 알고리즘 및 소프트웨어 개발<br>– 유속측정정확도 오차율 5% 이하<br>○ 평가<br>– 실험식 분석 진행<br>– 개발된 유속계 시스템을 공인기관에 검증 및 성능 시험 의뢰<br>– 특허 출원 및 논문 출판 |
| | 4차년도 | ○ 알고리즘 및 소프트웨어 보완<br>– 기능요구사항 오차율 5% 이하<br>○ 평가<br>– 개발된 유속계 시스템을 공인기관에 검증 및 성능 시험 의뢰<br>– 특허 출원 및 논문 출판 |
| | 5차년도 | ○ 알고리즘 및 소프트웨어 보완<br>– 자료 전송 시스템 오차율 5% 이하<br>○ 평가<br>– 개발된 유속계 시스템을 공인기관에 검증 및 성능 시험 의뢰<br>– 특허 출원 및 논문 출판 |
| | 6차년도 | ○ 소프트웨어 보완 |

| | | |
|---|---|---|
| | | - UI 개선<br>○ APP 출시<br>○ 평가 및 검증<br>- 소프트웨어등록, 특허 출원 및 논문 출판<br>- 개발된 유속계 시스템을 공인기관에 검증 및 성능 시험 의뢰 |

(차) 하천계측 유량 불확도 산정 소프트웨어 개발(2-9세부)

하천관리기술 검증을 위한 통합테스트베드 운영 관리(2-9세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[2-9세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 하천계측 유량 불확도 산정 소프트웨어 개발 (2-9세부) *6차년도: 2-4-5 | 4차년도 | ○ 불확도 평가 이론적 표준안 확보<br>- 기존 연구성과를 토대로 불확도 요인 분석 및 표준안 확보<br>- 기존 연구에서 제안된 15개 요인 중 13개 요인에 대한 분석<br>○ ADCP 실험자료 확보<br>- 안동 하천실험센터의 직선수로에서 ADCP 및 ADV를 이용한 유속 측정 수행<br>- 실험 결과를 토대로 측정 정확도 분석<br>- 소프트웨어에서 사용할 기초자료 확보를 위한 현장에서의 실험 수행<br>○ ADCP 유량 불확도 산정 소프트웨어 Framework 개발<br>- 소프트웨어 GUI 개발 및 보조 분석 소프트웨어(VPA) 개발 |
| | 5차년도 | ○ ADCP 불확도 산정 이론적 표준안 확보<br>- 이동 측정방식 ADCP의 불확도 산정 표준안 확보<br>- 고정 측정방식 ADCP의 불확도 산정 표준안 확보<br>○ 하천계측 유량 불확도 산정을 위한 ADCP 실험자료 확보<br>- 하천 환경에 따른 불확도 평가를 위한 실험 수행<br>- 실제 하천에서의 실험을 통한 하안에서의 유량 측정 정확도 분석<br>○ ADCP 측정 불확도 산정 소프트웨어 개발<br>- ADCP 측정 불확도 산정 소프트웨어(AQUA)의 프로토타입 개발<br>- ISO 기반의 유속-면적법 측정 유량 불확도 산정 소프트웨어 (V-AQUA) 개발 |
| | 6차년도 | ○ ADCP 불확도 산정을 위한 이론적 표준안 확보<br>- 이동 측정방식 ADCP 불확도 산정 표준안 확보<br>- 고정 측정방식 ADCP의 불확도 산정 표준안 고도화 |

| | | |
|---|---|---|
| | | ○ 하천계측 유량 불확도 산정을 위한 ADCP 실험자료 확보 및 분석<br>– 하천 환경에 따른 불확도 평가를 위한 실험 수행<br>– 도섭법에 대한 측정 불확도 평가 방법 고도화<br>○ ADCP 유량 측정 불확도 산정 소프트웨어 개발<br>– ADCP의 유량 측정 불확도 산정 소프트웨어(AQUA) 프로토타입 개발<br>– 불확도 평가 알고리즘 고도화 |

## (3) 3세부과제: 한국형 수문량 분석 선진화 기술 개발

3세부과제의 단위과제별 수행기간은 다음과 같다.

3세부 단위과제별 수행기간]

| 과제번호 | 1차년 | 2차년 | 3차년 | 4차년 | 5차년 | 6차년 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3-1 | | ◄ | ― | ― | ― | ► |
| 3-2 | | ◄ | ― | ― | ― | ► |
| 3-3 | | ◄ | ― | ― | ― | ► |
| 3-4 | | ◄ | ― | ― | ► | |
| 3-5 | | ◄ | ― | ― | ► | |
| 3-6 | | ◄ | ― | ― | ― | ► |
| 3-7 | | ◄ | ― | ― | ― | ► |

### (가) 설계강우의 결정방법 개발 (3-1세세부)

설계강우의 결정방법 개발(3-1세세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[3-1세세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 설계강우의 결정방법 개발 (3-1 세세부) | 2차년도 | ○ 지역빈도해석 수행을 위한 국내 강우 관측 지점 자료 D/B 구축<br>○ 국내에서 적용되고 있는 설계강우량 산정 기술동향 조사<br>○ 지역빈도해석에 의한 설계강우량 산정 기법의 국내·외 연구동향 조사<br>○ 기후변화를 고려한 설계강우량 산정에 대한 국내·외 연구동향 조사<br>○ 국내 적용되고 있는 시간분포 방법의 문제점 파악<br>○ 설계강우량 시간분포 방법의 국내·외 연구동향 조사 |
| | 3차년도 | ○ 지역빈도해석 수행을 위한 국내 강우 관측 지점 자료 D/B 구축<br>○ 다양한 동질지역구분 기법의 적용성 평가<br>○ 다양한 강우 지역빈도해석 기법의 성능 및 국내 적용성 평가<br>○ 유역별 주요 호우에 대한 강우자료 수집 및 시간분포 특성 분석 |
| | 4차년도 | ○ 지역빈도해석 수행을 위한 국내 강우 관측 지점 자료 D/B 검·보정 |

| | | |
|---|---|---|
| | | ○ 설계강우량 지역빈도해석 기법을 위한 모듈 개발<br>○ 설계강우의 시간분포 형상을 통한 보완점 도출<br>○ 실제 강우 자료와 유역별 강우자료에 적용하여 실무 적용성 검증 |
| | 5차년도 | ○ 설계강우량 지역빈도해석 및 시간분포 모듈 개발<br>○ 지역빈도해석 및 시간분포 실무 적용성 검증 |
| | 6차년도 | ○ 설계홍수량 산정 통합시스템과 입출력 자료 연계<br>○ 지역빈도해석 및 설계강우 시간분포 설계지침서 제시 |

(나) 설계강우의 ARF 및 공간분포 산정방법 개발 (3-2세세부)

설계강우의 ARF 및 공간분포 산정방법 개발(3-2세세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[3-2세세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 설계강우의 ARF 및 공간분포 산정방법 개발 (3-2 세세부)<br>*5~6차년도: 3-1-1 | 2차년도 | ○ 레이더 강우의 오차 개선<br>- 선형보정 및 IDW, Kriging 등의 다양한 기법을 활용한 레이더 강우의 오차 개선율 제시<br>○ 레이더 및 지상관측 강우에 의한 지점강우 및 면적강우 비교<br>- 강우의 공간분포 특성이 반영된 레이더 면적강우와 티센 면적강우를 비교하여 개선도 평가 |
| | 3차년도 | ○ 레이더 강우의 활용성 평가<br>- 비슬산 이중편파 레이더 및 9개 지상강우 관측소 자료 활용<br>- 함양 위천의 레이더 면적강우 및 지상관측자료를 활용한 티센 면적강우 비교<br>○ 낙동강 유역의 레이더 강우 기반 호우중심형 ARF 산정<br>- 비슬산 이중편파 레이더 강우 자료를 활용한 호우중심형 ARF와 기존 제시된 면적고정형 ARF의 지속시간별 비교<br>- 호우중심형 ARF를 활용하여 함양 위천 유역의 설계홍수량을 산정하여 비교 |
| | 4차년도 | ○ 레이더 강우 기반 호우중심형 ARF 산정<br>- 한강, 낙동강, 금강, 영산강 등 전국 4개 권역의 호우중심형 ARF 산정<br>- 기상청 단일편파 전국합성 10분 단위 레이더 강우 자료 활용<br>- 강우의 공간분포 특성을 반영한 호우중심형 ARF 산정<br>○ 국내 지형 및 수문학적 특성을 고려한 ARF 산정 |

| | | |
|---|---|---|
| | | - 한강권역의 고도에 따라 기준 면적 별 ARF를 분류함 |
| | 5차년도 | ○ 지상강우 및 레이더 강우 합성 호우중심형 ARF 산정<br>- 한강, 낙동강, 금강, 영산강, 섬진강 등 전국 5개 권역의 호우중심형 ARF 산정<br>- 가용기간이 짧은 레이더 강우의 한계를 보완하기 위하여 지상강우 기반 호우중심형 ARF를 산정하여 합성<br>○ 국내 지형 및 수문학적 특성을 고려한 ARF 구축<br>- DEM 자료를 활용하여 고도에 따른 ARF를 산정함<br>- 타원체의 면적 및 고도에 따른 ARF의 상관성 분석 |
| | 6차년도 | ○ 지속시간 및 재현기간 별 호우중심형 ARF의 검증<br>- 기존 제시된 면적고정형 ARF와 호우중심형 ARF를 비교<br>- 지속시간 및 재현기간에 따른 면적고정형 및 호우중심형 ARF의 특성 분석<br>○ 호우중심형 ARF 적용 가이드라인 작성 |

(다) 설계홍수량 산정방법 개발 (3-3세세부)

설계홍수량 산정개발(3-3세세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다

[3-3세부의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 설계홍수량 산정방법 개발 (3-3 세세부) | 2차년도 | ○ 국내 강우-유출자료 활용 가능 자료 현황 조사<br>○ 합성단위도 비교 평가 및 주요 유역별 단위도유도<br>○ 국내의 현황과 영국, 일본, 중국, 인도의 유효우량 산정기법 현황조사 및 비교 검토 |
| | 3차년도 | ○ 합성단위도 매개변수 지역화<br>○ 강우-유출자료 검증 및 D/B구축<br>○ 유효우량 산정기법 평가 및 문제점 도출 및 분석 |
| | 4차년도 | ○ 소유역 분할영향 평가 및 기준 제시<br>○ 유역별 유효우량 산정 개선방안 도출 |
| | 5차년도 | ○ 설계강우의 임계지속기간 결정방법 개발<br>○ 유효우량 산정기법 제시 및 가이드라인작성 |
| | 6차년도 | ○ 설계강우를 고려한 설계홍수량 평가<br>- 설계홍수량 지침 제시 |

(라) 하도추적 및 홍수위 산정기술 개발(3-4세세부)

하도추적 및 홍수위 산정기술 개발(3-4세세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다

[3-4세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 하도추적 및 홍수위 산정기술 개발 (3-4세세부) | 2차년도 | ○ 기존 하도추적기법 조사 및 비교평가<br>- 국내외에서 적용되는 하도추적 모형 분석<br>- 하도추적 모형의 선정<br>○ 조석의 영향을 받는 하천 구간 및 배수체계에 대한 계획홍수위 산정기법 개발<br>- 계획홍수위 산정 현황조사<br>- 홍수위 계산모형에 따른 영향 분석<br>- 조석의 영향을 받는 하천구간 및 배수체계에 대한 계획홍수위 산정기법 개발 |
| | 3차년도 | ○ 하도추적 매개변수 결정기법 도출<br>- 대상 유역 선정 및 하도추적 분석 자료 수집<br>- 하도추적 모형별 매개변수 산정 및 평가<br>○ 대하천 감조하천 구간의 계획홍수위 산정을 위한 계산모형의 개발<br>- 홍수시 대하천 다기능보 운영방안 모의를 위한 부모형 개발<br>- 하구둑 배수문 운영방안 모의를 위한 부모형 개발 |
| | 4차년도 | ○ 하도특성에 따른 하도추적 매개변수 산정<br>- 대상 유역 특성 분류 및 하도추적 분석 자료 수집<br>- 하도특성에 따른 하도홍수해석 매개변수 산정<br>○ 대하천 감조하천구간의 빈도별 홍수위 산정<br>- 적용모형의 수립: 한강<br>- 빈도별 홍수위 산정 |
| | 5차년도 | ○ 대표 하도추적기법 제시 및 가이드라인 작성<br>- 대표 하도추적기법 제시 및 적용성 평가<br>- 하도추적 가이드라인 제시<br>○ 낙동강 감조하천 구간의 빈도별 홍수위 산정<br>- 적용모형의 수립: 낙동강<br>- 조위 및 하구둑 운영조건을 고려한 빈도별 홍수위 산정<br>○ 감조 하천구간 및 배수체계에 대한 빈도별 홍수위 산정 지침서<br>- 감조 하천구간에 대한 빈도별 홍수위 산정 지침서 작성<br>- 설계기준 개정 제안 |

(마) 홍수빈도해석에 의한 설계홍수량 산정방법 일반화(3-5세세부)

홍수빈도해석에 의한 설계홍수량 산정방법 일반화(3-5세세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다

[3-5세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 홍수빈도해석에 의한 설계홍수량 산정방법 일반화 (3-5세세부) | 2차년도 | ○ 홍수량 자료수집 및 가용성 평가<br>- 홍수량 자료 현황 파악 및 수집<br>- 첨두홍수량(Peak flood) 및 일홍수량(Daily flood) 수집<br>- 홍수량 자료의 분류<br>- 홍수량 자료의 보완 및 시·공간적인 모의자료 생성기법 검토 |
| | 3차년도 | ○ 홍수빈도해석에 의한 설계홍수량 결정 기법 개발<br>- 홍수량 자료의 발췌, 보완 및 신뢰성 분석<br>- 첨두홍수량과 일홍수량의 상관성 검토<br>- 홍수량 자료의 보완 및 시·공간적인 모의자료 생성기법 개발<br>- 홍수빈도분석 방법의 종류 및 장단점 검토 |
| | 4차년도 | ○ 댐영향을 고려한 홍수빈도해석 기법 개발<br>- 홍수량 자료의 보완 및 시·공간적인 모의자료 생성기법 적용<br>- 홍수빈도해석에 의한 빈도홍수량 추정<br>- 댐영향을 고려한 하류지점의 홍수량 평가 기법 개발 |
| | 5차년도 | ○ 미계측 유역의 홍수빈도해석 기반 설계홍수량 산정기법 개발<br>- 댐운영 유무에 따른 하류지점의 홍수량 거동특성 분석<br>- 미계측 유역을 위한 홍수빈도곡선 결과의 지역화<br>- 기후인자를 포함한 홍수빈도 모형 개발 및 신뢰성 분석 |

(바) 개념적 강우-유출모형을 활용한 홍수량 산정방법 개발 (3-6세세부)

개념적 강우-유출모형을 활용한 홍수량 산정방법 개발(3-6세세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다

[3-6세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 개념적 강우-유출모형을 활용한 홍수량 | 2차년도 | ○ 금강유역의 DB 구축 및 유역 유사성 평가<br>- 금강유역의 25개 유역 수문자료 조사 및 수집<br>- 유역 물수지 분석결과 검토<br>- 수문학적 거리, 유황곡선 기반의 유역 그룹화 |

| | | |
|---|---|---|
| 산정방법 개발 (3-6세세부) | | - 동일그룹의 유역 비교를 통한 유역 유사성 평가 |
| | 3차년도 | ○ 금강 개념적 강우유출 모형의 적용 DB 구축<br>- 개념적 강우 유출 모형 적용을 통한 금강 강우 유출 모형 제시<br>- 모형에 최적화된 매개변수 DB 구축 |
| | 4차년도 | ○ 금강 강우유출모형의 지역화 모형개발<br>- 금강 강우유출모형(PDM모형기반)의 22개 계측 유역 적용결과를 바탕으로 매개변수 지역화를 수행<br>- 청주 유역을 대상으로 계측/미계측 적용 방법 제시 및 홍수량 산정<br>○ 금강 강우유출모형의 (준분포형적용) 개발<br>- 금강 미호천 유역을 대상으로 금강강우유출모형의 준분포형 적용 |
| | 5차년도 | ○ 계측 및 미계측 유역의 적용 기법의 고도화<br>- 금강 25개 계측유역의 단기홍수사상의 검정결과와 유역 대표 특성인자를 바탕으로 개념적 강우유출모형 매개변수 지역화를 수행<br>- 다목적함수(NSE,FH) 기반의 지역화 모형을 개발 하여 금강 미계측 유역의 적용성을 높임<br>○ 금강유역의 설계홍수량 산정 가이드라인 제시<br>- 금강강우유출모형 및 지역화 모형의 설계홍수량 산정 사례 기반의 가이드라인 작성<br>- 금강강우유출모형을 적용실무 지침서 작성 |
| | 6차년도 | ○ 미계측 유역적용을 위한 매개변수 지역화 모형<br>- 태풍사상기반 강우유출모형 매개변수의 지역화 모형 개발 |

(사) 유역특성인자 및 홍수량 산정 통합시스템 구축 (3-7세세부)

유역특성인자 및 홍수량 산정 통합시스템 구축(3-7세세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다

[3-7세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 유역특성인자 및 홍수량 산정 통합시스템 구축 | 2차년도 | ○ 한국형 유역특성인자 도출을 위한 다변량 통계분석 기법 개발<br>- 영국 FEH의 유역 자료관리 시스템과 WAMIS의 비교 검토 및 평가<br>- 시험유역에 대한 수문계측 정보 및 지형공간 정보 구축 |

| | | |
|---|---|---|
| (3-7세부) | | - 다변량 통계분석에 따른 유역특성인자 도출 및 매개변수 산정 기법 개발 |
| | 3차년도 | ○ 고해상도 지형정보 기반의 홍수량 산정을 위한 전국 유역특성인자 DB구축<br>- 전국단위 유역특성인자 및 매개변수 DB 구축<br>- 고해상 GIS기반의 홍수량 산정 매개변수의 지역화<br>- 유역정보관리 시스템 개발 및 홍수량 산정 모듈간 자료 연계 시스템 설계<br>- 홍수량 산정을 위한 분석 모듈 및 자료 입출력 처리, 사용자편의시스템(GUI) 설계 |
| | 4차년도 | ○ 개념적 강우-유출모형에 의한 한국형 홍수량 산정과정의 소프트웨어화<br>- 유역특성인자 및 홍수량 산정 통합시스템(S/W) 개발<br>- 시험유역에 대한 홍수량 산정 통합시스템의 적용성 평가<br>- 기존 유사 모형과의 결과 비교를 통한 신뢰성 검토 |
| | 5차년도 | ○ 한국형 유역홍수량 산정 통합시스템 개발<br>- 홍수량 산정 통합시스템의 전국단위 확대 적용 및 평가<br>- 사용자 매뉴얼 구축<br>- 유역 홍수량 산정 가이드라인 제시 |
| | 6차년도 | ○ 유역특성인자 및 홍수량 산정 통합시스템 구축<br>- 홍수량 산정 통합시스템의 전국단위 확대 적용 및 최종평가<br>- 홍수량 산정 통합시스템 보완 및 세세부 연구결과 최종반영<br>- 설계회사 지원용 SW 제작 및 실무자 교육 |

## (4) 4세부과제: 물안보 확보를 위한 하천의 탄력적 물관리 기술 개발

4세부과제의 단위과제별 수행기간은 다음과 같다.

[4세부 단위과제별 수행기간]

| 과제번호 | 1차년 | 2차년 | 3차년 | 4차년 | 5차년 | 6차년 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4-1 | | ◄ - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - ► | | | | |
| 4-2 | | ◄ - - - - - - - - - - - - - - ► | | | | |
| 4-3 | ◄ - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - ► | | | | | |
| 4-4 | | ◄ - - - - - - - - - - - - - - ► | | | | |
| 4-5 | | ◄ - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - ► | | | | |
| 4-6 | | ◄ - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - ► | | | | |
| 4-7 | | ◄ - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - ► | | | | |

### (가) 외부환경 변화에 따른 하천수량 평가 방안 및 매개변수 추정 지원시스템 개발 (4-1세세부)

외부환경 변화에 따른 하천수량 평가 방안 및 매개변수 추정 지원시스템 개발(4-1세세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[4-1세세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 외부환경 변화에 따른 하천수량 평가 방안 및 매개변수 추정 지원시스템 개발 (4-1세세부) | 2차년도 | ○ SWMM5의 매개변수 추정 지원 시스템 - 프로그램 전체 레이아웃 및 구조 설계<br>○ 낙동강 표준유역 단위의 물 순환 DB 소프트웨어 전체 레이아웃 설계 |
| | 3차년도 | ○ SWMM5의 매개변수 추정 지원 시스템 -민감도 분석 모듈 개발<br>○ 낙동강 표준유역 단위의 물 순환 DB 생성 및 소프트웨어 구조 설계 |
| | 4차년도 | ○ SWMM5의 매개변수 추정 지원 시스템 - 최적화 모형 보정 모듈 개발<br>○ 낙동강 표준유역 단위의 물 순환 DB 보완 및 소프트웨어 GUI 개발 |

| | | |
|---|---|---|
| | 5차년도 | ○ SWMM5의 매개변수 추정 지원 시스템 보완<br>○ 낙동강 표준유역 단위의 물 순환 DB 및 소프트웨어 보완<br>○ 물 순환 개선계획 우선순위 도출 모듈 개발<br>○ SWMM과 연동하는 물 순환 개선계획 우선순위 도출 모듈 개발 |
| | 6차년도 | ○ SWMM5의 매개변수 추정 지원 시스템 완성 및 실용화<br>○ 낙동강 표준유역 단위의 물 순환 DB 추가 구성 및 완성<br>○ 중소유역 물 순환 복원을 위한 모듈의 보완 및 실용화 준비<br>○ 물 확보 계획 수립 모듈에 대한 사용자 설명서 및 가이드라인 제작 |

(나) 외부환경 변화에 따른 물 순환 복원 기술 평가 시스템 개발(4-2세세부)

외부환경 변화에 따른 물 순환 복원 기술 평가 시스템 개발(4-2세세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[4-2세세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 외부환경 변화에 따른 물 순환 복원 기술 평가 시스템 개발 (4-2세세부) | 2차년도 | ○ 토지이용변화 민감도 분석 모듈 개발<br>- SWMM과 연동하는 토지이용변화 민감도 분석 모듈 개발 |
| | 3차년도 | ○ 중소유역 취약성 산정 모듈 개발<br>- SWMM과 연동하는 중소유역 취약성 산정 모듈 개발 |
| | 4차년도 | ○ 물 순환 개선시설 효과분석 모듈 개발<br>- SWMM과 연동하는 물 순환 개선시설 효과 분석 모듈 개발 |

(다) 하천유량관리 고도화 기술 개발(4-3세세부)

하천유량관리 고도화 기술 개발(4-3세세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[4-3세세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 하천유량관리 고도화 기술 개발 (4-2세세부) | 1차년도 | ○ 지역별 하천유량 평가 기법 검토 및 사용시설별 계측현황 분석<br>- 우리나라 실정에 맞는 선진기술의 적용성 여부 검토 |
| | 2차년도 | ○ 실시간 하천관리를 위한 계측기법 평가 및 모바일 플랫폼 설계<br>- 이치수, 하천환경 관리를 위한 계측시설의 계측기법의 평가 및 |

| | | |
|---|---|---|
| | | 모바일 정보 플랫폼 설계 |
| | 3차년도 | ○ 저·갈수기 유량관리 관리 기술개발 및 모바일 앱 시범적용<br>- 중권역별 일단위 유량 모의 평가 및 하천수 사용허가 관리를 위한 모바일 앱 시범적용 |
| | 4차년도 | ○ 이수기 유지유량 만족도 및 중장기 유량예측평가<br>- 용수수급 불균형 파악 및 물수지 개선방안 적용, 중장기 하천유량 예측 및 영천댐의 저수지 운영률 개발 |
| | 5차년도 | ○ TB 유지유량 만족도 및 시스템 분석방법의 개선방안 제시<br>- 시·공간적 유량변화를 고려한 탄력적인 하천수 사용허가 기준유량 설정방안 제시 및 기존 하천유량관리시스템 개선방안 제시<br>- 구조적·비구조적 대책을 반영한 하천유량관리 기술 적용 및 우선순위 도출에 따른 유지유량 부족률 개선 |
| | 6차년도 | ○ 탄력적 유량관리 실용화를 위한 표준화 보고서<br>- 외부환경 변화 대응, 탄력적 하천유량 운영방안의 타수계확장을 위한 운영서 개발<br>○ 하천유량관리 융·통합 기술에 따른 자료관리 및 간편 분석 툴 개발<br>- 기술적용을 위한 여건 분석 및 물수급평가를 위한 간편 분석 툴 개발 |

(라) 하천수 이용환경 개선을 위한 법제 연구(4-4세세부)

하천수 이용환경 개선을 위한 법제 연구(4-4세세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[4-4세세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 하천수 이용환경 개선을 위한 법제 연구 (4-4세세부) | 2차년도 | ○ 모바일 하천정보 지원지침 개발<br>- 모바일 하천정보 제공 인벤토리 설정 |
| | 3차년도 | ○ 하천수 사용허가 업무매뉴얼 분석과 하천수 사용허가 실무자 대상 설문조사, 전문가 평가<br>- 하천수 사용허가 지침개발 |
| | 4차년도 | ○ 현행 하천수 사용료 징수체계의 미비점을 바탕으로 하천수 사용료 징수·배분의 범위와 기준 및 관리방안 제시<br>- 하천수 징수체계 도입방안 도출 및 제도개선 방안 작성 |

(마) 유역특성을 고려한 구조적 하천수량 확보 기술(4-5세세부)

유역특성을 고려한 구조적 하천수량 확보 기술(4-5세세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[4-5세세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 유역특성을 고려한 구조적 하천수량 확보 기술 (4-5세세부) | 2차년도 | ○ 구조적 수량 확보방안 조사 및 분석<br>- SWG, LID, 강변여과수, 지하댐, 다목적 저류지, Offline 댐 기술, 비상용수댐, 해수 담수화 등 다양한 구조적 수량확보 방안 조사 및 분석 |
| | 3차년도 | ○ Online Blue 댐 개발 및 성능평가<br>- 영천댐 및 밀양댐 하류 Online Blue 댐 가상적용을 통한 성능평가 |
| | 4차년도 | ○ 유역 특성을 고려한 구조적 하천수량 확보 가이드라인 개발<br>- 금호강 유역에 6가지 구조적 인벤토리 제안 및 평가지표 개발 |
| | 5차년도 | ○ 구조적 인벤토리 최적 우선순위 선정을 위한 평가지표함수 방법론 개발<br>- 금호강 유역을 대상으로 신규댐, Online/Offline 블루댐, 댐 재개발, 지하댐, 및 강변여과수의 인벤토리별 가중치 부여 및 중첩효과를 이용한 함수 개발<br><br>○ 국가 및 지자체 수자원 계획 검토를 통한 신규 및 수정안 제안<br>- 경남 밀양시, 창녕군, 부산시 강서구 등 기술이전 협의 추진 |
| | 6차년도 | ○ 구조적 수량확보 구조물에 대하여 중첩효과를 이용한 평가지표함수 개발<br>- 금호강유역, 섬진강댐하류유역, 남강댐유역, 밀양강 유역을 대상으로 댐 및 블루댐 평가지표함수식 개발<br><br>○ 국가 및 지자체 수자원 계획 검토를 통한 신규 및 수정안 제안<br>- 경상남도를 대상으로 물이용종합계획 기술보고서 발간 및 기술이전 실시<br><br>○ 시험 농업용 저수지 관리지사에 물관리 기술 이전 실시<br>- 한국농어촌공사 충남지역본부에 비구조적 물관리 기술 성과 실용화 |

(바) 용수수급 요소를 고려한 비구조적 하천 수량 확보 기술 개발(4-6세세부)

용수수급 요소를 고려한 비구조적 하천 수량 확보 기술 개발(4-6세세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[4-6세세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 용수수급 요소를 고려한 비구조적 하천 수량 확보 기술 개발 (4-6세세부) | 2차년도 | ○ 각종 용수가 하천유량에 미치는 영향 분석<br>- 용수사용량 모델 구축률, 저수지 저수량 및 양수실적에 의한 용수사용량 조사 |
| | 3차년도 | ○ 시설물의 비구조적 운영 기술 정립<br>- 현장 물관리 조사 , 저수지 유입량 모형 개발 |
| | 4차년도 | ○ 용수수급을 위한 물관리 기술 정립<br>- 중장기 유출 모형에 의한 하천별 조합기술 개발, 수량확보 기술 제시 |
| | 5차년도 | ○ 물 관리 기술에 의한 하천수량 확보<br>- 하천수량 확보 향상률 , 하천수량 증대율 |

(사) 탄력성 평가에 의한 하천수량 확보 가이드라인 개발(4-7세세부)

탄력성 평가에 의한 하천수량 확보 가이드라인 개발(4-7세세부) 과제의 연차별 연구개발 범위는 다음 표와 같다.

[4-7세세부 과제의 연차별 연구개발 범위]

| 세세부 과제명 | 연차 | 연구개발 범위 |
|---|---|---|
| 탄력성 평가에 의한 하천수량 확보 가이드라인 개발 (4-7세세부) *6차년도: 4-3-1 | 2차년도 | ○ 탄력성 평가 가이드라인 정립을 위한 평가요소 조사 및 유출특성 분석<br>- 시범유역의 하천수량 분석 및 탄력성 평가 가이드라인 시안 설계 |
| | 3차년도 | ○ 탄력성 하천수량 평가 가이드라인 시안 제시<br>- 기존지표 조사 및 평가요소 선정 기준 분석<br>- 탄력성 평가 가이드라인 시안 개발 |
| | 4차년도 | ○ 시나리오별 탄력성 평가 가이드라인 적용, 분석 및 평가<br>- 시범유역 수자원확보량 DB인벤토리 구축<br>- 시범유역의 고밀도 하천수량 분석 |

| | | |
|---|---|---|
| | 5차년도 | ○ 시나리오별 탄력성 평가 가이드라인 적용 및 개선<br>– 대상유역 선정 및 수자원 확보량 DB 구축<br>– 대상하천의 고밀도 하천수량 분석 |
| | 6차년도 | ○ 하천유량관리 융·통합 기술에 따른 자료관리 및 간편 분석 툴 개발<br>– 기술적용을 위한 여건 분석 및 물수급평가를 위한 간편 분석 툴 개발 |

## (5) 5세부과제: 정성·정량적 성과관리에 관한 연구

5세부과제의 수행기간은 다음과 같다.

[5세부과제별 수행기간]

| 과제번호 | 1차년 | 2차년 | 3차년 | 4차년 | 5차년 | 6차년 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5-1 | ◄ - - -

| | | |
|---|---|---|
| | | 홍보관리<br>○ 하천설계기준 개정 추진을 위한 장기전문가 활용<br>- 하천설계기준 개정(안)에 설문조사<br>- 하천설계기준 개정(안)관련 전문가 자문 |
| | 5차년도 | ○ 연구성과 규정마련 및 교육을 통한 연구성과관리<br>○ 하천기술실증·실용화센터 운영<br>- 연구성과의 기술이전 추진 및 제품화 추진<br>○ 웹하드, 홈페이지를 통한 연구자료관리<br>○ 연구단 인적관리, 연구단 연구비 관리, 연구비 집행을 통한 연구단 조직관리<br>○ 월별 연중행사 진행 및 홍보계획 수립을 통한 연구단 홍보관리<br>○ 연구단 사업의 성과분석 및 기술의 경제성 평가를 위한 위탁과제 추진<br>- 연구단 종합 사업 분석<br>- 연구단 종합 성과 분석<br>○ 국산 유속계 검증 및 제품화를 위한 유량조사사업단 위탁과제 추진<br>○ 하천설계기준 개정 추진<br>- 하천설계기준 개정(안) 유관기관 협의<br>- 하천설계기준 개정(안) 국가건설기준센터 협의<br>- 하천설계기준 공청회 및 설명회 개최<br>- 하천설계기준 10개 개정(안) 국가건설기준센터 상정 |
| | 6차년도 | ○ 연구성과 규정마련 및 교육을 통한 연구성과관리<br>○ 하천기술실증·실용화센터 운영<br>- 연구성과의 기술이전 추진 및 제품화 추진<br>○ 웹하드, 홈페이지를 통한 연구자료관리<br>○ 연구단 인적관리, 연구단 연구비 관리, 연구비 집행을 통한 연구단 조직관리<br>○ 월별 연중행사 진행 및 홍보계획 수립을 통한 연구단 홍보관리<br>○ 국산 유속계 검증 및 제품화를 위한 유량조사사업단 위탁과제 추진(5-1-1)<br>○ 하천설계기준 개정 추진<br>- 하천설계기준 개정(안) 유관기관 협의<br>- 하천설계기준 개정(안) 국가건설기준센터 협의<br>- 하천설계기준 2개 개정(안) 국가건설기준센터 상정<br>- 기후변화 적용을 위한 하천설계기준 개정(안) 마련을 위한 연구 용역(국토교통부 하천계획과) 설문조사 내용 국토교통부 하천계획과 접수 |

# 2. 국내외 기술 개발 현황

## (1) 1세부과제: 대하천 친환경시설물 및 하도 유지관리 기술 개발

(가) 유역침식을 고려한 하도 안정화 기술 (1-1)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 준분포형 장기유출 모형인 SWAT을 이용하여 강우-유출 및 토양침식량 산정에 관한 연구<br>○ 사면유출해석 및 1차원 토양침식 모형개발 및 적용성 평가 연구를 수행한 바 있으며, 물리적 기반의 수치모형을 이용한 토양유실 및 침식/퇴적 모의 등과 같은 유역규모의 유역 유사발생량 산정 연구<br>○ 국내 준설기술은 환경적 영향을 배재한 단순 시공능력만 있음 | ○ 미국: 장기 하상변동예측 통한 퇴적 우심구간을 파악 및 실측을 통해 준설 지점 및 준설량 결정<br>○ 환경창(Environmental Windows)을 이용한 준설 작업 및 준설토 처리 기간 설정<br>○ UROSEM, WEPP, KINEROS, LISEM 등과 같은 다양한 물리적 기반의 토양유실 평가모형이 개발됨 |

(나) 사주발생제어 및 저수로 안정화 기술 개발 (1-2)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 4대강사업 완공이후 다기능보 상류의 퇴적토를 또 다시 준설로 처리하는 것은 사회적 문제를 수반할 가능성이 큼<br>○ 국내 수제 설계 및 시공과 관련된 기준으로서 <하천설계기준(2009, 한국수자원학회)>과 <하천공사표준시방서(2007, 한국수자원학회)> 등이 현재 국내에서 실무에 적용하고 있으나 수제 설계 내용이 주요<br>○ 2011년 종료된 자연과 함께하는 하천복원 기술개발 연구단에서 하안침식 방지, 급속한 하천평명형상과 하천생태계 변화를 파악하기 위하여 수제가 하천환경에 미치는 영향을 연구함(안홍규, 2011)<br>○ '자연공생 하천구조물 설계기술 개발(한국건설기술연구원, 2011)'에서 수제에 의한 흐름 변화 및 생태서식환경 조성을 고려한 수제 설계 기술을 개발함 | ○ 국외에서 수제가 갖는 수리학적인 기능이나 하천 지형변화와 관련된 기능을 연구해 왔으나, 최근에 일본을 중심으로 하천환경을 고려한 수제의 기능에 대한 연구를 시작하고 있음<br>○ 미국은 미시시피강을 중심으로 하안침식 방지, 저수로 유지를 통한 주운을 위하여 수제를 적용하는 기술이 발달함<br>○ 네델란드는 라인강,Waal 강, Brock 강, Ijssel강을 중심으로, 주운과 수상교통 등을 위하여 저수로를 고정시키고 수심을 유지할 목적으로 군수제공을 설치하며, 이와 관련된 설계 및 유지관리 기술이 발달함<br>○ 중국은 선박운행을 위한 수심확보 및 저수로 안정을 도모하고 하안 침식방지를 항위하여 수제를 적용함 |

| | |
|---|---|
| ○ 4대강살리기사업이 완료된 이후 준설하도에 대한 저수로 안정화 기술이 요구됨<br>○ 국내 기술의 경우 수제를 이용한 흐름 조절, 하안침식 방지 등에 초점을 맞추어 설계를 하고 있으나, 사주의 거동과 하도의 지형변화를 제어할 설계기술이 필요함 | ○ 일본은 과거에 하안침식 방지, 수로폭 확대 제어, 급속한 하천평면변화 제어, 주운을 위한 수심확보나 주유로의 안정화를 위한 연구를 수행하였으나, 최근에 수제를 이용한 하천생태계 서식처 형성 및 변화에 대한 연구와 기술개발이 이루어지고 있음 |

(다) 하도안정화를 위한 유역침식 제어기술 개발 (1-3)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 지리정보시스템(GIS)이 발달되면서 이러한 토양침식모형과 지형정보시스템을 연계하여 보다 정확한 토양침식량의 산정에 관한 연구<br>○ 기존의 토양침식량 산정기법을 이용하여 연간 토양침식량을 산출하는 연구<br>○ 국내 사면재해 관련 특허 동향을 살펴보면 대부분 사면안정 및 사면붕괴에 의한 피해방지를 위한 지반관련 구조적 기술개발에 중점을 둠<br>○ 경사면을 보호·복구하는 기술로는 경사면을 수직으로 구축하는 보강토공법, 토압을 지지하는 콘크리트 옹벽공법, 사면강화를 위한 녹화공법, 경사면을 고정시키는 앵커공법, 낙석을 방지하는 공법 | ○ UROSEM, WEPP, KINEROS, LISEM, SWAT-REMM, SATEEC, VFSMOD, CREAMS, GUESS 등과 같은 다양한 물리적 기반의 토양유실 평가모형이 개발됨 |

(라) 다기능보 배사 효율 극대화 및 하류 세굴 방지 방안 연구(1-4)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 국내의 경우 하천 하상의 변동이 심하지 않았으며 저수지의 경우에도 상류의 유입 토사량이 많지 않아 퇴적으로 인한 저수용량 감소가 큰 문제가 되지 않았음. 이로 인해 하천변동에 대한 국내 연구의 필요성이 크지 않았으며 국외 기술의 국내의 도입도 활발하지 않았음.<br>○ 국내 하천의 지형에 대한 자료가 주기적으로 측정되긴 하였으나 체계적인 관리가 이루어 | ○ 미국 : 하천 퇴적 및 침식에 대한 오랜 관측과 그에 관련된 하천 실측 데이터의 체계적인 관리를 통한 미래 예측 및 관리방안 모색하고 있음. 하도내 퇴적에 대한 경우는 대형 댐 및 주운용 댐에 대한 수리해석적, 실험적 연구를 수행함.<br>○ 중국 : 하천의 변동에 대한 역사적인 자료 및 경험을 통한 실제 하천 관리에 대한 노하우 축적. |

| | |
|---|---|
| 지지 않아 데이터의 취득이 난해.<br>○ 국내외의 사례에서 찾아보기 힘든 다기능보의 운영에 따른 상류의 유사 퇴적 및 공학적인 대안 마련 | - 하천 지형변화의 장기 수치 모의 20년 이상 수행<br>- 댐 상류에 대한 퇴적에 대한 예측 및 공학적인 대안에 대한 연구 진행 중 |

(마) 하천시설관리 최적화 기술개발 (1-5)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 친수시설 안정성 평가 기술<br>- 홍수터 내에서의 홍수위험도 평가에 대한 연구는 국외에서 활용하고 있는 제내지에서의 홍수위험도 평가 지수를 도입하여 홍수에 따른 홍수터 친수시설 안정성을 간접적으로 평가하는 정도임 | ○ 친수시설 안정성 평가 기술<br>- 국외 홍수터 공간의 활용은 국내와 다르게 거의 활용이 없기 때문에 홍수터 내에서의 안정성 평가에 대한 기술은 전무함 |
| ○ 어도 이용효율 평가 기술<br>- 국내 하천설계기준(어도편)에는 어도의 이용효율 평가에 대한 내용은 언급하고 있으나 국외에서의 평가방법을 도입한 정도이며, 구체적인 평가 및 운영방안에 대한 부분은 미비한 실정임 | ○ 어도 이용효율 평가 기술<br>- 국외에서는 어도 설계 시 어도 형식에 따른 어류 채집분석을 통한 어류의 유인 및 이동효율 분석이 선행됨<br>- 미국 수산청의 어도설계기준에서는 수리학적 영향을 고려한 어도 입·출구부의 설계기준을 구체화하여 운영함<br>- 하지만 국내와 같이 다기능보에 설치된 대규모 어도에 대한 어도 이용효율 평가에 대한 기술은 미비한 실정임 |
| ○ 유속 측정용 GPS 전자부자<br>- 유속측정용 GPS 전자부자를 활용한 입자상 오염물질 거동예측 등에 활용되고 있으며, 유속 분포 측정에 대한 연구는 미비한 실정임 | ○ 유속 측정용 GPS 전자부자<br>- 국외에서 GPS 부자를 활용한 계측기술은 해양 분야에 대부분 기술력을 보유하고 있지만 하천에서의 유속 측정 기술력은 낮은 실정임 |

(바)하도안정화를 고려한 홍수량 조절시설 최적 설계 기술 개발(1-6)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 홍수량 조절시설 도입 및 현장 설치<br>- 홍수조절지(2개소) : 담양, 화순<br>- 강변저류지(4개소) : 여주, 영월, 나주, 합천<br>○ 홍수조절지 및 저류지 관리규정(2014.7.28. 제정)<br>- 관련 용어 정의, 개략적인 운영 및 관리 규 | ○ 홍수조절지와 유사한 목적으로 사용되는 방재조절지에 관한 기술기준(안) 발간(1987), 일본<br>- 방재조절지 사업과 제방고 15 m 미만의 댐 형식 항구조절지에 적용<br>○ 하도 홍수량 저감 시설인 홍수조절지와 |

| | |
|---|---|
| 정 포함<br>– 담양·화순 홍수조절지 및 나주·여주·영월 저류지에 대하여 적용<br>○ 차세대 홍수방어기술 개발(국토교통부, 2011)<br>– 홍수량 조절지설 치수능력 평가 기법 개발<br>– 홍수량 조절지설 설계를 위한 계획홍수위 추정기법 개발 및 수리모형실험을 통한 대표수문곡선 산정 기법 연구 | 관련된 연구 결과를 종합분석하여 Hydraulic design of side weirs를 발간(2003), 영국<br>– HR Wallingford를 중심으로 홍수량 조절 시설에 대한 설계 기술 연구 수행<br>– 예연횡월류위어 및 광정횡월류위어 유량계수 산정 기법 및 실질적 설계를 위한 횡월류위어 월류량 산정 도표 제안<br>○ Wetlands Engineering Handbook 발간(Olin 등, 2000), 미국<br>– 홍수량 조절시설 위치선정 절차 제안<br>– 홍수량 조절시설 후보지점의 평가기법 제안<br>– 비홍수기 습지로 이용하는 방안을 고려하여 생태 및 식생 계획에 대한 항목을 정리 |
| ○ 본 기술은 시장을 대상으로 하기보다는 정부/지자체의 하천관리에 직접 관련된 것으로서 국가 예산절감, 국민의 삶의 질 향상, 자연재해로부터 안전 등 공공적 특성을 가지고 있음<br>○ 건설기술비전 2025 “세계일류수준의 건설기술 국가건설”을 위한 Global Standard 실현을 위해서는 건설환경기술의 고도화 및 보급촉진이 요구됨<br>○ 21세기를 향한 지구환경 보전 종합계획인 Agenda21(UNCED, 1992)에 의해 국제환경규제 강화와 환경–무역 연계 협정에 따른 국내 친환경건설 수요 급증<br>○ 미래기술예측조사 결과(한국과학기술정책연구원)에 따르면 도시·건설·토목분야에서 '환경을 고려한 건설기술'의 수요가 68%로 전체 분야 평균 65%를 초과하고 있음<br>○ 2009년 현재 국가하천정비사업에 투자되는 예산은 연간 1조원 5천억 규모로 기후변화 등의 여건변화로 지속적으로 화대될 것으로 전망됨 | ○ 국외에서 개발되어 있는 하도 안정화 기술을 국내에 직접 도입하여 적용한 경우에 국내 하천의 실정과 부적합하여 설치되고 있지 못하는 실정임<br>○ 선진국을 중심으로 적극적으로 하도 안정화 및 유지관리를 위한 구조적 비구조적 기술을 개발하여 치수적인 목적뿐만 아니라 하천환경을 보전하는데 실용적으로 사용되고 있으나, 국내에는 매우 제한적으로 사용하거나 미비한 실정임<br>○ 한국, 일본은 지난 1960년대 이후 1990년대까지 치수위주의 하천관리를 탈피하여 환경을 고려한 하천관리로 전환하면서 일종의 시행착오가 있었으나, 현재 개발도상국인 중국, 동남아 국가들은 처음부터 치수와 환경이 조화된 친환경 하천관리를 추진하고 있으므로 본 사업에서 개발될 기술은 이를 위한 지원, 판매에 적합함 |

(사) 신설 수공구조물을 고려한 하천운영 고도화 기술 개발(1-7)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 실시간 수문자료 관리시스템(HDAPS)<br>- 4대강 사업 추진에 따른 댐 하류 하천 수위 변화, 운영시설 증대 및 새로운 하천시설 도입으로 보 지점을 연계한 댐 운영이 필요한 실시간 모니터링 기능 개선을 통하여 수문자료의 실시간 분석을 보다 용이하게 하기 위하여 구축 | ○ USBR WARSMP(Watershed & River Systems Management Program)<br>- 미 개척국(U.S. Bureau of Reclamation, USBR)에서는 WARSMP라는 물관리 시스템을 운영하고 있다. WARSMP 프로그램은 미 개척국과 미 지질조사국에서 공동으로 개발한 것으로서, 이 프로그램의 개발은 1990년 대 초반부터 유역내 수자원 정보의 실시간 분석 및 수자원 이용가능량 파악에 대한 필요성이 증가하면서 시작되었으며, 수자원 의사결정을 위한 운영시스템에 기초를 제공하고 있음 |
| ○ 하천유량관리시스템<br>- 수계내 수자원의 통합적 관리 차원에서 기존 홍수통제소와 한국수자원공사의 물관리 시스템의 운영상황 및 시스템 현황을 분석하고 4대강 살리기 사업 추진에 의한 물관리 환경변화를 반영하여 최종적으로 하천과 연계한 수자원 시설물의 활용도를 극대화하여 하천의 유량을 최적으로 관리할 수 있는 시스템 개발을 목적으로 구축 됨 | ○ USGS NWISWeb<br>- 미 지질조사국(U.S. Geological Survey, USGS)에서는 NWISWeb(National Water InformationSystem Web)이라는 물관리 시스템을 운영하고 있다. NWISWeb는 미국 내 50개 주와 워싱턴DC, 그리고 푸에르토리코에서 수집된 대략 150만개의 수자원 관련 현장 데이터에 대한 각종 정보를 제공 |
| ○ 댐군 홍수조절 연계운영시스템(COSFIM)<br>- 반복되는 홍수재해로 인한 인명과 재산의 피해에 대한 대응력 강화하기 위하여 기존 댐별로 개별적으로 수행되던 홍수조절 업무를 유역내 댐군 전반에 걸쳐 총체적으로 연계운영 함으로써 댐의 홍수조절 능력을 증대시키기 휘하여 구축함 | ○ WaterWare:Water Resources Management Information System<br>- Water Resources Management Information System인 WaterWare는 수자원관리를 위한 통합 정보의사결정시스템으로 1992년부터 5년간 실시된 EUREKA EU487 프로젝트와 RTD 프로젝트의 결과물 |
| - | ○ 하천유역종합정보시스템(FRICS)<br>- 하천 유역 종합 정보 시스템(Foundation of River & Basin Integrated Communication System ; FRICS)에서는 하천 유역내의 하천 · 지진 재해, 환경에 관한 정보를 최첨단의 기술을 활용하여 과거-현재-미래의 정보를 종합적으로 제공함 |

## (2) 2세부과제: 첨단기술 기반 하천계측 및 운영 기술 개발

(가) 휴대용 초음파 유속계의 사용자 인터페이스 개발 및 성능 검증 2-1세세부)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 전통적으로 하천관리 분야에 재래식 계측기술을 주로 사용하고 있고, IT 등 첨단 기술의 융복합은 아직 미미한 수준으로 자동계측기기 개발, 광케이블에 의한 제방 모니터링 분야에서 연구 수행. 최근 들어 외국에서 개발된 첨단 장비(ADCP, ADV 등)가 도입되어 일부 사용되고 있고, 계측장비의 정확도 향상기술이나 장비의 활용기술 등을 개발하여 보급하고 있음. | ○ 하천의 유량을 정확히 계측하고자 하는 노력이 선진국을 중심으로 활발히 추진되고 있음. 기존의 수위-유량 곡선을 이용한 유량측정 방법이 오차를 유발할 가능성이 크고 신뢰성이 결여됨에 따라 이러한 문제점을 극복하고자 하천단면의 유속장을 직접 구하여 유량으로 환산할 수 있는 3차원 초음파 유속계의 개발과 적용이 활발함.<br>○ 해외기업 중 SonTek, RD Instrument, Nortek, OTT 등이 초음파 도플러 유속계 시장을 선도하고 있으며, 초음파 도플러 유속계가 수자원 모니터링 분야의 다양한 방향으로 쓰이면서 점차 시장에서 중요한 역할을 차지함.<br>- RD Instrument의 경우, 해양 산업 분야의 항법, 수중환경 측정 등 해양 장비에 응용을 위한 연구를 진행 중이며 기존의 수자원 측정을 위한 ADCP의 성능 개선을 위한 연구개발도 지속적으로 진행 중.<br>- Xylem은 수자원 인프라구축의 대표적인 기업으로 Test 장비 및 인프라 응용 기술 개발에 많은 투자를 하고 있음.<br>- 이외에도 다양한 유속센서, 멀티파라미터 센서, 샘플러 등 수문 모니터링을 위한 장비들도 환경 산업과 연관되어 꾸준히 생산 및 개량되고 있으며 점차 휴대와 디지털 계측에 초점을 맞추는 방향으로 생산되고 있음. |

(나) 첨단기술을 이용한 하천 조사기술 개발 (2-2세세부)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 국내 하천조사 및 계측 기술 수준<br>- 4인 이상의 인원, 대형보트, 장시간의 측정시간 요구됨<br>- 측정장비 또는 측정방법별 자료 전송 및 관리방법이 혼재되어있음<br>- 하천계측 기술에 대한 가이드라인이 표준화되어 있지 않음<br>- 고수부지의 경우, 고비용의 항공측량에 의존하고 있음 | ○ 미국, 유럽연합, 일본 등에서는 인공위성을 이용한 RTK-GPS 측량으로 1~2인의 적은 인원으로 고정밀 하천지형 측량을 수행<br>○ 유·무인항공기에 탑재된 Lidar 등을 이용하여 단기간에 광범위한 영역의 하천주변 홍수터 측량을 수행<br>○ ADCP 및 Sonar를 이용하여 고정밀 3차원 지형 및 수리정보 획득<br>○ 분광카메라를 이용하여 하천의 광학적 특성을 조사하여 하천의 수질 및 하상재료 분석을 시도 |

(다) Smart River 정보관리 기술개발 (2-3세세부)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ Potal 기술 수준<br>- 물관련 전용 표준 프로토콜을 제공하지 않음<br>- 비표준의 파일 기반 데이터 제공<br>○ Web service 기술 수준<br>- API 제공되지 않음<br>- 검색 Web만 제공<br>○ 서버 기술 수준<br>- 시스템별 전용 Database 설계<br>- DBMS(Oracle. MS SQL 등)<br>- GIS Server(ArcGIS)<br>- Web Server(MS IIS)<br>- 종속적 S/W | ○ 미국, 영국, 유럽 연합, 일본 등에서 수문과 환경시스템의 통합 및 신기술들 간의 융합을 통한 통합물관리시스템을 구축하고 아울러 Web Service 체계를 갖추고 있음<br>- 미국에서는 USGS NWIS, RFC, 환경정보 제공시스템(EPA EnvironMapper), USGS NHD에서 관측정보, 수문기상정보, 하천관련 정보, 수환경, 대기 폐기물 등의 정보, 국가 수로정보 등을 제공<br>- 영국에서는 홍수예보센터(Flood Forecasting Center),<br>국립물자료센터(NWA)에서<br>유량관측정보, 수문현황정보, 가뭄정보 자료 등 제공 |

(라) 하천정보 분석모델 및 예경보 시스템 개발 (2-4세세부)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 국내의 경우 하천 이용(친수활동)에 대해 일반시민에 제공하는 하천정보는 미흡하며, 기존 물리기반 하천정보 분석 모델은 비교적 복잡하여, 하천정보 분석 및 표출에 많은 시간이 소요되고 예측 정확도도 미흡한 수준임.<br><br>○ 국내의 하천수질오염 사고 대응시스템의 경우 대부분 단순한 1차원 모형을 사용하기 때문에 정확도가 미흡한 수준임.<br>- 1차원 모형은 해석결과의 적용범위에 제한이 있으며, 오염물질의 2차원적 혼합 해석이 불가능하기 때문에 하수처리장과 취수장이 공존하는 구간 내에서 취수시설물의 운영 가능여부 판단이 어려움<br>- 3차원 모형의 경우 계산비용이 크기 때문에 신속한 경보가 어려우며 수입된 해석모형(EFDC 등)을 사용하기 때문에 모형의 개선 및 최적화가 어려움<br>- 국내의 수질사고를 대비한 경보시스템은 미비하며, 하천관리자가 이용하기에는 복잡한 환경으로 구성되어 있음 | ○ 미국, 일본, 유럽 연합 등 기술 선진국에서는 하천정보 분석모델을 통한 하천정보 제공 및 수질사고 대응시스템을 구축<br>- 일본의 하천정보센터는 국민의 생명,재산에 직결하는 중요정보취급을 위해 하천유역 종합정보시스템(FRICS)을 운영<br>○ 수질사고 대응시스템의 구축과 효율적 수자원관리<br>- 미환경보호국(USEPA)에서는 EFDC, HSPF, SWAT 등 다양한 수치모형을 사용하여 수질사고에 대비하고 있으며, GIS 기반의 하천수질예측시스템 RIverSpill, 댐 저수지 수리 및 수질관리를 위한 GEMSS, 유역 수질관리 의사결정지원시스템 BASINS 등을 운영 중에 있음<br>- 유럽에서는 1990년대부터 라인강 수질사고대응시스템 RAM(Rhine Alarm Model)을 구축하여 운영 중에 있으며, 영국의 TELEMAC-3DWQ, 핀란드의 EIA, 네덜란드의 DELFT3D, 독일의 GETA 등 각 국가별 특성에 맞게 개발된 고유의 수질해석 프로그램을 사용하여 수질사고에 대응하고 있음 |

(마) 첨단기술 기반의 지능형 하천정보 제공시스템 개발 (2-5세세부)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 국내 IT 산업의 발달로 HW 및 SW에 대한 첨단기술이 발달되어 있으나, 하천 운영 및 관리에 대한 적용은 미미한 상황<br>○ GIS, 위성영상분석, 모바일 앱기술은 발달되 | ○ 미국에서는 최근 국가수자원 시스템인 CUAHSI HIS를 개발하여 하천에 관련된 시설물 운영 및 각종 계측자료의 저장, 검색, 취득, 배포 등의 일련의 과정을 표준 |

| | |
|---|---|
| 어 있으나 이를 하천정보 제공측면에서 통합·제공하는 시도는 미미한 상황임<br>○ 국내 하천해석 관련 소프트웨어 현황의 경우, 현재 2차원 하천해석 모형시스템에 관련된 소프트웨어 산업시장은 외산 소프트웨어(SMS, CCHE2D, River2D 등)가 독점한 상태 | 화하여 클라우드 기반으로 하천자료를 통합하고 활용할 수 있는 기술을 제공하고 있음<br>○ 일본 하천정보센터(FRICS)는 하천 정보를 취급하기 위해 하천유역종합정보시스템을 개발하여 운영하고 있으며, 하천 유역내의 하천·지진 재해, 환경에 관한 정보를 최첨단의 기술을 활용하여 종합적으로 제공하고 있음 |

(바) 하천관리기술 검증을 위한 통합테스트베드 운영 관리(2-6세세부)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 국내의 경우 개발된 다양한 하천관리 기술들이 시험하천에 적용되어 통합 · 연계 운영하는 시도는 미미한 상황이며 해외 기술의 도입 또한 매우 제한적으로 이루어져 왔음<br>- 하천데이터 계측, 시설물 관리 및 하천 정보 제공 등을 통합한 하천관리 시스템이 전무하며, 기존 정보시스템의 경우 각각의 기능을 가진 개별시스템으로 산재되어 있음<br>- 유량조사사업단이 국내 유일의 수문조사 전담기관으로 운영되고 있으나 전문 인력 및 전문장비 등의 확대에 한계가 있는 실정이며, 하천공간 정보(고수부지 및 저수로 지형자료), 하천유속 및 유량 자료, 유사량 및 하상고변동자료, 하천수질 자료 등 첨단하천관리 기술의 검증에 필요한 정보를 제공하지 못하고 있음. | ○ 미국, 일본, 유럽 연합 등은 다양한 목적과 규모의 시험유역을 장기간 운영하면서 신뢰성있는 수리·수문자료를 수집·분석하여 다양한 연구목적에 활용하고 있음<br>- 일본은 쯔꾸바, 타나시, 니이가타, 오가사와라 등의 시험연구소에서 시험유역을 운영하고 있음<br>- 영국은 Balquhidder, Coalburn, Plynlimon, Hydrological Radar Experiment 등의 시험유역이 운영되고 있음<br>- 미국은 Reynolds Creek Experimental Watershed, Fool Creek Watershed, Coshocton Experimental Watersheds, Caribou-Poker Creeks Research Watershed(CRCRW), Hubbard Brook Experimental Forest(HBEF), Santa Rita, Walnut Gulch 등이 시범 하천으로 장기간 운영되고 있음 |

(사) 실내외 겸용 휴대용 스마트 초음파 유속계 개발(2-7세세부)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 국산 초음파 도플러 유속계는 없음<br>- 초음파 유속계 개발업체가 전무한 상태<br>○ 고가의 외산을 도입하여 측정에 활용<br>- 고장시 유지보수가 어려움<br>- 다양한 수문조사 현장 적용에 한계가 있음<br>○ 물관리 효율화를 위한 수요확대<br>- 기후변화와 물관리 효율화을 위한 수리 및 수문조사의 수요확대 | ○ SonTek(미국) 사 제품의 다양화<br>- USGS 수문조사에 활용됨<br>- 현장용, 실험실용, 해양용 제품 보유<br>- 10M, 16MHz 주파수 사용<br>○ Nortek(노르웨이) 제품<br>- 현장용, 실험실용 제품 보유<br>- 6M, 10MHz 주파수 사용 |

(아) 휴대용 스마트 표면영상유속계 개발(2-8세세부)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 국내의 경우, CCD카메라를 이용한 표면영상 유속계 시스템이 개발되어 활용되고 있음 | ○ iPhone을 이용한 표면영상유속계 시스템 개발<br>- 고베 대학의 후지타 교수와 히로시마 대학의 츠바키 교수가 연구중<br>- 2017년 4월 현재까지 상품화 단계에 이르지 못함. |

(자) 하천계측 유량 불확도 산정 소프트웨어 개발(2-9세세부)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ ADCP의 유량 측정 불확도 평가에 대한 연구는 진행된 바 없으며, 해당 기술 또한 전무한 상황<br>○ ADCP의 경우 반복 측정값의 표준편차를 사용하는 경우가 일반적<br>○ 도섭법으로 측정된 유량에 대해서는 ISO 748 및 1088(2007)을 기반으로 산정 | ○ 2000년대 들어 미국항공학회(AIAA, 1995), 미국기계학회(ASME, 1998)에서 불확도 평가에 대한 표준안을 제안<br>○ ISO, BIPM, IFCC 등 6개 기구는 공동으로 측정 불확도 산정 지침서(GUM, Guide to the expression of Uncertainty in Measurement, 1993)을 제안<br>○ WMO의 Chy(Commission of Hydrology)는 IAHR, IAHS, ISO, USGS 등과의 연구를 통해 GUM을 이용한 유량 |

| | |
|---|---|
| | 측정 불확도 평가가 타당하고 제시(JCGM 100, 2008)<br>○ GUM을 이용한 불확도 평가 기술로서는 QMSYS라는 소프트웨어가 개발되어 있으나, 해당 소프트웨어는 수식이 복잡한 ADCP의 유량 측정에는 사용이 어려움 |

## (3) 3세부과제: 한국형 수문량 분석 선진화 기술 개발

### (가) 설계강우의 결정방법 개발 (3-1세세부)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 지점빈도해석 기반 확률강우량 산정을 주로 사용하고 있으며, 주로 기상청 자료만을 이용하여 빈도해석 수행<br>○ Huff 4분위법을 사용하고 있으며 이 또한 기상청 지점에 대해서만 4분위 누가곡선식이 주어지고 있음 | ○ 강우자료가 충분한 경우 지점빈도해석을 사용하나 강우자료가 부족할 경우 지역빈도해석을 권장<br>○ 시간분포 곡선을 지점별로 아닌 지역별 구분하여 제시하고 있음 |

### (나) 설계강우의 ARF 및 공간분포 산정방법 개발(3-2세세부)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 현재 국내 하천설계기준에서 제시하고 있는 ARF는 지상관측 강우자료를 활용하여 면적고정형 방법으로 산정된 값임<br>- 면적고정형 방법은 면적 강우량 및 지점 강우량의 독립적인 빈도해석을 통해 산정<br>- 이 방법은 동 시간에 발생한 강우를 고려하지 못하며, 지상 관측소의 밀도가 낮을 경우 강우의 공간분포 특성을 반영하지 못함<br>- 따라서 면적고정형 방법으로 산정된 ARF는 비현실적이며 과다 산정되었을 가능성을 내포함 | ○ 레이더 강우를 활용하여 다양한 방법으로 ARF를 산정하는 연구가 활발하게 이루어지고 있음<br>○ 미국의 경우 NEXRAD를 이용하여 호우중심형 ARF를 산정한 사례가 다수 존재하며, 대상 강우 사상, 지점강우 및 면적강우 산정방법 등에 관한 다양한 방법론이 제시되고 있음<br>○ 이탈리아의 경우 레이더 강우 호우중심형 ARF를 산정하고 추계학적 방법을 통해 빈도에 따른 ARF를 제시한 바 있음 |

### (다) 설계홍수량 산정방법 개발(3-3세세부)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 홍수량 자료의 경우, 수집된 자료가 있더라도 자료의 가용성 평가가 이루어지지 않아 설계자의 활용 판단을 위한 근거가 확보되어 있지 않으며, 더욱이 관측자료도 댐과 같은 인위적인 구조물로 인해 조절된 유량자료가 많아 홍수빈도분석에 제약이 따르고 있음 | ○ 미국 SCS에서는 유효우량을 산정하는 방법을 제시하고 있고,<br>○ 외국의 경우도 강우-유출 해석에 의한 홍수량 산정시 소유역 분할의 필요성을 인정하고 있음. 그러나 일본이나 미국 등의 기준은 매우 큰 차이가 있음. |

| | |
|---|---|
| ○ 소유역 분할에 따른 홍수량 변화가 발생하고 있으며, 특히 소유역을 분할할수록 집중시간이 짧아지면서 홍수량이 비정상적으로 커지는 문제가 발생함. 하지만 이를 해결하는 일관된 방안제시가 없는 상황임. 이를 해결하기 위해 유역 규모 및 특성에 따른 소유역 분할의 기준을 제시하고, 설계강우량 산정에 필요한 임계지속기간 결정방안을 도출하고 적용절차를 제시<br>○ 외국에서 개발된 합성단위도의 국내 적용을 위해서는 국내 수문 및 유역특성에 맞는 매개변수의 결정이 필수적임. 그러나, 관측 수문자료의 양적, 질적 한계로 인해 활용 가능한 매개변수 결정방법이 제시되지 못하고 있으며, 이로 인해 산정되는 홍수량의 신뢰성에 많은 의문이 제기되는 상황임. 따라서, 합성단위도 매개변수 결정연구를 위한 기초자료의 제시를 위해 이용 가능한 자료현황을 분석하고 평가해야 함.<br>○ 현재 우리나라에서는 SCS 유효우량 산정방법이 비판없이 그대로 적용되고 있음. 특히 우리나라에서는 CN값 산정절차에만 집중하는 상황임. 이럴 경우 SCS 방법의 한계를 제대로 이해하지 못하고 유효우량을 산정하는 결과가 발생할 수 있으며, 이로 인해 산정되는 홍수량이 적절하지 못할 수도 있음. 따라서, 합리적인 SCS 산정절차에 대한 검토와 고려가 필요하며 이를 통해 우리나라에 맞는 유효우량 산정기법의 제시가 요구됨. | ○ 일본의 경우 강우 및 유출이 계산시간 간격과 유역면적(유로연장)에 큰 연관이 있으므로 적절한 시간단위 선정이 중요함을 제시함. 통상 100~200㎢ 정도 크기의 소유역으로 분할해서 계산하도록 제시하고 있으며, 반대로 분할된 소유역이 너무 작으면 비정상적인 상황이 발생하므로 유역면적 30㎢ 이하가 되지 않도록 제시함.<br>○ 미국의 경우 국가의 면적이 워낙 크기 때문에 각각의 상황이 연구자들에 따라 다른 것으로 판단됨. 따라서 제시된 유역분할 면적의 크기가 10배에서 심한 경우는 100배 이상 되는 경우도 있음. |

(라) 하도추적 및 홍수위 산정기술 개발(3-4세세부)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 현재 하천 치수설계 실무에서 정상 부등류 모의를 통한 설계 홍수위 산정시 감조구간에 대한 기점홍수위를 약최고만조위 등의 값을 적용함으로써 홍수위가 과대평가될 수 있음<br>- 정상 부등류 모의를 통한 설계 홍수위 산정 방법은 하천, 특히 대하천의 홍수파 감쇄효과를 반영하지 못하므로 홍수위를 과대 평가하는 경향이 있음<br><br>○ 감조하천에 가동보와 하구둑이 있는 경우, 부등류 모형에서는 가동보 수문과 배수문의 개도를 일정한 것으로 가정하고 계산하므로 가동보 수문조작 및 배수문의 운영조건에 따른 유출변화를 반영할 수 없음<br><br>○ 현행 하천설계기준에 감조 하천구간에 대한 설계홍수위 결정방법을 별도로 명시되어 있지 않아 산정결과에 대한 신뢰성 저하 우려<br><br>○ 하도 홍수추적을 위한 매개변수 선정 기준 있으나, 실무 활용성이 낮음 | ○ 미국 FEMA(Federal Emergency Management Agency)에서 발간한 Guidelines and Specifications for Flood Hazard Mapping Partners (2009)에서는 부정류 모형 적용에 대하여 자세한 설명을 하였으며, 필요시 부정류 모형을 적용할 것을 권장.<br><br>○ 호주의 경우, 감조하천 구간에서 기점수위를 경계조건으로 고려하여 계획홍수위를 산정하던 것으로부터 조위의 영향을 반영한 100년 빈도 홍수위를 산정하도록 제시 (CSIRO report, 2009; Melbourn Water, 2012)<br><br>○ 일본의 경우, 감조하천 구간에서 수공구조물 설계 시 홍수와 조위의 영향을 고려하여 설계하도록 제시(Technical standards and guidelines for design of flood control structures, 2010, Department of Public Works and Highways Japan International Cooperation Agency)<br><br>○ 중국(2011)에서는 유량과 하도 지형특성을 반영한 가상하도에 대한 홍수추적 인자식 개발<br><br>○ 아일랜드(2012)에서는 하도 지형특성을 고려한 홍수추적 인자식 개발 |

(마) 홍수빈도해석에 의한 설계홍수량 산정방법 일반화(3-5세세부)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 통계학적 홍수빈도해석<br>- 확률강우량 산정분야의 빈도해석 기술의 발전에 비해 확률홍수량 분야 저조<br>- 홍수량 자료의 한계로 학술적 목적으로 일부연구가 수행되었을 뿐 설계 실무 미적용<br>○ 빈도홍수량 지역화<br>- 설계 실무 적용을 위한 빈도홍수량 지역화 공식 전무<br>- 하천설계기준에 통계학적 홍수빈도해석에 대한 가이드 없음 | ○ 통계학적 홍수빈도해석<br>- 추계학적, 물리적 수문모형을 활용한 홍수자료 확장 기술의 발전<br>- 비정상, 비균질 조건을 고려한 홍수빈도해석 기술의 발전<br>○ 빈도홍수량 지역화<br>- 미계측 지역 확률홍수량 산정을 위한 다양한 홍수빈도 지역화 공식의 지속적 개발, 활용<br>- 국가차원의 설계홍수량 산정 가이드라인 제시 및 지속적 개선 추진<br>- 홍수량 자료를 이용하는 통계적 홍수빈도해석방법과 설계호우-유출방법의 상황별 활용방안 정립 |

(바) 개념적 강우-유출모형을 활용한 홍수량 산정방법 개발(3-6세세부)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 유역특성인자 산정 기법 최근 연구동향<br>- 그동안 유역특성인자의 지역화 시도하는 연구가 있어왔으나, 전국을 대상으로 한 유역특성인자 도출시도는 없었음<br>- 박근애 등(2006)은 유역조사사업의 결과를 토대로, 수자원 단위지도를 기반으로 한 북한강 유역의 지형학적 특성을 분석한 바 있음<br>- 박기범 등(2006)은 기왕의 하천정비 기본계획에 의해 산정된 설계홍수량과 지형인자들이 어떤 상관성을 가지고 있는가를 분석하여 지형특성자료와 확률강우량 자료를 이용한 설계홍수량 추정방안에 대하여 연구하였음<br>- 이미선 등(2007)은 유역조사사업의 결과를 토대로, GIS 기법을 이용한 금강권역의 지형학적 특성을 분석한 바 있음 | ○ 국외 유역특성인자 산정 기법 최근 연구동향<br>- Maidment(1993)은 GIS기법을 이용하여 홍수량 산정을 위한 유역특성인자로서 흐름방향과 유속을 결합하여 등시간도를 작성하는 격자모델의 개념을 제시한 바 있음<br>- 영국은 잉글랜드, 웨일즈, 스코틀랜드 지역의 임의의 모든 유역(계측 및 미계측 유역 포함)에 일관된 홍수량을 산정할 수 있는 컴퓨터 프로그램과 이를 뒷받침하는 유역자료(유역 수문자료 및 특성인자 등)를 데이터 베이스 형태로 제공하고 있음 |

| | |
|---|---|
| - 유완식 등(2011)은 지형학적 특성인자(유역면적, 지표흐름 이동거리, 국부경사)와 수문학적 특성인자(총 강우량)에 따른 침식 및 퇴적의 공간분포 변화에 대하여 분석하였음 | |
| ○ 유역 홍수량 산정 프로그램 및 시스템 개발 최근 연구동향<br>- 김성준 등(2006)은 안성천유역과 평택시를 대상으로 홍수정보지원을 위한 GIS기반의 수문정보를 생성하는 기법을 개발한 바 있음. 이 연구를 통한 시스템은 평택시에 납품되어 운영된 바 있음<br>- 김성준 등(2008)은 남강댐하류의 홍수추적을 위하여 댐상류를 포함한 분포형 홍수분석모형의 기본모듈을 개발하여 K-water의 물관리센터에 성공적으로 납품한 바 있음<br>- 김성준 등(2011)은 한국농어촌공사의 농촌용수종합정보시스템(RAWRIS)내에서 농촌지역의 홍수관리시스템을 개발하였음. 대상저수지는 1,570개 (유효저수량 10만톤 이상, 전체 약 8%)이며, 2011년 현재 전국 1421개가 실시간 모니터링되고 있으며, 2012년에 100개가 신설되며, 현재 시스템이 성공적으로 가동 중임 | ○ 국외 유역 홍수량 산정 시스템 연구동향<br>- 미국 지질조사국(U.S. Geological Survey, USGS)에서 NWISWeb (National Water Information System Web) 이라는 물관리시스템을 미국 내 50개 주와 워싱턴 DC 그리고 푸에르토리코에서 수집된 대략 150만개의 수자원 관련 현장 데이터에 대한 각종 정보를 제공하고 운영 중<br>- 일본 FRICS(Foundation of River & Basin Integrated Communication System)은 수문정보관리 전문기관으로 하천 및 유역관리를 위한 모든 수문정보(우량, 수위, 댐, 해안, 지진, 기온, 풍향, 풍속 등)를 수집하여 분석, 홍수 피해절감 등 하천의 유용한 정보를 대량제공<br>- 영국은 “The Revitalised FSR/FEH rainfall runoff method” 연구를 영국 환경부의 지원을 받아 수행하여 강우-유출관계모형인 Revitalised Flood Hydrograph (ReFH)를 개발 하였음. 이는 축적된 수문자료를 바탕으로 개선된 분석방법 및 전산처리능력력의 향상 등을 반영하여 최근에 발생하고 있는 홍수사상의 변화를 적극적으로 반영하고 있음 |

(사) 유역특성인자 및 홍수량 산정 통합시스템 구축(3-7세세부)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 국내에서는 실제 엔지니어링 실무자들은 선진국 기술의 의존하거나 홍수량 산정시 수작업을 통해 모든 홍수량 절차를 직접 계산함 | ○ 국외 영국에서는 Natural Environment Research Council 산하에 Centre for Ecology & Hydrology에서 ReFH 설계강우 및 설계홍수량 추정방법이 표준화되어 있고, 이를 소프트웨어화하여 범용적으로 활용하고 있음 |
| ○ 국내에서는 실제 엔지니어링 실무자들은 선진국 기술의 의존하거나 홍수량 산정시 수작업을 통해 모든 홍수량 절차를 직접 계산함 | ○ 국외 영국에서는 Natural Environment Research Council 산하에 Centre for Ecology & Hydrology에서 ReFH 설계강우 및 설계홍수량 추정방법이 표준화되어 있고, 이를 소프트웨어화하여 범용적으로 활용하고 있음 |

## (4) 4세부과제: 물안보 확보를 위한 하천의 탄력적 물관리 기술 개발

(가) 외부환경 변화에 따른 하천수량 평가 방안 및 매개변수 추정 지원시스템 개발 (4-1세세부)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 국내에서 상용 또는 공개된 SWMM 5의 매개변수 결정 도구 전무 | ○ CHI의 PCSWMM의 SRTC 기능은 라디오튜닝 형태의 매개변수 추정을 보조해주는 기능을 가지고 있음<br>- SWMM 5의 매개변수 추정지원 시스템은 최적화 기법을 기반으로 하여 목적함수에 맞는 매개변수를 자동으로 추정해주며 해외 기술 수준과 비슷함 |

(나) 외부환경 변화에 따른 물 순환 복원 기술 평가 시스템 개발 (4-2세세부)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 물 순환 개선시설의 위치선정을 위한 토지이용 민감도 분석 도구, 사회-경제 지표를 고려한 취약성 분석 도구, 물 순환 개선시설의 설계 및 계획 매개변수를 대상으로 시나리오 분석이 가능한 도구의 개발 | ○ 미국 CHI사의 PC-SWMM의 SRTC기능은 물리·지형적 요소의 변화에 대한 민감도 분석이 가능<br>- 물 순환 개선시설의 설계 및 계획 측면에서 비교 시, 본 개발 분석도구의 달성 수준은 90% |

(다) 하천유량관리 고도화 기술 개발 (4-3세세부)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 시공간적 유량관리, 구조적/비구조적 연계운영 및 통합관리, 이수기 유입량 예측 및 최적 수급방안 측면에서 선진국 대비 90% 수준의 기술 달성 | ○ 해외 하천유량관리시스템은 CALSIM, IQQM, RIBASIM 등이 있음 |

(라) 하천수 이용환경 개선을 위한 법제 연구 (4-4세세부)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 하천수 사용허가 세부기준(안)의 도출을 통한 물관리의 효율성을 제고하고 선진적 하천수 사용료 징수체계 구축으로 인한 하천 행정의 투명성 제고 및 효율적 하천관리 지원 | ○ 미국의 경우, 여러 주에 걸쳐 흐르는 대규모 하천의 물이용 관련 연방정부의 입법, 주간협약, 및 연방대법원에 의해 확립된 수자원형평배분원칙 등을 통해 분쟁을 해결하고 있음 |

(마) 유역특성을 고려한 구조적 하천수량 확보 기술 (4-5세세부)

| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ GIS를 활용한 적지연구사례는 다수 존재<br>○ 가중치부여 및 중첩효과를 이용한 구조적 수량확보 구조물 적지에 관한 연구사례는 전무함 | ○ 다양한 의사결정지원 시스템에 대한 적지선정 연구가 있으나 단일 구조물에 국한된 연구가 대부분임<br>- 가중치부여 및 중첩효과를 이용한 구조적 수량확보 구조물 적지에 관한 연구사례는 전무함 |

(바) 용수수급 요소를 고려한 비구조적 하천 수량 확보 기술 개발 (4-6세세부)

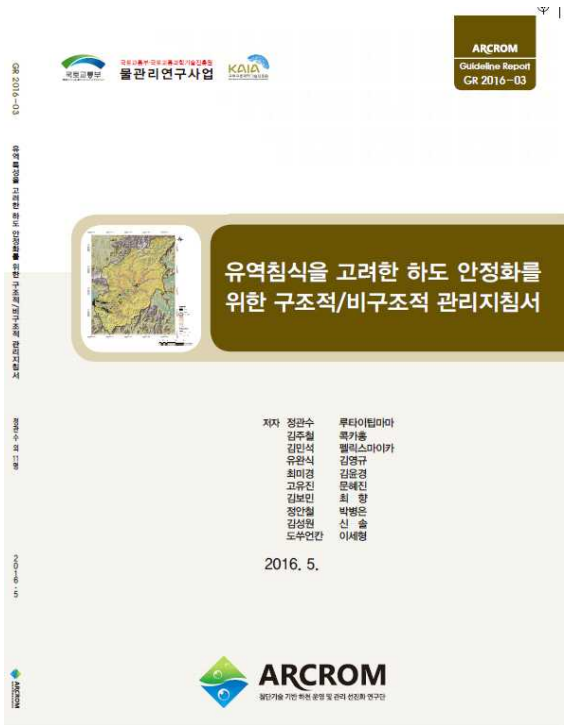
| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 없음 | ○ 미국 CALSIM, 호주 IQQM, 화란 RIBASIM 등이 있음 |

(사) 탄력성 평가에 의한 하천수량 확보 가이드라인 개발 (4-7세세부)

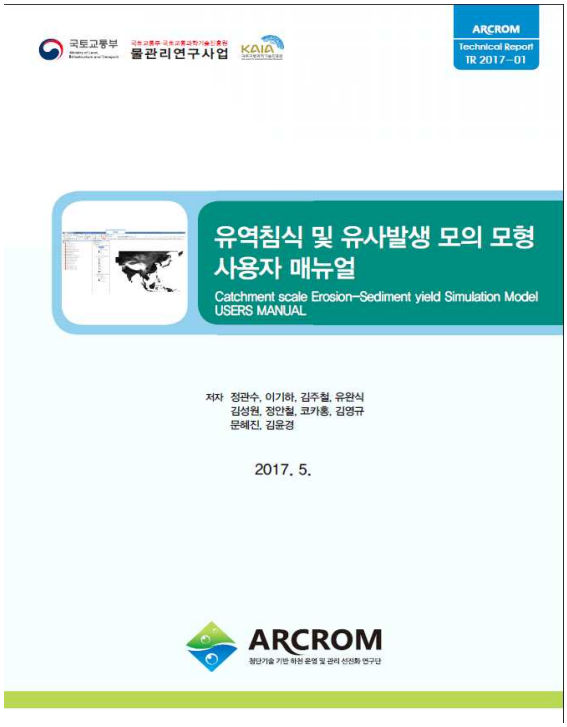
| 국내 기술 개발 현황 | 국외 기술 개발 현황 |
|---|---|
| ○ 하천유량관리시스템 개발 완료<br>- 선진국 대비 80% 수준 달성 | ○ 미국 USBR WARSMP(Watershed & River Systems Management Program)<br>- 수자원 정보의 실시간 분석 및 수자원 이용 가능량 파악 지천 분석 가능 |

# 3. 연구 수행 내용 및 성과

## (1) 1세부과제: 대하천 친환경시설물 및 하도 유지관리 기술 개발

| 세부연구목표 | 연구 수행 내용 | 최종 연구 성과 |
|---|---|---|
| 유역침식을 고려한 하도 안정화 기술 적용(1-1) | ○ 홍보 및 실무자 교육(기술 실용화) | ○ 국제 심포지엄 개최(별권 pp.14)<br>- 기후변화에 따른 국가별 대응방안<br>- 연구개발 성과품 홍보 및 기술 설명<br>- 아시아 7개국 정부기관 전문가 초빙 및 개발도상국 기술실시계약 체결 |
| | ○ 하도안정화 관리 지침서 보완 및 개발 모형 매뉴얼 2건 이상 제작 | ○ 하도안정화를 위한 관리 지침서보완(별권 pp. 13)<br>- (5차년) 유역유사계 관점의 유역유사 및 하도안정화를 위한 관리지침서 개발<br>- 하도계획 수립의 기본방향 및 절차 개선을 위한 하천설계기준 제안 및 상정<br>  <br><유역침식을 고려한 하도안정화를 위한 가이드라인><br>○ 유역침식 및 유사발생 모의모형 사용자 매뉴얼(별권 pp.14; 기술보고서 TR 2017-01)<br>- (5차년) 금호강 유역을 대상으로 튜토리얼 샘플자료 작성<br>- (6차년) 유역의 유사발생을 공간적으로 분석할 수 |

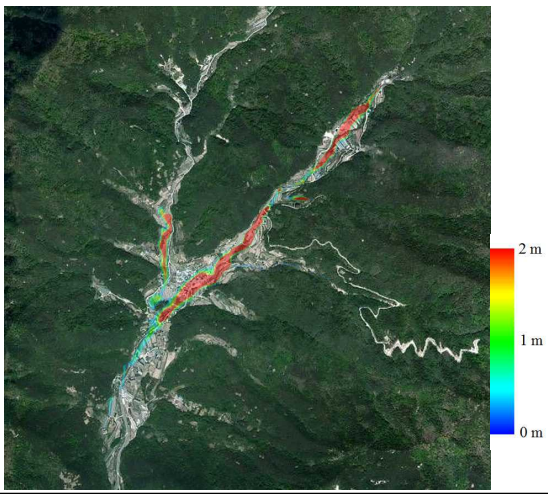
있는 유역침식 및 유사발생 모의모형을 관리자가 자료수집에서 자료구축, 유사분석까지의 전 과정을 포함하는 사용자 매뉴얼 작성

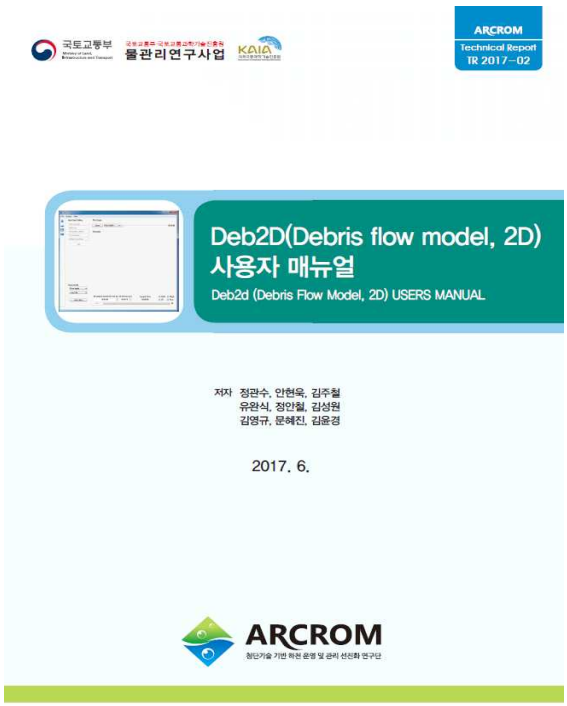
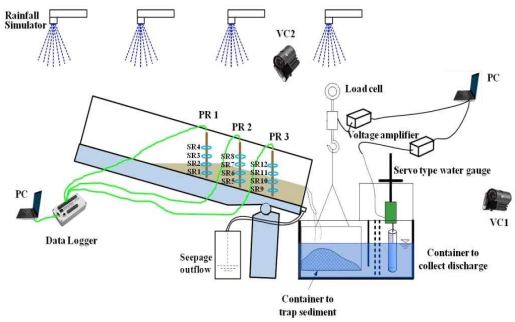


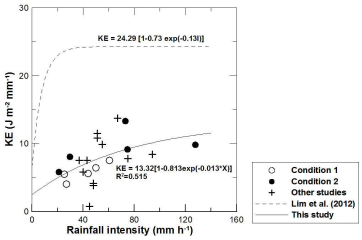

<유역침식 및 유사발생 모형 사용자 매뉴얼>

○ Deb2D 사용자매뉴얼(별권 pp.14; 기술보고서 TR 2017-02)

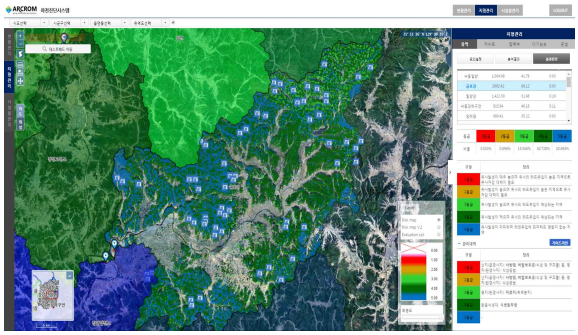
- (3차년) 토석류 모형의 적용성 검토를 위한 우면산 산사태 실측자료와 비교 분석
- (4차년) 금호강 유역에서 사면붕괴 위험성이 가장 높은 영역을 대상으로 한 토석류 침식 모형 적용



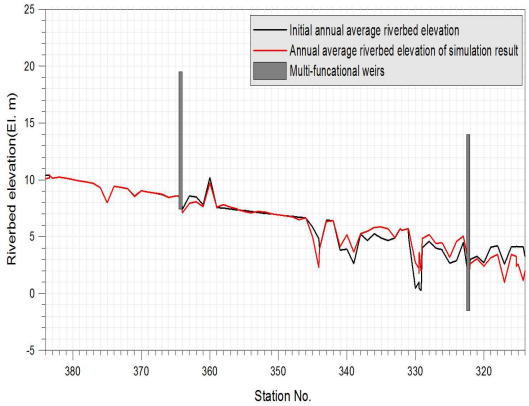
| | | |
|---|---|---|
| | | <토석류 모의 결과><br><br>- (6차년) 하천관리자나 운영자 편의를 고려한 위험 사면의 토석류 모의 사용자 매뉴얼 작성<br><br>  <br><br><유역침식 및 유사발생 모형 사용자 매뉴얼> |
| ○ 낙동강 유역의 유사 Risk map작성 | | ○ Risk Map 개발(별권 pp.3-7; 기술보고서 GR 2016-03)<br>- (2차년) 단위사면 침식 및 메커니즘 분석을 위한 실험적 연구<br><br>  <br><br><사면침식 실험장치 구성도><br><br>- (3차년) 인공강우기를 이용한 강우특성 분석과 실험수로에서의 사면 토양 침식 및 이동 분석 실험을 통한 분포형 강우-유출-유사 모형개선 |

<table>
<tr><td></td><td></td><td> 



<강우특성 분석> <사면침식 실험><br><br>
– (4차년) Particle Filter 기법을 이용한 C-SEM 모형의 매개변수 최적화 및 안정화<br>
– (5차년) 정부기관에서 사면안정 및 위험도 평가를 위해 마련된 기준 조사<br>
– 물리적인 측면에서의 유사발생과 관련이 있는 인자에 대한 평가항목을 기준으로 재정리<br>
– 토양 특성과 유역침식 및 유사발생 모의모형의 유역침식결과를 이용한 금호강 유역 Risk Map 개발<br>
– (6차년) 분석범위를 낙동강유역으로 확장<br>
– 유역별 단위면적당 유사발생량 계산<br>
– 유사발생 위험등급을 5등급으로 구분하여 기후변화를 반영한 Risk-Map 개발 및 하천시스템 제공<br><br>
 <br>
<유사발생 Risk-Map></td></tr>
<tr><td></td><td>○ 국내 다기능보에 대한 환경창 16건 수립</td><td>○ (2차년) 준설주기분석(별권 pp.8)<br>
– 준설관련모형 자료 수집 및 유사특성관련 문헌조사<br><br>
○ (3차년) 하천준설 최적화 모형 구축 및 시범적용(별권 pp.8)<br>
– 낙동강 유역을 대상으로 한 DREDGE 모형 적용<br>
– 하천준설 최적화 모형 구축(RID-2M) 및 하천 준설 시기 산정방법 개발<br><br>
○ (4차년) 준설주기분석(별권 pp.8-9)<br>
– Test-bed 구간 내 수립된 다기능보 수문거동 시나</td></tr>
</table>

리오를 기반으로 1차원 장기하상변동(10년) 모의




<하상변동 모의결과>

○ (4차년) 한국형 환경창 개발(별권 pp.8-9)

- Test-bed의 친수시설, 어류, 조류 등을 대상으로 준설시기를 결정할 수 있는 환경창 개발

| KEWs factors | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fish | 0.283 | 0.283 | 0.283 | 0.025 | 0.025 | 0.194 | 0.090 | 0.090 | 0.090 | 0.090 | 0.283 | 0.283 |
| Bird | 0.012 | 0.032 | 0.237 | 0.237 | 0.237 | 0.237 | 0.237 | 0.237 | 0.237 | 0.177 | 0.048 | 0.031 |
| RFUF | 0.294 | 0.292 | 0.253 | 0.133 | 0.002 | 0.057 | 0.114 | 0.152 | 0.192 | 0.231 | 0.266 | 0.295 |
| Work Windows | 0.589 | 0.608 | 0.773 | 0.395 | 0.264 | 0.488 | 0.441 | 0.479 | 0.519 | 0.498 | 0.598 | 0.610 |

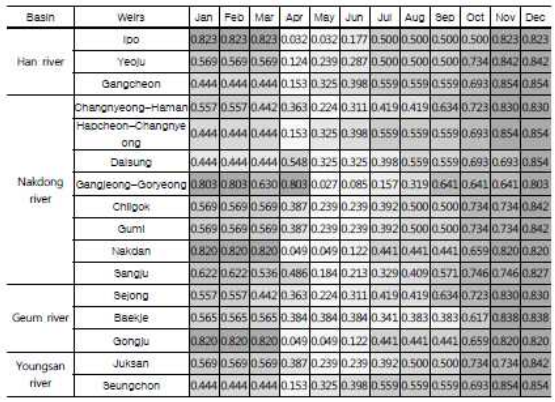
<엔트로피 가중치를 이용한 통합 환경창>

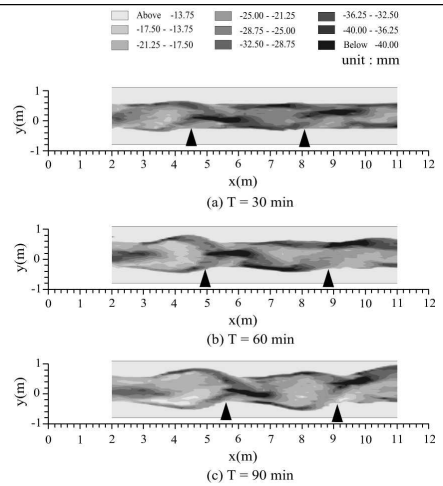
○ (5차년) 준설 경제성 분석(별권 pp.9-10)

- 유역유사 제어 및 배사 효율을 고려한 준설 경제성 분석 절차수립을 통한 대상지 분석과 최적 시나리오 결정

- 낙동강 Test-bed의 구간을 대상으로 준설최적화 모형 RIDOM(River Dredging Optimal Management Model) 적용을 통한 경제성 분석

○ (6차년) 국내 다기능보에 대한 환경창 수립(16건) (별권 pp.11-13)

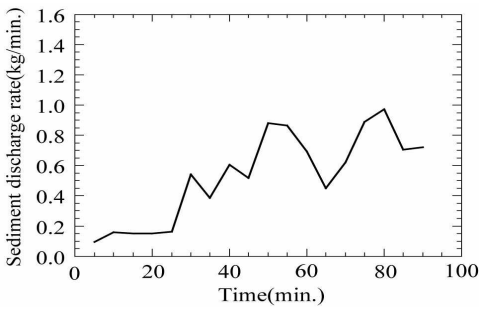
| | | |
|---|---|---|
| | |  <br><br><국내 16개 다기능보 환경창> |
| 사주발생제어 및 저수로 안정화 기술개발 (1-2)<br>*6차년도: (1-1-1) | ○ 사주의 거동과 저수로의 변화 분석 | ○ 망상하천의 형태 및 사주의 변화<br>- 망상하천의 하도에 대한 형상 변화는 우선 직선하도에서 하안침식이 발생하고, 하폭 대 수심의 비가 증가하면서 복렬사주 발달<br>- 사주가 하류로 이동하면서 성장하고, 사주의 주변에서 흐름이 분리되어 하안 침식을 가속<br>- 시간이 증가하면서, 사주는 하류로 이동하고 사주의 면적은 증가하며 하폭이 넓어짐<br>- 사주의 후미에서는 흐름이 집중되고 하상이 깊게 세굴되면서 scour hole이 발생함<br>- 통수 후 30분에 유입구로부터 2.2m 지점과 6m 지점에서 중앙 사주(central bar)가 나타나며, 흐름이 분열됨. 중앙 사주의 파장은 약 4m 정도 이며, 시간이 증가하면서 하류로 이동함<br>- 하도에서 흐름이 분열되는 것은 망상하천을 형성하는데 중요하며, 사주에서 유선(streamline)이 분열되어 만들어짐<br>- 흐름의 분리는 사주의 상류에서 유입되는 흐름의 Froude 수와 하폭 대 수심에 의하여 흐름이 분리되고, 중앙 사주(central bars)가 형성됨<br>- 사주의 상류에서 흐름이 분리되는 것은 무차원 소류력(dimensionless tractive force) 혹은 Shield 응력에 의하여 흐름의 Froude 수와 하폭 대 수심의 비가 증가하면서 흐름의 불안정성(instability)에 의한 것임 |




<시간의 증가에 대한 하도의 변화 과정>

○ 유사의 유출특성

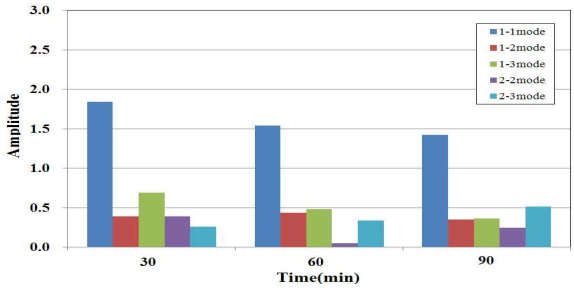
- 통수 후 30분까지는 유사의 유출량이 거의 일정하게 증가하였으나, 그 후에는 강한 변동을 보이면서 유사가 유출됨
- 30분 이후에 유사의 유출량이 강한 변동을 보이는 것은 사주의 증가에 의하여 하안이 침식되고, 저수로의 수가 증가하거나 하폭이 증가하면서 유사가 이동되지 않는 수심이 얕은 구간이 증가하면서 유사의 유출이 증가하거나 감소하기 때문임




<시간에 따른 유사의 유출량>

○ 사주의 지배적인 성분 분석

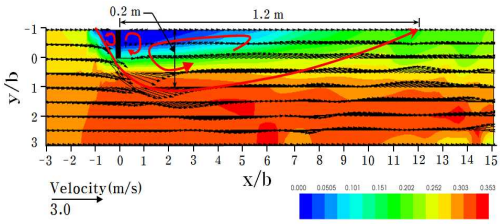
- 초기에는 1-1 mode인 교호사주가 지배적이지만, 시간이 증가함에 따라, 교호사주인 1-1 mode는 감소하고, 한 단면에서 3개의 사주가 형성되는 2-3 mode가 지배적인 것으로 나타남.
- 한 단면에서 3개의 모드가 나타나는 것은 하상에서 변화를 일으키는데 중요한 역할을 함
- 직선하도에서 사주의 수가 증가하는 것은 교호사주의 강한 비선형으로 상호작용하기 때문임.




<2중 Fourier 해석에 의한 지배적인 성분(장창래, 2012)>

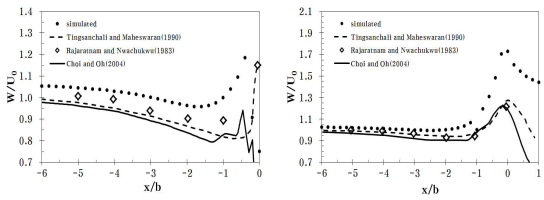
○ 2차원 수치모의모형 검증 수행 : Michiue and Hinokidani(1992), Papanicolaou et al.(2011)의 연구결과와의 비교를 통한 모형검증 (별권pp. 15)

- Michiue and Hinokidani(1992)연구와의 비교결과

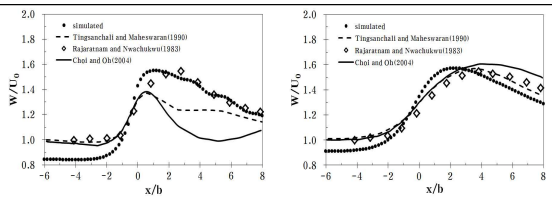



<수제주변에서 유속과 흐름장>

- 흐름은 수제 끝부분에서 분리하여 하류지점에서 재결합하여 재순환 영역이 형성됨
- 수제의 전부에서 흐름이 분리되어 2차류가 형성됨
- 무차원 길이(y/b)이가 3인 지점에서 최대 무차원 유속이 발생함




(a) y/b=1.0 (b) y/b=1.5

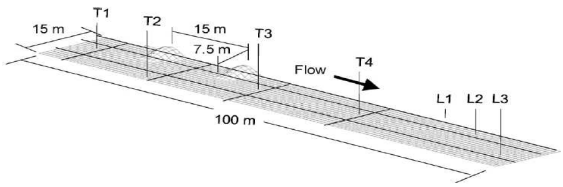



(c) y/b=2.0 (d) y/b=3.0

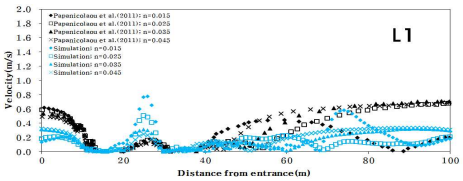
<무차원 유속의 변화>

- 재결합길이 및 재순환 영역의 최대 폭은 각각 수제의 12.0배, 2배의 길이로 나타났으며, Rajaratnam and Nwachukwu(1983)과 Tinfsanchali and Maheswaran(1990)의 실험 및 수치모의 결과와 일치

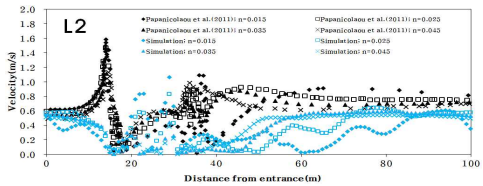
- Papanicolaou et al.(2011) 연구 결과와의 비교



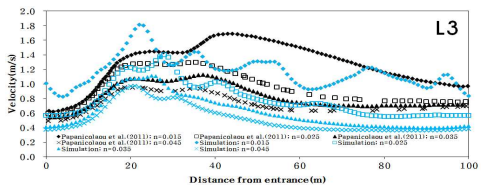

<Papanicolaou et al.,(2011)의 실험수로>




(a) L1



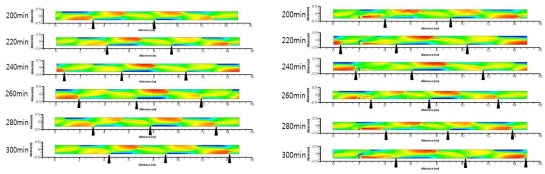
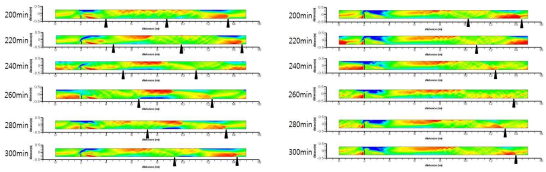

(b) L2

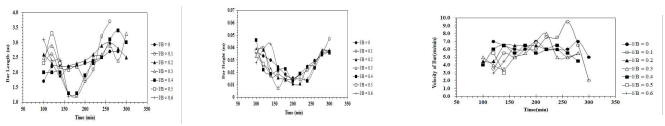



(c) L3

<각 지점별 유속의 변화 비교>

- 수로 좌안에서 0.15, 3.75, 11.75 m (L1, L2,

| | | |
|---|---|---|
| | | L3)의 거리에 종방향 유속분포를 분석한 결과 기존 연구와 모의결과가 잘 일치함<br>- 본 수치모형은 L2 지점에서 수제의 선단부에서 다른 실험 연구과 비교하여 유속이 크게 나타남. 이러한 이유는 수치모형은 수심적분 2차원 모형이며 3차원 효과를 나타내는 한계가 있기 때문으로 판단됨.<br><br>○ 수제길이에 따른 하도 내 하상변동 수치모의(수제길이 대 하폭비($l/B$)=0.1~0.6) (별권 pp.16)<br><br>  <br>(a) Run-1($l/B$=0) Run-3($l/B$=0.2)<br>  <br>(c) Run-5($l/B$=0.4) (d) Run-6($l/B$=0.6)<br><수제에 의한 사주의 변화에 대한 수치모의 결과><br><br>- 수제가 없는 상태(a)에서 하안에 수충부를 형성하며 교호사주가 발달하고, 일정한 속도와 형상을 유지하며 하류로 이동<br>- $l/B$=0.2인 조건(b)에서 사주의 이동과 형상이 거의 변화 없이 일정하고 하류로 이동하나, 사주가 수제의 전부에 만날 때, 세굴이 형성<br>- 무차원 수제의 길이($l/B$)이가 0.4인 조건에서 수제의 전면에 깊은 세굴이 형성되고, 유향이 수로의 좌안으로 편향되면서 수충부가 형성됨<br>- 무차원 수제의 길이($l/B$)이가 0.6인 조건에서 사주의 파장은 증가하지만, 고정사주의 특성을 보여줌 |

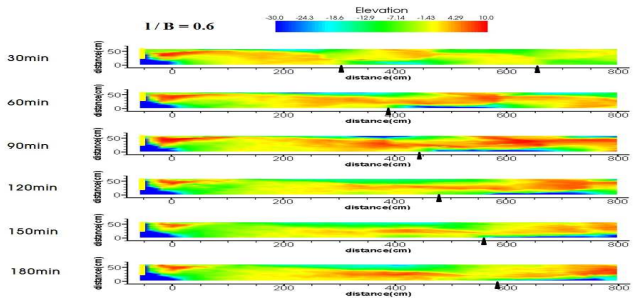


(a)사주의 파장 (b)사주의 파고 (c)사주의 이동속도

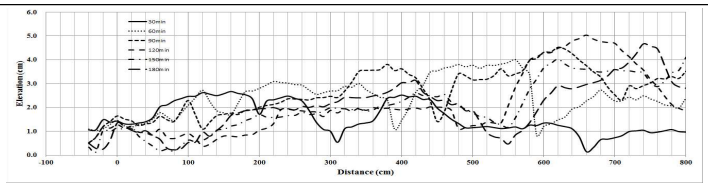
<사주의 특성 변화>

- 무차원 수제의 길이가 증가함에 따라, 사주의 파장이 증가함
- 사주의 파고는 수제가 없는 조건과 수제가 있는 조건에서 비슷하게 감소와 증가를 하지만 수제가 없는 조건보다 $l/B$=0.1 일 경우 평균 0.002$m$ 낮게 나타났음
- $l/B$=0.2 일 경우 평균 0.002m, $l/B$=0.3 일 경우 0.005m, $l/B$=0.4 일 경우 평균 0.003m 낮게 나타남
- 사주의 이동속도는 수제가 없는 조건에서 보다 수제가 있을 때 초기에는 감소하는 것으로 나타남
- 무차원 수제가의 비가 0.6 일 경우 수제 상류에서 생성되는 사주가 사라지게 되어 하류로 이동을 하지 않고, 수제에 의하여 발생하는 흐름의 교란 때문에 수제 직하류에서도 사주가 발생하지 않으나, 수제의 영향이 감소되는 지점에서 교호사주가 형성되며, 사주의 파장은 길어지지만, 사주의 이동은 정지됨

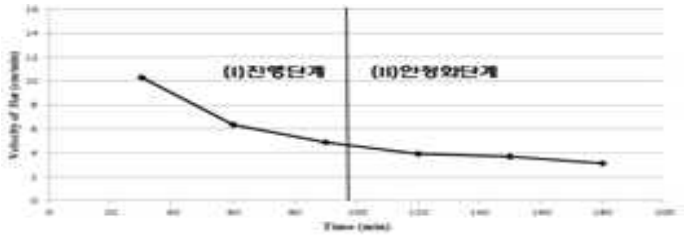
○ 단일 수제조건에서 교호사주의 거동분석($l/B$=0.6) (별권 pp.17)




<수제에 의한 사주의 변화에 대한 수치모의 결과>



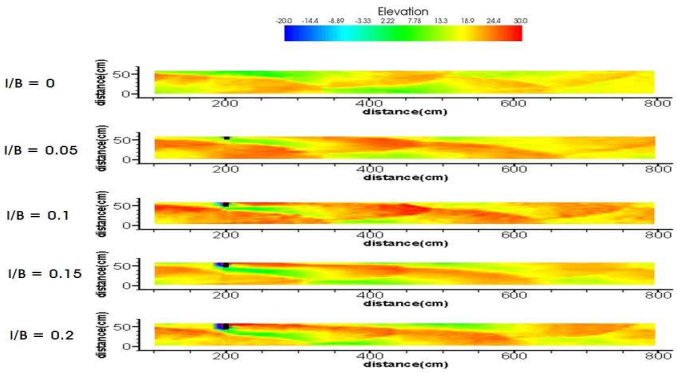

<단일수제조건에서 횡단면 상대하상고의 시간적 변화>




<단일수제조건에서 이동속도의 변화>

- 단일수제($l/B$=0.6)를 설치한 조건에서의 교호사주의 거동은 시간경과에 따라 파장은 90 min까지는 길어지다가 이후부터는 짧아지는 경향을 보이고 150 min이후 정지상태로 하상변화 발생
- 파고의 경우 시간경과에 따라 초기 파고에 비해 점차 발달되며 하류부로 갈수록 그 차가 커짐
- 단일수제($l/B$=0.6) 설치조건에서의 파속은 앞서 파장변화와 동일하게 90 min 까지는 급격하게 감소하며 이후부터는 완만하게 감소하는 경향을 보임

○ 수제길이 대 하폭비의 변화에 따른 사주의 거동($l/B$=0.05 ~ 0.2) (별권 pp.18)

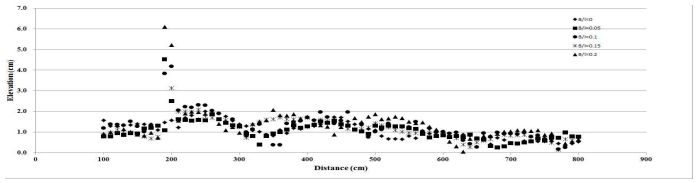



<무차원 수제의 길이 변화에 따른 사주의 변화(run time = 30 min)>

- Kuroki and Kishi(1984)의 교호사주와 복렬사주 영역구분내 교호사주 발생 흐름조건에서 하도내에

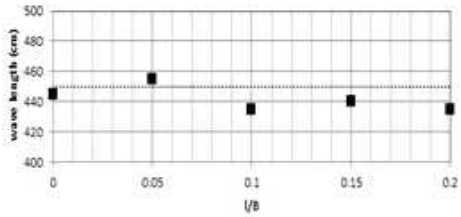
교호사주가 발생하며 일정 수제길이까지 하류부 교호사주가 우세한 경향이 나타남

- 실험초기에는 교호사주의 형태로 발달하다가 30 min이후부터는 교호사주는 점차 사라지며 복렬사주와 no-bar형태로 변화((시간적 변화에 따른 보완 실험 계획)



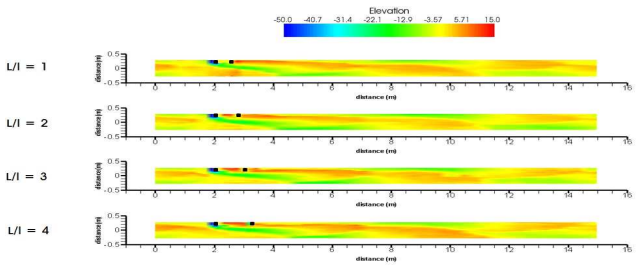

<무차원 수제의 길이별 횡단면 상대하상고의 변화>

- 파고의 경우 수제 설치 유무에 상관없이 하류부로 갈수록 파고가 점차 낮아지는 경향을 보임
- 수제설치 이후 수제 전면에서 세굴이 형성되며 $l/B$ =0.2에서 최대세굴 발생

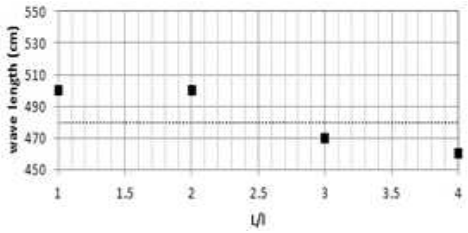


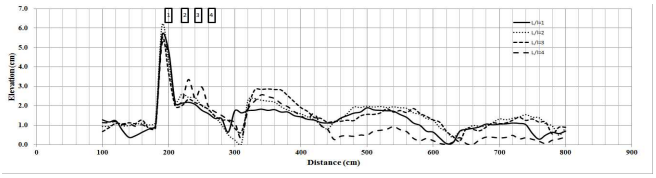

- 파장의 경우 수제설치 전/후의 파장변화는 보이지 않으나, 이는 단기 변동이므로 시간에 따른 사주 변화에 대한 보완 연구 필요

○ 수제배치간격의 변화에 따른 사주의 거동($L/l$=1~4)




<무차원 수제의 간격에 따른 사주의 변화 (run time=30min)>

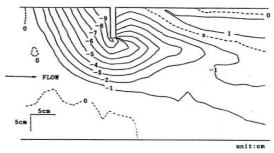


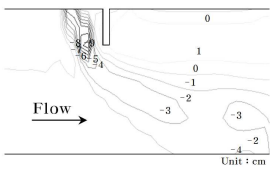

<무차원 수제의 간격에 따른 하류부 파고의 변화>

- 수제간격이 4배 이상 이격될 경우 2열에 배치된 수제로 인해 2열수제 전면부에 국부세굴이 발생하며 하류부 하상에도 파고가 낮아지는 경향을 보임
- 사주의 파고는 하류부로 갈수록 점차 낮아지는 형태가 나타나며 일정시간 경과이후 사주의 형태가 사라짐(시간적 변화에 따른 보완실험 계획)

○ 수제의 설치 간격에 의한 하도변화 : Michiue and Hinkidani(1992), Nagata et al.(2005)의 연구결과와 비교를 통한 모형 검증 (별권 pp.18)
- 하상은 동적평형상태에 도달하며, 최대 세굴심의 발달 양상은 실험결과와 거의 일치
-




(a) 실내실험 결과 (Michiue and Hinokidani, 1992)

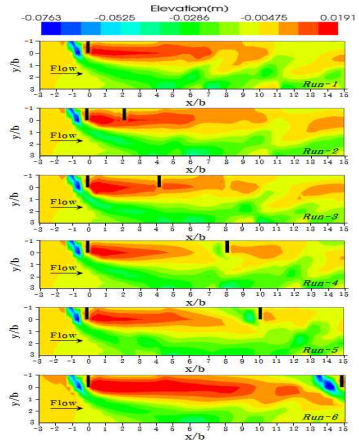



(b) 수치모의 결과

<수제주변에서 하상고의 변화 비교>

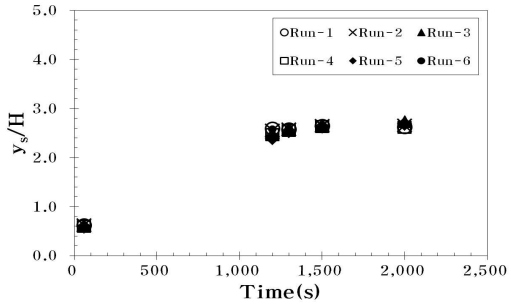
○ 수제의 간격 및 배치에 의한 하도의 평면변화(별권 pp.18-19)
- 수제가 설치되는 지점에서부터 하류로 갈수록 하상고가 상승
- 수제의 길이가 길수록 수제에 가까운 곳에 하상고

가 상승하는 것을 알 수 있음

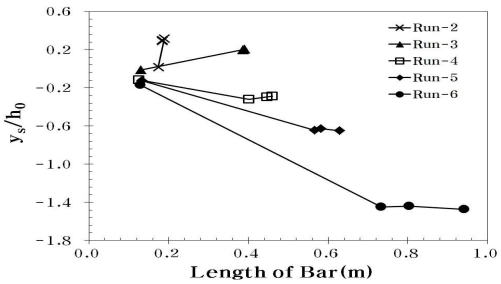
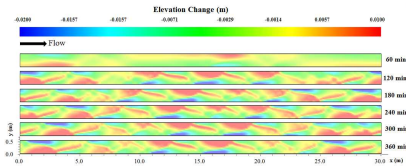
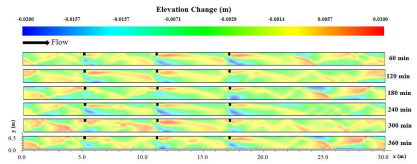
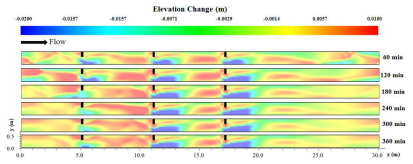



<t = 2,000s>

- 수제에 의한 하상 세굴은 하상과 하안의 안정성에 큰 영향을 미치므로 이를 예측하는 것은 중요
- 수제 설계요소에 따른 하상변동 특성을 분석하기 위하여 단일수제와 연속수제 간격조건 변화에 따른 최대세굴심($y_s$)과 수심($H$)의 비인 무차원 세굴심($y_s/H$) 분석 필요
- 동적평형상태(t = 1,500초)에 도달 했을 때, $y_s/H$는 2.63~2.64이고, $F_r$는 0.36~0.37로 $y_s/H$는 거의 비슷하게 나타남.
- t = 2,000초 일 때는 $y_s/H$가 2.62~2.65로 동적평형상태에 도달한 이후 $y_s/H$의 변화가 거의 없음. $F_r$는 0.37로 시간이 지날수록 $L/b$에 따른 변화가 없는 것으로 나타남
- $L/b$이 작을수록 $y_s/H$와 $F_r$는 증가하며, 시간이 증가할수록 $y_s/H$는 점차 증가하며, 동적평형상태를 유지하면서 $F_r$는 0.36~0.37을 유지함.

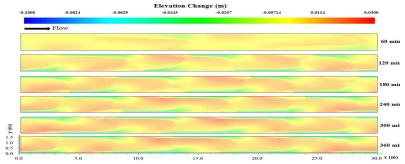



<시간의 변화에 따른 $y_s/H$ 의 관계>

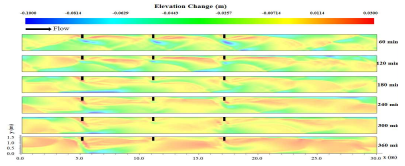
| | | |
|---|---|---|
| | | – 최상류단 수제에서 발달된 사주와 무차원 평균세굴심($y_s/h_0$)의 변화를 분석한 결과 무차원 수제간격($L/b$)이 4 이하인 경우에 최상류단 수제의 영향과 하류단 수제의 간섭을 받아 하류에서 하상이 상승<br>– 무차원 수제 간격이 10 이상인 경우에는 수제의 독립성이 강하게 나타나며, 단독수제와 같은 특성을 보임<br>– 따라서, 무차원 수제간격이 4 ~ 10인 경우에는 군수제의 역할이 감소<br>  <br><br><사주의 길이에 대한 $y_s/h_0$ 의 변화> |
| ○ 구조적 대책에 따른 사주의 제어와 저수로 안정화 특성 분석) | |  <br><br><교호사주의 변화(run time = 360 min)><br>  <br><br><수제에 의한 교호사주의 변화(L/B=0.2)><br>  <br><br><수제에 의한 교호사주의 변화 (L/B=0.4)><br>– 교호사주가 발생할 조건에서 수치모의 결과, 사주가 발생하며 하류로 잘 이동하고 있음<br>– 수제의 길이 비(L/B=0.2)인 경우에 흐름이 우안으 |

로 집중되며, 수제 하류에서 깊은 세굴심이 발생함
- 수제와 수제 사이에 2파장의 사주가 형성됨
- 수제의 길이 비(L/B=0.4)인 경우에 흐름이 우안으로 집중되고, 수제 하류에서 깊은 세굴심이 발생하며, 세굴영역에 하류로 넓게 전파됨
- 수제와 수제 사이에 1파장의 사주가 형성됨
- 수제의 길이가 증가함에 따라, 수제의 주변에서 난류의 강도인 와도(vorticity)가 증가함

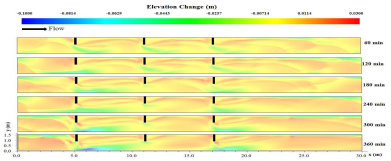
○ 직렬로 설치된 수제에 의한 교호사주와 복렬사주의 거동(별권 p.19)




<교호사주와 복렬사주의 변화(run time = 360 min)>

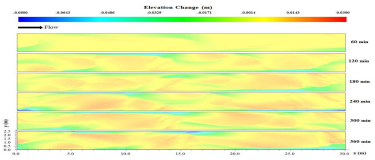
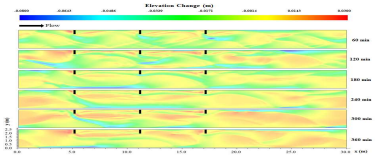
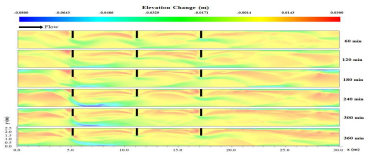


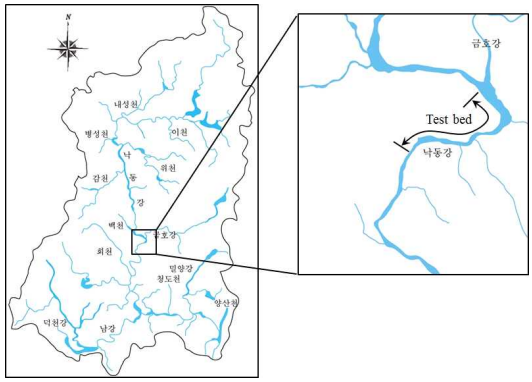
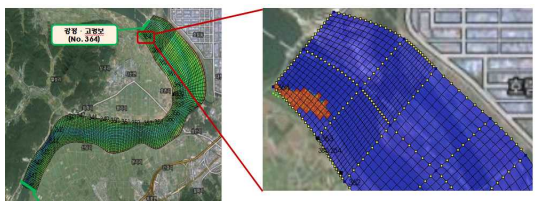

<수제에 의한 교호사주와 복렬사주의 변화 (L/B=0.2)>




<수제에 의한 교호사주와 복렬사주의 변화 (L/B=0.4)>

- 수치모의 결과, 교호사주와 복렬사주가 혼재하여 발생하며, 사주가 발생하며 하류로 잘 이동하고 있음
- 수제의 길이 비(L/B=0.2)인 경우에 흐름이 우안으로 집중되며, 수제 하류에서 깊은 세굴심이 발생함
- 수제의 길이 비(L/B=0.4)인 경우에 흐름이 우안으로 집중되고, 수제 하류에서 깊은 세굴심이 발생하며, 세굴영역에 하류로 넓게 전파됨
- 수제와 수제 사이에 퇴적이 발생하며 사주의 형상이 없어짐
- 수제가 없는 구간에서 수충부가 형성되는 측벽에서 와도가 증가함

| | | |
|---|---|---|
| | | – 수제의 길이가 증가함에 따라, 수제의 주변에서 난류의 강도인 와도(vorticity)가 크게 증가함<br><br>○ 직렬로 설치된 수제에 의한 복렬사주의 거동(별권 pp.19–20)<br><br>  <br><복렬사주의 변화(run time = 360 min)><br><br>  <br><수제에 의한 복렬사주의 변화 (L/B=0.2)><br><br>  <br><수제에 의한 복렬사주의 변화 (L/B=0.4)><br><br>– 수치모의 결과, 복렬사주가 발생하며, 사주가 발생하며 하류로 잘 이동하고 있음<br>– 수제의 길이 비(L/B=0.2)인 경우에 흐름이 우안으로 집중되며, 수제 하류에서 깊은 세굴심이 발생함<br>– 수제와 수제 사이에 1파장의 복렬사주가 형성됨<br>– 수제의 길이 비(L/B=0.4)인 경우에 흐름이 우안으로 집중되고, 수제 하류에서 깊은 세굴심이 발생하며, 세굴영역에 하류로 넓게 전파됨<br>– 수제와 수제 사이에 퇴적이 발생하며 사주의 형상이 교란되어 좌안에서 발달한 교호사주의 특성을 가짐<br>– 수제가 없는 구간에서 수충부가 형성되는 측벽과 흐름이 집중되는 하도의 중앙에서 와도가 큼<br>– 수제의 길이가 증가함에 따라, 수제 주변에서 난류의 강도인 와도(vorticity)가 크게 증가함 |
| | ○ Test Bed 구간에서 저수로 안정화를 | ○ Test Bed 구간 (달성보 ~ 강정보)에서 수제 설치 전후의 흐름분석 수행(별권 pp.20–21) |

| | | |
|---|---|---|
| | 위한 구조적 대책 적용에 대한 실증 평가 | – 테스트베드 범위인 낙동강 본류의 달성보 ~ 강정보 구간에 대한 수제 설치 전·후의 흐름특성 및 하상고의 변화량 분석<br>  <br><br>  <br><br><연구대상구역><br>– 연구대상구간 : 강정고령보 ~ 달성보<br>– 유로연장 : 23.36 km<br>– 하상경사 : 0.00045(완경사)<br>– 하상토 입경 : 5.875 ㎜<br>– 강정고령보 직하류에 2열 수제 설치<br>– 수리학적 조건<br>강우빈도 \| 2년 \| 10년 \| 20년 \| 30년 \| 50년 \| 80년 \| 100년 \| 200년<br>유량 ($m^3/s$) \| 4,588 \| 8,187.1 \| 10,203.9 \| 11,358.6 \| 12,272.8 \| 13,435 \| 14,039.2 \| 16,065<br>– 조도계수 : 0.023<br>– 수치모형 : Nays2D<br>– 계산격자 : 183 x 21<br>  <br><br>– 수치모의 결과 분석 |

1) 흐름 특성

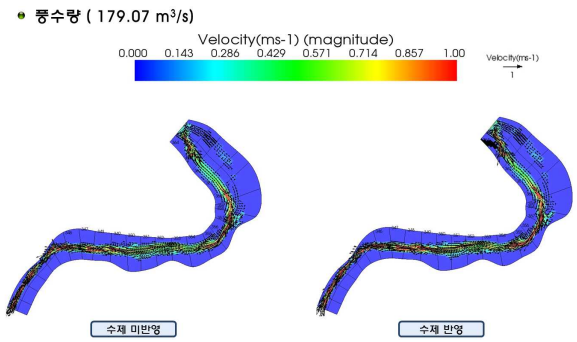
· 강정고령보 직하류에서 흐름은 우안으로 편향 되며, 수충부가 형성됨

· 중류 만곡부에서 외측으로 흐름이 집중되며, 유속이 증가함

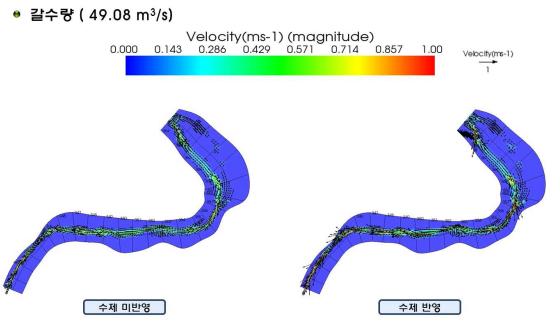
· 하류 만곡부 우안에서 흐름이 집중괴고 유속이 증가함

· 수제를 고려하여 수치모의 결과, 강정고령보 직하류에서 흐름 방향은 좌안으로 바뀌며, 흐름이 집중됨. 그러나 하류에서는 수제설제 전과 후 결과가 거의 일치함

· 갈수량을 적용한 결과, 풍수량을 적용한 결과에 비하여 유속은 감소하지만 수제에 의한 흐름의 변화는 상대적으로 큼.




<풍수량에 대한 수제 반영 및 미반영 결과(유속)>

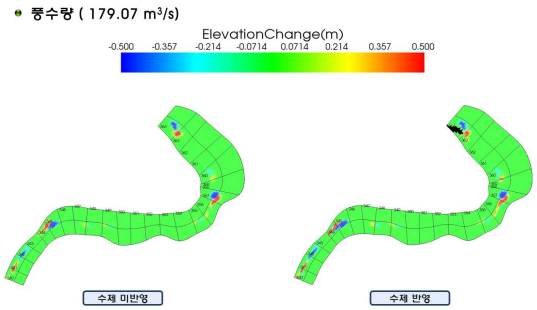
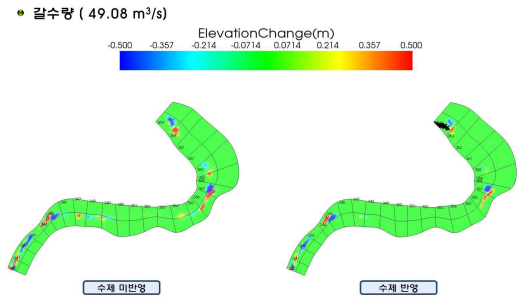



<갈수량에 대한 수제 반영 및 미반영 결과(유속)>

2) 하상변동 특성

· 강정고령보 직하류에서 흐름이 집중되어 하상이 세굴 및 퇴적이 번갈이 가며 발생함

· 중류 및 하류 만곡부에서 외측으로 흐름이 집중되어 하상이 세굴되며, 만곡부 내측에서는 유사가 퇴적되어 하상고가 상승함

| | | |
|---|---|---|
| | | · 수제를 고려하여 수치모의 한 결과, 흐름이 수제가 설치되지 않은 곳에서 흐름이 집중되어 하상에 세굴되어 하상고가 저하됨<br>· 유량이 감소함에 따라 전체적으로 하상이 저하되거나 유사가 퇴적되어 상승하는 경향은 일치하지만. 하상변동량은 감소함<br>  <br><br><풍수량에 대한 수제 반영 및 미반영 결과(하상변동)><br>  <br><br><갈수량에 대한 수제 반영 및 미반영 결과(하상변동)> |
| | ○ Test Bed 구간에서 저수로 안정성 평가 | ○ 홍수량의 변화에 대한 하도의 안정성 및수제를 적용하여 하도의 개선효과 평가(별권 p.21-23)<br>- 하천준설 및 정비로 인하여 하상이 저하되고 하천지형이 변화<br>- 새로 조성된 하천환경에 적응하기 위하여 사주가 발생하고, 이동하며, 수충부가 형성되고, 하안침식이 발생하는 등 저수로 불안정성이 증가<br>- 하도 불안정성을 제어하고 안정적인 하도 유지를 위하여 다양한 구조적 비구조적 기법이 개발되어 적용되고 있음<br>- 2차원 수치모형인 Nays2D모형을 Test bed 구간에 적용하여 홍수량의 변화에 대한 하도의 안정성을 평가하고, 수제를 적용하여 하도의 개선효과 평가함<br><br>○ 위험성평가를 위한 평가표 |

– 수리 특성 변화에 따른 저수로 안정성을 정량적으로 평가할 수 있는 지표를 개발
– 평가 항목 : 하폭 대 수심의 비, 사행도, 하상경사, 하안 부근에서 유속, 무차원 한계소류력(Shield Number), 소류력(tractive force) 등 6가지 항목으로 구성

<등급별 평가 점수 및 내용>

| 등급 | 평가 점수 | 내 용 |
|---|---|---|
| 1 | 6~10 | · 하상변동이 미미하며 하안이 안정되어 저수로가 안정된 구간 |
| 2 | 11~15 | · 하상변동은 발생하지만 하안이 안정되고, 저수로 변화가 경미한 구간 |
| 3 | 16~20 | · 하상변동 및 하안침식이 발생하고, 저수로 변화가 발생하며, 호안보호가 필요한 구간 |
| 4 | 21~25 | · 하상변동 및 하안침식이 발생하고, 호안보호 및 저수로 안정화 대책이 장기적으로 필요한 구간 |
| 5 | 26~30 | · 하상변동 및 하안침식이 크게 발생하고, 호안보호 및 저수로 안정화 대책이 긴급하게 필요한 구간 |

○ 저수로 안정성 평가 기준
– 수치모의 된 결과에 대하여, 개발된 「저수로 안정성 평가 기준」를 적용하여 하도 구간별 저수로 안정성 평가를 수행
– 현장 조사 결과 비교 검토하여 위험도 구간을 설정
– 위험도를 1 ~ 5 등급으로 구분하고 1등급 이상인 경우, 저수로 안정화 대책이 시급한 구간으로 지정하고 관리하며 저수로 안정화를 위한 비구적인 대책과 병행함
– 평가등급 이외에도 현장조사를 통해 분석된 내용을 반영할 수 있음

<저수로 안정성 평가 기준>

| 평가 항목 | 평가 내용 | 평가 등급 | 평가기준 |
|---|---|---|---|
| 하도 형상 | 하폭 대 수심비 | 1 | No Bar |
| | | 3 | Alternate Bar |
| | | 5 | Braided Bar |
| | 사행도 | 1 | 사수부 |
| | | 3 | 직선부 |
| | | 5 | 수충부 |
| | 하상 경사 | 1 | 1/3,000 이하 |
| | | 2 | 1/3,000 ~ 1/2,000 |
| | | 3 | 1/2,000 ~ 1/1,000 |
| | | 4 | 1/1,000 ~ 1/200 |
| | | 5 | 1/200 이상 |
| 수리 특성 | 유속 (m/s) | 1 | 0.5 m/s 이하 |
| | | 2 | 0.5 ~ 1.0 m/s |
| | | 3 | 1.0 ~ 2.0 m/s |
| | | 4 | 2.0 ~ 3.0 m/s |
| | | 5 | 3.0 m/s 이상 |
| 하도 변화 | 소류력 ($t/m^2$) | 1 | 1/500 이하 |
| | | 2 | 1/500 ~ 1/300 |
| | | 3 | 1/200 ~ 1/300 |
| | | 4 | 1/150 ~ 1/200 |
| | | 5 | 1/150 이상 |
| | 무차원 한계 소류력 | 1 | $\tau_* < 0.05$ |
| | | 2 | $0.05 \leq \tau_* < 1$ |
| | | 3 | $1 \leq \tau_* < 2$ |
| | | 4 | $2 \leq \tau_* < 4$ |
| | | 5 | $4 \leq \tau_*$ |

<등급별 색상표시 (예)>

| 위험 등급 | 표시형식 | 색상표 Red | Green | Blue |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 | 112 | 192 |
| 2 | 2 | 0 | 102 | 0 |
| 3 | 3 | 51 | 204 | 51 |
| 4 | 4 | 204 | 153 | 0 |
| 5 | 5 | 153 | 51 | 0 |

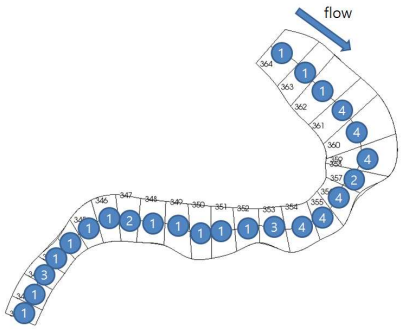
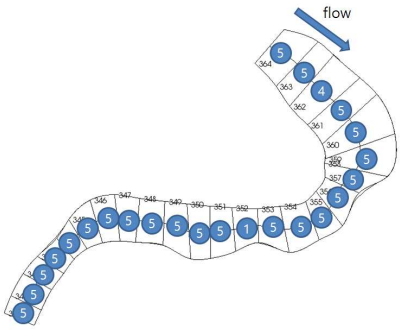
○ Test Bed 구간에 적용

- 수리학적 조건

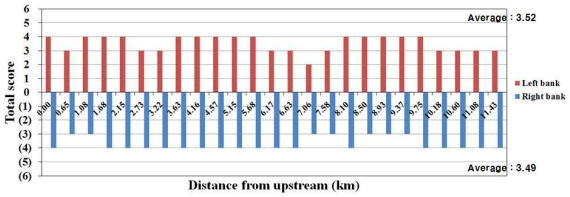
| 강우빈도 | 2년 | 10년 | 20년 | 30년 | 50년 | 80년 | 100년 | 200년 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 유량 ($m^3/s$) | 4,588 | 8,187.1 | 10,203.9 | 11,358.6 | 12,272.8 | 13,435 | 14,039.2 | 16,065 |

- 수제 조건

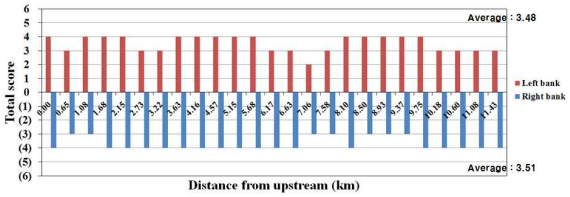
| Case | 수제의 수 |
|---|---|
| Run-1 | 0 |
| Run-2 | 2 |
| Run-3 | 4 |
| Run-4 | 6 |

| | | |
|---|---|---|
| | | – 수치모의 시간 : 12 시간<br><br>○ 수치모의 시나리오는 200년 빈도 유량이 흘렀을 때, 수제조건에 따른 흐름 특성 분석 (별권 p.23–24)<br>– 하폭대 수심비, 하도 경사, 사행도의 평가점수에 대하여, 저수로를 좌안과 우안으로 나누어 평가<br>– 유속의 경우 수제의 개수가 늘어날수록 수제가 설치된 우안에서 점수가 높지만, 좌안에서 평가점수는 낮음<br>– 소류력의 경우 수제의 개수가 늘어날수록 수제가 설치된 우안에서 점수는 높지만, 좌안에서 평가점수는 낮음<br>– 각 요소별 평가점수를 고려하여 저수로의 안정성 평가 종합점수를 산출한 결과, 수제의 개수가 늘어날수록 수제가 설치된 우안에서의 평가점수는 높으나, 좌안에서 평가점수는 낮음<br><br>  <br><br><하폭 대 수심비에 대한 평가 점수(200년 빈도 유량)><br>  <br><br><사행도에 대한 평가 점수(200년 빈도 유량)><br><br>표 4. 수제 개수변화에 따른 각 요소에 대한 평가점수 |

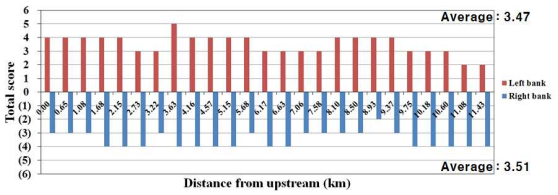
| 수제개수 | 하폭대 수심비 | 사행도 | 하상경사 | 유속 | | 소류력 | | 무차원 한계소류력 | | 종합점수 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Left bank | Right bank | Left bank | Right bank | Left bank | Right bank | Left bank | Right bank |
| 0 | 4.79 | 4.08 | 2 | 3.08 | 3.30 | 2.74 | 2.90 | 3.68 | 3.97 | 3.52 | 3.49 |
| 2 | 4.79 | 4.08 | 2 | 3.05 | 3.32 | 2.73 | 2.92 | 3.66 | 3.95 | 3.48 | 3.51 |
| 4 | 4.79 | 4.08 | 2 | 3.03 | 3.34 | 2.71 | 2.93 | 3.67 | 3.96 | 3.47 | 3.51 |
| 6 | 4.79 | 4.08 | 2 | 3.01 | 3.35 | 2.67 | 2.94 | 3.67 | 3.95 | 3.48 | 3.52 |



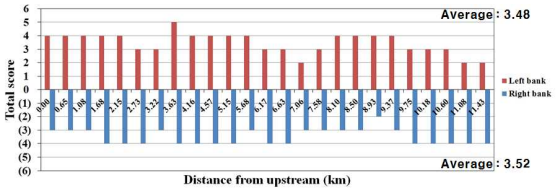

(a) Run-1




(b) Run-2



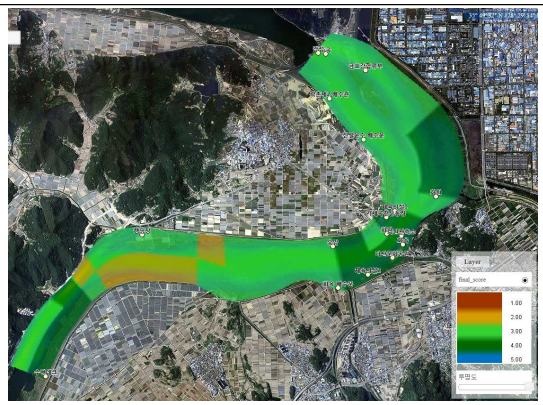
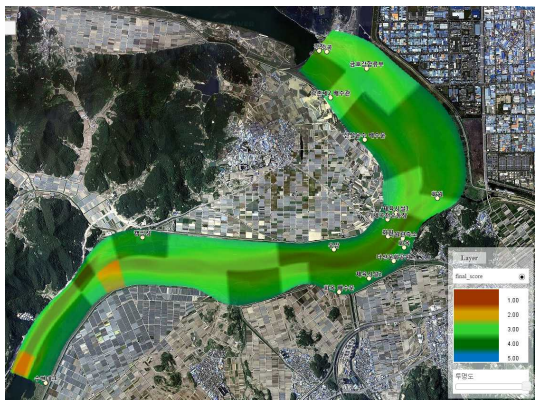
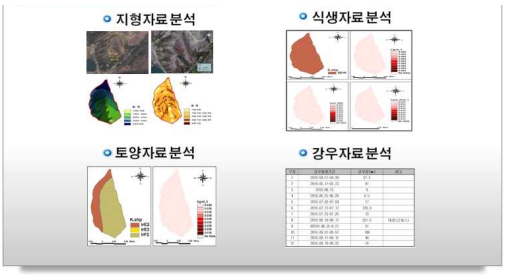

(c) Run-3

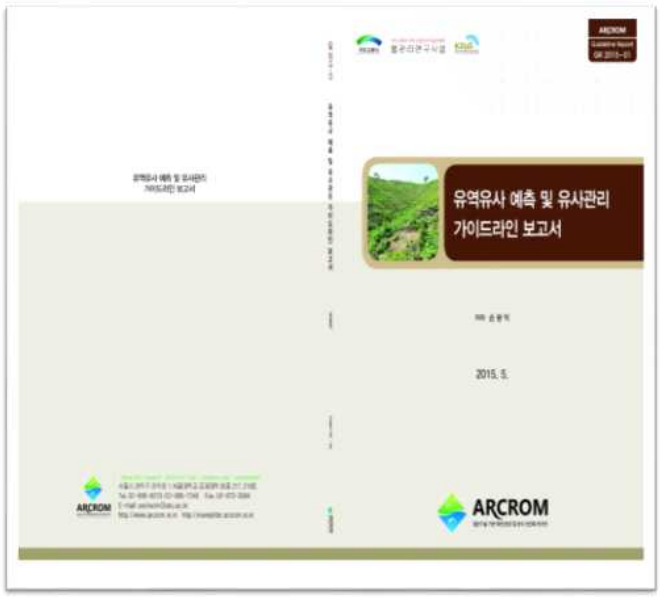
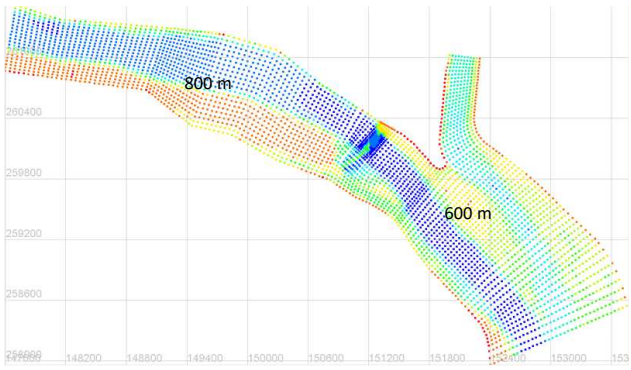



(d) Run-4

<수제설치에 대한 저수로 안정화 평가 점수(200년 빈도 유량)>

- 수제설치가 많을수록, 강정고령보 직하류 우안에서 안정성은 증가하지만, 수제가 설치되지 않은 좌안에서 흐름이 집중되어 안정성은 낮아짐
- 수제설치가 많을수록 하도가 안정화 됨
- 하천진단시스템에 적용하여 시스템에 나타낸 결과, 유량이 작을수록 위험구간은 적고 유량이 증가할수록 위험 구간이 증가함

| | | |
|---|---|---|
| | |  <br><하천진단 시스템에 적용한 저수로 안정화 (2년빈도 유량)><br><br>  <br><하천진단 시스템에 적용한 저수로 안정화 (200년빈도 유량)> |
| 하도 안정화를 위한 유역침식 제어기술 개발 (1-3) | ○ 유역유사예측 및 유사관리 가이드라인 | ○ (2차년) 유역침식 제어기법 문헌조사(별권 pp.25; GR 2015-01)<br>- 제어기법별 효율성 검토 및 토사유출 저감 모의기법 조사<br>- 유역침식 적용사례 조사를 통한 적용 저감대책별 효율성 검토<br><br>○ (3차년) 제어기법 별 지배인자 검토 및 평가기법 개발(별권 pp.25; GR 2015-01)<br>- 토양침식의 정량적인 산정을 위한 기법 개발<br>- 시험유역 선정 및 기초자료 수집<br><br>  |

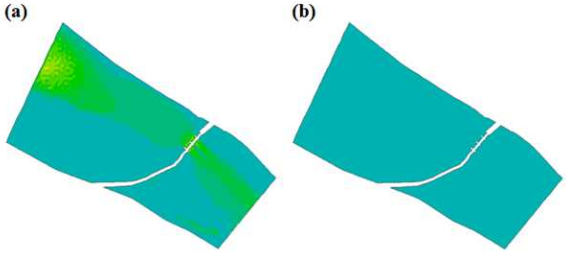
| | | |
|---|---|---|
| | | <시험유역 선정><br><br>○ (4차년) 유역유사 예측 및 유사관리 가이드라인 보고서 작성(별권 pp.25-26; GR 2015-01)<br>- 유역침식제어 방안의 시법 적용 및 검증<br>- 선정된 시험유역에 대해 초생대 적용을 통한 유사 발생 저감효율 검토<br><br>  <br><br><유역유사 예측 및 유사관리 가이드라인> |
| 다기능보 배사효율 극대화 및 하류세굴방지 방안 제시 (1-4)<br>*6차년도: (1-1-2) | ○ 홍수기에 강정고령보에서 발생할 수 있는 수리 구조물 하류의 세굴 양상 예측 및 위험성 평가<br><br>○ 모의 결과를 기반으로 강정 고령보 상하류 부근의 관리 수위 및 보 운영 관리 방안 제시 | ○ 실제 수문, 유량 자료를 기반으로 TELEMAC 2D를 활용하여 강정고령보 상하류부에서의 세굴 양상 파악 (최종보고서 별권 pp. 27~28)<br><br>○ 다양한 유량 및 수문 조건에 따른 세굴 양상 모의 (최종보고서 별권 pp. 29~31)<br><br>  <br><br><수치모의 지역 (강정고령보 상,하류)> |

| 조건 | Case 1 | Case 2 | Case 3 | Case 4 |
|---|---|---|---|---|
| 상류 유입조건 | 평수기 관리수위 | 평균 홍수발생시 (2년주기) | 평균 홍수발생시 (2년주기) | 10년 주기 홍수 발생 |
| 하류 수위조건 | 평수기 관리수위 | 평수기 관리수위 | 평수기 관리수위 | 평수기 관리수위 |
| 보 운영조건 | 수문 개방 | 수문 폐쇄 | 수문 개방 | 수문 폐쇄 |

<모의 시나리오>

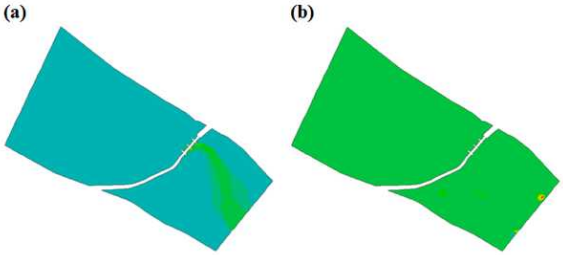
**Case 1 : 평수량 / 수문 개방**

(a) (b)



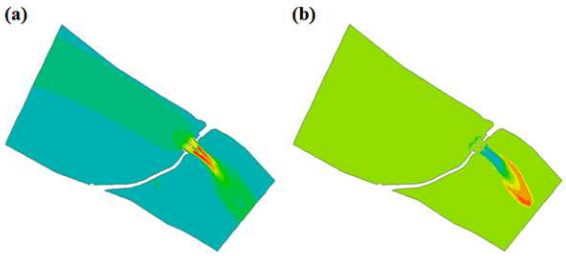
**Case 2 : 2년주기 홍수량 / 수문 폐쇄**

(a) (b)



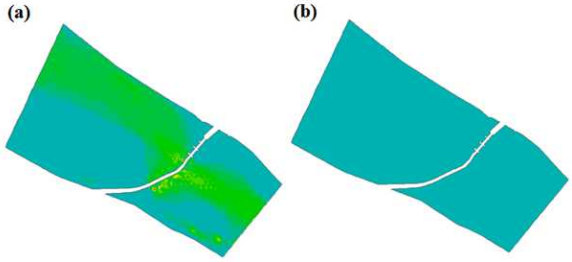
**Case 3 : 2년주기 홍수량 / 수문 개방**

(a) (b)

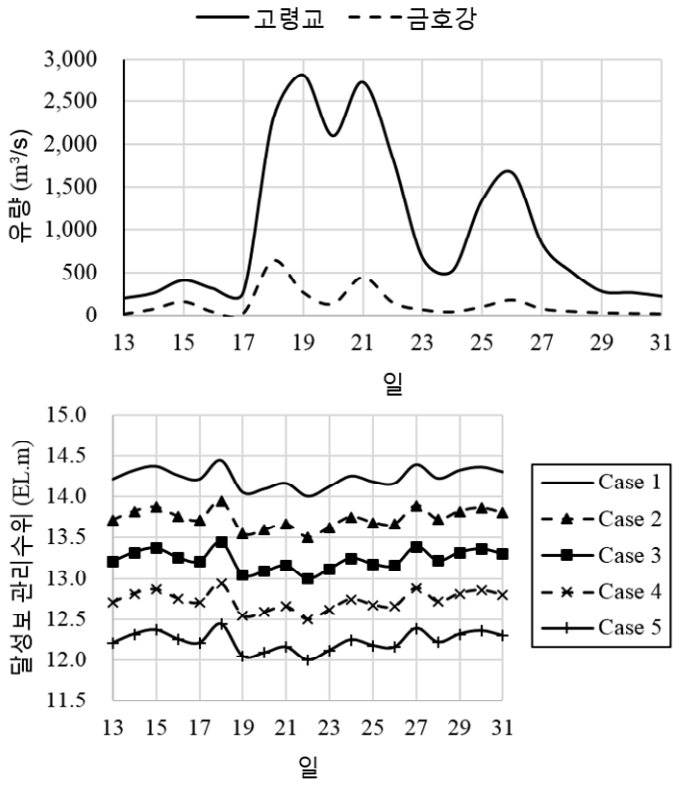


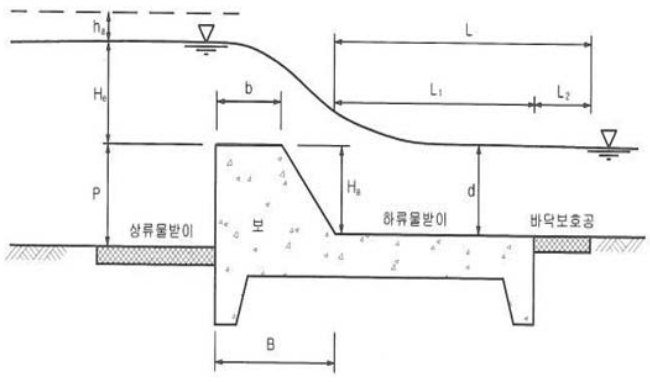
**Case 4 : 10년주기 홍수량 / 수문 폐쇄**

(a) (b)



<모의 시나리오에 따른 유량 및 하상변동량>

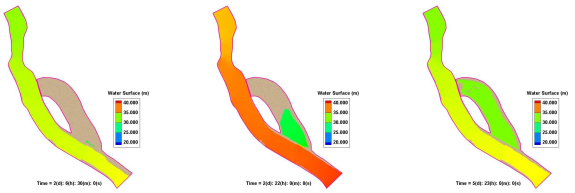
<table>
<tr><td></td><td></td><td> 

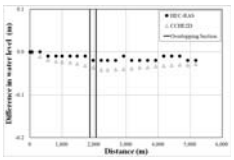
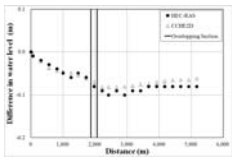
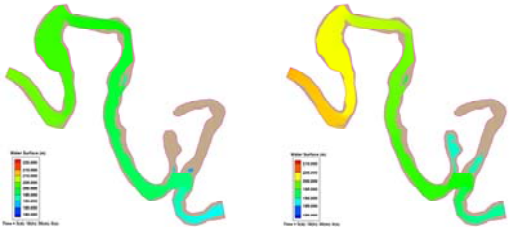
<상류 측 유량에 따른 관리수위></td></tr>
<tr><td></td><td>○ 모의 시나리오 결과를 기반으로 5차년도에 제안했던 적절한 물받이공 및 바닥보호공 길이 산정 제안</td><td>○ 현장의 수리학적 특성을 반영한 물받이공 및 바닥보호공 길이 산정 공식 제안 (최종보고서 별권 pp. 32~36)<br> 

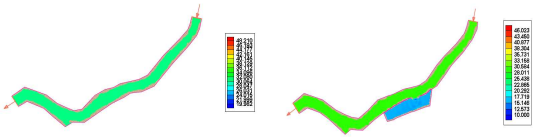
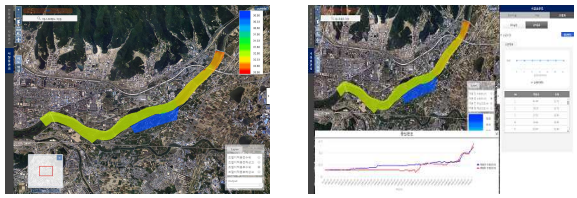
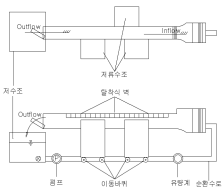
<하상 보호공 개요도></td></tr>
</table>

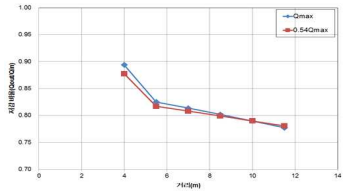
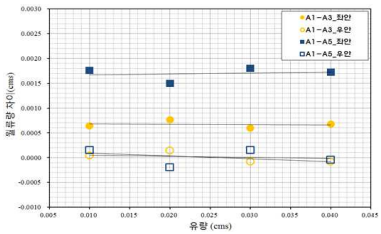
| | | |
|---|---|---|
| | | 산정 방법 / 공식<br>1. Bligh 식: $L_1 = 0.6C\sqrt{H}$ 여기서 $C$는 Bligh 계수 (하상토 상태에 따라 결정, 표2 참조) H는 다음중 가장 큰 값으로 한다. 1) 물받이상판에서 보마루까지의 높이 (m) 2) 보상류부 최고수위 - 보하류부 최고 수위 (m) 3) 보상류부 최저수위 - 보하류부 최저 수위 (m)<br>2. 건설시험소 공식: $L_1 = 4.05 \cdot H^{0.316} q^{0.514} D_{50}^{-0.329}$ 여기서 $q$는 계획홍수량에 해당하는 단위폭당유량 ($m^2/s$), $D_{50}$는 중앙입경 (mm)<br>3. FAO 공식: $L_1 = 1.25\sqrt{H_0 \times (H_s + 0.45H_0)} + 4 \times h_2$ 여기서 $H_0$는 설계홍수유하시 보상류부 수두 (m), $H_s$는 물받이 상판에서 보마루까지의 높이 (m), $h_2$는 보 직하류 수심의 공액수심 (m)<br><물받이공 길이 산정 공식><br>산정 방법 / 공식<br>1. 블라이싱: $L_2 = 0.66\,C \cdot f \cdot (H_s \cdot q)^{1/2} - L_1$ 여기서 $L_2$은 하류측 물받이 길이 (m), $f$는 안전율, $C$는 블라이 계수, $q$는 단위 폭당유량 ($m^2/s$)<br>2.CIRIA 공식: $L_2 = n_s \cdot y_{max}$ 여기서 $n_s$는 cotα, α(°)는 하상붕괴 후 각도(하상재료의 수중안식각), $y_{max}$는 최대 세굴심 (m)이며 이는 아래의 식을 통해 산정 $\frac{y_{max}}{h_0} = \frac{\alpha U_0 - U_c}{U_c}$ 여기서 $U_c$는 초기 유사 이송 임계 속도를 의미하고, α는 난류 계수로 다음과 같이 제안 $\alpha = 1 + 3r_0$ $r_0 = \frac{\sqrt{k_s}}{U_0}$ $U_c = 2.5\sqrt{\Psi_c(G-1)gd_{50}}\,ln(12h_0/k_s)$ 이때 $\Psi_c$는 Shields parameter, $G$는 유사의 상대 무게, $g$는 중력가속도, $k_s$는 Nikuradse의 표면거칠기를 의미 $r_0$는 상대적 난류 강도로서 수심 평균한 난류의 크기 값으로 산정이 가능, $U_0$는 수심 평균 속도, $k_0$는 수심<br><바닥보호공 길이 산정 공식> |
| 하천시설관리 최적화 기술개발 (1-5) | ○ 친수시설 안정성 평가 기술 개발 | ○ HDM-2D 모형의 고도화를 위한 마름/젖음 알고리즘 개선 및 준정류 흐름해석 모형 개발(별권 pp. 37-39)<br>- 저수로 및 홍수터를 포함한 수리학적 영향 분석을 위해 국내에서 기 개발된 HDM-2D 모형의 마름/젖음 알고리즘 개선 및 효과적인 흐름해석을 위한 준정류 흐름해석 기법 도입<br>- 기 연구된 다양한 수리실험 결과 비교를 통한 모형의 적용성 분석 및 검증<br>- 테스트베드에서의 통합 빈도별 홍수시나리오 및 태풍사상에서의 적용을 통해 친수시설 안정성 평가 |

| | | |
|---|---|---|
| | | 지수 산정을 위한 수리적 인자 도출<br><br>○ 친수시설 안정성 평가 지수 개발(별권 pp. 39-41)<br>- 국내·외 홍수위험도 평가기술을 자연하천에 적용하여 기 연구된 제내지 홍수위험도 평가기술 도입에 대한 한계점 분석 실시<br>- Einstein-Krone 공식을 통해 침식 및 퇴적을 고려한 한국형 친수시설 안정성 평가 지수 개발 및 검증<br>- 개발 지수의 표준화 및 등급화하고 통합 빈도별 홍수시나리오에 따른 테스트베드 내에서의 침식 및 퇴적 발생 예측구간에 대한 상대적 공간분포 DB 구축<br><br>○ 친수시설 유지관리 가이드라인 기술보고서 작성(기술보고서 GR 2016-01) |
| | ○ 어도 이용효율 평가 기술 개발 | ○ 어도의 유인 및 이동효율 분석(별권 pp. 41-46)<br>- 낙동강 다기능보에 설치된 어도 실태 조사 및 어도 내·외부에서의 수리적 특성 분석<br>- 저수기 시 및 유인수로 개방 여부에 따른 어도의 유인효율 분석<br>- 유량 조건에 따른 인공형 어도 내 이동효율 분석<br>- 테스트베드에서의 어도모니터링 자료를 활용하여 대표어종을 선정하고 이를 고려한 실제 보 운영조건에 따른 어도 이용효율 평가 지수 산정 및 DB 구축<br><br>○ 가이드라인 기술보고서 및 하천설계기준(어도편) 개정(기술보고서 GR 2016-02)<br>- 대하천 다기능보에 어도 설치 기술보고서 작성<br>- 하천설계기준(어도편) 개정안 상정 |
| | ○ 유속측정용 GPS 전자부자 개발 | ○ 유속측정용 GPS 전자부자 개발(별권 pp. 46-49)<br>- 복단면 실험 수로에서의 바람 영향에 따른 문제점 개선을 위한 검증 실험<br>- GPS 부자용 하천시설 수리해석 프로그램 등록<br>- 테스트베드 구간 어도 내·외부에서의 GPS 전자부자 현장 적용<br>- 바람 저항 개선 및 평균유속 측정을 위한 연직 다지점 GPS 전자부자 개발 및 특허출원<br>- 안동 하천실험센터 및 자연하천에서의 검증 실험 |

| | | |
|---|---|---|
| 하도안정화를 고려한 홍수량 조절시설 최적 설계 기술 개발(1-6) | ○ 국내 홍수량 조절시설 현황 및 국내외 관련 문헌 조사 | ○ 4대강살리기사업 신규 도입 홍수량 조절시설 조사(기술보고서 GR 2017-02)<br>- 한강 수계 : 여주, 영월저류지<br>- 영산강 수계 : 나주저류지 / 담양, 화순 홍수조절지<br><br>○ 홍수량 조절시설 관련 연구동향 조사(기술보고서 GR 2017-02)<br>- 홍수량 조절시설에 의한 홍수위 저감 효과 분석(한건연 등, 2005)<br>- 홍수량 조절시설 최적 위치 선정을 위한 결정모형 개발(안태진 등, 2007)<br>- 저류시스템의 효과 분석 및 평가(윤광석 등, 2007)<br>- 이상기후에 대비한 시설기준 강화 연구(국토교통부, 2010)<br>- 차세대 홍수방어기술 개발(국토교통부, 2011) 등 |
| | ○ 여주, 나주, 영월저류지의 홍수 조절 능력에 대한 2차원 흐름 해석 모형(CCHE2D) 적용을 통한 수위 예측 방안 검토 | ○ 여주저류지 홍수 조절 능력 검토(권 pp. 50: 기술보고서 GR 2017-02)<br>- 홍수량 조절시설인 강변저류지 도입에 따른 수위 저감 효과를 검토하기 위해 지형을 구축하고 하도 중심을 따라 모니터링<br>- 모의 결과 상류로 갈수록 홍수위 저감 효과가 두드러짐<br><br>  <br><첨두홍수위 변화에 따른 하도 내 유황변화><br><br>○ 나주저류지 홍수 조절 능력 검토(별권 pp. 50: 기술보고서 GR 2017-02)<br>- 200년 빈도 수문 사상을 적용한 결과, 지점별 최대 수위에서 최대 4.2 cm의 수위 저감이 나타났으며, 평균 2.9 cm의 수위 저감 발생<br>- 500년 빈도 수문 사상을 적용한 결과, 지점별 최대 수위에서 최대 8.2 cm의 수위 저감이 나타났으며, 평균 5.9 cm의 수위 저감 발생<br>- 강변저류지의 홍수 조절 능력을 검토하는 경우, 지 |

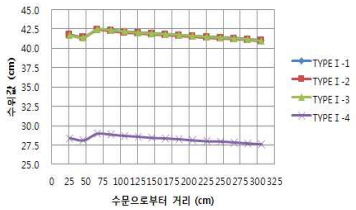
| | | |
|---|---|---|
| | | 형적 특성을 정확히 반영하는 것이 매우 중요<br>   <br><200년 빈도 모의 결과> <500년 빈도 모의 결과><br><br>○ 영월저류지 홍수 조절 능력 검토(별권 pp. 50: 기술 보고서 GR 2017-02)<br>- 빈도별 수위 변화 분석을 통해 저류지로 인한 홍수 조절 효과를 확인하였으며, 첨두홍수위가 평균 1 m 저감됨<br><br>  <br><영월저류지 수위 저감 효과 모의 결과> |
| | ○ 하천진단시스템 가상 홍수조절지 반영에 따른 홍수위 저감 효과 검토<br>○ 하천진단시스템 내 가상 홍수조절지 결과 표출 | ○ 하천진단시스템 가상 홍수조절지 반영 효과 표출방안 검토(별권 pp. 52-54)<br>- 가상 홍수조절지 유무에 따른 위험도 판단 및 지수화가 어렵다고 판단하고, 가상 홍수조절지 반영에 따른 홍수위 저감만을 표출하는 것으로 협의<br>- 1세부 T/B 구간인 금호강의 상류 지점을 가상 홍수조절지 후보지로 선정<br><br>  <br><가상 홍수조절지 구간 선정> |

<table>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>

(a) 반영 전 수위 (b) 반영 후 수위<br>
<가상 홍수조절지 반영 전후 수위 결과><br><br>
○ 하천진단시스템 내 가상 홍수조절지 반영으로 인한 하도 내 수위 변화 결과 표출(별권 pp. 52-54)<br>
- 금호강 유역 내 하류(안심보) 36,065 m에서 상류(금호잠수교) 44,135 m까지 총 8 km 구간에 가상 홍수조절지를 반영하고, 가상 홍수조절지에 의한 하도 내 수위 저감 효과를 표출<br>
- 홍수조절지 사업 계획의 사전영향 평가 및 의사결정지원에 활용 될 수 있으며, 홍수조절지 대상구간 선정 후 다양한 사업 조건에 대한 신속한 영향 평가를 통해 현장실무자의 의사결정에 활용성이 높은 정보를 제공 가능 할 것으로 판단<br><br>
 <br>
<하천진단시스템 가상 홍수조절지 반영 화면>
</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>○ 홍수량 조절시설 설계인자(위치) 변화에 따른 수위 조절 효과 분석</td>
<td>
○ 홍수량 조절시설 수리실험장치 제작<br>
- 횡월류부 위치 변화에 따른 수위 변화, 유량 분담율 등 일반적인 수리학적 거동 분석을 목적<br><br>
 <br>
<수리실험장치 상세도><br>
 <br>
<수리실험장치 전경><br><br>
○ 홍수량 조절시설 횡월류부 위치 변화에 따른 수위 조절 효과 분석(기술보고서 GR 2017-02)<br>
- 수위 측정 목표지점으로부터 횡월류부 위치가 멀어질수록 홍수량 저감 비율이 낮아짐
</td>
</tr>
</table>

| | | |
|---|---|---|
| | | – 홍수량 저감 비율이 우수한 특정 위치가 존재함을 확인하였으며, 최적 위치 선정 기초자료로 활용 가능<br>  <br><br><횡월류부 위치 변화에 따른 저감비율><br><br>◯ 횡월류부 2개소 운영 시 위치 변화에 따른 월류량 변화 분석(기술보고서 GR 2017-02)<br>– 좌우안 1개씩, 총 2개소의 횡월류부 운영<br>– 상류부에 가까울수록 가장 큰 초기 유량 분담율을 나타냄<br>– 수문 공조운영 시 변화 검토 필요<br>  <br><br><횡월류부 위치 변화에 따른 저감비율> |
| | ◯ 수문 공조운영에 따른 홍수량 조절시설 수위 조절 효과 분석 | ◯ 수직형 수문 공조운영 시 수위 조절 효과 검토(기술보고서 GR 2017-02)<br>– 실험장치 수로 내부 승강식 수문 3개소 설치<br>– 수문 운영 조건에 따른 수위 저감 효과를 분석하였으며, 일정 방류량이 초과할 경우 수위 조절 효과가 미미해짐<br>– 횡월류부 2개소 운영 시, 비대칭 운영의 경우 측면 편수위 발생으로 대칭 운영에 비해 수위가 상승하는 현상을 확인 |



<수직형 수문 공조운영 수리실험>



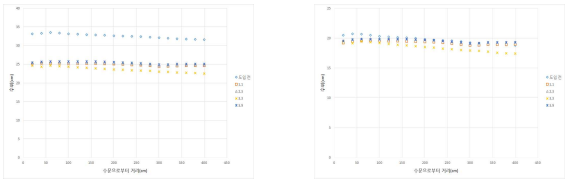

<수직형 수문 공조운영에 따른 수위 저감 효과>

○ 원호형 수문(Radial gate) 공조운영 시 수위 조절 효과 검토(기술보고서 GR 2017-02)

- 수직형 수문의 수위 조절 효과 검토 수리실험과 동일한 실험조건에서 수행
- 원호형 수문 운영 조건에 따른 수위 저감 효과 분석
- 수문 형상과 관계없이 수문 운영에 따라 발생되는 하도 폭 대비 통수단면적 비율에 따라 홍수량 조절 시설의 수위조절효과가 큰 영향을 받는 것으로 확인



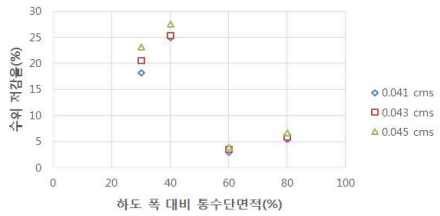
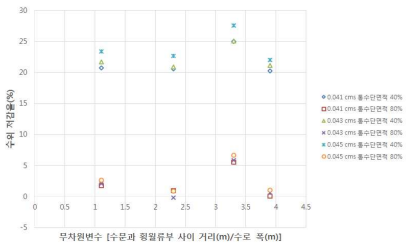
<원호형 수문 공조운영 수리실험>



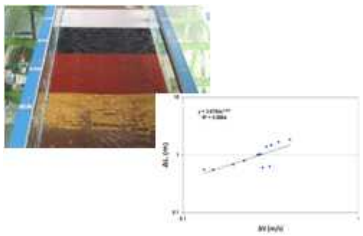
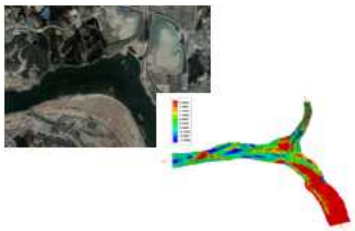
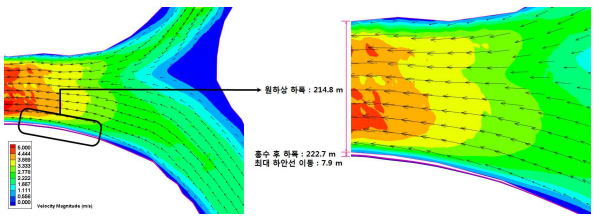
(a) 좌안 수문 개방 (b) 좌우안 수문 개방

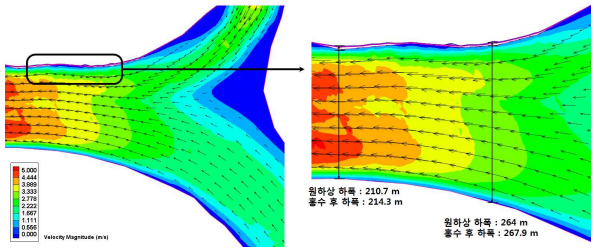
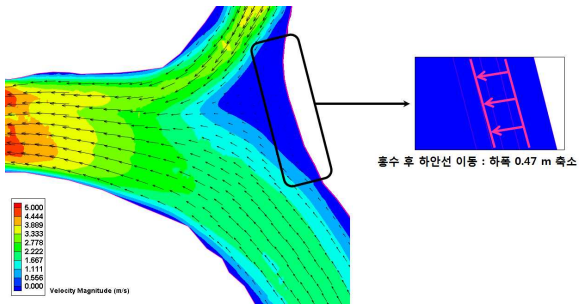
<원호형 수문 공조운영에 따른 수위 저감 효과>

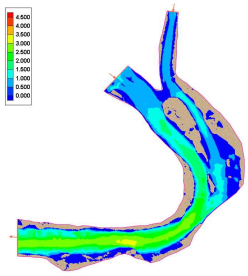
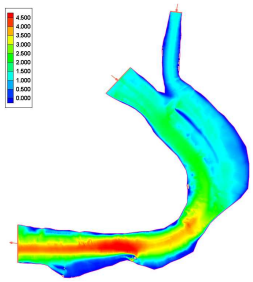
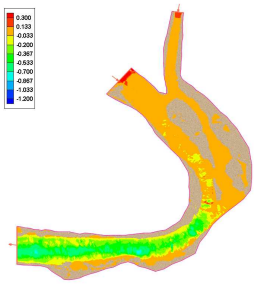
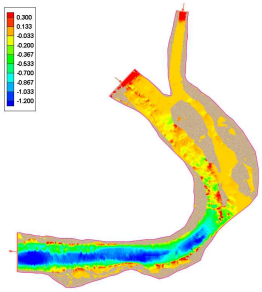
○ 홍수량 조절시설 위치 조건에 따른 수위 조절 효과

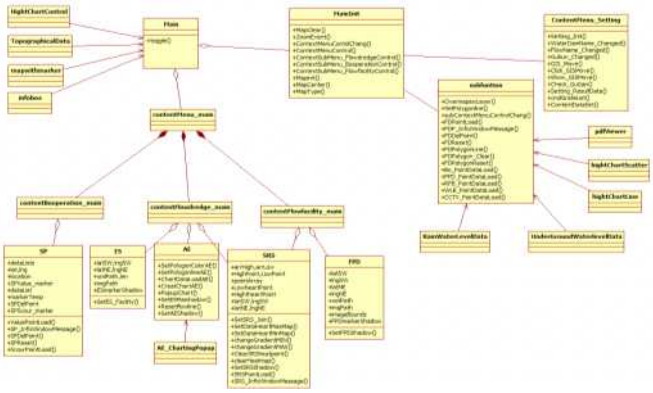
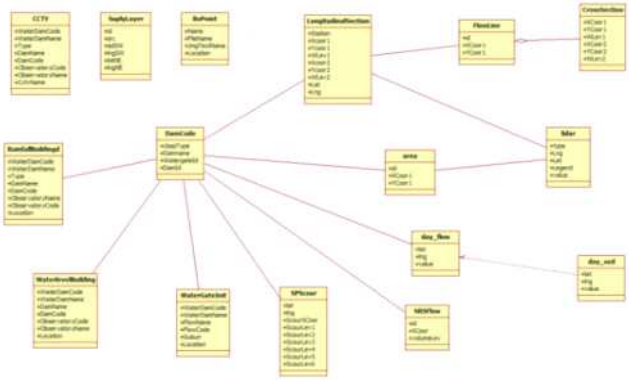
| | | |
|---|---|---|
| | | 변화 분석(기술보고서 GR 2017-02)<br>- 유입유량 조건에 따른 수위 저감 효과 비교<br>- 수직형 수문과 원호형 수문의 수위 변화 분석 결과 하도 폭의 40~60% 통수단면적 범위에서 수문에 의한 방류량의 급격한 증가로 인해 홍수량 조절시설의 유량 분담 효과가 급격하게 감소하고 수위 조절 효과가 감소됨<br>- 하도 폭 대비 통수단면적 40~60% 사이에 수문에 의한 방류 기능이 최대가 되는 홍수량 조절시설 기능의 임계점이 존재<br>  <br><br><하도 폭 대비 통수단면적 기준의 수위 조절 효과><br>- 위치 조건을 무차원화하여 회월류부 위치 변화에 따른 최적 수위 조절 효과를 분석<br>- 최적의 수위 조절 효과를 가지는 횡월류부 위치 조건이 존재<br>- 횡월류부 위치가 수문에서 가까울수록 유수의 흐름 방향과 동일한 수문 쪽으로 많은 유량이 통과되어 분담되는 저류량이 작음<br>  <br><br><횡월류부 위치 변화에 따른 수위 조절 효과> |
| | ○ 홍수량 조절시설 최적 운영 및 유지관리 가이드라인(안) 제안<br>○ 홍수량 조절시설 최적 운영 및 유지관 | ○ 홍수량 조절시설 최적 운영 및 유지관리 가이드라인(안) 제안(별권 pp. 54-55)<br>- 홍수량 조절시설 횡월류부 설계 및 수문 공조운영 시 운영방안에 대한 국내외 관련 사례와 기술적 기초 자료를 제공하기 위한 목적<br>- 1장 서론을 시작으로 2장에서 홍수량 조절시설의 |

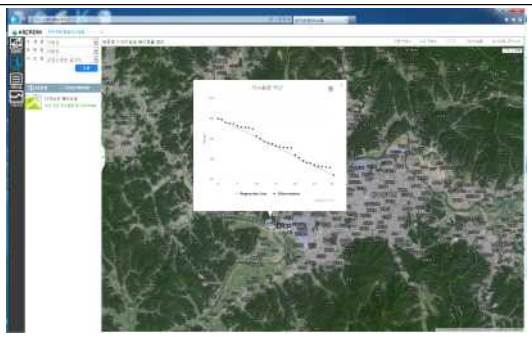
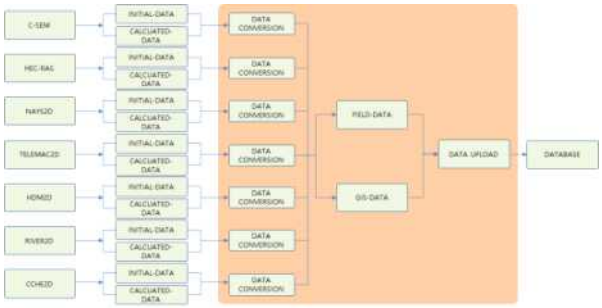
| | | |
|---|---|---|
| | | 정의 및 분류에 대해 기술<br>- 3장에서 홍수량 조절시설 관련 국내외 연구동향과 시공 및 활용 사례를 기술<br>- 4장과 5장에서 수리실험을 통해 도출된 횡월류부 운영 조건과 수문 공조운영 방안 변화에 따른 수위 조절 효과 검토를 기초로 홍수량 조절시설 최적 운영 및 유지관리 가이드라인에 대한 의견 제시 |
| | 리 가이드라인(안) 보완(국내 설계 관련 검토 내용 반영) | ○ 국내 홍수량 조절시설 운영 규정 및 설계 관련 검토 내용을 가이드라인 6장에 반영, 기술(별권 pp. 54-55)<br>- 본 연구에서 도출된 4장과 5장의 내용과 연계하여 홍수량 조절시설 사업 시행 시 의사결정에 활용 가능<br>  <br><홍수량 조절시설 운영 및 유지관리 가이드라인(안)> |
| | ○ 합류부 하상변화에 대한 연구 및 시공 사례조사 | ○ 합류부 하상변화에 대한 이론 정리 및 국내외 연구실적, 기술동향 분석완료(별권 pp. 55-56; 기술보고서 GR 2016-11)<br>- 국내외 기술동향 및 연구실적 조사<br>- 해외 기술력에 의한 국내외 시공사례 조사 |
| | ○ 합류부 하상변화 메카니즘 분석<br>- 기존 합류부 보강 구조물의 모니터링 자료 조사<br>- 분석 모형의 검토 및 수리실험의 조건 수립<br>- 수리실험을 통한 두부침식 메카니즘 분석 및 검증 | ○ 기존 합류부 보강 구조물 모니터링 자료 조사(기술보고서 GR 2016-11)<br>○ 합류부 수치 모형의 검토 및 두부침식 수리실험 조건 수립(기술보고서 GR 2016-11)<br>○ 수리실험을 통한 두부침식 메커니즘 분석 및 검증 50%(기술보고서 GR 2016-11) |
| | ○ 두부침식 위험성 및 | ○ 두부침식 이동성 분석 수리실험 수행(별권 pp. |

| | | |
|---|---|---|
| | 탄력적 대처 방안 제안<br>– 합류부 하상 변화 양상 메커니즘 규명<br>– 합류부 하상 안정화를 위한 대책 방안 검토<br>– 합류부의 하상변화 및 하도변화 수치모형 적용 및 분석 | 56-58; 기술보고서 GR 2016-11)<br>○ 유속 및 수위변화에 대한 지형변화 및 하상경사를 분석하여 두부침식의 발생 범위 분석(별권 pp. 56-58; 기술보고서 GR 2016-11)<br>  <br>○ 합류부의 하상변화 및 하도변화 수치모형 적용 및 분석(별권 pp. 59; 기술보고서 GR 2016-11)<br>○ 남한강과 금당천 합류부 지점을 대상으로 지류에서 유입되는 유량의 변화에 따른 합류부에서의 흐름특성 변화를 2차원 수치모의를 통해 분석(기술보고서 GR 2016-11)<br>  |
| | ○ 합류부 하상 안정화를 위한 구조적 대책 제시<br>– 합류부 지점을 대상으로 한 하안침식을 고려한 수치모의 분석<br>– 합류부의 지류와 주하도 구역별 하안침식 진행 범위 모의 | ○ 본류 좌안에서의 하안침식 모의 결과(CASE1)(기술보고서 GR 2016-11)<br>  <br><br><CASE 1의 유속분포와 하안침식 모의 결과><br>○ 지류의 우안과 합류 후 본류 우안에서의 모의 결과(CASE 2)(기술보고서 GR 2016-11) |

| | | |
|---|---|---|
| | |  <br><CASE 2의 유속분포와 하안침식 모의 결과><br><br>○ 합류전 본류의 우안과 지류의 좌안에서의 하안침식 모의 결과(CASE3)(기술보고서 GR 2016-11)<br><br>  <br><CASE 3의 유속분포와 하안침식 모의 결과> |
| | ○ 국내하천에 적용 가능한 합류부 하도변화 분석 및 안정화 가이드라인 개발(안) | ○ 합류부 하상 안정화 기술 매뉴얼(안) 작성(별권 pp. 61; 기술보고서 GR 2016-11)<br>- 국내 및 국외 사례를 활용한 안정화 기술 정보 수집 및 분석 수행<br>- 하천에 적용 가능한 합류부 하도변화 분석 및 안정화 가이드라인(안) 작성<br><br>○ 합류부 하상 안정화 기술 매뉴얼(안) 작성을 위한 하도 변화 분석 사례 연구(별권 pp. 59; 기술보고서 GR 2016-11)<br>- 2차원 수치모의 프로그램인 CCHE2D 모형을 활용하여 2년, 10년, 20년, 30년, 50년, 80년, 100년, 200년 빈도 별 시나리오 모의 수행(낙동강 금호강 합류부 대상) |

| | | |
|---|---|---|
| | |   <br><2년빈도 유속 모의 결과> <200년빈도 유속 모의 결과><br>   <br><2년빈도 하상변동 모의 결과> <200년빈도 하상변동 모의 결과> |
| | ○ 국내하천에 적용 가능한 합류부 하도변화 분석 및 안정화 가이드라인 완성 | ○ 합류부 하도변화 메커니즘(별권 pp. 55-56; 기술보고서 GR 2016-11)<br>- 합류부 하도 특성<br>- 하천 합류부에서의 문제점들<br>- 하상저하 및 두부침식<br>- 하안침식<br><br>○ 합류부 하도변화 분석 및 대책 관련 연구동향과 기술동향(기술보고서 GR 2016-11)<br>- 국내외 합류부 흐름 및 하도변화 분석 관련 연구동향<br>- 국외 기술동향 및 시공사례<br>- 국내 기술동향 및 시공사례<br><br>○ 두부침식 및 하도변화 분석(별권 pp. 57-58; 기술보고서 GR 2016-11)<br>- 두부침식 실험<br>- 하상변동 수치모의 분석<br><br>○ 합류부 하도 안정화 방법(별권 pp. 60; 기술보고서 GR 2016-11)<br>- 하상경사 제어 기본 형태<br>- 하상경사 제어 구조물<br>- 경사제어 구조물의 영향 |

| | | |
|---|---|---|
| | | – 하안 침식 및 퇴적 제어 |
| 신설 수공구조물을 고려한 하천운영 고도화 기술 개발 (1-7) | ○ 지형관리 시스템 및 통합 시뮬레이션 시스템 개발 | ○ 통합 의사결정 시스템 설계(별권 pp. 62)<br>– 준설하천/보 운영/하천시설<br>– 친수/치수 시설물<br>–<br>  <br><통합 의사결정시스템 데이터연계><br><br>○ 데이터 베이스 구축(별권 pp. 62)<br>– 연차 연구 결과를 기반으로 데이터베이스 구축<br>– 낙동강 수계의 하도 정보 및 단면 정보 활용<br>  <br><데이터베이스 설계><br><br>○ 통합 의사결정 시스템 기능 개발(별권 pp. 62-63)<br>  <br><합류부 하상 안정화 기술> |

<table>
<tr><td></td><td></td><td>  <br><다기능보 배사효율 및 하류 세굴 방안></td></tr>
<tr><td></td><td>하천시설물 운영을 고려한 하천진단시스템 설계 및 개발</td><td>○ 모의결과 및 지형정보 통합 DB 구축(별권 pp. 63-64)<br>- 해석모형 입출력 데이터 연계모듈 개발<br>  <br><연계모듈 구조><br>- 통합 데이터베이스 개발<br>  <br><데이터베이스 설계><br>○ 시나리오 기반 모의결과 통합 해석 및 하천진단 시스템 개발(별권 pp. 65-66)</td></tr>
</table>

– 시설물 유지관리 업무 활용방안




<하천시설 유지관리 업무>

– 하천진단(시나리오별 모의분석) 프로세스




<하천진단 프로세스>

– 하천시설물 관리대상 분석




<시설물 관리대상 분석 절차>

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | 하천시설물 운영을 고려한 하천진단시스템 고도화 | ○ 모의결과 및 지형정보 통합 DB 고도화(별권 pp. 67)<br>- 모의결과 데이터베이스 고도화<br>- 하천지형 데이터베이스 고도화<br>- 하천시설물 데이터베이스 고도화 |

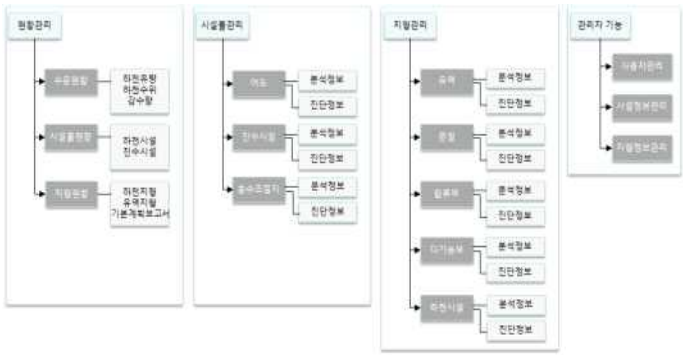
<분석모형별 비교>

| 구분 | 연구 내용 | 분석모형 | |
|---|---|---|---|
| | | 모형명 | 분석결과 |
| 충남대 | 유역침식 안정성 | C-SEM | 유역지형 변화맵, 출구유량(유사량) |
| 서울대 | 보하류 세굴 변화 | Telemac2D | 하상변동(보하류 세굴) |
| | | HEC-RAS | 하상변동(보상류 퇴적) |
| 교통대 | 저수로 하상변동 | Nays2D | 하상변동 |
| 인제대 | 홍수터 범람 | HDM2D | 수위, 유속 |
| 건기연 (합류부) | 합류부 침식 | CCHE2D | 하상변동 |
| 인제대 | 어도효율 | RIVER2D | 유속 |
| 충남대 | 준설 최적화 | HEC-RAS | 장기하상변동 |
| | | RIDOM | 준설비용 (최적화) |
| 건기연 (조절지) | 홍수조절지 효과 | CCHE2D | 수위 |

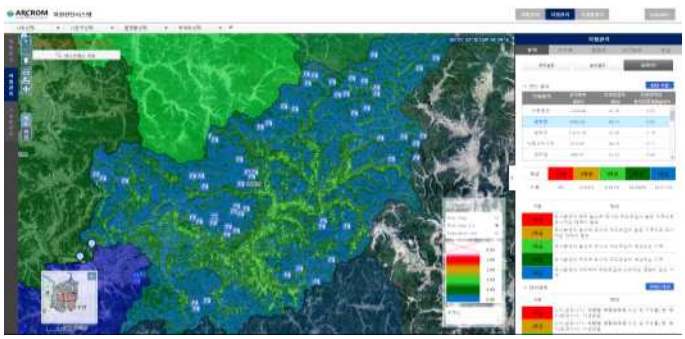
○ 시나리오 기반 모의결과 통합해석 및 하천진단시스템 고도화(별권 pp. 68-70)
- 시나리오 기반 모의결과 해석 및 진단 시스템 고도화

<참여연구기관별 진단결과>

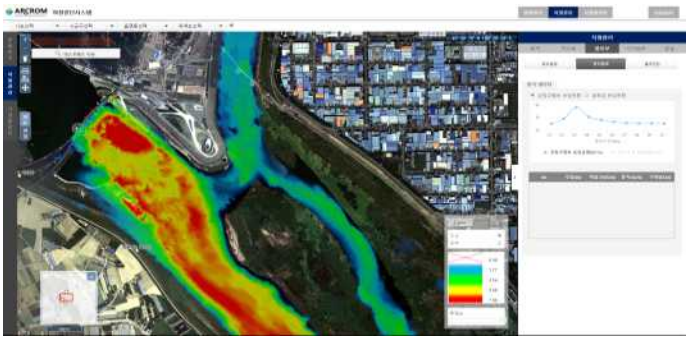
| 구분 | 진단분야 | 진단결과 |
|---|---|---|
| 충남대<br>(유역) | 지형관리 | 지류유출유량(유사량) 및<br>침식위험지도 |
| 서울대 | 지형관리 | 유량/유속에 따른 보 세굴위험도 |
| 교통대 | 하천시설<br>관리 | 하안침식 위험도 |
| 인제대 | 친수시설<br>관리 | 홍수터 유속 및 수심 등 연산<br>(친수시설 안정성지수) |
| 건기연<br>(합류부) | 지형관리 | 유속 및 지형변화에 따른 두부침식<br>위험도 |
| 인제대 | 하천시설<br>관리 | 어도효율 |
| 충남대<br>(준설) | 지형관리 | 준설지점 |
| | | 준설최적지점(비용) |
| 건기연<br>(조절지) | 홍수위<br>비교 | 홍수조절지 운영에 따른 홍수위<br>저감량 |



<기능 개선 및 고도화>



<모의 및 진단기능 개선>



<데이터 표출 개선>

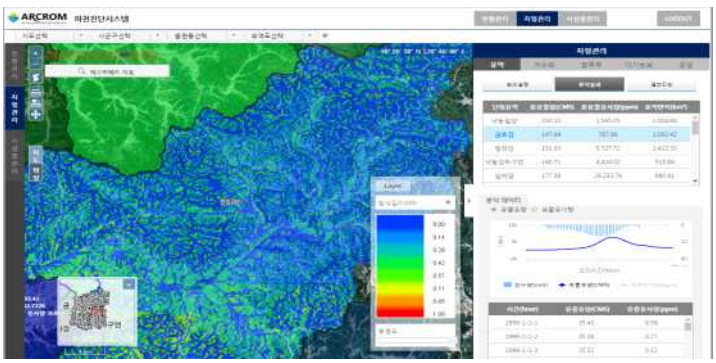
○ 진단시스템 주요 화면(별권 pp. 69)



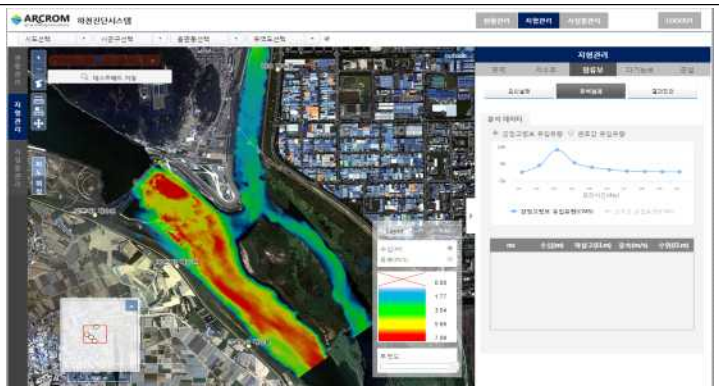
<현황관리-수문정보>



<현황관리-지형정보>



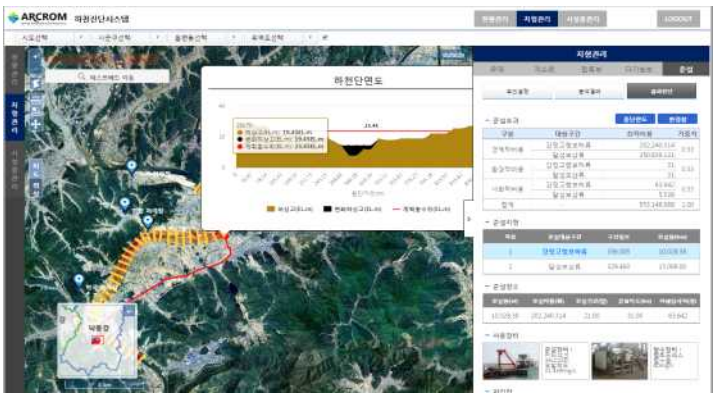
<분석결과-유역>



<분석결과-합류부>



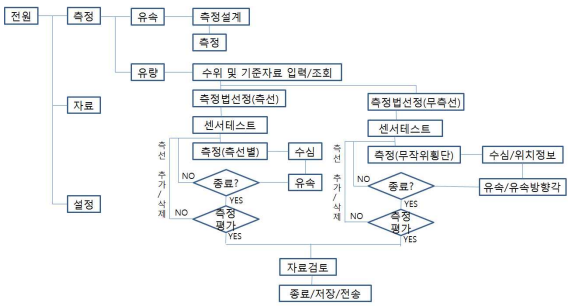
<진단결과-하천시설>

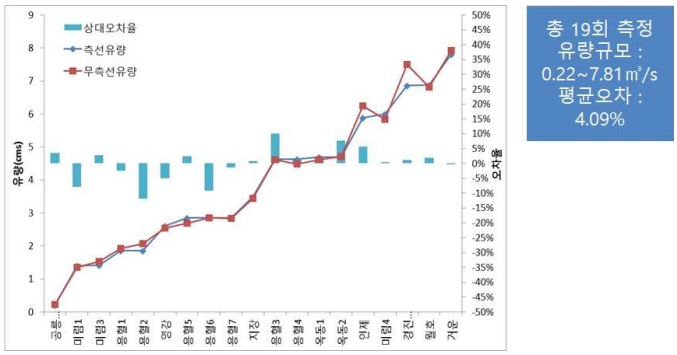


<진단결과-준설>

○ 하천진단시스템 기능테스트(별권 pp. 71-75)
-87개 항목에 대한 기능테스트 및 결과자료

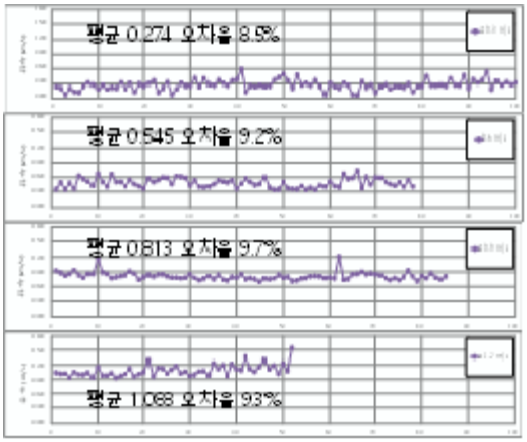
## (2) 2세부과제: 첨단기술 기반 하천계측 및 운영 기술 개발

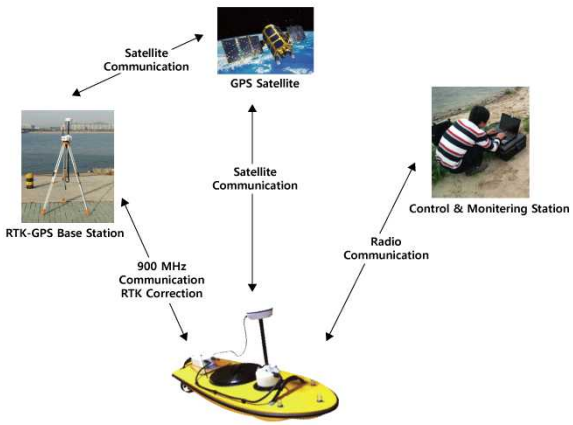
<table>
<tr><th>세부연구목표</th><th>연구 수행 내용</th><th>최종 연구 성과</th></tr>
<tr>
<td>휴대용 초음파 유속계의 사용자 인터페이스 개발 및 성능 검증 (2-1)<br>*6차년도: (5-1-3)</td>
<td>○ 휴대용 초음파 유속계에 탑재 가능한 무측선 유량계산알고리즘을 포함한 유량계산프로그램 개발<br><br>○ 모바일앱 및 PC프로그램 알고리즘 개발<br><br>○ 국산 초음파 유속계 테스트 실시</td>
<td>○ 유량측정 계산프로그램 개발(무측선 알고리즘 포함)<br>(별권: pp.81-pp.83)<br>- 기존 도섭 유량측정법과 달리 측선 설치없이 유속을 측정하여 유량계산을 할 수 있는 알고리즘<br>- 현장 측정인력 및 측정시간 효율성 확보<br>- 초음파 유속계의 GPS센서 및 컴파스 연동<br><br> 

<새로운 유량산정 알고리즘><br><br>○ 무측선 알고리즘 현장 검증<br>(별권: pp.83-pp.84)<br>- 하나의 측정지점에 대해 측선에 의한 유량측정과 무측선 유량측정법을 병행하여 실시하고 결과 비교<br>- 현장측정 10회 이상 실시하여 측정 정확도 5% 이내 확보<br><br> 

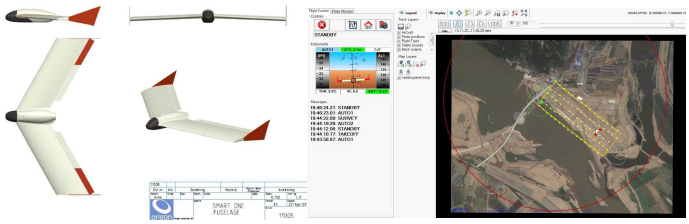
<현장 유량 검증 결과><br><br>○ 모바일앱<br>(별권: pp.85)<br>- 현장의 실시간 측정자료와 저장된 과거 측정자료를 핸들링할 수 있는 어플리케이션 개발</td>
</tr>
</table>

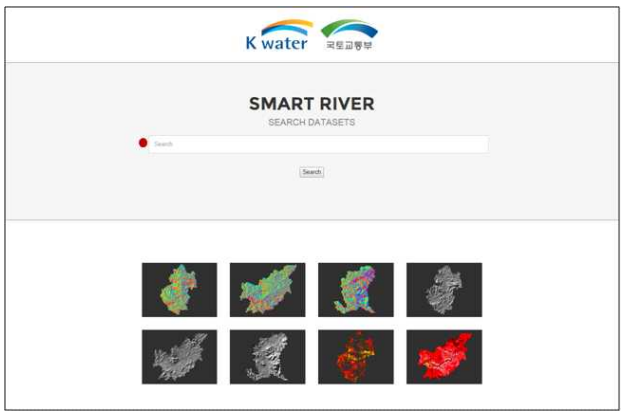
| | | |
|---|---|---|
| | | – 실시간으로 초음파 유속계의 측정자료 및 유량계산 결과를 텍스트와 그래픽으로 표출<br>– 유속계 컨트롤러와 통신하기 위해 블루투스 또는 와이파이 통신 가능<br>  <br><br><개발된 모바일앱 GUI><br>◯ PC프로그램<br>(별권: pp.85)<br>– 현장에서 측정된 자료의 데이터 편집 및 자료 변환을 위한 내업용 프로그램 개발<br>– 실시간으로 초음파 유속계의 측정자료 및 유량계산 결과를 텍스트와 그래픽으로 표출<br>  <br><br><PC후처리프로그램 기능><br>◯ 유속계 검증을 위한 실내 실험<br>(별권: pp.86)<br>– 유속검정 대차를 이용한 초음파 유속계 검정(평균오차율: 9.2%) |

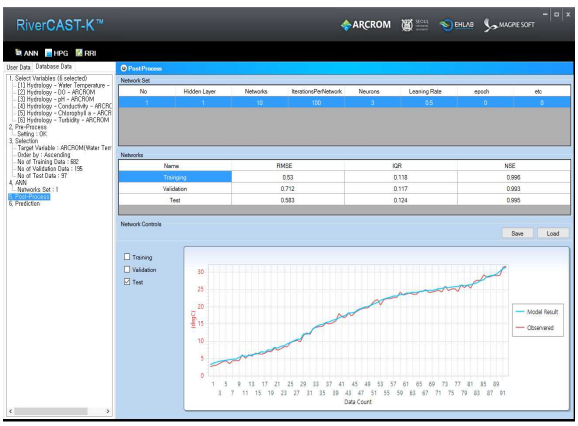
<table>
<tr><td></td><td></td><td> 

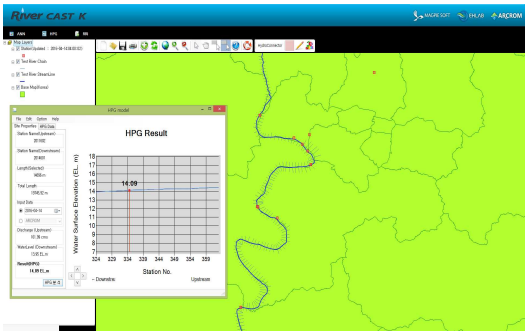
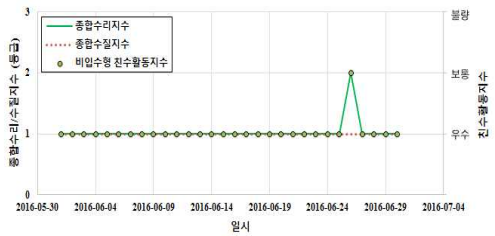
<유속 검정 결과></td></tr>
<tr><td>첨단기술을<br>이용한 하천<br>조사기술<br>개발<br>(2-2)</td><td>○ 첨단기술기반<br>하천계측기술의<br>정확성 검증</td><td>○ 하상측정 기술의 개발<br>(별권: pp.87-pp.88, 기술보고서: TR 2012-01)<br>- ADCP 및 RTK-GPS를 탑재한 하천유속 계측보트(R2V2)를 이용하여 하천을 자유롭게 이동하며 유속, 유량, 하상단면 등을 측정할 수 있는 기술 개발<br> 

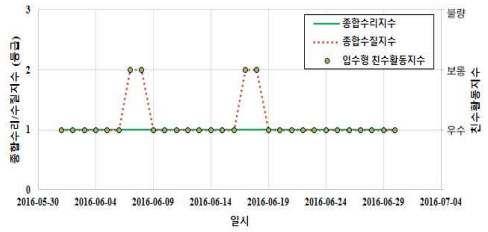
<R2V2의 위치정보 결정 시스템><br>○ UAV를 이용한 고수부측정 기술의 개발<br>(별권: pp.89-pp.90)<br>- 100~1,200 m의 저고도에서 약 50 km/hr의 저속비행을 통해 GSD(Ground Sample Distance) 3 cm 이하의 초정밀 정사영상을 취득, 리튬폴리머 배터리를 내장하여 100~150 분 동안 촬영 가능</td></tr>
</table>

| | | |
|---|---|---|
| | |  <br><UAV SmartOne> <비행모니터링 시스템><br><br>○ 공인된 측정자료 및 공인된 방법으로 측정한 자료와 비교(하상)<br>(별권: pp.90-pp.91)<br>- Multi-Beam Echo Sounder로 측정한 하상을 30 m 간격의 격자점으로 변환하고 본 과제에서 ADCP를 장착한 R2V2로 측정하고 3차원 표면화한 하상과 비교 분석<br>- 총 35개 point 중 27개 5% 미만의 상대오차<br>- 상대오차의 평균 : 3.9 %<br>- RRMSE : 4.5 %<br><br>○ 공인된 측정자료 및 공인된 방법으로 측정한 자료와 비교(고수부지)<br>(별권: pp.90-pp.91)<br>- 제방과 저수로 사이에 위치한 고수부지의 측정자료 정확도 분석<br>- Total Station으로 측정한 고수부지 표고를 본 세세부에서 Digital Camera를 장착한 UAV로 측정하고 후처리한 DEM과 비교 분석<br>- 평면좌표 상 동일 지점의 표고를 비교<br>- 총 147개 지점 (우안 : 98개 point, 좌안 : 49개 point)<br>- 총 147개 point 중 136개 5% 미만의 상대오차<br>- 상대오차의 평균 : 2.1 %<br>- RMSE : 3.34 % |
| Smart River 정보관리 기술개발 (2-3) | ○ 하천공간정보 표준 데이터모델과 시계열정보 표준 데이터모델 연계 | ○ 하천공간정보 표준 데이터모델과 시계열정보 표준 데이터모델 연계<br>(별권: pp.93-pp.94)<br>- ODM 데이터모델 연계 방안 정립<br>- CUAHSI ODM 시계열 자료 구축<br>- 시계열 관측자료 데이터모델(ODM) 테스트베드 자 |

| | | |
|---|---|---|
| | | 료 구축<br>– 웹서비스 프로토콜 변경 적용<br>– 하천공간정보 데이터모델(HydroGDM) 시계열정보 데이터모델 연계 오차 검증 결과 0.0%로 목표치 달성<br><br>○ 하천공간정보 데이터모델(HydroGDM) 구축 변환관리 프로그램 개발<br>(별권: pp.94)<br>– HydroGDM 변환관리 프로세스 개발<br>– HydroGDM 변환관리 프로세스 구현 및 검수<br><br>○ 하천공간정보 데이터모델(HydroGDM) 변환 오차검증 프로그램 개발<br>(별권: pp.94–pp.95) |
| | ○ 통합하천정보시스템 프로토타입 개발 | ○ 통합하천정보시스템 프로토타입 개발<br>(별권: pp.95–pp.97)<br>– 하천정보시스템의 포탈 서비스 프로토타입 구현<br>– 하천정보시스템의 포탈 서비스 프로토타입 오차 검수 결과 전송오류 0.0%로 목표치 달성<br>– 하천공간정보 및 시계열정보 서비스를 위한 연계 모듈 개발<br>– 하천공간정보 및 시계열정보 통합 검색을 위한 검색 서비스 개발<br>– 하천정보 검색 결과에 대한 표출 인터페이스 개발<br>– 포탈 서비스 GUI 개발<br><br>  <br><br>< 포탈 서비스 프로토타입 메인 화면 > |

| | | |
|---|---|---|
| | | ○ 하천정보 제공을 위한 웹 서비스 개발<br>(별권: pp.94-pp.95)<br>- 하천공간정보 웹서비스(HydroG-OneFlow) 개발<br>- 하천공간정보 웹서비스(HydroG-OneFlow) 및 시계열정보 웹서비스(WaterOneFlow) 연계 모듈 개발<br>- 하천공간정보와 시계열정보 연계에 따른 웹서비스 가용 검증<br><br>○ 하천공간정보 표준화 가이드라인 제작<br>(별권: pp.99-pp.100)<br>- 국내외 표준화 추진 동향 분석<br>- 표준화 진입을 위한 유즈 케이스 분석<br>- 하천공간정보에 대한 표준화 추진 방안 분석 |
| 하천정보 분석모델 및 예경보 시스템 개발 (2-4) | ○ 하천정보 분석모델 (RiverCAST-K) 개발<br><br>○ 대하천 수질사고 경보시스템(RiverALARM-K) 개발 | ○ 인공신경망 모델을 이용한 수질 및 유량예측모델 개발<br>(별권: pp.101-pp.102, 기술보고서: TR 2017-03)<br>- EFA, PCA 분석을 통한 데이터전처리<br>- 앙상블기법적용으로 정확도 향상<br>- 낙동강 테스트베드 구간 수리/수질 DB와 예보<br>- 시스템 연계구축 최신화 (2016년 12월)<br>- 낙동강 테스트베드 적용 결과, 오차율 $R^2$=0.865<br><br>  <br><br><인공신경망 모델 적용 결과-낙동강 테스트베드><br><br>○ RiverCAST-K_HPG 수위예측 모델 개발<br>(별권: pp.102-pp.103, 기술보고서: TR 2017-03)<br>- 표준축차법을 이용하여 사전 계산된 수리거동곡선을 작성 |

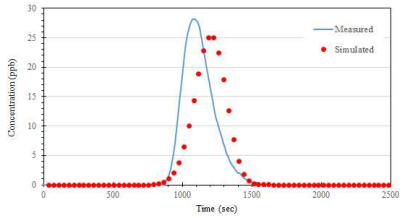
| | | |
|---|---|---|
| | | – GUI 상에서 낙동강 테스트베드 (강정고령보–달성보) 구역에 적용 (HPG 작성은 상주보–함안보 구간)<br>– ANN과의 모델 결합을 통한 하이브리드 모형 연구<br>– 보간법 도입과 통수능 방정식 수정으로 모델 정확도 개선<br>– 낙동강 테스트베드 적용 결과, 오차율 3% 이내<br><br>  <br><br><HPG 수위예측 모델 결과–낙동강 테스트베트><br><br>○ RiverCAST–K_RRI 모델 개발<br>(별권: pp.103–pp.104, 기술보고서: TR 2017–03)<br>– 비입수형 및 입수형 친수활동에 대한 수리 및 수질적 안전성 여부를 나타내는 비입수형 및 입수형 친수활동지수 산정 모델 개발<br>– 입수형 친수활동을 위한 분원성대장균 등급 예측 검증 결과 예측 오차율은 6.74% 이내<br><br>○ RiverCAST–K_ANN 및 RiverCAST–K_HPG의 고령교 예측 결과를 활용하여 친수활동지수를 6월~7월 산정한 결과는 아래와 같음<br>(별권: pp.104)<br><br>  <br><br><RRI 모델 적용결과–6월> |



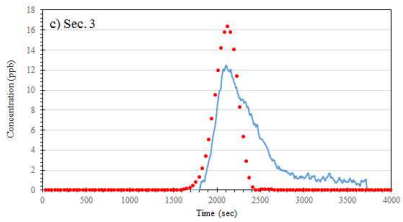

<RRI 모델 적용결과-6월>

○ RiverALARM-K 수질모델 농도예측 오차율
(별권: pp.105-pp.110)

- 섬강 실험결과와 비교하여 CTM-2D 모의결과의 최대농도 도달시간 오차율 7.9% 이내

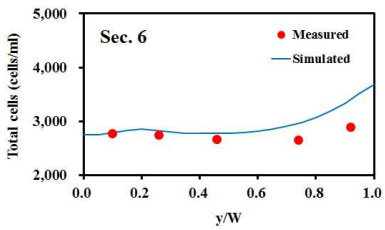



<CTM-2D 모의결과-섬강 Sec.1>

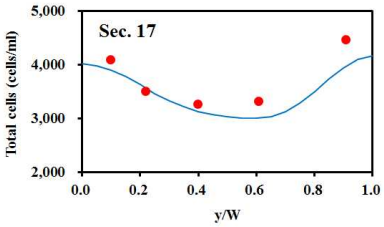



<CTM-2D 모의결과-섬강 Sec.3>

- 낙동강 테스트베드 구간의 CTM-2D 부영양화 모의결과 조류농도 오차율 10.5% 이내

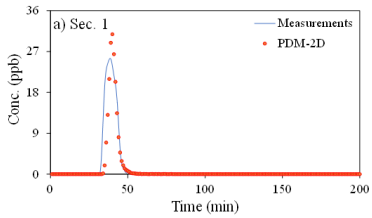



<CTM-2DA 모의결과-낙동강 테스트베드 Sec.6>

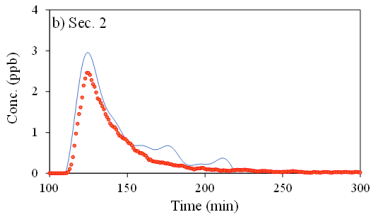



<CTM-2DA 모의결과-낙동강 테스트베드 Sec.17>

- 홍천강 실험결과와 비교하여 PDM-2D 모의결과의 최대농도 도달시간 오차율 2.3% 이내




<PDM-2D 모의결과-홍천강 Sec.1>

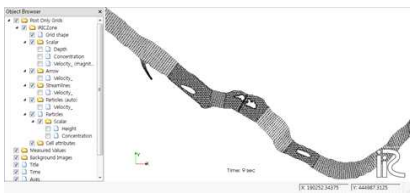



<PDM-2D 모의결과-홍천강 Sec.2>

○ 입자혼합모형 가시화 S/W 개발

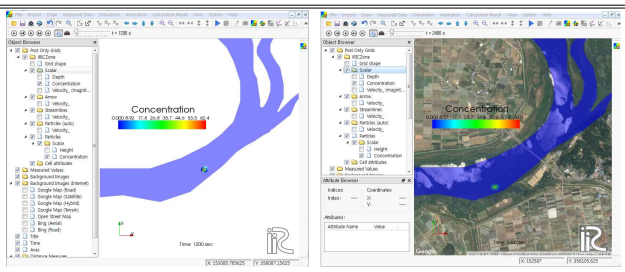
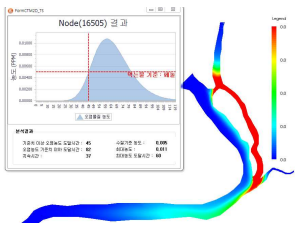
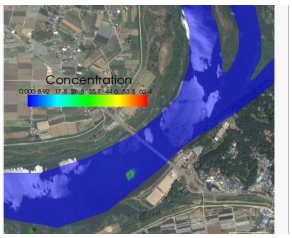
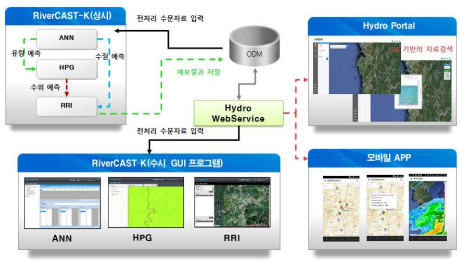
(별권: pp.116-pp.120, 기술보고서: TR 2017-04)

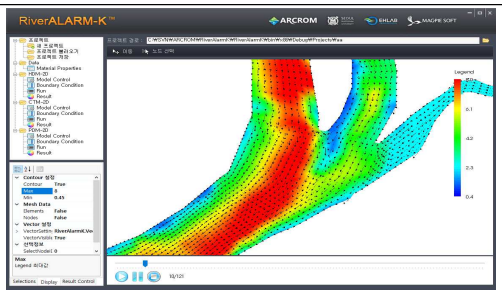
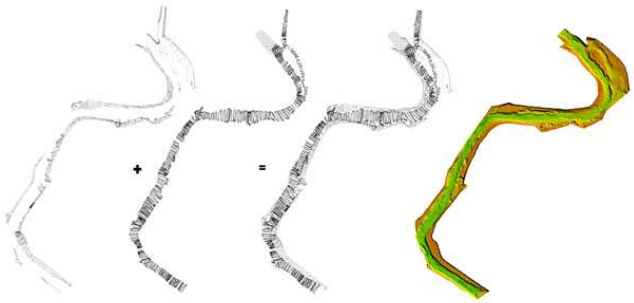
- 혼합격자망 내 입자거동 알고리즘의 개발

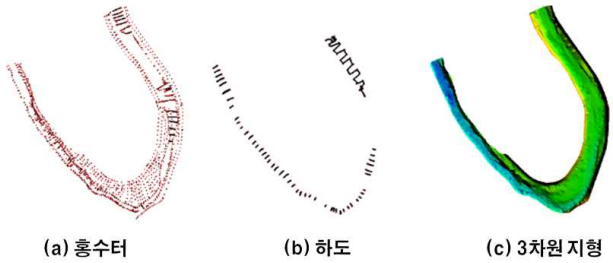
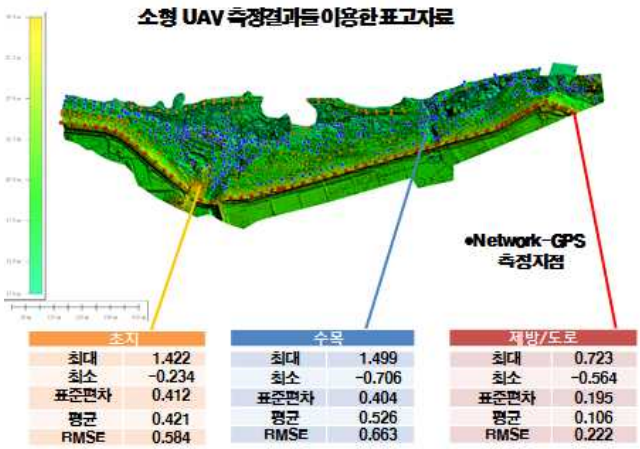


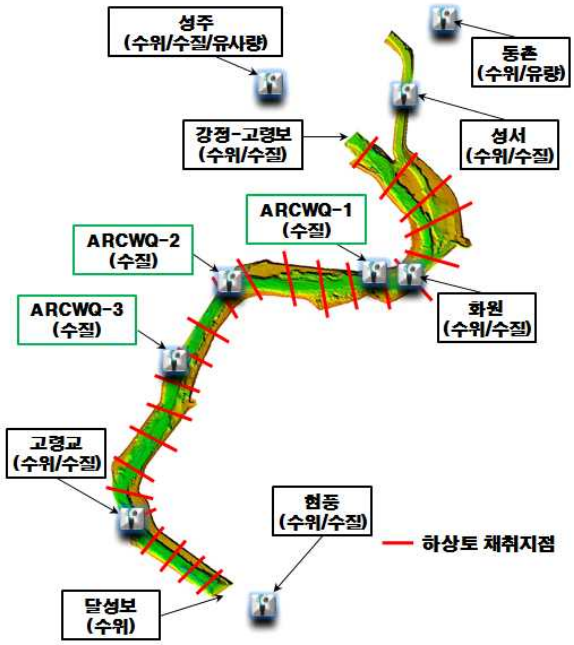
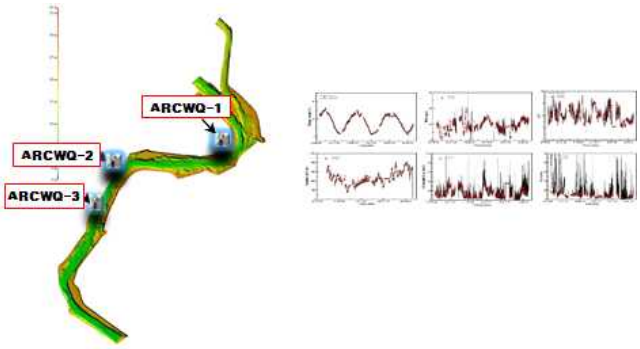
<입자혼합모형 가시화 S/W 혼합격자망 생성>

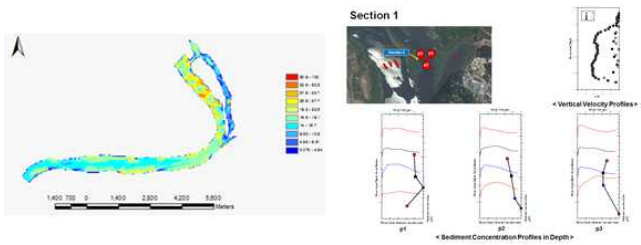
- PMV-2D를 이용한 입자혼합모의결과 가시화

| | | |
|---|---|---|
| | |  <br><br><PMV-2D의 표출 결과><br><br>○ 유형 별 수질사고 시나리오 구축결과<br>(별권: pp.108, 기술보고서: TR 2017-04)<br>- 테스트베드의 유황 및 실측된 유량조건을 이용하여 HDM-2D 모의<br>- 테스트 베드 내에서 발생할 수 있는 하폐수처리장 오작동, 페놀유출, 선박 유류유출, 조류발생 사고를 CTM-2D와 PDM-2D를 이용하여 모의<br><br>  <br><br>  <br><br><페놀 유출사고 모의> <유류 유출사고 모의> |
| 첨단기술 기반의 지능형 하천정보 제공시스템 개발 (2-5)<br>*6차년도: (2-4-3) | ○ 하천예보시스템 구축 | ○ RiverCAST-K 소프트웨어 개발<br>(별권: pp.121-pp.122)<br><br>○ LBS 기반 하천정보제공 앱 개발<br>(별권: pp.122)<br><br>  <br><br><RiverCAST-K 및 하천정보제공 시스템의 연계도> |
| | ○ 수질사고 경보시스템 GUI 구축 | ○ RiverALARM-K 소프트웨어 개발<br>(별권: pp.124-pp.126) |

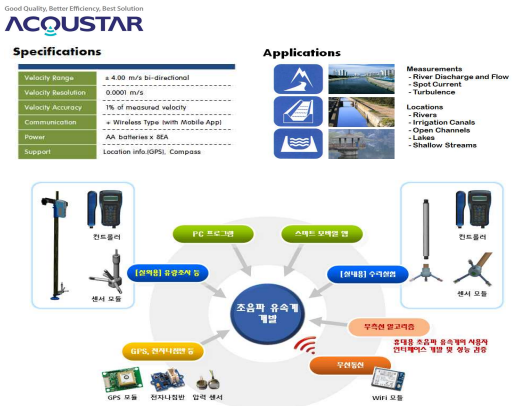
| | | |
|---|---|---|
| | |  <br><br><RiverALARM-K GUI><br><br>○ GS(Good Software) 인증<br>(별권: pp.126) |
| 하천관리기술 검증을 위한 통합테스트베드 운영 관리 (2-6)<br>*6차년도: (2-4-4) | ○ 통합테스트베드 지형현황 조사(3차원 지형정보) | ○ Multi-Beam Echo Sounder(MBES)를 이용한 하도 지형 측정<br>(별권: pp.128)<br>- 강정고령보 상류 0.6 km, 하류 1 km 구간에 대한 수평격자해상도 0.5 m x 0.5 m 자료 취득<br><br>○ 통합테스트베드 구간 3차원 지형공간정보 취득<br>(별권: pp.129)<br>- RTK-GPS(Real-Time Kinematic GPS)와 Total Station을 이용하여 홍수터측량 실시, Single-Beam Echo Sounder(SBES) 하도지형 측정<br>- 2013년, 2015년 2회에 걸쳐 하도와 홍수터의 지형공간정보 취득<br><br>  <br><br><테스트베드 구간 3차원 지형공간정보 취득> |

| | | |
|---|---|---|
| | | ○ 중소규모 하천 적용 및 3차원 지형정보 취득<br>(별권: pp.130)<br>– 통합테스트베드에 적용된 3차원지형공간정보 취득기법에 대한 중소규모 하천 적용 및 3차원 지형정보 취득을 위해 섬강 및 홍천강에 대한 3차원지형공간정보 취득<br>  <br><br><3차원 지형공간정보 기법의 중소규모 하천적용:섬강><br><br>○ UAV를 활용한 3차원지형정보 취득<br>(별권: pp.130–p.131)<br>– 통합테스트베드 3차원지형정보 취득 시 물리적으로 접근이 불가능한 구간(습지 및 경사하안 등)에 대한 소형 UAV를 활용한 3차원지형공간정보 취득<br>– 소형 UAV를 이용해 취득한 공간정보와 Network–GPS를 이용한 직접성과와의 비교<br>  <br><br><UAV를 이용한 지형정보 취득 및 정확도 평가> |
| | ○ 통합테스트베드 자료구축 (유량 유속 수질 유사량 | ○ 연구단 주체의 통합테스트베드 운영 관리를 통한 연구단에서 개발된 요소기술 검증을 위한 수질, 유속장, 유량–유사량 관계곡선, 부유사 등 다양한 수리량자 |

| | | |
|---|---|---|
| | | 료의 누적취득 및 분석<br>(별권: pp.131-pp.133)<br>  <br><br><통합테스트베드 운영 모식도> |
| 등 다양한 수리량 측정) | | ○ 수질자료의 취득<br>(별권: pp.131-pp.133)<br>- 신규 고정식 간이수질측정소(3개소: ARCWQ-1,2,3)설치 운영 및 수질자료 취득<br>- 환경부 운영 지침에 따른 수질자료의 이상치 제거 및 가동율 산정<br>- 기존 고정식 수질관측소와 신규수질관측소간의 수질 인자간 상관성 비교 검토<br>  <br><br><신규 고정식 간이수질측정소><br>○ 유속장 측정, 유량-유사량 관계 곡선식<br>(별권: pp.133-pp.134) |

| | | |
|---|---|---|
| | | – ADCP를 이용하여 통합테스트베드 구간 내 주요측선에 대한 유속/유량 자료 취득 (총 측선횟수: 252회)<br>– 성중, 동촌 지점의 유량–유사량 관계곡선 산정<br>– 측선별 입도분포 곡선 산정을 위한 하상토 자료 취득<br>  <br><br><하천기본계획 측선별 하상토 입도분포곡선><br><br>◯ 통합테스트베드 내 유사량 분포 측정을 위한 광학장비의 검증<br>(별권: pp.134–pp.135)<br>– 통합테스트베드 구간 내 현장용 광학입도분석장치(LISST)를 이용한 부유사 측정을 수행하고 LISST에 연결된 튜브를 통해 채수된 시료에 대한분석 결과와의 비교<br>– 광학입도분석장치(LISST)를 이용한 대상지점별 평균입자 자료취득<br>– 낙동–금호강 합류부의 수표면 및 연직 부유사 수체혼합 자료 취득<br>  <br><br><합류부 수체혼합 분석을 위한 LISST 측정결과> |
| 실내외 겸용 휴대용 스마트 초음파 유속계 개발 | ◯ 센서, 하드웨어, 기구 수정개발 | ◯ 초음파 유속계 자료조사: 자료조사 및 사양정리<br>(별권: pp.136–pp.137)<br>– 유속계 종류별 원리 파악<br>– 국내외 초음파 유속계 자료조사 |

(2-7)




<휴대용 초음파 유속계 개요>

○ 제품 형상

(별권: pp.137-pp.138)



a) 실외형



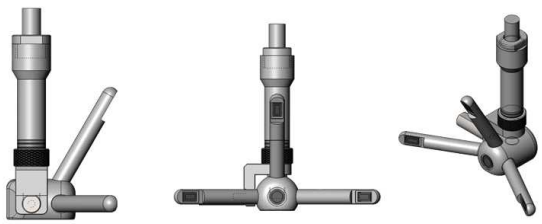
b) 실내형

<초음파 유속계>

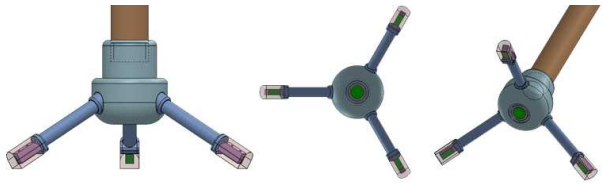
○ 센서 모듈 모델링 및 형상설계

(별권: pp.139)

- 센서 모듈 모델링 및 형상설계

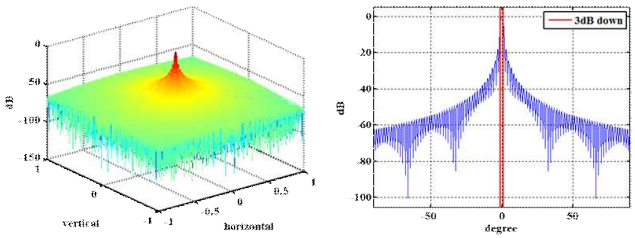


<실외용 센서>



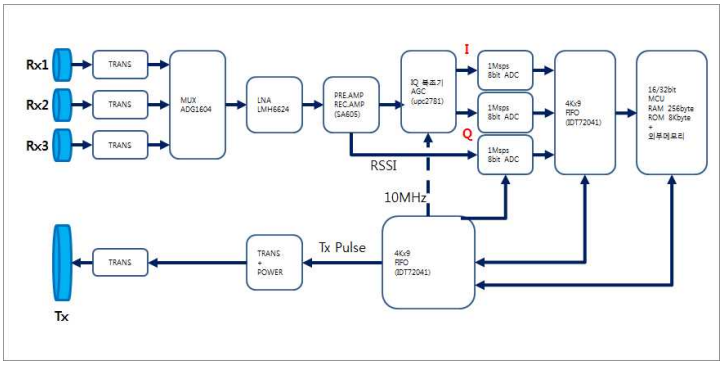
<실내용 센서>

○ 초음파 센서 음장 해석 및 설계
(별권: pp.139)
– 10MHz 송신 센서의 음장 해석
– 주파수, 임피던스, Cp 목표 설정
– 송수신 센서의 압전체 형상 설계
– 센서 모듈 모델링 및 형상설계




<송신 빔 패턴을 고려한 음장 해석>

○ 센서 구동 및 신호처리 회로 설계
(별권: pp.140)
– 회로 개념설계안의 상세설계




<센서 구동 및 신호처리 회로 개념설계>

○ 초음파 센서 모듈 제작
(별권: pp.140)
– 설계된 센서 모듈의 제작
– 구조 변경을 통한 송수신 감도 개선

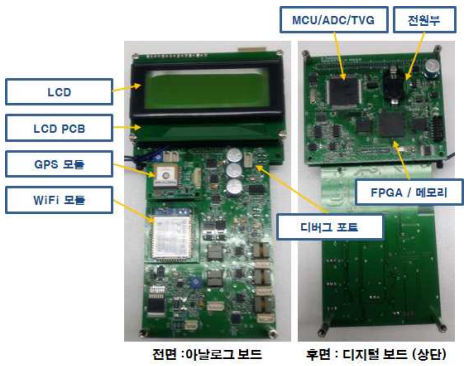


<초음파 센서 모듈 설계-모델링-제작품>

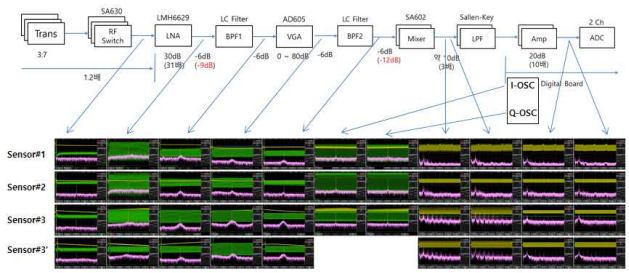
○ 하드웨어 제작

(별권: pp.141)

- 회로 상세설계안의 제작
- 아날로그 및 디지털 회로 제작
- PCB 패턴 최적화 설계를 통한 노이즈 저감




<컨트롤러 보드>

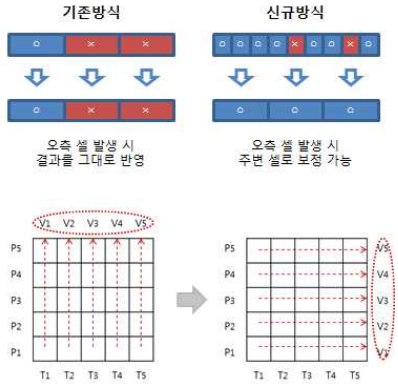



<회로 특성 확인>

○ 알고리즘 구현 및 아나로그 특성 개선

(별권: pp.142)

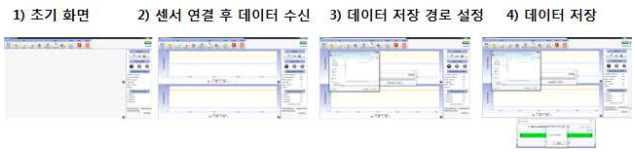
- 도플러 유속측정 알고리즘 설계 및 구현
- 오측 보상 알고리즘 적용
- 시간추적방식 알고리즘 적용

| | | |
|---|---|---|
| | | – 아나로그 특성 개선<br>  <br><br><오측 보상 알고리즘><br><br>○ 기구제작<br>(별권: pp.142)<br>– 키패드와 디스플레이 화면 등의 디자인 설계<br>– 도섭봉, 센서 고정 마운트, 컨트롤러 마운트<br>– 장비 가방, 기타 부속품<br>– 조립/분해 용이한 구조 설계/제작<br><br>  <br><br><컨트롤러 케이스> <도섭봉 제작품> |
| ○ PC 프로그램, 모바일 앱 개발 | | ○ 모바일 앱<br>(별권: pp.143)<br>– 스마트 앱 UI 설계 : 유속, SNR, 측정시간 등<br>– WiFi기반 실시간 모니터링이 가능하도록 화면 구성<br><br>  <br><br><앱 화면 예시> |

○ PC 프로그램

(별권: pp.143)

- PC 프로그램 UI 설계 : 유속, SNR, 측정시간 등
- 데이터 활용을 위한 후처리 기능과 데이터 로깅 기능 포함
- 시험운용, 보완




<PC 프로그램 구성도>

○ 수조 및 현장시험

○ 유속측정 정확도 현장시험

(별권: pp.147-pp.149)

- 초음파 센서 특성시험

◎ 육안 정렬로 센서를 고정한 경우 초음파 빔이 포커싱 되지 않음을 확인
-> 10HMz 초음파 신호로 빔각이 약 1도 내외로 샤프하게 형성되어 각도에 민감함을 확인
-> 과년도 기구적 정렬은 센서 내부 압전체의 음향학적인 정렬을 보장하지 않음을 확인
=> 기 제작된 센서에서 수신신호 특성이 불균일 했던 원인으로 추정됨

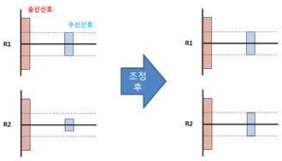
◎ 빔각 정렬 결과
-> 송수신감도가 최대가 되도록 조정
=> 육안 정렬 대비 송수신감도 감도 향상
-> 최대감도각도와 임의각도에 대한 수신 파형 분석
=> 아나로그 파형의 차이 분석



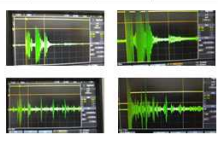




| 구분 | | 송신 | 수신1(R1) | 수신2(R2) | 수신3(R3) | 송수신감도 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 수신각 고정 센서 | | 10Vpp | 30mV | 측정불가 | 30mV | -130db |
| 수신각 조정센서 | 육안 정렬 | 10Vpp | 35mV | 50mV | 20mV | -127db ~ -130db |
| | 최대수신 정렬 | 10Vpp | 120mV | 105mV | 110mV | -124db |





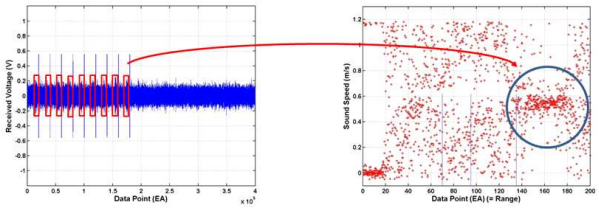



○ 유속측정 수조시험

(별권: pp.144-pp.146)

- 수조에서 아나로그 신호를 분석






<신호처리 시험>

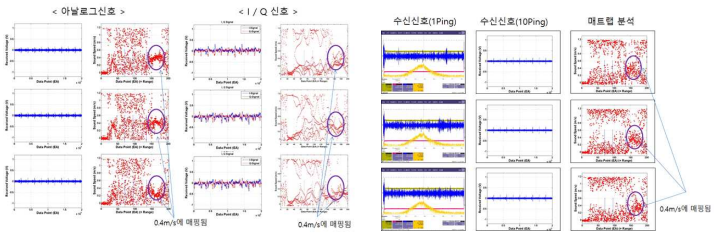
○ 회류수조시험

(별권: pp.146-pp.147)

- 시험장소 : 한국건설기술연구원 회류수조, 아이에스테크놀로지 수조
- 센서타입 및 시제에 따른 시험
- 아나로그와 디지털단의 순차적으로 검증
- 유속별 신호 분석 및 유속 매핑 알고리즘 개발
- 반복적인 유속측정 시험



<유속측정 시험>




<IQ분리 전후 유속측정 시험>

○ 대차수조시험

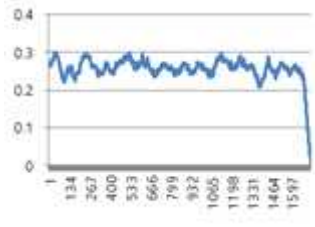
(별권: pp.146)

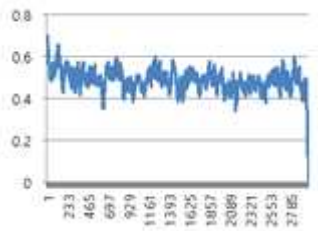
- 시험장소 : 한국건설기술연구원 대차수조
- 유속 0.20, 0.40m/s에서 검증시험

– 안정적으로 유속 매핑(약 0.05 m/s 옵셋)




<대차수조 시험>






<대차수조 유속 측정 결과>

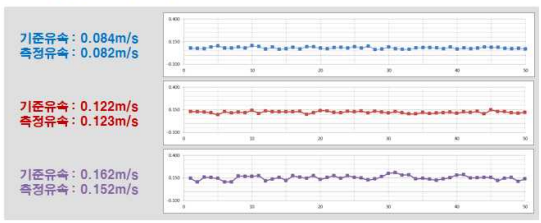
○ 회류수조 저유속 검증시험

(별권: pp.146)

– 시험장소 : 한국건설기술연구원 회류수조

**아날로그 신호 직접 분석 : 데이터 획득 후 PC로 알고리즘 적용한 결과**

- **시험 장소 : KICT 회류수조**
- **유속 범위 : 약 0.05m/s ~ 0.30m/s**
- **구성 : 개발된 센서 및 하드웨어, 데이터 수집 장치, 동일 알고리즘**
- **기준유속: 프라이스 유속계**





| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 수중 환경 | SNR (dB) | 15.4 | 18.6 | 21.5 | 13.1 | 9.4 | 16.3 | 16.8 |
| | 유속 (m/s) : 기준 | **0.084** | **0.162** | **0.271** | **0.061** | **0.085** | **0.122** | **0.228** |
| | 유속 (m/s) : 측정 | **0.082** | **0.152** | **0.274** | **0.074** | **0.098** | **0.123** | **0.225** |
| 데이터 | 총 데이터 수 | 77 | 64 | 44 | 55 | 67 | 54 | 61 |
| | 유효 데이터 | 77 | 64 | 43 | 53 | 62 | 54 | 61 |
| | 측정률 (%) | 100.0 | 100.0 | 97.7 | 96.4 | 92.5 | 100.0 | 100.0 |
| 아날로그 신호 | 신호 크기 | 좋음 | 좋음 | 보통 | 보통 | 보통 | 미세 | 미세 |
| | 수신신호 파형 | 구분됨 | 구분됨 | 구분됨 | 구분됨 | 구분됨 | 구분됨 | 구분됨 |

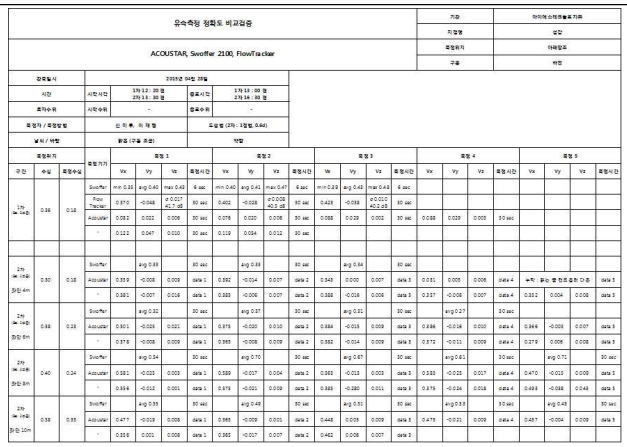



<회류수조 유속 측정 결과>

○ 유속측정 정확도 현장시험

(별권: pp.147)

– 현장시험 : 섬강(강원도 원주)



<시험결과(야장)>



<현장시험 사진>

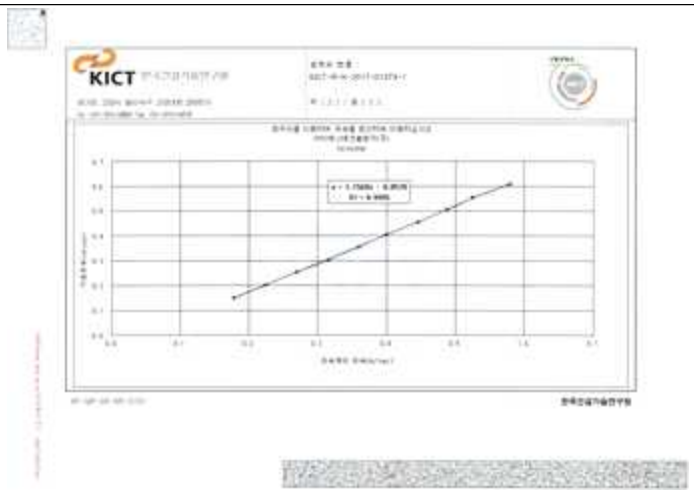
○ 시험성적서

(별권: pp.148-pp.149)

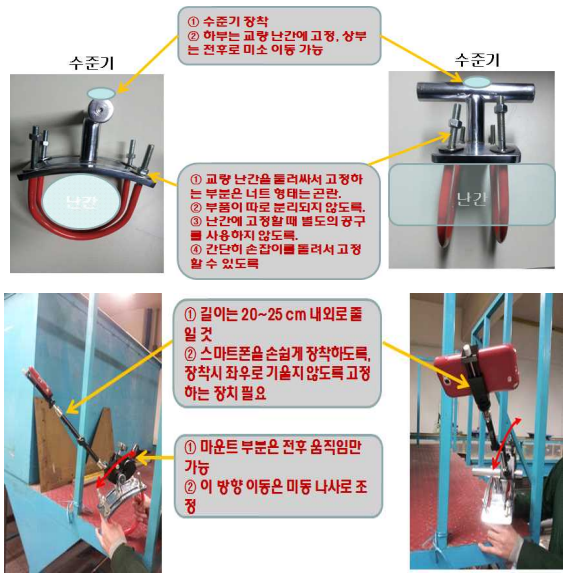
- 시험장소 : 한국건설기술연구원 유속계 검정 시험장




<초음파 유속계 시험성적서 1쪽>

<table>
<tr><td></td><td></td><td> 

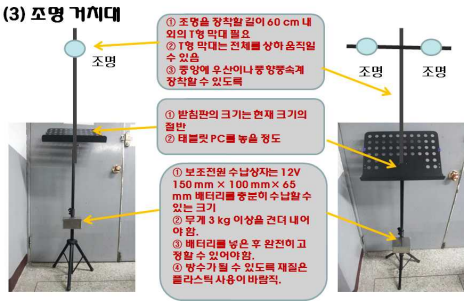
<초음파 유속계 시험성적서 2쪽></td></tr>
<tr><td>휴대용<br>스마트<br>표면영상유속계 개발<br>(2-8)</td><td>○ 단일 유속계의 유량 산출 시스템 개발<br>○ 측정 보조 시스템 개발<br>○ 성능 시험<br>○ 다중 유속계 유량 산출 시스템 개발</td><td>○ 입력된 횡단면 자료와 수위 자료를 활용하여, 측정 지점의 유량을 자동 산정하는 유량 산출 시스템 개발 (별권: pp.151-pp.152)<br> 

<스마트폰 영상유속계에 의한 유속 산정개요도><br>○ 현장 측정용 거치대 개발 (별권: pp.153)<br> 

<현장 측적용 거치대></td></tr>
</table>

○ 야간 측정용 조명 시스템 개발

(별권: pp.153)




<야간 측적용 조명 시스템>

○ 실험실 시험의 요구 사항 분석

(별권: pp.155)

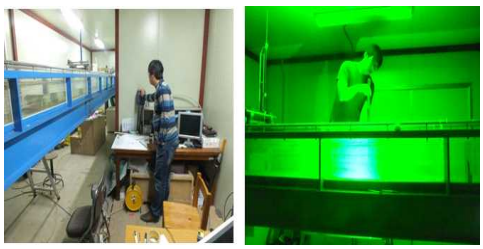
– 설정된 표면영상유속계 성능 만족도 검사

○ 실험실 시험 및 정확도 검증

(별권: pp.155)

– 활차를 이용한 시험 : 속도 분석의 정확도 시험

– 조도 시험 : 영상 분석에 적합한 조도 범위 설정



<실험실 시험>

○ 현장 시험의 요구 사항 분석

(별권: pp.155)

– 설정된 표면영상유속계의 성능 만족도 검사

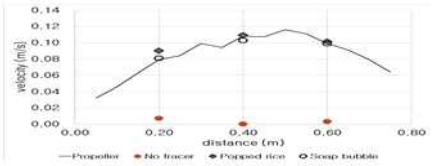
○ 현장 시험 및 정확도 검증

(별권: pp.156)

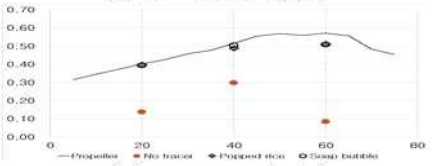
– 유속계를 이용한 시험 : 속도 분석의 정확도 시험



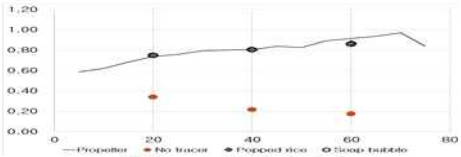
<현장 시험>



(a) $V$ = 0.085 (m/s)



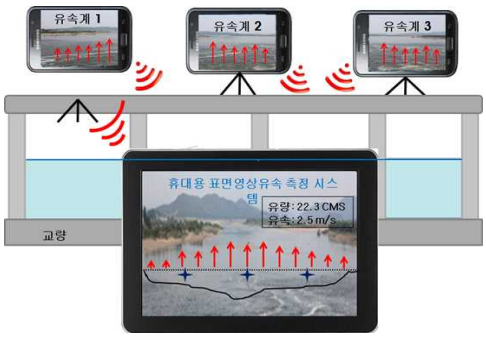
(b) $V$ = 0.47 (m/s)



(c) $V$ = 0.80 (m/s)

<유속 측정 결과 비교>

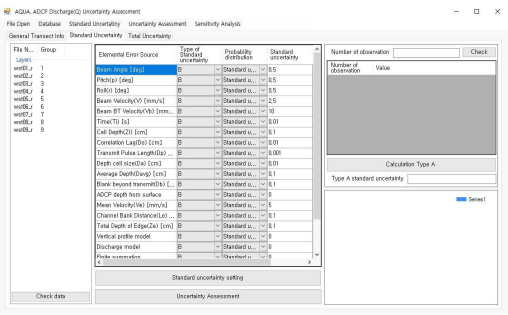
○ 여러 대의 영상 유속계로 시스템을 구성하여 폭이 넓은 하천의 동시 측정 시스템 기본 알고리즘 구성
(별권: pp.157)



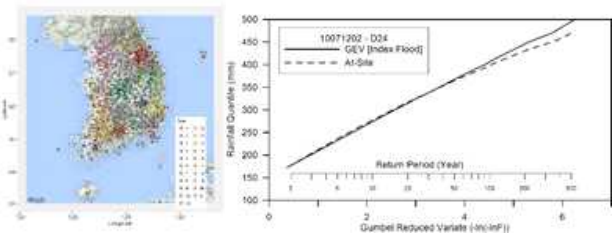
<다중 유속계 유량 산출 시스템>

○ 한국건설기술연구원 검정수로실험 성적서 (2017/06/23) 첨부
(별권: pp.161-pp.162)

| | | |
|---|---|---|
| | |  <br><표면영상유속계 공인 시험성적서><br><br>– 대차의 진동과 추적자 부족으로 적절한 유속 산정 실패<br><br>○ 8월초 재시험 준비<br>– 진동 보정 루틴 추가<br>– 추적자 산포하여 재실험<br><br>○ 앱마켓 출시<br>– 자연과 기술(2017/02/10) 기술이전 계약 체결<br>– 검정시험 완료후 2017년 8월초 앱마켓 출시 예정 |
| 하천계측 유량 불확도 산정 소프트웨어 개발 (2-9)<br>*6차년도: (2-4-5) | ○ ADCP 불확도 산정 이론적 표준안 확보 | ○ 기존 연구 결과들을 토대로 ADCP 유량 측정 불확도 평가를 위한 표준안 분석 및 검토<br>(별권: pp.165-pp.166)<br>○ 국제적으로 공인되어 있는 GUM 표준안을 기반으로 한 ADCP의 유량 측정 불확도 평가 방안 제시<br>(별권: pp.165-pp.166)<br>○ 해외 연구 결과 및 국내 실험 자료를 활용한 GUM 표준안 적용<br>(별권: pp.165-pp.166)<br><br>  <br><br><ADCP의 불확도 산정 이론적 표준안 확보> |
| | ○ 하천계측 불확도 산정을 위한 ADCP | ○ ADCP 불확도 평가를 위한 건설기술연구원의 안동 하천실험센터 직선수로에서 측정 불확도 실험을 수행 |

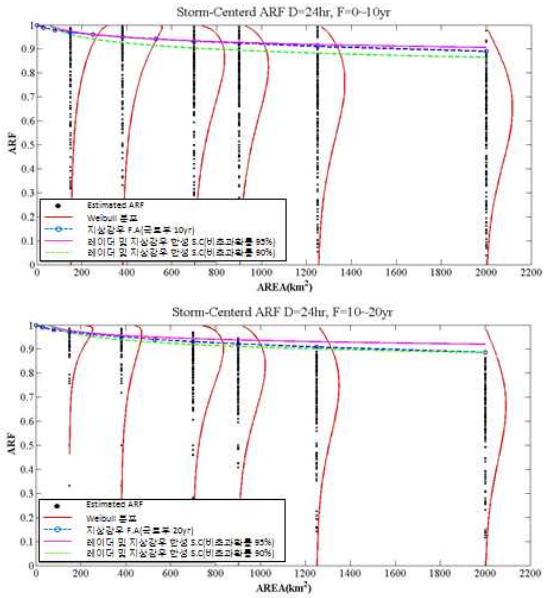
| | | |
|---|---|---|
| | 실험자료 확보 | (별권: pp.167-pp.169)<br><br>○ ADCP의 측정방법은 고정측정방식과 이동측정 방식을 사용<br>(별권: pp.167-pp.169)<br><br>○ ADCP의 정확도를 평가하기 위하여 정확도가 공인된 MicroADV로 측정한 결과와 비교<br>(별권: pp.167-pp.169)<br><br>  <br><ADCP 측정 불확도 실험 - 한국건설기술연구원 하천실험센터> |
| | ○ ADCP 측정 불확도 산정 소프트웨어 개발 | ○ ADCP 유량 측정 불확도 요인 분석 및 일부 요인의 표준불확도 알고리즘 개발<br>(별권: pp.169-pp.170)<br>○ ADCP 유량 측정 불확도 평가 소프트웨어의 개발<br>(별권: pp.169-pp.170)<br><br>  <br><ADCP 유량 측정 불확도 평가 소프트웨어(AQUA)> |

## (3) 3세부과제: 한국형 수문량 분석 선진화 기술 개발

| 세부연구목표 | 연구 수행 내용 | 최종 연구 성과 |
|---|---|---|
| 설계강우의 결정방법 개발 (3-1) | ○ 강우자료 구축 | ○ 전국 강우지점 강우량 자료 수집 (기상청, 국토교통부 홍수통제소, 한국농어촌공사, 수자원공사 등) (별권: pp.177)<br>○ 강우자료 검 · 보정 수행 (별권: pp.177) |
| | ○ 지역빈도해석 기반 설계강우량 산정 | ○ 전국 강우관측소 지역구분 최적화 (별권: pp.178-pp.179)<br>○ 이질성 및 동질성 척도 확인 (별권: pp.180-pp.181)<br>○ 지역빈도해석 기반 각 지점 설계강우량 제시 (별권: pp.181)<br>  <br><지역빈도해석 기반 지역구분 및 확률강우량 예시> |
| | ○ 설계강우량 시간분포 | ○ 집중호우 사상을 고려한 Huff 4분위법 개선 (별권: pp.182)<br>○ 각 지역구분 별 시간분포 누가곡선 제시 (별권: pp.183)<br>  <br><시간분포 성능 검토> |
| 설계강우의 ARF 및 공간분포 산정방법 개발 (3-2)<br>*5~6차년도: (3-1-1) | ○ 국내 5개 권역의 지상강우 및 레이더 강우 합성 호우중심형 ARF 산정 | ○ 레이더 및 지상강우를 활용한 합성 호우중심형 ARF (별권: pp.190-pp.192)<br>- 기상청 단일편파 레이더 강우 자료를 활용하여 전국 5개 권역(한강, 낙동강, 금강, 섬진강, 영산강)의 호우중심형 ARF 산정<br>- 자료의 가용기간이 짧은 레이더 강우의 한 |

계점을 보완하기 위하여 비교적 관측년수가 긴 지상강우를 활용한 호우중심형 ARF를 산정하여 합성

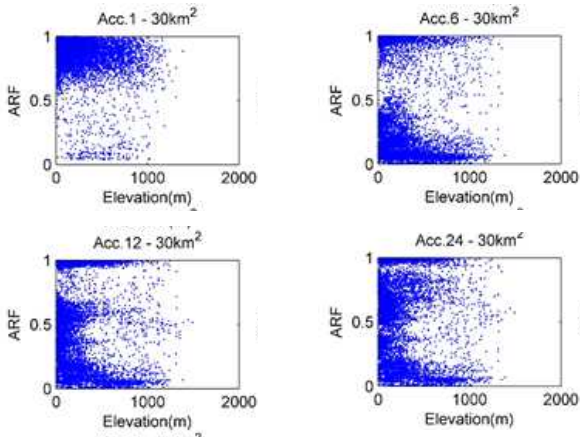
- 통계적 분석(Weibull 분포)을 통해 다른 특성을 갖는 두 ARF를 합성하여 제시함




<합성 호우중심형 ARF 곡선(예시)>

○ 국내 지형 및 수문학적 특성을 고려한 ARF 산정 (별권: pp.192-pp.201)

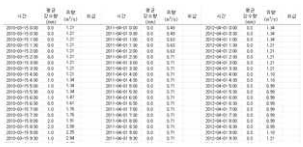
- 국내 DEM을 활용하여 산정된 호우중심형 ARF를 실제 강우 사상이 발생한 고도별로 분류하여 강우의 형상 및 고도에 따른 ARF의 특성 분석



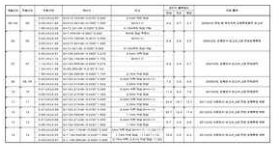

<고도에 따른 ARF 특성 분석>

<table>
<tr><td></td><td></td><td>○ 설계강우 산정 시 레이더 및 지상강우 합성 호우중심형 ARF를 적용한 설계예제 및 가이드라인 작성 (별도제공)</td></tr>
<tr><td>설계홍수량<br>산정방법 개발<br>(3-3)</td><td>○ 강우-유출자료 검증 및 DB구축</td><td>○ 자료 수집 및 검증 (별권: pp.202)<br>- 국토교통부, 기상청, 한국수자원공사, 한국수력원자력(주),지자체 등 국내 주요기관의 강수량 및 수위 관측소 현황을 조사<br>- 댐 및 대형 저수지의 유입량의 활용성 검토를 위한 한국수자원공사가 관리하고 있는 다목적댐 15개소, 한국농어촌공사가 관리하고 있는 유효저수량 2천만톤 이상 저수지 13개소 현황조사<br>- 과거 및 현재 운영되고 있는 각종 시험유역 및 IHP 대표유역의 수문자료의 현황에 대해 조사<br><br><table><tr><th>수계</th><th>댐명</th><th>유역면적 (km²)</th></tr><tr><td rowspan="3">한강</td><td>소양강댐</td><td>2,703</td></tr><tr><td>횡성댐</td><td>209</td></tr><tr><td>충주댐</td><td>6,648</td></tr><tr><td rowspan="6">낙동강</td><td>안동댐</td><td>1,584</td></tr><tr><td>임하댐</td><td>1,461</td></tr><tr><td>남강댐</td><td>2,285</td></tr><tr><td>합천댐</td><td>925</td></tr><tr><td>밀양댐</td><td>104</td></tr><tr><td rowspan="3">금강</td><td>용담댐</td><td>930</td></tr><tr><td>대청댐</td><td>4,134</td></tr><tr><td>보령댐</td><td>164</td></tr><tr><td rowspan="2">섬진강</td><td>섬진강댐</td><td>763</td></tr><tr><td>주암댐</td><td>1,010</td></tr><tr><td>동진강</td><td>부안댐</td><td>59</td></tr><tr><td>탐진강</td><td>장흥댐</td><td>193</td></tr></table><br><table><tr><th>수원공명</th><th>시군구</th><th>유역면적 (km²)</th><th>유효저수량 (10³ton)</th></tr><tr><td>나주호</td><td>나주시</td><td>10,470</td><td>87,800</td></tr><tr><td>장성호</td><td>장성군</td><td>12,280</td><td>84,800</td></tr><tr><td>담양호</td><td>담양군</td><td>6,560</td><td>64,800</td></tr><tr><td>대아</td><td>완주군</td><td>12,000</td><td>54,646</td></tr><tr><td>예당</td><td>예산군</td><td>37,360</td><td>46,070</td></tr><tr><td>동화</td><td>장수군</td><td>7,400</td><td>32,242</td></tr><tr><td>탑정</td><td>논산시</td><td>21,880</td><td>31,611</td></tr><tr><td>하동</td><td>하동군</td><td>5,850</td><td>29,930</td></tr><tr><td>성주</td><td>성주군</td><td>14,960</td><td>28,150</td></tr><tr><td>경천</td><td>문경시</td><td>9,150</td><td>27,200</td></tr><tr><td>경천</td><td>완주군</td><td>9,765</td><td>25,846</td></tr><tr><td>백곡</td><td>진천군</td><td>8,479</td><td>21,504</td></tr><tr><td>청천</td><td>보령시</td><td>7,010</td><td>20,758</td></tr></table><br>※ 유효저수량 2천만톤 이상 저수지<br><br><다목적 댐 및 저수지 현황><br><br>○ 강우-유출자료 DB 구축<br>(별권: pp.203-pp.204)</td></tr>
</table>

DB
- ① 강수량-유출량 : 유역평균강수량, 유출량
- ② 수위-강수량 : 수위, 강수량(유역평균강수량에 활용된 관측소)
- ③ 수위-유량관계곡선식 : 수위-유량관계곡선식, 불확실도, 자료 출처 (곡선식 개발연도, 적용연도, 적용수위 포함)
- ④ Thiessen망 : 강수량관측소별 Thiessen계수, Thiessen망도
- ⑤ 유출검토 : 연도별 유출률(전기간, 홍수기), 강우-유출 곡선도



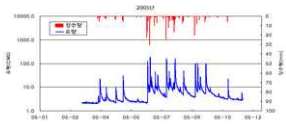
⑦ 강수량-유출량



⑨수위-유량관계곡선식 정보



⑥Thiessen망 정보

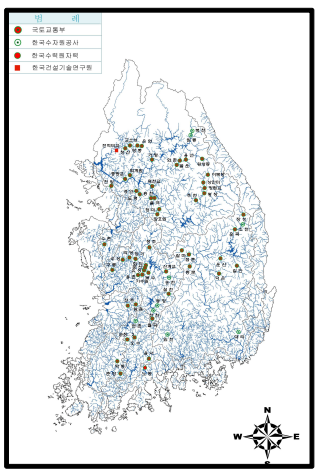


⑧강우-유출수문곡선

<DB구축 형태>

| 수 계 | | 유역면적 규모(km²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 계 | ~100 | 100~200 | 200~300 | 300~400 | 400~500 | 500~1,000 |
| 한 강 | | 27 | 3 | 2 | 6 | 6 | 2 | 8 |
| 낙동강 | | 11 | 1 | 3 | 3 | | 2 | 2 |
| 금 강 | | 18 | 4 | 5 | 6 | | 1 | 2 |
| 만경강 | | 2 | 1 | | 1 | | | |
| 섬진강 | | 5 | 1 | 2 | | 2 | | |
| 영산강 | | 2 | 1 | 1 | | | | |
| 계 | 지점수 | 65 | 11 | 13 | 16 | 8 | 5 | 12 |
| | 비율(%) | 100 | 16.9 | 20.0 | 24.6 | 12.3 | 7.7 | 18.5 |

<수계별 유역규모 분포>



<강우-유출자료 DB구축 지점 위치 및 분포도>

○ 강우-유출자료 결과

(별권: pp.204)

| 수계 | 하천명 | 관측소명 | 유역면적(㎢) | 하천길이(㎞) | 형상계수 | 유역경사(%) | 하천경사(%) | 토지이용도(%) | | | | 유출곡선지수(CN) | | | 강우-유출자료 구축현황 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | 농경지 | 대지 | 임야 | 수역 | AMC-I | AMC-II | AMC-III | 강수관측밀도(㎞) | 자료구축기간 | 자료구축년수 |
| 한강 | 목감천 | 서울시(신부교) | 45.66 | 11.66 | 0.34 | 12.55 | 0.27 | 14.29 | 17.05 | 67.78 | 0.87 | 62.51 | 79.88 | 90.13 | 22.83 | 2009~2010 | 2 |
| | 곤지암천 | 광주시(설월교) | 154.67 | 23.98 | 0.27 | 29.19 | 2.09 | 17.49 | 11.60 | 69.50 | 1.41 | 43.23 | 64.45 | 80.66 | 38.67 | 2009~2012(제외:2011) | 3 |
| | 속사천 | 광창군(이목광교) | 56.55 | 16.50 | 0.21 | 21.18 | 4.52 | 15.25 | 1.44 | 82.66 | 0.65 | 39.55 | 60.90 | 78.18 | 28.28 | 2010~2012 | 3 |
| | 평창강 | 평창군(선애교) | 394.30 | 44.71 | 0.20 | 39.33 | 2.12 | 12.98 | 1.89 | 84.49 | 0.64 | 40.77 | 62.11 | 79.04 | 49.29 | 2010~2011 | 2 |
| | 평창강 | 평창군(방림교) | 528.49 | 51.85 | 0.20 | 40.56 | 1.88 | 13.71 | 1.90 | 83.68 | 0.71 | 43.23 | 64.45 | 80.66 | 58.72 | 2009~2013 | 5 |
| | 청미천 | 이천시(장호원교) | 435.94 | 41.40 | 0.25 | 17.53 | 0.67 | 21.08 | 4.21 | 73.48 | 1.23 | 42.10 | 63.39 | 79.93 | 67.19 | 2008~2012 | 5 |
| | 영평천 | 포천시(신백의교) | 550.92 | 38.72 | 0.37 | 24.42 | 2.30 | 19.68 | 12.08 | 66.69 | 1.55 | 45.76 | 66.76 | 82.20 | 110.18 | 2009~2013(제외:2011) | 4 |
| | 복천 | 복천 | 289.91 | 31.46 | 0.29 | 52.09 | 2.48 | 1.53 | 2.10 | 95.80 | 0.58 | 38.40 | 59.75 | 77.35 | 72.48 | 2009~2012 | 4 |
| | 의복천 | 흥통 | 530.87 | 68.20 | 0.11 | 39.87 | 0.94 | 6.86 | 3.68 | 88.22 | 1.24 | 37.56 | 58.89 | 76.72 | 176.96 | 2009~2012 | 4 |
| | 섬마천 | 전적비교 | 8.62 | 5.78 | 0.26 | 34.95 | 2.61 | 2.11 | 3.48 | 94.36 | 0.04 | 50.36 | 70.72 | 84.74 | 1.44 | 1998~2010 | 13 |
| | 양화천 | 여주시(율극교) | 177.33 | 29.96 | 0.20 | 8.43 | 1.07 | 58.05 | 11.33 | 27.70 | 2.92 | 51.10 | 71.33 | 85.12 | 44.33 | 2009~2014 | 6 |
| | 복하천 | 여주시(흥천교교) | 294.78 | 34.45 | 0.25 | 14.04 | 0.47 | 40.70 | 12.93 | 44.04 | 2.32 | 50.06 | 70.47 | 84.59 | 58.96 | 2008~2014 | 7 |
| | 왕숙천 | 남양주시(진관교) | 201.50 | 30.08 | 0.22 | 27.31 | 1.47 | 12.04 | 24.74 | 62.01 | 1.21 | 52.42 | 72.40 | 85.76 | 50.38 | 2005~2014 | 10 |
| | 중랑천 | 서울시(중랑교) | 208.53 | 27.39 | 0.28 | 19.17 | 0.91 | 7.51 | 34.42 | 56.88 | 1.18 | 49.33 | 69.86 | 84.20 | 52.13 | 2005~2014(제외:2006) | 9 |

<강우-유출자료 DB 구축 지점 기본현황 및 유역특성 분석 결과>

| 수계 | 하천 | 상류 | | 하류 | | 거리(㎞) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 지점명 | 유역면적(㎢) | 지점명 | 유역면적(㎢) | |
| 한 강 | 영평천 | 포천시(영평교) | 467.33 | 포천시(신백의교) | 550.92 | 7.26 |
| | 평창강 | 평창군(방림교) | 528.49 | 평창군(평창교) | 696.93 | 21.99 |
| | 청미천 | 이천시(장호원) | 435.94 | 여주시(원부교) | 519.53 | 4.33 |
| | 홍천강 | 홍천군(주음치교) | 522.76 | 홍천군(굴운교) | 724.83 | 10.13 |
| 금 강 | 갑 천 | 용 촌 | 82.65 | 가수원 | 208.65 | 12.2 |
| | 갑 천 | 가수원 | 208.65 | 유 성 | 251.07 | 5.30 |
| | 갑 천 | 유 성 | 251.07 | 회 덕 | 609.40 | 6.10 |

<소유역 분할관련 DB구축 지점 선정>

○ 합성단위도 매개변수 지역화

○ 대상유역의 유역형상인자 및 강우-유출사상 선정 (별권: pp.205)

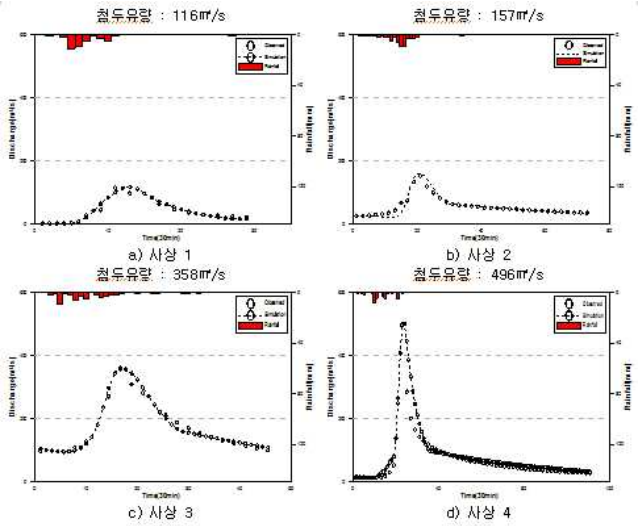
- 각 대상유역별 관측된 강우-유출사상을 적용하여 검정 및 검증을 실시하여, 매개변수를 산정
- 각 대상유역의 지형형상인자(유역면적, 유로연장, 고도차등)을 결정
- 대상유역의 강우-유출 모형을 구성하기 위하여 각 유역별 15개 이상의 사상을 선정하여 검증 및 검정을 통해 3~5개의 사상을 선정
- Clark 단위도법을 이용하여 42개 유역의 지형형상학적인자와 매개변수를 결정하였으며 최종적인 결과를 도출

<대상유역 강우-유출 사상 수와 수위 관측소>

| 권역명 | 관측소 | 강우-유출량 자료 | |
|---|---|---|---|
| | | 사상 수 | 자료 현황 |
| 한강 | 천왕 | 18 | 2009, 2010 |
| | 도평 | 14 | 2009, 2010, 2011, 2012 |
| | 율극 | 14 | 2009, 2010, 2012 |
| | 퇴계원 | 18 | 2009, 2011, 2012 |
| | 중랑교 | 25 | 2005, 2006, 2007, 2008, 2010, 2011, 2012 |
| | 경안 | 21 | 2006, 2007, 2010, 2011, 2012 |
| | 홍천 | 20 | 2006, 2007, 2009, 2010, 2011, 2012 |
| | 가평 | 16 | 2008, 2011, 2012 |
| | 흑천교 | 15 | 2006, 2007, 2011, 2012 |
| | 왕성동 | 10 | 2009, 2012 |
| | 상안미 | 12 | 2010, 2011 |
| | 장호원 | 13 | 2008, 2011 |
| | 영중 | 16 | 2005, 2006, 2007, 2010, 2011, 2012 |
| | 청미 | 20 | 2005, 2006, 2007, 2008, 2010, 2011, 2012 |
| | 화촌 | 13 | 2008, 2009, 2011 |
| | 방림교 | 14 | 2009, 2012 |
| | 주천 | 21 | 2006, 2007, 2008, 2011, 2012 |
| | 고소성 | 16 | 2009, 2011 |
| | 평창 | 23 | 2006, 2007, 2008, 2010, 2011, 2012 |
| | 굴운 | 22 | 2006, 2007, 2008, 2010, 2011, 2012 |
| | 북천 | 21 | 2009, 2010, 2011, 2012 |
| | 원통 | 18 | 2009, 2010, 2011, 2012 |
| 낙동강 | 동문 | 11 | 2010, 2011 |
| | 길안 | 18 | 2009, 2010, 2011, 2012 |
| | 점촌 | 18 | 2007, 2008, 2010, 2011, 2012 |
| | 대리 | 12 | 2011, 2012 |
| | 임천 | 22 | 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 |
| | 소천 | 19 | 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 |
| 금강 | 장기 | 15 | 2007, 2010 |
| | 의당 | 16 | 2008, 2010, 2012 |
| | 복수 | 15 | 2009, 2011, 2012 |
| | 청주 | 19 | 2005, 2007, 2010, 2011 |
| | 구룡 | 17 | 2006, 2009, 2010, 2011 |
| | 수촌 | 17 | 2007, 2010, 2011, 2012 |
| | 유성 | 20 | 2005, 2006, 2008, 2010, 2011, 2012 |
| | 전주 | 14 | 2007, 2008, 2010, 2011 |
| | 산계교 | 17 | 2007, 2010, 2011, 2012 |
| | 회덕 | 24 | 2005, 2006, 2007, 2008, 2010, 2011, 2012 |
| | 동향 | 27 | 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 |
| | 천천 | 22 | 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 |
| | 송천 | 21 | 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 |
| 섬진강·영산강 | 춘양 | 13 | 2006, 2007, 2009 |
| | 오수 | 21 | 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 2010, 2012 |
| | 관촌 | 20 | 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 |

○ 대상유역의 첨두유출량별 매개변수 상관관계분석 (별권: pp.206)

- 강우-유출사상을 이용하여 유역의 대표적인 매개변수를 결정



<대표 강우-유출 사상>

| 권역 | 관측소 | 유역면적 ($km^2$) | 유로연장 ($km$) | 고도차 ($m$) | 경사 (%) | Tc($hr$) | K($hr$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 한 강 | 천 왕 | 42.32 | 13.93 | 26 | 0.0019 | 1.08 | 1.4 |
| 낙동강 | 대 리 | 60.45 | 12.86 | 424 | 0.0330 | 1.91 | 3.09 |
| 금 강 | 장 기 | 62.8 | 20.53 | 146 | 0.0054 | 3.21 | 3.54 |
| 한 강 | 도 평 | 138.96 | 23.61 | 179 | 0.0073 | 2.09 | 3.11 |
| 영산강 | 춘 양 | 143.1 | 16.74 | 197 | 0.0118 | 2.54 | 2.73 |
| 금 강 | 청 주 | 161.44 | 32.84 | 202 | 0.0062 | 2.56 | 4.27 |
| 금 강 | 북 수 | 161.9 | 36.31 | 349 | 0.0084 | 2.09 | 3.64 |
| 금 강 | 동 향 | 164.66 | 24.85 | 911 | 0.0367 | 2.18 | 3.12 |
| 한 강 | 율 극 | 179.95 | 31.61 | 113 | 0.0036 | 2.9 | 3.9 |
| 섬진강 | 노 동 | 188.7 | 25.74 | 280 | 0.0037 | 3.24 | 4.79 |
| 금 강 | 구 룡 | 188.74 | 50.51 | 244 | 0.0048 | 5.49 | 9.98 |
| 한 강 | 퇴계원 | 200.45 | 27.92 | 285 | 0.0102 | 2.19 | 3.24 |
| 한 강 | 중 랑 | 208.41 | 27.25 | 219 | 0.0080 | 1.9 | 1.96 |
| 금 강 | 수 촌 | 223.19 | 27.65 | 76 | 0.0027 | 3.59 | 4.47 |
| 금 강 | 유 성 | 250.5 | 42.02 | 349 | 0.0083 | 3.08 | 3.18 |
| 한 강 | 경 안 | 255.91 | 44.8 | 215 | 0.0048 | 2.18 | 5.96 |
| 금 강 | 전 주 | 278 | 32.07 | 269 | 0.0008 | 1.78 | 3.22 |
| 금 강 | 천 천 | 284.09 | 29.02 | 680 | 0.0234 | 2.11 | 2.44 |
| 한 강 | 홍 천 | 294.44 | 28.42 | 196 | 0.0048 | 2.34 | 3.39 |
| 한 강 | 북 천 | 300.2 | 32.29 | 314 | 0.0097 | 3.29 | 4.4 |
| 한 강 | 가 평 | 305.12 | 39.95 | 721 | 0.0183 | 3.22 | 4.9 |
| 한 강 | 흑 천 | 307.82 | 41.79 | 446 | 0.0107 | 3.48 | 3.64 |
| 영산강 | 오 수 | 350.09 | 35.1 | 376 | 0.0107 | 3.8 | 3.9 |
| 영산강 | 관 촌 | 362.89 | 34.57 | 200 | 0.0058 | 7.02 | 9.99 |
| 한 강 | 왕성동 | 378.67 | 42.1 | 726 | 0.0172 | 3.19 | 3.92 |
| 한 강 | 삼인미 | 382.89 | 48.49 | 627 | 0.0129 | 4.16 | 4.98 |
| 한 강 | 장호원 | 431.29 | 40.57 | 149 | 0.0036 | 4.62 | 7.04 |
| 한 강 | 영 춘 | 465.88 | 56.67 | 396 | 0.0070 | 3.43 | 3.71 |
| 낙동강 | 임 천 | 466.75 | 43.35 | 1127 | 0.0260 | 4.54 | 6 |
| 금 강 | 산계교 | 496.3 | 56.21 | 301 | 0.0054 | 6.98 | 7.2 |
| 한 강 | 정 미 | 514.66 | 45.16 | 142 | 0.0031 | 5.53 | 5.78 |
| 한강 | 원 통 | 521.31 | 33.1 | 312 | 0.0094 | 3.47 | 5.11 |
| 한 강 | 화 촌 | 523.2 | 55.92 | 394 | 0.0070 | 6.16 | 8.28 |
| 한 강 | 방 림 | 527.12 | 55.61 | 622 | 0.0112 | 3.2 | 4.12 |
| 한 강 | 주 천 | 539.23 | 85.4 | 768 | 0.0090 | 4.76 | 8.52 |
| 한 강 | 고소성 | 561.2 | 42.92 | 134 | 0.0031 | 4.82 | 5.1 |
| 금강 | 송 천 | 582.33 | 38.19 | 532 | 0.0136 | 3.51 | 4.45 |
| 금 강 | 회 덕 | 609.15 | 45.95 | 288 | 0.0063 | 5.28 | 5.44 |
| 낙동강 | 점 촌 | 616.77 | 37.62 | 598 | 0.0159 | 7.57 | 7.68 |
| 낙동강 | 소 천 | 697.56 | 84.89 | 1027 | 0.0121 | 6.47 | 8.6 |
| 한 강 | 평 창 | 697.67 | 72.84 | 686 | 0.0094 | 3.47 | 5.05 |
| 한 강 | 굴 운 | 724.89 | 63.66 | 410 | 0.0064 | 5.08 | 6.55 |

<유역별 지형형상 인자계수 및 매개변수>

○ 매개변수 산정공식 유도 및 평가
(별권: pp.206)
- 지형특성인자를 개별적으로 매개변수와 회귀분석을 실시
- Clark 매개변수인 도달시간(Tc)와 저류상수(K)의 추정식의 독립변수로서 유역면적, 유로연장, 유로경사를 고려한 회귀식 산정

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2012.7.18.~7.21. | 342 | 4.95 | 5.14 |
| 2 | 2009.8.26.~8.29. | 447 | 4.82 | 5.10 |
| 3 | 2012.8.14.~8.18. | 628 | 4.81 | 5.15 |
| 4 | 2010.8.29.~8.31. | 1007 | 4.77 | 5.01 |
| 5 | 2009.7.09.~7.11. | 1492 | 4.73 | 5.12 |
| | 평 균 | | 4.82 | 5.10 |

<대표 집중시간 및 저류상수 결정(고소성 지점)>

○ 설계강우량 산정에 필요한 임계지속 기간 제시

○ 홍수량 산정을 위한 입력자료 구축
(별권: pp.206)

- $T_c = 0.125A^{0.4}L^{0.21}H^{0.05}$ A:유역면적(㎢), L:유로연장(km), H:고도차(m)
- $K = 0.94\left(\frac{H}{A}\right)^{0.04}L^{0.24}T_c^{0.58}$ Tc:도달시간(hr), K:저류상수(hr)

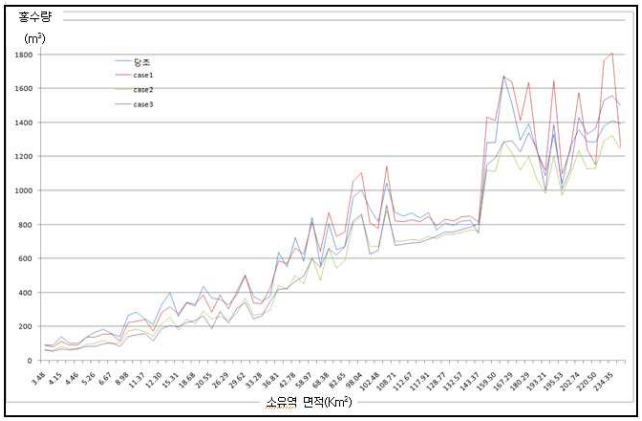
<소유역별 유역매개변수 산정공식>

○ 유출모의 시간간격별 임계지속기간 및 첨두

홍수량 산정 (별권: pp.206-pp.210)

| 구분 (No.) | 유역 면적 ($km^2$) | 유로 연장 (km) | 첨두홍수량 ($m^3/s$) | | | | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 당초 | CASE1 | CASE2 | CASE3 | |
| 1 | 3.48 | 2.38 | 91 | 94 | 59 | 66 | |
| 2 | 3.73 | 4.24 | 90 | 82 | 62 | 56 | |
| 3 | 4.15 | 3.46 | 139 | 115 | 85 | 71 | |
| 4 | 4.16 | 4.80 | 102 | 93 | 71 | 64 | |
| 5 | 4.46 | 5.72 | 100 | 94 | 74 | 69 | |
| 6 | 5.13 | 3.57 | 137 | 138 | 96 | 85 | |
| 7 | 5.26 | 4.28 | 166 | 138 | 102 | 86 | |
| 8 | 5.73 | 4.05 | 184 | 156 | 120 | 100 | |
| 9 | 6.67 | 3.46 | 157 | 157 | 100 | 106 | |
| 10 | 7.26 | 3.44 | 141 | 119 | 105 | 83 | |
| 11 | 8.98 | 4.93 | 267 | 224 | 174 | 144 | |
| 12 | 9.80 | 5.91 | 283 | 232 | 184 | 152 | |
| 13 | 11.37 | 6.34 | 244 | 242 | 172 | 162 | |
| 14 | 11.41 | 4.95 | 214 | 174 | 146 | 117 | |
| 15 | 12.30 | 6.60 | 328 | 284 | 218 | 190 | |
| 16 | 14.66 | 5.80 | 399 | 320 | 257 | 208 | |
| 17 | 15.31 | 5.96 | 260 | 275 | 180 | 200 | |
| 18 | 17.00 | 7.03 | 339 | 345 | 247 | 226 | |
| 19 | 18.68 | 5.96 | 320 | 332 | 219 | 236 | |
| 20 | 19.17 | 8.19 | 436 | 388 | 293 | 265 | |
| 21 | 20.55 | 5.72 | 369 | 285 | 246 | 190 | |
| 22 | 24.59 | 7.71 | 361 | 386 | 262 | 291 | |
| 23 | 26.29 | 11.36 | 329 | 304 | 239 | 223 | |
| 24 | 27.07 | 7.71 | 387 | 410 | 280 | 307 | |

<소유역별 유역 매개변수 산정결과>




<소유역별 첨두홍수량 산정결과>

○ 적정한 강우지속기간의 변화간격을 제시
(별권: pp.208)

○ R24(24시간 강우)의 적용성을 검토
(별권: pp.209)

○ 임계지속기간 결정방법 도출
(별권: pp.209)

○ 한국형 유효우량 산정 기법 가이드라인 제시

○ NRCS 유출곡선지수의 국내적용 시 문제점
(별권: pp.210)
- 미국과 우리나라 토지이용상태 분류 방법

비교

- NRCS-CN 방법 적용시 문제점

| 지역구분 | 중분류 | 세분류 | SCS 분류 |
|---|---|---|---|
| 농경지역 및 산림지역 | 논 | - 경지정리답<br>- 미경지정리답 | |
| | 밭 | - 보통·특수작물<br>- 과수원, 기타 | - row crops(이랑 경작지)<br>- small grains(조밀 경작지) |
| | 초지 | - 자연초지<br>- 인공초지 | - close-seeded legumes or rotation meadow (조밀식재 콩과식물 또는 윤번초지)<br>- pasture or range(자연목초지 또는 목장)<br>- meadow(초지) |
| | 임목지 | - 침엽수림<br>- 활엽수림<br>- 혼합수림 | - forest(산림) |
| | 주거지 및 상업지 | - 나대지 및 인공녹지 | - woods(수림) |
| | 교통시설 | - 도로<br>- 철도 및 주변지역 | - roads(도로) |
| 도시지역 | 임지 (기타) | - 골프장<br>- 공원묘지<br>- 문화재 및 유원지<br>- 암벽 및 석산 | - 개활지(잔디, 공원, 골프장, 공원묘지) |
| | 교통시설 | - 도로<br>- 철도 및 주변지역 | - 도로와 길<br>- 불투수지역(주차장, 지붕, 접근로) |
| | 주거지 및 상업지 | - 일반주택지<br>- 고층주택지<br>- 상업 및 업무지 | - 주거지(500 m² 이하)<br>- 도시지역(상업 및 사무실지역) |
| | 공업지 | - 공업용지<br>- 공업나지, 기타 | - 공업지역 |
| | 공공시설 | - 발전시설<br>- 처리장<br>- 교육군사시설<br>- 공공용지 | - 주거지역(1,000 m² 이상) |

<미국과 우리나라 토지이용분류 비교(윤용남, 2008)>

○ 유출곡선지수 기준 평가

(별권: pp.212)

- 한강하천기본계획 보고서에서 홍수량 산정을 위하여 유효우량을 산정하는 경우, 유효우량을 산정하는 다양한 방법 중에서 실무에서 가장 많이 사용하고, 토양 및 토지피복 상태를 고려하여 유효우량을 산정할 수 있는 SCS 방법을 사용
- 토지이용현황은 환경부에서 제작한 토지피복도를 이용하였으며, 한강하천기본계획에서 사용한 토지이용별 적용기준은 다음과 같음
- 보고서상의 유효유량 유출곡선지수 산정기준을 비교해본 결과, 시가화 건조지역과, 농업지역, 산림지역, 초지 및 나지지역에서

차이가 나타남

- 보고서상의 유효유량 산정기준을 비교해본 결과, 시가화 건조지역과, 농업지역, 산림지역, 초지 및 나지지역에서 차이가 나타남

| | | | 설계홍수량 산정요령 | | | | 한강하천 기본계획 | | | | 차이량 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 코드 | 대분류 | 중분류 (수문) | A | B | C | D | A | B | C | D | A | B | C | D |
| 110 | 시가화 건조지역 | 주거지역 | 77 | 85 | 90 | 92 | 89 | 92 | 94 | 95 | -12 | -7 | -4 | -3 |
| 120 | 시가화 건조지역 | 공업지역 | 81 | 88 | 91 | 93 | 81 | 88 | 91 | 93 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 130 | 시가화 건조지역 | 상업지역 | 89 | 92 | 94 | 95 | 89 | 92 | 94 | 95 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 140 | 시가화 건조지역 | 위락 시설지역 | 49 | 69 | 79 | 84 | 49 | 69 | 79 | 84 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 150 | 시가화 건조지역 | 교통지역 | 83 | 89 | 92 | 93 | 83 | 89 | 92 | 93 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 160 | 시가화 건조지역 | 공공 시설지역 | 61 | 75 | 83 | 87 | 61 | 75 | 83 | 87 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 210 | 농업지역 | 논 | 79 | 79 | 79 | 79 | 78 | 78 | 78 | 78 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 220 | 농업지역 | 밭 | 63 | 74 | 82 | 85 | 65 | 76 | 84 | 88 | -2 | -2 | -2 | -3 |
| 230 | 농업지역 | 하우스 재배지 | 76 | 85 | 89 | 91 | 76 | 85 | 89 | 91 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 240 | 농업지역 | 과수원 | 70 | 79 | 84 | 88 | 54 | 70 | 80 | 85 | 16 | 9 | 4 | 3 |
| 250 | 농업지역 | 기타재배지 | 68 | 79 | 86 | 89 | 68 | 79 | 86 | 89 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 310 | 산림지역 | 활엽수림 | 48 | 69 | 79 | 85 | 30 | 48 | 65 | 73 | 18 | 21 | 14 | 12 |
| 320 | 산림지역 | 침엽수림 | 48 | 69 | 79 | 85 | 30 | 55 | 70 | 77 | 18 | 14 | 9 | 8 |
| 330 | 산림지역 | 혼효림 | 48 | 69 | 79 | 85 | 56 | 75 | 86 | 91 | -8 | -6 | -7 | -6 |
| 410 | 초지 | 자연초지 | 30 | 58 | 71 | 78 | 49 | 69 | 79 | 84 | -19 | -11 | -8 | -6 |
| 420 | 초지 | 골프장 | 49 | 69 | 79 | 84 | 49 | 69 | 79 | 84 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 430 | 초지 | 기타초지 | 49 | 69 | 79 | 84 | 49 | 69 | 79 | 84 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 510 | 습지 | 내륙습지 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 520 | 습지 | 연안습지 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 610 | 나지 | 채광지역 | 68 | 79 | 86 | 89 | 77 | 86 | 91 | 94 | -9 | -7 | -5 | -5 |
| 620 | 나지 | 기타나지 | 77 | 86 | 91 | 94 | 77 | 86 | 91 | 94 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 710 | 수역 | 내륙수 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 720 | 수역 | 해양수 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |

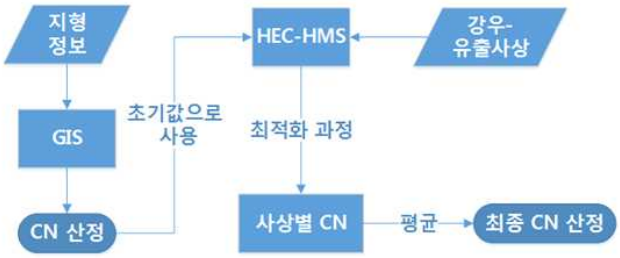
<설계홍수량 산정요령과 한강 유역의 유출곡선지수 산정기준 비교>

○ 한국형 유효강우량 산정 가이드라인
(별권: pp.210)

○ HEC-HMS를 이용한 CN 최적화
(별권: pp.211)

- 유출곡선지수만을 고려한 최적화를 위하여 도달시간과 저류상수는 고정하고 최적화를 수행
- 대상유역에 대하여 평균적인 유출곡선지수를 산정하기 위해 천황은 10개, 춘양은 5개, 장기는 4개의 강우-유출 자료를 분석
- 강우-유출 사상별로 HEC-HMS를 이용하여 최적화를 수행한 결과 대체로 초기 CN

보다 크게 나타나는 경향을 보였으며, 그 평균 CN값은 80(천왕), 65(춘양), 79(장기)로 나타남



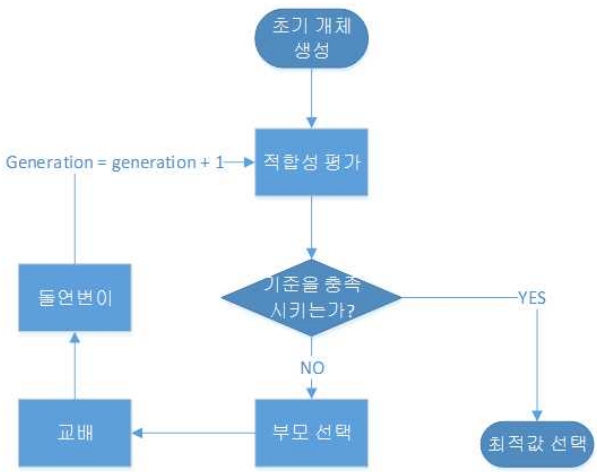

<최적화된 유출곡선지수의 산정 과정>

| | 강우 사상 | | 선행 강우 (mm) | 초기CN | 최적 CN | 강우 지속기간 (hr) | 총강우량 (mm) | 첨두유량 ($m^3/s$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 천왕 | 2009-06-09 | 2009-06-10 | 0 | 76.0 | 84.0 | 19 | 31.9 | 18.48 |
| | 2009-07-12 | 2009-07-13 | 168.2 | 76.0 | 77.0 | 26 | 131.9 | 162.04 |
| | 2009-07-13 | 2009-07-15 | 298.9 | 76.0 | 77.3 | 47 | 187.6 | 247.09 |
| | 2009-07-17 | 2009-07-18 | 320.4 | 76.0 | 83.7 | 19 | 73 | 124.73 |
| | 2010-05-17 | 2010-05-18 | 0 | 76.0 | 78.1 | 20 | 51.5 | 15.22 |
| | 2010-07-02 | 2010-07-03 | 54.6 | 76.0 | 76.3 | 17 | 58 | 27.45 |
| | 2010-07-17 | 2010-07-18 | 92.8 | 76.0 | 83.4 | 25 | 84.1 | 59.29 |
| | 2010-07-25 | 2010-07-25 | 9.8 | 76.0 | 82.3 | 18 | 36.4 | 36.22 |
| | 2010-08-29 | 2010-08-30 | 60.4 | 76.0 | 78.3 | 21 | 110 | 112.73 |
| | 2010-09-10 | 2010-09-11 | 51.0 | 76.0 | 82.2 | 20 | 127.2 | 132.5 |
| 장기 | 2007-09-01 | 2007-09-02 | 106.4 | 72.0 | 85.8 | 8 | 81 | 78.78 |
| | 2007-09-14 | 2007-09-16 | 0 | 72.0 | 76.9 | 39 | 123.2 | 118.59 |
| | 2009-07-11 | 2009-07-13 | 116.9 | 72.0 | 74.7 | 41 | 90.5 | 58.43 |
| | 2010-08-14 | 2010-08-15 | 90.7 | 72.0 | 79.6 | 19 | 107.4 | 169.78 |
| 춘양 | 2006-05-18 | 2006-05-20 | 0 | 60.0 | 64.9 | 34 | 74 | 59.19 |
| | 2006-07-01 | 2006-07-02 | 11 | 60.0 | 69.0 | 37 | 55.9 | 65.3 |
| | 2006.05.06 | 2006.05.08 | 23.3 | 60.0 | 61.5 | 46 | 156.3 | 202.6 |
| | 2008-05-28 | 2008-05-29 | 8.9 | 60.0 | 65.2 | 43 | 87 | 92.21 |
| | 2009-07-07 | 2009-07-08 | 0.3 | 60.0 | 64.6 | 46 | 152.1 | 376.84 |

<HEC-HMS를 이용한 강우사상별 최적화 결과>

○ 유전자 알고리즘을 이용한 토양형A의 CN 산정 (별권: pp.211-pp.212)

- 유전자 알고리즘은 “우수한 개체들은 살아남아 진화하고 열등한 개체들은 도태”되는 진화 과정을 통해 최적의 해를 찾은 최적화 기법

| | | |
|---|---|---|
| | | – 우리나라에 적합한 토양형별 유출곡선지수를 산정하기 위해서 유전자 알고리즘 기법을 적용하였으며, 3개의 대상유역의 목표 유출곡선지수(최적화된 평균 유출곡선지수)를 모두 만족할 수 있는 토양형 A의 유출곡선지수 산정<br>– 3개의 대상유역의 목표 유출곡선지수(최적화된 평균 유출곡선지수)를 모두 만족할 수 있는 토양형 A의 유출곡선지수를 산정하였으며, 대상유역의 목표 유출곡선지수가 동시에 최소의 오차가 나타나는 조합 산정<br>– GA를 이용한 토양형 A의 유출곡선지수를 산정하기 위하여 그림 10과 같은 흐름으로 연구를 수행<br>  <br><br><GA를 통한 토양형 A의 유출수문곡선 산정 과정><br>– 고정여부는 한강, 낙동강, 금강, 영산강의 기본계획에서 제시된 유출곡선지수 중 공통된 수치를 사용하는 유출곡선지수는 고정하였으며, 결정변수의 범위는 한강, 낙동강, 금강, 영산강의 기본계획 보고서에 제시된 유출곡선지수의 범위를 고려하였고, 토지이용의 특징을 잃지 않게 하기 위하여 설계홍수량 산정기준의 ±10의 범위로 설정 |

| code | 대분류 | 소분류 | A | B | C | D | 고정여부 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 110 | 도시 및 주거지 | 일반주택지 | 77 | 85 | 90 | 92 | |
| 120 | 도시 및 주거지 | 공업시설 | 81 | 88 | 91 | 93 | ○ |
| 130 | 도시 및 주거지 | 상업, 업무지 | 89 | 92 | 94 | 95 | ○ |
| 140 | 도시 및 주거지 | 고층주택지 | 49 | 69 | 79 | 84 | ○ |
| 150 | 도시 및 주거지 | 도로 | 83 | 89 | 92 | 93 | |
| 160 | 도시 및 주거지 | 나대지 및 인공녹지 | 61 | 75 | 83 | 87 | |
| 210 | 농지 | 경지정리답 | 79 | 79 | 79 | 79 | ○ |
| 220 | 농지 | 보통, 특수작물 | 63 | 74 | 82 | 85 | |
| 230 | 농지 | 미경지정리답 | 76 | 85 | 89 | 91 | ○ |
| 240 | 농지 | 과수원 기타 | 70 | 79 | 84 | 88 | |
| 250 | 농지 | 과수원 기타 | 68 | 79 | 86 | 89 | |
| 310 | 임지 | 활엽수림 | 48 | 69 | 79 | 85 | |
| 320 | 임지 | 침엽수림 | 48 | 69 | 79 | 85 | |
| 330 | 임지 | 혼합수림 | 48 | 69 | 79 | 85 | |
| 410 | 임지 | 자연초지 | 30 | 58 | 71 | 78 | |
| 420 | 임지 | 골프장 | 49 | 69 | 79 | 84 | ○ |
| 430 | 임지 | 인공초지 | 49 | 69 | 79 | 84 | ○ |
| 510 | 수계 | 갯벌 | 100 | 100 | 100 | 100 | ○ |
| 520 | 수계 | 염전 | 100 | 100 | 100 | 100 | ○ |
| 610 | 도시 및 주거지 | 채광지역 | 68 | 79 | 86 | 89 | |
| 620 | 도시 및 주거지 | 공업나지, 기타 | 77 | 86 | 91 | 94 | |
| 710 | 수계 | 하천 | 100 | 100 | 100 | 100 | ○ |
| 720 | 수계 | 백사장 | 100 | 100 | 100 | 100 | ○ |

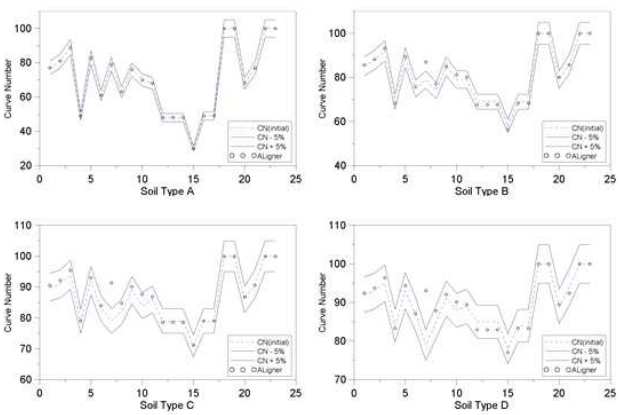
<수문학적 토양군에 따른 유출곡선지수>

- 각 유역의 최적화된 유출곡선지수(목표 유출곡선지수) 값을 산정할 수 있는 토양분류별(B, C, D) CN 값을 찾기 위하여 Enderlin and Markowitz (1962)가 제시한 CN aligner 공식을 사용

$$CN(B) = 37.8 + 0.622 \times CN(A)$$
$$CN(C) = 58.9 + 0.411 \times CN(A)$$
$$CN(D) = 67.2 + 0.328 \times CN(A)$$

<CN aligner 공식>

- 여기서 CN(A), CN(B), CN(C), CN(D)는 각각 토양형 A, B, C, D에 대한 CN 값이며, CN aligner 공식의 적용성을 평가하기 위해 설계홍수량산정요령(국토해양부, 2012a)에서 제시한 CN 값과 CN aligner 공식으로 산정한 CN 값을 비교



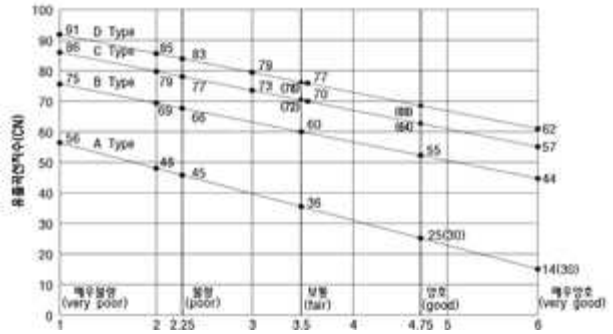

<Aligner Equation 공식의 검토>

| Code | 대분류 | 소분류 | 최적화 | | | | 차이량 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | A | B | C | D | A | B | C | D |
| 110 | 도시 및 주거지 | 일반주택지 | 83,6 | 89,8 | 93,3 | 94,6 | -6,6 | -4,8 | -3,3 | -2,6 |
| 120 | 도시 및 주거지 | 공업시설 | 81,0 | 88,0 | 91,0 | 93,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 130 | 도시 및 주거지 | 상업, 업무지 | 89,0 | 92,0 | 94,0 | 95,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 140 | 도시 및 주거지 | 고층주택지 | 49,0 | 69,0 | 79,0 | 84,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 150 | 도시 및 주거지 | 도로 | 73,3 | 83,4 | 89,0 | 91,2 | 9,7 | 5,6 | 3,0 | 1,8 |
| 160 | 도시 및 주거지 | 나대지 및 인공녹지 | 51,1 | 69,6 | 79,9 | 84,0 | 9,9 | 5,4 | 3,1 | 3,0 |
| 210 | 농지 | 경지정리답 | 79,0 | 79,0 | 79,0 | 79,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 220 | 농지 | 보통, 특수작물 | 73,0 | 83,2 | 88,9 | 91,1 | -10,0 | -9,2 | -6,9 | -6,1 |
| 230 | 농지 | 미경지 정리답 | 76,0 | 85,0 | 89,0 | 91,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 240 | 농지 | 과수원 기타 | 79,9 | 87,5 | 91,8 | 93,4 | -9,9 | -8,5 | -7,8 | -5,4 |
| 250 | 농지 | 과수원 기타 | 77,9 | 86,3 | 90,9 | 92,8 | -9,9 | -7,3 | -4,9 | -3,8 |
| 310 | 임지 | 활엽수림 | 51,5 | 69,9 | 80,1 | 84,1 | -3,5 | -0,9 | -1,1 | 0,9 |
| 320 | 임지 | 침엽수림 | 55,6 | 72,4 | 81,8 | 85,4 | -7,6 | -3,4 | -2,8 | -0,4 |
| 330 | 임지 | 혼합수림 | 54,0 | 71,4 | 81,1 | 84,9 | -6,0 | -2,4 | -2,1 | 0,1 |
| 410 | 임지 | 자연초지 | 38,5 | 61,7 | 74,7 | 79,8 | -8,5 | -3,7 | -3,7 | -1,8 |
| 420 | 임지 | 골프장 | 49,0 | 69,0 | 79,0 | 84,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 430 | 임지 | 인공초지 | 49,0 | 69,0 | 79,0 | 84,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 510 | 수계 | 갯벌 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 520 | 수계 | 염전 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 610 | 도시 및 주거지 | 채광지역 | 72,7 | 83,0 | 88,8 | 91,0 | -4,7 | -4,0 | -2,8 | -2,0 |
| 620 | 도시 및 주거지 | 공업나지, 기타 | 81,9 | 88,7 | 92,5 | 94,1 | -4,9 | -2,7 | -1,5 | -0,1 |
| 710 | 수계 | 하천 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 720 | 수계 | 백사장 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

<수문학적 토양군에 따른 분류 따른 유출곡선지수 비교>

○ 산림에 대한 유출곡선지수 평가
(별권: pp.212)

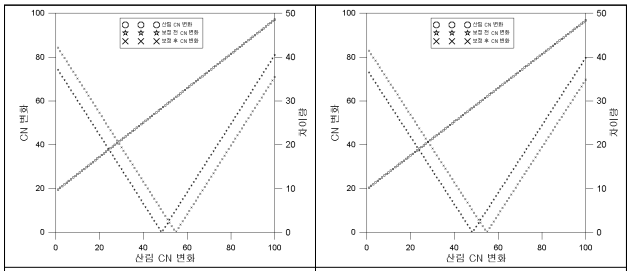
- 우리나라의 산림에 유출곡선지수는 미국 SCS의 기준을 인용하여 사용
- 수림의 경우 설계안전 차원에서 채택하고 있는 수문학적 불량(poor) 조건의 유출곡선지수가 HC = 2.25
- 산림의 유출률이 수림보다 상대적으로 높다는 점을 감안하면 HC = 2.25 이상을 채택해야 함
- 설계홍수량 산정요령에서는 현장 조사를 통하여 HC = 1 or 2를 적절하게 채택하여 사용하기를 권고하고 있고, HC = 2를 기준으로 제시하고 있음




<산림의 수문학적 조건 등급(HC)>

| | CN변화 | | | 보정전 CN과의 차이 | | | 보정후 CN과의 차이 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 산림 CN 변화 | 굴운 | 방림 | 왕성동 | 굴운 | 방림 | 왕성동 | 굴운 | 방림 | 왕성동 |
| 44 | 53.2 | 53.6 | 50.3 | 3.43 | 3.31 | 3.69 | 8.43 | 8.31 | 8.69 |
| 45 | 54.0 | 54.3 | 51.2 | 2.65 | 2.54 | 2.84 | 7.65 | 7.54 | 7.84 |
| 46 | 54.8 | 55.1 | 52.0 | 1.86 | 1.77 | 1.98 | 6.86 | 6.77 | 6.98 |
| 47 | 55.6 | 55.9 | 52.9 | 1.08 | 1.00 | 1.12 | 6.08 | 6.00 | 6.12 |
| 48 | 56.4 | 56.7 | 53.7 | 0.30 | 0.23 | 0.27 | 5.30 | 5.23 | 5.27 |
| 49 | 57.1 | 57.4 | 54.6 | 0.49 | 0.54 | 0.59 | 4.51 | 4.46 | 4.41 |
| 50 | 57.9 | 58.2 | 55.4 | 1.27 | 1.31 | 1.45 | 3.73 | 3.69 | 3.55 |
| 51 | 58.7 | 59.0 | 56.3 | 2.05 | 2.08 | 2.30 | 2.95 | 2.92 | 2.70 |
| 52 | 59.5 | 59.7 | 57.2 | 2.84 | 2.85 | 3.16 | 2.16 | 2.15 | 1.84 |
| 53 | 60.3 | 60.5 | 58.0 | 3.62 | 3.62 | 4.02 | 1.38 | 1.38 | 0.98 |
| 54 | 61.1 | 61.3 | 58.9 | 4.41 | 4.39 | 4.87 | 0.59 | 0.61 | 0.13 |
| 55 | 61.8 | 62.0 | 59.7 | 5.19 | 5.16 | 5.73 | 0.19 | 0.16 | 0.73 |
| 56 | 62.6 | 62.8 | 60.6 | 5.97 | 5.93 | 6.59 | 0.97 | 0.93 | 1.59 |
| 57 | 63.4 | 63.6 | 61.4 | 6.76 | 6.70 | 7.44 | 1.76 | 1.70 | 2.44 |
| 58 | 64.2 | 64.4 | 62.3 | 7.54 | 7.47 | 8.30 | 2.54 | 2.47 | 3.30 |
| 59 | 65.0 | 65.1 | 63.1 | 8.32 | 8.24 | 9.15 | 3.32 | 3.24 | 4.15 |

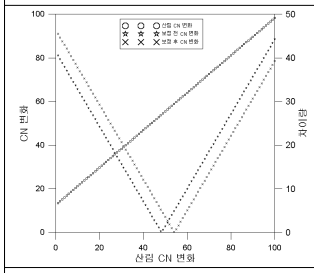
<산림의 유출곡선지수의 변화>



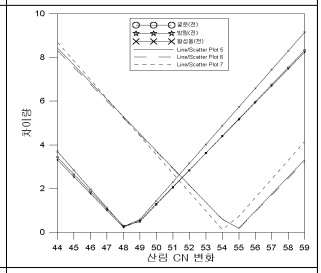

굴운




방림




왕성동




산림 CN 변화

<산림의 유출곡선지수 평가>

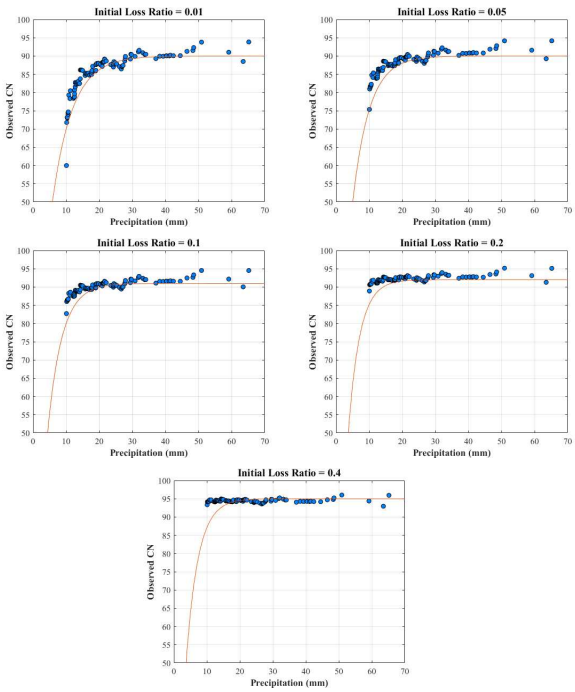
- 과거에 사용했던 산림에 대한 수문학적 조건등급 HC = 2.25에 대한 문제점을 지적하여 HC=1~2에서 사용하기를 권장하였으나, HC=1이 과다하다는 판단으로 인해 HC=2를 기준으로 설정함
- 산림에 대한 수문학적 조건등급 HC=2 를 사용하여, 유출곡선지수를 산정하였으나, 실제 강우-유출과 비교해본결과 과소산정되는 결과를 보임
- 굴운, 방림, 왕성동의 강우-유출 자료를 통하여 CN값을 보정하여 비교해본 결과 산림의 CN 값은 HC=1과 2사이의 등급이 적당하며, 그때의 CN값은 수문학적 토양군 A기준 54~55가 적당할 것으로 판단됨

- 점근 유출곡선 회귀방정식은 NRCS-CN 방법과 같은 가정 하에서 강수량에 따라 변화하는 CN값을 산정하여 유출량을 계산하는 방법임
- 강우량과 관측 CN값 사이의 관계식을 도출하여 점근 유출곡선지수 회귀식 산정
- 관측 CN값의 산정은 관측 강우-유출 자료를 이용하여 아래 식을 통해 산정

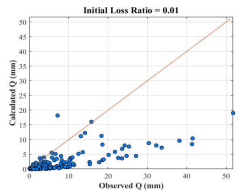
$$CN = \frac{25,400}{254 + S}$$

- Hawkins et al. (2009)는 정해지지 않은 초기손실률에 대하여 최대잠재보유수량을 산정하는 공식을 아래 식과 같이 제시

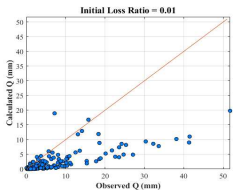
$$S = \frac{\left[2\lambda P + Q(1-\lambda) - \sqrt{Q(1-\lambda)^2 + 4\lambda QP}\right]}{2\lambda^2}$$



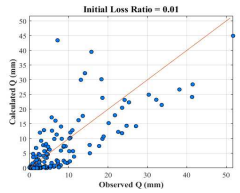

<강우(P)-유출곡선지수(CN) 관계식 (경안)>



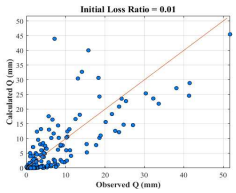

(a) M1 (R-square: 0.21)



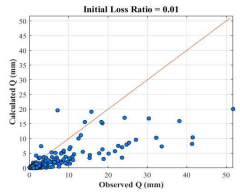

(b) M2 (R-square: 0.25)



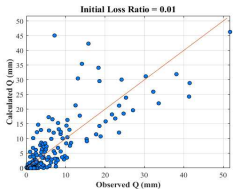

(c) M3 (R-square: 0.58)



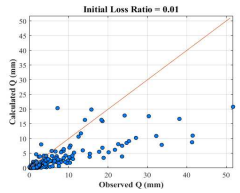

(d) M4 (R-square: 0.58)



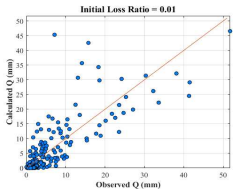

(e) M5 (R-square: 0.37)




(f) M6 (R-square: 0.59)

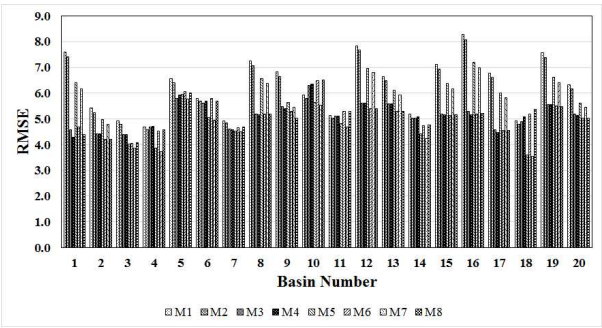



(g) M7 (R-square: 0.41)

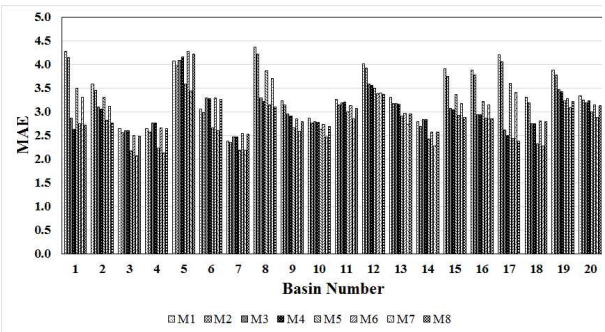



(h) M8 (R-square: 0.59)

<각 모형의 QQ plot (경안)>

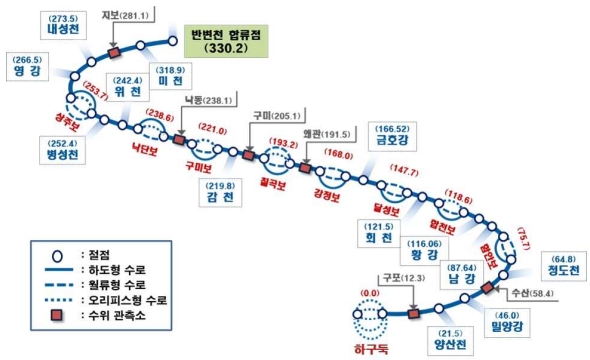


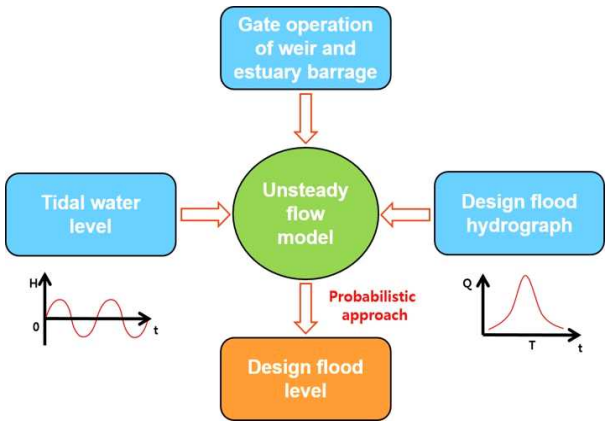

(a) RMSE



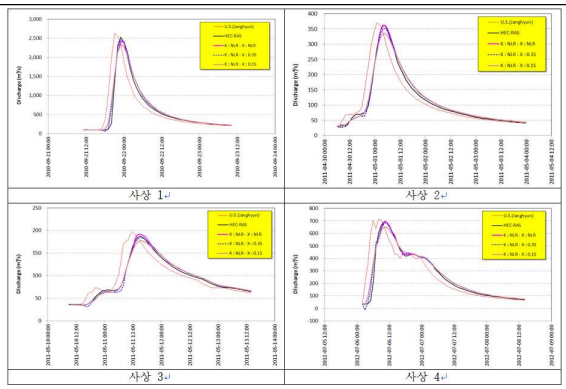

(b) MAE

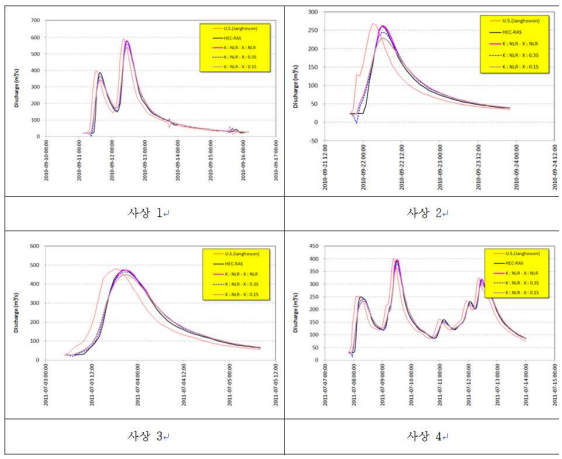
<각 유역에 대한 모형 성능 비교>

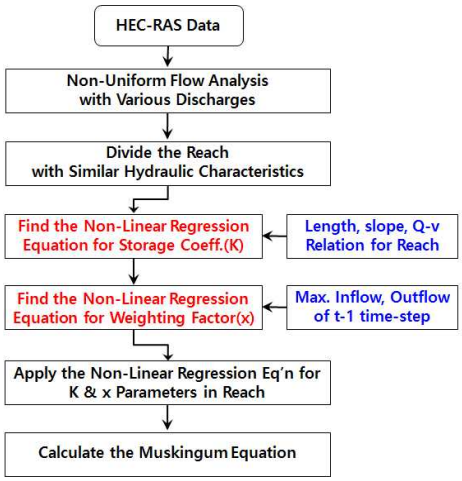
<table>
<tr>
<td rowspan="2">하도추적 및<br>홍수위 산정기술<br>개발<br>(3-4)</td>
<td>○ 낙동강 감조하천 구간의 빈도별 홍수위 산정<br><br>○ 감조 하천구간 및 배수체계에 대한 빈도별 홍수위 산정 지침서</td>
<td>○ 적용모형의 수립: 낙동강<br>(별권: pp.231-pp.235)<br>- 홍수시 하구둑 배수문 운영방안 검토<br>- 하구둑 수문 조작방안 모의를 위한 부모형 수립<br>- 낙동강 감조하천 구간에 대한 모형의 수립<br><br> 

<낙동강 구간에 대한 계산모형의 모식도><br><br>○ 조위 및 하구둑 운영조건을 고려한 빈도별 홍수위 산정 (별권: pp.235-pp.237)<br><br> 

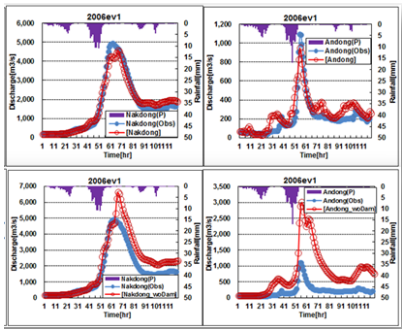
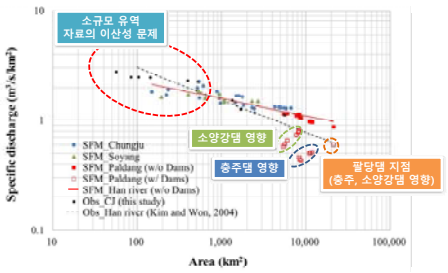
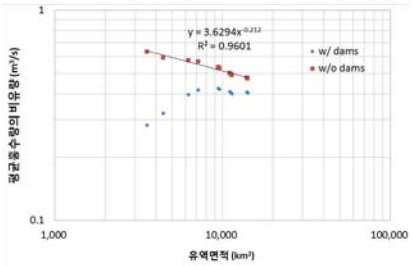
<빈도별 홍수위 산정기법></td>
</tr>
<tr>
<td>○ 대표 하도추적기법 제시 및 적용성 평가<br><br>○ 하도추적 가이드라인 제시</td>
<td>○ 섬강/청미천에 대한 하도추적기법 적용 및 적용성 검토 (별권: pp.217-pp.230)</td>
</tr>
</table>

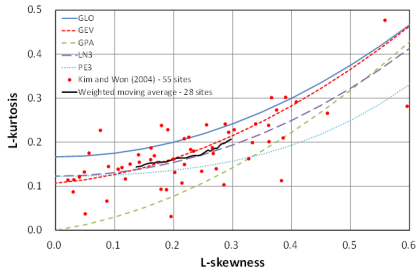
<table>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>


<섬강에 대한 적용 결과><br>


<청미천에 대한 적용 결과><br><br>
○ 하도추적을 위한 매개변수 산출 과정<br>
(별권: pp.230)<br>


<Muskingum 기법의 매개변수 산출과정>
</td>
</tr>
<tr>
<td>홍수빈도해석에 의한 설계홍수량 산정방법 일반화</td>
<td>○ 홍수량 자료의 공간확장기법 적용<br>○ 홍수빈도해석에 의한</td>
<td>○ 홍수량 자료의 공간확장기법 적용<br>(별권: pp.238-pp.242)<br>- 한강/낙동강 유역에 대하여 각각 50개 이</td>
</tr>
</table>

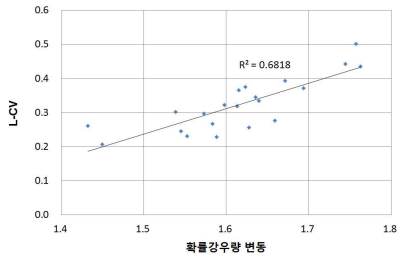
| | | |
|---|---|---|
| (3-5) | 설계홍수량 결정기법 검토<br>○ 대규모 유역의 설계홍수량 산정방안 제시<br>○ 미계측 유역을 위한 설계홍수량 산정기법 개발 및 적용 | 상의 지점들에 대한 조절/비조절 홍수자료 모의<br>  <br><조절/비조절 홍수량 모의결과><br>- 한강/낙동강 유역의 댐운영 유무에 따른 평균홍수량 경험관계 유도<br>  <br><br><한강유역><br>  <br><br><낙동강유역><br>○ 홍수빈도해석에 의한 설계홍수량 결정기법 검토 (별권: pp.243-pp.244)<br>- 지역홍수빈도해석 방법의 종류/장단점 검토<br>- 적정 확률분포형 선정기법 검토 |




< L-moment diagrams 분석>

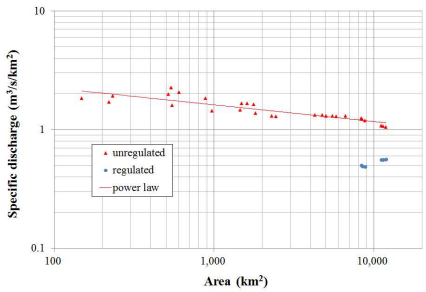
○ 대규모 유역의 설계홍수량 산정방안 제시 (별권: pp.244-pp.246)

- 지역의 동질성에 대한 검토결과, 강우의 공간적인 변동이 동질성을 설명할 수 있는 주요한 요인임을 구체적으로 증명



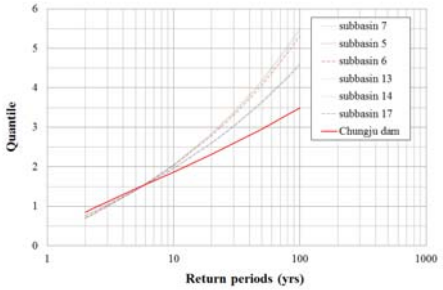

<홍수량과 강우량 변동성의 상관관계>

- 댐하류지점의 기본홍수량과 통제된 홍수량의 평균홍수량 비교결과, 유역면적이 증가함에 따라 통제된 경우의 비유량이 점차 자연홍수량에 대한 비유량에 점차 가까워지는 형태




<조절/비조절 홍수량의 유역면적과의 관계>

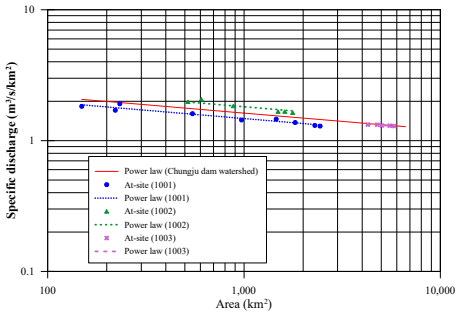
- 댐하류지점의 기본홍수량과 통제된 홍수량의 분위수 비교결과, 댐지점에서 하류로 내려올수록 분위수 경사가 감소




<조절홍수량의 분위수 변동>

○ 미계측 유역을 위한 설계홍수량 산정기법 개발 및 적용 (별권: pp.247-pp.252)

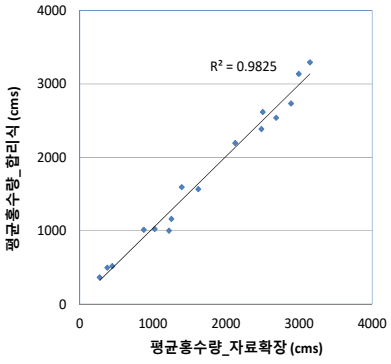
- 멱함수법칙(power law)에 대한 검증 및 지역화 경험식 제시



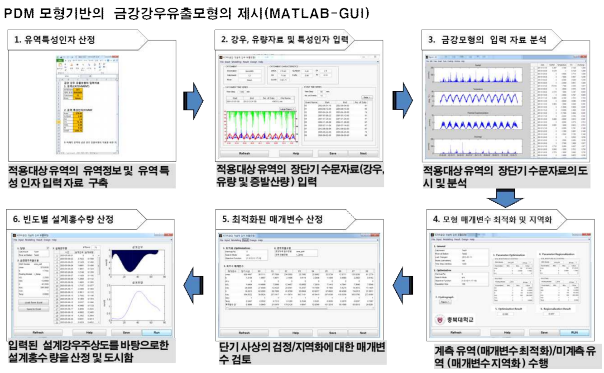

<중권역별 비유량의 거동>

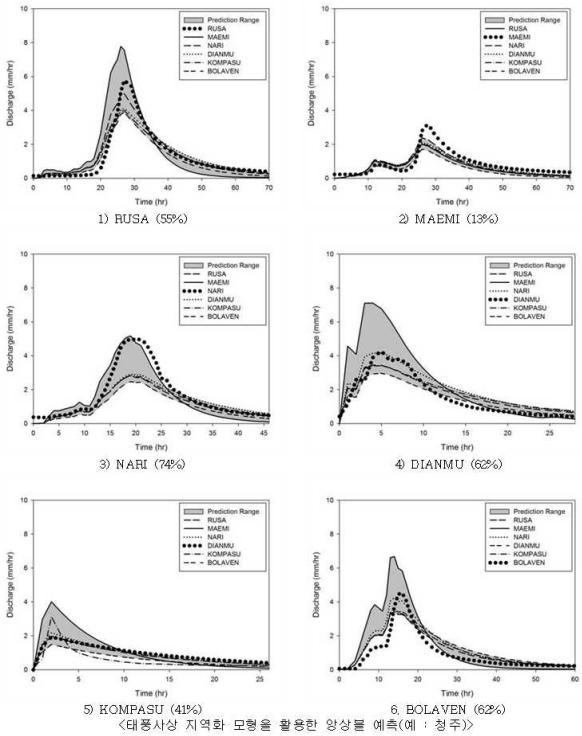
- 기후인자를 고려할 수 있는 홍수빈도모형 개발

$$Q(Y) = 0.2778 \cdot C(Y) \cdot I(tc, Y) \cdot \mathrm{A}$$




< 홍수량 도출결과 (합리식 vs. 자료확장) >

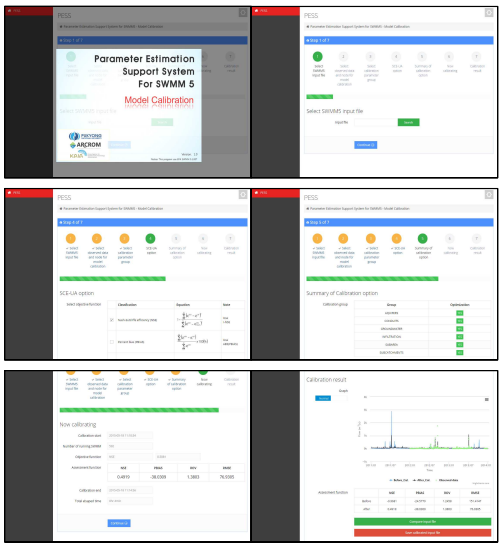
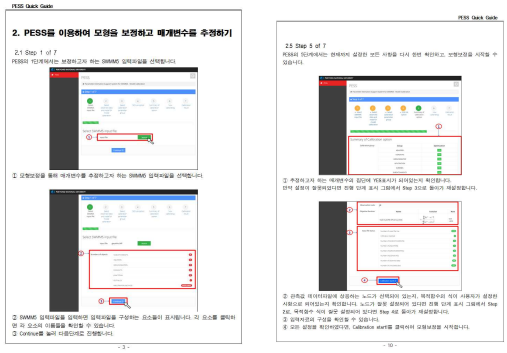
<table>
<tr>
<td>개념적 강우-유출모형을 활용한 홍수량 산정방법 개발 (3-6)<br>*6차년도: (3-1-2)</td>
<td>○ 금강 25개 유역의 태풍기간 홍수사상 검정<br>- 5차년도의 연구 성과물인 금강강우유출모형(GRR)을 금강 25개 유역 6개 태풍기간의 홍수사상에 적용하여 금강강우유출모형을 고도화하였음<br>(별권: pp.253-pp.262)<br><br>○ 태풍사상 기반 강우 유출모형 매개변수의 지역화 모형 개발<br>(별권: pp.253-pp.262)<br>- 연구유역의 개별 태풍 수문사상에 대하여, 검정 매개변수와 유역특성인자의 상관관계를 분석하였으며, 금강강우유출모형의 지역화 매개변수를 도출하였음<br>- 지역화 매개변수를 기반으로 설계홍수량 앙상블 예측을 적용하여 정도 높은 수문예측을 가능하게 하였음</td>
<td> 

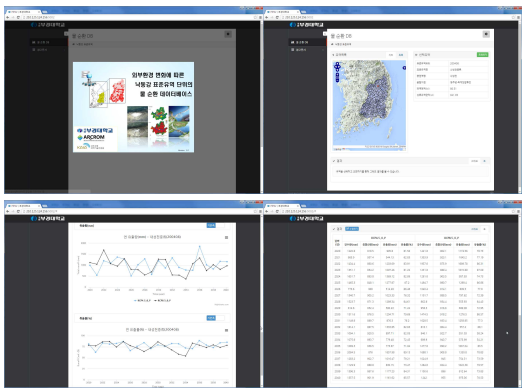
<금강 강우유출모형(GRR) 구현의 개략도><br><br> 

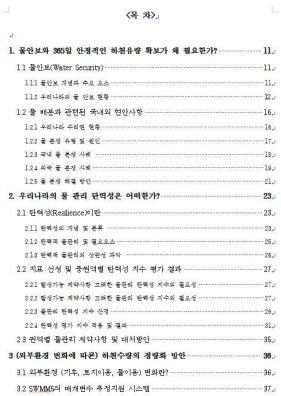
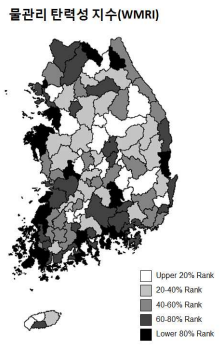
<태풍사상 지역화 모형을 적용하여 나타낸 앙상블 예측 범위></td>
</tr>
<tr>
<td>유역특성인자 및 홍수량 산정 통합시스템 구축 (3-7)</td>
<td>○ 설계회사 지원용 SW 최종 제작 및 실무자 교육<br>(별권: pp.276-pp.277)</td>
<td>○ SW 설치 및 홍수량 산정 방법 매뉴얼 작성<br>○ SW 제공시 매뉴얼 제공<br>○ 설계회사 실무자 교육실시<br>○ 수공학 워크샵 교육실시<br>○ 수공학 워크샵 교육 실시 후 지속적인 보완 및 개선사항 반영</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>○ 홍수량 산정 시스템 전국단위 확대 및 최종 적용평가<br>(별권: pp.274)</td>
<td>○ 5차년도 4개 미계측 유역 검증에 이어 3개 이상의 미계측 유역을 선정(군집결과 분석이 용이한 표준유역 선정)<br>○ 개발된 통합시스템의 검보정 기능과 군집분석 매개변수 전이 기법을 이용한 유출량 검</td>
</tr>
</table>

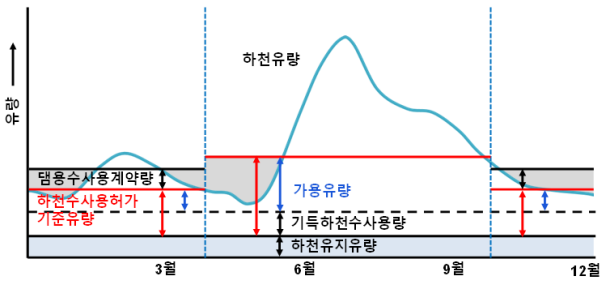
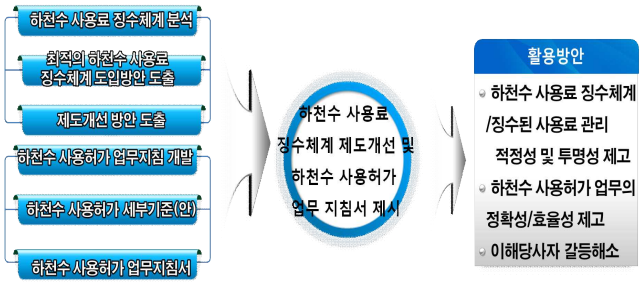
| | | |
|---|---|---|
| | | 증<br>○ 3-3세세부 유역특성인자 산정식을 적용한 유출량 비교 및 검증 |
| | ○ 세세부 연구결과 최종 반영<br>(별권: pp.275-pp.276) | ○ 3-1 설계강우 최종결과 반영<br>○ 3-1세부 최종연구성과 달성 후 반영<br>○ 3-2 면적우량환산계수의 산정 방법<br>○ 3-2세부 최종연구성과 달성 후 반영<br>○ 3-3 설계홍수량 매개변수 추정 최종결과 반영<br>○ 3-3세부 최종연구성과 달성 후 반영 |

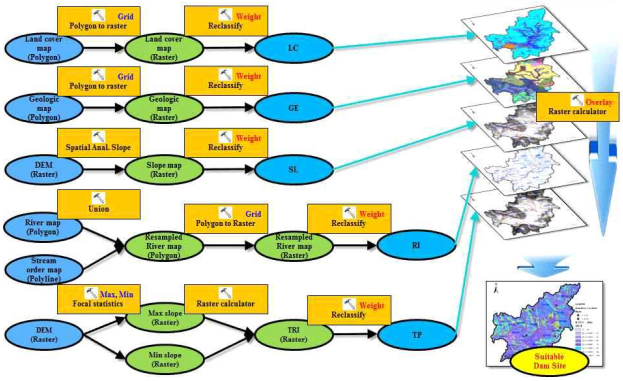
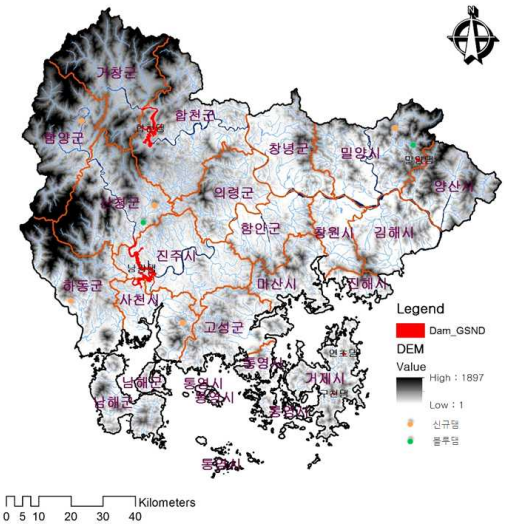
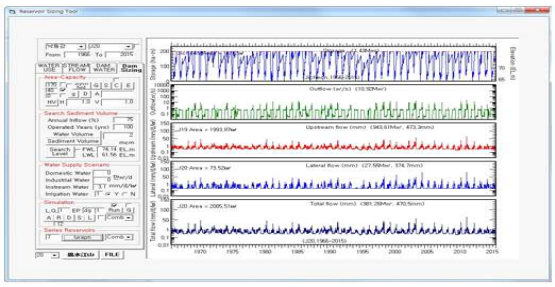
## (4) 4세부과제: 물안보 확보를 위한 하천의 탄력적 물관리 기술 개발

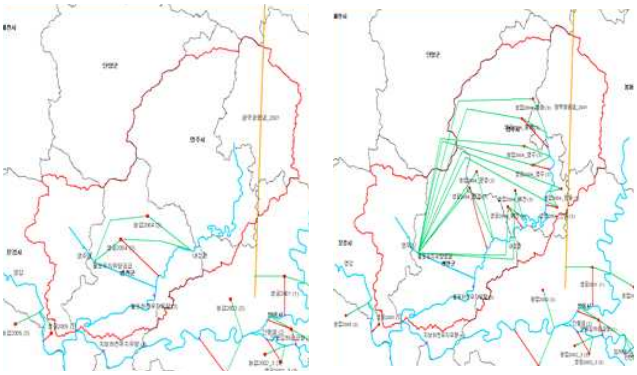
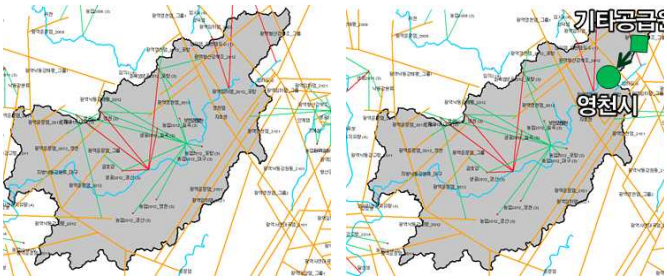
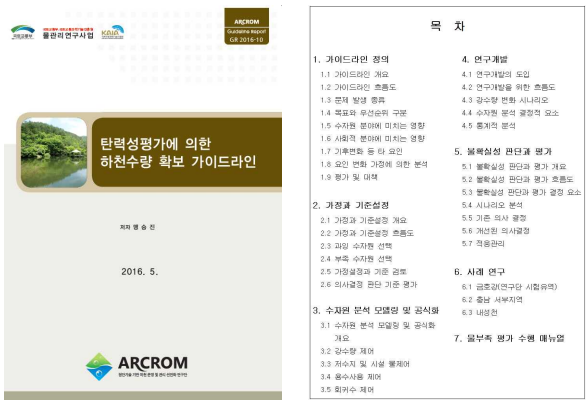
| 세부연구목표 | 연구 수행 내용 | 최종 연구 성과 |
|---|---|---|
| 외부환경 변화에 따른 하천수량 평가 방안 및 매개변수 추정 지원시스템 개발 (4-1) | ○ SWMM5의 매개변수 추정지원 시스템 개발 | ○ SWMM 5의 매개변수 추정 지원시스템 개발(별권 pp. 283-287)<br>  <br><br><SWMM5의 매개변수 추정지원 시스템 화면><br>○ SWMM 5의 매개변수 추정 지원 시스템 사용자 설명서 및 튜토리얼 작성(별권 pp. 287-288)<br>  <br><br><사용자 설명서의 내용 일부><br>○ 사용자 교육회 및 세미나 개최를 통한 소프트웨어 홍보(별권 pp. 289)<br>  <br><br><실용화 및 홍보를 위한 국·내외 교육회 및 세미나 개최> |

| | | |
|---|---|---|
| | ○ 낙동강 표준유역 단위의 물순환 DB 개발 | ○ 낙동강 표준 유역 단위의 물 순환 DB 소프트웨어 완성 (별권 pp. 289-293)<br>  <br><낙동강 표준 유역 단위의 물 순 환 DB 소프트웨어><br>○ 표준유역 단위의 물 순환 DB 소프트웨어의 서버운영 (별권 pp. 293)<br>  <br><DB 서버 설치> |
| 외부환경 변화에 따른 물 순환 복원 기술 평가 시스템 개발 (4-2) | ○ 중소유역 물 확보 계획 수립 모듈 보완 | ○ 토지이용에 따른 민감도 분석 모듈(LUSM)의 보완 (별권 pp. 299-300)<br>- 기존의 설치형 프로그램을 웹기반 프로그램으로 수정<br>- 총유량과 첨두유량의 결과를 분석하고, 검토가 어려운 타 항목은 제외시킴<br>- 유역의 민감한 순서에 따라 우선순위를 결정하고, 현재 대비 변화비율을 비교할 수 있도록 개선<br>  <br><개선된 LUSM의 결과 확인 화면><br>○ 5차년도 개발 프로그램인 물 순환 개선시설의 우선 |

<table>
<tr><td></td><td></td><td>순위 도출 모듈(WMPM)의 보완(별권 pp. 300)<br>– 대상유역 선정과 최종 우선순위 도출 과정에 수문학적 지표를 고려하여 TOPSIS 방법을 추가하여 객관적인 우선순위 결정이 가능하도록 개선<br>– 매개변수 자동추정은 4-1의 개발 성과를 적용<br>  <br><개선된 WMPM의 결과 확인 화면></td></tr>
<tr><td rowspan="2">하천유량관리 고도화 기술 시스템 개발 (4-3)</td><td>○ 탄력적 유량관리 실용화를 위한 표준화</td><td>○ 표준화 기술보고서(별권 pp. 313; 기술보고서 GR 2017-01)<br>  <br><br>  <br><br><평갈수기 탄력적 하천 유량 관리 방안 가이드라인></td></tr>
<tr><td>○ 외부환경 제약사항 및 대처방안</td><td>○ 지류 중소하천의 물관리 탄력성 평가지수 개발(별권 pp. 313-314)<br>– 내·외부 충격에 대한 물관리 안정성을 종합적으로 제시<br>  <br><br><물관리 탄력성지수 개발></td></tr>
</table>

| | | |
|---|---|---|
| | ○ 하천수관리 제도 개선 | ○ 정책제안서 보고서 작성(별권 pp. 314)<br>- 기간별 탄력적인 기준유량의 산정을 통한 관개기에 추가적인 가용수량을 확보하고 물사용 효율성 증대<br>  <br><br><탄력적인 기준유량 산정> |
| | ○ 물안보 R&D 전략 과제 도출 | ○ 재해/재난 예방, 재해/재난 예측 및 분석, NEXUS 로 세부과제를 구성하여 전략과제 도출(별권 pp. 314-315) |
| 하천수 이용환경 개선을 위한 법제 연구 (4-4) | ○ 하천수 사용허가 세부기준(안) 및 하천수 사용료 징수체계 도입방안 | ○ 하천수 사용허가 세부기준(안) 및 하천수 사용료 징수체계 도입방안 제시(별권 pp. 318-321)<br>  <br><br><하천수 사용료 징수체계 활용방안 제시> |
| 유역특성을 고려한 구조적 하천수량 확보 기술 (4-5) | ○ 지역특성을 고려한 물이용종합계획 수립 | ○ 경상남도 물이용종합계획 수립(별권 pp. 326-327)<br>- 구조적 수량확보 구조물에 대하여 중첩효과를 이용한 평가지표함수 개발 및 적용<br>- 물수지분석을 통한 지자체 구조적 수량확보 및 물이용 마스터플랜 수립 |

| | | |
|---|---|---|
| | |  <br><신규댐 평가지표함수 알고리즘><br>  <br><경상남도 물이용종합계획 평가지표함수 적용> |
| 용수수급 요소를 고려한 비구조적 하천 수량 확보 기술 연구 (4-6) | ○ 농업용 저수지 운영률을 적용한 갈수기 시험유역 하천유량 평가 | ○ 하천유량 모의시스템 개선(별권 pp. 332-334)<br>- 하천수량을 기존 하천수량의 8%증가시킴<br>  <br><하천유량 모의시스템> |
| 탄력성 평가에 의한 하천수량 확보 가이드라인 개발 | ○ 대상유역 수자원 확보량 DB 인벤토리 구축 | ○ 금호강, 내성천 및 충남지역을 대상으로 물수급 분석을 통한 탄력적 수량확보 방안에 대해 분석(별권 pp. 341-345) |

| | | |
|---|---|---|
| | |  <br><물수급 분석 방법의 개선방안 제시> |
| (4-7)<br>*6차년도:<br>(4-3-1) | ○ 대상유역의 고밀도 하천수량 분석 | ○ 물부족지역의 주변에 확보된 수량을 활용하여 물부족 해소 분석 방법 제시(별권 pp. 345-346)<br>  <br><고밀도 하천수량 분석 수행> |
| | ○ 탄력성 평가 가이드라인 적용 및 개선 | ○ 총 7개의 장과 41개절로 구분하여 가이드라인을 개발(별권 pp. 341; 가이드라인 GR 2016-10)<br>  <br><탄력성평가에 의한 하천수량 확보 가이드라인> |

## (5) 5세부과제: 정성·정량적 성과관리에 관한 연구

| 세부연구목표 | 연구 수행 내용 | 최종 연구 성과 |
|---|---|---|
| 정성 · 정량적 성과관리에 대한 연구 (5-1) | ○ 정성 · 정량적 성과관리에 관한 연구 | ○ 정성적 성과에 대한 평가기준의 마련 (별권 pp. 366)<br>○ 분기별 정량적 성과관리 (별권 pp. 358-365)<br>○ 하천기술실증 · 실용화센터 운영 및 국가기준서 개정(안) 상정 (별권 pp. 417; 별권 474-477)<br>○ 연구성과 도서 제작 및 발간 (별권 pp. 413-422)<br>○ 연구단 자료 관리를 위한 웹하드 운영 (별권 pp. 405-407)<br>○ 연구단 자료공유시스템(K-water D/B에서 창원대학교로 이관) 업데이트 및 배포 (별권 pp. 400-404)<br>○ 국영문 홈페이지의 지속적인 자료 업데이트를 통한 연구자료관리 체계 마련 (별권 pp. 408-411)<br>○ 국영문 혼용 브로셔 재개정 (별권 pp. 461-466)<br>○ 연구단 조직관리(인적, 연구비, 인구비 집행) 파악 및 관리 (별권 pp. 423-426)<br>○ 전시부스 운영 및 연중행사 진행 (별권 pp. 467-473; 별권 pp. 439-441)<br>○ 연구단 온라인 뉴스레터를 통한 홍보 (별권 pp. 441-460) |
| | ○ 하천설계기준 개정 추진 | (별권 pp. 478-482)<br>○ 하천설계기준 개정(안)에 설문조사<br>○ 하천설계기준 개정(안)관련 전문가 자문<br>○ 하천설계기준 개정(안) 유관기관 협의<br>○ 하천설계기준 개정(안) 국가건설기준센터 협의<br>○ 하천설계기준 개정(안) 국가건설기준센터 상정 |
| 국산 유속계 검증 및 실용화를 위한 유속계 실용화 (5-1-1) | ○ 국산 유속계 검증 및 제품화를 위한 유량조사사업단 위탁과제 | (별권 pp. 483-490)<br>○ 유량조사사업단과의 MOU 체결<br>○ 유량조사사업단 전문가 자문 및 시연회<br>○ 유량조사사업단 국산유속계 시제품 활용<br>○ 유량조사사업단과의 현장 검증 실험 수행 |
| 연구단 사업의 성과분석 및 기술의 경제성 평가 (5-1-2) | ○ 연구단 사업의 성과분석 및 기술의 경제성 평가를 위한 위탁과제 | (별권 pp. 491-498)<br>○ 연구단 사업구조 및 체계 분류<br>○ 연구단 종합 성과현황 분석<br>○ 연구단 사업분석체계 점검 및 진단<br>○ 연구단 종합성과지수 분석<br>○ 연구단 성과목표달성도 분석<br>○ 과학적 성과분석<br>○ 기술적 성과분석<br>○ 공공적 성과분석 |

# 4. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

## 가. 목표 달성도

(1) 1세부과제: 대하천 친환경시설물 및 하도 유지관리 기술 개발

| 성과 목표 (세세부제목) | 개발 목표 항목 (최종성능 목표) | 전체 항목에서 차지하는 비중 (%) | 세계최고 수준 보유국/ 보유기업 | 연구개발 전 국내수준 | | 개발 목표 달성도 (%) | | | | | | 달성도 평가 방법 (측정방법) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 성능수준 | 성능수준 | | 1차 년도 | 2차 년도 | 3차 년도 | 4차 년도 | 5차 년도 | 6차 년도 | |
| | | | | 전 | 후 | | | | | | | |
| 유역침식을 고려한 하도 안정화 기술 개발 (1-1) | 하도안정화 관리 지침서 보완 및 개발 모형 매뉴얼 (2건) | 33 | 미국/USGS 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | - | - | - | 50 | 70 | 100 | 전문가 검증에 따른 사용성 평가 |
| | 유사발생 Risk map (낙동강 유역) | 33 | 미국/USACE 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | 10 | 25 | 55 | 80 | 90 | 100 | 활용성 평가 |
| | 환경창 수립 (16건) | 33 | 미국/USACE 기술선도 | 기술 전무 | 기술 자립 | 10 | 25 | 50 | 70 | 90 | 100 | 환경창 관련 특허출원 및 전문가 검증 |
| 사주발생제어 및 저수로 안정화 기술 개발 | 저수로 안정화를 위한 구조적대책 방안 제시 | 100 | 유럽/Deltares 미국/USGS | 기술 의존 | 기술 자립 | 10 | 25 | 50 | 70 | 90 | 100 | 지침서의 완성도 평가점수 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1-2) | | | 기술선도 | | | | | | | | | |
| 하도안정화를 위한 유역침식 제어기술 개발 (1-3) | 유역유사 예측 및 유사관리 가이드라인 | 100 | 미국/유럽 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | - | 30 | 70 | 100 | | | 토양유실 제어기법 평가 및 적용 오차율 비교 |
| 다기능보 배사 효율 극대화 및 하류 세굴 방지 방안 연구 (1-4) | 다기능보 상하류 하상변동 영향 저감 방안 제시 및 적절한 바닥 보호공 길이 산정 공식 제시 | 80 | 유럽/CIRIA 기술선도 | 기술 전무 | 기술 자립 | 10 | 20 | 40 | 65 | 90 | 100 | 전문가 평가에 의한 지침서 구성의 적정성 및 활용성 평가 |
| 하천시설관리 최적화 기술개발 (1-5) | 하천 수리해석 기술 | 25 | 미국/USGS 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | | 10 | 30 | 60 | 80 | 100 | 실측값과 모의값 비교 오차율 10% 이내 |
| | 친수시설 안정성 평가 기술 | 25 | 기술전무 | 기술 전무 | 기술 선도 | | 10 | 30 | 60 | 80 | 100 | 테스트베드 내 홍수터에서의 친수시설 안정성 평가 지수 DB 구축 현황 |
| | 어도 이용효율 평가 기술 | 25 | 미국/NOAA 기술자립 | 기술 의존 | 기술 자립 | | 10 | 30 | 60 | 80 | 100 | 테스트베드 내 어도에서의 이용 효율 평가 지수 DB 구축 현황 |
| | 첨단계측 기술(GPS | 25 | 프랑스/Ar | 기술 | 기술 | | 10 | 20 | 40 | 70 | 100 | 특허 출원 및 실용화 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 부자) | | go<br>기술자립 | 자립 | 선도 | | | | | | | |
| 하도<br>안정화를<br>고려한<br>홍수량<br>조절시설<br>최적<br>설계기술<br>개발(1-6) | 홍수량 조절시설<br>최적 운영 및<br>유지관리<br>가이드라인(안) | 50 | 기술전무 | 기술<br>전무 | 기술<br>자립 | 10 | 25 | 50 | 70 | 80 | 100 | 전문가 검증 |
| | 합류부 하도변화<br>분석 및 안정화<br>가이드라인(안) | 50 | 미국/USG<br>S<br>기술선도 | 기술<br>의존 | 기술<br>자립 | 10 | 25 | 50 | 70 | 80 | 100 | 완성도 및 적용성 |
| 하천시설물<br>운영을<br>고려한<br>하천진단<br>시스템<br>개발(1-7) | 하천진단시스템<br>기능테스트 통과율<br>100% | 100 | 미국/USG<br>S<br>기술선도 | 기술<br>의존 | 기술<br>자립 | - | - | - | - | 95 | 100 | 기능테스트 성공률<br>=<br>성공한기능테스트/전<br>체기능테스트 |

## (2) 2세부과제: 첨단기술 기반 하천계측 및 운영 기술 개발

| 성과 목표 (세세부제목) | 개발 목표 항목 (최종성능 목표) | 전체 항목에서 차지하는 비중 (%) | 세계최고 수준 보유국/ 보유기업 | 연구개발 전 국내수준 | | 개발 목표치 (%) | | | | | | 달성도 평가 방법 (측정방법) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 성능수준 | 성능수준 | | 1차 년도 | 2차 년도 | 3차 년도 | 4차 년도 | 5차 년도 | 6차 년도 | |
| | | | | 전 | 후 | | | | | | | |
| 휴대용 초음파 유속계의 사용자 인터페이스 개발 및 성능 검증 (2-1) | 기지의 유량대비 정확도 95% 이상 | 100 | 미국 /SONTEK 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | - | - | 50 | 70 | 90 | 100 | 기지의 유량 지점에서 10회 이상 측정하여 정확도 평균값 |
| 첨단기술을 이용한 하천 조사기술 개발 (2-2) | 첨단기술을 이용한 하천계측 기술의 효율성 척도 2배 이상 증가 및 공인측정자료 대비 오차율 5% 이하 | 100 | 미국/USGS 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | 10 | 50 | 75 | 100 | - | - | 측정장비와 자료 송수신 및 관리에 대한 네트워킹 프로시저를 적용하여 취득한 하천정보와 공인된 측정 성과와의 비교 |
| Smart River 정보관리 기술 개발 | 통합하천정보 시스템 연계 오차율10% 및 운영지침 달성률 | 100 | 미국 /CUAHSI 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | 10 | 25 | 50 | 70 | 100 | - | 타 물관련시스템과 연계 구동 자료 처리 시도 대비 오류 횟수 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (2-3) | 90% | | | | | | | | | | | 통합운영지침 제시 여부 |
| 하천정보 분석 모델 및 예경보 시스템 개발 (2-4) | 하천정보 예보 결과 오차율 | 50 | 미국/USGS 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | 30 | 50 | 70 | 80 | 95 | 100 | 시스템 예보 및 분석 결과와 실측값과의 오차비교 |
| | 대하천 수질사고 경보시스템 해석모델 오차율 | 50 | | 기술 의존 | 기술 자립 | - | - | - | 50 | 80 | 100 | 대하천 수질사고 경보시스템 해석모델 결과와 실측값과의 오차 비교 |
| 첨단기술 기반의 지능형 하천정보 제공 시스템 개발 (2-5) | 일일단위의 하천정보 예보 정보 생성 및 대시민 서비스 제공 | 100 | 미국/USGS 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | 30 | 50 | 70 | 80 | 95 | 100 | 하천정보 예보를 위한 일단위 자료 생성 및 모바일 서비스 정상 작동 유무 확인 |
| 하천관리기술 검증을 위한 통합테스트베드 운영관리 (2-6) | 통합테스트베드 지형현황 조사(3차원 지형정보) | 40 | 미국/USGS 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | - | 10 | 40 | 60 | 80 | 100 | 자료의 해상도 |
| | 통합테스트베드 자료구축 (유량 유속 수질 유사량 등 다양한 수리량 측정) | 60 | | | | - | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 하천관리 기술개발을 위한 현장 실측자료 취득률 |
| 실내외 겸용 휴대용 | 유속측정 정확도 | 100 | 미국 /SonTek | 기술 의존 | 기술 자립 | - | - | 35 | 70 | 85 | 100 | 공인기관 유속검정 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 스마트 초음파 유속계 개발 (2-7) | | | 기술선도 | | | | | | | | | |
| 휴대용 표면영상유속계 시스템 개발 (2-8) | 성능 시험 | 100 | 일본 /고베 대학 기술선도 | 기술 의존 | 기술 선도 | - | - | 30 | 70 | 90 | 100 | 성과점검기준표의 “측정방법”을 이용하여 작성 |
| 하천계측 유량의 불확도 산정 소프트웨어 개발 (2-9) | ADCP 불확도 요인 분석 | 100% | 미국 /WMO, IAHR 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | - | - | - | 50 | 100 | 100 | 불확도 요인 분석(15개 중 15개) |

## (3) 3세부과제: 한국형 수문량 분석 선진화 기술 개발

| 성과 목표 (세세부제목) | 개발 목표 항목 (최종성능 목표) | 전체 항목에서 차지하는 비중 (%) | 세계최고 수준 보유국/ 보유기업 | 연구개발 전 국내수준 | | 개발 목표 달성도 (%) | | | | | | 달성도 평가 방법 (측정방법) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 성능수준 | 성능수준 | | 1차 년도 | 2차 년도 | 3차 년도 | 4차 년도 | 5차 년도 | 6차 년도 | |
| | | | | 전 | 후 | | | | | | | |
| 설계강우의 결정방법 개발 (3-1) | 지역빈도해석 기반 확률강우량 | 70 | 영국 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | | 25 | 50 | 70 | 90 | 100 | 수자원 전문가 평가 및 설문조사 |
| | 설계강우의 시간분포 | 30 | 미국 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | | 25 | 50 | 70 | 90 | 100 | 수자원 전문가 평가 및 설문조사 |
| 설계강우의 ARF 및 공간분포 산정방법 개발 (3-2) | 전국 4개 권역의 호우중심형 ARF 산정 | 100 | 미국 유럽/ 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | - | 10 | 30 | 60 | 80 | 100 | 면적고정형 ARF와의 비교를 통한 검증 |
| 설계홍수량 산정방법 개발 (3-3) | 단위도 유도 모델의정확성 및 적합성 | 6% | 미국/USGS 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | | 90% | | | | | 기존 분석된 자료와 모의값오차비교 |
| | 유효우량 산정기법 국내외 현황조사 | 6% | 미국/USGS 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | | 90% | | | | | 기존자료와 조사분석 오차비교 |
| | 강우-유출자료 문제점 분석, DB구축 | 6% | 미국/USGS 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | | 90% | | | | | 기존자료와 모의값 오차 비교 |
| | 합성단위도 매개변수 지역화 | 6% | 미국/USGS 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | | | 90% | | | | 매개변수 산정결과와 실측자료와의 오차 비교 |
| | 강우-유출자료 검증 | 6% | 미국/USGS | 기술 | 기술 | | | 90% | | | | 분석제외대상 유역 및 오류 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 및 DB구축 | | 기술선도 | 의존 | 자립 | | | | | | | 검증 |
| | 유효우량 산정기법 평가 및 문제점 도출 및 분석 | 6% | 미국/USGS 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | | | 90% | | | | 기존분석된 자료와 모의값오차비교 |
| | 합성단위도 매개변수 지역화 | 10% | 미국/USGS 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | | | | 90% | | | 기존분석된 자료와 모의값오차비교 |
| | 유효우량 산정기법 평가 및 문제점 도출 및 분석 | 10% | 미국/USGS 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | | | | 90% | | | 기존분석된 자료와 모의값 오차비교 |
| | 설계강우의 임계지속기간 결정 방법 오차율 10%미만 | 10% | 미국/USGS 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | | | | | 95% | | 기존 분석된 자료와 모의 값 오차 비교 |
| | 실무자들을 위한 가이드라인 작성 | 10% | 미국/USGS 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | | | | | 95% | | 기존 자료와 조사분석 및 모의 값 오차 비교 |
| | 설계강우를 고려한 설계홍수량 산정기법 평가 | 12% | 미국/USGS 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | | | | | | 90% | 실측 홍수량 산정 홍수량 비교 |
| | 설계홍수량 산정지침 제시 | 12% | 미국/USGS 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | | | | | | 90% | 자문의견 또는 설문지 |
| 하도추적 및 홍수위 산정기술 개발 (3-4) | 하도홍수추적 기법 가이드라인 작성 | 37 | 미국/USGS 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | - | 25 | 50 | 75 | 100 | - | 홍수사상별 오차 비교 |
| | 조위 및 하구둑 운영조건을 고려한 빈도별 홍수위 산정 | 63 | 미국/FEMA 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | - | 25 | 50 | 75 | 100 | - | 홍수위 산정의 적정성 및 기존 방법과의 차별성을 평가 |
| 홍수빈도해석에 의한 설계홍수량 산정방법 | 통계학적 홍수빈도해석 | 50 | 영국/CEH 기술선도 | 기술 의존 | 기술 선도 | - | 25 | 50 | 75 | 100 | - | 홍수빈도해석 기반 설계홍수량 결정기법 적용결과의 신뢰도 평가 |
| | 빈도홍수량 지역화 | 50 | 영국/CEH | 기술 | 기술 | - | 25 | 50 | 75 | 100 | - | 한강/낙동강 유역의 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 일반화<br>(3-5) | | | 기술선도 | 전무 | 자립 | | | | | | | 수문모형을 이용한 홍수량 공간확장 결과 검증 |
| 개념적 강우-유출모형을 활용한 홍수량 산정방법 개발<br>(3-6) | 태풍사상 검정 매개변수의 지역화 모형 개발 | 100 | 영국/CEH 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | - | 10 | 25 | 50 | 70 | 100 | 실측 홍수량과 산정 홍수량 비교<br>(보고서 : 그림, 표) |
| 유역특성인자 및 홍수량 산정 통합시스템 구축<br>(3-7) | 홍수량 산정 통합시스템의 전국단위 확대 적용 및 최종평가 | 40 | 영국/Natural Environment Research 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | | 10 | 10 | 20 | 30 | 30 | 실측 홍수량과의 비교를 통한 R2, NSE 지수 적용성 평가 |
| | 홍수량 산정 통합시스템 보완 및 세세부 연구결과 최종반영 | 40 | 영국/Natural Environment Research 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | | 10 | 10 | 20 | 30 | 30 | 세세부 결과를 홍수량 산정 프로그램에 DB로 구축하여 구축된 DB 보고서 작성, 세세부 결과를 반영한 홍수량 산정 결과 비교 그래프 제시 |
| | 설계회사 지원용 SW 제작 및 실무자 교육 | 20 | 영국/Natural Environment Research 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | | 10 | 10 | 20 | 30 | 30 | 워크샵을 실시하여 설문조사 및 워크샵 진행 자료로 목표 검증 |

## (4) 4세부과제: 물안보 확보를 위한 하천의 탄력적 물관리 기술 개발

| 성과 목표 (세세부제목) | 개발 목표 항목 (최종성능 목표) | 전체 항목에서 차지하는 비중 (%) | 세계최고 수준 보유국/ 보유기업 | 연구개발 전 국내수준 | | 개발 목표 달성도 (%) | | | | | | 달성도 평가 방법 (측정방법) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 성능수준 | 성능수준 | | 1차 년도 | 2차 년도 | 3차 년도 | 4차 년도 | 5차 년도 | 6차 년도 | |
| | | | | 전 | 후 | | | | | | | |
| 외부환경 변화에 따른 하천수량 평가 방안 및 매개변수 추정 지원시스템 개발 (4-1) | SWMM5의 매개변수 추정지원 시스템 | 40 | 미국/CHI 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | - | 10 | 30 | 60 | 90 | 100 | SWMM 5의 매개변수 추정지원 시스템 완성도 |
| | 낙동강 표준유역단위의 물순환 DB 소프트웨어 | 30 | 미국/EPA 기술자립 | 기술 전무 | 기술 자립 | - | 10 | 40 | 60 | 90 | 100 | 낙동강 표준유역 단위의 DB 소프트웨어 완성도 |
| | 중소유역 물 순환 복원 계획 수립 지원 시스템 | 30 | 미국/EPA 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | - | - | - | - | 90 | 100 | 중소유역 물 순환 복원 계획 수립 지원 시스템 완성도 |
| 외부환경 변화에 따른 물 순환 복원 기술 평가 시스템 개발 (4-2) | 중소유역 물 확보 계획 수립을 위한 모듈 개발 | 100 | 미국/CHI, EPA SWMM-info, BMPDSS 기술선도 | 기술 전무 | 기술 자립 | - | 20 | 60 | 80 | - | - | 중소유역 물 확보 계획 수립을 위한 모듈의 완성도 |
| 하천유량관리 고도화 기술 | 탄력적 유량관리 표준화 공감대 | 40 | 미국 /기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | 10 | 25 | 50 | 70 | 90 | 100 | 보고회/결과보고서 |
| | 발생가능 제약사항 | 40 | 미국 | 기술 | 기술 | 10 | 20 | 50 | 70 | 90 | 100 | 보고서 제시 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 시스템 개발 (4-3) | 조사 및 맞춤형 대처기법 제시 | | /기술선도 | 의존 | 자립 | | | | | | | |
| | 하천수 사용량 및 허가제도 개선을 위한 정책 제안 | 10 | 미국 /기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | 10 | 20 | 50 | 70 | 90 | 100 | 정책제안서 |
| | 물안보 R&D 전략과제 도출 | 10 | 미국 /기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | 10 | 20 | 50 | 70 | 90 | 100 | 미래전략 R&D 보고서 |
| 하천수 이용환경 개선을 위한 법제 연구 (4-4) | 징수체계의 이론적 근거의 실효성 및 효과성 80점 이상 | 55 | 미국 /기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | - | 10 | 50 | 95 | - | - | 전문가 및 실무자 평가 |
| | 세부기준과 하천법의 법리적 정합성 100% | 45 | 미국/일본 /기술선도 | 기술의 존 | 기술자 립 | - | 10 | 50 | 90 | - | - | 실무부처 및 실무자의 평가 |
| 유역특성을 고려한 구조적 하천수량 확보 기술 (4-5) | 구조물 평가지표함수 개발 | 22.5 | - | 기술 전무 | 기술 자립 | - | 10 | 20 | 40 | 70 | 100 | 구조적 수량확보 구조물에 대하여 중첩효과를 이용한 평가지표함수 개발 |
| | 국가 및 지자체 수자원 계획 신규 및 수정(안) 제안 | 22.5 | 미국/유럽 등 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | - | 10 | 20 | 40 | 70 | 100 | 국가 및 지자체 수자원 계획 검토를 통한 신규 및 수정안 1건 이상 제안 |
| | 지역특성을 고려한 물이용종합계획 수립 | 28 | 미국/유럽 등 기술선도 | 기술 자립 | 기술 자립 | - | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 지자체의 수리, 수문, 환경 등의 특성을 반영한 물이용 마스터플랜 수립 |
| | 비구조적 물관리 기술 성과의 실용화 | 27 | 일본/미국 기술의존 | 기술 의존 | 기술 자립 | - | 10 | 30 | 50 | 70 | 100 | 시험 농업용 저수지 관리지사에 물관리 기술 이전 실시 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 용수수급 요소를 고려한 비구조적 하천 수량 확보 기술 연구 (4-6) | 농업용저수지 운영률에 의한 갈수기 시험유역 하천유량 확보 | 50 | 일본/미국 기술의존 | 기술 의존 | 기술 자립 | - | 20 | 40 | 65 | 90 | 100 | 기준수량 대비 확보량 2% 이상 |
| | 농업용저수지 운영률에 의한 갈수기 시험유역 하천유량 확보 | 50 | 일본/미국 기술의존 | 기술 의존 | 기술 자립 | - | 20 | 20 | 25 | 25 | 10 | 기준수량 대비 확보량 2% 이상 |
| 탄력성 평가에 의한 하천수량 확보 가이드라인 개발 (4-7) | 수자원 확보량 분석 | 20 | 미국/유럽 등 기술선도 | 기술 자립 | 기술 자립 | 20 | 40 | 60 | 70 | 100 | - | 물수급 분석을 통한 부족량 산정 후 4-5, 4-6세세부에서 제시한 확보량 반영 분석 여부 |
| | 수자원 공급 가능량 분석 | 20 | 미국/유럽 등 기술선도 | 기술 자립 | 기술 자립 | 20 | 40 | 60 | 70 | 100 | - | 물수급 분석 결과에서 확보량 반영 후 결과 |
| | 수자원 시설물 구성 | 20 | | 기술 자립 | - | 30 | 50 | 70 | 90 | 100 | - | 물수급 분석시 수자원 시설물 반영 여부 |
| | 물수급 평가 | 40 | 미국/일본/ 호주/중국 등 기술선도 | 기술 의존 | 기술 자립 | 50 | 60 | 70 | 90 | 100 | - | 물수급 분석 후 수자원 부족/잉여량 제시 |

## 나. 관련 분야 기여도

### (1) 1세부과제: 대하천 친환경시설물 및 하도 유지관리 기술 개발

| 성과목표<br>(세세부제목) | 최종 개발기술 목표<br>(최종성능 목표) | 연구개발 후<br>관련분야 기여도 |
|---|---|---|
| 유역침식을 고려한 하도 안정화 기술 개발 (1-1) | 하도안정화 관리 지침서 및 개발 모형 매뉴얼 | 기술 자립 |
| | 유사발생 Risk map | 기술 선도 |
| | 한국형 환경창 | 기술 자립 |
| 사주발생제어 및 저수로 안정화 기술 개발 (1-2) | 저수로 안정화를 위한 구조적대책 방안 제시<br>저수로 안정화 관리지침서 개발 | 기술 선도 |
| 하도안정화를 위한 유역침식 제어기술 개발 (1-3) | 유역유사 예측 및 유사관리 가이드라인 | 기술 자립 |
| 다기능보 배사 효율 극대화 및 하류 세굴 방지 방안 연구 (1-4) | 다기능보 상하류 하상변동 영향 저감 방안 제시 및 적절한 바닥 보호공 길이 산정 공식 제시 | 기술 자립 |
| 하천시설관리 최적화 기술개발 (1-5) | 하천 수리해석 기술 | 기술자립 |
| | 친수시설 안정성 평가 기술 | 기술선도 |
| | 어도 이용효율 평가 기술 | 기술자립 |
| | 첨단계측 기술(GPS 부자) | 기술선도 |
| 하도 안정화를 고려한 홍수량 조절시설 최적 설계기술 개발(1-6) | 홍수량 조절시설 최적 운영 및 유지관리 가이드라인(안) | 기술자립 |
| | 합류부 하도변화 분석 및 안정화 가이드라인(안) | 기술자립 |
| 하천시설물 운영을 고려한 하천진단 시스템 개발(1-7) | 하천진단시스템 기능테스트 통과율 100% | 기술 자립 |

## (2) 2세부과제: 첨단기술 기반 하천계측 및 운영 기술 개발

| 성과목표<br>(세세부제목) | 최종 개발기술 목표<br>(최종성능 목표) | 연구개발 후<br>관련분야 기여도 |
|---|---|---|
| 휴대용 초음파 유속계의 사용자 인터페이스 개발 및 성능 검증<br>(2-1) | 국산 초음파 유속계의 사용자 인터페이스를 활용하여 유량측정시 실제 유량 대비 95%이상의 유량측정결과 생성 | 기술 자립 |
| 첨단기술을 이용한 하천 조사기술 개발<br>(2-2) | 첨단기술을 이용한 하천계측 기술의 효율성 척도 2배 이상 증가 및 공인측정자료 대비 오차율 5% 이하 | 기술 자립 |
| Smart River 정보관리 기술개발<br>(2-3) | 통합하천정보 시스템 연계 오차율 10% 및 운영지침 달성률 90% | 기술 자립 |
| 하천정보 분석모델 및 예경보 시스템 개발<br>(2-4) | 하천정보 예보 결과 결정계수 0.9 이상<br>대하천 수질사고 경보시스템 해석모델 오차율 10% 이내 | 기술 자립 |
| 첨단기술 기반의 지능형 하천정보 제공시스템 개발<br>(2-5) | 하천예보시스템 예보지점 확대 및 안정화율<br>시나리오 기반 수질사고 경보시스템 종합기능 테스트 성공률 | 기술자립 |
| 하천관리기술 검증을 위한 통합테스트베드 운영 관리<br>(2-6) | 통합테스트베드 지형현황 조사(3차원 지형정보)<br>통합테스트베드 자료구축 (유량 유속 수질 유사량 등 다양한 수리량 측정) | 기술 자립<br>기술 자립 |
| 실내외 겸용 휴대용 스마트 초음파 유속계 개발<br>(2-7) | 유속측정 정확도 95%이상 | 기술자립 |
| 휴대용 스마트 표면영상유속계 개발<br>(2-8) | 스마트폰을 이용한 표면영상유속계 제작 | 기술자립 |
| 하천계측 유량 불확도 산정 소프트웨어 개발<br>(2-9) | ADCP 유량 측정 불확도 평가 소프트웨어 개발 | 기술 자립 |

## (3) 3세부과제: 한국형 수문량 분석 선진화 기술 개발

| 성과목표<br>(세세부제목) | 최종 개발기술 목표<br>(최종성능 목표) | 연구개발 후<br>관련분야 기여도 |
|---|---|---|
| 설계강우의 결정방법 개발<br>(3-1) | 지역빈도해석 기반 확률강우량 | 기술 자립 |
| | 설계강우의 시간분포 | 기술 자립 |
| 설계강우의 ARF 및 공간분포 산정방법 개발<br>(3-2) | 전국 5개 권역의 호우중심형 ARF 산정 | 기술 자립 |
| 설계홍수량 산정방법 개발<br>(3-3) | 한국형 설계홍수량 산정방법 가이드라인 제시 | 기술자립 |
| 하도추적 및 홍수위 산정기술 개발<br>(3-4) | 하도홍수추적 기법 가이드라인 작성 | 기술 자립 |
| | 조위 및 하구둑 운영조건을 고려한 빈도별 홍수위 산정 | 기술 자립 |
| 홍수빈도해석에 의한 설계홍수량 산정방법 일반화<br>(3-5) | 홍수량 공간확장 기법과 연계한 통계학적 홍수빈도해석 기법 개발 | 기술 선도 |
| | 미계측 유역을 위한 빈도홍수량 지역화 공식 개발 | 기술 자립 |
| 개념적 강우-유출모형을 활용한 홍수량 산정방법 개발<br>(3-6) | 태풍사상 검정 매개변수의 지역화 모형 개발 | 기술 자립 |
| 유역특성인자 및 홍수량 산정 통합시스템<br>(3-7) | 세세부 연구결과 최종반영한 통합 홍수량 산정시스템 | 기술 자립 |
| | 설계회사 지원용 SW | |

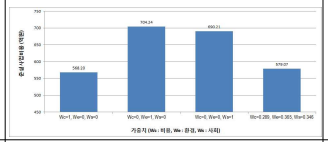
## (4) 4세부과제: 물안보 확보를 위한 하천의 탄력적 물관리 기술 개발

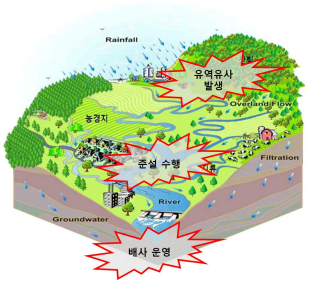
| 성과목표<br>(세세부제목) | 최종 개발기술 목표<br>(최종성능 목표) | 연구개발 후<br>관련분야 기여도 |
|---|---|---|
| 외부환경 변화에 따른 하천수량 평가 방안 및 매개변수 추정 지원시스템 개발<br>(4-1) | 소프트웨어 홍보 및 실용화 | 기술자립 |
| | 외부환경 변화에 따른 낙동강 표준유역 단위의 미래 및 과거 30년 물순환 모의 결과 DB화 | 기술자립 |
| 외부환경 변화에 따른 물 순환 복원 기술 평가 시스템 개발<br>(4-2) | 중소유역 물순환 복원을 위한 계획의 우선순위 결정 도구 개발 | 기술자립 |
| | 토지이용 변화에 대한 민감도 분석 도구 개발 | 기술자립 |
| 하천유량관리 고도화 기술 시스템 개발<br>(4-3) | 탄력적 유량관리 표준화 공감대 | 기술자립 |
| | 발생가능 제약사항 조사 및 맞춤형 대처기법 제시 | 기술자립 |
| | 하천수 사용량 및 허가제도 개선을 위한 정책 제안 | 기술자립 |
| | 물안보 R&D 전략과제 도출 | 기술자립 |
| 하천수 이용환경 개선을 위한 법제 연구<br>(4-4) | 최적의 하천수 징수체계 도입방안 제시 | 기술자립 |
| | 하천수사용허가 세부기준(안) 제시 | 기술자립 |
| 유역특성을 고려한 구조적 하천수량 확보 기술<br>(4-5) | 구조물 평가지수함수 개발 | 기술자립 |
| | 국가 및 지자체 수자원 계획 신규 및 수정(안) 제안 | 기술자립 |
| | 지역특성을 고려한 물 이용종합계획 수립 | 기술자립 |
| | 비구조적 물관리 기술 성과의 실용화 | 기술자립 |
| 용수수급 요소를 고려한 비구조적 하천수량 확보 기술 연구<br>(4-6) | 갈수기 하천수량 확보량 2%이내 | 기술자립 |
| | 갈수기 하천수량 확보량 2%이내 | 기술자립 |
| 탄력성 평가에 의한 하천수량 확보 가이드라인 개발<br>(4-7) | 대상유역 적용을 위한 입력자료 90%이상 구성 | 기술자립 |
| | 가이드라인 대상유역 적용 1건 | 기술자립 |
| | 유역의 수자원 부족량 확보 관리 가이드라인 제시 1건 | 기술자립 |

# 5. 연구개발성과의 활용 계획

## 가. 연구개발성과의 연간 경제성 및 안전성

(1) 1세부과제: 대하천 친환경시설물 및 하도 유지관리 기술 개발

| 세세부 과제 | 개발기술 | 창의성 · 혁신성 | 연간 경제성 | | | | 연간 안전성 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 측정 지표 | 기존치 [a] | 기대치 [b] | 기존 대비율 [\|a−b\|/a*100] | 측정 지표 | 기존치 [c] | 기대치 [d] | 기존 대비율 [\|c−d\|/c*100] |
| 1-1 | 유역침식을 고려한 준설하천의 하도 안정화를 위한 구조적, 비구조적 관리지침서 개발 | - 유역의 유사발생 위험도 분석을 통한 선제적 대책 방안 모색 및 하천준설의 전기간을 고려한 최적 준설방안 제시  | 고려대상 변화에 따른 준설비용 변화 | 704.24 억원 | 579.07 억원 | 17.8% | 환경창지수 증가율 | 0.522 | 0.773 | 48% |
| | C-SEM과 집수면적 분석방법을 연계한 Risk Map 보완 및 대책방안 구축 | - 유사발생 Risk Map 작성을 위한 방법 제시<br>- 유역에서의 유사발생이 높은 지역에 대한 선제적 판별이 가능 | 선행조사 및 사방사업 | 유역의 유사방지 대책 위치선정 가능 | | | - | - | - | - |
| | | | | - | 기존대비 | 20% | | | | |
| | 유역유사 | - 다양한 하천 유사관리 | 준설비용 | 649 | 492 | 24.2% | 홍수위 | EL. | EL. | 7% |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 제어 및 배사 등을 고려한 준설 경제성 분석 | 기법의 복합적 고려<br>  | | 백만원 | 백만원 | | 저하율 | 37.59m | 34.98m | |
| 1-2 | 사주발생 제어 및 저수로 안정화 기술 개발 | - 수치모의 및 실내실험을 통한 사주의 거동 변화를 분석하여 혁신성 제시<br>- 테스트베드에 수치모의를 적용 | 하도설계 및 유지관리 예산 감소율 | - | 기존 대비 20% 이상 | 20% | 하상 및 저수로 평면 변화율 | - | 하상 및 저수로 평면 변화율 20% 이하 | 20% |
| 1-3 | 하도안정화를 위한 유역침식 제어기술 개발 | - 가이드라인(안) 제안을 통한 초생대 효율성 및 저감효과 제시 | - | - | - | - | 유사발생 저감율 | | | 연간 26% 유사저감 효과 |
| 1-4 | 보 물받이공 길이 산정 절차 개선 | - 세굴을 고려한 보 물받이공 길이의 새로운 산정 공식을 통한 혁신성 제시 | 다기능보 개수 | 16 개 | 16 개 | 100% | 다기능보 물받이 및 바닥보호공 보수건수 | 13건 | 6건 | 54% |
| 1-5 | 친수시설 안정성 평가 기술 | - 홍수터 내 침식과 퇴적을 고려한 친수시설 안정성 평가 지수 산정 기법 제시 | 홍수터 유지관리 비용 | 450 (억원) | 300 (억원) | 33% | - | - | - | - |
| | 어도 설계 및 이용효율 | - 어도의 이용효율 평가 기법 제시 | 중소하천 어도 설계 | 439 (억원) | 350 (억원) | 20% | 기존 폐사사고 감소율 | 70건 (2014년 | 10건 | 86% |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 평가 기술 | | 비용절감 | | | | | 기준) | | |
| 1-6 | 홍수량 조절시설 최적 운영 및 유지관리 가이드라인(안) | - 가이드라인(안) 제안을 통한 국내 최초 도입된 홍수량 조절시설의 최적 운영 방안 기초자료 마련<br>- 국외 전무한 홍수량 조절시설 운영 및 유지관리에 대한 선진 기술 도입으로 기술 선도 가능 | 수위조절 예측 오차 | - | 오차율 10% 이하 | 10% | 홍수 피해액 감소율 | - | 기존 대비 10% 이상 | 10% |
| | 합류부 하도변화 분석 및 안정화 가이드라인(안) | - 개발된 가이드라인(안) 적용을 통한 하도관리 예산 절감 및 경제적 파급효과 유도<br>- 개발된 가이드라인(안)을 를 홍보 및 교육교재로 활용하여 하천환경의 중요성에 대한 사회적 인식을 제고 가능 | 하도관리 예산 감소율 | - | 기존 대비 10% 이상 | 10% | 하도 유사 유실율 | - | 유실율 10% 이하 | 10% |
| 1-7 | 하천진단 시스템 | - 하천 수문현황에 대한 다양한 모의분석결과를 통합 제공<br>- 모의결과의 진단을 통한 하천유지관리 방안 제시 | 하천유지관리비용 | - | 5% 절감 | 5% | - | - | - | - |

## (2) 2세부과제: 첨단기술 기반 하천계측 및 운영 기술 개발

| 세세부 과제 | 개발기술 | 창의성 · 혁신성 | 연간 경제성 | | | | 연간 안전성 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 측정 지표 | 기존치 [a] | 기대치 [b] | 기존 대비율 [\|a-b\|/a*100] | 측정 지표 | 기존치 [c] | 기대치 [d] | 기존 대비율 [\|c-d\|/c *100] |
| 2-2 | 첨단기술을 이용한 하천계측 기술 | - RS를 이용한 하천조사 기술 개발<br>- LBS기반 GIS 통합기술을 이용한 하천조사 기술 개발<br>- IT 기반 하천 모니터링 네트워킹 기술 개발 | 하천계측 비용감소율 | 1000 (만원/회) | 300 (만원/회) | 70 % | 사고 건수 감소율 | 최근 3년간 2건 | 0건 | 100 % |
| 2-3 | 통합 하천 관리 기술 | - 하천공간정보 표준 데이터모델 개발<br>- 하천공간정보 공동활용 모델 개발<br>- 통합 표준하천정보 공유체계 개발 | 수자원 정보 접근성 증가율 | 1 | 10 | 90 % | - | - | - | - |
| 2-4/ 2-5 | 하천정보 분석 모델 및 예보 시스템 | - 데이터과 물리모델을 결합한 하천정보 분석 및 예측 모형 개발<br>- 하천친수활동지수 도입 | 시장성장율 | 430 (억원) | 640 (억원) | 49 % | 사고건수 감소율 | 474 건 | 420 건 | 11 % |
| | 수질사고 경보시스템 | - 수질오염사고 대응시스템을 위한 2차원 혼합모형의 도입<br>- 실측수질자료를 바탕으로 개량된 수온함수를 | 피해규모 감소율 | 200 (억원) | 20 (억원) | 90 % | 수질사고 조기경보 시간 단축율 | 70 (분) | 5 (분) | 93 % |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 이용한 조류농도 모의<br>- 부유성오염물질 거동해석을 위한 입자분산모형의 개발 | | | | | | | | |
| 2-6 | 통합테스트베드 자료구축 | - 간이수질측정망 운영을 통한 수질측정자료 취득의 비용절감 | 수질측정소 1개소당 설치 및 연간운영비 | 5억 | 0.5억<br>(비용절감액 4.5억) | 90%<br>(비용절감율) | 수질측정소 연가동율 | 15%<br>(상시수질측정소) | 80%<br>(간이수질측정소) | 433% |
| 2-1/<br>2-7 | 초음파 유속계 | - 초음파 도플러 유속계 | 수입대체효과 | 50(억원) | 10(억원) | 80% | - | - | - | - |
| 2-8 | 스마트폰 표면영상유속계 | - 휴대용 표면영상유속계 | 측정 개소 증가율 | 200여 개소<br>(120억원) | 300여 개소<br>(180억원) | 50% | 사건 건수 감소율 | 최근 3년간 2건 | 0건 | 100% |
| 2-9 | 하천계측 유량 불확도 산정 소프트웨어 | - 유량 측정 결과의 신뢰성을 제시할 수 있는 불확도를 산정하는 소프트웨어의 개발<br>- 다소 복잡한 ADCP의 유량측정 결과에 대한 불확도 평가를 보다 편리하게 수행 가능 | 해당 없음 | - | - | - | 해당 없음 | - | - | - |

## (3) 3세부과제: 한국형 수문량 분석 선진화 기술 개발

| 세세부 과제 | 개발기술 | 창의성 · 혁신성 | 연간 경제성 | | | | 연간 안전성 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 측정 지표 | 기존치 [a] | 기대치 [b] | 기존 대비율 [\|a-b\|/a*100] | 측정 지표 | 기존치 [c] | 기대치 [d] | 기존 대비율 [\|c-d\|/c *100] |
| 3-1 | 지역빈도해석 기반 설계강우량 | - 지점빈도해석 사용 시 사용할 수 없던 자료기간이 짧은 지점을 포함하여 빈도해석 수행할 수 있으며 확률분포형의 안정성 향상 | - | - | - | - | 설계강우량 상대평균제곱근오차 RRMSE | 0.284 | 0.192 | 32% 감소 |
| 3-2 | 레이더 및 지상강우 합성 호우중심형 ARF | - 동 시간에 발생한 강우사상의 공간분포를 반영한 ARF를 제시하여 현실적인 설계강우량 산정 가능 | 하천예산 사업비용 감소율 | 17,000 (억원) | 16,000 (억원) | 6% | 사고건수 감소율 | 474건 | 420건 | 11% |
| 3-3 | 설계 홍수량 산정방법 개발 | - 우리나라 수문학에 적합한 홍수량 산정을 통해 실제값과 설계 작성 시 발생하는 오차를 감소시킴<br>- 지속적인 자문을 통한 실무자를 위한 가이드라인을 제시함 | 실측 홍수량과 산정 홍수량 비교 오차율 | 30% | 5% | 83% | 자문의견 또는 설문지에 대한 만족도 | 70% | 95% | 36% |
| 3-4 | 감조 하천구간 및 배수체계에 대한 빈도별 | - 대하천의 감쇄효과를 반영할 수 있는 부정류 계산모형 적용<br>- 조위영향과 하구둑 배 | - | - | - | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 홍수위 산정기법 | 수문 운영조건을 고려하여 계획홍수위 산정 | | | | | | | | |
| | Muskingum 기법을 이용한 하도홍수추적 기술 | - 하천별 지형특성과 홍수량 변화에 따른 흐름특성이 반영된 하도 홍수추적 인자를 산정함으로써 홍수량 산정에 대한 정확도 향상. | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3-5 | 홍수빈도해석에 의한 설계홍수량 산정방법 개발 | - 홍수량 공간확장 기법의 적용을 통하여 자료제약으로 인한 통계학적 방법에 의한 직접 홍수빈도해석 한계성 극복 | - | - | - | - | 홍수빈도해석 기반 설계홍수량 추정결과의 신뢰도 | 0.65 | 0.82 | 26% |
| 3-6 | 금강 강우유출모형을 활용한 설계홍수량 가이드라인 | - 기존 홍수량 산정방법과 비교 분석을 통하여 혁신성 제시 | 하천관리 및 홍수예보 예산 감소율 | 17,451 (억원) | 16,000 (억원) | 8% | | | | |
| 3-7 | 유역특성인자 및 홍수량 산정 통합시스템 구축 | - 통계분석을 통해 전국의 미계측유역을 수문학적으로 유사한 유역으로 그룹화한 결과를 GIS 시스템으로 설계<br>- 기존에 국내에서 시도된 적이 없는 홍수량산정 통합시스템 개발을 위하여 유역정보관리시스템 모듈 및 홍수량 | 홍수피해액 | 12,031 (억원) | 10,480(억원) | 87.1% | 피해건수 (호우) | 80 | 64 | 80% |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 산정 모듈을 개발하였고, 모듈간 자료 연계 및 입출력 처리, GUI를 설계하여 실무에서 적용될 수 있는 국내 GIS 자동 프로그램을 설계<br>- 개발된 설계프로그램의 결과를 활용한 유역 홍수량산정을 통하여 국내 유역의 특성을 잘 반영하고 있는지 검증하였음<br>- 기존 실무에서의 홍수량 산정 과정에는 엔지니어의 주관적 판단이 개입될 수 밖에 없는 상황이 많으며, 이를 해결하기 위해 일관되고 범용적으로 이용할 수 있는 자동 프로그램으로 매우 우수함 | | | | | | | | |

## (4) 4세부과제: 물안보 확보를 위한 하천의 탄력적 물관리 기술 개발

| 세세부 과제 | 개발기술 | 창의성 · 혁신성 | 연간 경제성 | | | | 연간 안전성 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 측정 지표 | 기존치 [a] | 기대치 [b] | 기존 대비율 [\|a-b\|/a*100] | 측정 지표 | 기존치 [c] | 기대치 [d] | 기존 대비율 [\|c-d\|/c *100] |
| 4-1 | SWMM5의 매개변수 추정지원 시스템 | - 모형 자동 보정 기법을 이용한, 매개변수 자동 추정 기술로 모형 결과 정확도 향상 | 모형 결과 정확도 향상 | 50% | 80% | 60% | 모형 결과 정확도 향상 | 50% | 80% | 60% |
| | 낙동강 표준유역 단위의 물 순환 DB 소프트웨어 | - 표준유역 단위의 물 순환 결과 제시를 통한 해상도 향상 | 물 순환 결과 정확도 향상 | 약 1000 $km^2$ 면적 단위의 유출 결과 | 약 100 $km^2$ 면적 단위의 유출 결과 | 1000% | 물 순환 결과 정확도 향상 | 약 1000 $km^2$ 면적 단위의 유출 결과 | 약 100 $km^2$ 면적 단위의 유출 결과 | 900% |
| | 중소유역 물 순환 복원 계획 수립 모듈 | - 물 순환 취약성을 고려한 유역의 물 순환 복원 계획 수립 지원 도구를 통해 물 순환 개선 사업 확대 | 시장 성장률 | 300 (억원) | 400 (억원) | 33.3% | 도시하천의 건기시 유량 증가 첨두홍수량 감소 | 5% | 8% | 60% |
| 4-2 | 중소유역 물 확보 계획 수립 모듈 | - 개발 프로그램의 민감도 분석 및 시나리오 분석 기술을 이용한 효과적인 대안의 도출 | 모형 결과 정확도 및 사용자 만족도 | 50% | 80% | 60% | 모형 결과 정확도 및 사용자 만족도 | 50% | 80% | 60% |
| | | - - 개발 프로그램을 통해 기존에 사용하는 해외 고가 프로그램 대체 가능 및 기술력 향상 | 프로그램 이용비 증감 정도 | 0% | 100% | 100% | 프로그램 이용비 증감 정도 | 0% | 100% | 100% |
| 4-3 | 유량관리 | - 성과 검증을 반영한 탄 | | | | | 표준화기술 | 50% | 90% | 80% |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 운영방법 표준화 | 력적 유량관리 기술 표준화<br>- 일관되고 정량화된 표준기술 제시로 물수급 계획수립시 정량/정성적 운영방안 제시 | | | | | 적정성 검토 | | | |
| | 외부환경 제약사항 및 맞춤형 대처방안 | - 유역별 발생가능한 제약사항 도출<br>- 제약사항 대응을 위한 맞춤형 해결방안 제시 | | | | | 맞춤형 운영방안 | 65% | 95% | 46% |
| | 하천수 사용량 계측방안 및 허가제도 개선 | - 실시간 하천조건을 반영한 하천수 사용량 조사방안 제시<br>- 현실성을 반영한 하천수 허가제도 개선방안 제시 | 추가 확보량에 따른 건설비 경감 (영주댐 대비) | 334억원 | 0 | 100% | 수리권 관리 및 운영합리화에 따른 허가기준 향상률 | 60% | 85% | 42% |
| | 후보과제 도출 및 물복지 R&D 전략 | - 개발된 기술을 통합한 물복지 실용화 적용 방안 도출 | | | | | 물복지 전략 R&D 전략의 물복지 향상률 | 70% | 90% | 30% |
| | 하천유량관리 융·통합 기술 적용에 따른 자료관리 및 분석 툴 개발 | - 기 개발된 기술을 융·통합하여 적용 수행<br>- 기술 적용을 위한 자료관리 및 분석 툴 개발 | 물수급 분석 툴 개발 | 0건 | 1건 | 100% | 분석 툴을 활용한 물수급 분석 | 0 | 50% | 100% |
| 4-4 | 하천수 사용허가 세부기준(안) | - 하천수 사용허가 세부기준을 정비함으로써 하천 사용에 대한 제도 | - | - | - | - | 실무부처 및 실무자 만족도 | 40% | 60% | 50% |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 제시 및 하천수 사용료 징수체계 제도 개선 개발 | 적 완결<br>- 하천수 사용허가 업무의 명확성 및 합리성 제고 | | | | | | | | |
| 4-5 | Online Blue 댐이라는 새로운 구조적 수량확보 구조물 설치 및 평가기법 제시 | - 블루댐 설치 가능성 평가기법(IPET), 용량 및 위치결정기법 (CLDT), 검증기법 (VT)의 3가지 기법을 제안<br>- 영천댐, 밀양댐 하류에 블루댐을 가상 적용하여 추가 확보량 제시 | 수량확보량 | 0 개소 | 2 개소 | 100% | 홍수 저감량 | 0 | 2 | 100% |
| 4-6 | 시험유역(금호강)내 저수지 운영률 적용여부에 따른 하천수 확보 | - 현행 운영률 미실시에 비해 실시에 따른 경제적 평가 | 확보수량 경제적 가치 (댐용수 요금 48원/톤 기준) | 2억2천 | 5억7천 | 159 | 확보수량 (백만㎥) | 4.63 | 11.83 | 156 |
| 4-7 | 탄력하천평가에 의한 하천수량 확보 가이드라인 개발 | - 유역의 수자원부존량 확보 관리 가이드라인 개발 | 탄력적 하천수량 확보 가이드라인 개발 | 0건 | 1건 | 100% | 가이드라인 적용을 통한 탄력적 하천수량 확보 및 이용 | 0건 | 1건 | 100% |

# 나. 연구개발성과의 활용계획

## (1) 1세부과제: 대하천 친환경시설물 및 하도 유지관리 기술 개발

### (가) 유역침식을 고려한 하도 안정화 기술 (1-1세세부)

| 세세부 기관 | 충남대학교(1-1) | 요소기술명 | C-SEM(하도안정화 기술) |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | ■ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | ■ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 국토부 및 관련 공공기관 | 검증 및 보완/3회 | ~종료후 4년 | 주요유사관측지검 적용 기준서 개정을 위한 제안 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 국내 외 건설업체 | 유사관리계획에 활용 | ~종료후 5년 | 현업에서 사용할 수 있도록 유역침식량 분석 방법과 정량적 평가방법 제시 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | | | | |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분<br>(설계기준/시방서/지침) | 활용구분<br>(신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| 하천설계기준 및<br>유사관리에 관한 지침 | 개선 | 토사발생 및 침식은 하천관리에 주요한 요소임<br>- 기존 하천설계기준에서는 시변성을 고려한 유사예측에 대한 내용이 없음<br>- 현재 기후변화에 의한 환경변화를 무시할 수 없는 상황임<br>- 시간에 따라 변화하는 강우를 고려한 토양유실과 하도관리를 위한 장기적 관리는 분류하며 이를 위한 기준이 필요한 실정임<br>- 이에 물리적으로 분석하는 것에 대한 고려사항 및 기준이 제시되어야 하며 유사측정도 지속적으로 주기성을 갖고 수행 할 수 있는 기반을 마련해줘야 함 |

| 세세부 기관 | 충남대학교(1-1) | 요소기술명 | RIDOM |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | ■ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | | | | |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 충남대학교 | 현장적용/1회 | 종료후 2년 | 준설현장에 시험적용 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 충남대학교 | 기술이전/1개 | 종료후 5년 | 연구개발결과 기술이전 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | | | | |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| 하천설계기준<br>하천공사표준시방서 | 개선 | 하천공사시 탁도제한 및 준설관련 건설기준 추가 상정 |

| 세세부 기관 | 충남대학교(1-1) | 요소기술명 | 유역침식을 고려한 준설하천의 하도안정화를 위한 구조적, 비구조적 관리지침서 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | ■ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | ■ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | ■ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | | | | |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 충남대학교 | 현장적용/1건 | ~ 종료후 4년 | 현장 적용 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 충남대학교 | 기술이전/1건 | ~ 종료후 5년 | 연구개발결과 기술이전 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | | | | |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| 하천설계기준 | 개선 | 유역유사 관련 내용 및 하천준설 기준 개선 |

## (나) 사주발생제어 및 저수로 안정화 기술 개발 (1-2세세부)

| 세세부 기관 | 한국교통대학교(1-2) | 요소기술명 | 저수로안정화 기술 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | ■ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | ■ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 국토부 및 관련 공공기관 | 검증 및 보완/3회 | ~종료후 4년 | 저수로안정화에 대한 기준서 개정을 위한 제안 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 국내 외 건설업체 | 유사관리 및 하도설계계획에 활용 | ~종료후 5년 | 현업에서 사용할 수 있도록 하상변동량 조사 및 수제설계 방법 제안 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | | | | |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| 하천설계기준 및 유사관리에 관한 지침 | 개선 | 하상변동량 조사 및 수제설계는 저수로 안정화 및 하천관리에 주요한 요소임<br>- 기존 하천설계기준에서는 하도변화에 영향을 주는 사주의 거동과 하상변동량 조사에 대한 구체적인 내용이 부족함<br>- 또한 사주의 거동을 고려한 수제설계에 대한 설계지침 내용이 미흡하며, 구체적인 설계방안이 제시되어야 함 |

## (다) 하도안정화를 위한 유역침식 제어기술 개발 (1-3세세부)

| 세세부 기관 | 영남대학교 (1-3) | 요소기술명 | 유역유사 예측 및 유사관리 가이드라인 보고서 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | ■ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | ■ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | ■ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 영남대학교 | 현장적용/1건 | ~ 종료후 4년 | 현장 적용 및 검증 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 영남대학교 | 기술이전/1건 | ~ 종료후 5년 | 연구개발결과 기술이전 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | | | | |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| | | |

## (라) 다기능보 배사 효율 극대화 및 하류 세굴 방지 방안 연구(1-4세세부)

| 세세부 기관 | 서울대학교(1-4) | 요소기술명 | 다기능보 상하류 하상변동 저감 방안 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | ■ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 국토교통부<br>한국수자원공사<br>지자체 | 현장관측 및 모형 검증 비교/2회 | ~종료후 3년 | - 강정고령보 하류부 실제 세굴심 확인<br>- 금호강 합류지점부터 달성보의 퇴적량 확인 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 국내 외 건설업체 | 다기능보 물받이공 산정 공식 제시 및 실제 시공 적용 | ~종료후 5년 | - 다기능보 물받이 길이 산정공식 적용<br>- 다기능보 상류 퇴적 저감방안 완성 및 실행 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | | | | |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| 설계 기준 | 개선 | 하천설계기준 내 바닥 보호공 및 물받이공 길이 산정식 수정 및 개선 |

## (마) 하천시설관리 최적화 기술개발 (1-5세세부)

| 세세부 기관 | 인제대학교(1-5) | 요소기술명 | 친수시설 수리적 안정성 평가 기술 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | ■ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | - | - | ~종료 후 2년 | 태풍 이후 모니터링을 통한 개발기술 검증 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | - | - | - | - |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | - | - | - | - |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| - | - | - |

| 세세부 기관 | 인제대학교(1-5) | 요소기술명 | 자연형어도 이용효율 평가 기술 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | ■ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | ■ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | ■ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 국토부 및 관련 공공기관 | 어도 설계 및 관리계획에 활용 | ~종료후 4년 | 현업에서 사용 및 적용할 수 있는 계획 수립 및 기준서 제안 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | - | - | - | - |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | - | - | - | - |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| 하천설계기준(어도편) | 개선 | - 어도 주변부와 내부의 수리학적 특성을 분석하여 어도 설계 및 운영에 반영할 수 있도록 해당 기준 보완<br>- 어도 설계 절차에 수리해석을 통한 유인효율을 사전에 검토함으로써 설계시 어도의 효율 제고<br>- 어도의 형식 선정시 어류의 이동효율을 검토할 수 있도록 관련 조항 추가<br>- 어도 이용효율 평가에 대한 유인효율과 이동효율을 평가하는 항목을 추가하여 실질적인 평가가 되도록 유도 |

| 세세부 기관 | 인제대학교(1-5) | 요소기술명 | 유속 측정용 GPS 전자부자 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | ■ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | ■ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | ■ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | ■ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 국토부 및 관련 공공기관 | 검증 및 보완/3회 | ~종료 후 3년 | 특허 등록 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 국내 외 건설업체 | 어도 및 자연하천에서의 유속측정에 활용 | ~종료 후 4년 | 현업에서 사용할 수 있도록 유속측정 기법 제시 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | 국토부 및 관련 공공기관 | 제품 | ~종료 후 5년 | 유속측정용 GPS 전자부자 현업에 사용 및 제품화 |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| | | |

## (바)하도안정화를 고려한 홍수량 조절시설 최적 설계 기술 개발(1-6세세부)

| 세세부 기관 | 한국건설기술연구원(1-6) | 요소기술명 | 홍수량 조절시설 운영 및 유지관리 가이드라인(안) |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | ■ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | ■ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 국토부 및 관련 공공기관 | 검증 및 보완/3회 | ~종료후 4년 | 국내 도입 시설에 적용 - 운영 방안에 따른 효과 검증을 통한 지속적인 가이드라인 보완 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 국토부 및 관련 공공기관 | 홍수량 조절시설 사업 관리에 활용 | ~종료후 5년 | 현업에서 사업 계획 시 사용할 수 있도록 일반화 방안 검토 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | | | | |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| | | |

| 세세부 기관 | 1-6 한국건설기술연구원 | 요소기술명 | 합류부 하도변화 분석 및 안정화 가이드라인(안) |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | ■ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | ■ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 한국건설술연구원 | 가이드라인/1 | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 국토부 및 관련 공공기관 | 합류부 하상 관리계획에 활용 | ~종료후 4년 | 현업에서 사용 및 적용할 수 있는 계획 수립 및 기준서 제안 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | | | | |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | | | | |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| 하천설계기준 및 유사관리에 관한 지침 | 개선 | - 합류부 하상 안정화를 위하여 개발된 지침을 개선하여, 정부의 예산 투입 시 예산낭비를 방지하고 이에 관련 사업에 경제적 파급효과를 유도<br>- 개발된 지침서를 홍보 및 교육교재로 활용하여 하천환경의 중요성에 대한 사회적 인식을 제고 |

## (사) 신설 수공구조물을 고려한 하천운영 고도화 기술 개발(1-7세세부)

| 세세부 기관 | 알엔에이솔루션(1-7) | 요소기술명 | 하천진단시스템 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | ■ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | ■ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 국토부 및 관련 공공기관 | 검증 및 보완/3회 | ~종료후 4년 | 주요유사관측지검 적용 기준서 개정을 위한 제안 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 국내 외 건설업체 | 유사관리계획에 활용 | ~종료후 5년 | 현업에서 사용할 수 있도록 유역침식량 분석 방법과 정량적 평가방법 제시 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | | | | |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| | | |

## (2) 2세부과제: 첨단기술 기반 하천계측 및 운영 기술 개발

### (가) 첨단기술을 이용한 하천 조사기술 개발 (2-2세세부)

| 세세부 기관 | 인덕대학교(2-2) | 요소기술명 | 첨단기술을 이용한 하천 조사기술 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | ■ 준비<br>□ 진행중 | ■ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 유량조사사업단 | 현장적용 | ~종료후 5년 | 다양한 조건에서의 계측기술 평가 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | - | - | - | - |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| - | - | - |

## (나) Smart River 정보관리 기술개발 (2-3세세부)

| 세세부 기관 | K-water(2-3) | 요소기술명 | 통합하천정보 관리 기술 개발 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>■ 준비<br>□ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>■ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>■ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>□ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>■ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>■ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | - | - |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | - | - | - | - |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | K-water | 시험적용 | ~종료후 1년 | 한강홍수통제소 시험적용 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | K-water | 현장적용 | ~종료후 4년 | 한강홍수통제소 시험적용 |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| - | - | - |

## (다) 하천정보 분석모델 및 예경보 시스템 개발 (2-4세세부)

| 세세부 기관 | 서울대학교(2-4) / ㈜매그파이소프트(2-5) | 요소기술명 | RiverCAST-K |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>■ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>□ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>□ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>□ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>■ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>■ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>■ 지속발생 | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>■ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | ㈜매그파이소프트 | 현장적용/1회 | R&D 기간 내 완료 | 테스트베드 현장에 시험 적용 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | ㈜매그파이소프트 | 제품화/1개 | R&D종료시점 | 연구개발결과 기술이전 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | ㈜매그파이소프트 | 사업화/3개 | ~종료후 5년 | A- 경상북도 지자체<br>B- 낙동강 홍수통제소<br>C- 국립환경과학원 |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| 설계기준 | 개선 | 본 R&D과제에서 개발한 친수수질지수를 반영하여 친수공간 조성에 활용할 수 있도록 하천설계기준 개선 추진 |

| 세세부 기관 | 서울대학교(2-4) / ㈜매그파이소프트(2-5) | 요소기술명 | RiverALARM-K |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | ■ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | ■ 초기발생<br>□ 지속발생 | ■ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>■ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | ㈜매그파이소프트 | 현장적용/3회<br>제품화/1개 | R&D종료시점 | - 섬강 추적자실험구간에 시험적용<br>- 홍천강 추적자실험구간에 시험적용<br>- 낙동강 강정고령보~달성보 구간에 시험적용<br>GS인증 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | ㈜매그파이소프트 | 기술실기계약/1회 | ~종료후 2년 | 연구개발결과 기술이전<br>낙동강홍수통제소 입찰 추진 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | ㈜매그파이소프트 | 현장적용/1회 | ~종료후 5년 | 낙동강홍수통제소 수질오염사고 대응 시스템 적용 |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| - | - | - |

## (라) 하천관리기술 검증을 위한 통합테스트베드 운영 관리 (2-6 세부)

| 세세부 기관 | 창원대학교(2-6) | 요소기술명 | 하천관리기술검증을 위한 통합테스트베드 운영관리 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>□ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>■ 준비<br>□ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>■ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>□ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>■ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>■ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | - | - |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 홍수통제소, 유량조사사업단 | 비교검증 | ~종료후 1년 | 기관별 취득/보유자료와의 비교 및 검증 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 유량조사사업단 | 시험적용 | ~종료후 3년 | 유량조사사업단 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | 유량조사사업단 | 현장적용 | ~종료후 5년 | 유량조사사업단 시험적용 |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| - | - | - |

## (마) 실내외 겸용 휴대용 스마트 초음파 유속계 개발 (2-1, 2-7세세부)

| 세세부 기관 | 아이에스테크놀로지㈜(2-7) / 한국건설기술연구원(2-1) | 요소기술명 | ACOUSTAR |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | ■ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | ■ 초기발생<br>□ 지속발생 | ■ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>■ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | R&D종료시점 | - |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | - | - | R&D종료시점 | - |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 아이에스테크놀로지 | 사업화 /1건 | 종료 3년내 | 대학 관련학과에 샘플 제공 및 검증 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | 아이에스테크놀로지 | 사업화 /3건 | 종료 5년내 | 대학, 유량조사 사업단 건기원 판매추진 |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| - | - | - |

## (바) 휴대용 스마트 표면영상유속계 개발 (2-8세세부)

| 세세부 기관 | 동의대학교(2-8) | 요소기술명 | 휴대용 스마트 표면영상유속계 시스템 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | ■ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>□ 진행중 | ■ 준비<br>■ 진행중 | ■ 준비<br>■ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | ■ 초기발생<br>□ 지속발생 | ■ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>■ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 동의대학교 | 현장시험/2회 | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 건설기술연구원<br>안동하천실험센터 | 현장시험/계획중 | ~종료후 2년 | 다양한 조건에서의 휴대용표면영상유속계 정확도 평가 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 유량조사사업단/홍수통제소 | 시제품 | ~종료후 3년 | 다양한 조건에서의 휴대용표면영상유속계 정확도 평가 및 실제 사용 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | 유량조사사업단/홍수통제소 | 소프트웨어 | ~종료후 5년 | 다양한 조건에서의 휴대용표면영상유속계 실제 사용 및 상품화 |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| 하천설계기준 | 신규 | - 하천 유량 측정 안에 영상유속계에 의한 유속측정이 필요하며, 해당 내용은 5차년도에 국가건설기준센터에 상정하였음. |

## (사) 하천계측 유량 불확도 산정 소프트웨어 개발 (2-9세세부)

| 세세부 기관 | 단국대학교(2-9) | 요소기술명 | ADCP의 측정 유량에 대한 불확도 산정 소프트웨어 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계<br>■ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>□ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>■ 준비<br>■ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>■ 준비<br>■ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>■ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>■ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>■ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>■ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | Iowa대학 | 현장시험/2회 | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 건설기술연구원 안동 하천실험센터 | 현장시험/계획중 | ~종료후 2년 | 다양한 조건에서의 ADCP 불확도 평가 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 유량조사사업단/홍수통제소 | 시제품 | ~종료후 3년 | ADCP 유량 측정 불확도 평가 소프트웨어 시제품 배포 및 평가 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | 유량조사사업단/홍수통제소 | 소프트웨어 | ~종료후 5년 | 소프트웨어의 상용화 |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| 하천설계기준 | 신규 | - 하천 유량 측정 성과의 불확도 평가 결과 공시의 의무화가 필요하며, 해당 내용은 5차년도에 국가건설기준센터에 상정하였음. |

## (3) 3세부과제: 한국형 수문량 분석 선진화 기술 개발

### (가) 설계강우의 결정방법 개발(3-1세세부)

| 세세부 기관 | 연세대학교(3-1) | 요소기술명 | 설계강우의 결정방법 개발 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>■ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | ■ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>■ 지속발생 | □ 초기발생<br>■ 지속발생 | □ 초기발생<br>■ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 연세대학교 | 실제 유역 적용 | ~종료후 1년 | 전국유역 적용 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 엔지니어링사, 학계, 공공기관 | 가이드라인 배포 및 세미나를 통한 교육 | ~종료후 3년 | 가이드라인 배포<br>학회를 통한 세미나 개최 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | 엔지니어링사 | 지역빈도해석 대중화 | ~종료후 5년 | 설계강우량 산정 시 적용 |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| 설계기준 | 개선 | 지역빈도해석 기반 빈도해석 수행절차 제시 및 확률분포형 추가<br>설계강우량 Huff 시간분포 수행 시 극한사상을 고려한 절단값 제시 |

## (나) 설계강우의 ARF 및 공간분포 산정방법 개발(3-2세세부)

| 세세부 기관 | 단국대학교(3-2) | 요소기술명 | 레이더 강우 기반 호우중심형 ARF |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | ■ 준비<br>□ 진행중 | ■ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 국토부 및 관련 공공기관 | 호우중심형 ARF | ~종료후 3년 | 하천설계기준 개정을 위한 제안 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 국내 설계업체 | 호우중심형 ARF 적용 가이드라인 | ~종료후 5년 | 현업에서 사용할 수 있도록 적용 가이드라인 제시 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | | | | |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| 하천설계기준 | 개선 | - 면적우량환산계수의 최종값은 면적고정형계수를 우선적으로 사용하되, 과다 설계가 되지 않도록 호우중심형 계수를 참고하여 사용한다. (추가)<br>- 면적우량환산계수 적용 시 기준면적은 최종 홍수량산정지점의 상류유역면적을 적용한다. (추가) |

## (다) 설계홍수량 산정방법 개발(3-3세세부)

| 세세부 기관 | 서경대학교(3-3) | 요소기술명 | 설계홍수량 산정방법 개발 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | ■ 완료 | ■ 완료 | ■ 완료 | ■ 완료 | ■ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | ■ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | ■ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 국토부 및 관련 공공기관 | 검증 및 보완/3회 | ~종료후 4년 | 우효우량 산정에 대한 기준 개정을 위한 제안 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 국내 설계업체 | 유사관리계획에 활용 | ~종료후 5년 | 현업에서 사용할 수 있도록 가이드라인(지침서) 제시 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | | | | |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| 하천설계기준 | 개선 | - 우리나라 수문자료를 이용해서 유도된 합성단위로 매개변수(저류상수, 집중시간 등)를 이용해서 설계홍수량을 산정할수 있도록 개선 |

## (라) 하도추적 및 홍수위 산정기술 개발(3-4세세부)

| 세세부 기관 | 성균관대학교(3-4) | 요소기술명 | 감조 하천구간 및 배수체계에 대한 빈도별 홍수위 산정기법 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | ■ 완료 | ■ 완료 | ■ 완료 | ■ 완료 | ■ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | ■ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | ■ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>■ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 기업(설계사) | 시험적용/1회 | ~종료후 2년 | 연구개발결과 기술이전 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | 기업(설계사) | 현장적용 1-2회 | ~종료후 4년 | 하천기본계획 치수설계에 적용 |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| 하천설계기준 | 개선 | 연구단 공통사항임 |

## (마) 하도추적 및 홍수위 산정기술 개발(3-4세세부)

| 세세부 기관 | 성균관대학교(3-4) | 요소기술명 | Muskingum 기법을 이용한 하도홍수추적 기술 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계<br>■ 완료 | 기술 개발 단계<br>■ 완료 | 기술 개발 단계<br>■ 완료 | 기술 개발 단계<br>■ 완료 | 기술 개발 단계<br>■ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>■ 준비<br>□ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>■ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>□ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>□ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>■ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>■ 지속발생 | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>■ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 평화엔지니어링<br>서광엔지니어링 | 기술설명회 및 시험적용 | ~종료후 3년 | 연구개발결과 기술이전 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | 평화엔지니어링<br>서광엔지니어링 | 현장적용 | ~종료후 4년 | 하천설계 시 기술 적용 |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| - | - | - |

## (바) 홍수빈도해석에 의한 설계홍수량 산정방법 일반화(3-5세세부)

| 세세부 기관 | 한국건설기술연구원(3-5) | 요소기술명 | 홍수량 공간확장기법 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | ■ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | ■ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 한국건설기술 연구원 | 기술검증 및 보완/2회 | ~종료후 3년 | 현장 적용 및 검증 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 한국건설기술 연구원 | 기준반영/1회 | ~종료후 5년 | 하천설계기준 반영 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | | | | |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| 하천설계기준 | 신규 | - 홍수량 자료의 공간확장기법을 적용함으로써 자료의 한계성(신뢰성, 지점수, 기록기간)으로 홍수빈도분석에 제약이 되었던 요인을 극복함에 따라, 미계측 유역에 대한 설계홍수량 산정을 위해 통계학적 방법인 홍수빈도분석방법의 추가가 필수적임 |

## (사) 개념적 강우-유출모형을 활용한 홍수량 산정 방법 개발(3-6세세부)

| 세세부 기관 | 충북대학교(3-6) | 요소기술명 | 개념적 강우-유출모형을 활용한 홍수량 산정방법 개발 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>□ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>□ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>□ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>■ 준비<br>□ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>■ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 충북대학교 | 유역적용/금강 25개 | ~종료후 3년 | 금강 25개 유역 및 소유역에 GRR 적용, 검증 및 보완 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 충북대학교 | 프로그램 메뉴얼/1개 | ~종료후 5년 | GRR 보완 매뉴얼 및 세미나 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | | | | |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| - | - | - |

## (아) 유역특성인자 및 홍수량 산정 통합시스템 구축(3-7세세부)

| 세세부 기관 | 건국대학교(3-7) | 요소기술명 | 유역특성인자 및 홍수량 산정 통합시스템 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 | 기술 개발 단계<br>□ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | 기술 검증·보완 단계<br>□ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>□ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>□ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>□ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>■ 준비<br>□ 진행중 | 실용화 추진 단계 (마케팅)<br>□ 준비<br>■ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>□ 지속발생 | 시장수용 단계<br>□ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | *R&D종료시점* | *R&D 기간 내 완료* |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | *관련 공공기관/설계회사* | *검증 및 보완/3회* | *~종료후 3년* | *주요 기관 및 설계회사 실무자들을 대상으로 지속적인 홍보 및 워크샵 교육 실시* |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | *설계회사* | *SW 제공* | *~종료후 4년* | *현업에서 사용할 수 있도록 기술이전 추진* |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | | | | |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| | | |

## (4) 4세부과제: 물안보 확보를 위한 하천의 탄력적 물관리 기술

### (가) 외부환경 변화에 따른 하천수량 평가 방안 및 매개변수 추정 지원시스템 개발 (4-1세세부)

| 세세부기관 | 부경대학교(4-1) | 요소기술명 | SWMM5의 매개변수 추정지원 시스템 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | ■ 초기발생<br>□ 지속발생 | ■ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>■ 지속발생 | □ 초기발생<br>■ 지속발생 | □ 초기발생<br>■ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | - | - |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | - | - | - | - |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | - | - | - | - |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | 유송 (부경대학교 기술이전업체 ) | SWMM5의 매개변수 추정지원 시스템 판매 / 100copy | 2018~ | 소프트웨어 판매 및 교육 |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| - | - | - |

| 세세부기관 | 부경대학교 | 요소기술명 | 낙동강 표준유역 단위의<br>물 순환 DB 소프트웨어 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | ■ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | ■ 초기발생<br>□ 지속발생 | ■ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>■ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | - | - |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | - | - | - | - |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 부경대학교 | 외부환경 변화에 따른 물 순환 DB | 2018~2019 | 표준유역 단위의 물순환 DB 전국단위 확대 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | 부경대학교 | 전국 표준유역단위의 물 순환 DB 제공 | 2020~ | 표준유역 단위의 물순환 DB 제공 |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분<br>(설계기준/시방서/지침) | 활용구분<br>(신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| 지침 | 개선 | - 외부환경변화에 따른 국가 공인의 미래 수자원 분석 자료 제공 |

## (나) 외부환경 변화에 따른 물 순환 복원 기술 평가 시스템 개발(4-2세세부)

| 세세부기관 | 서울과학기술대학교 | 요소기술명 | 중소유역 물 확보 계획 수립을 위한 모듈 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | ■ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 서울과학기술대학교 | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | ㈜시더, 서울과학기술대학교 | - | ~종료후 1년 | 도시유역을 대상으로 시험적용 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 서울과학기술대학교 | - | ~종료후 3년 | 연구개발결과 기술이전 및 현장적용 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | 발주: 물순환 선도도시<br>수행: 사업수탁 설계사<br>지원: 서울과학기술대학 | - | ~종료후 5년 | 물 순환 선도도시(대전 등 5개)의 2017년부터 계획수립 등에 적용 |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| 설계기준 | 개선 | - 개발 프로그램의 이용을 통해 설계기준을 만족하는 결과를 도출할 수 있도록 보완 및 개선 |

## (다) 하천유량관리 고도화 기술 개발(4-3세세부)

| 세세부기관 | K-water(4-3) | 요소기술명 | 구조/비구조적 수량확보방안을 연계한 물부족 분석 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | ■ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | - | - |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | - | - | - | - |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | K-water, 홍수통제소 | 시범적용/1회 | ~종료후 5년 | 시범정책 반영 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | - | - | - | - |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| | | |

| 세세부기관 | K-water(4-3) | 요소기술명 | 댐 유입량 산정 및 운영률 개선 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | ■ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | - | - |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | - | - | - | - |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | K-water, 홍수통제소 | 시범적용/1회 | ~종료후 5년 | 시범정책 반영 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | - | - | - | - |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| | | |

## (라) 하천수 이용환경 개선을 위한 법제 연구(4-4세세부)

| 세세부기관 | 미래자연연구원(4-4) | 요소기술명 | 하천수 사용허가 세부기준(안) 제시 및 하천수 사용료 징수체계 제도개선 방안 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | ■ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | - | - |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | K-water,<br>지자체<br>홍수통제소 | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | - | - | - | - |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | - | - | - | - |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| 지침 | 개선 | - 실제 하천수 사용허가자인 홍수통제소 실무자 회의 계획<br>- 징수주체가 되는 지자체 실무자 회의 계획 |

## (마) 유역특성을 고려한 구조적 하천수량 확보 기술(4-5세세부)

| 세세부기관 | 부산대학교(4-5) | 요소기술명 | 블루댐 설치기법 및 구조물 평가지표함수 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | ■ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | ■ 초기발생<br>□ 지속발생 | ■ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D 기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 국제학술지<br>한국특허청 | SCI논문 게재/1회<br>SCI논문 심사 중/1회<br>특허출원 | R&D종료시점 | 국제학술지 논문게재 및 특허등록 추진 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 경상남도 | 기술실시계약/1회 | ~종료후 3년 | 연구개발결과 기술이전 후 실용화 추진 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | 지자체 및 엔지니어링 업체 | 기술실시계약/0회 | ~종료후 5년 | 지자체 요소기술 적용 및 평가 |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| 지침 | 신규 | - 블루댐 설치기법 및 구조물 평가지표함수를 통한 유역 내 구조적 수량확보 시설물 설치 및 확보가능량 예측 |

## (바) 용수수급 요소를 고려한 비구조적 하천 수량 확보 기술 개발(4-6세세부)

| 세세부기관 | 충남대학교(4-6) | 요소기술명 | 용수수급 요소를 고려한 비구조적 하천수량 확보 기술 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | ■ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | R&D종료시점 | R&D기간 내 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 농어촌 연구원 | 현장시험/1회 | ~종료후 1년 | 계룡저수지에 시험적용 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 한국농어촌공사 | 기술실시계약/1회<br>사업화·제품화/1개 | ~종료후 3년 | 연구개발결과 기술이전<br>물관리 시스템화 추진 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | 지자체 | 현장적용 3회 | ~종료후 4년 | 지자체 관한<br>농업용저수지 |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분 (설계기준/시방서/지침) | 활용구분 (신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| | | |

## (사) 탄력성 평가에 의한 하천수량 확보 가이드라인 개발(4-7세세부)

| 세세부기관 | 충북대학교(4-7) | 요소기술명 | 행정구역단위의 물수지분석 |
|---|---|---|---|

1. 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획

| 단계 | 종료 후 1년 | 종료 후 2년 | 종료 후 3년 | 종료 후 4년 | 종료 후 5년 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 | 기술 개발 단계 |
| | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 | □ 완료 |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 | 기술 검증·보완 단계 |
| | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>■ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>■ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 | □ 준비<br>□ 진행중<br>□ 완료 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) | 실용화 추진 단계 (마케팅) |
| | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>□ 진행중 | ■ 준비<br>□ 진행중 | □ 준비<br>■ 진행중 |
| Ⅳ | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 | 시장수용 단계 |
| | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 | □ 초기발생<br>□ 지속발생 |

2. 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)

| 단계 | 단계명 | 주요 활동내용 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 주체* | 성과물**/개수 | 시기 | 내용 |
| Ⅰ | 기술 개발 단계 | - | - | - | - |
| Ⅱ | 기술 검증·보완 단계 | 국토교통부, 광역단체, K-water, 한국농어촌공사 | 기술이전/2개 | ~종료후 3년 | 기술이전 |
| Ⅲ | 실용화 추진 단계 | 국토교통부, 광역단체, K-water, 한국농어촌공사 | 시범적용/1회 | ~종료후 5년 | 시범정책 반영 |
| Ⅳ | 시장 수용 단계 | - | - | - | - |

3. 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획

| 구 분<br>(설계기준/시방서/지침) | 활용구분<br>(신규/개선) | 내용 |
|---|---|---|
| 하천설계기준 | 개선 | - 기존 수자원장기종합계획은 국가단위의 수자원개발 방향 설정을 위한 물수지 분석을 수행.<br>- 유역 중심의 중권역단위 물수지 분석은 지자체별 물이동이 어려운 소규모 시설에 대해 고려되지 않음<br>- 개정 후 시군별 물수급 분석을 통한 공급방안 제시가 목표임<br>- 이에 따라 분석시 유역내 행정구역 단위로 구별하여 시군별 물수급 분석을 시행하고자 함 |

# 6. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

## (1) 1세부과제: 대하천 친환경시설물 및 하도 유지관리 기술 개발

| 성과목표 (세세부제목) | 해외 과학기술 | | | | 해외 과학기술 정보내용 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 과학기술명 | 국가 | 기관 | 기술 개발 년도 | |
| 유역침식을 고려한 하도 안정화 기술 개발 (1-1) | SWAT | 미국 | USDA-ARS | 1994 | ○ 분포형 유출모형<br>○ 대규모의 복잡한 유역의 장기간 물질거동에 대한 분석 |
| | RUSLE | 미국 | USDA-ARS | 1991 | ○ 20년 이상의 장기간에 걸친 연평균 토양침식량 추정하기 위한 목적으로 개발됨 |
| | EWs (Environmental Windows) | 미국 | USACE | 1970 | ○ 준설로 인해 나타날 수 있는 사회·환경적 영향의 강도를 줄이기 위한 수립절차 |
| 사주발생제어 및 저수로 안정화 기술 개발 (1-2) | | 미국 | USGS | 2014 | ○ 국내 하도 안정화 기술을 검토하고 5차년도까지의 연구성과를 기반으로 저수로 안정화 기술 지침성에 5가지를 지침서에 제시함<br>- 수제설계 절차 및 공법<br>- 수제의 변화에 의한 사주의 거동과 하도 변화 예측 방법<br>- 저수로 안정화 평가 방법<br>- 저수로 관리방법 |
| 하도안정화를 위한 유역침식 제어기술 개발 (1-3) | - | - | - | - | - |
| 다기능보 배사 효율 극대화 및 하류 세굴 방지 방안 연구 (1-4) | - | - | - | - | - |
| 하천시설관리 최적화 기술개발 (1-5) | Fish Pass Manual | 영국 | EA | 2010 | ○ 어류의 유형 특성에서부터 자연형 및 인공형 어도의 설계 가이드라인<br>○ 어도 설계시 형식 설정 및 세부적인 설계기준제시 |
| | Fisheries Handbook | 미국 | USACE | 1991 | - |
| | Fishway Guidelines | 미국 | WDFW | 2000 | - |
| | Fish Passage | 미국 | USD | 2007 | - |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | and Screening Design | | A | | |
| | Fishway Design | 캐나다 | DFO | 1992 | - |
| 하도 안정화를 고려한 홍수량 조절시설 최적 설계기술 개발(1-6) | 방재조절지 등 기술기준(안) | 일본 | 일본 하천 협회 | 1987 | ○ 홍수량 조절시설 수리수문분석 기법 제안<br>○ 강우분석 및 허용방류량, 조절용량 결정 기준 제시 |
| | CIRIA 연구보고서 | 영국 | CIRIA | 1993 | ○ 홍수량 조절시설 설계 시 수문해석부터 수리해석에 이르는 과정을 정리 및 지침으로 작성<br>○ 홍수량 조절시설의 구조물 설계를 위한 유입부 구조물의 형식과 유출부 구조물의 형식 제시<br>○ On/Off-line 저류지에 대한 세부사항 정리 |
| | Wetlands Engineering Handbook | 미국 | USACE | 2000 | ○ 홍수량 조절시설의 위치선정 절차 제안<br>○ 홍수량 조절시설 후보지점의 평가기법 제안<br>○ 비홍수기에 습지로 이용하는 방안을 고려하여 생태 및 식생 계획에 대한 항목 정리 |
| | Scour and deposition in rivers and reservoirs | 미국 | USACE | 1993 | ○ 평형 경사를 결정하는 방법 |
| | Design of small dams | 미국 | USBR | 1977 | ○ 구조물 기초에 대한 안정성<br>○ 배플 블록과 감세지에 대한 설계<br>○ 낙차가 큰 횡단구조물의 설계절차 |
| | Technical supplement 14G-grade stabilization techniques/Case study 12-grade control structures in western Iowa streams | 미국 | NRCS | 2007 | ○ 하상경사 제어 구조물 및 수리제어 구조물의 에너지선 스케치<br>○ 경사제어 구조물의 비교<br>○ 경사제어 구조물 수에 따른 비교<br>○ 하상경사 제어물의 국외 시공사례 |
| 하천시설물 운영을 고려한 하천진단 시스템 개발(1-7) | WARSMP | 미국 | USBR | 1990 | |
| | NWISWeb | 미국 | USGS | 1996 | ○ 미국 내 50개 주와 워싱턴DC, 그리고 푸에르토리코에서 수집된 대략 150만개의 수자원 관련 현장 데이터에 대한 각종 정보를 제공 |
| | WaterWare | EU | | 1992 | ○ 수자원 관리문제해결을 위한 데이터 분석, 모델링, 의사결정지원 등을 손쉽게 처리할 수 있는 통합된 프레임을 제공 |
| | FRICS | 일본 | JWA | 2003 | ○ 하천 유역내의 하천·지진 재해, 환경에 관한 정보를 최첨단의 기술을 활용하여 과거-현재-미래의 정보를 종합적으로 제공 |

## (2) 2세부과제: 첨단기술 기반 하천계측 및 운영 기술 개발

| 성과목표 (세세부제목) | 해외 과학기술 | | | | 해외 과학기술 정보내용 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 과학기술명 | 국가 | 기관 | 기술 개발 년도 | |
| 첨단기술을 이용한 하천 조사기술 개발 (2-2) | Blue-Green Lidar (Kinzel 등, 2006) | 미국 | USGS | 2006 | ○ 기존 단파장의 Lidar의 경우, 비행체에 장착된 레이저 선이 수체에 흡수됨에 의해 수면 하부의 하상고 측정이 어려운 단점이 있음. 이를 극복하기 위해 서로 다른 파장대의 다중 레이저 선을 활용하여 수표면과 하상고의 위치를 측정하여 하천의 수위 및 하상고의 측량이 가능케 함. |
| Smart River 정보관리 기술개발 (2-3) | USGS NWIS | 미국 | USGS | 2012 | ○ 관측소정보, 수질, 지하수, 자동자료처리 및 용수이용 자료 등 수문기상정보를 일반 사용자도 쉽게 접근할 수 있도록 웹시스템에서 제공 |
| 하천정보 분석모델 및 예경보 시스템 개발 (2-4, 2-5) | FRICS | 일본 | 하천 정보 센터 | 2006 | ○ 하천유역 종합정보시스템으로 일본 국토교통성 산하 하천국이 운영함, 전국 13590여개소의 텔레미터를 이용한 수문자료의 수집, 처리, 가공 및 해석을 담당하여 전문가 및 일반인에게 365일 24시간 정보 제공 |
| | RAM (Rhine Alarm Model) (Broer, 1991) | 유럽 | ICPR CHR | 1990 | ○ RAM은 수질사고 정보로 오염물질의 유입량과 유입시간을 입력하며, 유량 및 수위 관측지점의 수문정보는 실시간으로 RAM에 전송되어 수질사고 발생 시 즉각 가동<br>○ RAM은 2차원 모듈을 통한 횡방향 편차 고려가 가능하며 하천 평면도상에 오염물질의 이송 및 확산 거동, 특정지점에서 시간에 따른 농도곡선, 하천을 따라 최대농도치 및 최대농도 이동시간 계산 가능 |
| | RiverSpill (Samuels 등, 2006) | 미국 | USEPA SAIC | 2003 | ○ 미국 전역에서 운영되고 있는 GIS기반 하천수질예측 시스템으로서 실시간으로 오염물질의 이송-확산을 모의함<br>○ 실시간 유량조건에 따른 오염물질의 도달시간과 농도추적 및 변화를 예측 |
| 하천관리기술 검증을 위한 통합테스트베드 | FRICS | 일본 | 하천 정보 센터 | 1985 ~현재 | ○ 국민의 생명 · 재산에 직결하는 중요한 정보를 취급하기 위해 하천유역종합정보시스템(FRICS)을 개발하여 운영하고 있으 |

<table>
<tr><td>운영 관리<br>(2-6)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>며, 하천 유역내의 하천·지진 재해, 환경에 관한 정보를 최첨단의 기술을 활용하여 종합적으로 제공하고 있음</td></tr>
<tr><td>실내외 겸용 휴대용 스마트 초음파 유속계 개발<br>(2-7)<br><br>휴대용 초음파 유속계의 사용자 인터페이스 개발 및 성능 검증<br>(2-1)</td><td>Acoustic Doppler Velocimeter</td><td>미국, 노르웨이</td><td>Sontek, Nortek</td><td>2001</td><td>초음파 유속계<br><table><tr><td>업체명</td><td colspan="4">Sontek (미국)</td><td colspan="2">Nortek (노르웨이)</td></tr><tr><td>제품명</td><td>FlowTracker</td><td>16MHz MicroADV</td><td>10MHz ADV</td><td>5MHz ADVOcean</td><td>Vector</td><td>Vectrino</td></tr><tr><td>적용</td><td>Field</td><td>Lab.</td><td>Lab., Field</td><td>Field</td><td>Field</td><td>Lab.</td></tr><tr><td>측정원리</td><td colspan="4">coherent doppler</td><td colspan="2">coherent doppler</td></tr><tr><td>주파수 (MHz)</td><td>10</td><td>16</td><td>10</td><td>5</td><td>6</td><td>10</td></tr><tr><td>유속 (m/s)</td><td>0.001~4.0</td><td>Programmable<br>0.03, 0.1, 0.3, 1.0, 2.5</td><td>Programmable<br>0.03, 0.1, 0.3, 1.0, 2.5</td><td>Programmable<br>0.05, 0.2, 0.5, 2.0, 5.0</td><td>Selectable<br>±0.01, 0.1, 0.3, 2, 4, 7</td><td>Selectable<br>±0.01, 0.1, 0.3, 1, 2, 4</td></tr><tr><td>Output Sampling rate (Hz)</td><td></td><td>0.1~50</td><td>0.1~25</td><td>0.1~25</td><td>1~64</td><td>1~25</td></tr><tr><td>Internal Sampling rate (Hz)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>100~250</td><td></td></tr><tr><td>Resolution (cm/s)</td><td>0.01</td><td>0.01</td><td>0.01</td><td>0.01</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Accuracy</td><td colspan="4">±1% of measured vel., ±0.25cm/s</td><td colspan="2">±0.5% of measured vel., ±0.1cm/s</td></tr><tr><td>Distance to sampling volume (cm)</td><td>10</td><td>5</td><td>5 or 10</td><td>18</td><td>15</td><td>5</td></tr><tr><td>Sampling Volume</td><td></td><td>0.09 cc</td><td>0.25 cc</td><td>2 cc</td><td>Diameter 15mm<br>Height (selectable) 5~20mm</td><td>Diameter 6mm<br>Height (selectable) 3~15mm</td></tr><tr><td>stem (센서기구)</td><td>18 cm</td><td>25 cm</td><td>25 cm</td><td>없음</td><td>Fixed stem - 22.5cm<br>cable probe - 21.1cm</td><td>Down, Fixed stem - 36cm<br>Side, Fixde stem - 34.7cm<br>Side, cable probe - 16.7cm<br>Down, cable probe - 17.8cm<br>Field probe, cable - 19.5cm<br>Field probe, Fixed - 18cm</td></tr><tr><td>최대수심 (m)</td><td></td><td>60</td><td>60</td><td>250 (Delrin housing)<br>2000 (SS housing)</td><td></td><td></td></tr><tr><td>통신</td><td>RS 232</td><td></td><td></td><td></td><td>RS232 or RS422</td><td>RS232</td></tr><tr><td>전원</td><td>AA 건전지 8개<br>(25시간 운용)</td><td colspan="3">Lab model - PC 연결, Field model - battery(12~24VDC),<br>소비전력 2.5~4W for operating, 1mW 이하 in sleep mode</td><td>9~15VDC, battery 50Wh<br>소비전력 0.6~1.0W typical,<br>1.5W max</td><td>12~48 VDC<br>소비전력 1.5W max</td></tr><tr><td>무게 (kg)</td><td>1.8</td><td></td><td></td><td></td><td>5.0 or 8.3</td><td>1.2</td></tr><tr><td>Probe Width</td><td>130 mm</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>운용/보관 온도 (°C)</td><td>-20 ~ 50</td><td></td><td></td><td></td><td>-4~40 / -20~60</td><td>-4~40 / -15~60</td></tr><tr><td>외형</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table><br><초음파 유속계 사양비교표></td></tr>
<tr><td>휴대용 스마트 표면영상유속계 개발<br>(2-8)</td><td>iPhone용 표면영상유속계</td><td>일본</td><td>히로시마 대학</td><td>2013</td><td>  <br><br><iPhone용<br>표면영상유속계><br><br>  <br><br><측정시험의 실시방법></td></tr>
<tr><td>하천계측 유량 불확도 산정 소프트웨어 개발<br>(2-9)</td><td>GUM 표준안</td><td>미국</td><td>WMO</td><td>2010<br>~<br>현재</td><td>○ Chy(Commission of Hydrology)는 유량 측정 부분에 대한 불확도를 평가하기 위하여 IAHR, ISO, USGS 등에서 파견된 전문가들과 협의하여 표준안을 검토<br>○ 기존에 제시된 불확도 평가 방법 중 GUM 표준안을 공인 표준안으로 결정<br>○ 불확도 평가를 위한 실험 및 분석 기법 등 전반적인 사항에 대한 협의 중</td></tr>
</table>

## (3) 3세부과제: 한국형 수문량 분석 선진화 기술 개발

| 성과목표 (세세부제목) | 해외 과학기술 | | | | 해외 과학기술 정보내용 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 과학기술명 | 국가 | 기관 | 기술 개발 년도 | |
| 설계강우의 ARF 및 공간분포 산정방법 개발 (3-2) | ARF 산정 | 미국 | U.S. Weather Bureau | 1958 | ○ 호우중심형(Storm-centered)과 면적고정형(Fixed-area) 등 두 가지 형태의 ARF 산정 방법 기술<br>○ 호우중심형 방법은 가능 최대 강수량의 지점 추정치를 면적추정치로 환산하는데 주로 사용하며 재현기간을 한정시킨 빈도해석에 의한 추정치에는 권장하지 않음<br>○ 면적고정형 방법은 빈도해석된 자료의 추정에 사용됨 |
| | ARF 산정 | 영국 | NERC | 1975 | ○ 각 연도와 지점에 대한 지속시간 별 ARF를 산정하였으며, 지속시간과 재현기간 및 ARF와의 관계를 파악하여 기술<br>○ 지속시간 1분부터 25일까지, 기준면적은 1~30,000km2까지의 ARF를 통계적 방법으로 산정<br>○ 기준면적이 증가하고 지속시간이 길어질수록 ARF는 커지며, 재현기간과 ARF는 거의 관계가 없음 |
| 하도추적 및 홍수위 산정기술 개발 (3-4) | 홍수위 모의 | 미국 | FEMA | 2009 | ○ 미국 FEMA(Federal Emergency Management Agency)에서 발간한 Guidelines and Specifications for Flood Hazard Mapping Partners (2009)에서는 부정류 모형 적용에 대하여 자세한 설명을 하였으며, 필요시 부정류 모형을 적용할 것을 권장. |
| | 감조 하천구간의 빈도별 홍수위 산정 | 일본 | DPWH | 2010 | ○ 일본의 경우, 감조하천 구간에서 수공구조물 설계 시 홍수와 조위의 영향을 고려하여 설계하도록 제시 (Technical Standards and Guidelines for Design of Flood Control Structures, 2010) |
| 홍수빈도해석에 의한 설계홍수량 산정방법 일반화 (3-5) | Flood estimation handbook | 영국 | CEH | 1999 | ○ 영국에서는 Flood Study Report (1975)의 후속 연구 결과로 FEH (Flood Estimation HandBook) 제시<br>○ 표준적인 방법으로 홍수자료를 이용하는 방법과 설계호우-강우유출방법으로 구분<br>○ FEH는 총 4권으로 구성됨 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | ○ 제 1권: 상황에 따른 홍수량 산정방법의 선택, 기후변화, 홍수위험도 조건 등의 홍수빈도 분석을 위한 전반적인 지표 제시<br>○ 제 2권: 강우빈도분석 기법<br>○ 제 3권: 홍수빈도분석 기법<br>○ 제 4권: 설계호우-강우유출 관계 |
| | Australian rainfall and runoff | 호주 | GA | 2012 | ○ 호주에서는 국가차원의 홍수량 산정 가이드 ARR(Australian Rainfall and Runoff)을 제시함<br>○ 영국의 경우와 마찬가지로 표준적인 방법으로 홍수자료를 이용하는 방법과 설계호우-강우유출방법으로 구분<br>○ 홍수량의 계측 · 미계측 지역으로 구분, 기타 상황에 따른 여러 가지 홍수량 추정 방법 제시 |
| 개념적 강우-유출모형을 활용한 홍수량 산정방법 개발 (3-6) | - | 영국 | CEH | 2007 | ○ 영국은 기존의 단위도 기반의 모형적용(Flood Study Report(IH,1976), Flood Estimation Handbook(IH,1999)을 반영한 PDM 토양저류 함수 모형 기반의 ReFH (FEH supplementary Report(CEH,2007))로 개선하여, 홍수량 산정의 신뢰성을 높임<br>○ 현재 도시화 유역 적용을 위한 매개변수 산정 지역화 연구를 수행 중에 있으며, 일관된 홍수량 산정 방법을 제시하고 있음<br>○ 영국 유역 관리 담당 관청에서는 표준화된 설계홍수량 산정 방법과 프로그램을 제시하여 실무에 적용되고 있는 설계홍수량의 일관성과 신뢰성을 확보하고 있음 |
| 유역특성인자 및 홍수량 산정 통합시스템 구축 (3-7) | - | 영국 | Centre for Ecology & Hydrology | 1999 | ○ 영국의 표준 홍수량 산정 방법인 FEH(IH, 1999)에서는 개념적 강우유출 모형을 적용하여 매개변수의 지역화를 통하여 미계측 지역에서의 홍수량을 ReFH(Kjeldsen, 2007)방법을 새로운 표준 방법으로 제시하고 있음 |

## (4) 4세부과제: 물안보 확보를 위한 하천의 탄력적 물관리 기술

| 성과목표 (세세부제목) | 해외 과학기술 | | | | 해외 과학기술 정보내용 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 과학기술명 | 국가 | 기관 | 기술개발년도 | |
| 외부환경 변화에 따른 하천수량 평가 방안 및 매개변수 추정 지원시스템 개발 (4-1) | SWMM User's manual and reference manual | 미국 | EPA | 2015 | ○ EPA SWMM 5.1 사용자 설명서<br>○ EPA SWMM 5.1 수문계산 참고문헌<br>○ EPA SWMM 5.1 수질계산 참고문헌 |
| 외부환경 변화에 따른 물 순환 복원 기술 평가 시스템 개발 (4-2) | SWMM<br>SUSTAIN<br>XP-SWMM<br>PCSWMM | 미국<br>캐나다 | EPA<br>CHI | 2011 | ○ SWMM의 LID 모의 관련 자료<br>○ PCSWMM, XP-SWMM, SUSTAIN 관련 자료 |
| 하천유량관리 고도화 기술 시스템 개발 (4-3) | Developing and testing the water poverty index: Phase I Final Report | U.K. | Centre for Ecology and Hydrology | 2002 | ○ 국제기구에서 제시하고 있는 대표적인 물관리 지수인 물빈곤지수(Water Poverty Index, WPI) 설명 |
| 하천수 이용환경 개선을 위한 법제 연구 (4-4) | 水法・国土保全法-治水 `利水そして環境へ | 일본 | 山海堂 | 2006 | ○ 일본의 물 관련 법령 상세 정보 참고 |
| 유역특성을 고려한 구조적 하천수량 확보 기술 (4-5) | Site Suitability Analysis for Small Multipurpose Dams Using Geospatial Technologies | 미국 | Journal of Remote Sensing & GIS | 2016 | ○ 수문평가, 저수지 용량 산정 방법<br>○ 유출흐름, 지질, 경사, TRI, 토지이용, 고도, DEM 등을 이용한 소규모 다목적댐의 적지 분석 |
| 용수수급 요소를 고려한 비구조적 하천 수량 확보 기술 연구 (4-6) | Senga의 저수지 운영률 | 일본 | Tokyo University of Agriculture and Technology | 1989 | ○ 부족수량 역산출 방법에 의한 농업용수 필요확보 수량 산출 방법 Senga의 개념<br>○ 여기서 하천유지유량 도입과 연말과 연초의 불연속성을 연속성 추가의 새로운 개념 도입 |
| 탄력성 평가에 의한 하천수량 확보 가이드라인 개발 | USBR WARSMP(Watershed & River Systems | 미국 | 미개척국/지질조사국 | 1990 | ○ Colorado강의 상·하류 유역, Gunnison강 유역, San Juan강 유역, Washington의 Yakima 프로젝트, Rio Grande 유역, Truckee강 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| (4-7) | Management Program) | | | | 유역 등지에 적용<br>○ 산정된 유출량은 유역 내의 수질 문제, 수리권 문제 등을 해결하는 필요한 기본적인 자료로 이용되며, 기타 수리학적인 계산을 위한 입력 자료로도 이용 |

# 7. 연구개발성과의 보안등급

## (1) 1세부과제: 대하천 친환경시설물 및 하도 유지관리 기술 개발

| 성과목표<br>(세세부제목) | 최종 개발기술 목표<br>(최종성능 목표) | 연구개발성과의<br>보안등급 |
|---|---|---|
| 유역침식을 고려한 하도 안정화 기술 개발 (1-1) | 유역침식을 고려한 하도 안정화 관리지침서 및 프로그램 사용자 매뉴얼 | 상 |
| | 유사발생 Risk Map | 중 |
| | 한국형 환경창 | 중 |
| 사주발생제어 및 저수로 안정화 기술 개발 (1-2) | 저수로 안정화를 위한 구조적대책 방안 제시 | 중 |
| 하도안정화를 위한 유역침식 제어기술 개발 (1-3) | 유역유사 예측 및 유사관리 가이드라인 보고서 | 중 |
| 다기능보 배사 효율 극대화 및 하류 세굴 방지 방안 연구 (1-4) | 다기능보 상하류 하상변동 영향 저감 방안 제시 및 적절한 바닥 보호공 길이 산정 공식 제시 | 중 |
| 하천시설관리 최적화 기술개발 (1-5) | 하천 수리해석 기술 | 상 |
| | 친수시설 안정성 평가 기술 | 중 |
| | 어도 이용효율 평가 기술 | 중 |
| | 첨단계측 기술(GPS 부자) | 상 |
| 하도 안정화를 고려한 홍수량 조절시설 최적 설계기술 개발(1-6) | 홍수량 조절시설 최적 운영 및 유지관리 가이드라인(안) | 중 |
| | 합류부 하도변화 분석 및 안정화 가이드라인(안) | 중 |
| 하천시설물 운영을 고려한 하천진단 시스템 개발(1-7) | 하천진단시스템 기능테스트 100% | 중 |

## (2) 2세부과제: 첨단기술 기반 하천계측 및 운영 기술 개발

| 성과목표<br>(세세부제목) | 최종 개발기술 목표<br>(최종성능 목표) | 연구개발성과의<br>보안등급 |
|---|---|---|
| 휴대용 초음파 유속계의 사용자 인터페이스 개발 및 성능 검증<br>(2-1) | 휴대용 초음파 유속계의 사용자 인터페이스 개발 | 중 |
| 첨단기술을 이용한 하천 조사기술 개발<br>(2-2) | 첨단기술을 이용한 하천계측기술 개발 | 중 |
| Smart River 정보관리 기술개발<br>(2-3) | 통합하천정보 관리 기술 개발 | 중 |
| 하천정보 분석모델 및 예경보 시스템 개발<br>(2-4) | 하천정보 분석 모델 및 예보시스템 개발 (RiverCAST-K) | 중 |
| | 대하천 수질오염사고 경보시스템 개발 (RiverALARM-K) | 중 |
| 첨단기술 기반의 지능형 하천정보 제공시스템 개발<br>(2-5) | 하천예보시스템 구축 (RiverCast-K) | 중 |
| | 수질사고 경보시스템 GUI 개발 (RiverAlarm-K) | 상 |
| 하천관리기술 검증을 위한 통합테스트베드 운영 관리<br>(2-6) | 통합테스트베드 지형현황 조사(3차원 지형정보) | 중 |
| | 통합테스트베드 자료구축 (유량 유속 수질 유사량 등 다양한 수리량 측정) | 중 |
| 실내외 겸용 휴대용 스마트 초음파 유속계 개발<br>(2-7) | 휴대용 도플러 유속계 개발(ACOUSTAR)<br>(유속정확도 95% 이상) | 상 |
| 휴대용 스마트 표면영상유속계 개발<br>(2-8) | 스마트폰을 이용한 휴대용 표면영상유속계 시스템 개발 | 중 |
| 하천계측 유량 불확도 산정 소프트웨어 개발<br>(2-9) | ADCP 유량측정 불확도 소프트웨어 개발 | 중 |

## (3) 3세부과제: 한국형 수문량 분석 선진화 기술 개발

| 성과목표<br>(세세부제목) | 최종 개발기술 목표<br>(최종성능 목표) | 연구개발성과의<br>보안등급 |
|---|---|---|
| 설계강우의 결정방법 개발<br>(3-1) | 지역빈도해석 기반 확률강우량 산정 | 중 |
| | 극한강우 사상을 고려한 Huff 4분위법 | 중 |
| 설계강우의 ARF 및 공간분포 산정방법 개발<br>(3-2) | 전국 4개 권역 호우중심형 ARF 산정 | 중 |
| | 가이드라인 작성 | 중 |
| 설계홍수량 산정방법 개발<br>(3-3) | 한국형 설계홍수량 산정방법 가이드라인 | 중 |
| 하도추적 및 홍수위 산정기술 개발<br>(3-4) | 하도홍수추적 기법 가이드라인 작성 | 중 |
| | 조위 및 하구둑 운영조건을 고려한 빈도별 홍수위 산정 | 중 |
| 홍수빈도해석에 의한 설계홍수량 산정방법 일반화<br>(3-5) | 홍수량 공간확장 기법과 연계한 통계학적 홍수빈도해석 기법 개발 | 중 |
| | 미계측 유역을 위한 빈도홍수량 지역화 공식 개발 | 중 |
| 개념적 강우-유출모형을 활용한 홍수량 산정방법 개발<br>(3-6) | 태풍사상 기반 강우유출모형 매개변수의 지역화 모형 개발 | 중 |
| 유역특성인자 및 홍수량 산정 통합시스템<br>(3-7) | 전국 유역 특성인자 DB 구축 | 중 |
| | 홍수량산정 통합시스템 개발 | |
| | 최종 홍수량산정시스템 개발 | |

## (4) 4세부과제: 물안보 확보를 위한 하천의 탄력적 물관리 기술 개발

| 성과목표<br>(세세부제목) | 최종 개발기술 목표<br>(최종성능 목표) | 연구개발성과의<br>보안등급 |
|---|---|---|
| 외부환경 변화에 따른 하천수량 평가 방안 및 매개변수 추정 지원시스템 개발 (4-1 | 소프트웨어 홍보 및 실용화 | 중 |
| | 외부환경 변화에 따른 낙동강 표준유역 단위의 미래 및 과거 30년 물순환 모의 결과 DB화 | 중 |
| 외부환경 변화에 따른 물 순환 복원 기술 평가 시스템 개발 (4-2) | 중소유역 물순환 복원을 위한 계획의 우선순위 결정도구 개발 | 중 |
| | 토지이용변화에 대한 민감도 분석 도구 개발 | 중 |
| 하천유량관리 고도화 기술 시스템 개발 (4-3) | 탄력적 유량관리 표준화 공감대 | 하 |
| | 발생가능 제약사항 조사 및 맞춤형 대처기법 제시 | 하 |
| | 하천수 사용량 및 허가제도 개선을 위한 정책 제안 | 중 |
| | 물안보 R&D 전략과제 도출 | 중 |
| 하천수 이용환경 개선을 위한 법제 연구 (4-4) | 최적의 하천수 징수체계 도입방안 제시 | 중 |
| | 하천수사용허가 세부기준(안) 제시 | 중 |
| 유역특성을 고려한 구조적 하천수량 확보 기술 (4-5) | 구조물 평가지수함수 개발 | 중 |
| | 국가 및 지자체 수자원 계획 신규 및 수정(안) 제안 | 하 |
| | 지역특성을 고려한 물 이용종합계획 수립 | 하 |
| | 비구조적 물관리 기술 성과의 실용화 | 중 |
| 용수수급 요소를 고려한 비구조적 하천수량 확보 기술 연구 (4-6) | 갈수기 하천수량 확보량 2%이내 | 중 |
| | 갈수기 하천수량 확보량 2%이내 | 중 |
| 탄력성 평가에 의한 하천수량 확보 가이드라인 개발 (4-7) | 대상유역 적용을 위한 입력자료 90%이상 구성 | 중 |
| | 가이드라인 대상유역 적용 1건 | 하 |
| | 유역의 수자원 부족량 확보 관리 가이드라인 제시 1건 | 하 |

# 8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

(1) 1세부과제: 대하천 친환경시설물 및 하도 유지관리 기술 개발(해당사항 없음)

(2) 2세부과제: 첨단기술 기반 하천계측 및 운영 기술 개발

| 차년도 | 구입 기관 | 연구시설/ 연구장비명 | 규격 (모델명) | 수량 | 구입 연월일 | 구입 가격 (천원) | 구입처 (전화번호) | 비고 (설치 장소) | NTIS장비 등록 번호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1차년도 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2차년도 | 창원대 (2-6) | 하천유량측정시스템 | RiverSurveyor M9 | 1 세트 | 2013.8 | 72,500 | 02)890-3591 | 창원대 토목공학과 | NFEC-2013-08-182416 |
| 3차년도 | 서울대 (2-4) | 다항목 수질 모니터링 계측기기 | YSI 6600 V2 | 1 세트 | 2014.3 | 42,889 | 02)890-3591 | 테스트베드 구간 (강정고령보 하류) | NFEC-2014-04-186895 |
| | 창원대 (2-6) | 현장용 수중입도분석기 | LISST-100X | 1 식 | 2014.4 | 46,000 | 02-703-0440 | 창원대 토목공학과 | NFEC-2014-05-188704 |
| 4차년도 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 5차년도 | 창원대 (2-6) | 수질모니터링시스템-다항목 수질분석기 | YSI6600 V2 | 1 개소 | 2015.10 | 44,800 | 02)890-3591 | 경북 고령군 다산면 송곡리 송곡양수장 | NFEC-2015-10-205682 |
| 6차년도 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

(3) 3세부과제: 한국형 수문량 분석 선진화 기술 개발(해당사항 없음)

(4) 4세부과제: 4세부과제: 물안보 확보를 위한 하천의 탄력적 물관리 기술(해당사항 없음)

# 9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적

## (1) 1세부과제: 대하천 친환경시설물 및 하도 유지관리 기술 개발

| 차년도 | 세세부 과제 | 문제점 | 연구실 등의 안전 조치 이행 실적 |
|---|---|---|---|
| 4차년도 | 한국건설기술연구원 (1-6) | - 국내 5개 홍수량 조절시설이 완공되었으나 운영 경험이 없어 운영 규칙 수립에 혼선이 있어 현재 미확정 | - 운영 규칙 확정 시 적용성을 검토하며, 요청이 있을 경우 기관 자문 및 협조 수행 |
| 5차년도 | 서울대 (1-4) | - 과거 4대강 사업 직전 직후 하천 지형 데이터의 취득 어려움 | - 추후 하천 지형 데이터 취득을 통해 그에 맞는 수리 실험 시행하고자 노력 |
| | 한국건설기술연구원 (1-6) | - 홍수량 조절시설 운영 및 유지관리 가이드라인(안) 및 합류부 하안 안정화 기술 매뉴얼(안)의 세부항목에 따른 구체적인 콘텐츠 부족 | - 6차년도 홍수량 조절시설 운영 및 유지관리 가이드라인(안) 및 합류부 하안 안정화 기술 매뉴얼(안)의 지속적인 수정 및 보완 |

## (2) 2세부과제: 첨단기술 기반 하천계측 및 운영 기술 개발

| 차년도 | 세세부 과제 | 문제점 | 연구실 등의 안전 조치 이행 실적 |
|---|---|---|---|
| 2차년도 | 창원대 (2-6) | - 과제 특성상 현장실험 및 계측이 주를 이루기 때문에 연구원의 안전확보를 위한 대책수립이 절실히 요구됨. 특히, 하천을 대상으로 한 계측 과정에서 발생 가능한 수상안전에 대한 대비가 필수적임 | - 참여연구진의 하천 계측에 필요한 보트 운영을 위하여 관련 수상면허를 취득과 함께 참여연구원 안전을 확보하기 위한 수상안전 교육, 안전장비의 구비 및 착용, 관련 장비운용의 안전한 활용을 위한 교육실시 |
| 5차년도 | 서울대 (2-4) | - 검증자료 취득을 위한 현장실험 수행 시 안전사고 발생 우려 | - 현장실험 시 구명조끼, 로프 등 안전장비 구입<br>- 실험 참여 인원별 무전기를 지급하여 실험 현황 파악 및 안전상태 수시 점검 |
| 6차년도 | 서울대 (2-4) | - 검증자료 취득을 위한 실내 실험 수행 시 안전사고 발생 우려 | - 실험참여자의 실험실 안전교육 이수<br>- PIV를 위한 레이저 이용 시, 시력보호를 위한 안전장비 착용 의무화 |
| | 창원대 (2-6) | - 장비사용에 따른 안전사고 발생의 우려 | - 안전사고에 취약한 장비를 선정(UAV)하여 상해보험 가입 |

## (3) 3세부과제: 한국형 수문량 분석 선진화 기술 개발

| 차년도 | 세세부 과제 | 문제점 | 연구실 등의 안전 조치 이행 실적 |
|---|---|---|---|
| 2차년도 | 충북대 (3-6) | - 공기관 또는 국립대학이 아닐 경우 강우자료 등을 수집할 때 시간과 비용 많이드는 자료확보의 어려움이 있음 | - 발주처의 공문 등을 통해 연구수행에 필요한 자료를 공기업에 요청할 때 협조가 반드시 필요함 |
| 3차년도 | 충북대 (3-6) | - 3-3세세부 연구과제와 동일 지점의 값을 비교 평가가 필요함. | - 3-3세세부 과제와 동일한 연구 유역의 홍수사상을 대상으로 단기 모의를 수행하겠음. |
| 4차년도 | 충북대 (3-6) | - 유역의 수문구간을 바탕으로 다목적함수를 적용한 홍수량 산정 부분은 각 목적함수에 따른 최적화 모형의 정도가 낮아, 적용신뢰도를 확보하기 어려움 | - 홍수사상의 규모 및 선행함수조건 등을 구분하여, 수문 구간의 특성(상승/하강, 고유량/저유량)을 명확히 하여 지역화를 수행함 |
| 5차년도 | 충북대 (3-6) | - 소규모유역(30㎢)의 홍수량 산정시 매개변수의 과다 및 과소산정 문제 | - 소규모유역을 포함하여, 지역화 모형의 개선이 필요함 |

## (4) 4세부과제: 4세부과제: 물안보 확보를 위한 하천의 탄력적 물관리 기술

(해당사항 없음)

# 10. 연구개발과제의 대표적 연구 실적

## (1) 1세부과제: 대하천 친환경시설물 및 하도 유지관리 기술 개발

(가) 국외 논문 게재

| 차년도 | 번호 | 논문명 | 소속 기관명 | 주저자 | 논문 게재지/국가 | 논문 게재일 | 특기 사항 (SCI 여부) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2차 년도 | 1 | Some remarks on a modified helmholtz equation with inhomogeneous source | 서울대 | Nguyen Van Thinh | Applied Mathematical Modelling | 2013.01 | SCI |
| | 2 | Three-dimensional numerical model for soil vapour extraction | 서울대 | Nguyen Van Thinh | Journal of Contaminant Hydrology | 2013.02 | - |
| | 3 | Subsidence of riprap protection without filters for different installation types of riprap around a pier in sands | 명지대 | Ji Un | Journal of Hydro-environment Research/미국 | 2013.03 | SCI |
| 3차 년도 | 4 | Analysis on failure of slope and landslide dam | 충남대 | Ram Krishna Regmi | KSCE Journal of Civil Engineering/대한민국 | 2013.07 | SCI |
| | 5 | Numerical simulation of sediment particles released at the edge of the viscous sublayer in steady and | 서울대 | Hwang Jin Hwang | Journal of Hydro-environment Research | 2013.08 | SCI |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | oscillating turbulent boundary layers | | | | | |
| | 6 | A case study for optimal position of fishway at low-head obstructions in tributaries of han river in Korea | 인제대 | Kyong Oh Baek | Ecological Engineering | 2014.01 | SCI |
| 4차 년도 | 7 | Study on mechanism of retrogressive slope failure using artificial rainfall | 충남대 | Ram Krishna Regmi | Catena | 2014.11 | SCI |
| | 8 | Numerical simulation of the fluvial processes in the channels by sediment mining | 교통대 | Jang Chang-Lae | KSCE Journal of Civil Engineering /대한민국 | 2015.03 | SCI |
| | 9 | Semi-two dimensional numerical prediction of non-equilibrium sediment transport in reservoir using stream tubes and theory of minimum stream power | 서울대 | Ahn Jung Kyu | KSCE Journal of Civil Engineering | 2014.12 | SCI |
| 5차 년도 | 10 | Hydrological simulation for impact assessment of Kaeng Sue Ten Dam in | 충남대 | Sasipat Apichitchat | KSCE Journal of Civil Engineering /대한민국 | 2015.03 | SCI |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Thailand | | | | | |
| | 11 | Effect of topography and soil parameterisation representing soil thicknesses on shallow landslide modelling | 충남대 | Min Seok Kim | Quaternary International | 2015.10 | SCI |
| | 12 | Numerical investigation of flow around circular cylinder with splitter plate | 서울대 | Hwang Jin Hwang | KSCE Journal of Civil Engineering | 2015.10 | SCI |
| | 13 | Attraction efficiency in natural-like fishways according to weir operation and bed change in nakdong river, Korea | 인제대 | Kyong Oh Baek | Ecological Engineering | 2015.11 | SCI |
| | 14 | Stability analysis of riverfront facility on inundated floodplain based on flow characteristic | 인제대 | Chang Geun Song | Journal of Flood Risk Management | 2016.02 | SCI |
| 6차 년도 | 15 | Characteristics of rainfall-discharge and water quality at limboto lake, gorontalo, Indonesia | 충남대 | Luki Subehi | Journal of Engineering and Technological Sciences/인도네시아 | 2016.08 | SCI |
| | 16 | Study on the formation and | 충남대 | Xuan Khanh Do | KSCE Journal of | 2016.09 | SCI |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | geometries of rainfall-induced landslide dams | | | Civil Engineering /대한민국 | | |
| | 17 | Numerical analysis of multiple slope failure due to rainfall: based on laboratory experiments | 충남대 | Ram Krishna Regmi | Catena | 2017.03 | SCI |
| | 18 | Geomorphologic skewness of hydrologic response | 충남대 | Joo-Cheol Kim | Water Resource Management | 2017.04 | SCI |
| | 19 | A study of surface mixing in a meandering channel using GPS floaters | 인제대 | Eun Jin Han | Environmental Earth Sciences | 2016.05 | SCI |
| | 20 | Floodplain stability indices for sustainable waterfront development by spatial identification of erosion and deposition | 인제대 | Chang Geun Song | Sustainability | 2017.05 | SCI |

(나) 국내 논문 게재

| 차년도 | 번호 | 논문명 | 소속 기관명 | 주저자 | 논문 게재지 | 논문 게재일 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1차년도 | 1 | 토지이용도, RUSLE, 그리고 산사태 위험도를 이용한 낙동강유역의 토양 침식에 대한 위험성 및 잠재성 분석 | 명지대 | 지운 | 한국수자원학회지 | 2012.06 |
| 2차년도 | 2 | RCP 기후변화 시나리오를 고려한 금강유역의 미래 용수공급 변화전망 | 충남대 | 노선희 | 한국수자원학회지 | 2013.05 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 | 계절별 저수지 유입량의 확률예측 | 충남대 | 강재원 | 한국환경과학회지 | 2013.07 |
| | 4 | 하안침식을 고려한 복렬사주의 동적 거동 특성 분석 | 교통대 | 장창래 | 한국수자원학회지 | 2013.01 |
| | 5 | 2차원 부정류 모형을 이용한 둔치의 수리특성 분석 | 인제대 | 구영훈 | 대한토목학회지 | 2013.04 |
| | 6 | 낙동강 하류의 퇴사저감을 위한 하폭축소방법이 홍수위변화 및 하상변동에 미치는 영향 분석 | 명지대 | 장은경 | 한국환경과학회지 | 2013.03 |
| 3차 년도 | 7 | 다중선형회귀분석에 의한 계절별 저수지 유입량 예측 | 충남대 | 강재원 | 한국환경과학회지 | 2013.08 |
| | 8 | DAD 분석을 위한 자동 강우장 탐색기법의 개발 및 적용 | 충남대 | 김연구 | 한국수자원학회지 | 2014.04 |
| | 9 | Sediment erosion and transport experiments in laboratory using artificial rainfall simulator | 충남대 | Ram Krishna Regmi | Journal of the Korean Geo-Environmental Society | 2014.04 |
| | 10 | 제방형상과 홍수파형에 의한 제방의 파이핑 안정성 평가 | 충남대 | 강태운 | 한국수자원학회지 | 2014.04 |
| | 11 | 식생에 의한 하도의 지형변동 특성 분석 | 교통대 | 장창래 | 한국수자원학회지 | 2013.09 |
| | 12 | Efficiency of flushing through a sluice-gated weir | 영남대 | 손광익 | Advanced Materials Research | 2014.01 |
| | 13 | Transition of land cover characteristics at wild-fired watershed | 영남대 | 손광익 | Advanced Materials Research | 2014. |
| | 14 | 인공하도식 어도에서 2차원 물리서식처 모형을 이용한 어류 유입 효율 평가 -피라미를 대상으로- | 인제대 | 백경오 | 한국수자원학회지 | 2013.06 |
| | 15 | 유량변화에 따른 아이스하버식 어도의 수리학적 이동효율 분석 | 인제대 | 조재안 | 대한토목학회지 | 2013.09 |
| | 16 | 홍수시 둔치구간의 수리해석을 위한 2차원 모형 비교 | 인제대 | 구영훈 | 한국습지학회지 | 2014.02 |
| | 17 | CCHE2D 모형을 이용한 함안보 상류 하상안정화 방안 검토 | 한국건설기술연구원 | 장은경 | 대한토목학회지 | 2013.11 |
| | 18 | 강변저류지 홍수위 저감효과 분석을 위한 수치모형 적용 | 한국건설기술연구원 | 조길제 | 한국산학기술학회논문지 | 2014.01 |
| | 19 | SWAT 모형을 이용한 | 한국건설기 | 지운 | 한국환경과학 | 2014.04 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 낙동강 유역의 장기 유출에 따른 유사량 분석 | 술연구원 | | 회지 | |
| 4차 년도 | 20 | 흐름상태와 제내지 및 제외지의 표고변화에 따른 제방의 파이핑안정성 평가 | 충남대 | 강태운 | 한국수자원학회지 | 2015.04 |
| | 21 | 다기능보의 수문운영에 따른 금강의 장기하상변동 및 홍수위 변화 분석 | 충남대 | 정안철 | 한국수자원학회지 | 2015.05 |
| | 22 | 실내실험에 의한 혼합사로 구성된 하상 표층에서 지형변동에 따른 유사의 분급 특성 분석 | 교통대 | 장창래 | 한국수자원학회지 | 2014.12 |
| | 23 | 낙동강 하도의 유사수지 분석을 통한 자연적 그리고 인위적 하상변동 분석(4대강살리기 사업 이전) | 영남대 | 손광익 | 한국수자원학회지 | 2015.01 |
| | 24 | 유인수로의 운영에 따른 달성보 인공하도식 어도의 유인효율 평가 | 인제대 | 박지현 | 한국물환경학회지 | 2015.01 |
| | 25 | 친수시설 홍수위험도 평가를 위한 Nays2D 모형의 현장 적용에 관한 연구 | 인제대 | 구영훈 | 대한토목학회지 | 2015.06 |
| | 26 | 수치모형 적용을 통한 나주 강변저류지 홍수위 저감효과 분석 | 한국건설기술연구원 | 이동섭 | 한국산학기술학회논문지 | 2014.09 |
| | 27 | 남한강과 금당천 합류부 구간에서의 지류 유입유량 변화에 따른 흐름특성 및 하상변동 수치모의 | 한국건설기술연구원 | 지운 | 한국수자원학회지 | 2014.11 |
| | 28 | 하천만곡을 고려한 사석호안공 설계기법 제안 | 한국건설기술연구원 | 김형준 | 한국방재학회지 | 2014.12 |
| | 29 | 비점착성 하상에서의 두부침식 메커니즘 분석에 관한 실험 연구 | 한국건설기술연구원 | 지운 | 한국산학기술학회논문지 | 2015.02 |
| 5차 년도 | 30 | 멱함수 법칙분포를 기반으로 한 유역의 배수구조에 대한 해석 | 충남대 | 김주철 | 한국수자원학회지 | 2015.06 |
| | 31 | 수문지형학적 모형을 이용한 토양 점착력 값 보정과 이를 통한 산사태 모의 | 충남대 | 김민석 | 한국지형학회지 | 2015.09 |
| | 32 | 낙동강 유역의 친환경 하천 준설을 위한 환경창 수립 방안 | 충남대 | 정안철 | 한국환경정책평가연구원 학술지 | 2015.12 |
| | 33 | A study on rainfall induced slope failures: implications for various steep slope | 충남대 | Xuan Khanh Do | Journal of the Korean Geo-Enviro | 2016.05 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | inclinations | | | nmental Society | |
| | 34 | 수제의 길이 변화에 의한 교호사주의 거동 분석 실험 | 교통대 | 장창래 | 응용생태공학회 논문집 | 2016.03 |
| | 35 | 수치모형을 이용한 수제 간격에 따른 흐름 및 하도변화 연구 | 교통대 | 장창래 | 한국수자원학회지 | 2016.02 |
| | 36 | 지역 특성 및 월간 변화를 고려한 대하천 수변 친수지구 이용수요 예측 | 한국건설기술연구원 | 이동섭 | 한국습지학회 논문집 | 2015.11 |
| | 37 | 합류부 구간에서의 하상퇴적과 하안침식에 의한 평면적 하도변화 수치모의 | 한국건설기술연구원 | 지운 | 한국수자원학회지 | 2016.05 |
| 6차년도 | 38 | 환경창을 이용한 다기능보의 친환경 준설시기에 관한 연구 | 충남대 | 정안철 | 한국방재학회지 | 2016.08 |

(다) 국제 학술회의 발표

| 차년도 | 번호 | 발표명 | 소속 기관명 | 발표자 | 학술회의 명칭 | 발표일 | 국명 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2차년도 | 1 | 3D Numerical simulation of free surface over hydraulic structures in open channels and rivers | 서울대 | Nguyen Van Thinh | International Association for Hydro-Environment Engineering and Research World Congress | 2012.08 | 대한민국 |
| | 2 | Numerical analysis of flow and bed changes by water level drawdown at the haman weir in the nakdong river using the CCHE2D model | 명지대 | Ji Un | International Conference on Hydroscience & Engineering | 2012.11 | 미국 |
| 3차년도 | 3 | Analysis on correlation between the pore pressure of levee and operating weir | 충남대 | Kang Tae Un | 6th Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources | 2013.08 | 대한민국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | Grid-based depth-area-duration analysis | 충남대 | Shin Young A | 6th Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources | 2013.08 | 대한민국 |
| | 5 | Development of levee leakage monitoring system | 충남대 | Kang Tae Un | 35th International Association for Hydro-Environment Engineering and Research World Congress | 2013.09 | 중국 |
| | 6 | Non-stationary frequency analysis of rainfall events in Korea and Japan using the successive average method | 충남대 | Kang Eun Bi | 35th International Association for Hydro-Environment Engineering and Research World Congress | 2013.09 | 중국 |
| | 7 | Experimental study on sediment erosion and transportation due to rainfall | 충남대 | Ram Krishna Regmi | 35th International Association for Hydro-Environment Engineering and Research World Congress | 2013.09 | 중국 |
| | 8 | Development and field application of levee leakage monitoring | 충남대 | Jeong An Chul | The 2nd International Symposium on Advanced Technology for River Manageme | 2013.11 | 대한민국 |
| | 9 | Development of SPN-D2M2 considering social impact | 충남대 | Jeong An Chul | Smart Water Grid International Conference | 2013.11 | 대한민국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 2013 | | |
| | 10 | Simulation of a flow routing model for the flood in the yom river basin, Thailand 2011 | 충남대 | Sasipat Apichitchat | Smart Water Grid International Conference 2013 | 2013.11 | 대한민국 |
| | 11 | Investigation of sediment transport mechanism based on laboratory flume experiments | 충남대 | Ram Krishna Regmi | The 2nd International Symposium on Advanced Technology for River Manageme | 2013.11 | 대한민국 |
| | 12 | Non-stationary frequency analysis of rainfall events in korea and japan using the successive average method and applicability analysis | 충남대 | Kang Eun Bi | The 2nd International Symposium on Advanced Technology for River Manageme | 2013.11 | 대한민국 |
| | 13 | Local scour at downstream of stilling basin in zhigulevskaya hydropower dam | 충남대 | Xuan Khanh Do | The 2nd International Symposium on Advanced Technology for River Manageme | 2013.11 | 대한민국 |
| | 14 | Numerical simulation of behaviors of bars in the channel with variable width | 교통대 | Jang Chang-Lae | The 2nd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2013.11.8 | 대한민국 |
| | 15 | Predictions of long-term bed level changes through linking of watershed and river flow model | 교통대 | Jang Chang-Lae | The 2nd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2013.11.8 | 대한민국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 16 | Soil erosion characteristics of wild fired mountain basin | 영남대 | Son Kwang Ik | The 2nd International Symposium on Advanced Technology for River Manageme | 2013.11 | 대한민국 |
| | 17 | Studies of sediment deposition and scour at multi puposed weir | 서울대 | Hwang Jin Hwang | International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2013.11 | 대한민국 |
| | 18 | Numerical simulation of sediment transport and scour holes evolution around ganjeong weir in nakdong river | 서울대 | Nguyen Van Thinh | International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2013.11 | 대한민국 |
| | 19 | Assessment of Attraction Efficiency at By-pass Fishway Using Two-dimensional Physical Habitat Simulation Model | 인제대 | Baek Kyong Oh | International water Association | 2013.09 | 대한민국 |
| | 20 | Numerical analysis for attraction efficiency and passage efficiency of multi-functional weir fishway | 인제대 | Park Ji Hyun | International Symposium on Environmental Hydraulics | 2014.01 | 싱가포르 |
| | 21 | Numerical Analysis for Bed Changes Considering Discharge Variation at the River Confluence | 건기연 | Jang Eun Kyung | Hydrology Days | 2014.03 | 미국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Section | | | | | |
| 4차년도 | 22 | Evaluation of ecological discharge based on flow duration and environmental management class in day river, Vietnam | 충남대 | Nguyen Thi Phuong Thuy | The 19th International Association for Hydro-Environment Engineering and Research World Congress | 2014.09 | 베트남 |
| | 23 | MCDA for decision making of floodway construction, Thailand | 충남대 | Chayapa Chayaviwattanawong | The 19th International Association for Hydro-Environment Engineering and Research World Congress | 2014.09 | 베트남 |
| | 24 | The impact of matric suction in multiple slope failure analysis | 충남대 | Xuan Khanh Do | The 19th International Association for Hydro-Environment Engineering and Research World Congress | 2014.09 | 베트남 |
| | 25 | Three-dimensional analysis of rainfall-induced landslide | 충남대 | Ram Krishna Regmi | International Symposium Geohazards 2014 | 2014.11 | 네팔 |
| | 26 | Evaluation of discharge and sediment yield in the upper citarum watershed using CAESAR-LISFLOOD(case study: upper citarum river basin, west Jaba, Indonesia) | 충남대 | Kania Dewi Nastiti | Smart Water Grid International Conference 2014 | 2014.11 | 대한민국 |
| | 27 | Evaluation of eclolgical discharge based | 충남대 | Nguyen Thi Phuong Thuy | Smart Water Grid International | 2014.11 | 대한민국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | on flow duration and environmental management class in day river, Vietnam | | | Conference 2014 | | |
| | 28 | Evaluation of flood damage using SWMM5 and FLUMEN in China | 충남대 | Heng Li | Smart Water Grid International Conference 2014 | 2014.11 | 대한민국 |
| | 29 | Floods simulation impacted by climate change and urbanization(case study: Sedone river basin, Lao PDR) | 충남대 | Mary Pakdimanivong | Smart Water Grid International Conference 2014 | 2014.11 | 대한민국 |
| | 30 | MCDA for western floodway construction project in Thailand | 충남대 | Chayapa Chayaviwattanawong | Smart Water Grid International Conference 2014 | 2014.11 | 대한민국 |
| | 31 | Desing of river stavilization measures with hydraulic modelling | 영남대 | Son Kwang Ik | The 3nd International Symposium on Advanced Technology for River Manageme | 2014.09 | 대한민국 |
| | 32 | Analysis of bed scouring downstream of fixed bed | 서울대 | Hwang Jin Hwang | International Association for Hydro-Environment Engineering and Research World Congress | 2014.09 | 베트남 |
| | 33 | Periodic stratification at the head of salt tip in the estuarine river channel | 서울대 | Hwang Jin Hwang | The 3nd nternational Symposium on Advanced Technology for River Management | 2014.09 | 대한민국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 34 | Numerical Analysis of Ben Changes Considering Bank Eroion at the River Confluence | 건기연 | Ji Un | EWRI Congress Conference | 2015.05 | 미국 |
| 5차년도 | 35 | Estimation of soil strength using high resolution lidar data and field survey data and, its application to shallow landslide prediction | 충남대 | Kim Min Seok | Asian Conference on Urban Disaster Reduction | 2015.11 | 대한민국 |
| | 36 | The application of Rainfall-Runoff-Inundation (RRI) model for inundation case in upper citarum watershed, West Java-Indonesia | 충남대 | Kania Dewi Nastiti | The 5th International Conference of Euro Asia Civil Engineering Forum | 2015.12 | 인도네시아 |
| | 37 | Relations between reach scale channel configuration and aquatic habitat structures | 충남대 | Choi Mi Kyoung | The 7th East Asian Federation of Ecological Societies International Congress | 2016.04 | 대한민국 |
| | 38 | A Study on attraction efficiency of natural-like fishway in nakdong river. Korea | 인제대 | Lee Jeong Min | International Association for Hydro-Environment Engineering and Research World Congress | 2015.07 | 네덜란드 |
| | 39 | Application of HDM-2D model for flood risk assessment in flood plain | 인제대 | Ku Young Hun | International Association for Hydro-Environment Engineering and Research | 2015.07 | 네덜란드 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | World Congress | | |
| | 40 | Measurement of shear stress-secondary flow in double section experimental channel | 인제대 | Jung Dong Gyu | International Association for Hydro-Environment Engineering and Research World Congress | 2015.07 | 네덜란드 |
| | 41 | Case study: numerical analysis of bed change and bank erosion at the confluences in namhan and nakdong rivers, South Korea | 건기연 | Jang Eun Kyung | International Symposium on Ecohydraulics | 2016.02 | 오스트레일리아 |
| 6차년도 | 42 | Analysis of landslide dam failure caused by overtopping | 충남대 | Xuan Khanh Do | 12th International Conference on Hydroinformatics | 2016.08 | 대한민국 |
| | 43 | Development of optimization model for river dredging management using MCDA | 충남대 | Jeong An Chul | 12th International Conference on Hydroinformatics | 2016.08 | 대한민국 |
| | 44 | Analysis of drainage network characteristic in chreybak catchment, Cambodia | 충남대 | Senrong Sou | 12th International Conference on Hydroinformatics | 2016.08 | 대한민국 |
| | 45 | Evaluation of green roof as green technology for urban stormwater quantity and quality controls | 충남대 | Kok Kah Hoong | 12th International Conference on Hydroinformatics | 2016.08 | 대한민국 |
| | 46 | Soil erosion risk assessment of | 충남대 | Micah Lourdes | 12th International | 2016.08 | 대한민국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | gamcheon watershed using revised universal soil loss equation | | Felix | Conference on Hydroinformatics | | |
| | 47 | Numerical analysis of bed elevation and bank line changes at the confluence of nakdong and geumho rivers in Korea river | 건기연 | Jang Eun Kyung | International Conference on Scour and Erosion | 2016.09 | 영국 |

(라) 국내 학술회의 발표

| 차년도 | 번호 | 발표명 | 소속 기관명 | 발표자 | 학술회의 명칭 | 발표일 | 장소 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2차년도 | 1 | 시간-면적곡선의 형상에 따른Clark 모형의 응답 해석 | 충남대 | 김주철 | 2012 대한토목학회 정기학술대회 | 2012.01 | 광주 |
| | 2 | 재방 누수 감지 시스템 개발 | 충남대 | 정관수 | 2012 대한토목학회 정기학술대회 | 2012.01 | 광주 |
| | 3 | 통계기법을 활용한 율지제의 지하수-지표수의 상관관계 분석 | 충남대 | 정안철 | 2013 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05 | 광주 |
| | 4 | HEC-RAS를 이용한 준설위치 선정 및 준설량 산정 | 충남대 | 정안철 | 2013 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05 | 광주 |
| | 5 | SPN-D2M2를 이용한 준설토 처리의 경제적 최적화 | 충남대 | 정안철 | 2013 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05 | 광주 |
| | 6 | 지점강우와 레이더강우의 비교를 통한 강수 관측망 평가 | 충남대 | 송미연 | 2013 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05 | 광주 |
| | 7 | 적응적 메쉬세분화기법을 이용한 홍수범람해석 | 충남대 | 이대업 | 2013 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05 | 광주 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 | 토양침식과 이동에 대한 모의실험 | 충남대 | Ram Krishna Regmi | 2013 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05 | 광주 |
| | 9 | 산사태 메커니즘에 대한 실험 연구 | 충남대 | Ram Krishna Regmi | 2013 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05 | 광주 |
| | 10 | 이차류가 2차원 흐름에 미치는 영향 | 충남대 | 반채웅 | 2013 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05 | 광주 |
| | 11 | 준정류 모형을 이용한 댐 하류 하상변동 모의 | 충남대 | 이환우 | 2013 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05 | 광주 |
| | 12 | 하폭의 변화에 의한 사주의 변화에 관한 수치모의 | 교통대 | 장창래 | 2013 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05.23 | 광주 |
| | 13 | Numerical simulation of flow around a spur dike with free surface flow in fixed flat bed | 교통대 | Jang Chang-Lae | 2013 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05.23 | 광주 |
| | 14 | 둔치 친수시설 관리를 위한 하천유지보수매뉴얼 개선 | 인제대 | 추민호 | 2013 대한상하수도학회 · 한국물환경학회 공동 학술발표회 | 2013.03 | 대구 |
| | 15 | 수치모형을 이용한 다기능보 어도 주변의 흐름 특성 연구 | 인제대 | 한은진 | 2013 대한상하수도학회 · 한국물환경학회 공동 학술발표회 | 2013.03 | 대구 |
| | 16 | 홍수터 하천시설 관리를 위한 2차원 모형의 적용성 검토 | 인제대 | 구영훈 | 2013 대한상하수도학회 · 한국물환경학회 공동 학술발표회 | 2013.03 | 대구 |
| | 17 | 유량조건에 따른 아이스하버식 어도의 수리학적 효율분석 | 인제대 | 조재안 | 2013 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05 | 광주 |
| | 18 | 하천시설 관리를 위한 복단면 수로에서의 흐름 특성 분석 | 인제대 | 김정민 | 2013 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05 | 광주 |
| | 19 | 다기능보 어도의 유인효율에 과한 | 인제대 | 박지현 | 2013 한국수자원학회 | 2013.05 | 광주 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 수치해석연구 | | | 학술발표회 | | |
| | 20 | 유입량 및 합류각 변화에 따른 합류부 수위 및 유속 변화에 관한 기초 연구 | 건기연 | 이동섭 | 2013 한국방재학회 학술발표대회 | 2013.02 | 서울 |
| 3차년도 | 21 | Simulation of the rainfall-runoff process in yom basin, Thailand | 충남대 | Sasipat Apichitchat | 2013 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 정선 |
| | 22 | 비정상성 강우빈도해석에 따른 홍수량의 변화 분석 | 충남대 | 강은비 | 2013 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 정선 |
| | 23 | 사방댐 준설을 위한 SPN-D2M2의 적용 | 충남대 | 정안철 | 2013 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 정선 |
| | 24 | 준설시기 산정을 위한 하천의 통수능력 평가 | 충남대 | 정안철 | 2013 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 정선 |
| | 25 | 하천수위의 변동에 따른 제체내 침투수 유동추정 | 충남대 | 강태운 | 2013 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 정선 |
| | 26 | 통수능력 평가를 이용한 하천준설시점 의사결정 맵 개발 | 충남대 | 정안철 | 2014 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05 | 부산 |
| | 27 | 하천준설에 따른 제방의 안정성 변화 분석 | 충남대 | 정안철 | 2014 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05 | 부산 |
| | 28 | Assessment of DREDGE model application in river | 충남대 | Heng Li | 2014 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05 | 부산 |
| | 29 | Collaborative GIS and MCDA for flood diversion channel construction in Thailand. | 충남대 | Chayapa Chayaviwattanawong | 2014 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05 | 부산 |
| | 30 | Construction of natural reference duration curve for day river basin using the global | 충남대 | Nguyen Thi Phuong Thuy | 2014 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05 | 부산 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | environmental flow calculator | | | | | |
| | 31 | Determination of two-dimensional critical failure surface in a rainfall induced slope failure problem using dynamic programming | 충남대 | Ram Krishna Regmi | 2014 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05 | 부산 |
| | 32 | Hydrological simulation and sediment transport estimation to assess the impact of kaeng sue ten dam construction in the yom river main channel. | 충남대 | Sasipat Apichitchat | 2014 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05 | 부산 |
| | 33 | Slope staibility analysis construction the apparent cohesion for unsaturated soil | 충남대 | Xuan Khanh Do | 2014 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05 | 부산 |
| | 34 | 제방형상과 홍수위에 따른 침투안정성 평가 | 충남대 | 강태운 | 2014 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05 | 부산 |
| | 35 | 파티클 필터와 2차원 수리모형을 이용한 수위유량관계곡선의 작성 | 충남대 | 김연수 | 2014 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05 | 부산 |
| | 36 | 수치모형을 이용한 교호사주의 거동 분석 | 교통대 | 안우기 | 2014 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05.15 | 부산 |
| | 37 | 주기적인 하폭변화 수로에서 파장의 변화에 의한 복렬사주의 변화 특성 분석 | 교통대 | 장창래 | 2013 대한토목학회 학술발표회 | 2013.10.24 | 정선 |
| | 38 | 댐비상방류시설 규모산정기준 수립 | 영남대 | 손광익 | 2014 한국수자원학회 | 2014.05 | 부산 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 연구 | | | 학술발표회 | | |
| | 39 | 수치해석 및 수리실험을 통한 다기능보 퇴적양상 연구 | 서울대 | 황진환 | 2013 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 정선 |
| | 40 | 인공하도식 어도의 수리학적 효율 연구 | 인제대 | 박지현 | 2013 응용생태공학회 학술발표대회 | 2013.11 | 서울 |
| | 41 | 홍수터 하천시설 최적관리를 위한 수치모형 적용(실습) | 인제대 | 김영도 | 2013 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 강원도 |
| | 42 | 인공하도식 어도의 표면유속 측정을 위한 GPS 부자 실험 연구 | 인제대 | 박지현 | 2014 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05 | 부산 |
| | 43 | 합류부에서의 하도변화 분석을 위한 2차원 수치모의 연구 | 건기연 | 장은경 | 2013 대한토목학회 학술발표회 | 2013.10 | 정선 |
| | 44 | 영월 강변 저류지 홍수 저감효과 분석을 위한 수치모형 적용 | 건기연 | 조길제 | 2014 한국방재학회 학술대회 | 2014.02 | 인천 |
| | 45 | 지류유입 유량 변화에 따른 합류부 하도에서의 흐름특성 분석 | 건기연 | 장은경 | 2014 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05 | 부산 |
| | 46 | 두부침식 천급점 이동에 관한 실험연구 | 건기연 | 장은경 | 2014 한국수자원학회 학술발표대회 | 2014.05 | 부산 |
| | 47 | 영월 강변저류지의 운영에 의한 홍수저감 수치모의 | 건기연 | 조길제 | 2014 한국수자원학회 학술발표대회 | 2014.05 | 부산 |
| | 48 | 여주 강변저류지의 이상홍수 위험 저감능력 수치모의 | 건기연 | 조길제 | 2014 한국수자원학회 학술발표대회 | 2014.05 | 부산 |
| 4차년도 | 49 | Application of the SWMM5 to anshun city in China to evaluate the flood damage | 충남대 | Heng Li | 2014 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 |
| | 50 | Evaluation of ecological discharge based on flow duration | 충남대 | Nguyen Thi Phuong Thuy | 2014 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | and environmental management class in day river, Vietnam | | | | | |
| | 51 | MCDA for decision making of floodway construction, Thailand | 충남대 | Chayapa Chayaviwattanawong | 2014 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 |
| | 52 | The change of discharge and sediment yield in the upper citarum watershed according to climate change using CAESAR-LISFLOOD(case study: upper citarum river basin, west java, Indonesia) | 충남대 | Kania Dewi Nastiti | 2014 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 |
| | 53 | Analysis of multiple slope failure induced by rainfall | 충남대 | | 2014 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 |
| | 54 | 사면경사산정기법에 따른 사면안정해석결과비교·분석 | 충남대 | 오성렬 | 2014 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 |
| | 55 | 산점도 행렬과 히스토그램을 이용한 수계별 원수탁도 특성연구 | 충남대 | 강태운 | 2014 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 |
| | 56 | 하천준설시기 산정방법 연구: 금강유역을 중심으로 | 충남대 | 정안철 | 2014 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 |
| | 57 | 화강암지역에서의 GeoWEPPmodel과 RUSLEmodel의 토사유출량비교 | 충남대 | 이대업 | 2014 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 |
| | 58 | Geomorphologic nash model with variable width | 충남대 | Nguyen Thi Phuong Thuy | 2015 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05 | 고성 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | function | | | | | |
| | 59 | Impact of bidirectional interaction between sewer and surface flow on 2011 urban flooding in sadang stream watershed, korea | 충남대 | Mary Pakdimanivong | 2015 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05 | 고성 |
| | 60 | Large scale flood inundation of cambodia, using caesar lisflood | 충남대 | Senrong Sou | 2015 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05 | 고성 |
| | 61 | Numerical analysis of rainfall induced landslide dam formation | 충남대 | Xuan Khanh Do | 2015 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05 | 고성 |
| | 62 | 가변적 샘플링 기반한 누수탐지 분석 | 충남대 | 김성원 | 2015 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05 | 고성 |
| | 63 | 엔트로피를 이용한 한국형 환경창 개발 | 충남대 | 정안철 | 2015 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05 | 고성 |
| | 64 | 제내지와 제외지의 표고변화에 따른 제방침투 안정성 연구 | 충남대 | 강태운 | 2015 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05 | 고성 |
| | 65 | 개수로 흐름 내 고정하상 하류부에서의 국부세굴에 관한 실험 연구 | 서울대 | 황진환 | 2015 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05 | 고성 |
| | 66 | 수리구조물 하류부 국부세굴현상을 고려한 하상보호구조물의 길이산정공식 검토 | 서울대 | 황진환 | 2015 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05 | 고성 |
| | 67 | 수치모형을 이용한 수제 길이에 의한 교호사주의 변화 분석 | 교통대 | 장창래 | 2015 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05.28 | 고성 |
| | 68 | 복단면수로에서 이차류 및 | 인제대 | 정동규 | 2014 응용생태공학회 | 2014.07 | 서울 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 바닥전단응력 분포에 따른 수리적 안정성에 관한 연구 | | | 학술발표대회 | | |
| | 69 | 둔치에서의 홍수위험도 평가를 위한 2차원 흐름해석모형의 적용 | 인제대 | 구영훈 | 2015 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05 | 고성 |
| | 70 | 방류량에 따른 간정고령보 인공하도식 어도에서 River2D 모형을 이용한 유인효율 분석 ?피라미를 대상으로- | 인제대 | 이정민 | 2015 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05 | 고성 |
| | 71 | 홍수터에서 수치해석과 수리실험을 통한 이차류 및 수리특성에 관한 연구 | 인제대 | 정동규 | 2015 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05 | 고성 |
| | 72 | 홍수 유출 패턴에 따른 나주 강변저류지 성능 검토 | 건기연 | 조길제 | 2014 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 |
| | 73 | 합류부 구간에서의 흐름 및 하상변동분석을 위한 수치모형 보정에 관한 연구 | 건기연 | 장은경 | 2014 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 |
| | 74 | 수리실험을 통한 강변저류지와 수문 공조운영에 따른 수위 저감효과 검토 | 건기연 | 성호제 | 2015 한국산학기술학회 춘계학술대회 | 2015.05 | 정선 |
| | 75 | 남한강-금당천 합류부에서의 하안침식 수치모의 | 건기연 | 장은경 | 2015 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05 | 고성 |
| 5차년도 | 76 | Analysis of channel networks characteristic in chrey bak river basin, Cambodia | 충남대 | Senrong Sou | 2015 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10 | 군산 |
| | 77 | Application of the artificial neural | 충남대 | Mama Ruetaitip | 2015 대한토목학회 | 2015.10 | 군산 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | networks model for runoff forecasting in Pasak River Basin, Thailand | | | 정기학술대회 | | |
| | 78 | Analysis of rainfall induced landslide dam geometries | 충남대 | Xuan Khanh Do | 2015 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10 | 군산 |
| | 79 | 대수용가의 물 사용과 탁도변화 분석 | 충남대 | 김성원 | 2015 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10 | 군산 |
| | 80 | 다기능보 수문운영 및 하상변동을 고려한 금강의 장래 여유고 분석 | 충남대 | 정안철 | 2015 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10 | 군산 |
| | 81 | 친환경 준설을 위한 한경창 지수개발 | 충남대 | 정안철 | 2015 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10 | 군산 |
| | 82 | A case study of extensive green roof system for tropical climate in Malaysia | 충남대 | Kok Kah Hoong | 2016 한국수자원학회 학술발표회 | 2016.05 | 대전 |
| | 83 | Prediction of outflow hydrograph caused by landslide dam failure by overtopping | 충남대 | Xuan Khanh Do | 2016 한국수자원학회 학술발표회 | 2016.05 | 대전 |
| | 84 | Application of the artificial neurons networks for runoff forecasting in sungai kolok basin, southern Thailand | 충남대 | Mama Ruetaitip | 2016 한국수자원학회 학술발표회 | 2016.05 | 대전 |
| | 85 | 환경창을 이용한 최적 준설시기 및 기간 산정 | 충남대 | 정안철 | 2016 한국수자원학회 학술발표회 | 2016.05 | 대전 |
| | 86 | 지역수자원계획수립에 관한 비교연구 | 충남대 | 김성원 | 2016 한국수자원학회 학술발표회 | 2016.05 | 대전 |
| | 87 | 수치모형을 이용한 | 교통대 | 송영진 | 2015 | 2015.10.29 | 군산 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 수제의 길이변화에 대한 교호사주의 거동분석 | | | 대한토목학회 | | |
| | 88 | 수치모형을 이용한 수제길이에 의한 교호사주의 변화 분석(주기경계 조건에 의한 분석) | 교통대 | 송영진 | 응용생태공학회 | 2015.11.20. | 서울 |
| | 89 | 2차원 흐름해석을 이용한 홍수터 안정성 평가 지수 개발 | 인제대 | 구영훈 | 2016년 한국방재학회 학술발표대회 | 2016.02 | 서울 |
| | 90 | 2차원 물리서식처 모형을 이용한 강정고령보 인공하도식 어도의 유인효율 분석 | 인제대 | 이정민 | 2016 한국수자원학회 학술발표회 | 2016.05 | 대전 |
| | 91 | 홍수터에서의 홍수위험도 예측을 위한 홍수터 안정성 평가 지수 개발 | 인제대 | 구영훈 | 2016 한국수자원학회 학술발표회 | 2016.05 | 대전 |
| | 92 | 수리실험을 이용한 횡월류부와 수문 공조운영의 수위조절효과 검토 | 건기연 | 성호제 | 2015 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10 | 군산 |
| | 93 | 낙동강과 금호강 합류부 구간에서의 하상변동 수치모의 연구 | 건기연 | 장은경 | 2015 한국산학기술학회 추계학술발표회 | 2015.12 | 제주 |
| | 94 | 강변저류지와 하도 수문의 공조운영 시 횡월류부 위치에 따른 수위조절효과 변화 | 건기연 | 성호제 | 2016 한국방재학회 학술발표대회 | 2016.02 | 수원 |
| | 95 | 하도 내 강변저류지와 수문 공조운영 시 횡월류부 위치에 따른 수위저감효과 검토 | 건기연 | 성호제 | 2016 한국안전학회 춘계학술대회 | 2016.05 | 제주 |
| | 96 | 제방 양안의 강변저류지와 수문의 공조운영 시 수위저감효과 확보를 위한 | 건기연 | 성호제 | 2016 한국수자원학회 학술발표회 | 2016.05 | 대전 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 횡월류부의 위치 검토 | | | | | |
| 6차년도 | 97 | 금호강유역의 유사발생 발생평가 | 충남대 | 김성원 | 2017 한국수자원학회 학술발표회 | 2017.05 | 창원 |
| | 98 | 메소스케일모델의 수치예보자료를 이용한 홍수예측 평가 | 충남대 | 문혜진 | 2017 한국수자원학회 학술발표회 | 2017.05 | 창원 |
| | 99 | SWAT 모형과 hillslope hydrological 개념의 GeoWEPP 모형을 이용한 소옥천 유역의 유출 및 토사유출량 평가 | 충남대 | 김윤경 | 2017 한국수자원학회 학술발표회 | 2017.05 | 창원 |
| | 100 | Rainfall trend detection using non parametric test in the yom river basin, Thailand | 충남대 | Mama Ruetaitip | 2017 한국수자원학회 학술발표회 | 2017.05 | 창원 |

(마) 지식재산권(특허, 실용신안, 상표 등)

| 차년도 | 번호 | 지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재) | 출원 | | | 등 록 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 출원인 | 출원일 | 출원번호 | 등록인 | 등록일 | 등록번호 |
| 2차년도 | 1 | 저류지 실험장치 | 한국건설기술연구원 | 2013.04.25 | 10-2013-0046038 | | | |
| | 2 | 차원별 수리모형 수행을 위한 지형관리방법 및 그 시스템 | (주)웹솔루스 | 2013.05.06 | 10-2013-0050605 | | | |
| | 3 | 수문모형과 수리모형 소행을 위한 지형관리 방법 및 시스템 | (주)웹솔루스 | 2013.05.06 | 10-2013-0050604 | | | |
| 3차년도 | 4 | 토석류나 사면침식의 강우환경 제공형 모의 시험장치 | 충남대학교 산학협력단 | 2014.04.29 | 10-2014-0051637 | | | |
| | 5 | 저류지 실험장치 | | | | 한국건설기술연구원 | 2014.04.03 | 10-1383579 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6 | 유출-수리모형 데이터 통합관리 방법 및 그 시스템 | (주)웹솔루스 | 2014.06.13 | 10-2014-0071828 | | | |
| 4차 년도 | 7 | 토석류나 폭 가변형 모의 시험장치 | 충남대학교 산학협력단 | 2015.01.08 | 10-2015-0002841 | | | |
| | 8 | 토석류나 사면침식의 강우환경 제공형 모의 시험장치 | | | | 충남대학교 산학협력단 | 2014.12.16 | 10-1475470 |
| | 9 | 하상 및 지형변화 측정용 레이저 프로파일링 장치 | 한국교통대학교 산학협력단 | 2016.04.01 | 10-2014-0091287 | | | |
| | 10 | 차원별 수리모형 수행을 위한 지형관리방법 및 그 시스템 | | | | (주)웹솔루스 | 2014.11.25 | 10-1475470 |
| | 11 | 수문모형과 수리모형 소행을 위한 지형관리 방법 및 시스템 | | | | (주)웹솔루스 | 2014.11.25 | 10-1467186 |
| 5차 년도 | 12 | 토석류나 폭 가변형 모의 시험장치 | | | | 충남대학교 산학협력단 | 2015.12.24 | 10-158184 |
| | 13 | 하상 및 지형변화 측정용 레이저 프로파일링 장치 | - | - | - | 한국교통대학교 산학협력단 | 2016.04.04 | 10-1610778 |
| | 14 | 개수로 흐름에서 3차원 도플러 유속계로 취득한 유속자료의 이상신호 평탄화 방법 및 그를 위한 시스템 | 한국건설기술연구원 | 2016.04.28 | 10-2016-0052222 | | | |
| | 15 | 하천 진단을 통한 하천시설물 관리 방법 및 그 시스템 | ㈜알엔에이솔루션 | 2016.05.10 | 10-2016-0056906 | | | |
| 6차 년도 | 16 | 친환경 준설을 위한 환경창 지수 산정 방법 | 충남대학교 산학협력단 | 2016.10.19 | 10-2016-0135535 | 충남대학교 산학협력단 | 2017.06.07 | 10-1746370 |
| | 17 | 휴대용 소류사 채취기 | 한국교통대학교 산학협력단 | 2017.01.12. | 10-2017-0005307 | - | - | - |
| | 18 | 연직 다 지점 GPS 전자 플로터 시스템 및 이를 이용한 유속 측정방법 | 인제대학교 산학협력단 | 2016.10.11 | 10-2016-0131350 | | | |
| | 19 | 개수로 흐름에서 | | | | 한국건설기 | 2017.03 | 10 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3차원 도플러 유속계로 취득한 유속자료의 이상신호 평탄화 방법 및 그를 위한 시스템 | | | | 술연구원 | .08 | -1716208 |
| | 20 | GIS 기반의 수문-수리모형 분석결과의 통합 가시화 방법 및 그 시스템 | ㈜알엔에이솔루션 | 2017.05.30 | 10-2017-0066855 | | | |
| | 21 | 수문-수리모형 분석결과의 진단 방법 및 그 시스템 | ㈜알엔에이솔루션 | 2017.05.30 | 10-2017-0066856 | | | |

(마) 저작권(프로그램 등록)

| 차년도 | 번호 | 저작권 종류 | 저작권명 | 소속기관명 | 저작자명 | 등록일 | 등록번호 | 저작권자명 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2차년도 | 1 | | 프로그램등록 | 유사이송실험예측모델(STAFF) | 서울대학교 산학협력단 | 서울대학교 산학협력단 | 2013.04.09 | C-1203-007123 |
| | 2 | | 프로그램등록 | GPS(지피에스) 부자용 하천시설 수리해석 프로그램 | 인제대 | 인제대학교 산학협력단 | 2013.05.29 | C-2013-011249 |
| | 3 | | 프로그램등록 | 참조데이터베이스 연계모듈 | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2013.04.22 | C-1203-009749 |
| | 4 | | 프로그램등록 | 지형입력자료생성프로그램-플러드웨이브 | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2013.05.09 | C-2013-009753호 |
| | 5 | | 프로그램등록 | 지형입력자료생성프로그램-헥라스 | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2013.05.09 | C-2013-009751호 |
| | 6 | | 프로그램등록 | 지형입력자료생성프로그램-씨퀄리브원 | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2013.05.09 | C-2013-009755호 |
| | 7 | | 프로그램등록 | 플러드웨이 | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루 | 2013. | C-2013-0 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 브연계모듈 | | 스 | 05.09 | 09752호 |
| | 8 | | 프로그램등록 | 헥라스연계모듈 | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2013.05.09 | C-2013-009750호 |
| | 9 | | 프로그램등록 | 씨퀄리브원연계모듈 | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2013.05.09 | C-2013-009754호 |
| 3차년도 | 10 | | 프로그램등록 | 헥라스(Hec-Ras; the Hydrologic Engineering Center-River Analysis system)를 이용한 1차원 수리 해석 프로그램 | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2014.05.17 | C-2014-012078 호 |
| | 11 | | 프로그램등록 | Fastmech(패스트메치)를 이용한 2차원 수리 해석 프로그램 | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2014.05.17 | C-2014-012079 호 |
| | 12 | | 프로그램등록 | 시셈(CSEM;Cell-based Soil Erosion Mode)을 활용한 유출모의 단위해석 모듈 | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2014.05.17 | C-2014-012080 호 |
| | 13 | | 프로그램등록 | 수리-수문 모의 입출력 자료 통합관리 미들웨어 | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2014.05.17 | C-2014-012081 호 |
| | 14 | | 프로그램등록 | 통합 지형정보 관리모듈 | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2014.05.17 | C-2014-012082 호 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4차 년도 | 15 | | 프로그램등록 | 해석모형별 레퍼런스 입력 데이터 제공 및 변환 시스템 | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2015.06.08 | C-2015-013708 |
| | 16 | | 프로그램등록 | 하천운영 통합의사결정 진단시스템 | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2015.06.08 | C-2015-013709 |
| | 17 | | 프로그램등록 | 하상변동을 고려한 하천지형정보 관리 시스템 | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2015.06.08 | C-2015-013710 |
| | 18 | | 프로그램등록 | 수문-수리-유사 해석을 위한 통합 시스템 | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2015.06.08 | C-2015-013711 |
| | 19 | | 프로그램등록 | 하상변동 입출력 데이터 변환 시스템 | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2015.06.08 | C-2015-013712 |
| 5차 년도 | 20 | | 프로그램등록 | GIS 기반 관리대상 분석모듈 | ㈜알엔에이솔루션 | ㈜알엔에이솔루션 | 2016.04.08 | C-2016-008929 |
| | 21 | | 프로그램등록 | GIS 기반 하천현황 및 시설물 정보 제공모듈 | ㈜알엔에이솔루션 | ㈜알엔에이솔루션 | 2016.04.08 | C-2016-008927 |
| | 22 | | 프로그램등록 | GIS 기반 하천진형정보 관리모듈 | ㈜알엔에이솔루션 | ㈜알엔에이솔루션 | 2016.04.08 | C-2016-008928 |
| | 23 | | 프로그램등록 | GIS 기반 하천진단모듈 | ㈜알엔에이솔루션 | ㈜알엔에이솔루션 | 2016.04.08 | C-2016-008930 |
| | 24 | | 프로그램등록 | 시나리오 기반 하천진단 시스템 | ㈜알엔에이솔루션 | ㈜알엔에이솔루션 | 2016.04.08 | C-2016-008931 |

(바) 저작권(기술기사)

| 차년도 | 번호 | 저작권 종류 | 저작권명 | 소속 기관명 | 저작자명 | 등록일 | 게재지 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2차 년도 | 1 | 기술기사 | 하천시설 유지관리기준 개선방안 | 인제대학교 | 김영도, 박문현, 추민호 | 2013.05 | 한국수자원 학회지 |
| 3차 년도 | 2 | 기술기사 | 마름/젖음 해석기법을 이용한 범람해석 적용사례 | 인제대학교 | 구영훈, 송창근, 박문현, 김영도 | 2014.04 | 한국수자원 학회지 |
| | 3 | 기술기사 | 준설관련 모형 의 현황 및 발전방향 | 충남대학교 | 정안철, 이형, 강태운, 정관수 | 2014.02 | 한국수자원 학회지 |
| 4차 년도 | 4 | 기술기사 | 중국의 댐: 과학통계, 기술진보에 관한 문제 | 충남대학교 | Heng Li, 최향, 정관수 | 2014.12 | 한국대댐회 지 |
| | 5 | 기술기사 | 태국의 댐 현황 | 충남대학교 | Sou Senrong, 정안철, 정관수 | 2014.12 | 한국대댐회 지 |
| | 6 | 기술기사 | 캄보디아 댐 현황 | 충남대학교 | Mama, 강태운, Chayapa, 정관수 | 2014.12 | 한국대댐회 지 |
| 5차 년도 | 7 | 기술기사 | 어도설계기준 개선방안 | 인제대학교 | 김영도, 백경오, 박문현, 구영훈 | 2015.04 | 한국수자원 학회지 |
| 6차 년도 | 8 | 기술기사 | 유역유사 및 하천준설 관리방안 | 충남대하교 | 정안철, 김성원, 문혜진, 정관수 | 2016.04 | 한국수자원 학회지 |
| | 9 | 기술기사 | 하도안정과 시설물관리를 위한 요소기술 개발 | 충남대학교, 한국교통대학교, 서울대학교, 인제대학교, 한국건설기술연 구원, RNA솔루션 | 정관수, 김영도, 장창래, 이동섭, 안정규, 김유진 | 2016.04 | 한국수자원 학회지 |
| | 10 | 기술기사 | 하천관리를 위한 하천진단 및 시스템 개발 | RNA솔루션 | 김유진, 윤승호, 박찬호, 최원태 | 2016.04 | 한국수자원 학회지 |

(사) 전문연구 인력양성

| 차 년도 | 분류 | 기준 년도 | 현 황 | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 학위별 | | | | 성별 | | 지역별 | | | | |
| | | | 박사 | 석사 | 학사 | 기타 | 남 | 여 | 수도권 | 충청권 | 영남권 | 호남권 | 기타 |
| 1차 년도 | | 2012 | | | | | | | | | | | |
| 2차 년도 | 충남대학교 | 2013 | | | | | | | | | | | |
| | 한국교통대학교 | | | | | | | | | | | | |
| | 영남대학교 | | | | | | | | | | | | |
| | 서울대학교 | | | | | | | | | | | | |
| | 인제대학교 | | | 3 | | | 2 | 1 | | 1 | 2 | | |
| 3차 년도 | 충남대학교 | 2014 | | 3 | | | 1 | 2 | | | | | |
| | 한국교통대학교 | | | | | | | | | | | | |
| | 영남대학교 | | | | | | | | | | | | |
| | 서울대학교 | | | | | | | | | | | | |
| | 인제대학교 | | | 3 | | | 3 | | 1 | | 2 | | |
| 4차 년도 | 충남대학교 | 2015 | | 3 | | | | 3 | | | | | 3 |
| | 한국교통대학교 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | |
| | 영남대학교 | | | | | | | | | | | | |
| | 서울대학교 | | | | | | | | | | | | |
| | 인제대학교 | | 1 | 1 | | | 2 | | | 1 | 1 | | |
| 5차 년도 | 충남대학교 | 2016 | 1 | 3 | | | 2 | 2 | | | | | 4 |
| | 한국교통대학교 | | | 2 | | | 2 | | | 2 | | | |
| | 영남대학교 | | | | | | | | | | | | |
| | 서울대학교 | | 1 | 1 | | | 2 | | 2 | | | | |
| | 인제대학교 | | | | | | | | | | | | |
| 6차 년도 | 충남대학교 | 2017 | | | | | | | | | | | |
| | 한국교통대학교 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | |
| | 영남대학교 | | | | | | | | | | | | |
| | 서울대학교 | | | | | | | | | | | | |
| | 인제대학교 | | | | | | | | | | | | |

(아) 산업기술 인력양성

| 차년도 | 번호 | 프로그램명 | 프로그램 내용 | 교육기관 | 교육 개최회수 | 총 교육시간 | 총 교육인원 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | |

(자) 기술이전 계약

| 차년도 | 번호 | 기술이전 유형 | 기술실시계약명 | 기술개발 기관 | 대상기관 | 기술실시 발생일자 | 기술료 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6차 년도 | 1 | 기술실시 | Techniques for developing the Soil Erosion Risk-Map | 충남대학교 | 몽골 | 2017.04.28 | - |
| | 2 | 기술실시 | Techniques for developing the Soil Erosion Risk-Map | 충남대학교 | 태국 | 2017.04.28 | - |
| | 3 | 기술실시 | Techniques for developing the Soil Erosion Risk-Map | 충남대학교 | 캄보디아 | 2017.04.28 | - |
| | 4 | 기술실시 | Techniques for developing the Soil Erosion Risk-Map | 충남대학교 | 베트남 | 2017.04.28 | - |
| | 5 | 기술실시 | Techniques for developing the window to dredge river sedimentation | 충남대학교 | 몽골 | 2017.04.28 | - |
| | 6 | 기술실시 | Techniques for developing the window to dredge river sedimentation | 충남대학교 | 태국 | 2017.04.28 | - |
| | 7 | 기술실시 | Techniques for developing the window to dredge river sedimentation | 충남대학교 | 캄보디아 | 2017.04.28 | - |
| | 8 | 기술실시 | Techniques for developing the | 충남대학교 | 베트남 | 2017.04.28 | - |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | window to dredge river sedimentation | | | | |
| | 9 | 기술실시 | Techniques for channel stabilization using dikes | 한국교통대학교 | 몽골 | 2017.04.28 | - |
| | 10 | 기술실시 | Techniques for channel stabilization using dikes | 한국교통대학교 | 태국 | 2017.04.28 | - |
| | 11 | 기술실시 | Techniques for channel stabilization using dikes | 한국교통대학교 | 캄보디아 | 2017.04.28 | - |
| | 12 | 기술실시 | Techniques for channel stabilization using dikes | 한국교통대학교 | 베트남 | 2017.04.28 | - |
| | 13 | 기술실시 | Techniques for Assessment of Riverfront Facility Stability using numerical analysis | 인제대학교 | 몽골 | 2017.04.28 | - |
| | 14 | 기술실시 | Techniques for Assessment of Riverfront Facility Stability using numerical analysis | 인제대학교 | 태국 | 2017.04.28 | - |
| | 15 | 기술실시 | Techniques for Assessment of Riverfront Facility Stability using numerical analysis | 인제대학교 | 캄보디아 | 2017.04.28 | - |
| | 16 | 기술실시 | Techniques for Assessment of Riverfront Facility Stability using numerical analysis | 인제대학교 | 베트남 | 2017.04.28 | - |
| | 17 | 기술실시 | Techniques for Assessment of | 인제대학교 | 몽골 | 2017.04.28 | - |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | natural fish-way efficiency using numerical analysis and field measurement | | | | |
| | 18 | 기술실시 | Techniques for Assessment of natural fish-way efficiency using numerical analysis and field measurement | 인제대학교 | 태국 | 2017.04.28 | - |
| | 19 | 기술실시 | Techniques for Assessment of natural fish-way efficiency using numerical analysis and field measurement | 인제대학교 | 캄보디아 | 2017.04.28 | - |
| | 20 | 기술실시 | Techniques for Assessment of natural fish-way efficiency using numerical analysis and field measurement | 인제대학교 | 베트남 | 2017.04.28 | - |
| | 21 | 기술이전 | 유출-수리모형 데이터 통합 관리방법 | ㈜알엔에이솔루션 | ㈜알엔에이솔루션 | 2017.06 | 3,305,880 |

(차) 기술보고서

| 차년도 | 번호 | 보고서 명 | 소속 기관명 | 저자명 | 발간일 | 등록번호 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2차년도 | 1 | 하천운영관리 기술 동향 | ㈜웹솔루스 | 김유진, 박찬호, 김병훈 | 2013.06 | TR 2013-03 |
| 3차년도 | 2 | 연구성과 실용화 가이드라인 보고서-수치모델 | 서울대학교 | 안정규, 강재원, 장창래, 김영도, 이동섭, 안재현, 박정은, 추태호, 신재현 | 2014.06 | GR 2014-02 |
| 4차년도 | 3 | 유역유사 예측 및 관리 가이드라인 보고서 | 영남대학교 | 손광익 | 2015.05 | GR 2015-01 |
| 5차년도 | 4 | 친수시설 유지관리 가이드라인 | 인제대학교 | 김영도, 박문현, 송창근, 박용성, 구영훈 | 2016.04 | GR 2016-01 |
| | 5 | 대하천 다기능보에 어도 설치 기술보고서 | 인제대학교 | 김영도, 백경오, 한은진, 구영훈, 박지현, 이정민 | 2016.04 | GR 2016-02 |
| | 6 | 유역침식을 고려한 하도안정화를 위한 구조적/비구조적 관리지침서 | 충남대학교 | 정관수, 김주철, 김민석, 유완식, 최미경, 고유진, 김보민, 정안철, 김성원, 도쑤언칸, 루타이텁마마, 콕카훙, 펠릭스마이카, 김영규, 김윤경, | 2016.05 | GR 2016-03 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 문혜진, 최향, 박병은, 신솔, 이세형 | | |
| | 7 | 사주발생 제어 및 저수로 안정화 가이드라인 | 한국교통대학교 | 장창래 | 2016.05 | GR 2016-04 |
| | 8 | 다기능보 세굴 및 하상변동 양상 기법과 영향 저감에 관한 기술보고서 | 서울대학교 | 황진환, 안정규 | 2016.05 | GR 2016-05 |
| | 9 | 수리수문 모델을 활용한 하천진단 및 하천시설물 관리방안 | ㈜알엔에이솔루션 | 김유진, 박찬호, 최원태 | 2016.05 | GR 2016-06 |
| | 10 | 합류부 하도변화 분석 및 안정화 가이드라인 | 한국건설기술연구원 | 지운 | 2016.05 | GR 2016-11 |
| 6차년도 | 11 | 홍수량 조절시설 최적 운영 및 유지관리 가이드라인 | 한국건설기술연구원 | | 2017.06. | GR 2017-02 |
| | 12 | Catchment scale Erosion-Sediment yield Simulation Model 매뉴얼 사용자 매뉴얼 | 충남대학교 | 정관수, 김주철, 유완식, 정안철, 김성원 | 2017.06. | TR 2017-01 |
| | 13 | Deb2D 사용자 매뉴얼 | 충남대학교 | 정관수, 안현욱, 김주철, 유완식, 정안철, 김성원, 김영규, 문혜진, 김윤경 | 2017.06. | TR 2017-02 |

## (2) 2세부과제: 첨단기술 기반 하천계측 및 운영 기술 개발

(가) 국외 논문 게재

| 차년도 | 번호 | 논문명 | 소속 기관명 | 주저자 | 논문 게재지/국가 | 논문 게재일 | 특기 사항 (SCI 여부) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1차년도 | 1 | Numerical simulation of laminar flow past a circular cylinder with slip conditions | 서울대학교 | Seo,I.W. | International Journal for Numerical Methods in Fluids/미국 | 2012.04. | SCI |
| | 2 | Analysis of secondary current effect in the modeling of shallow flowin open channels | 서울대학교 | Song,C.G. | Advances in Water Resources/영국 | 2012.06. | SCI |
| 2차년도 | 3 | Nonparametric multivariate weather generator and an extreme value theory for bandwidth selection | 인덕대학교 | Jeong,C. | Journal of Hydrology/네덜란드 | 2012.06. | SCI |
| | 4 | Monthly precipitation forecasting with a neuro-fuzzy model | 인덕대학교 | Jeong,C. | Water Resources Management/네덜란드 | 2012.12. | SCI |
| | 5 | Experimental investigation on behavior of multiple vertical buoyant jets discharged into a stagnant ambient | 창원대학교 | Lyu,S. | KSCE Journal of Civil Engineering/독일 | 2013.01. | SCI |
| | 6 | The impact of | 서울대학교 | Seo,Y. | Resources, | 2013.02. | SCI |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | climate change on the benefit of a rain barrel sharing network | | | Conservation and Recycling/ 네덜란드 | | |
| | 7 | Spatially variable dispersion coefficients in meandering channels | 서울대학교 | Lee,M.E. | Journal of Hydraulic Engineering /미국 | 2013.02. | SCI |
| 3차년도 | 8 | Empirical equation for transverse dispersion coefficient based on theoretical background in river bends | 서울대학교 | Seo,I.W. | Environmental Fluid Mechanics/ 네덜란드 | 2013.03. | SCI |
| | 9 | Validation of depth-averaged flow model using flat-bottomed | 서울대학교 | Seo,I.W. | Scientific World Journal/이집트 | 2014.05. | 비SCI |
| | 10 | Hydroconnector: a tool for estimating the stage height of an ungauged river site based on standardized hydro web services and the HPG model | 단국대학교 | You,H. | Computers & Geoscience /영국 | 2014.06. | SCI |
| 5차년도 | 11 | Dispersion of negatively buoyant effluent jetted from ORV | 서울대학교 | Kim,S.E. | Journal of Hydroinformatics/영국 | 2014.10. | SCI |
| | 12 | Artificial neural network ensemble modeling with | 서울대학교 | Kim,S.E. | Journal of Hydro-environment Research/ | 2015.02. | SCI |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | exploratory factor analysis for streamflow forecasting | | | 네덜란드 | | |
| | 13 | Artificial neural network ensemble modeling with conjunctive data clustering for water quality prediction in rivers | 서울대학교 | Seo,I.W. | KSCE Journal of Civil Engineering /독일 | 2015.04. | SCI |
| | 14 | Analysis of flow characteristics around islands due to semi-diurnal currents in the Han river, Korea | 서울대학교 | Seo,I.W. | KSCE Journal of Civil Engineering /독일 | 2015.09. | SCI |
| | 15 | Numerical simulation of sediment transport and bedmorphology around Gangjeong weir on Nakdong river | 창원대학교 | Lyu,S. | KSCE Journal of Civil Engineering /독일 | 2015.12. | SCI |
| | 16 | On the methods for determining the transverse dispersion coefficients in river mixing | 서울대학교 | Seo,I.W. | Advances in Water Resources/ 영국 | 2016.04. | SCI |
| | 17 | Acoustic mapping velocimetry | 단국대학교 | Kim,D. | Water Resources Research/ 미국 | 2016.05. | SCI |
| | 18 | Qualitative and quantitative | 단국대학교 | Kim,D. | Flow Measureme | 2016.06. | SCI |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | acoustic mapping of bedform dynamics | | | nt and Instrumentation/영국 | | |
| 6차년도 | 19 | Analysis of two-dimensional mixing in natural streams based on transient tracer tests | 서울대학교 | Seo,I.W. | Journal of Hydraulic Engineering /미국 | 2016.08. | SCI |
| | 20 | Refinement of the fread method for improved tracking of stream discharges during unsteady flows | 단국대학교 | Lee,K. | Journal of Hydraulic Engineering /미국 | 2017.02. | SCI |
| | 21 | Turbulent mixing of floating pollutants at the surface of the river | 서울대학교 | Park,I. | Journal of Hydraulic Engineering /미국 | 2017.03. | SCI |
| | 22 | Estimation of the transverse dispersion coefficient for two-dimensional models of mixing in natural streams | 서울대학교 | Seo,I.W. | Journal of Hydro-environment Research/ 네덜란드 | 2017.04. | SCI |
| | 23 | Assessment of water quality variation of a monitoring network using exploratory factor analysis and empirical orthogonal | 서울대학교 | Kim,S.E. | Environmental Modelling & Software /네덜란드 | 2017.04. | SCI |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | function | | | | | |
| | 24 | Analysis of the coordinated operation of reservoirs and weirs during the management of Nakdong river water resources | 창원대학교 | Lyu,S. | Journal of Water Resources Planning and Management/미국 | 2017.04. | SCI |
| | 25 | Assessing future river environments in the seomjin river basin due to climate change | 창원대학교 | Lyu,S. | Journal of Environmental Engineering/미국 | 2017.05. | SCI |
| | 26 | Application of Real Option Analysis for Planning under Climate Change Uncertainty: a Case Study for Evaluation of Flood Mitigation Plans in Korea | 서울대학교 | Ryu,Y. | Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change /네덜란드 | 2017.08. | SCI |

(나) 국내 논문 게재

| 차년도 | 번호 | 논문명 | 소속 기관명 | 주저자 | 논문 게재지 | 논문 게재일 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1차 년도 | 1 | RS를 이용한 홍수범람지역 탐지 정보화 기법 연구 | K-water | 신형진 | 한국지리정보학회지 | 2012.05. |
| | 2 | SU/PG 기법을 이용한 이송이 지배적인 흐름 수치모의 | 서울대학교 | 송창근 | 대한토목학회 논문집 | 2012.05. |
| 2차 년도 | 3 | 효율적인 하천정보 서비스를 위한 RIMGIS 개선방안 연구 | K-water | 신형진 | 한국지리정보학회지 | 2013.03. |
| | 4 | 개수로에서 2차원 이송-분산 해석을 위한 시간분리 혼합 모형 | 서울대학교 | 정영재 | 대한토목학회 논문집 | 2013.03. |
| | 5 | 지하저류조 신설에 따른 우수 | 서울대학교 | 송창근 | 대한토목학회 | 2013.03. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 유출량 저감 | | | 논문집 | |
| | 6 | River2D를 이용한 낙동강-금호강 합류부의 생태유량 산정 | 서울대학교 | 서일원 | 대한토목학회 논문집 | 2013.03. |
| | 7 | CCHE2D를 이용한 수리구조물에 의한 흐름 및 하상변동 연구 | 창원대학교 | 안정민 | 한국수자원학회지 | 2013.07. |
| 3차 년도 | 8 | 분산응력법을 이용한 곡선수로에서의 천수흐름 해석 | 서울대학교 | 송창근 | 대한토목학회 논문집 | 2013.09. |
| | 9 | 저 레이놀즈 수에서 실린더 경계 유속조건에 따른 흐름 특성 | 서울대학교 | 송창근 | 대한토목학회 논문집 | 2013.09. |
| | 10 | 낙동강 수계 준설 및 수리시설물 운영에 따른 흐름특성 연구 | 창원대학교 | 안정민 | 대한토목학회 논문집 | 2013.09. |
| | 11 | R2V2와 UAV를 이용한 3차원 하천지형정보 취득 기법 개발 | 인덕대학교 | 정창삼 | 한국방재학회 논문집 | 2014.06. |
| | 12 | 하천공간정보의 상호운용성을 위한 표준벡터데이터 모델 개발 | K-water | 신형진 | 한국지리정보학회지 | 2014.06. |
| | 13 | 하천공간정보의 벡터데이터 모델 검증 및 포털 구축에 관한 연구 | K-water | 신형진 | 한국지리정보학회지 | 2014.06. |
| 4차 년도 | 14 | 수리거동곡선 모형의 개발 및 적용 | 서울대학교 | 서용원 | 대한토목학회 논문집 | 2014.10. |
| | 15 | 수질인자의 합성에 의한 하천 레크리에이션 지수 모델의 개발 | 서울대학교 | 서일원 | 대한토목학회 논문집 | 2014.10. |
| | 16 | 낙동강수계 하천 흐름연계분석 시스템 개발 및 적용 | 창원대학교 | 안정민 | 한국습지학회 | 2014.12. |
| | 17 | 수재해 대응을 위한 서비스 지향 아키텍쳐(SOA) 기반의 하천정보 서비스 제안 | K-water | 신형진 | 한국방재학회 논문집 | 2015.02. |
| | 18 | ADCP를 이용한 직선 하천의 유속 및 수심 측정 정확도 분석 | 단국대학교 | 김종민 | 한국수자원학회지 | 2015.05. |
| 5차 년도 | 19 | ADCP 정지법 측정 시 미계측 영역의 유량 산정 정확도 분석 | 단국대학교 | 김종민 | 한국수자원학회지 | 2015.07. |
| | 20 | 스마트폰을 이용한 실시간 표면영상유속계 개발 | 동의대학교 | 류권규 | 한국수자원학회지 | 2016.03. |
| 6차 년도 | 21 | 하천 합류부에서의 부유입자 분포에 대한 현장측정 | 창원대학교 | 곽성현 | 대한토목학회 논문집 | 2017.04. |

(다) 국제 학술회의 발표

| 차년도 | 번호 | 발표명 | 소속 기관명 | 발표자 | 학술회의 명칭 | 발표일 | 국명 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2차년도 | 1 | Analysis of dispersion characteristic using tracer test in natural streams | 서울대학교 | Seo,I.W. | 18th IAHR-APD Congress | 2012.08. | 대한민국 |
| | 2 | Numerical and experimental analysis of hydraulic characteristics according to operation of a movable weir | 서울대학교 | Park,S.W. | 18th IAHR-APD Congress | 2012.08. | 대한민국 |
| | 3 | Simulation of mixing procedure using time-split dispersion model | 서울대학교 | Jung,Y.J. | 18th IAHR-APD Congress | 2012.08. | 대한민국 |
| | 4 | A study on secondary flow in curved channels | 서울대학교 | Shin,J. | 18th IAHR-APD Congress | 2012.08. | 대한민국 |
| | 5 | The vertical profile of transverse velocity of secondary flow in meandering channels | 서울대학교 | Seo,I.W. | 10th International Conference on Hydroscience & Engineering | 2012.11. | 미국 |
| | 6 | Numerical analysis of flow characteristics in confulent channels | 서울대학교 | Park,I. | 10th International Conference on Hydroscience & Engineering | 2012.11. | 미국 |
| | 7 | Behavior of longitudinal and transverse dispersion coefficient in three-dimensional open channels | 서울대학교 | Jung,Y.J. | 10th International Conference on Hydroscience & Engineering | 2012.11. | 미국 |
| | 8 | Projection of information | K-water | Chae,H.S. | HydroEco2013 4th | 2013.05. | 프랑스 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | management for smart river in South korea | | | International Multidisciplinary Conference on Hydrology and Ecology: Emerging Patterns, Breakthroughs and Challenges | | |
| | 9 | Comparison of evapotranspiration using hydrology model and hydro-ecology mode | K-water | Shin,H.J. | HydroEco2013 4th International Multidisciplinary Conference on Hydrology and Ecology: Emerging Patterns, Breakthroughs and Challenges | 2013.05. | 프랑스 |
| | 10 | Future projection for river information service based on cloud computing in South korea | K-water | Chae,H.S. | 6th ICWRER(International Conference on Water Resources and Environment Research) - Water & Environmental Dynamics | 2013.06. | 독일 |
| | 11 | Comparison of swat hydrology and rhessys hydro-ecology in a small forest watershed of South korea | K-water | Shin,H.J. | 6th ICWRER(International Conference on Water Resources and Environment Research) - Water & Environmental Dynamics | 2013.06. | 독일 |
| 3차년도 | 12 | Cloud computing framework for a | K-water | Shin,H.J. | The 5th IWA-ASPIRE | 2013.09. | 대한민국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | river information system | | | Conference & Exhibition | | |
| | 13 | Evaluation and comparison of gross primary production | K-water | Shin,H.J. | The 5th IWA-ASPIRE Conference & Exhibition | 2013.09. | 대한민국 |
| | 14 | Lagrangian particle tracking technique for analysis of 2d mixing in natural streams | 서울대학교 | Park,I. | IAHR World Congress | 2013.09. | 중국 |
| | 15 | A study in the comprehensive discharge measurement with dmg line modification | 인덕대학교 | Jeong,C. | The 2nd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2013.11. | 대한민국 |
| | 16 | Analysis of the runoff characteristics of yongdamdam watershed using multi-point hydrological observations and SWAT model | K-water | Shin,H.J. | The 12th Conference of International Society of Paddy and Water Environment Engineering | 2013.11. | 일본 |
| | 17 | Study for use of arcrom data sharing system | K-water | Kwon,S.I. | The 2nd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2013.11. | 대한민국 |
| | 18 | Movement of effective microorganism injected through a falling confluent stream | 서울대학교 | Seo,I.W. | The 12th Conference of International Society of Paddy and Water Environment Engineering | 2013.11. | 일본 |
| | 19 | Artificial neural network ensemble | 서울대학교 | Kim,S.E. | American Water | 2013.11. | 미국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | modeling using exploratory factor analysis for streamflow prediction | | | Resources Annual Water Resources Conference | | |
| | 20 | Application of hydraulic performance graph of natural rivers in Korea | 서울대학교 | Shin,J. | American Water Resources Annual Water Resources Conference | 2013.11. | 미국 |
| | 21 | Water quality prediction using ann model and exploratory factor analysis | 서울대학교 | Kim,S.E | The 2nd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2013.11. | 싱가포르 |
| | 22 | Development of river recreation index model(RRIM) using fuzzy synthetic evaluation approach | 서울대학교 | Choi,S.Y. | The 2nd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2013.11. | 대한민국 |
| | 23 | Hydraulic performance graph application to the Nakdong river | 서울대학교 | Shin,J. | The 2nd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2013.11. | 대한민국 |
| | 24 | Simulation of floating pollutant mixing in the Nakdong river | 서울대학교 | Park,I. | The 2nd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2013.11. | 대한민국 |
| | 25 | An intergrated monitoring program for the management of a large-river | 창원대학교 | Lyu,S. | The 2nd International Symposium on Advanced | 2013.11. | 대한민국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 26 | Analysis of flow and bed change around a hydraulic structure using CCHE2D | 창원대학교 | Ahn,J.M. | The 2nd International Symposium on Advanced | 2013.11. | 대한민국 |
| | 27 | Development of recreation index model and its applications to Nakdong river, Korea | 서울대학교 | Choi,S.Y. | ISEH 2014 | 2014.01. | 싱가포르 |
| 4차년도 | 28 | A projection for river information service in South korea | K-water | Koh,D.K. | HIC 2014-11th International Conference on Hydroinformatics | 2014.08. | 미국 |
| | 29 | Verification of the standard vector data model for interoperability of river-geospatial information | K-water | Shin,H.J. | HIC 2014 11th International Conference on Hydroinformatics | 2014.08. | 미국 |
| | 30 | A particle dispersion model for analysis of two dimensional mixing in open channels | 서울대학교 | Park,I. | HIC 2014-11th International Conference on Hydroinformatics | 2014.08. | 미국 |
| | 31 | Development and application of a shallow water flow model HDM-2D | 서울대학교 | Song,C.G. | HIC 2014 11th International Conference on Hydroinformatics | 2014.08. | 미국 |
| | 32 | Development of river recreation index model (RRIM) reflecting fuzziness in water quality | 서울대학교 | Seo,I.W.. | HIC 2014 11th International Conference on Hydroinformatics | 2014.08. | 미국 |
| | 33 | Development of novel discharge calculation method for a | 한국건설기술연구원 | Kim,D.G. | 19th IAHR-APD Congress | 2014.09. | 베트남 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | portable ultrasonic velocity meter | | | | | |
| | 34 | Hybrid ANN-HPG model predicting stramflow and water surface elevation | 서울대학교 | Kim,S.E. | 19th IAHR-APD Congress | 2014.09. | 베트남 |
| | 35 | Two-dimensional model of algal bloom in the Nakdong river | 서울대학교 | Kim,J.S. | 19th IAHR-APD Congress | 2014.09. | 베트남 |
| | 36 | Real time surface image velocimeter using smartphone | 동의대학교 | Yu,K. | 19th IAHR-APD Congress | 2014.09. | 베트남 |
| | 37 | Analysis of transverse mixing of continuously injected pollutants in Nakdong river, Korea | 서울대학교 | Park,I. | The 3rd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2014.09. | 대한민국 |
| | 38 | Modeling the two-dimensional dispersion of contaminants in natural rivers | 서울대학교 | Seo,I.W. | The 3rd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2014.09. | 대한민국 |
| | 39 | Prediction of water quality using artificial neural network ensemble model | 서울대학교 | Kim,S.E. | The 3rd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2014.09. | 대한민국 |
| | 40 | Introduction on IRIC software and comparison of flow and bed deformation in meandering channels calculated by | 홋카이도대학교 | Kyuka,T. | The 3rd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2014.09. | 대한민국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | two-and three-dimensional models | | | | | |
| | 41 | Numerical simulation of bed evolution and channel migration in The otofuke river | 홋카이도대학교 | Shimizu,Y. | The 3rd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2014.09. | 대한민국 |
| | 42 | Recent progress on a 2-D & 3-D solvers for iric and their applications | 홋카이도대학교 | Shimizu,Y. | The 3rd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2014.09. | 대한민국 |
| | 43 | Field measurement of suspended sediment distribution in a large river | 창원대학교 | Lyu,S. | The 3nd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2014.09. | 대한민국 |
| | 44 | Development of intelligent system for river information service based on advanced ICT | 웹솔루스 | Kim,H.S. | The 3nd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2014.09. | 대한민국 |
| | 45 | Development of information management technology for smart river | K-water | Chae,H.S. | 2014 Smart Water Grid International Conference | 2014.11. | 대한민국 |
| | 46 | ANN modeling for prediction of daily water quality parameters in Nakdong river, Korea | 서울대학교 | Kim,S.E. | Smart Water Grid International Conference 2014 | 2014.11. | 대한민국 |
| | 47 | Development of coliform estimation model | 서울대학교 | Seo,I.W. | Smart Water Grid International | 2014.11. | 대한민국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | based on statistical method | | | Conference 2014 | | |
| 5차년도 | 48 | Dispersion coefficients of the two-dimensional contaminant transport model for river mixing study | 서울대학교 | Seo,I.W. | 2015- 36th IAHR WORLD CONGRESS | 2015.06. | 네덜란드 |
| | 49 | Experimental study of two-dimensional mixing of natural tracers in rivers | 서울대학교 | Seo,I.W. | 2015- 36th IAHR WORLD CONGRESS | 2015.06. | 네덜란드 |
| | 50 | Non-fickian modeling of pollutant mixing during initial period in open channels | 서울대학교 | Seo,I.W. | 2015- 36th IAHR WORLD CONGRESS | 2015.06. | 네덜란드 |
| | 51 | Field measurement of suspended sediment distribution in a large river | 창원대학교 | Lyu,S. | 2015- 36th IAHR WORLD CONGRESS | 2015.06. | 네덜란드 |
| | 52 | Surface image velocity measurement system for wide rivers using smartphones | 동의대학교 | Yu,K. | 2015- 36th IAHR WORLD CONGRESS | 2015.06. | 네덜란드 |
| | 53 | Experimental study on uncertainty assessment of ADCP discharge measurement using GUM framework | 단국대학교 | Kim,J.M. | 2015- 36th IAHR WORLD CONGRESS | 2015.06. | 네덜란드 |
| | 54 | Development of Hydrog-central for the river information shring | K-water | Shin,H.J. | 2015 SWGIC (Smart Water Grid International Conference) | 2015.10. | 대한민국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 55 | Development of 1D routing model for accidentally spilled pollutants in rivers | 서울대학교 | Baek,D. | 2016 HU-SNU Joint Seminar on Environmental Hydraulics | 2016.02. | 일본 |
| | 56 | Development of 2D non-fickian dispersion model for pollutant mixing in open channels | 서울대학교 | Park,I. | 2016 HU-SNU Joint Seminar on Environmental Hydraulics | 2016.02. | 일본 |
| | 57 | Numerical simulation of 2D pollutant mixing in natural streams | 서울대학교 | Kim,J.S. | 2016 HU-SNU Joint Seminar on Environmental Hydraulics | 2016.02. | 일본 |
| | 58 | Secondary flow 2D modeling in meandering and confluent channels | 서울대학교 | Shin,J. | 2016 HU-SNU Joint Seminar on Environmental Hydraulics | 2016.02. | 일본 |
| | 59 | Water quality modeling in rivers | 서울대학교 | Seo,I.W. | 2016 HU-SNU Joint Seminar on Environmental Hydraulics | 2016.02. | 일본 |
| | 60 | The angle of spur dikes to form sediment deposition areas on a rigid-bed field | 홋카이도대학교 | Kyuka,T. | 2016 HU-SNU Joint Seminar on Environmental Hydraulics | 2016.02. | 일본 |
| | 61 | Accuracy of simple surveying with multi uav in a bedrock river | 홋카이도대학교 | Yamaguchi,S. | 2016 HU-SNU Joint Seminar on Environmental Hydraulics | 2016.02. | 일본 |
| | 62 | Verify the effect of net cover on bedrock erosion by field work and calculation | 홋카이도대학교 | Mutsuura,K. | 2016 HU-SNU Joint Seminar on Environmental Hydraulics | 2016.02. | 일본 |
| | 63 | Hydraulic experiment and numerical analysis | 홋카이도대학교 | Kitazono,K. | 2016 HU-SNU Joint Seminar on | 2016.02. | 일본 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | of movement of driftwood in river bends | | | Environmental Hydraulics | | |
| | 64 | Dispersion simulation of the cooled water discharged from LNG terminal. | 서울대학교 | Song,C.G. | The 34th International Conference on Coastal Engineering | 2016.06 | 대한민국 |
| 6차년도 | 65 | Overview of the transverse velocity profiles and application to meandering channels | 서울대학교 | Shin,J. | The 8th International Conference on Fluvial Hydraulics | 2016.07. | 미국 |
| | 66 | Modeling of particle dispersion in the meandering channels | 서울대학교 | Seo,I.W. | The 8th International Conference on Fluvial Hydraulics | 2016.07. | 미국 |
| | 67 | Evaluation of the grassy vegetation roughness with varied flow conditions in open channel flows | 서울대학교 | Rhee,D.S. | The 8th International Conference on Fluvial Hydraulics | 2016.07. | 미국 |
| | 68 | Forecasting water quality parameters by ann model using pre-processing technique at the downstream of Cheongpyeong dam | 서울대학교 | Yun,S.H. | The 12th International Conference on Hydroinformatics | 2016.08. | 대한민국 |
| | 69 | Numerical simulation of two-dimensional pollutant mixing in rivers using RAMS | 서울대학교 | Seo,I.W. | The 12th International Conference on Hydroinformatics | 2016.08. | 대한민국 |
| | 70 | Development of stage-discharge rating curve using hydraulic performance | 서울대학교 | Shin,J. | The 12th International Conference on Hydroinformatics | 2016.08. | 대한민국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | graph model | | | | | |
| | 71 | Assessment of water quality monitoring network of nakdong river using exploratory factor analysis | 서울대학교 | Kim,S.E. | The 12th International Conference on Hydroinformatics | 2016.08. | 대한민국 |
| | 72 | Prediction of pollutant concentration accidentally spilled into river using 1D routing procedure | 서울대학교 | Baek,D. | 20th IAHR-APD Congress | 2016.08. | 스리랑카 |
| | 73 | Prediction of fecal coliform using tree based models in North han river | 서울대학교 | Choi,S.Y. | 20th IAHR-APD Congress | 2016.08. | 스리랑카 |
| | 74 | 2D numerical study of diatom bloom based on water temperature effect on its growth | 서울대학교 | Kim,J.S. | 20th IAHR-APD Congress | 2016.08. | 스리랑카 |
| | 75 | Development of data-based prediction model for fecal coliform in North han river | 서울대학교 | Choi,S.Y. | The 19th Hokkaido University-Seoul National University Joint Symposium | 2016.11. | 일본 |
| | 76 | Forecasting water quality parameters by ann model in river | 서울대학교 | Yun,S.H. | The 19th Hokkaido University-Seoul National University Joint Symposium | 2016.11. | 일본 |
| | 77 | Numerical modeling of storage zone effects on | 서울대학교 | Seo,I.W. | The 19th Hokkaido University-Seoul National | 2016.11. | 일본 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | contaminant mixing in natural rivers | | | University Joint Symposium | | |
| | 78 | Analysis of transverse mixing using natural tracers continuously introduced from tributaries | 서울대학교 | Jung,S.H. | 12th International Conference on Hydroscience & Engineering | 2016.11. | 대만 |
| | 79 | 2-D non-fickian dispersion model for the initial period of river mixing | 서울대학교 | Seo,I.W. | 12th International Conference on Hydroscience & Engineering | 2016.11. | 대만 |
| | 80 | Dye tracing method using aerial imagery by the drone | 서울대학교 | Seo.I.W. | Hydraulic Measurements and Experimental Methods 2017 Conference | 2017.07. | 미국 |
| | 81 | The estimation of spatial and temporal distribution of accidentally spilled pollutant into river | 서울대학교 | Baek,D. | 37th IAHR WORLD CONGRESS | 2017.08. | 말레이시아 |
| | 82 | 2D numerical approach for evaluation of weir operation strategies on harmful algal bloom control | 서울대학교 | Kim,J.S. | 37th IAHR WORLD CONGRESS | 2017.08. | 말레이시아 |
| | 83 | Prediction of fecal contamination level in Nakdong river using data-driven model | 서울대학교 | Choi,S. | 37th IAHR WORLD CONGRESS | 2017.08. | 말레이시아 |

(라) 국내 학술회의 발표

| 차년도 | 번호 | 발표명 | 소속 기관명 | 발표자 | 학술회의 명칭 | 발표일 | 장소 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 1 | 효율적인 RIMGIS 서비스를 위한 DB관리 방안 연구 | K-water | 신형진 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2012.10. | 전남대학교 |
| 2 | 2 | Fuzzy Synthetic Evaluation을 이용한 친수목적의 종합적 수질 평가 | 서울대학교 | 최수연 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2012.10. | 전남대학교 |
| 2 | 3 | 낙동강에서 HPG의 적용 가능성 | 서울대학교 | 서용원 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2012.10. | 전남대학교 |
| 2 | 4 | Dead-zone model for the longitudinal dispersion coefficient in flows with submerged vegetation | 서울대학교 | 박선영 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2012.10. | 전남대학교 |
| 2 | 5 | 효율적인 RIMGIS 관리를 위한 개선 방안 연구 | K-water | 신형진 | 한국지리정보학회 추계학술대회 | 2012.11. | 제주대학교 |
| 2 | 6 | 스마트리버 구현을 위한 선진 하천정보관리 시스템 분석 및 국내 적용성 연구 | K-water | 서지원 | 한국지리정보학회 추계학술대회 | 2012.11. | 제주대학교 |
| 2 | 7 | Subtractive 기반 K-mean 클러스터링 기법과 클러스터링 검증지수를 활용한 낙동강 보 지점의 유황 패턴 분석 | 서울대학교 | 김성은 | 한국방재학회 학술발표대회 | 2012.11. | 한양대학교 에리카 캠퍼스 |
| 2 | 8 | 보 운영조건에 따른 가동보 개구부에서의 흐름 특성분석 | 서울대학교 | 박성원 | 한국방재학회 학술발표대회 | 2012.11. | 한양대학교 에리카 캠퍼스 |
| 2 | 9 | 저수지 홍수추적을 이용한 지하저류조의 유출 저감 분석 | 서울대학교 | 송창근 | 한국방재학회 학술발표대회 | 2012.11. | 한양대학교 에리카 캠퍼스 |
| 2 | 10 | 클라우드 기반의 | K-water | 권성일 | 한국지리정보학 | 2013.05. | 공주대학교 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 하천공간정보공유시스템 활용 | | | 회<br>춘계학술발표대회 | | |
| 2 | 11 | RIMGIS 기준의 하천공간정보 현황 분석 연구 | K-water | 권성일 | 한국지리정보학회<br>춘계학술발표대회 | 2013.05. | 공주대학교 |
| 2 | 12 | 하천관련 공간데이터의 상호운용성 향상을 위한 데이터 정의 연구 | K-water | 서지원 | 한국지리정보학회<br>춘계학술발표대회 | 2013.05. | 공주대학교 |
| 2 | 13 | 스마트리버 관리를 위한 하천공간정보 표준모델 제안 | K-water | 신형진 | 한국지리정보학회<br>춘계학술발표대회 | 2013.05. | 공주대학교 |
| 2 | 14 | SWAT모형을 이용한 용담댐유역 수문 평가 | K-water | 신형진 | 한국지리정보학회<br>춘계학술발표대회 | 2013.05. | 공주대학교 |
| 2 | 15 | 클라우드 컴퓨팅 기반의 하천정보 서비스 제안 | K-water | 신형진 | 한국수자원학회<br>학술발표회 | 2013.05. | 호남대학교 |
| 2 | 16 | 하천 공간정보 데이터표준모델 개발연구 | K-water | 신형진 | 한국수자원학회<br>학술발표회 | 2013.05. | 호남대학교 |
| 2 | 17 | 다지점 수문관측 자료와 SWAT 모형을 이용한 용담댐유역 유출 특성 분석 | K-water | 신형진 | 한국수자원학회<br>학술발표회 | 2013.05. | 호남대학교 |
| 2 | 18 | GIS 기반의 하천공간정보공유시스템구축 연구 | K-water | 권성일 | 한국수자원학회<br>학술발표회 | 2013.05. | 호남대학교 |
| 2 | 19 | 하천관련 정보시스템의 공간정보 현황 분석 연구 | K-water | 권성일 | 한국수자원학회<br>학술발표회 | 2013.05. | 호남대학교 |
| 2 | 20 | 다기능보 퇴적양상에 대한 수치해석 및 실험적 연구 | 서울대학교 | 최현수 | 한국수자원학회<br>학술발표회 | 2013.05. | 호남대학교 |
| 2 | 21 | 단차가 존재하는 지천 합류부의 흐름에 대한 실험적 연구 | 서울대학교 | 이주하 | 한국수자원학회<br>학술발표회 | 2013.05. | 호남대학교 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 22 | 표준 수자원 웹서비스 기반 능동적 미계측 하천 수위 예측을 위한 HydroConnetor 툴 개발 | 단국대학교 | 유호준 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05. | 호남대학교 |
| 2 | 23 | HEC-6를 이용한 보와 보 구간에 대한 하상변동 평가 | 창원대학교 | 안정민 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05. | 호남대학교 |
| 2 | 24 | 낙동강수계 댐과 다기능보의 연계운영을 통한 용수공급능력 평가 | 창원대학교 | 안정민 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05. | 호남대학교 |
| 2 | 25 | HEC-6를 이용한 다기능보 운영에 의한 지류하상변동 영향 연구 | 창원대학교 | 안정민 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05. | 호남대학교 |
| 2 | 26 | EFDC를 이용한 유역특성변화에 따른 섬진강 하구의 수리특성 분석 | 창원대학교 | 이경수 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05. | 호남대학교 |
| 3 | 27 | DMG Line 수정을 통한 유량측정 정확도 향상에 관한 연구 | 인덕대학교 | 정창삼 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10. | 강원도 정선 |
| 3 | 28 | 하천공간정보의 상호운용성을 위한 표준벡터데이터 모델의 검증 | K-water | 신형진 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10. | 강원도 정선 |
| 3 | 29 | 벡터 기반의 하천공간정보 표준데이터모델 적용성 평가 - RIMGIS 자료를 대상으로 - | K-water | 신형진 | 한국지리정보학회 추계학술대회 | 2013.10. | 제주 |
| 3 | 30 | Grid 기반의 하천공간정보 표준데이터모델 제안 | K-water | 신형진 | 한국지리정보학회 추계학술대회 | 2013.10. | 제주 |
| 3 | 31 | 인공신경망 앙상블 모델링과 탐색적 요인분석을 이용한 하천 수질예측 | 서울대학교 | 김성은 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10. | 강원도 정선 |
| 3 | 32 | 개수로에서 2차원 Non-Fickian 혼합 | 서울대학교 | 박인환 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10. | 강원도 정선 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 모형의 개발 | | | | | |
| 3 | 33 | 위락용도의 수질 지수 산정 모델의 개발 | 서울대학교 | 최수연 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10. | 강원도 정선 |
| 3 | 34 | 수리거동곡선을 이용한 낙동강 수면곡선산정 | 서울대학교 | 신재현 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10. | 강원도 정선 |
| 3 | 35 | 자연하천에서 추적자 실험을 통한 분산계수의 산정 | 서울대학교 | 최황정 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10. | 강원도 정선 |
| 3 | 36 | ADCP와 MBES를 이용한 하도 지형 조사 | 창원대학교 | 고주석 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10. | 강원도 정선 |
| 3 | 37 | RTK-GPS와 ADCP를 활용한 3차원 지형공간정보 취득 | 창원대학교 | 곽성현 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10. | 강원도 정선 |
| 3 | 38 | 새로운 초음파 유속계를 위한 신개념 유량산정 알고리즘 개발 | 한국건설기술연구원 | 김동구 | 한국방재학회 정기학술발표대회 | 2014.02. | 인하대하교 |
| 3 | 39 | ADCP를 장착한 무선조종보트와 무인항공기를 이용한 하천지형정보 취득에 관한 연구 | 인덕대학교 | 정창삼 | 한국방재학회 정기학술발표대회 | 2014.02. | 인하대하교 |
| 3 | 40 | 수재해 대응을 위한 서비스 지향 아키텍쳐(SOA)기반의 하천정보 서비스 제안 | K-water | 신형진 | 한국방재학회 정기학술발표대회 | 2014.02. | 인하대하교 |
| 3 | 41 | 영상처리를 이용한 자갈하상의 입도분포 분석기법 | 동의대학교 | 류권규 | 한국방재학회 정기학술발표대회 | 2014.02. | 인하대하교 |
| 3 | 42 | 격자 및 벡터 기반의 하천공간정보 표준데이터모델 적용성 평가 | K-water | 신형진 | 한국지리정보학회 춘계학술대회 | 2014.04. | 제주대학교 |
| 3 | 43 | 하천공간정보 표준 준용 방안에 관한 연구 | K-water | 이은정 | 한국지리정보학회 춘계학술대회 | 2014.04. | 제주대학교 |
| 3 | 44 | 휴대용 초음파 유속계를 위한 신개념 유량산정 | 한국건설기술연구원 | 김동구 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05. | 부경대학교 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 알고리즘 개발 | | | | | |
| 3 | 45 | MODIS 영상을 이용한 북한 지역의 시계열 식생변화 분석 | K-water | 신형진 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05. | 부경대학교 |
| 3 | 46 | 시공간적 홍수범람 분석을 위한 MODIS 영상 활용 방안 연구 -태국 차오프라야강 유역을 대상으로- | K-water | 신형진 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05. | 부경대학교 |
| 3 | 47 | 관계형 데이터 모델에 의한 하천공간정보 구축 방안 연구 | K-water | 신형진 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05. | 부경대학교 |
| 3 | 48 | 자동수질측정망을 이용한 낙동강 수질분석 | 서울대학교 | 김준성 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05. | 부경대학교 |
| 3 | 49 | 자연하천에서 1차원 수질사고대응예측시스템 적용성 검토 | 서울대학교 | 박인환 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05. | 부경대학교 |
| 3 | 50 | 하상고 차이가 존재하는 합류수로에서의 흐름특성에 대한 실험적 연구 | 서울대학교 | 정성현 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05. | 부경대학교 |
| 3 | 51 | CCHE2D를 이용한 다기능보 운영에 따른 합류부 하상변동 모의 | 창원대학교 | 곽성현 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05. | 부경대학교 |
| 3 | 52 | 합류부 지형변화에 따른 수리특성 분석 | 창원대학교 | 고주석 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05. | 부경대학교 |
| 3 | 53 | 금호강 합류부에 대한 3차원 하천지형 조사 | 창원대학교 | 김병직 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05. | 부경대학교 |
| 3 | 54 | 스마트폰을 이용한 실시간 표면영상유속계 | 동의대학교 | 류권규 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05. | 부경대학교 |
| 4 | 55 | UAV를 이용한 하천지형자료의 정확도 분석 | 인덕대학교 | 정창삼 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10. | 대구 |
| 4 | 56 | OGC GML 기반의 하천공간정보 데이터 서비스 연구 | K-water | 신형진 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10. | 대구 |
| 4 | 57 | SOAP 기반 하천공간정보 | K-water | 신형진 | 한국지리정보학회 추계학술대회 | 2014.10. | 제주대학교 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 웹서비스 개발 | | | | | |
| 4 | 58 | 국내외 표준 준용을 통한 하천공간정보 표준화 추진 방안 | K-water | 황의호 | 한국지리정보학회 추계학술대회 | 2014.10. | 제주대학교 |
| 4 | 59 | 하천공간정보 제공을 위한 프로토콜 제안 | K-water | 신형진 | 한국지리정보학회 추계학술대회 | 2014.10. | 제주대학교 |
| 4 | 60 | 하천공간정보 표준 데이터모델 구현 방안 연구 | K-water | 이은정 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10. | 대구 |
| 4 | 61 | 2차원 농도장 추적법을 이용한 난류확산계수의 산정 | 서울대학교 | 박인환 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10. | 대구 |
| 4 | 62 | 감조 하천에서 지류로부터 유입되는 오염물질의 거동 해석 | 서울대학교 | 신재현 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10. | 대구 |
| 4 | 63 | 군집 분석을 이용한 낙동강의 일반수질측정소의 수질 특성에 따른 분류 | 서울대학교 | 최수연 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10. | 대구 |
| 4 | 64 | 낙동강 살리기 사업 전후 수질특성 변화 분석 | 서울대학교 | 김성은 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10. | 대구 |
| 4 | 65 | 낙동강에서 전기전도도 추적을 통한 용존성 오염물질의 2차원 혼합에 관한 연구 | 서울대학교 | 정성현 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10. | 대구 |
| 4 | 66 | 자연하천에서의 조류 확산거동 분석을 위한 2차원 모형개발 | 서울대학교 | 김준성 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10. | 대구 |
| 4 | 67 | EFDC를 이용한 대하천에서의 체류시간분포 모의 | 창원대학교 | 곽성현 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10. | 대구 |
| 4 | 68 | 수치모형을 이용한 하천에서의 체류시간 모의 | 창원대학교 | 고주석 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10. | 대구 |
| 4 | 69 | 스마트폰을 이용한 실시간 표면영상유속계 | 동의대학교 | 류권규 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10. | 대구 |
| 4 | 70 | 3차원 초음파유속계 | 아이에스 | 이찬주 | 한국산학기술학 | 2014.11. | 제주 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 개발 | 테크놀로지 | | 회 추계학술대회 | | |
| 4 | 71 | 오픈데이터 기반 하천공간정보 관리 및 공유를 위한 표준 준수 연구 | K-water | 신형진 | 한국방재학회 정기학술발표대회 | 2015.02. | 한양대학교 |
| 4 | 72 | 하천공간정보에 대한 OGC 표준 기반의 WMS 적용 방안 | K-water | 홍성수 | 한국방재학회 정기학술발표대회 | 2015.02. | 한양대학교 |
| 4 | 73 | 하천공간정보 제공을 위한 서버 구축 | K-water | 신형진 | 한국지리정보학회 춘계학술대회 | 2015.04. | 경북대학교 |
| 4 | 74 | 국제 표준 체계에 따른 하천공간정보 표준 제정 추진 방안 | K-water | 홍성수 | 한국지리정보학회 춘계학술대회 | 2015.04. | 경북대학교 |
| 4 | 75 | 첨단기술기반 하천 및 주변지형 측정 자료의 정확도 분석 | 인덕대학교 | 정창삼 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05. | 강원도 고성 |
| 4 | 76 | 하천정보 제공을 위한 HydroG-Server 구축 연구 | K-water | 신형진 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05. | 강원도 고성 |
| 4 | 77 | 하천공간정보 웹 서비스에 관한 검증 테스트 방안 | K-water | 홍성수 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05. | 강원도 고성 |
| 4 | 78 | 하천공간정보의 계층적 HydroG-OneFlow 웹서비스 개발 | K-water | 신형진 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05. | 강원도 고성 |
| 4 | 79 | 하천공간정보의 온톨로지 구축방안 연구 | K-water | 신형진 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05. | 강원도 고성 |
| 4 | 80 | 하천 혼합 해석을 위한 2차원 이송-분산 모형의 종분산계수 예측 | 서울대학교 | 최황정 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05. | 강원도 고성 |
| 4 | 81 | 연속주입 오염물 추적을 통한 하천 횡혼합 해석 | 서울대학교 | 정성현 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05. | 강원도 고성 |
| 4 | 82 | 개수로 흐름에서 사행도가 흐름방향 유속의 연직분포에 미치는 영향 | 서울대학교 | 백동해 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05. | 강원도 고성 |
| 4 | 83 | GPS부자를 이용한 | 서울대학 | 박인환 | 한국수자원학회 | 2015.05. | 강원도 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 하천 표면에서의 오염물질 혼합 거동 해석 | 교 | | 학술발표회 | | 고성 |
| 4 | 84 | 보 운영을 고려한 하상변동모의에 대한 HEC-RAS모형 적용성 평가 | 창원대학교 | 곽성현 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05. | 강원도 고성 |
| 4 | 85 | 강정고령보 하류 하상변동 모니터링 | 창원대학교 | 고주석 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05. | 강원도 고성 |
| 4 | 86 | 참조점이 필요없는 실시간 표면영상유속계 개발 | 동의대학교 | 류권규 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05. | 강원도 고성 |
| 4 | 87 | 직선 및 사행 하천에서의 대수법칙을 이용한 국부 소류력 산정 적용성 검토 | 단국대학교 | 김종민 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05. | 강원도 고성 |
| 5 | 88 | 하천에 수질사고로 유입된 오염물질의 혼합 거동에 대한 1차원 해석 | 서울대학교 | 백동해 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10. | 전라북도 군산 |
| 5 | 89 | 사행하천에서 이차류 유속 특성에 관한 연구 | 서울대학교 | 신재현 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10. | 전라북도 군산 |
| 5 | 90 | 사행수로에서 입자분산모형을 이용한 오염물질 혼합 해석 | 서울대학교 | 박인환 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10. | 전라북도 군산 |
| 5 | 91 | 낙동강 규조류 성장에 수온이 미치는 영향을 고려한 클로로필-a 예측 | 서울대학교 | 김준성 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10. | 전라북도 군산 |
| 5 | 92 | 낙동강에서 지류에서 연속적으로 유입되는 자연추적자의 혼합거동 수치모의 | 서울대학교 | 정성현 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10. | 전라북도 군산 |
| 5 | 93 | 낙동강에서 분변성 대장균 추정을 위한 데이터 기반 모델의 개발 | 서울대학교 | 최수연 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10. | 전라북도 군산 |
| 5 | 94 | 북한강 청평댐 하류 | 서울대학 | 윤세훈 | 대한토목학회 | 2015.10. | 전라북도 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 구간에서 분변성 대장균 농도특성 분석 | 교 | | 정기학술대회 | | 군산 |
| 5 | 95 | 자연하천에서 수로 만곡이 횡분산에 미치는 영향 | 서울대학교 | 최황정 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10. | 전라북도 군산 |
| 5 | 96 | 지류유입에 의한 하천수질 영향 연구 | 창원대학교 | 고주석 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10. | 전라북도 군산 |
| 5 | 97 | 온톨로지 기반의 하천정보 구축 | K-water | 신형진 | 한국지리정보학회 추계학술대회 | 2015.11. | 부경대학교 |
| 5 | 98 | 하천정보 제공을 위한 웹서비스 개발 | K-water | 신형진 | 한국지리정보학회 추계학술대회 | 2015.11. | 부경대학교 |
| 5 | 99 | 하천정보 공유를 위한 웹서비스 개발 | K-water | 신형진 | 한국방재학회 학술발표대회. | 2016.02. | 성균관대학교 |
| 5 | 100 | 국내 하천 수질사고에 대응하는 RiverAlarm-K의 개발 | 서울대학교 | 박인환 | 한국방재학회 학술발표대회. | 2016.02. | 성균관대학교 |
| 5 | 101 | 지천 수질 사고대응시스템을 위한 1차원 추적모형의 개발 | 서울대학교 | 백동해 | 한국방재학회 학술발표대회. | 2016.02. | 성균관대학교 |
| 5 | 102 | 2차원 하천수질예측 모형의 검증을 위한 추적자 실험 | 서울대학교 | 최황정 | 한국방재학회 학술발표대회. | 2016.02. | 성균관대학교 |
| 5 | 103 | 대하천 규조류 발생 예측 모델의 개발 및 적용 | 서울대학교 | 김준성 | 한국방재학회 학술발표대회. | 2016.02. | 성균관대학교 |
| 5 | 104 | 하상변동 조사를 위한 하천지형정보 취득 | 창원대학교 | 고주석 | 한국방재학회 학술발표대회. | 2016.02. | 성균관대학교 |
| 5 | 105 | 하천수질조사를 위한 간이수질측정망 운영 | 창원대학교 | 고주석 | 한국방재학회 학술발표대회. | 2016.02. | 성균관대학교 |
| 5 | 106 | 부유사측정에 대한 현장용 광학입도분석장치의 적용성 평가 | 창원대학교 | 곽성현 | 한국방재학회 학술발표대회. | 2016.02. | 성균관대학교 |
| 5 | 107 | 홍수터 지형측량을 위한 소형 UAS의 적용성 검토 | 창원대학교 | 곽성현 | 한국방재학회 학술발표대회. | 2016.02. | 성균관대학교 |
| 5 | 108 | 하천정보 공유를 위한 포털 서비스 개발 | K-water | 신형진 | 한국지리정보학회 춘계학술대회 | 2016.05. | 금오공대 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 109 | 하천정보 공유 프로토콜(WaterML, HydroGML) 활용을 위한 프로그램 개발 | K-water | 신형진 | 한국지리정보학회 춘계학술대회 | 2016.05. | 금오공대 |
| 5 | 110 | 온톨로지 기반의 하천정보 검색 시스템 구축 | K-water | 신형진 | 한국지리정보학회 춘계학술대회 | 2016.05. | 금오공대 |
| 5 | 111 | 자연하천에서 EC 농도 추적을 통한 초기 혼합 구간 해석 | 서울대학교 | 정성현 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2016.05. | 대전 |
| 5 | 112 | 랜덤포레스트기법을 이용한 분변성대장균 예측모델 개발 | 서울대학교 | 최수연 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2016.05. | 대전 |
| 5 | 113 | 개수로에서 이차원 모델의 이차류 유속분포 적용에 관한 연구 | 서울대학교 | 신재현 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2016.05. | 대전 |
| 5 | 114 | 소형 UAV를 이용한 홍수터 지형측량 정확도 평가 | 창원대학교 | 곽성현 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2016.05. | 대전 |
| 5 | 115 | 표면영상유속계를 위한 카메라 모형의 구성 | 동의대학교 | 이한승 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2016.05. | 대전 |
| 5 | 116 | GUM 표준안을 이용한 고정 측정 방식 ADCP의 유량 측정 불확도 평가 | 단국대학교 | 김동수 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2016.05. | 대전 |
| 5 | 117 | 유속-면적법으로 측정된 유량에 대한 측정 불확도 평가 | 단국대학교 | 김종민 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2016.05. | 대전 |
| 5 | 118 | 초분광 영상 기반 저수심 하천 하상재료 및 수심 계측 기법 개발 | 단국대학교 | 유호준 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2016.05. | 대전 |
| 6 | 119 | 드론 영상을 이용한 하천에 유입된 오염물질의 시공간적 분포 분석 | 서울대학교 | 서일원 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2016.10. | 제주 |
| 6 | 120 | 추적법을 이용한 오염물질의 1차원 혼합거동 예측모형 개발 및 검증 | 서울대학교 | 백동해 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2016.10. | 제주 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 121 | 이차원 수리해석모델을 이용한 하천실험센터 실규모 실험수로에서 이차류 거동 모의 | 서울대학교 | 신재현 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2016.10. | 제주 |
| 6 | 122 | 북한강에서 친수활동지수 산정을 위한 강우에 의한 수질 변화의 분석 | 서울대학교 | 최수연 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2016.10. | 제주 |
| 6 | 123 | 만곡하천에서 2차원 입자분산모형을 이용한 순간주입 된 오염물질의 혼합해석 | 서울대학교 | 박인환 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2016.10. | 제주 |
| 6 | 124 | 낙동강 지류에서 연속적으로 유입되는 오염물질의 횡분산계수 산정 | 서울대학교 | 정성현 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2016.10. | 제주 |
| 6 | 125 | 낙동강 규조류 예측을 위한 성장속도식 매개변수의 민감도 분석 | 서울대학교 | 김준성 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2016.10. | 제주 |
| 6 | 126 | ANN 모델을 이용한 청평댐 하류의 수질예보 | 서울대학교 | 윤세훈 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2016.10. | 제주 |
| 6 | 127 | 2차원 분산계수 산정법의 특성 비교 | 서울대학교 | 최황정 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2016.10. | 제주 |
| 6 | 128 | 하천 합류부에서의 부유입자 분포에 대한 현장측정 | 창원대학교 | 곽성현 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2016.10. | 제주 |
| 6 | 129 | 금호강 합류부 하류 수질특성 파악을 위한 다변량 통계분석 | 창원대학교 | 서용재 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2016.10. | 제주 |
| 6 | 130 | 남강합류부 수표면 혼합양상에 대한 현장측정 | 창원대학교 | 곽성현 | 한국방재학회 학술발표대회 | 2017.02. | 건국대학교 |
| 6 | 131 | 자연하천에서 추적자 실험 및 수치모의를 통한 | 서울대학교 | 정성현 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2017.05. | 경상남도 창원 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 횡분산 계수 산정 | | | | | |
| 6 | 132 | 지천유입이 있는 대하천에서 수질예측을 위한 인공신경망모델의 개발 | 서울대학교 | 윤세훈 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2017.05. | 경상남도 창원 |
| 6 | 133 | 하천에 유입된 오염물질의 2차원 혼합 분석을 위한 드론의 활용 | 서울대학교 | 백동해 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2017.05. | 경상남도 창원 |
| 6 | 134 | 조류의 공간적 농도 분포 예측을 위한 수치적 연구 | 서울대학교 | 김준성 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2017.05. | 경상남도 창원 |
| 6 | 135 | 수리 · 수질 특성에 따른 대하천 합류부에서의 조류분포 | 창원대학교 | 곽성현 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2017.05. | 경상남도 창원 |

(마) 지식재산권(특허, 실용신안, 상표 등)

| 차년도 | 번호 | 지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재) | 국 명 | 출원 | | | 등 록 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 출원인 | 출원일 | 출원번호 | 등록인 | 등록일 | 등록번호 |
| 1차년도 | 1 | 위치기반서비스를 이용한 하상변화 모니터링 시스템 및 그 방법 | 대한민국 | 인덕대학교 산학협력단 | 2012.04.18 | 10-2012-0040240 | | | |
| | 2 | 텐서형 와점성계수를 가진 2차원 하천흐름모형을 이용하여 천수흐름을 해석하는 방법 | 대한민국 | | | | 서울대학교 산학협력단 | 2012.01.10 | 10-1106548 |
| 2차년도 | 3 | 다차원 수리모형을 이용한 하천흐름 연계모의GUI시스템 | 대한민국 | 창원대학교 산학협력단 | 2013.04.18 | 10-2013-0042923 | | | |
| | 4 | 격자생성프로그램을 이용한지형분석방법 | 대한민국 | 창원대학교 산학협력단 | 2013.04.18 | 10-2013-0042924 | | | |
| | 5 | 실외용 입도분포분석기 | 대한민국 | 창원대학교 | 2013.04.18 | 10-2013- | | | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 산학협력단 | | 0042925 | | | |
| | 6 | 근거리 무선통신(NFC)을 이용한 하천 시설물 유지관리 방법 및 그 시스템 | 대한민국 | ㈜웹솔루스 | 2013.03.27 | 10-2013-0032618 | | | |
| | 7 | 2차원 천수흐름 수치모델링에서 고체경계면에 부분활동조건을 부여하는 방법 | 대한민국 | | | | 서울대학교 산학협력단 | 2012.11.23 | 10-1206368 |
| | 8 | 하천에서 연직방향 유속분포식을 이용한 텐서형 분산계수 산정방법 | 대한민국 | | | | 서울대학교 산학협력단 | 2012.10.19 | 10-1194610 |
| 3차년도 | 9 | 영상처리를 이용한 표면 유속 측정 방법 및 휴대용 측정 장치 | 대한민국 | 동의대학교 산학협력단 | 2014.06.27 | 10-2014-0080052 | | | |
| 4차년도 | 10 | 로지스틱 대장균 반응함수와 퍼지 수질 소속함수를 합성하여 하천 레크리에이션 지수를 산정하는 방법 | 대한민국 | 서울대학교 산학협력단 | 2014.08.08 | 10-2014-0102175 | | | |
| | 11 | 무측선 유량 측정 방법 | 대한민국 | 한국건설기술연구원 | 2014.12.19 | 10-2014-0184459 | | | |
| | 12 | 휴대용 초음파 유속계 및 이를 이용한 유속 측정 시스템 | 대한민국 | 아이에스테크놀로지(주) | 2015.06.01 | 10-2015-0077240 | | | |
| | 13 | 초음파 신호의 도플러 편이를 사용한 유속 측정 방법 | 대한민국 | 아이에스테크놀로지(주) | 2015.06.01 | 10-2015-0077293 | | | |
| | 14 | 실외용 입도분포분석기 | 대한민국 | | | | 창원대학교 산학협력단 | 2014.07.07 | 10-1419147 |
| | 15 | 위치기반서비스를 이용한 하상변화 모니터링 시스템 및 | 대한민국 | | | | 인덕대학교 산학협력 | 2014.10.17 | 10-1454191 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 그 방법 | | | | | 단 | | |
| | 16 | 연산자 분리기법을 이용한 2차원 입자분산모형을 통해 오염물질의 혼합을 해석하는 방법 | 대한민국 | | | | 서울대학교 산학협력단 | 2014.12.29 | 10-1479182 |
| | 17 | 근거리무선통신(NFC)를 이용한 하천 시설물 유지관리 방법 | 대한민국 | | | | (주)웹솔루스 | 2015.01.05 | 10-1480784 |
| | 18 | 임계마름수심 기법을 이용하여 마름/젖음 조건의 부여를 통해 2차원 천수흐름을 해석하는 방법 | 대한민국 | | | | 서울대학교 산학협력단 | 2015.01.23 | 10-1487846 |
| | 19 | 다차원 수리모형을 이용한 하천흐름 연계모의 GUI장치 | 대한민국 | | | | 창원대학교 산학협력단 | 2015.02.04 | 10-1492323 |
| | 20 | 영상 처리를 이용한 표면 유속 측정 방법 및 휴대용 측정 장치 | 대한민국 | | | | 동의대학교 산학협력단 | 2015.04.10 | 10-1512690 |
| | 21 | 격자생성 프로그램을 이용한 지형분석방법 | 대한민국 | | | | 창원대학교 산학협력단 | 2015.04.27 | 10-1517273 |
| 5차년도 | 22 | 결합적 클러스터링 기법과 앙상블 모델링 기법을 이용한 인공신경망 모델 개발 방법 | 대한민국 | 서울대학교 산학협력단 | 2015.08.27 | 10-2015-0120926 | | | |
| | 23 | 현장용 하상재료 채취기 | 대한민국 | 창원대학교 산학협력단 | 2016.02.23 | 10-2016-0021028 | | | |
| | 24 | 무측선 유량측정 방법 | 대한민국 | | | | 한국건설기술연구원 | 2015.08.06 | 10-1544147 |
| | 25 | 로지스틱 대장균 반응함수와 퍼지 수질 소속함수를 합성하여 하천 | 대한민국 | | | | 서울대학교 산학협력단 | 2015.11.25 | 10-1573368 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 레크리에이션 지수를 산정하는 방법 | | | | | | | |
| 6차 년도 | 26 | 결합적 클러스터링 기법과 앙상블 모델링 기법을 이용한 인공신경망 모델 개발 방법 | 대한민국 | | | | 서울대학교 산학협력단 | 2016.11.22 | 10-1680055 |
| | 27 | UAS 기반의 공간정보 취득을 위한 지상 기준점의 항공측량 시스템 및 그 방법 | 대한민국 | 창원대학교 산학협력단 | 2017.02.23 | 10-2017-0024190 | | | |
| | 28 | 현장용 하상재료 채취기 | 대한민국 | | | | 창원대학교 산학협력단 | 2017.03.02 | 10-1713807 |

(마) 저작권(프로그램 등록)

| 차년도 | 번호 | 저작권 종류 | 저작권명 | 소속기관명 | 저작자명 | 등록일 | 등록번호 | 저작권자명 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1차 년도 | 1 | 프로그램 | 하상조사프로그램 (Vel-Dis V1.0) | 인덕대학교 | 인덕대학교 산학협력단 | 2012.04.20 | C-2012-008091 | 인덕대학교 산학협력단 |
| | 2 | 프로그램 | Hydro Portal | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2012.05.15 | C-2012-009691 | ㈜웹솔루스 |
| | 3 | 프로그램 | Hydro WebService | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2012.05.15 | C-2012-009690 | ㈜웹솔루스 |
| 2차 년도 | 4 | 프로그램 | HDM-2D | 서울대학교 | 서울대학교 산학협력단 | 2012.07.11 | C-2012-013497 | 서울대학교 산학협력단 |
| | 5 | 프로그램 | 수리거동곡선을 이용한 수면곡선 작성 프로그램(WSP-HPG) | 서울대학교 | 서울대학교 산학협력단 | 2012.12.20 | C-2012-027695 | 서울대학교 산학협력단 |
| | 6 | 프로그램 | 수리거동곡선 작성 프로그램(GEN-HPG) | 서울대학교 | 서울대학교 산학협력단 | 2012.12.20 | C-2012-027648 | 서울대학교 산학협력단 |
| | 7 | 프로그램 | 능동형 미계측 하천 수위예측 프로그램(HydroConnector) | 단국대학교 | 단국대학교 산학협력단 | 2013.04.01 | C-2013-007751 | 단국대학교 산학협력단 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 8 | 프로그램 | Qmesh Generator | 창원대학교 | 창원대학교 산학협력단 | 2013.04.23 | C-2013-008481 | 창원대학교 산학협력단 |
| | 9 | 프로그램 | 하상조사 후처리 프로그램 [vol_cal v1.0] | 인덕대학교 | 인덕대학교 산학협력단 | 2013.04.26 | C-2013-008866 | 인덕대학교 산학협력단 |
| | 10 | 프로그램 | Hydro Portal Ver2(하이드로 포탈서비스 버전2) | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2013.05.09 | C-2013-009756 | ㈜웹솔루스 |
| | 11 | 프로그램 | 공간정보 데이터변환 프로그램 | K-water | K-water | 2013.05.21 | C-2013-010430 | K-water |
| | 12 | 프로그램 | GIS사이트 DB관리 프로그램 | K-water | K-water | 2013.05.21 | C-2013-010431 | K-water |
| | 13 | 프로그램 | Hydro WedService Ver2(하이드로 웹서비스 버전2) | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2013.05.09 | C-2013-009757 | ㈜웹솔루스 |
| | 14 | 프로그램 | Hydraulic Facility Management using NFC(근거리무선통신을 이용한 수공구조 시설물 관리) | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2013.05.09 | C-2013-009758 | ㈜웹솔루스 |
| 3차 년도 | 15 | 프로그램 | 무측선 유량산정 알고리즘을 포함한 도섭용 유량계산 프로그램 | 한국건설기술연구원 | 한국건설기술연구원 | 2014.05.27 | C-2014-012098 | 한국건설기술연구원 |
| | 16 | 프로그램 | 하상변화 모니터링 시스템 | 인덕대학교 | 인덕대학교 산학협력단 | 2014.02.20 | C-2014-004121 | 인덕대학교 산학협력단 |
| | 17 | 프로그램 | 하상변화 자료관리 | 인덕대학교 | 인덕대학교 산학협력단 | 2014.02.20 | C-2014-004120 | 인덕대학교 산학협력단 |
| | 18 | 프로그램 | 하천자료 원격전송(RiverData_Trans)프로그램 | 인덕대학교 | 인덕대학교 산학협력단 | 2014.05.19 | C-2014-011334 | 인덕대학교 산학협력단 |
| | 19 | 프로그램 | Vector Spatial DBMS Convert Module | K-water | K-water | 2014.05.30 | C-2014-012614 | K-water |
| | 20 | 프로그램 | Grid Spatial DBMS Convert Module (RIMGIS to GDM) | K-water | K-water | 2014.05.30 | C-2014-012615 | K-water |
| | 21 | 프로그램 | 하천 예보 모델-레크리에이션 지수(Rivercast-RRI) | 서울대학교 | 서울대학교 산학협력단 | 2014.03.17 | C-2014-006088 | 서울대학교 산학협력단 |
| | 22 | 프로그램 | 하천예보모델-수리거동 | 서울대학교 | 서울대학교 | 2014.04. | C-2014 | 서울대학교 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 곡선_전처리(RIVERCAST-HPG_PPI) | | 산학협력단 | 04 | -007790 | 산학협력단 |
| | 23 | 프로그램 | 웹서비스 기반 능동형 데이터 예측 프로그램 | 서울대학교 | 서울대학교 산학협력단 | 2014.05.27 | C-2014-012258 | 서울대학교 산학협력단 |
| | 24 | 프로그램 | Hydraulic Facility Management using NFC (근거리무선통신을 이용한 수공구조 시설물 관리)Ver2 | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2014.05.09 | C-2014-010560 | ㈜웹솔루스 |
| | 25 | 프로그램 | Hydro Portal Ver3(하이드로 포탈 버전3) | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2014.05.09 | C-2014-010559 | ㈜웹솔루스 |
| | 26 | 프로그램 | 위치기반서비스(LBS)를 이용한 대국민 하천정보 제공시스템 | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2014.05.09 | C-2014-010561 | ㈜웹솔루스 |
| | 27 | 프로그램 | 수치모형 격자변환 프로그램 | 서울대학교 | 서울대학교 산학협력단 | 2013.11.08 | C-2013-022322 | 서울대학교 산학협력단 |
| | 28 | 프로그램 | 총유사량 산정 프로그램 | 서울대학교 | 서울대학교 산학협력단 | 2013.11.08 | C-2013-022321 | 서울대학교 산학협력단 |
| | 29 | 프로그램 | 부자추적기 FloatTracker | 동의대학교 | 동의대학교 산학협력단 | 2014.06.10 | C-2014-011213 | 동의대학교 산학협력단 |
| | 30 | 프로그램 | 표면영상유속계 Surface Image Velocimetry | 동의대학교 | 동의대학교 산학협력단 | 2014.06.10 | C-2014-013151 | 동의대학교 산학협력단 |
| | 31 | 프로그램 | MPRI 기법을 적용한 MATLAB 기반의 유속 산출 프로그램 | 아이에스테크놀로지(주) | 아이에스테크놀로지(주) | 2014.05.30 | C-2014-012492 | 아이에스테크놀로지(주) |
| | 32 | 프로그램 | 유속측정 알고리즘을 적용한 유속 산출 프로그램 | 아이에스테크놀로지(주) | 아이에스테크놀로지(주) | 2014.05.30 | C-2014-012492 | 아이에스테크놀로지(주) |
| | 33 | 프로그램 | FPGA 기반의 실내외 겸용 휴대용 스마트 초음파 유속계 고속신호처리 프로그램 | 아이에스테크놀로지(주) | 아이에스테크놀로지(주) | 2014.05.30 | C-2014-012493 | 아이에스테크놀로지(주) |
| 4차 년도 | 34 | 프로그램 | 하천공간데이터모델(GDM) 검증 프로그램 그래픽사용자 인터페이스(GUI) | K-water | K-water | 2014.11.27 | C-2014-029943 | K-water |
| | 35 | 프로그램 | 하천공간데이터모델(GDM) 계측형 웹서비스 프로그램 | K-water | K-water | 2014.11.27 | C-2014-029944 | 한국수자원공사 |
| | 36 | 프로그램 | 하천공간데이터모델(GD | K-water | K-water | 2014.11. | C-2014 | K-water |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | M) 검증 알고리즘 | | | 27 | -029942 | |
| | 37 | 프로그램 | 하천비공간데이터모델(NonGDM) 파일전송형 웹서비스 모듈 | K-water | K-water | 2014.11.27 | C-2014-029945 | K-water |
| | 38 | 프로그램 | Hydro Portal Ver4(하이드로 포탈 버전4) | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2015.05.14 | C-2015-011897 | ㈜웹솔루스 |
| | 39 | 프로그램 | 위치기반서비스(LBS)를 이용한 대국민 하천정보 제공시스템 ver2 | ㈜웹솔루스 | ㈜웹솔루스 | 2015.05.14 | C-2015-011898 | ㈜웹솔루스 |
| | 40 | 프로그램 | 유속측정 알고리즘을 적용한 3차원 벡터 유속 산출 프로그램 | 아이에스테크놀로지(주) | 아이에스테크놀로지(주) | 2015.05.29 | C-2015-013061 | 아이에스테크놀로지(주) |
| | 41 | 프로그램 | 실내외 겸용 휴대용 스마트 초음파 유속계용 PC 프로그램 | 아이에스테크놀로지(주) | 아이에스테크놀로지(주) | 2015.05.29 | C-2015-013063 | 아이에스테크놀로지(주) |
| | 42 | 프로그램 | 실내외 겸용 휴대용 스마트 초음파 유속계 구동 프로그램 | 아이에스테크놀로지(주) | 아이에스테크놀로지(주) | 2015.05.29 | C-2015-013062 | 아이에스테크놀로지(주) |
| | 43 | 프로그램 | Velocity Profile Analyst | 단국대학교 | 단국대학교 산학협력단 | 2015.06.11 | C-2015-014110 | 단국대학교 산학협력단 |
| | 44 | 프로그램 | 하천측정자료 통합표출 시스템 | 인덕대학교 | 인덕대학교 산학협력단 | 2015.06.03 | C-2015-013587 | 인덕대학교 산학협력단 |
| | 45 | 프로그램 | 하천측정자료 모바일 | 인덕대학교 | 인덕대학교 산학협력단 | 2015.06.03 | C-2015-013586 | 인덕대학교 산학협력단 |
| 5차 년도 | 46 | 프로그램 | RIVERCAST-K_ANN | 서울대학교 | 서울대학교 산학협력단 | 2015.07.20 | C-2015-029230 | 서울대학교 산학협력단 |
| | 47 | 프로그램 | CTM-2D | 서울대학교 | 서울대학교 산학협력단 | 2015.12.04 | C-2015-029230 | 서울대학교 산학협력단 |
| | 48 | 프로그램 | PDM-2D | 서울대학교 | 서울대학교 산학협력단 | 2016.04.14 | C-2016-009177 | 서울대학교 산학협력단 |
| | 49 | 프로그램 | Web서비스 통신규약인 REST 방식을 활용한 수자원 지형공간 정보모델(HydroGDM) 웹서비스 제공 프로그램 | K-water | K-water | 2016.03.31 | C-2016-008123 | K-water |
| | 50 | 프로그램 | 수자원 지형공간 정보모델(HydroGDM) 적제를 위한 | K-water | K-water | 2016.3.31. | C-2016-008122 | K-water |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 지형모델(Shape)파일의 지형공간정보 추출 모듈 | | | | | |
| | 51 | 프로그램 | RiverAlarm-k ver1 | 매그파이 소프트 | 매그파이 소프트 | 2014.04.11 | C-2016-009484 | 매그파이소프트 |
| | 52 | 프로그램 | 위치기반서비스(LBS)를 이용한 대국민 하천정보 제공 서비스 버전3 | 매그파이 소프트 | 매그파이 소프트 | 2014.04.11 | C-2016-009487 | 매그파이소프트 |
| | 53 | 프로그램 | RiverCast-k(Automatic) Ver1 | 매그파이 소프트 | 매그파이 소프트 | 2014.04.11 | C-2016-009486 | 매그파이소프트 |
| | 54 | 프로그램 | RiverCast-k Ver1 | 매그파이 소프트 | 매그파이 소프트 | 2014.04.11 | C-2016-009485 | 매그파이소프트 |
| | 55 | 프로그램 | 유속-면적법 유량 불확도 산정 소프트웨어 (V-AQUA) | 단국대학교 | 단국대학교 산학협력단 | 2016.05.02 | C-2016-010730 | 단국대학교 산학협력단 |
| | 56 | 프로그램 | ADCP(초음파유속기) 유량 측정 불확도 평가 소프트웨어 | 단국대학교 | 단국대학교 산학협력단 | 2017.07.05 | C-2017-015713 | 단국대학교 산학협력단 |

(바) 저작권(기술기사)

| 차년도 | 번호 | 저작권 종류 | 저작권명 | 소속 기관명 | 저작자명 | 등록일 | 게재지 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2차 년도 | 1 | 기술기사 | 첨단기술 기반 하천 운영 및 관리 선진화 연구단 소개 | 서울대학교 | 서일원 | 2012.11. | 한국수자원학회 물과미래 |
| | 2 | 기술기사 | 클라우드 컴퓨팅기술을 이용한 미래 하천정보 관리 | K-water | 채효석 | 2012.12. | 서울공대 |
| | 3 | 기술기사 | 물리-데이터 기반 하이브리드 모델링 시스템 | 서울대학교 | 서일원 | 2012.12. | 서울공대 |
| | 4 | 기술기사 | IT기반 하천시설물 관리기술 | 웹솔루스 | 김홍식 | 2012.12. | 서울공대 |
| | 5 | 기술기사 | LBS기반의 유량측정로봇(WABOT)을 이용한 첨단 하천조사 | 인덕대학교 | 정창삼, 이종국 | 2013.01. | 대한토목학회지 |
| | 6 | 기술기사 | 스마트리버 실현을 위한 정보 관리 | K-water | 채효석, 신형진, 조효섭 | 2013.01. | 대한토목학회지 |
| | 7 | 기술기사 | 하천관리 표준화 및 HPG의 적용 가능성 | 서울대학교 | 서일원, 신재현 | 2013.01. | 대한토목학회지 |
| | 8 | 기술기사 | 근거리 무선통신 기술을 이용한 모바일기반 하천시설물 유지관리 기술개발 | 웹솔루스 | 박해경. 이민수, 김성준 | 2013.01. | 대한토목학회지 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3차 년도 | 9 | 기술기사 | '물 관련 정보관리' 국제표준 선도 '기틀' | K-water | 채효석 | 2013.09. | 건설기술 |
| | 10 | 기술기사 | 수자원관리 '브랜드화' 등 완벽한 물 안보 지향 | 서울대학교 | 서일원 | 2013.09. | 건설기술 |
| | 11 | 기술기사 | 바람직한 미래 하천관리 방안 | 서울대학교 | 서일원, 박기두, 김성은 | 2014.01. | 한국수자원학회 물과미래 |
| | 12 | 기술기사 | ARCROM 연구단 자료공유시스템 구축 및 활용 사례 소개 | K-water | 권성일, 채효석, 신형진, 서지원 | 2014.03. | 한국수자원학회 물과미래 |
| 4차 년도 | 13 | 기술기사 | 하천관리에 대한 미래 비전 | 서울대학교 | 서일원, 박기두 | 2014.06. | 한국수자원학회 수자원 정책 비전 |
| | 14 | 기술기사 | 첨단 물 관련 정보관리 기술 개발 현황 소개 | K-water | 채효석, 황의호, 신형진, 조효섭 | 2014.07. | 한국물포럼 |
| | 15 | 기술기사 | 하천수 이용에 대한 미래 전략 | 서울대학교 | 서일원, 김성은, 박기두 | 2015.04. | 한국수자원학회 물과미래 |
| | 16 | 기술기사 | 영상유속계에 의한 하천의 유속측정법 | 동의대학교 | 류권규 | 2015.04. | 한국수자원학회 물과미래 |
| | 17 | 기술기사 | 국내외 수자원 공간정보 표준화 동향 및 현황 | K-water | 채효석, 황의호, 이은정 | 2014.10. | 한국수자원학회 물과미래 |
| 5차 년도 | 18 | 기술기사 | 만곡부에서의 이차류 영향 반영 기법 | 서울대학교 | 서일원, 송창근 | 2015.09. | 한국수자원학회 물과미래 |
| | 19 | 기술기사 | 기후변화에 대응하는 하천 관리 | 서울대학교 | 서일원 | 2015.10. | 대한토목학회지 |
| 6차 년도 | 20 | 기술기사 | 첨단기술 기반 하천 예·경보 시스템 개발 | 서울대학교 | 서일원, 신재현, 박인환, 최수연 | 2016.12. | 한국수자원학회 물과미래 |
| | 21 | 기술기사 | 초음파 유속측정 기술을 적용한 휴대용 초음파 유속계 | 아이에스테크놀로지㈜ | 이진수 | 2016.12. | 한국수자원학회 물과미래 |
| | 22 | 기술기사 | Android 스마트폰을 이용한 휴대용 표면 영상 유속계 | 동의대학교 | 류권규, 이한승, 황정근 | 2016.12. | 한국수자원학회 물과미래 |
| | 23 | 기술기사 | GUM 표준안을 활용한 ADCP | 단국대학 | 김동수, | 2016.12. | 한국수자 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 유량측정 불확도 산정 | 교 | 김종민 | | 원학회 물과미래 |
| | 24 | 기술기사 | 하천친수활동의 안전도 확보를 위한 하천정보 예보 시스템 | 서울대학교 | 서일원, 최수연, 신재현, 윤세훈 | 2017.04. | 하천과 문화 |
| | 25 | 기술기사 | 하천수질오염사고 대응을 위한 하천수질 경보시스템 | 서울대학교 | 서일원, 박인환, 김준성, 정성현 | 2017.04. | 하천과 문화 |
| | 26 | 기술기사 | 표면영상유속계 개발 및 실용화 성과 | 동의대학교 | 류권규 | 2017.04. | 하천과 문화 |
| | 27 | 기술기사 | GUM 표준안을 활용한 고정식 ADCP 유량측정 불확도 산정 | 단국대학교 | 김동수 | 2017.04. | 하천과 문화 |
| | 28 | 기술기사 | 요인분석과 군집분석을 이용한 인공신경망 모델링 일반화 정확도 향상에 관한 연구: 유량 및 수질 예측에의 적용 | 서울대학교 | 김성은, 서일원 | 2017.06. | 한국수자원학회 물과미래 |
| | 29 | 기술기사 | 첨단기술 기반 하천 운영 및 관리 선진화 연구단을 성공적으로 마치려면 | 서울대학교 | 서일원, 박기두, 강민진, 이기림 | 2017.06. | 한국수자원학회 물과미래 |

(사) 전문연구 인력양성

| 차년도 | 분류 | 기준년도 | 현 황 | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 학위별 | | | | 성별 | | 지역별 | | | | |
| | | | 박사 | 석사 | 학사 | 기타 | 남 | 여 | 수도권 | 충청권 | 영남권 | 호남권 | 기타 |
| 2차년도 | 서울대학교 | 2013 | | 2 | | | 1 | 1 | 2 | | | | |
| | 창원대학교 | | | 2 | 2 | | 4 | | | | 4 | | |
| 3차년도 | 서울대학교 | 2014 | 1 | 2 | | | 2 | 1 | 3 | | | | |
| | 창원대학교 | | | | 3 | | 3 | | | | 3 | | |
| | 동의대학교 | | | 1 | 1 | | 2 | | | | 2 | | |
| 4차년도 | 서울대학교 | 2015 | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | |
| | 창원대학교 | | | 1 | | | 1 | | | | 1 | | |
| | 동의대학교 | | | 1 | 2 | | 3 | | | | 3 | | |
| 5차년도 | 창원대학교 | 2016 | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | |
| | 동의대학교 | | 1 | 1 | 2 | | 4 | | | | 4 | | |
| 6차년도 | 서울대학교 | 2017 | 2 | | | | 2 | | 2 | | | | |
| | 창원대학교 | | 1 | 1 | | | 2 | | 1 | | 2 | | |
| | 동의대학교 | | | 1 | 2 | | 3 | | | | 3 | | |

(아) 산업기술 인력양성

| 차년도 | 번호 | 프로그램명 | 프로그램 내용 | 교육기관 | 교육 개최회수 | 총 교육시간 | 총 교육인원 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | |

(자) 기술이전 계약

| 차년도 | 번호 | 기술이전 유형 | 기술실시계약명 | 기술개발 기관 | 대상기관 | 기술실시 발생일자 | 기술료 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5차 년도 | 1 | 기술계약 | 개방형 물정보 포털 시범 시스템 | K-water | 한강홍수통제소 | 2016.04.15 | - |
| 6차 년도 | 2 | 기술이전 | 유관개념과추적절차를결합한2차원 오염분산계수관측 방법 &하천의주흐름유속분포를결합한종분산계수의산정을 통해오염물의거동을해석하는방법 | 서울대학교 | 매그파이소프트 | 2016.06.29 | 3,000,000 |
| | 3 | 기술이전 | 하천의 주흐름 유속분포를 결합한 종분산계수의 산정을 통해 오염물의 거동을 해석하는 방법 | 서울대학교 | 매그파이소프트 | 2016.06.29 | 3,000,000 |
| | 4 | 기술이전 | 결합적 클러스터링 기법과 앙상블 모델링 기법을 이용한 인공신경망 모델 개발 방법 | 서울대학교 | ㈜미탭스플러스 | 2017.01.17 | 15,000,000 |
| | 5 | 기술계약 | 휴대용 표면영상유속계 시스템 개발 | 동의대학교 | ㈜자연과기술 | 2017.02.10 | 순매출액의 3% |

(차) 기술보고서

| 차년도 | 번호 | 보고서 명 | 소속 기관명 | 저자명 | 발간일 | 등록번호 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1차년도 | 1 | R2V2 및 ADCP를 이용한 하상조사 보고서 | 인덕대학교 | 정창삼 | 2012.05 | TR 2012-01 |
| | 2 | R2V2 및 수질센서를 이용한 하천수질조사 보고서 | 인덕대학교 | 정창삼 | 2012.05 | TR 2012-02 |
| | 3 | 국내외 기술 현황조사 보고서 | 인덕대학교 | 정창삼 | 2012.05 | TR 2012-03 |
| 2차년도 | 4 | HPG 사용자 설명서 및 튜토리얼 | 서울대학교 | 서일원, 신재현 | 2013.5 | TR 2013-01 |
| | 5 | 첨단 ICT 기술 기반 하천정보제공 기술보고서 | ㈜웹솔루스 | 김홍식, 오정환, 이민수 | 2013.5 | TR 2013-02 |
| | 6 | 클라우드 기반 하천정보관리 현황 및 하천정보공유시스템 메뉴얼 | K-water | 채효석, 황만하, 이을래 | 2013.4 | TR 2013-04 |
| 3차년도 | 7 | 국내외 물관련 정보 표준 현황 분석 및 하천공간정보 표준 준용 방안 | K-water | 채효석, 고덕구, 황만하, 이을래, 오병동, 황의호, 임광섭, 신형진, 이은정, 최경식 | 2014.6 | TR 2014-01 |
| | 8 | 연구성과 실용화 가이드라인 보고서-연구단 DB | K-water | 신형진, 채효석, 이을래, 황의호, 이은정 | 2014.6 | GR 2014-03 |
| | 9 | 연구성과 실용화 가이드라인 보고서-앱 배포 및 활용 | ㈜웹솔루스 | 이동훈 | 2014.6 | GR 2014-04 |
| 4차년도 | 10 | 하천정보 국제 표준화 프로세스: 하천공간정보를 중심으로 | K-water | 채효석, 황의호, 임광섭, 신형진, 홍성수 | 2015.5 | TR 2015-01 |
| 5차년도 | 11 | 물관련 정보 온톨로지 구축 방안 | K-water | 채효석, 황의호, 임광섭, 신형진, 홍성수, 신승희 | 2016.4. | GR 2016-07 |
| 6차년도 | 12 | RiverCAST-K 사용자 메뉴얼 | 서울대학교 | 서일원, | 2017.6. | TR 2017-03 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 신재현, 최수연, 윤세훈 | | |
| | 13 | RiverALARM-K 사용자 메뉴얼 | 서울대학교 | 서일원, 신재현, 박인환, 김준성 | 2017.6. | TR 2017-04 |
| | 14 | 통합테스트베드 운영보고서 | 창원대학교 | 류시완, 곽성현, 안정민, 이경수, 고주석, 조한일, 서용재 | 2017.6. | TR 2017-05 |
| | 15 | AQUA 사용자 메뉴얼 | 단국대학교 | 김동수 | 2017.6. | TR 2017-07 |
| | 16 | ACOUSTAR 사용자 매뉴얼 | 아이에스테크놀로지 | 이진수, 정원욱 | 2017.6. | TR 2017-08 |
| | 17 | 영상유속계에 의한 하천유량측정법 | 동의대학교 | 류권규 | 2017.6. | TR 2017-09 |
| | 18 | 무측선 유량측정방법의 개발 및 활용 | 한국건설기술연구원 | 김동구, 이찬주, 김원 | 2017.06 | TR 2017-10 |

## (3) 3세부과제: 한국형 수문량 분석 선진화 기술 개발

(가) 국외 논문 게재

| 차년도 | 번호 | 논문명 | 소속 기관명 | 주저자 | 논문 게재지/ 국가 | 논문 게재일 | 특기 사항 (SCI 여부) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2차년도 | 1 | A comparison of two event-based flood models (ReFH-rainfall runoff model and HEC-HMS) at two Korean catchments, Bukil and Jeungpyeong | 충북 대학교 | Joo,J.W. | Jounal of Civil Engineering /대한민국 | 2013.01 | SCI |
| | 2 | A new flood index for use in evaluation of local flood severity: a case study of small ungauged catchments in Korea | 서경 대학교 | Ahn,J.H. | Journal of the American Water Resources Association /미국 | 2013.01 | SCI |
| | 3 | The SRI (system of rice intensification) water management evaluation by SWAPP (SWAT-APEX Program) modeling in an agricultural watershed of South Korea | 건국 대학교 | Jung,C.G. | Paddy and Water Environment /독일 | 2013.03 | SCI |
| | 4 | Estimation of probable flood | 성균관 대학교 | Lee,G.M. | Journal of Coastal | 2013.03 | SCI |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | discharge in tidal river using unsteady flow model | | | Research /미국 | | |
| 3차년도 | 5 | Contribution of directly connected and isolated impervious areas to urban drainage network hydrographs | 단국대학교 | Seo,Y.W. | Hydrology and Earth System Sciences /독일 | 2013.08 | SCI |
| | 6 | A sensitivity analysis approach of multi-attribute decision making technique to rank flood mitigation projects | 단국대학교 | Kang,B.S. | Journal of Civil Engineering /대한민국 | 2013.08 | SCI |
| | 7 | Multifractal properties of the peak flow distribution on stochastic drainage networks | 단국대학교 | Seo,Y.W. | Stochastic Environmental Research and Risk Assessment /독일 | 2013.10 | SCI |
| | 8 | Meta-heuristic maximum likelihood parameter estimation of the mixture normal distribution for hydro-meteorological variables | 연세대학교 | Shin,J.Y. | Stochastic Environmental Research and Risk Assessment /독일 | 2014.02 | SCI |
| 4차년도 | 9 | Potential impacts of | 건국대학교 | Park,J.Y. | Journal of The | 2014.10 | SCI |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | climate change on the reliability of water and hydropower supply from a multipurpose dam in South Korea | | | American Water Resources Association /미국 | | |
| | 10 | Quantifying excess stormwater using SCS-CN-Based rainfall runoff models and different curve Number determination methods | 서경 대학교 | Ajmal,M. | American Society of Civil Engineers /미국 | 2015.03 | SCI |
| | 11 | Improved runoff estimation using event-based rainfall-runoff models | 서경 대학교 | Ajmal,M. | Water Resources Management /네덜란드 | 2015.04 | SCI |
| | 12 | Investigation of SCS-CN and its inspired modified models for runoff estimation in South Korean watersheds | 서경 대학교 | Ajmal,M. | Journal of Hydro-Environment Research /네덜란드 | 2015.12 | SCI |
| 5차년도 | 13 | Evaluation of future climate change impact on snow hydrology for a mountainous watershed of South Korea | 건국 대학교 | Shin,H.J. | Paddy Water Environment /독일 | 2016.01 | SCI |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | using SLURP model and NOAA AVHRR images | | | | | |
| | 14 | Excess stormwater quantification in ungauged watersheds using an Event-Based modified NRCS model | 서경 대학교 | Ajmal,M. | Water Resources Management /네덜란드 | 2016.03 | SCI |
| | 15 | Runoff estimation using the NRCS slope-adjusted curve number in mountainous watersheds | 서경 대학교 | Ajmal,M. | Journal of Irrigation and Drainage Engineering /미국 | 2016.04 | SCI |
| | 16 | Estimation of time-variant probable maximum precipitation for South Korea | 한국 건설기술 연구원 | Kim,N.W. | Korean Society of Civil Engineers /대한민국 | 2016.04 | SCI |
| | 17 | Hydrologic evaluation of river basin scale tillage effects on nonpoint source loads from upland crop areas | 건국 대학교 | Ahn,S.R. | Journal of Irrigation and Drainage Engineering /미국 | 2016.05 | SCI |
| 6차년도 | 18 | Stability assessment of the curve number methodology used to estimate | 서경 대학교 | Ajmal,M. | Arabian Journal of Geosciences /독일 | 2016.05 | SCI |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | excess rainfall in forest-dominated watersheds | | | | | |
| | 19 | A comparative study to determine the optimal copula model for the wind speed and precipitation of typhoons | 연세 대학교 | Um,M.J. | International Journal of Climatology /미국 | 2016.07 | SCI |
| | 20 | Hybrid approach in statistical bias correction of projected precipitation for the frequency analysis of extreme events | 연세 대학교 | Um,M.J. | Advances in Water Resources /영국 | 2016.08 | SCI |
| | 21 | Investigating practical alternatives to the NRCS-CN method for direct runoff Estimation using slope-adjusted curve numbers | 서경 대학교 | Moon,G.W. | Journal of Civil Engineering /대한민국 | 2016.11 | SCI |
| | 22 | Spatio-temporal variations of precipitation considering the orographic effects on Jeju Island | 연세 대학교 | Um,M.J. | Atmospheric Research /네덜란드 | 2016.11 | SCI |
| | 23 | The modified SEBAL for mapping daily | 건국 대학교 | Lee.Y.G. | Remote Sensing /네덜란드 | 2016.11 | SCI |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | spatial evapotranspiration of South Korea using three flux towers and Terra MODIS data | | | | | |

(나) 국내 논문 게재

| 차년도 | 번호 | 논문명 | 소속 기관명 | 주저자 | 논문 게재지 | 논문 게재일 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2차 년도 | 1 | 웹GIS 기반의 실시간 농촌홍수관리시스템 개발 | 건국 대학교 | 정정혁 | 한국지리정보 학회논문집 | 2012.09 |
| | 2 | 하류 유량자료를 이용한 상류유역의 미계측 유출량 추정 | 건국 대학교 | 정영훈 | 한국농공학회 논문집 | 2012.11 |
| | 3 | 댐 유입량 자료를 이용한 갈수빈도해석에 대한 연구 | 연세 대학교 | 정영훈 | 대한토목학회 논문집 | 2012.11 |
| | 4 | 유출곡선지수의 선행토양함수조건 선정 기준 연구 | 서경 대학교 | 김지상 | 한국습지학회 논문집 | 2012.11 |
| | 5 | 충주댐 방류에 따른 댐 상하류 홍수위 영향 분석 | 상지 대학교 | 김상호 | 대한토목학회 논문집 | 2013.01 |
| | 6 | SWAT 모형을 이용한 미래 기후변화가 설마천 혼효림 유역의 증발산과 토양수분에 미치는 영향 평가 | 건국 대학교 | 안소라 | 한국 수자원학회 논문집 | 2013.06 |
| 3차 년도 | 7 | 영국의 설계홍수량 산정모형인 FEH-ReFH의 국내 남천유역 적용성 평가 | 건국 대학교 | 김상호 | 한국지리정보 학회논문집 | 2013.09 |
| | 8 | 집중형 수문모형을 활용한 홍수유출자료 공간적 확장성 분석 | 한국 건설기술 연구원 | 김남원 | 한국 수자원학회 논문집 | 2013.09 |
| | 9 | Study of snow depletion characteristics at two mountainous watersheds using NOAA AVHRR time series data | 건국 대학교 | 신형진 | 대한 원격탐사학회 논문집 | 2013.10 |
| | 10 | 복하천 중상류 유역의 자연유량 산정 | 한국 건설기술 연구원 | 김남원 | 한국 수자원학회 논문집 | 2013.12 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 11 | 다변량 통계분석기법을 이용한 전국 표준유역 대상 수문학적 군집화 연구 | 건국대학교 | 안소라 | 한국지리정보학회논문집 | 2014.02 |
| | 12 | NRCS-CN 방법을 이용한 유역평균 유효우량 산정기법의 비교 · 분석 | 서경대학교 | 문건우 | 대한토목학회 논문집 | 2014.04 |
| | 13 | 유역의 강우-유출 특성을 고려한 NRCS-CN 방법의 선행토양함수조건의 재설정: 선행5일강우량을 기준으로 | 서경대학교 | 유지영 | 대한토목학회 논문집 | 2014.06 |
| | 14 | 모의조건에 따른 홍수 유출자료의 공간적 확장 영향분석 | 한국 건설기술 연구원 | 김남원 | 한국 수자원학회 논문집 | 2014.06 |
| | 15 | 보완관계법에 의한 증발산량 산정모형의 평가 - 복하천 중상류 유역을 중심으로 - | 한국 건설기술 연구원 | 김남원 | 한국 수자원학회 논문집 | 2014.06 |
| | 16 | PDMM 개념적 강우-유출모형을 활용한 북일 유역의 단기 홍수사상의 분석 | 충북 대학교 | 장형준 | 한국위기관리 논집 | 2014.06 |
| | 17 | 남한강 지류 합류부의 실시간 홍수위 예측 | 상지 대학교 | 김상호 | 한국 수자원학회 논문집 | 2014.06 |
| 4차 년도 | 18 | 복하천 중상류 유역의 실제증발산량과 저류변화량 산정 | 한국 건설기술 연구원 | 이정우 | 한국 수자원학회 논문집 | 2014.07 |
| | 19 | NRCS-CN 방법을 이용한 유효우량 산정기법의 비교분석: 가중평균방법과 경사도 도입을 중심으로 | 서경 대학교 | 문건우 | 대한토목학회 논문집 | 2014.08 |
| | 20 | 낙동강 하구둑 및 보의 홍수시 운영방안 | 성균관 대학교 | 김민지 | 한국방재학회 논문집 | 2014.08 |
| | 21 | 상류 댐 방류량 및 하천수 사용량이 팔당댐 유입량에 미치는 영향 평가 | 한국 건설기술 연구원 | 김철겸 | 한국 수자원학회 논문집 | 2014.11 |
| | 22 | 비점원오염 저감효과 분석을 위한 시단위 SWAT 유역 모델링 | 건국 대학교 | 장선숙 | 한국농공학회 논문집 | 2014.12 |
| | 23 | Terra MODIS 위성영상과 SEBAL 모형을 이용한 공간증발산량 산정 연구 - 용담댐 유역을 대상으로 - | 건국 대학교 | 이용관 | 한국지리 정보학회지 | 2015.01 |
| | 24 | Riprap Weir 효과 분석을 위한 2차원 수치해석 모형의 적용 | 상지 대학교 | 김상호 | 한국산학기술 학회논문지 | 2015.02 |
| | 25 | 홍수 유출자료의 공간확장과 홍수저감효과에 대한 댐 영향 | 한국 건설기술 | 김남원 | 한국 수자원학회 | 2015.03 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 분석 I | 연구원 | | 논문집 | |
| | 26 | 홍수 유출자료의 공간확장과 홍수저감효과에 대한 댐 영향 분석 II | 한국 건설기술 연구원 | 정용 | 한국 수자원학회 논문집 | 2015.03 |
| | 27 | 도시 이용 변화에 따른 홍수 유출특성의 평가 - 청주 무심천, 충북 | 충북 대학교 | 장형준 | 한국위기관리 논집 | 2015.04 |
| | 28 | 플럭스 타워 설치 유역을 대상으로 탄소수지 분석을 위한 위성영상자료기반의 CO2 정량화 연구 | 건국 대학교 | 정충길 | 한국농공학회 논문집 | 2015.05 |
| | 29 | 금강 유역 기저유량지수의 산정 | 충북 대학교 | 장형준 | 한국위기관리 논집 | 2015.05 |
| | 30 | 한강유역 관측유출자료가 지역홍수빈도분석 결과에 미치는 영향 | 한국 건설기술 연구원 | 김남원 | 한국 수자원학회 논문집 | 2015.06 |
| 5차 년도 | 31 | 호우 형태에 따른 호우중심형 면적감소계수 비교 | 단국 대학교 | 이동주 | 대한토목학회 논문집 | 2015.10 |
| | 32 | 청주 무심천의 장기 갈수 강수량 분석 | 충북 대학교 | 황명규 | 한국위기관리 논집 | 2016.03 |
| | 33 | 수생태 환경유지를 위한 하천생태유량 산정 | 건국 대학교 | 정충길 | 한국농공학회 논문집 | 2016.04 |
| | 34 | SWAT 모형의 지표유출해석 알고리즘 개선 | 한국 건설기술 연구원 | 이정우 | 대한토목학회 논문집 | 2016.04 |
| | 35 | 유효우량 산정을 위한 NRCS-CN 모형의 초기손실량 산정방법 개선 | 서경 대학교 | 박동혁 | 한국 수자원학회 논문집 | 2016.05 |
| | 36 | 공간확장자료를 이용한 지역빈도분석 : 1. 지역홍수빈도분석의 실증적 검토 | 한국 건설기술 연구원 | 김남원 | 한국 수자원학회 논문집 | 2016.05 |
| | 37 | 공간확장자료를 이용한 지역빈도분석 : 2. 미계측 유역의 홍수빈도 추론 | 한국 건설기술 연구원 | 김남원 | 한국 수자원학회 논문집 | 2016.05 |
| | 38 | 남한강 유역 댐 영향 지역의 기본홍수량 추론 | 한국 건설기술 연구원 | 김남원 | 한국 수자원학회 논문집 | 2016.05 |
| | 39 | 비선형 유하시간 곡선식을 이용한 하도 홍수추적에 관한 연구 | 성균관 대학교 | 김상호 | 한국습지학회 논문집 | 2016.05 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 40 | Satellite-derived flow 시그널 및 인공신경망 모형을 활용한 임진강 유역 유출량 산정 | 성균관 대학교 | 리리 | 한국 수자원학회 논문집 | 2016.05 |

(다) 국제 학술회의 발표

| 차년도 | 번호 | 발표명 | 소속 기관명 | 발표자 | 학술회의 명칭 | 발표일 | 국명 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2차년도 | 1 | Rainfall quantile estimation using regional frequency analysis and cluster analysis in Han river basin | 연세 대학교 | Jung,Y.H., Nam,W.S., Joo,K.W. and Heo,J.H. | International Association for Hydro-Environment Engineering and Research World Congress | 2012.08 | 대한민국 |
| | 2 | Climate change impact on soil erosion in Jeju island | 연세 대학교 | Lee,J.H., Jung,Y.H., Park,J.Y. and Heo,J.H. | International Association for Hydro-Environment Engineering and Research World Congress | 2012.08 | 대한민국 |
| | 3 | Study on regional frequency analysis and cluster analysis in Han river basin | 연세 대학교 | Jung,Y.H., Um,M.J., Shin,H.J., Joo,K.W. and Heo,J.H. | Asia Oceania Geosciences Society | 2012.08 | 싱가포르 |
| | 4 | Climate change impacts on soil erosion focused on long-term temporal variability of rainfall erosivity factor for Korea | 연세 대학교 | Lee,J.H., Jung,Y.H., Ryu,Y.J. and Heo,J.H. | Asia Oceania Geosciences Society | 2012.08 | 싱가포르 |
| | 5 | Flood frequency analysis using | 한국 건설기술 | Kim,N.W. and Lee,J.E. | American Geophysical | 2013.03 | 미국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | daily flood data based on SWAT model | 연구원 | | Union | | |
| | 6 | Spatial extension of runoff data using a lumped concept model | 한국건설기술연구원 | Kim,N.W., Jung.Y. and Lee,J.E. | American Geophysical Union | 2013.03 | 미국 |
| | 7 | Hydrological catchment similarity assessment in Geum river catchments, Korea | 충북대학교 | Ko,A., Park,K.S. and Lee,H.S. | European Geoscience Union | 2013.04 | 오스트리아 |
| | 8 | Evaluation of analyzing methods for areas susceptible to landslides | 연세대학교 | Lee,J.H., Jung.Y.H., Oh,K.D. and Heo,J.H. | Environmental & Water Resources Institute | 2013.05 | 미국 |
| 3차년도 | 9 | Analysis of landslide susceptibility based on rainfall erosive index | 연세대학교 | Lee,J.H., Jung,Y.H., Kim,W.S. and Heo,J.H. | Asia Oceania Geosciences Society | 2013.06 | 호주 |
| | 10 | Study on design rainfall estimation using index flood method and rrend analysis in Han river basin | 연세대학교 | Jung,Y.H., Nam,W.S., Shin,J.J., Om,J.S. and Heo,J.H. | Asia Oceania Geosciences Society | 2013.06 | 호주 |
| | 11 | The assessment of climate change impact on rainfall quantile based on regional frequency analysis | 연세대학교 | Nam,W.S., Ahn,H.J., Jeong,C.S. and Heo.J.H. | Asia Oceania Geosciences Society | 2013.06 | 호주 |
| | 12 | Coupling watershed and waterbody hydrodynamics using SWAT and CE-QUAL-W2 for assessing climate change | 건국대학교 | Ahn,S.R, Kim,S.H., Ha,R., Park,J.H. and Kim,S.J. | Asia-Pacific Association of Hydrology and Water Resources | 2013.06 | 미국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | impact on water quality of Chungju lake | | | | | |
| | 13 | A study of parameter regionalization and ReFH model evaluation for ungaged watershed flood estimation | 건국 대학교 | Kim,S.H., Ahn,S.R., Park,J.Y, Ha,R. and Kim,S.J. | Asia-Pacific Association of Hydrology and Water Resources | 2013.06 | 미국 |
| | 14 | Reconstruction of natural streamflow by SWAT modelling | 한국 건설기술 연구원 | Lee,J.W., Kim,N.W. and Lee, J.E. | International SWAT Conference | 2013.07 | 프랑스 |
| | 15 | Evaluation of turbidity water and eutrophication in Chungju lake by future climate change using CE-QUAL-W2 and SWAT | 건국 대학교 | Ahn,S.R., Kim,S.H., Ha,R., Park,J.Y. and Kim,S.J. | International SWAT Conference | 2013.07 | 프랑스 |
| | 16 | Sensitivity analysis of wind-sheltering and radication parameters for water temperature stratification simulation in multipurpose dam reservoir | 단국 대학교 | Kim,B.R. and Kang,B.S. | ASia-Pacific Association of Hydrology and Water Resources | 2013.07 | 미국 |
| | 17 | Operation of weirs in the Han river during the flood period | 성균관 대학교 | Min Ji Kim | International Association for Hydro-Environment Engineering and Research World Congress | 2013.09 | 중국 |
| | 18 | Climate Change Impact | 단국 대학교 | Moon,S.J., Kim,B.R. and | IWA-ASPIRE | 2013.09 | 대한민국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Assessment of Future Dam Inflow and Suspended Solid through Coordinated Hydrologic and Water Quality Model | | Kang,B.S. | | | |
| | 19 | Analysis of Runoff Response according to Advection Pattern of Rainfall using Radar-observed Rainfall and Distributed model | 단국 대학교 | Kang,B.S. and Kim,J.Y. | IWA-ASPIRE | 2013.09 | 대한민국 |
| | 20 | The protection of extreme rainfall based on SRES and RCP scenarios in South Korea | 연세 대학교 | Nam,W.S., Ahn,H.J., Jeong,C.S. and Heo.J.H. | American Water Resources Association | 2013.11 | 미국 |
| | 21 | Supplementation of Huff`s method considering threshold of severe rain storm | 연세 대학교 | Choi,S.Y. and Heo,J.H. | ARCROM 국제 심포지엄 | 2013.11 | 대한민국 |
| | 22 | Copula analysis for rainfall data of Seoul, Korea | 연세 대학교 | Joo,K.W. and Heo,J.H. | ARCROM 국제 심포지엄 | 2013.11 | 대한민국 |
| | 23 | Simultaneous simulation of flood flow and operation of weirs in the Nakdong river | 성균관 대학교 | Kim,M.J. and Jun,K.S. | The International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2013.11 | 대한민국 |
| | 24 | River flood control using dam operation technique of HEC-RAS | 상지 대학교 | Hwang,S.B., Kim,S.H., Hyun,J.S. and Kim,J.S. | The International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2013.11 | 대한민국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 25 | Development of distributed storm runoff model for urban flood simulation through road network | 건국 대학교 | Kim,S.j., Ahn,S.R. and Kim,S.H. | The International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2013.11 | 대한민국 |
| | 26 | Modified SCS-CN approaches for estimating effective rainfalls in Korea | 서경 대학교 | Ajmal,M. and Kim,T.W. | International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2013.11 | 대한민국 |
| | 27 | Hydrological modelling of natural streams in Himalauan ungauged region of Pakistan | 서경대학교 | Waseem,M. and Kim,T.W. | International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2013.11 | 대한민국 |
| | 28 | Estimation of areal reduction factor using dual polarization radar rainfall | 단국대학교 | Lee,D.J. and Kang,B.S | IEEE Proceedings of The International Symposium | 2013.12 | 캐나다 |
| | 29 | Operation of estuary barrage and weirs in the Nakdong river during the flood period | 성균관대학교 | Kim,M.J., Min,K.T. and Jun,K.S. | International Commission on Large Dams | 2014.06 | 인도네시아 |
| | 30 | Spatial extension of flood event data for ungauged small watersheds | 한국 건설기술 연구원 | Kim,N.W., Jeong,Y., Kim,C.G. and Lee,J.E. | IAHS International Symposium on IWRM | 2014.06 | 이탈리아 |
| | 31 | Regionalization of flood frequency using hydrological flood simulations | 한국 건설기술 연구원 | Kim,N.W., Lee,J.E., Jeong.Y. and Kim,C.G. | IAHS International Symposium on IWRM | 2014.06 | 이탈리아 |
| 4차년도 | 32 | Comparison of stochastic time series models in different time scales : Case study of Hwacheon dam, | 연세 대학교 | Kim,T.R., Ahn,H.J., Jung,Y.H. and Heo,J.H. | Asia Oceania Geosciences Society | 2014.08 | 일본 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | South Korea. | | | | | |
| | 33 | Evaluation of modifications of NRCS-CN method for estimating effective rainfall at ungauged basin | 서경 대학교 | Moon,G.W., Yoo,J.Y, Ahn,J.H. and Kim,T.W. | Asia Oceania Geosciences Society | 2014.08 | 일본 |
| | 34 | Estimation of areal reduction factor by rainfall duration using dual polarization radar rainfall | 단국 대학교 | Lee,D.J. and Kang,B.S. | International Association for Hydro Environment Engineering & Research | 2014.09 | 베트남 |
| | 35 | Assessment of Climate Change Impact on Future Hydrologic Cycle of South Korea | 건국 대학교 | Ahn,S.R., Kim,S.J., Kim,S.H., Park,J.Y. and Ha,R. | ICID Congress | 2014.09 | 대한민국 |
| | 36 | Unsteady flow model with variable roughness coefficient | 성균관 대학교 | Li,L. and Jun,K.S. | Chinese Hydraulic Engineering Society | 2014.10 | 중국 |
| | 37 | Comparative analysis of future soil erosion loss of South Korea using SRES (AR4) and RCP (AR5) climate change scenarios | 건국 대학교 | Joe,H.K., Ahn,S.R., Lee,Y.G. and Kim,S.J. | PAWEES International Conference | 2014.10 | 대만 |
| | 38 | Analysis of the changes of return period according to return period | 연세 대학교 | Ahn,H.J., Heo,J.H., Shin,H.J. and Song,H.G. | American Geophysical Union | 2014.12 | 미국 |
| | 39 | Study on proper sample size for multivariate frequency analysis for rainfall quantile | 연세 대학교 | Joo,K.W., Nam,W.S., Choi,S.Y. and Heo,J.H. | American Geophysical Union | 2014.12 | 미국 |
| | 40 | A study on estimation of quantile using | 연세 대학교 | Jung,Y.H., Nam,W.S., Shin,H.J. and | American Geophysical Union | 2014.12 | 미국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | regional scaling factors | | Heo,J.H. | | | |
| | 41 | Analysis of runoff data using spatial extension technique | 한국건설기술연구원 | Kim,N.W.,Jung,Y. and Lee,J.E. | Asia-Pacific Regional Meeting | 2015.04 | 대한민국 |
| | 42 | Analysis of dam effects on spatial extension of flood data in Han river, South Korea | 한국건설기술연구원 | Kim,N.W., Jeong,Y. and Lee,J.E. | Hydroeco Conference | 2015.04 | 오스트리아 |
| | 43 | Determination of design flood level for tidal river upstream of an estuary barrage | 성균관대학교 | Jun,K.S., Kim,M.J. and Li, L. | Hydro Power | 2015.06 | 노르웨이 |
| 5차년도 | 44 | Development of the rainfall time distribution using annual maximum series | 서경대학교 | KIM,H.B., LEE,Y.H. and Ahn,J.H. | Asia Oceania Geosciences Society | 2015.08 | 싱가포르 |
| | 45 | Comparative study of estimation areal reduction factor using fixed area and storm centered methods | 단국대학교 | Lee,D., Kang,B.S. and Moon,S.J. | Asia Oceania Geosciences Society | 2015.08 | 싱가포르 |
| | 46 | Comparison of spatial evapotranspiration between SEBAL and SWAT by calibrating with the eddy flux measured ET | 건국대학교 | Lee,Y.G., Jung,C.G., Ahn,S.R. and Kim,S.J. | SWAT Conference | 2015.10 | 미국 |
| | 47 | Estimation of regional calibration of Hargreaves equation for actual evapotranspiration using SWAT simulated results | 건국대학교 | Jung,C.G., Ahn,S.R., Lee, J.W. and Kim,S.J. | SWAT Conference | 2015.10 | 미국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | in the mixed forest watershed | | | | | |
| | 48 | The statistical bias correction of projected precipitation for the extreme events | 연세 대학교 | Um,M.J., Kim,H.B., Kim,M.S. and Heo,J.H. | American Geophysical Union | 2015.12 | 미국 |
| | 49 | Determination of design flood level for tidal river reach | 성균관 대학교 | Li,L. and Jun,K.S. | The International Conference On Computer Modeling And Simulation | 2016.01 | 호주 |
| | 50 | A comparative study on extreme precipitation of the Han river basin using a bivariate goodness-of-fit measure for regional frequency analysis | 연세 대학교 | Ahn,H.J., Joo,K.W., Kim,T.R., Jung,Y.H. and Heo,J.H. | European Geosciences Union | 2016.04 | 오스트리아 |
| | 51 | Bivariate frequency analysis with nonstationary GEV marginal distributions for rainfall event | 연세 대학교 | Joo,K.W., Kim,S.H., Kim,H.B., Ahn,H.J. and Heo,J.H. | European Geosciences Union | 2016.04 | 오스트리아 |
| | 52 | Assessment of homogeneity of regions for regional flood frequency analysis | 한국 건설기술 연구원 | Lee,J.E. and Kim,N.W. | European Geosciences Union | 2016.04 | 오스트리아 |
| | 53 | Application of flood-intensity-duration curve, rainfall-intensity-duration curve and time of concentration | 한국 건설기술 연구원 | Kim,N.W., Shin,M.J. and Lee,J.E. | European Geosciences Union | 2016.04 | 오스트리아 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 54 | Assessment of flood Response characteristics to urbanization and extreme flood events-typhoons at Cheongju, Chungbuk | 충북 대학교 | Chang,H.J., Lee,H.S., Hwang,M.G. and Jang,S.H. | European Geosciences Union | 2016.04 | 오스트리아 |
| | 55 | Gate operation of small dams for flushing the pollutants accidently released into the Nakdong River | 성균관 대학교 | Kim,M.J. and Jun,K.S. | International Commission on Large Dams | 2016.05 | 남아프리카 공화국 |
| 6차년도 | 56 | Estimation of storm-centered ARF Using Radar Rainfall by Duration and Return Periods | 단국 대학교 | Kim,E.J. and Kang,B.S. | Modelling, Simulation and Applied Mathmatics | 2017.03 | 태국 |

(라) 국내 학술회의 발표

| 차년도 | 번호 | 발표명 | 소속 기관명 | 발표자 | 학술회의 명칭 | 발표일 | 장소 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2차년도 | 1 | AR4 A1B 시나리오 기반의 RCM 기후모의에 따른 합천댐 유역의 미래 유출 및 유사량 전망 | 단국 대학교 | 문수진, 강부식 | 대한상하수도학회/환경물환경학회 공동춘계 학술발표회 | 2013.03 | 대구 컨벤션센터 (EXCO) |
| | 2 | CE-QUAL-W2를 이용한 합천댐 저수지의 수온 및 부유사 성층화 모의 | 단국 대학교 | 김보람, 강부식 | 대한상하수도학회/환경물환경학회 공동춘계 학술발표회 | 2013.03 | 대구 컨벤션센터 (EXCO) |
| | 3 | 레이다 관측강우 보정을 통해 산정한 면적평균강우량 비교 | 단국 대학교 | 강부식, 이동주 | 대한상하수도학회/환경물환경학회 공동춘계 학술발표회 | 2013.03 | 대구 컨벤션센터 (EXCO) |
| | 4 | 지역빈도해석과 경향성 분석에 대한 | 연세 대학교 | 정영훈, 김완수, | 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 연구 | | 최소영, 허준행 | | | |
| | 5 | 비정상성 지역빈도해석을 이용한 확률강우량 산정 | 연세 대학교 | 남우성, 안현준, 김한빈, 허준행 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 6 | 단기지속시간의 외삽을 통한 확률강우강도식 비교 | 연세 대학교 | 안현준, 신홍준, 남우성, 허준행 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 7 | 집중호우 사상을 고려한 Huff의 4분위법 개선방안 | 연세 대학교 | 최소영, 신홍준, 주경원, 허준행 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 8 | 하천 설계 홍수위 산정에 관한 연구 | 성균관 대학교 | 홍성수, 이백근, 전경수 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 9 | 굴포천 및 경인아라뱃길 배수체계에 대한 부정류 계산모형 | 성균관 대학교 | 민경태, 전경수 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 10 | 지류유량 예측을 위한 가지야마 공식의 적용 | 상지 대학교 | 현진섭, 임성환, 김지성,김상호 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 11 | 홍수빈도해석을 위한 일모의 유량자료의 활용성 | 한국 건설기술 연구원 | 김남원, 이정은 | 한국수자원학회 학술발표대회 | 2013.05 | |
| | 12 | 저류함수법을 이용한 유량사상의 확장성 분석 | 한국 건설기술 연구원 | 김남원, 정용 | 한국수자원학회 학술발표대회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 13 | Clark 합성단위도 매개변수의 분석 및 평가 | 서경 대학교 | 신찬섭, 안재현 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 14 | SCS-CN방법을 이용한 유역 대표 유효우량 산정과 토지이용별 유효우량 산정비교 | 서경 대학교 | 문건우, 유지영, 김태웅, 안재현 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| 3차년도 | 15 | 이중편파 레이더 강우 추출방법에 따른 강우 추정 정확도 비교 | 단국 대학교 | 이동주, 강부식 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 강원도 정선 하이원 리조트 |
| | 16 | 빈도해석 기법에 따른 확률강우량 전망 결과에 대한 연구 | 연세 대학교 | 남우성, 정영훈, 장한진, 허준행 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 강원도 정선 하이원 리조트 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 17 | 비정상성 Gumbel 모형의 metaheuristic 매개변수 추정 방법에 대한 연구 | 연세 대학교 | 김수영, 김한빈, 주경원, 허준행 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 강원도 정선 하이원 리조트 |
| | 18 | 스케일 성질을 이용한 지역구분에 대한 연구 | 연세 대학교 | 정영훈, 김성훈, 안현준, 허준행 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 강원도 정선 하이원 리조트 |
| | 19 | Copula 모형의 적합도 검정을 통한 강우자료 적용성 평가 | 연세 대학교 | 주경원, 김태림, 허준행 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 강원도 정선 하이원 리조트 |
| | 20 | GEV 분포에 왜곡도 계수를 고려한 PPCC 검정통계량 추정 | 연세 대학교 | 안현준, 신홍준, 김수영, 허준행 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 강원도 정선 하이원 리조트 |
| | 21 | 서울 지역의 IETD와 Threshold를 고려한 Huff의 4분위법 개선방안 | 연세 대학교 | 최소영, 정영훈, 신홍준, 허준행 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 강원도 정선 하이원 리조트 |
| | 22 | 극치수문자료의 왜곡정도에 따른 경향성 분석 | 연세 대학교 | 김태림, 신홍준, 주경원, 허준행 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 강원도 정선 하이원 리조트 |
| | 23 | 낙동강 유역의 댐유입량을 이용한 비정상성 빈도해석 | 연세 대학교 | 김한빈, 김수영, 안현준, 허준행 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 강원도 정선 하이원 리조트 |
| | 24 | 연최대치와 임계값 초과치 계열을 이용한 홍수빈도해석 | 연세 대학교 | 장한진, 남우성, 김완수, 허준행 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 강원도 정선 하이원 리조트 |
| | 25 | Effective rainfall-runoff model selection for Korean watersheds | 서경 대학교 | 무하마드 아즈말, 김태웅, 문건우, 유지영 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 강원도 정선 하이원 리조트 |
| | 26 | 미계측 유역 홍수자료 생성 가능성 분석 | 한국 건설기술 연구원 | 김남원, 정용 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 강원도 정선 하이원 리조트 |
| | 27 | 수문모델링을 이용한 | 한국 건설기술 | 이정은, 김남원 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 강원도 정선 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 수위-유량관계 평가 | 연구원 | | | | 하이원 리조트 |
| | 28 | ARDAS 프로그램을 이용한 AR4 시나리오(SRES)와 AR5 시나리오(RCP)의 한강유역 강우상세화 전망비교 | 단국 대학교 | 문수진, 강부식, 김정중 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 강원도 정선 하이원 리조트 |
| | 29 | 기각기준 설정을 통한 Huff의 4분위법 개선방안 | 연세 대학교 | 최소영, 김한빈, 김수영, 신홍준, 허준행 | 한국방재학회 정기학술발표대회 | 2014.02 | 인하 대학교 |
| | 30 | 이변량 빈도해석을 이용한 서울지점의 확률강우량 산정 및 평가 | 연세 대학교 | 주경원, 김태림, 남우성, 허준행 | 한국방재학회 정기학술발표대회 | 2014.02 | 인하 대학교 |
| | 31 | 낙동강 본류에 대한 부정류 계산모형 | 성균관 대학교 | 민경태, 김민지, 전경수 | 한국방재학회 학술발표대회 | 2014.02 | 인하 대학교 |
| | 32 | 금강유역의 유역특성인자와 PDM모형의 적용성 평가 | 충북 대학교 | 이소정, 이효상 | 한국방재학회 학술발표대회 | 2014.02 | 인하 대학교 |
| | 33 | 금강 유역의 강우 유출 특성을 반영한 개념적 강우 유출모형의 적용성 평가 | 충북 대학교 | 장형준, 이효상 | 한국방재학회 학술발표대회 | 2014.02 | 인하 대학교 |
| | 34 | 실측 수문사상을 이용한 Clark 합성단위도의 매개변수와 유역특성인자와의 상관관계 분석 | 서경 대학교 | 정호영, 안재현 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05 | 부경대학교 대연캠퍼스 |
| | 35 | 새로운 강우시간분포 방법 개발 | 서경 대학교 | 윤여훈, 안재현 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05 | 부경대학교 대연캠퍼스 |
| | 36 | 홍수량 자료의 공간적 확장을 통한 지역홍수빈도해석 | 한국 건설기술 연구원 | 김남원, 이정은 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05 | 부경대학교 대연캠퍼스 |
| | 37 | 다목적댐 운영에 따른 홍수해석 영향 | 한국 건설기술 | 김남원, 정용 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05 | 부경대학교 대연캠퍼스 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 분석 | 연구원 | | | | |
| | 38 | 다변량 통계분석기법을 이용한 전국 표준유역 대상 수문학적 군집화 연구 | 건국 대학교 | 안소라, 박종윤, 김상호, 김성준 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05 | 부경대학교 대연캠퍼스 |
| | 39 | 이중편파 레이더 강우를 이용한 낙동강 유역내 지속시간별 호우중심형 면적감소계수(ARF) 산정 | 단국 대학교 | 이동주, 강부식 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2014.05 | 부경대학교 대연캠퍼스 |
| 4차년도 | 40 | 비정상성 연최대강우량 분석을 위한 비정상성 generalized logistic 모형의 개발 | 연세 대학교 | 김수영, 김한빈, 장한진, 허준행 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 컨벤션센터 (EXCO) |
| | 41 | 강우 및 주변요소를 고려한 댐 방류여부 판별 모형 구축 | 연세 대학교 | 송현근, 남우성, 최소영, 허준행 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 컨벤션센터 (EXCO) |
| | 42 | 울릉도 지역의 비정상성을 고려한 재현기간 변화에 관한 연구 | 연세 대학교 | 안현준, 신홍준, 정영훈, 허준행 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 컨벤션센터 (EXCO) |
| | 43 | 군집지역의 매개변수에 대한 스케일 성질의 적용 | 연세 대학교 | 정영훈, 주경원, 김성훈, 허준행 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 컨벤션센터 (EXCO) |
| | 44 | 확률강우량 이변량 빈도해석 수행을 위한 표본크기에 대한 연구 | 연세 대학교 | 주경원, 남우성, 최소영, 허준행 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 컨벤션센터 (EXCO) |
| | 45 | 레이더 면적감소계수를 이용한 함양 · 위천유역의 설계홍수량 산정 | 단국 대학교 | 이동주, 김진겸, 강부식 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 컨벤션센터 (EXCO) |
| | 46 | 한국형 무차원단위도의 개발 | 서경 대학교 | 정호영, 안재현 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 컨벤션센터 (EXCO) |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 47 | 새로운 강우시간분포 방법의 개발 | 서경 대학교 | 윤여훈, 안재현 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 컨벤션센터 (EXCO) |
| | 48 | 평창강 하도특성을 고려한 Muskingum 모형의 저류상수 산정 | 상지 대학교 | 김상호, 현진섭 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 컨벤션센터 (EXCO) |
| | 49 | 홍수량 자료의 확장기법을 이용한 미계측 유역 홍수량의 지역화 | 한국 건설기술 연구원 | 김남원, 이정은 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 컨벤션센터 (EXCO) |
| | 50 | 홍수 유출자료의 공간확장 특성분석 | 한국 건설기술 연구원 | 김남원, 정용, 이정은 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 컨벤션센터 (EXCO) |
| | 51 | 복하천 유역의 증발산량 추정식 개발 | 한국 건설기술 연구원 | 이정우, 김남원 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 컨벤션센터 (EXCO) |
| | 52 | 팔당호 유입량에 대한 상류 댐 유역별 유량 기여도 평가 | 한국 건설기술 연구원 | 김철겸, 김남원, 이정은 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 컨벤션센터 (EXCO) |
| | 53 | RCP 기후변화 시나리오에 따른 시설물별 미래 폭설 영향평가 | 건국 대학교 | 안소라, 장선숙 , 조형경, 김성준 | 한국농공학회 학술발표회 | 2014.10 | 대명리조트 변산 |
| | 54 | SEBAL 모형과 SWAT 모형에 의한 공간증발산량 산정결과 비교연구 | 건국 대학교 | 이용관, 김상호,조형경 , 김성준 | 한국농공학회 학술발표회 | 2014.10 | 대명리조트 변산 |
| | 55 | Eddy Flux 실측증발산량과 다지점 유출자료를 이용한 SWAT모형의 유역 수문순환 추적 불확실성 연구 | 건국 대학교 | 조형경, 이용관, 김성준 | 대한토목학회 정기학술발표대회 | 2014.10 | 대구 컨벤션센터 (EXCO) |
| | 56 | 기후변화에 따른 임하댐 유역의 미래 수문순환 전망 | 건국 대학교 | 장선숙, 안소라,조형경 , 김성준 | 대한토목학회 정기학술발표대회 | 2014.10 | 대구 컨벤션센터 (EXCO) |
| | 57 | 유역의 경사도와 유출곡선의 가중평균 방법에 따른 유효우량의 비교 · 분석 | 서경 대학교 | 문건우, 박동혁, 김태웅 | 한국방재학회 학술발표대회 | 2015.02 | 한양 대학교 |
| | 58 | 금강 중소규모 유역의 기저유량 | 충북 대학교 | 장형준, 김성구, | 한국방재학회 학술발표대회 | 2015.02 | 한양 대학교 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 평가 | | 이효상 | | | |
| | 59 | 이중편파 레이더 면적감소계수를 이용한 낙동강 유역내 면적별 설계홍수량 산정 | 단국 대학교 | 현석훈, 이동주, 강부식 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05 | 대명리조트 델피노 (강원도 고성) |
| | 60 | Determination of design flood levels for the tidal reach of the Han River | 성균관 대학교 | 전경수, 김민지, 리리 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05 | 대명리조트 델피노 (강원도 고성) |
| | 61 | HEC-RAS 모형을 이용한 밀양강 홍수추적모형 구축 | 상지 대학교 | 김상호, 김지성, 김원, 최규현 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2015.05 | 대명리조트 델피노 (강원도 고성) |
| 5차년도 | 62 | 기후모형의 일 강우량 편의 보정을 위한 기법 개발 | 연세 대학교 | 김한빈, 김태림, 엄명진, 허준행 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10 | 군산 새만금 컨벤션센터 |
| | 63 | 무강우 시간 및 강우사상을 이용한 지역구분 | 연세 대학교 | 주경원, 엄명진, 남우성, 허준행 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10 | 군산 새만금 컨벤션센터 |
| | 64 | 비교사학습을 이용한 군집분석에 관한 연구 | 연세 대학교 | 안현준, 정영훈, 김성훈, 허준행 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10 | 군산 새만금 컨벤션센터 |
| | 65 | 지역 스케일 모델을 이용한 확률강우량 추정 | 연세 대학교 | 정영훈, 안현준, 정진석, 허준행 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10 | 군산 새만금 컨벤션센터 |
| | 66 | 설계홍수량 산정을 위한 매개변수 유역형상인자의 분석 | 서경 대학교 | 이용환, 안재현 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10 | 군산 새만금 컨벤션센터 |
| | 67 | 농업용 저수지의 홍수저감 효과와 선행토양함수조건을 고려한 첨두 홍수량의 확률적 해석 | 성균관 대학교 | 권민성, 전경수, 김태웅 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10 | 군산 새만금 컨벤션센터 |
| | 68 | 댐의 홍수저감효과에 대한 분석 - 남한강유역을 | 한국 건설기술 연구원 | 정용, 김남원 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10 | 군산 새만금 컨벤션센터 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 중심으로 | | | | | |
| | 69 | 분포형 모형의 모의유출량 이용한 홍수강도-지속시간 관계 개발 | 한국 건설기술 연구원 | 김남원, 신문주 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10 | 군산 새만금 컨벤션센터 |
| | 70 | 홍수량 공간확장자료를 이용한 지역빈도해석의 통계적 평가 | 한국 건설기술 연구원 | 김남원, 이정은 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10 | 군산 새만금 컨벤션센터 |
| | 71 | RCP 기후변화 시나리오에 따른 고랭지농업유역의 최적관리방법 평가 | 건국 대학교 | 장선숙, 김성준, 안소라, 이지완 | 한국농공학회 학술발표회 | 2015.10 | |
| | 72 | 레이더 실강우를 이용한 호우형태 및 지형별 호우중심형 면적감소계수 산정 | 단국 대학교 | 현석훈, 이재현, 김동균, 강부식 | 대한토목학회 학술발표회 | 2015.10 | 군산 새만금 컨벤션센터 |
| | 73 | 장기 토양침식에 의한 토심변화가 유역수문에 미치는 영향 | 건국 대학교 | 정충길, 안소라, 김성준 | 한국지리정보학회 추계학술대회 | 2015.11 | 부경대학교 |
| | 74 | Optimal estimation of parameters for variable roughness coefficient unsteady flow model using Covariance matrix Adaptation Evolution Strategy approach | 성균관 대학교 | 리리, 전경수 | 한국방재학회 학술발표대회 | 2016.02 | 성균관 대학교 서울 캠퍼스 |
| | 75 | 하도 홍수추적을 위한 구간분할 영향 분석 | 성균관 대학교 | 김상호, 이창희, 김연수 | 한국방재학회 학술발표대회 | 2016.02 | 성균관 대학교 서울 캠퍼스 |
| | 76 | 미계측유역의 홍수빈도 추론을 위한 경험관계 | 한국 건설기술 연구원 | 이정은, 김남원 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2016.05 | K-water 연구원 교육원 (대전) |
| | 77 | SWAT 모형의 지표유출지체 알고리즘 개선 | 한국 건설기술 연구원 | 이정우, 김남원, 이정은 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2016.05 | K-water 연구원 교육원 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | (대전) |
| | 78 | 유출계수를 이용한 호우가 홍수에 미치는 영향 분석 | 한국 건설기술 연구원 | 김남원, 신문주 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2016.05 | K-water 연구원 교육원 (대전) |
| | 79 | 레이더 및 지상 합성강우장에 대한 지속시간-재현기간별 호우중심형 ARF | 단국 대학교 | 김은지, 현석훈, 강부식 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2016.05 | K-water 연구원 교육원 (대전) |
| | 80 | 용담-구량천 유역의 유출 특성 분석 | 충북 대학교 | 이효상, 장형준, 황명규 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2016.05 | K-water 연구원 교육원 (대전) |
| 6차년도 | 81 | 보청천유역의 유사 및 하상변동 예측에 관한연구 | 충북 대학교 | 장형준, 이효상, 김성구, 김용주 | 2016년 한국지반환경공학회 학술발표회 | 2016.09 | 푸르지오 밸리 (서울시 강남구 대치동) |
| | 82 | MODIS LST와 조건부 합성방법을 이용한 위성영상 지면온도와 관측 지면온도의 보정 연구 | 건국 대학교 | 정충길, 김성준 | 대한원격탐사 추계학술발표대회 | 2016.11 | 충주 켄싱턴 리조트 |
| | 83 | 지속시간 및 재현기간에 따른 레이더 강우 호우중심형 ARF의 산정 | 단국 대학교 | 김은지, 강부식 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2017.05 | 창원 컨벤션센터 |

(마) 지식재산권(특허, 실용신안, 상표 등)

| 차년도 | 번호 | 지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재) | 출원 | | | 등 록 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 출원인 | 출원일 | 출원번호 | 등록인 | 등록일 | 등록번호 |
| 6차년도 | 1 | 하천 유속 저감을 통한 세굴 방지 구조체 | 이효상 | 2016. 01.11. | 10-2016-0003225 | | | |
| 6차년도 | 2 | 콘크리트 식생블록을 이용한 원기둥형 교각 비점오염 저감시설 | | | | 이효상 | 2017. 05.06. | 10-1725468 |
| 6차년도 | 3 | 유출량 산정 방법 및 유출량 산정 장치 | 김성준 | 2017.07 .11. | 10-2017-0087635 | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6차 년도 | 4 | 기저유출에 기초한 유출량 산정 방법 및 이에 관한 장치 | 김성준 | 2017.07.07. | 10-2017-0086600 | | | |

(마) 저작권(프로그램 등록)

| 차년도 | 번호 | 저작권 종류 | 저작권명 | 소속기관명 | 저작자명 | 등록일 | 등록번호 | 저작권자명 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5차 년도 | 1 | 프로그램 | 설계홍수량 산정을 위한 유역분할 자동화 프로그램 | 연세대학교 | 허준행 | 2016.04. | C-2016-012981 | 허준행 |
| | 2 | 프로그램 | 설계홍수량 산정을 위한 유역 유출량 산정 자동화 프로그램 | 연세대학교 | 허준행 | 2016.04. | C-2016-012982 | 허준행 |
| | 3 | 프로그램 | 설계홍수량 산정을 위한 유역 특성인자 추출 자동화 프로그램 | 연세대학교 | 허준행 | 2016.04. | C-2016-012983 | 허준행 |

(바) 저작권(기술기사)

| 차년도 | 번호 | 저작권 종류 | 저작권명 | 소속 기관명 | 저작자명 | 등록일 | 게재지 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2차 년도 | 1 | 기술기사 | 한국형 설계강우의 결정방법 개발 | 연세대학교 | 허준행, 정영훈 | 2013.05. | 한국수자원학회 물과 미래 |
| | 2 | 기술기사 | 면접감소계수 및 설계강우의 공간분포 산정 | 단국대학교 | 강부식 | 2013.05. | 한국수자원학회 물과 미래 |
| | 3 | 기술기사 | 한국형 설계홍수량 산정방법 개발 | 서경대학교 | 안재현, 신찬섭, 윤용남 | 2013.05. | 한국수자원학회 물과 미래 |
| | 4 | 기술기사 | 감조하천 구간에 대한 확률홍수위 산정기술 개발 | 성균관대학교 | 전경수 | 2013.05. | 한국수자원학회 물과 미래 |
| | 5 | 기술기사 | 홍수빈도해석에 의한 설계홍수량 산정방법 일반화 | 한국건설기술연구원 | 김남원 | 2013.05. | 한국수자원학회 물과 미래 |
| | 6 | 기술기사 | 개념적 강우-유출모형을 활용한 한국형 통합 홍수량 산정 방법 개발 | 충북대학교 | 이효상 | 2013.05. | 한국수자원학회 물과 미래 |
| | 7 | 기술기사 | 미계측 유역 홍수량 산정을 위한 매개변수 지역화 및 한국형 유역특성인자 DB 개발현황 소개 | 건국대학교 | 김성준, 안소라, 김상호 | 2013.05. | 한국수자원학회 물과 미래 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6차년도 | 8 | 기술기사 | 지역빈도해석 기반 확률강우량 산정 | 연세대학교 | 허준행 | 2017.01. | 한국수자원학회 물과 미래 |
| | 9 | 기술기사 | 국내 유역에 적용 가능한 집중시간과 저류상수 산정식 개발 | 서경대학교 | 안재현, 이신재 | 2017.01. | 한국수자원학회 물과 미래 |
| | 10 | 기술기사 | 유역특성인자 및 홍수량 산정 통합시스템 개발 연구 소개 | 건국대학교 | 김성준, 정충길 | 2017.01. | 한국수자원학회 물과 미래 |

(사) 전문연구 인력양성

| 차년도 | 분류 | 기준년도 | 현 황 | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 학위별 | | | | 성별 | | 지역별 | | | | |
| | | | 박사 | 석사 | 학사 | 기타 | 남 | 여 | 수도권 | 충청권 | 영남권 | 호남권 | 기타 |
| | | | | | | | | | | | | | |

(아) 산업기술 인력양성

| 차년도 | 번호 | 프로그램명 | 프로그램 내용 | 교육기관 | 교육 개최회수 | 총 교육시간 | 총 교육인원 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | |

(자) 기술이전 계약

| 차년도 | 번호 | 기술이전 유형 | 기술실시계약명 | 기술개발 기관 | 대상기관 | 기술실시 발생일자 | 기술료 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | |

(차) 기술보고서

| 차년도 | 번호 | 보고서 명 | 소속 기관명 | 저자명 | 발간일 | 등록번호 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3차년도 | 1 | 연구성과 실용화 가이드라인 보고서- 기준서 발간 | 서경대학교 | 안재현 | 2014.06. | GR 2014-05 |

## (4) 4세부과제: 4세부과제: 물안보 확보를 위한 하천의 탄력적 물관리 기술

(가) 국외 논문 게재

| 차년도 | 번호 | 논문명 | 소속 기관명 | 주저자 | 논문 게재지/ 국가 | 논문 게재일 | 특기 사항 (SCI 여부) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1차 년도 | 1 | Impacts of GIS data quality on determination of runoff and suspended sediments in the Imha watershed in Korea | K-water | Kim,J. | Geosciences Journal | 2012.06 | SCI |
| 2차 년도 | 2 | Integrated assessment of climate change and urbanization impact on adaption strategies: a case study in two small Korean watersheds | 서울 과기대 | Kim,Y. | Journal of Climatic Change | 2013.01 | SCI/ |
| | 3 | Prioritizing the best sites for treated wastewater instream use in an urban watershed using fuzzy TOPSIS | 서울 과기대 | Kim,Y. | Resources, Conservation and Recycling | 2013.01 | SCI |
| | 4 | Prioritizing the best areas for treated wastewater use using RCP 8.5 | 서울 과기대 | Jun,S.M. | Journal of Environmental Protection | 2013.01 | 비SCI |
| 3차 | 5 | A sensitivity | 서울 | Kang,B. | KSCE | 2013.09 | SCI |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 년도 | | analysis approach of multi-attribute decision making technique to rank flood mitigation projects | 과기대 | | Journal of Civil Engineering /한국 | | |
| | 6 | Bayesian rainfall frequency analysis with extreme value using the informative prior distribution | 서울 과기대 | Chung,E.S. | KSCE Journal of Civil Engineering /한국 | 2013.09 | SCI |
| | 7 | Discharge prediction using hydraulic characteristics of mean velocity equation | 부산대 | Choo,T.H. | Environmental Earth Sciences /독일 | 2014.01 | SCI |
| | 8 | An index-based robust decision making framework for watershed management in a changing climate | 서울 과기대 | Kim,Y. | Applied Mathematical Modelling | 2013.11 | SCI |
| | 9 | Time-dependent reliability analysis using Bayesian MCMC on the reduction of reservoir storage by sedimentation | 부경대 | Lee,S. | Stochastic Environmental Research and Risk Assessment | 2014.03 | SCI |
| | 10 | Fuzzy VIKOR | 서울 | Kim,Y. | Applied | 2013.11 | SCI |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | approach for assessing the vulnerablitiy of the water supply to climate change and variability in South Korea | 과기대 | | Mathematical Modelling | | |
| | 11 | Modification of the SCE-UA to Include Constratints by Embedding an Adaptive Penalty Function and Application: Application Approach | 부경대 | Kang,T. | Water Resources Management /미국 | 2014.6. | SCI |
| 4차 년도 | 12 | Development of fuzzy multi-criteria approach to prioritize locations of treated wastewater use considering climate change scenarios | 서울 과기대 | Chung,E.S. | Environmental Management | 2014.08 | SCI |
| | 13 | Iterative Framework for robust reclaimed wastewater allocation in a changing environment using multi-criteria decision making | 서울 과기대 | Kim,Y. | Water Resources Management | 2014.12 | SCI |
| | 14 | Meteorological | 서울 | Sung,J.H. | Theoretical | 2017.01 | SCI |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | hazard assessment based on trends and abrupt changes in rainfall characteristics on the Korean peninsula | 과기대 | | and Applied Climatology | | |
| 5차 년도 | 15 | A New Conceptual Sustainable Water Resources Research | 부산대 | Choo,T.H. | International Journal of Civil, Structural, Environmental and Infrastructure Engineering Research and Development /인도 | 2015.08 | 비SCI |
| | 16 | Estimation of the maximum velocity using the entropy concept in an open channel | 부산대 | Choo,T.H. | Environmental Earth Sciences /독일 | 2016.01 | SCI |
| | 17 | Analysis of constrained optimization problems by the SCE-UA with an Adaptive Penalty Function | 부경대 | Lee,S. | Journal of Computing in Civil Engineering /미국 | 2016.05. | SCI |
| | 18 | Comparison between Change Point Detection Methods with Synthetic Rainfall Data and Application | 부경대 | Lee,S. | KSCE Journal of Civil Engineering /한국 | 2016.05. | SCI |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | in South Korea | | | | | |
| | 19 | Method for new conceptual securing water resources: a case study of the Miryang multipurpose dam in Korea | 부산대 | Choo,T.H. | Environmental Earth Sciences /독일 | 2016.05 | SCI |
| 6차 년도 | 20 | Effective Design and Planning Specification of Low Impact Development Practices Using Water Management Analysis Module (WMAM): Case of Malaysia | 부경대 | Ahmed,K. | Water /스위스 | 2017.2 | SCI |
| | 21 | A Multi-Criteria Decision Analysis System for Prioritizing Sites and Types of Low Impact Development Practices | 부경대 | Song,J.Y. | Water /스위스 | 2017.04 | SCI |
| | 22 | Robustness, Uncertainty and Sensitivity Analyses of the TOPSIS Method for Quantitative Climate Change Vulnerability: a | 부경대 | Song,J.Y. | Water Resources Management /미국 | 2016.10. | SCI |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Case Study of Flood Damage | | | | | |
| | 23 | Quantification of Hydrological Responses Due to Climate Change and Human Activities over Various Time Scales in South Korea | 부경대 | Lee,S. | Water /스위스 | 2017.1. | SCI |

(나) 국내 논문 게재

| 차년도 | 번호 | 논문명 | 소속 기관명 | 주저자 | 논문 게재지 | 논문 게재일 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2차 년도 | 1 | 개수로에서의 대표 매개변수 방법에 의한 유량산정에 관한 연구 | 부산대 | 추태호 | 한국습지학회 | 2012.11 |
| | 2 | 평균유속공식의 최적매개변수 산정에 의한 유량예측에 관한 연구 | 부산대 | 추태호 | 한국산학기술학회 | 2012.11 |
| | 3 | 댐 건설이 하류하천 하상에 미치는 영향 분석 | 부산대 | 추태호 | 한국습지학회 | 2012.11 |
| | 4 | 홍수기 신흥천 유역의 단위유량도 선정 | 충북대 | 김형산 | 한국위기관리 이론과 실천 | 2013.03 |
| | 5 | 홍수기 소양천 유역의 단위유량도 선정 | 충북대 | 김형산 | 한국위기관리 이론과 실천 | 2013.04 |
| | 6 | 침투량 산정 방법에 따른 유역유출 연속모의의 정확성 평가 | 부경대 | 강태욱 | 한국방재학회 논문집 | 2013.04 |
| 3차 년도 | 7 | 기후변화 시나리오의 불확실성을 고려하기위한 로버스트 의사결정 기법의 개발 및 적용 | 서울 과기대 | 전상묵 | 한국수자원학회논문집 | 2013.09 |
| | 8 | 수리권 전수조사 및 물수지 분석을 이용한 삽교천 유역의 시·공간적 물부족 평가 | K-water | 박정은 | 한국수자원 학회논문집 | 2013.10 |
| | 9 | 도심형 홍수 예방을 위한 분산형 빗물저류장치 효과에 관한 연구 | 부경대 | 전상미 | 한국위기관리 이론과 실천 | 2013.12 |
| | 10 | 하천 수리구조물에 의한 | 부산대 | 추태호 | 한국산학기술 | 2014.04 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 제내지 침수모의 | | | 학회 | |
| | 11 | 홍수 및 가뭄년을 포함한 금호강 수계 표준유역별 유출특성 분석 | 충북대 | 김진수 | 한국위기관리 이론과 실천 | 2014.04 |
| | 12 | 건강한 도시환경 거버넌스 구축을 위한 영향요인에 관한 연구-지방 건강도시 평가사례를 중심으로- | 미래자원연구원 | 최진도 | 한국주거환경 학회지 | 2014.06 |
| 4차 년도 | 13 | 엔트로피 컨셉을 이용한 등류수로 마찰속도식 제안 | 부산대 | 추태호 | 한국콘텐츠학회 | 2015.02 |
| | 14 | 수리학적 모형을 이용한 낙동강 하류구간에서의 홍수도달시간 시나리오 분석 | K-water | 최현구 | 한국수자원 학회논문집 | 2015.03 |
| | 15 | 엔트로피 이론에 의한 개수로 마찰계수 산정 | 부산대 | 추태호 | 한국산학기술학회 | 2015.04 |
| | 16 | Blue dam을 활용한 기존 댐 시설물 상수도 원수 추가 확보 방안 | 부산대 | 추태호 | 대한상하수도학회 | 2015.04 |
| | 17 | RCP 기후변화 시나리오를 고려한 금호강 유역의 중장기 자연유출 예측 | K-water | 김한나 | 한국위기관리 이론과 실천 | 2015.05 |
| | 18 | RCP 시나리오 기반 밀양댐 미래 유입량 산정 및 결과분석 | 부산대 | 추태호 | 한국산학기술학회 | 2015.05 |
| | 19 | 기후변화 따른 확률 일최대유량 산정(Ⅰ) - 유출분석을 중심으로- | 충북대 | 김형산 | 한국위기관리 이론과 실천 | 2015.05 |
| | 20 | 기후변화 따른 확률 일최대유량 산정(Ⅱ) - 빈도분석을 중심으로- | 충북대 | 김형산 | 한국위기관리 이론과 실천 | 2015.05 |
| | 21 | 강우자료의 비동질성 규명을 위한 변동점 분석기법의 상호비교 및 적용 | 부경대 | 이상호 | 한국수자원학회논문집 | 2014.08 |
| 5차 년도 | 22 | 기후변화에 따른 둑높임 저수지의 용수공급능력 평가 | 충남대 | 이재남 | 한국 농공학회 논문집 | 2015.07 |
| | 23 | RCP 8.5 기후변화 시나리오를 고려한 농업용 저수지군 운영에 따른 미래 하천유량 평가 | 충남대 | 이재남 | 한국농공학회 논문집 | 2015.09 |
| | 24 | 지류 중소하천의 물관리 탄력성 평가지수 개발 및 평가 | K-water | 박정은 | 한국수자원 학회논문집 | 2016.02 |
| | 25 | 매끄러운 관수로 내 난류흐름특성을 반영한 수리학적 매개변수에 의한 마찰속도의 산정 | 부산대 | 추태호 | 한국콘텐츠학회 | 2016.04 |
| | 26 | 행정구역 중심의 물수급 평가를위한 물수지분석 | 충북대 | 김형산 | 한국위기관리 이론과 실천 | 2016.04 |
| 6차 | 27 | 시 · 공간적 유량 변화를 | K-water | 박정은 | 한국수자원 | 2016.08 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 년도 | | 고려한 탄력적 하천관리 기준유량 산정 및 평가 | | | 학회논문집 | |
| | 28 | 기준저수량 산정에 따른 하천유지유량 확보 가능성 평가; 내성천 유역을 중심으로 | K-water | 임지상 | 한국방재학회 논문집 | 2017.02 |

(다) 국제 학술회의 발표

| 차년도 | 번호 | 발표명 | 소속 기관명 | 발표자 | 학술회의 명칭 | 발표일 | 국명 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | Long-term rainfall-runoff modeling considering bifurcation of drainage network due to artificial canals | K-water | Kim,J. | International Association for Hydro-Environment Engineering and Research World Congress | 2012.08 | 대한민국 |
| | 2 | Influencing amount of downstream streamflow from dam construction | 충남대 | Noh,J. | International Symposium on Agriculture, Food, Environmental and Life Science in Asia | 2012.11 | |
| | 3 | Locating and sizing of multipurpose dam in Nyagatare, Rwanda | 충남대 | Noh,J. | International Symposium on Agriculture, Food, Environmental and Life Science in Asia | 2012.11 | |
| | 4 | Studies on Needed Technologies for Resilient Water Management in Rivers | 충북대 | Maeng,S. | 2012 International Symposium on Agricultural Engineering | 2012.11 | 대한민국 |
| | 5 | Prioritization of water under climate change and urbanization using | 서울 과기대 | Chung,E.S. | International water association | 2013.01 | 싱가폴 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Multi-criteria decision making method | | | | | |
| | 6 | Prioritizing the best areas for treated wastewater use using RCP 8.5 | 서울 과기대 | Chung,E.S. | International conference on pollution and treatment technology | 2013.01 | 중국 |
| | 7 | Assessment of climate change and urbanization using multi-criterion decision making method for future water management | 서울 과기대 | Chung,E.S. | Water Research Conference | 2013.01 | 싱가폴 |
| | 8 | Prioritizing the best urban watershed management alternatives using a continuous simulation model and TOPSIS | 서울 과기대 | Chung,E.S. | CHI SWMM conference | 2013.02 | 캐나다 |
| | 9 | application of a long-term runoff simulation model for the construction of a river flow management system | 충북대 | Maeng,S. | INDIA WATER WEEK | 2013.04 | 인도 |
| | 10 | Development of a Rainfall-Runoff Forecasting System for Management of Citarum River Basin in Indonesia | K-water | Kim,J. | International Environmental Engineering Conference | 2013.06 | 대한민국 |
| | 11 | A Comprehensive Analysis of Flushing Flow Effects in Geum | K-water | Kim,J. | International Environmental Engineering Conference | 2013.06 | 대한민국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | River Basin, Korea | | | | | |
| | 12 | Application of the Green-Ampt Equation to a Watershed Runoff Simulation Using SWMM5 | 부경대 | Jung,T. | 46th annual Stormwater and Urban Water Systems Modeling Conference | 2013.02. | 캐나다 |
| | 13 | Fuzzy VIKOR Approach for Assessing the Vulnerability of the Water Supply to Climate Change and Variability in South Korea | 서울과기대 | Chung,E.S., | International Conference on Multiple Criterion Decision Making | 2013.06 | 스페인 |
| | 14 | Modeling of Suspended Sediment Production Characteristics in Soyang River Basin, a Transboundary Basin located in the Upper North Han River in Korea | K-water | Kim,J. | International SWAT Conference | 2013.07 | 프랑스 |
| | 15 | Estimation of Instream Flow for Supporting Sustainable Development in Korea | K-water | Park,J.E. | Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources | 2013.08 | 대한민국 |
| | 16 | Variation and Correlation Analysis of Groundwater Electrical Conductivity According to the Hydrological Data | K-water | Nam,J.J. | Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources | 2013.08 | 대한민국 |
| | 17 | Water Balance Analysis in Standard Basin Using Water | K-water | Kim,J. | Asia Pacific Association of Hydrology and Water | 2013.08 | 대한민국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Right Field Surveys | | | Resources | | |
| | 18 | Assessment of Selective Withdrawal Facility in the Imha Reservoir Using CE-QUAL-W2 Model | K-water | Lee,S. | International water Association | 2013.09 | 대한민국 |
| | 19 | Modeling Salinity Distribution in the Seomjin River Estuary in Korea | K-water | Park,J. | International water Association | 2013.09 | 대한민국 |
| | 20 | Development of a Rainfall -Runoff Forecasting System for a Highly Complicated Drainage Networks in Indonesia | K-water | Kim,J. | International water Association | 2013.09 | 대한민국 |
| | 21 | Assessment of Turbid Water Effects on Eutrophication of the Downstream of Imha and Andong Reservoirs | K-water | Lee,S. | International water Association | 2013.09 | 대한민국 |
| | 22 | Affecting Flows Downstream from Operations of Heightened Irrigation Reservoirs in the Geumho River Basin, Korea | 충남대 | Lee,J. | The 6th Korea-China-Japan Graduate Student Forum | 2013.09 | |
| | 23 | Simulating Daily Streamflows Coupled Upper Irrigation | 충남대 | Noh,J. | the 12th Conference of International Society of | 2013.10 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Reservoirs in Geumho River Basin, Korea | | | Paddy and Water Environment Engineering | | |
| | 24 | Flood vulnerability characteristics by population scale under sncertain climate change | 서울과기대 | Chung,E.S. | the 2nd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2013.11 | 대한민국 |
| | 25 | Development of Mobile Application Platform as a Supporting Tool for River Water Use and Permission | K-water | Park,J.E. | the 2nd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2013.11 | 대한민국 |
| | 26 | Resilience and Water Security in Korea | K-water | Park,J.E. | the 2nd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2013.11 | 대한민국 |
| | 27 | Evolution of Legal Policies Regarding River-Related Issues in Korea | 미래자원연구원 | Ryu,S.S. | the 2nd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2013.11 | 대한민국 |
| | 28 | Affecting Downstream Flows from Upstream Dam with Much Outside Inflow and Various Water Uses | 충남대 | Noh,J. | International Symposium on Agricultural, Food, Environmental and Life Sciences in Asia | 2013.11 | |
| | 29 | Analyzing Downstream Flows Considering Upstream Many Small Sized | 충남대 | Lee,J. | International Symposium on Agricultural, Food, Environmental | 2013.11 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Agricultural Reservoirs | | | and Life Sciences in Asia | | |
| | 30 | Comparing Flow Amounts by Several Water Level Stations in the Korean Yongdam Dam and Japanese Onga River Watersheds | 충남대 | Noh,J. | International Symposium on Agricultural, Food, Environmental and Life Sciences in Asia | 2013.11 | |
| | 31 | Robust parameter estimation framework of rainfall −runoff model with combining Pareto optimality and composite programming | 서울 과기대 | Won,K. | Stormwater & Urban Water Systems Modeling Conference | 2014.02 | 캐나다 |
| | 32 | Reliability Analysis on the Effect of Sedimentation Using Bayesian MCMC in the Soyang Dam | 부경대 | Kim,S.U. | The 2nd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2013.10. | 대한민국 |
| | 33 | A Flood Control Operating System for the Han River Multi−Reservoir System | 부경대 | Lee,S. | The 2nd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2013. 10. | 대한민국 |
| | 34 | Multi−criteria decision making approach for water management under complete uncertainty using RCP4.5 & 8.5 scenarios | 서울 과기대 | Chung, E.S. | 8th International Conference of EWRA | 2013.06. | 포르투갈 |
| | 35 | Development of | 충북대 | Maeng,S.J. | The 2nd | 2013.11 | 대한민국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | the rainfall -runoff model modules of the river flow management system | | | International Symposium on Advanced Technology for River Management | | |
| | 36 | The Estimation of Mean Velocity in an Unsteady Flow | 부산대 | Choo,T.H. | The 2nd International Symposium on Advanced Technology for River Management | 2013.11 | 대한민국 |
| | 37 | Relationship Between Water Security and Economic Growth for Development of Sustainable and Resilient Society | K-water | Park,J. | Smart Water Grid International Conference | 2014.11 | 대한민국 |
| | 38 | Estimation of target Flows for Resilient Management of Riverflow during Dry Seasons | K-water | Park,J. | Smart Water Grid International Conference | 2014.11 | 대한민국 |
| | 39 | Discharge Estimation of Emergency Discharge Dam Using HEC-RESSIM | 미래자원연구원 | Kang,M.S. | Smart Water Grid International Conference | 2014.11 | 대한민국 |
| | 40 | Review on River Use Fee Collection System in Non-Tax Revenue Local Governments | 미래자원연구원 | Ryu,S.S. | Smart Water Grid International Conference | 2014.11 | 대한민국 |
| | 41 | Development of Technology for Monitoring, Evaluation and Prediction of Global and Local | K-water | Lee,E. | THA 2015 International Conference | 2015.01 | 태국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Water-related Disater using Various Observation System | | | | | |
| | 42 | Decision support system framework for design of low impact development based on SWMM5.1 using multi-scenario analysis | 서울과기대 | Song,J.Y. | International conference on water management modeling 2015 | 2015.02 | 캐나다 |
| | 43 | Analyzing Water Supply Capacity in Agricultural reservoirs by Appling Operation Rule Curve | 충남대 | Noh,J. | International Symposium on Future Agricultural Science | 2015.05 | |
| | 44 | Developing reservior operation rule for supplying instreamflow | 충남대 | Noh,J. | International Symposium on Agricultural, Food, Environmental and Life Sciences in Asia | 2014.10 | |
| | 45 | Analysis for runoff simulation in Geumho river basin on water uses | 충북대 | Maeng,S.J. | 22nd International Congress on Irrigation and Drainage | 2014.09 | 대한민국 |
| | 46 | Automatic calibration for watershed runoff continuous simulation and water quality simulation of SWMM 5 | 부경대 | Lee,S. | 48th annual Stormwater and Urban Water Systems Modeling Conference | 2015.02. | 캐나다 |
| | 47 | A new conceptual sustainable water resources | 부산대 | Choo,T.H. | Seoul International Conference on | 2015.06 | 대한민국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | research | | | Applied Science and Engineering | | |
| | 48 | An automatic calibration of the swmm 5 with the parameter estimation support system | 부경대 | Jung,T. | Smart Water Grid International Conference | 2015. 10. | 대한민국 |
| | 49 | Introduction of decision support system for design of low impact development based on SWMM 5.1: A case study in Korea | 부경대 | Song,J.Y. | Smart Water Grid International Conference | 2015. 10. | 대한민국 |
| | 50 | Development of elemental technology connectivity for resilient river flow management | K-water | Lee,E. | Smart Water Grid International Conference | 2015.10 | 대한민국 |
| | 51 | Development and application of enhanced long term reservoir operation rule for Youngcheon Dam, Korea | K-water | Kang,S.U. | Smart Water Grid International Conference | 2015.10 | 대한민국 |
| | 52 | Development of Resilience Water Resources Management Index | K-water | Park,J.E. | Smart Water Grid International Conference | 2015.10 | 대한민국 |
| | 53 | Introduction of Decision Support System for Design of LID Based on SWMM5.1: A case study in Korea | 부경대 | Song,J.Y. | International Conference on Civil Offshore and Environmental Engineering 2016 | 2016.08 | 말레이시아 |
| | 54 | A Study on Estimating | 부산대 | Choo,T.H. | 6th International | 2017.02 | 태국 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Suitable Site for Securing Water Resources Facility Focused on the Blue dam | | | Conference on Developments in Engineering and Technology | | |

(라) 국내 학술회의 발표

| 차년도 | 번호 | 발표명 | 소속 기관명 | 발표자 | 학술회의 명칭 | 발표일 | 장소 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1차 년도 | 1 | 일본 하천환경계획에 있어서 다자연하천만들기 사업 | 미래자원 연구원 | 이영근 | 복원생태학회 학술발표대회 | 2012.04 | 서울 |
| | 2 | 배수망의 분기를 고려한 Citarum 유역에 대한 장기유출모형 구축 | K-water | 김주철 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2012.05 | 강원 |
| | 3 | ESP-PDF 기법을 이용한 Citarum 유역의 월 유출 예측 | K-water | 김주철 | 한국수자원학회 학술발표회 | 2012.05 | 강원 |
| 2차 년도 | 4 | 추정 증발량이 저수지 유입량에 미치는 영향 | 충남대 | 노재경 | 한국농공학회 | 2012.09 | |
| | 5 | 부사호 양수실적에 의한 논 관개용수 수요량 추정 | 충남대 | 이재남 | 한국농공학회 | 2012.09 | |
| | 6 | Fuzzy TOPICS를 이용한 도시유역의 하수처리장 위치선정 우선순위 결정에 대한 연구 | 서울 과기대 | 정은성 | 대한토목학회 | 2012.11 | 전남대학교 |
| | 7 | Fuzzy TOPSIS 기법을 이용한 기후변화 수자원 이수취약성 평가 | 서울 과기대 | 이보람 | 대한토목학회 | 2012.11 | 전남대학교 |
| | 8 | 그룹 의사결정기법을 이용한 기후변화 홍수 취약성 평가 | 서울 과기대 | 전상묵 | 대한토목학회 | 2012.11 | 전남대학교 |
| | 9 | RCP 8.5 시나리오를 이용한 | 서울 과기대 | 전상묵 | 기후변화학회 | 2012.11 | 고려대학교 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 하수처리수 재이용 위치 선정에 관한 연구 | | | | | |
| | 10 | 지류하천의 홍수기 유출특성 분석 -소양천을 중심으로- | 충북대 | 맹승진 | 한국방재학회 학술발표대회 | 2013.02 | 한양대학교 |
| | 11 | 지류하천의 홍수기 유출특성 분석 -신흥천을 중심으로- | 충북대 | 맹승진 | 한국방재학회 학술발표대회 | 2013.02 | 한양대학교 |
| | 12 | 환산 TDS를 이용한 서해안지역 해수침투영향평가 | K-water | 남재준 | 한국지하수토양환경학회 춘계학술발표회 | 2013.04 | 제주 |
| | 13 | SWMM의 NRCS 방법 적용에 관한 고찰 | 부경대 | 정태훈 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2013.05. | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 14 | 제약조건을 고려하기 위한 집합체 혼합진화 알고리즘의 수정 | 부경대 | 강태욱 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2013.05. | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 15 | 도시지역 분산형 빗물저류장치의 물순환 효과 분석 | 부경대 | 전상미 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2013.05. | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 16 | BCP기법을 이용한 우리나라 강수지수의 시간별 변화 분석 | 서울 과기대 | 이보람 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 17 | 우리나라 주요 도시의 기후변화에 대한 홍수 취약성 평가를 위한 Fuzzy TOPSIS 기법의 활용 | 서울 과기대 | 원광재 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 18 | 하수처리수 재이용시설의 위치선정을 위한 다기준 의사결정기법의 이용 | 서울 과기대 | 전상묵 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 19 | 한반도 강수량의 특성별 경향성 분석 | 서울 과기대 | 이보람 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 20 | 삽교천 유역에 대한 SSARR 및 TANK 모형의 매개변수 추청 | K-water | 김진수 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 21 | 수리권 전수조사를 활용한 삽교천 유역의 물수지 분석 | K-water | 김진수 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 22 | 모바일 App를 통한 수문자료 활용방안 연구 | K-water | 남재준 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 23 | 시기별 강우량 변화에 따른 하천-지하수위 변동특성 분석 | K-water | 남재준 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 24 | 재난 적응형 수자원 관리를 위한 시범사업정책 추진방안 연구 | 미래자원 연구원 | 최진도 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 25 | 하천수 사용허가제도와 수리권 -허가기준의 재검토- | 미래자원 연구원 | 이영근 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 26 | 실측수위자료를 활용한 제외지 홍수피해 예측 | 부산대 | 추태호 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 27 | 간월호 양수량 분석에 의한 논용수 수요량 평가 | 충남대 | 노재경 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 28 | 논 용수 공급 평가를 위한 간월호의 일 물수지 모형 개발 | 충남대 | 노재경 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 29 | 장기유출모의에 의한 영천댐 유역의 물수지분석 | 충북대 | 정지혜 | 한국산학기술학회 춘계학술대회 | 2013.05 | 인천 송도컨벤시아 |
| | 30 | 금호강 유역의 유출특성 분석 | 충북대 | 맹승진 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2013.05 | 호남대학교 광산캠퍼스 |
| | 31 | 수리권 전수조사를 활용한 삽교천 표준유역별 물수지 분석 | K-water | 김영석 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2012.10 | 광주 |
| | 32 | 기후변화로 인한 부여지역의 갈수기 수문특성변화에 관한 연구 | K-water | 남재준 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2012.10 | 광주 |
| | 33 | SWMM의 지하수 모듈을 포함한 전원유역의 홍수유출 모의 | 부경대 | 정태훈 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2012.10. | 전남대학교 |
| 3차 | 34 | 기후변화 | 서울 | 전상묵 | 대한토목학회 | 2013.10 | 정선 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 년도 | | 시나리오를 고려한 수자원 사업의 위치선정 방법 | 과기대 | | 정기학술대회 | | |
| | 35 | 북한지역 강수지표의 시간에 따른 변화 분석 | 서울 과기대 | 이보람 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 정선 |
| | 36 | 엔트로피를 이용한 홍수 취약성 평가 | 서울 과기대 | 원광재 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 정선 |
| | 37 | 저수용량과 유역배율에 따른 저수지 과개공급량 변화 | 충남대 | 노재경 | 한국농공학회 학술발표회 | 2013.10 | |
| | 38 | 저수지 일 유입량 모의를 위한 한국형 유출 모형 비교 | 충남대 | 노재경 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 정선 |
| | 39 | 수리권제도에 있어서 기득사용물량의 법적 한계 | 미래자원 연구원 | 이영근 | 한국기후변화학회 학술대회 | 2013.11 | 청주 |
| | 40 | 하천수 관리에 있어서 재난관리의 법제적 측면 | 미래자원 연구원 | 최진도 | 한국기후변화학회 학술대회 | 2013.11 | 청주 |
| | 41 | 가중치에 따른 도시 규모 별 수자원 취약성 평가 | 서울 과기대 | 공병호 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2014.05 | 부경대학교 |
| | 42 | 두 강우사상을 고려한 SWMM모형 매개변수 추정 | 서울 과기대 | 원광재 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2014.05 | 부경대학교 |
| | 43 | 금호강 유역의 사용량별 변동에 따른 물수지 분석 비교 검토 | K-water | 금호준 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2014.05 | 부경대학교 |
| | 44 | 유출모형을 이용한 자연유출량 산정 비교 | K-water | 최현구 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2014.05 | 부경대학교 |
| | 45 | 탄력적 하천유량관리를 위한 유량관측망 설계 | K-water | 박정은 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2014.05 | 부경대학교 |
| | 46 | 통합수자원관리(IWRM) 수행 평가를 위한 설문조사 설계 | K-water | 박정은 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2014.05 | 부경대학교 |
| | 47 | 하천수 사용허가 지원을 위한 모바일 어플리케이션 개발 | K-water | 남재준 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2014.05 | 부경대학교 |
| | 48 | 물 분야 환경재난 | 미래자원 | 최진도 | 한국수자원학회 | 2014.05 | 부경대학교 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 기술개발사업의 기술적 · 정책적 타당성 분석연구 | 연구원 | | 정기학술대회 | | |
| | 49 | 일본 물순환기법의 입법과정 | 미래자원 연구원 | 이영근 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2014.05 | 부경대학교 |
| | 50 | 하천사용료 징수체계 개선방안에 대한 연구-지방세외수입에서의 일반회계와 특별회계 중심으로- | 미래자원 연구원 | 이은재 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2014.05 | 부경대학교 |
| | 51 | 영천댐이 하류하천 유량에 미치는 영향 | 충남대 | 노재경 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2014.05 | 부경대학교 |
| | 52 | 장기유출모형에 의한 영산강 유역의 유출특성 분석 | 충북대 | 맹승진 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2014.05 | 부경대학교 |
| | 53 | 수리권 전수조사 이용한 금호강 유역의 물부족 평가 | K-water | 금호준 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 강원 |
| | 54 | 임하호에서의 탁수저감을 위한 최적대안 수립 | K-water | 한건연 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10 | 강원 |
| | 55 | 극치강우사상의 빈도분석 수행에 있어서의 통계적 특성 분석 | 부경대 | 김상욱 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2013.10. | 강원 |
| | 56 | 금호강수계의 표준유역별 수자원 특성 | 충북대 | 맹승진 | 한국농공학회 학술발표회 | 2013.10 | 청주 |
| | 57 | 탄력적 물관리를 위한 가이드라인 설계 | 충북대 | 맹승진 | 한국농공학회 학술발표회 | 2013.10 | 청주 |
| | 58 | 2013년 홍수기 소양천 유역의 적정 단위도 선정 | 충북대 | 심지훈 | 한국산학기술학회 추계학술대회 | 2013.11 | 제주 |
| 4차 년도 | 59 | 두 개의 강우사상을 고려한 SWMM 모형의 최적 매개변수 산정 | 서울 과기대 | 원광재 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 |
| | 60 | 둑높이기 저수지의 하천유지유량 공급효과 | 충남대 | 노재경 | 한국농공학회 학술발표회 | 2014.10 | 변산 |
| | 61 | TOPSIS를 이용한 남북한 지역별 기후변화에 대한 | 서울 과기대 | 송재열 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2015.05 | 고성 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 수자원 취약성 지수 비교 | | | | | |
| | 62 | 수문 모형의 활용을 통한 국내 수자원 취약성 평가 | 서울 과기대 | 원광재 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2015.05 | 고성 |
| | 63 | 중장기 하천유량 관리를 위한 금호강 유역의 유출량 예측 | K-water | 김한나 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2015.05 | 고성 |
| | 64 | 하천수질인자를 고려한 원격탐사기술의 적용; 낙동강유역을 대상으로 | K-water | 임지상 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2015.05 | 고성 |
| | 65 | ESP 기법을 적용한 금호강유역의 단기 유량예측 | K-water | 최현구 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2015.05 | 고성 |
| | 66 | 금호강유역의 수질을 고려한 탄력적 유량공급 시나리오 분석 | K-water | 최현구 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2015.05 | 고성 |
| | 67 | 물 문제 저감을 위한 물발자국 도입 방안 연구-스페인 사례를 중심으로- | 미래자원 연구원 | 박누리 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2015.05 | 고성 |
| | 68 | 분포형 모형을 적용한 남강댐 유역의 침수예측 분석 | 미래자원 연구원 | 박미리 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2015.05 | 고성 |
| | 69 | 하천관리유지를 위한 하천수익금 확보 방안-네덜란드 물 관리 기구 사례를 중심으로- | 미래자원 연구원 | 성정은 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2015.05 | 고성 |
| | 70 | 하천수 사용허가 기준 재정립을 위한 법적 검토 | 미래자원 연구원 | 이영근 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2015.05 | 고성 |
| | 71 | RCP 8.5 시나리오에 의한 임고 저수지의 하천유지용수 공급량 분석 | 충남대 | 노재경 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2015.05 | 고성 |
| | 72 | 신경망을 이용한 남강 측정지점의 클로로필a 추정에 관한 연구 | 부경대 | 박병권 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 73 | 낙동강 중권역별 일단위 장기유출모의 및 물수지분석 | K-water | 금호준 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 |
| | 74 | 자연유량 산정을 위한 SWAT 모형의 민감도 분석 및 보정 | K-water | 최현구 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2014.10 | 대구 |
| | 75 | 탄력적 하천수량 평가를 위한 가이드라인 구성 | 충북대 | 맹승진 | 한국농공학회 학술발표회 | 2014.10 | 부안 |
| | 76 | 탄력적 하천수량 확보를 위한 금호강유역의 물수지 분석 | 충북대 | 전경수 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2015.05 | 고성 |
| | 77 | NETWORK 모형을 이용한 금강유역 하류지역 물수지 분석 | 충북대 | 전경수 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2015.05 | 고성 |
| 5차 년도 | 78 | SWMM모형을 활용한 내륙 뱃길 조성 방안 | 부산대 | 추태호 | 대한상하수도학회·한국물환경학회 공동학술발표회 | 2015.08 | 고양 |
| | 79 | 유역 특성을 고려한 구조적 하천수량 확보 가이드라인 | 부산대 | 추태호 | 대한상하수도학회·한국물환경학회 공동학술발표회 | 2015.08 | 고양 |
| | 80 | 저수지 운영률 적용에 따른 하천유지용수 공급량 비교 | 충남대 | 노재경 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10 | 군산 |
| | 81 | 농업용 저수지군 운영 시나리오에 따른 하천유량의 평가 | 충남대 | 노재경 | 한국농공학회 학술발표회 | 2015.10 | 나주 |
| | 82 | 장래 용수공급량에 의한 금호강유역 물수지 분석 | 충북대 | 전경수 | 한국농공학회 학술발표회 | 2015.10 | 나주 |
| | 83 | 금호강 유역의 장래 물부족 대비를 위한 구조적, 비구조적 대책방안 | K-water | 김한나 | 한국방재학회 학술발표대회 | 2016.02 | 서울 |
| | 84 | K-MODSIM 모형을 이용한 하천유지유량 확보방안 제시; | K-water | 김한나 | 한국방재학회 학술발표대회 | 2016.02 | 서울 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 금호강 유역을 대상으로 | | | | | |
| | 85 | 영주댐 기준저수량 산정에 따른 하천유지유량 확보 가능성 | K-water | 임지상 | SWG학회 학술발표대회 | 2016.05 | 대전 |
| | 86 | 주성분 분석(PCA)을 이용한 물관리 탄력성 지수의 가중치 산정 | K-water | 박정은 | 한국수자원학회 정기학술발표회 | 2016.05 | 대전 |
| | 87 | 농업용 저수지의 하천유지용수 공급모의 모듈 개발 및 적용 | 충남대 | 노재경 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2016.05 | 대전 |
| | 88 | 행정구역 단위를 고려한 내성천유역의 물수지분석 | 충북대 | 전경수 | 스마트워터그리드학회 | 2016.05 | 대전 |
| | 89 | 물수급 평가를 위한 물수지 분석 방법 개선 | 충북대 | 전경수 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2016.05 | 대전 |
| | 90 | 다양한 통계적 분석에 의한 기상학적 변동요인의 규명 | 부경대 | 김상욱 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2015.10. | 군산 |
| | 91 | SWMM5의 매개변수 추정지원 시스템 | 부경대 | 정태훈 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2016.05. | 대전 |
| | 92 | SWMM5,1을 기반으로한 저영향개발 시설의 설계를 위한 의사결정지원시스템 : WMAM | 부경대 | 송재열 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2016.05. | 대전 |
| 6차 년도 | 93 | 탄력적 하천유량관리를 위한 수리권 허가기준 개선방안 평가 | K-water | 박정은 | 대한토목학회 정기학술대회 | 2016.10 | 제주 |
| | 94 | 지속가능 물관리를 위한 자연친화적 개념의 홍수방어 대책 및 관리 | K-water | 김한나 | 대한환경공학회 국내학술대회 | 2016.11 | 경주 |
| | 95 | ESP 기법을 적용한 내성천 유역의 단기 | K-water | 김한나 | 대한환경공학회 국내학술대회 | 2016.11 | 경주 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 유량예측 | | | | | |
| | 96 | K-MODSIM 모형을 이용한 내성천유역 물수지 분석 수행 | K-water | 임지상 | 한국방재학회 학술발표대회 | 2017.02 | 서울 |
| | 97 | 가용수량 확보를 위한 이수유량의 기간별 산정 방법 개발 | K-water | 이을래 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2017.5 | 창원 |
| | 98 | 안전율(MOS) 개념을 고려한 탄력적 하천수 사용허가 기준유량 산정 | K-water | 류경식 | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2017.5 | 창원 |
| | 99 | Decision Support System for Determination of Types and Locations of Low Impact Development Practices | 부경대 | Patricia,J. | 한국수자원학회 정기학술대회 | 2017.5 | 창원 |

(마) 지식재산권(특허, 실용신안, 상표 등)

| 차년도 | 번호 | 지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재) | 출원 | | | 등 록 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 출원인 | 출원일 | 출원번호 | 등록인 | 등록일 | 등록번호 |
| 3차 년도 | 1 | 기후변화 시나리오의 불확실성을 고려하기 위한 로버스트 의사결정 방법 | 서울과학기술대학교 산학협력단 | 2013.07.31 | 10-2013-0091249 | 서울과학기술대학교 산학협력단 | 2014.11.30 | 10-1343097 |
| 4차 년도 | 2 | 다중 시나리오 분석을 통한 저영향개발 시설 설계방법 | 서울과학기술대학교 산학협력단 | 2014.12.30 | 10-2014-0193786 | 서울과학기술대학교 산학협력단 | 2015.11.25 | 10-1573261 |
| 5차 년도 | 3 | 블루댐 건설 기법 및 그에 의해 건설된 블루댐 | 부산대학교 산학협력단 | 2016.04.14 | 10-2016-0045735 | - | - | - |
| | 4 | 물수지 분석 장치 | 충북대학교 산학협력단 | 2016.04.27 | 10-2016-0051489 | | | |
| 6차 년도 | 5 | 물수지 분석 장치 | | | | 충북대학교 산학협력단 | 2017.06.14 | 10-1749250 |

(바) 저작권(프로그램 등록)

| 차년도 | 번호 | 저작권 종류 | 저작권명 | 소속기관명 | 저작자명 | 등록일 | 등록번호 | 저작권자명 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2차년도 | 1 | 프로그램 | SWMM 5(스윔 5)의 민감도 분석 및 자동 보정 버전 알파, 등록번호 | 부경대학교 | 부경대학교 산학협력단 | 2013. 05.07 | C-2013-009529 | 부경대학교 산학협력단 |
| | 2 | 프로그램 | 스윔 5(SWMM 5)의 매개변수 추정 지원 시스템 버전 0.90, 등록번호 | 부경대학교 | 부경대학교 산학협력단 | 2013. 05.07 | C-2013-009528 | 부경대학교 산학협력단 |
| | 3 | 프로그램 | 스윔5 모형의 토지이용에 대한 민감도 분석 도구 | 서울과학기술대학교 | 서울과학기술대학교 산학협력단 | 2012. 12.31 | C-2012-028540 | 서울과학기술대학교 산학협력단 |
| 3차년도 | 4 | 프로그램 | 스윔모형과 연동된 중소유역 물순환 취약성 분석도구 | 서울과학기술대학교 | 서울과학기술대학교 산학협력단 | 2014. 06.19 | C-2014-014036 | 서울과학기술대학교 산학협력단 |
| | 5 | 소프트웨어 | 모바일하천정보 현장조사 지원 시스템 Ver 1.0 | 한국수자원공사 | 한국수자원공사 | 2013. 12.18 | 제C-2013-028087호 | 한국수자원공사 |
| | 6 | 소프트웨어 | 모바일하천정보 현장조사 지원 시스템 Ver 2.0 | 한국수자원공사 | 한국수자원공사 | 2016. 02.16 | 제C-2014-012618-2호 | 한국수자원공사 |
| 4차년도 | 7 | 프로그램 | 집합체 혼합진화 알고리즘(SCE-UA)기법을 이용한 스윔(SWMM)5 모형의 자동 최적화 프로그램 | 부경대학교 | 부경대학교 산학협력단 | 2015. 07.03 | C-2015-015681 | 부경대학교 산학협력단 |
| | 8 | 프로그램 | 스윔(SWMM) 5의 매개변수 추정 지원시스템 사용자 편의환경 | 부경대학교 | 부경대학교 산학협력단 | 2015. 07.03 | C-2015-015682 | 부경대학교 산학협력단 |
| | 9 | 프로그램 | 낙동강 물 순환 데이터베이스 소프트웨어 | 부경대학교 | 부경대학교 산학협력단 | 2015. 07.03 | C-2015-015683 | 부경대학교 산학협력단 |
| | 10 | 프로그램 | 물 순환 개선시설 효과 분석 모듈 | 서울과학기술대학교 | 서울과학기술대학교 산학협력단 | 2015. 06.11 | C-2015-014091 | 서울과학기술대학교 산학협력단 |
| | 11 | 소프트웨어 | 유역하천 현장조사 지원 시스템 | 한국수자원공사 | 한국수자원공사 | 2014. 11.27 | 제C-2014-029936호 | 한국수자원공사 |
| | 12 | 소프트웨어 | 하천수 사용허가 지원시스템 | 한국수자원공사 | 한국수자원공사 | 2014. 11.27 | 제C-2014-029937호 | 한국수자원공사 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5차 년도 | 13 | 프로그램 | 스윔(SWMM) 모형의 물순환 개선시설 우선순위 결정 모듈 더블유엠피엠(WMPM) | 부경대학교 | 부경대학교 산학협력단 | 2016. 05.31 | C-2016-012972 | 부경대학교 산학협력단 |
| | 14 | 프로그램 | 스윔(SWMM)5의 매개변수 추정지원 시스템 1.0 | 부경대학교 | 부경대학교 산학협력단 | 2016. 03.21 | C-2016-012973 | 부경대학교 산학협력단 |
| 6차 년도 | 15 | 프로그램 | 물수지분석 자료관리 프로그램 | 충북대학교 | 충북대학교 산학협력단 | 2017. 06.14 | C-2017-013525 | 충북대학교 산학협력단 |

(사) 저작권(기술기사)

| 차년도 | 번호 | 저작권 종류 | 저작권명 | 소속 기관명 | 저작자명 | 등록일 | 게재지 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1차 년도 | 1 | 기술기사 | 중국의 기후변화 대응 정책과 전망 | 미래자원연구원 | 박성제 이영근 | 2011.11 | 방재저널 |
| | 2 | 기술기사 | 선진국 치수체계 법·제도 및 시사점 | 미래자원연구원 | 이영근 류시생 최진도 | 2012.02 | 한국수자원학회지 |
| | 3 | 기술기사 | 농어촌용수 이용계획의 현황 및 개선방안 | 미래자원연구원 | 이영근 박성제 안선영 | 2012.03 | 한국수자원학회지 |
| 2차 년도 | 4 | 기술기사 | 「OECD 환경전망 2050」과 우리나라의 물관리 | K-water | 김정곤 박정은 | 2012.08 | 한국수자원학회지 |
| | 5 | 기술기사 | 기후변화 시나리오의 불확실성을 고려한 수자원 계획수립에 관한 연구 | 서울과학기술대학교 | 정은성 김연주 강노을 김영오 | 2013.03 | 한국수자원학회지 |
| | 6 | 기술기사 | 탄력성과 탄력적 물관리, 그리고 물안보-1. 탄력성의 개념과 탄력적 물관리의 등장 | K-water | 박정은 김정곤 김현식 고덕구 | 2013.05 | 한국수자원학회지 |
| | 7 | 기술기사 | 수리권을 고려한 유역물관리 모형의 구축방향 | K-water | 이진희 김정곤 | 2013.05 | 한국수자원학회지 |
| | 8 | 기술기사 | 유역특성을 고려한 구조적 하천기술 개발의 중요성 | 부산대학교 | 추태호 윤현철 윤관선 김성철 | 2013. 05 | 한국농공학회지 |
| | 9 | 기술기사 | 상류 저수지 운영을 고려한 하류 하천유량의 평가 | 충남대학교 | 노재경 이재남 | 2013.05 | 한국농공학회지 |
| | 10 | 기술기사 | 유출해석 적용을 위한 | 충남대학교 | 노재경 | 2013.05 | 한국농공학 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 농업용수 수요량의 적합성 평가 | | 이재남 | | 회지 |
| | 11 | 기술기사 | 하천수량 확보 가이드라인 개발 방향 | 충북대학교 | 맹승진<br>김형산<br>정지혜 | 2013.05 | 한국농공학회지 |
| 3차 년도 | 12 | 기술기사 | 탄력성과 탄력적 물관리, 그리고 물안보-2. 물안보의 중요성과 우리가 나아가야 할 방향 | K-water | 박정은<br>김정곤<br>이종진<br>고덕구 | 2013.09 | 한국수자원학회지 |
| | 13 | 기술기사 | 외부환경변화에 따른 하천수량평가 및 매개변수 추정지원시스템 개발 | 부경대학교 | 정태훈<br>이상호 | 2014.2. | 한국수자원학회지 |
| | 14 | 기술기사 | 중소유역 물순환 복원 계획수립 지원시스템개발 개발 | 서울과학기술대학교 | 정은성,<br>원광재 | 2014.2 | 한국수자원학회지 |
| | 15 | 기술기사 | 물안보 확보를 위한 탄력적 하천유량관리 기술 개발 | K-water | 박정은<br>최현구<br>김정곤 | 2014.02 | 한국수자원학회지 |
| | 16 | 기술기사 | 수리권 이용률 및 수자원 가용성 평가 연구 | 미래자원연구원 | 류시생<br>이영근 | 2014.02 | 한국수자원학회지 |
| | 17 | 기술기사 | 유역특성을 고려한 구조적 하천 수량 확보 기술 개발 | 부산대학교 | 추태호<br>윤현철<br>윤관선<br>노현석 | 2014. 02 | 한국수자원학회지 |
| | 18 | 기술기사 | 우리 하천의 유량 탄력성은 무엇인가? | 충남대학교 | 노재경 | 2014.02 | 한국수자원학회지 |
| | 19 | 기술기사 | 하천수량확보 가이드라인 개발을 위한 유출분석 | 충북대학교 | 맹승진<br>김형산<br>정지혜 | 2014.02 | 한국수자원학회지 |
| | 20 | 기술기사 | 농업용수 및 수리시설 관리의 수리권 | 미래자원연구원 | 이영근<br>류시생 | 2014.06 | 농어촌연구원<br>농어촌과 환경 |
| 4차 년도 | 21 | 기술기사 | 바람직한 통합물관리(IWRM) 추진방향 | K-water | 박정수 | 2014.08 | 한국수자원학회지 |
| | 22 | 기술기사 | 통합수자원관리 성과 모니터링과 평가 | 미래자원연구원 | 강민구<br>이영근<br>박성제 | 2014.08 | 한국수자원학회지 |
| | 23 | 기술기사 | 일본 물순환기본법의 제정경위와 법철학 | 미래자원연구원 | 류시생<br>이영근 | 2014.09 | 물 정책·경제 |
| | 24 | 기술기사 | EPA SWMM을 기반으로 한 유역 유출 모형(XP-SWMM, PCSWMM) 소개 및 비교 | 부경대학교 | 진영규<br>이상호<br>정태훈 | 2015.6. | 한국수자원학회지 |
| | 25 | 기술기사 | 물 순환 모형의 자동 보정 | 부경대학교 | 정태훈 | 2015.6. | 한국수자원 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 기법 | | 이상호 | | 학회지 |
| | 26 | 기술기사 | SWMM5.1모형의 저영향개발시설 설계 모듈 및 WMAM 모형 | 부경대학교 | 송재열<br>정은성 | 2015.06 | 한국수자원학회지 |
| 5차 년도 | 27 | 기술기사 | 물안보와 지속가능한 개발: 물안보 도전과제와 이해당사자간 협력 | K-water | 박정은<br>이을래<br>임광섭<br>채효석 | 2015. 07 | 한국수자원학회지 |
| | 28 | 기술기사 | 지속가능한 물-에너지-식량 넥서스를 위한 추진전략 및 체계 도출 | K-water | 이을래<br>최병만<br>채효석<br>정영훈<br>박정은 | 2015. 11 | 한국수자원학회지 |
| | 29 | 기술기사 | 가뭄 및 물부족 극복을 위한 캘리포니아 물관리 시사점 | K-water | 박정은<br>이을래<br>채효석 | 2015. 12 | 한국수자원학회지 |
| | 30 | 기술기사 | 유역특성을 고려한 구조적 평가지표함수 방법론 | 부산대학교 | 추태호,<br>윤관선,<br>권용빈,<br>안시형 | 2016. 02 | 한국농공학회지 |
| | 31 | 기술기사 | 유역특성을 고려한 구조적 인벤토리 우선순위 결정 방법론 | 부산대학교 | 추태호,<br>윤관선,<br>권용빈,<br>심수용 | 2016. 03 | 대한토목학회지 |
| 6차 년도 | 32 | 기술기사 | 물 순환 개선시설 설계 및 계획 수립을 위한 의사결정 지원시스템 | 부경대학교 | 송재열<br>정은성<br>정태훈<br>이상호 | 2017.02 | 한국수자원학회지 |
| | 33 | 기술기사 | 365일 효율적인 물사용과 보전을 위한 하천유량 관리 기술 고도화 | K-water | 이을래<br>박정은<br>맹승진<br>황주하 | 2017.02 | 한국수자원학회지 |
| | 34 | 기술기사 | 유역특성을 고려한 구조적 비구조적 수량확보 방안 | 부산대학교 | 추태호,<br>윤관선,<br>노재경,<br>임성빈 | 2017. 02 | 한국수자원학회지 |

(아) 전문연구 인력양성

| 차년도 | 분류 | 기준년도 | 현 황 | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 학위별 | | | | 성별 | | 지역별 | | | | |
| | | | 박사 | 석사 | 학사 | 기타 | 남 | 여 | 수도권 | 충청권 | 영남권 | 호남권 | 기타 |
| 1차 년도 | | 2012 | | | | | | | | | | | |
| 2차 | 부경대학교 | 2013 | 1 | 2 | | 1 | 4 | | | | 4 | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 년도 | 서울과기대 | | | | | | | | | | | | |
| | 부산대학교 | | | 2 | 2 | | 1 | 3 | | | 4 | | |
| | 충남대학교 | | | | | | | | | | | | |
| | 충북대학교 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | | | |
| 3차 년도 | 부경대학교 | 2014 | 1 | 2 | 1 | 1 | 5 | | | | 5 | | |
| | 서울과기대 | | | 2 | | | 2 | | 2 | | | | |
| | 부산대학교 | | | | 3 | | 1 | 2 | | | 3 | | |
| | 충남대학교 | | | | | | | | | | | | |
| | 충북대학교 | | | 2 | | | 1 | 1 | | 2 | | | |
| 4차 년도 | 부경대학교 | 2015 | 1 | 2 | 2 | | 5 | | | | 5 | | |
| | 서울과기대 | | | 1 | | | 1 | | 1 | | | | |
| | 부산대학교 | | 1 | 1 | 1 | | 2 | 1 | | | 3 | | |
| | 충남대학교 | | | | | | | | | | | | |
| | 충북대학교 | | 1 | 1 | 3 | | 5 | | | 5 | | | |
| 5차 년도 | 부경대학교 | 2016 | 2 | 1 | 2 | 2 | 6 | 1 | 2 | | 5 | | |
| | 부산대학교 | | | 1 | | | 1 | | | | 1 | | |
| | 충남대학교 | | | | | | | | | | | | |
| | 충북대학교 | | | 1 | 2 | | 3 | | | 3 | | | |
| 6차 년도 | 부경대학교 | 2017 | 2 | 2 | | 2 | 6 | | 3 | | 3 | | |
| | 부산대학교 | | 1 | 2 | 2 | | 4 | 1 | | | 5 | | |

(자) 산업기술 인력양성

| 차년도 | 번호 | 프로그램명 | 프로그램 내용 | 교육기관 | 교육 개최회수 | 총 교육시간 | 총 교육인원 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1차 년도 | 1 | International workshop & seminar | Parameter estimation support system for SWMM5, WMPM, WMAM | 부경대학교 | 3 | 12 | 45 |
| 3차 년도 | 2 | SWMM을 이용한 도시 물 순환 모의 교육 훈련 및 시연회 | SWMM 5 이론 소개 및 SWMM모형의 구축, 토지이용 민감도 분석 도구 및 물 순환 취약성 도구 실습 | 부경대학교 /서울과학 기술대학교 | 3 | 10 | 20 |
| 4차 년도 | 3 | SWMM을 이용한 도시 물 순환 모의 교육 훈련 및 시연회 | SWMM 5 이론 소개 및 SWMM모형의 구축, 물 순환 개선시설 효과 분석 도구 실습 | 부경대학교 /서울과학 기술대학교 | 4 | 16 | 58 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5차 년도 | 4 | SWMM을 이용한 도시 물 순환 모의 교육 훈련 및 시연회 | SWMM 5 이론 소개 및 SWMM모형의 구축, 물 순환 개선시설 효과 분석, 우선순위 도출 도구 실습 | 부경대학교 /서울과학 기술대학교 | 5 | 20 | 70 |
| 6차 년도 | 5 | SWMM을 이용한 도시 물 순환 모의 교육 훈련 및 시연회 | SWMM 5 이론 소개 및 SWMM모형의 구축, 물 순환 개선시설 효과 분석, 우선순위 도출 도구 실습 | 부경대학교 /서울과학 기술대학교 | 2 | 8 | 40 |

(차) 기술이전 계약

| 차년도 | 번호 | 기술이전 유형 | 기술실시계약명 | 기술개발 기관 | 대상기관 | 기술실시 발생일자 | 기술료 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4차 년도 | 1 | 프로그램 이전 | 물순환 개선시설 효과 분석 모듈 | 서울과기대 | ㈜ 시더 | 2015.06.17 | 5,000,000 |
| 5차 년도 | 2 | 프로그램 이전 | SWMM(스윔)모형과 연동된 중소유역 물순환 취약성 분석도구 | 서울과기대 | ㈜ 시더 | 2015.07.29 | 5,000,000 |
| | 3 | 프로그램 이전 | 스윔5 모형의 토지이용에 대한 민감도 분석 도구 | 서울과기대 | ㈜ 시더 | 2015.07.29 | 5,000,000 |
| | 4 | 노하우 전수 | 행정구역단위의 물수지분석 관련 노하우 | 충북대학교 | ㈜헥코리아 | 2016.04.16 | 1,100,000 |
| 6차 년도 | 5 | 노하우 전수 | EPA SWMM의 매개변수 추정시스템 및 LID 시설 우선순위 결정을 위한 노하우 | 부경대학교 | ㈜ 시더 | 2017.04.01 | 1,500,000 |
| | 6 | 제품화 | EPA SWMM 모형을 이용한 도시 물 순환 모의 교육회 | 부경대학교 | ㈜ 시더 | 2017.04.18 | 4,880,000 |
| | 7 | 노하우 전수 | EPA SWMM의 매개변수 추정시스템 및 LID 시설 | 부경대학교 | ㈜ LID워터 | 2017.05.01 | 2,000,000 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 우선순위 결정을 위한 노하우 | | | | |
| | 8 | 기술이전 | 스윔(SWMM)5의 매개변수 추정지원 시스템 1.0 | 부경대학교 | 유송 | 2017.05.18 | 10,000,000 |
| | 9 | 기술이전 | 가뭄 지역 시설물관리자의 저수지 운영 기술 적용 | 부산대학교 | 한국농어촌공사 | 2017.04.01 | |

(카) 기술보고서

| 차년도 | 번호 | 보고서 명 | 소속 기관명 | 저자명 | 발간일 | 등록번호 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3차년도 | 1 | 연구성과 실용화 가이드라인 보고서 - 특허 & 소프트웨어 | 서울과학기술대학교 | 정은성, 손태원, 조재화 | 2014.6 | GR 2014-01 |
| 4차년도 | 2 | 실시간 하천유량 계측지점 선정 가이드라인 | K-water | 이을래, 강신욱, 박정은, 최현구, 임지상, 김한나, 이 슬 | 2015.6 | GR 2015-02 |
| | 3 | 유역특성을 고려한 구조적 하천수량 확보 가이드라인 | 부산대학교 | 추태호 | 2015.6 | GR 2015-03 |
| 5차년도 | 4 | 낙동강 표준유역별 기후변화 시나리오의 경향성 분석 및 편의 보정 | 부경대학교 | 이상호, 김상욱 | 2016.5 | GR 2016-08 |
| | 5 | 외부환경 변화에 따른 낙동강 표준유역단위의 물 순환 모의 | 부경대학교 | 박재현, 전상미, 이상호 | 2016.5 | GR 2016-09 |
| | 6 | 탄력성 평가에 의한 하천수량 확보 가이드라인 | 충북대학교 | 맹승진 | 2016.5 | GR 2016-10 |
| 6차년도 | 7 | 평ㆍ갈수기 탄력적 하천 유량 관리 방안 가이드라인 | K-water | 이을래, 임지상, 김한나, 이 슬, 최현구 | 2017.6 | GR 2017-01 |
| | 8 | 경상남도 물이용 종합계획 | 부산대학교 | 추태호 | 2017.5 | TR 2017-06 |

# 11. 기타 사항

## 1) 1세부과제: 대하천 친환경시설물 및 하도 유지관리 기술 개발

| 차년도 | 세세부 과제 | 구 분 | 변경전 | 변경후 | 변경사유 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2차년도 | 1-1 | 위탁연구기관 추가 | - | 서울대학교<br>'12.6.15~'13.6.14<br>총 39.8백만원 | 다기능보 상하류 하상변동 관련 전문연구를 수요발생 |
| 3차년도 | 1-4 | 공동연구기관 변경 | - | 서울대학교<br>'13.6.15~'14.6.30<br>총 146백만원 | 다기능보 상하류 하상변동 관련 연구수요 증가로 위탁연구기관에서 공동연구기관으로 승격 |
| | 1-1 | 연구비 변경 | 연구장비 · 재료비<br>16,615천원 | 연구장비 · 재료비<br>20,865천원 | 타 연구실과의 일정중복에 의한 원활한 장비사용 불가 |
| | 1-5 | 참여기업 변경 | (주)SBB | 노아솔루션(주) | 성과지표의 개발에 따른 연구계획 수정 및 보완됨에 따라 방재 시스템 전문 기업으로 변경 |
| | 한국건설기술연구원(1-6) | 위탁 | 명지대(1-1-1) | 한국건설기술연구원(1-6) | 연구책임자(지운)의 이직으로 인해 1-1-1의 과제를 기존 한국건설기술연구원의 1-6 과제로 통합 |
| 4차년도 | | | | | |
| 5차년도 | 1-5 | 참여기업 변경 | (주)노아솔루션 | (주)지티이 | 단순 참여기업 변경 |
| 6차년도 | 1-1 | 위탁연구기관 추가 | (1-2), (1-4) 세세부 연구기관으로 참여 | 서울대학교<br>'16.6.1~'17.6.30<br>총 70백만원<br>교통대학교<br>'16.6.1~'17.6.30<br>총 60백만원 | 공동연구기관에서 위탁연구기관으로 변경 |
| | 1-4 | 위탁과제 전환 | 5차년도 공동기관 | 1-1-2 위탁과제 | 관련 연구의 연계를 통한 기술 보완 |
| | 1-5 | 참여기업 변경 | (주)지티이 | (주)알엔에이솔루션 | 통합 시스템 개발에 따른 시스템 개발 전문 기업으로 변경 |

## (2) 2세부과제: 첨단기술 기반 하천계측 및 운영 기술 개발

| 차년도 | 세세부과제 | 구 분 | 변경전 | 변경후 | 변경사유 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2차년도 | 2-4 | 하천정보 제공시스템을 위한 연구기관 추가 | 2-4 | 하천정보 제공시스템을 2-5로 분리 | 연구개발 내용의 성격 및 범위를 고려하여 전문 기관의 연구개발이 필요 |
| | 2-4-1 | 하천정보 연계시스템 개발 | - | 2-4-1 | 하천정보 분석 모델, 하천정보 제공시스템 등 하천정보 DB의 자료 연계 및 공유 시스템 필요 |
| | 2-6 | 하천관리기술 검증을 위한 통합테스트베드 운영 관리 | - | 2-6 | 요소기술 검증을 위한 자료 취득 및 통합테스트베드 운영관리의 필요 |
| 3차년도 | 기획과제 | 기획과제 종료 | 2-1 | 기획과제 종료 | 기획 과제 완료로 인한 종료 (2차년도 종료 시) |
| | 2-4 | 연구목표 명칭변경 | 하천정보 분석 모델 및 첨단하천관리 통합운영 시스템 개발 | 하천정보 분석 모델 및 예·경보시스템 개발 | 하천정보 취득, 관리, 분석, 제공시스템을 통합하는 시스템을 기존 첨단하천관리 통합운영시스템으로 정의하였으나, 연구개발 내용에 맞게 명칭을 변경 |
| | 2-4 | 신규 위탁과제 추가 | - | 2-4-2 일본 홋카이도 대학교<br>2-4-3 미국 지질조사국<br>위탁기관 추가 | 2-4 대하천수질사고 경보시스템 개발 및 국제협력연구 추가에 따른 신규 위탁기관 추가 |
| | 2-5 | 국제협력과제 연구추가 | 2-5세세부<br>□첨단기술기반의 지능형 하천정보 제공시스템 개발 | 기존 2-5세세부 과제와 국제 협력연구 추가 진행 (수질사고 경보시스템GUI개발) | 국제협력 연구추가 |
| | 2-5<br>2-3 | 연구범위조정 | 2-5세세부<br>□시계열 정보 관리 및 표출 | 2-3세세부에 업무내용이관 | 국제협력 연구추가로 연구범위 조정 |
| | 2-1 | 기관 추가 | - | 2-1 | 2차년도 기획과제에 의한 휴대용 초음파유속계의 인터페이스 개발 및 검증을 위해 기관 추가 |
| | 2-7 | 기관 추가 | - | 2-7 | 2차년도 기획과제에 의한 휴대용 초음파유속계의 개발을 위해 기관 추가 |
| | 2-8 | 기관 추가 | - | 2-8 | 2차년도 기획과제에 의한 휴대용 표면영상유속계의 개발을 위해 |

| | | | | | 기관 추가 |
|---|---|---|---|---|---|
| 4차 년도 | 2-1 | 공동연구기관에서 위탁기관으로 변경 | 2-1 | 2-4-2 | 초음파 유속계 사용자 인터페이스 실용화 |
| | 2-2 | 연구성과 완료에 따른 조기종료 | 2-2 | 과제 완료 | 2-2세세부 과제의 조기종료에 따른 연구성과의 실용화를 위한 2-6세세부, 2-9세세부 연구내용 일부 조정 |
| | 2-4-1<br>2-5 | 위탁과제 조기종료에 따른 업무이관 | 위탁과제 2-4-1 세세부 하천정보 연계시스템 구축 수행 | 2-4-1업무내용을 2-5에 이관 | 2-4-1 단국대에서 4차년도 국제협력연구 추가에 따른 연구범위 조정 |
| | 2-5 | 기관 대체 및 위탁과제 전환 | 2-5 | 2-4-3 | 지속적인 연구활동 불가로 기관변경 및 위탁과제로 인한 연구범위 및 내용 조정 |
| | 2-9 | 공동기관으로 변경 | 위탁과제 2-4-1 세세부 하천정보 연계시스템 구축 수행 | 2-9 공동기관으로 변경 후 국제협력연구 진행 | 4차년도 국제협력연구 추가에 따른 2세부 연구수행 체계 변화 |
| 5차 년도 | 2-3 | 조기종료 | 2-3 공동과제 | 5차년도 종료과제 | 연구개발의 완료로 인해 5차년도 과제 종료 |
| | 2-4-1 | 개발완료에 따른 부분종료 | 2-4-1 위탁과제 | 6차년도는 서울대학교 부분만 진행 | 가시화 S/W개발 완료로 인해 홋카이도대학 부분 종료 |
| 6차 년도 | 2-4-2 | 연구과제 세부 변경 | 2-4-2 위탁과제 | 5-1-3 위탁과제 | 유속계 실용화 관련 연구단 총괄 5세부에 포함 |
| | 2-6 | 위탁과제 전환 | 공동연구과제 | 2-4의 위탁연구과제로 2-4-4로 변경 | -세부과제 최종연구성과 도출을 위한 연구추진체계 개선 |
| | 2-9 | 위탁과제 전환 | 2-9 공동과제 | 2-4-5 위탁과제 | 불확도 소프트웨어 개발로 2-4 위탁과제 전환 |

## (3) 3세부과제: 한국형 수문량 분석 선진화 기술 개발

| 차년도 | 세세부과제 | 구 분 | 변경전 | 변경후 | 변경사유 |
|---|---|---|---|---|---|
| 5차년도 | 3-2 | 위탁과제 전환 | 3-2 공동과제<br>(단국대학교) | 3-1-1 위탁과제<br>(단국대학교) | 세부구성 및 연구체계의 변동 |
| 6차년도 | 3-6 | 위탁과제 전환 | 3-6 공동과제<br>(충북대학교) | 3-1-2 위탁과제<br>(충북대학교) | 세부구성 및 연구체계의 변동 |
| | 3-4 | 조기종료 | 3-4 공동과제<br>(성균관대학교) | 5차년도 후 조기종료 | 연구 조기 종료로 인한 제외 |
| | 3-5 | 조기종료 | 3-5 공동과제<br>(건설기술연구원) | 5차년도 후 조기종료 | 연구 조기 종료로 인한 제외 |

## (4) 4세부과제: 물안보 확보를 위한 하천의 탄력적 물관리 기술 개발

| 차년도 | 세세부과제 | 구 분 | 변경전 | 변경후 | 변경사유 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2차년도 | 4세부 | 공동연구기간 추가 | 협동기관<br>(K-water)<br>위탁기관<br>(미자연, 올포랜드) | 공동기관(4-1)<br>부경대,<br>공동기관(4-2)<br>서울과기대,<br>협동기관(4-3)<br>K-water<br>위탁기관(4-3-1)올포랜드,<br>공동기관(4-5)<br>부산대,<br>공동기관(4-6)<br>충남대,<br>공동기관(4-7)<br>충북대 | - 2차년도 분리공모를 통해 공동연구기관으로 참여 |
| | 4-4 | 위탁기관에서 공동연구기관으로변경 | 위탁기관<br>(미래자연연구원) | 공동기관(4-4)<br>미자연 | - 2차년도 수리권 이용률 및 수자원 가용성 평가 연구 |
| 3차년도 | - | - | - | - | - |
| 4차년도 | 4-3 | 협동 연구책임자 변경 | 김정곤<br>('11.12~'14.06) | 이을래<br>('14.07~현재) | - '14.06.27 전임자 퇴사<br>- (KAIA 변경승인)' 14.07.31 |
| | 4세부 | 참여기업 추가<br>(4세부) | ㈜에이치큐테크 | ㈜에이치큐테크<br>한국자연환경연구소 | - 실용화 추진을 위한 참여기업 추가 |
| | 4-2 | 공동기관 조기종료 | 5차년도 까지 연구수행 | 4-1 과제로 연구내용 편입 | - 과제 조기 종료로 인해 4-1과제로 연구내용 편입 |
| | 4-4 | 공동기관 조기종료 | (4-4)<br>미래자연연구원 | 조기종료 | - 연구 조기 종료로 인한 제외<br>- (4차년도 종료시) |
| | 4-3-1 | 위탁기관 조기종료 | (4-3-1)㈜올포랜드 | 조기종료 | - 연구 조기 종료로 인한 제외<br>- (4차년도 종료시) |
| 5차년도 | 4-1 | 연구내용 추가 | 4-1과 4-2과제가 각 공동기관으로 연구 수행 | 5차년도부터 4-1과제에서 4-2과제의 연구 내용을 통합하여 연구 수행 | - 4-2과제의 4차년도 종료에 따라 4-2과제에서 개발된 프로그램의 실용화(기술이전 및 통합 프로그램 개발) 추진을 위해 4-1과제에서 통합 수행 |
| | 4세 | 참여기업 | ㈜에이치큐테크 | ㈜에이치큐테크 | - 실용화 추진을 위한 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 부 | 추가<br>(4세부) | | ㈜한국자연환경연구소 | 참여기업 추가 |
| 6차 년도 | 4-7 | 과제종료 후 위탁기관으로 변경 | (4-7) 충북대학교 | 6차년도부터<br>4-3과제에<br>위탁연구기관(4-3-1)으로 변경 | - 실용화 추진을 위한 세부과제의 개발성과의 용·복합 방안 도출<br>- 세부구성 및 연구체계의 변동 |
| | 4세부 | 참여기업 변경<br>(4세부) | ㈜에이치큐테크<br>㈜한국자연환경연구소 | ㈜한국자연환경연구소<br>,<br>㈜한국수안 | - 연차별 연구진행 방향과 맞는 참여기업으로 변경함 |

# 12. 참고 문헌


- 국토교통부(2011) 확률강우량도 개선 및 보완 연구.
- 국토해양부(2011) 차세대 홍수방어 기술 개발.
- 국토해양부(2013). 하도안정화를 위한 유사관리계획 수립연구.
- 산림청(2013). 산사태 발생 위험지의 통합관리 방안 연구.
- 안태진, 김성섭, 김중훈, 박정훈, 백천우, 김형수, 전승훈, 최성열(2010) 강변저류지 조성 가이드라인.
- 유형석, 김규한, 정의진(2010) 해운대 해수욕장의 이안류 발생기구 및 수치모의1. 대한토목학회 논문집, 대한토목학회. 제32권 제4호, pp. 276-310.
- 유형석, 김규한, 정의진(2011) 해운대 해수욕장의 이안류 발생기구 및 수치모의2. 대한토목학회 논문집, 대한토목학회. 제39권 제1호, pp. 1276-1310.
- 한건연, 김지성, 백진규, 박홍성(2005) 하천에서 천변저류지의 홍수저감효과 분석. 대한토목학회 정기학술대회, 대한토목학회. pp. 234-237.
- Acheson, A.R.(1968). “River control and drainage in New Zealand and some comparisons with overseas practices.”, Ministry of Works, Wellington, New Zealand
- Ashida, K. and Michiue, M. (1972). “Study on hydraulic resistance and bed-load trasport rate in alluvial streams.” Proc. JSCE, pp. 59~69 (in Japanese).
- Bates, K. (1991). “Pool-and-chute fishways.” In Fisheries Bioengineering Symposium: American Fisheries Society Symposium 10, pp. 268.
- Buchanan, R. A., & Skalski, J. R. (2010). “Using multistate mark-recapture methods to model adult salmonid migration in an industrialized river.” Ecological Modelling, 221(4), pp. 582-589.
- Choi, S.U. and Oh, D.W. (2004). “Finite Element Modeling of Shallow Water Equations for Numerical Simulation of Flows near Spur-Dike.” Advences in Hydro-Science and Engineering, Vol. 6, pp. 1-9.
- Crosato, A., Mosselman, E., Desta, F. B. and Uijttewaal, W. S. J. (2011). “Experimental and numerical evidence for intrinsic nonmigrating bars in alluvial channels.” Water Resources Research, Vol. 47, W03511.
- Donald F. Hayes, Trudy J. Olin, J. Craig (2000). Fischenich and Michael R.

Palermo (2000) Wetlands Engineering Handbook. US Army Corps of Engineers.

- DPHW (Department of public works and highways) (2002). Technical standards and guidelines for planning and design.
- Engelund, F. (1974). "Flow and Bed Topography in Channel Bend." Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 100, No. 11, pp. 1631-1648.
- Ferrari, G. E., Politano, M., & Weber, L. (2009). "Numerical simulation of free surface flows on a fish bypass." Computers & Fluids, 38(5), 997-1002.
- FHWA (1984). "Selection and design of Flow Control and Streambank Stabilization Structure." US. DOT, FHWA, Rep. No. FHWA/RD 83/099, Washington, D.C.
- FHWA(1985). "Design of Spur-type Streambank Stabilization Structures. U.S. DOT, FHWA, Rep. No. FHWA/RD 84/101, Mclean, VA. pp. 60-72.
- Finney, K., Gharabaghi, B. (2011). Using the PCSWMM 2010 SRTC tool to design a compost biofilter for highway stormwater runoff treatment. Journal Water Management Modelling, R241-R209.
- Fisher, H.B. (1973). "Longitudinal dispersion and turbulent mixing in open-channel flow." Annual Review of Fluid Mechanics, Vol. 5, pp. 59-78.
- Francis, J.R., Pattanick, A., and Wearne, S.(1968). "Observations of flow patterns around some simplified groyne structures in channels.", Technical Note No. 8, Proceedings, Institution of Civil Engineers, London, England, pp. 829-846.
- Ghodsian, M. and Vaghefi, M. (2009). "Experimental study on scour and flow field in a scour hole around a T-shape spur dike in a 90° bend.", Int. J. of sediment Research, Vol. 24, No.2, pp. 145-458.
- Hasegawa, K. (1984). Hydraulic Study on Alluvial Meandering Channel Planes and Bedform Topography-affected Flows, Doctoral paper, Hokkaido University, pp. 1-184
- Hayashi, T. (1970) "The Formation of Meanders in Rivers," Proceedings, Japan Society of Civil Engineers, No. 180, pp. 61-70 (in Japanese).
- Hayashi, T., and Braids (1980). "Alluvial bed form analysis-formation of alternating bars and braids" Application of Stochastic Process in Sediment Transport, H. W. Shen and H. Kikkawa, eds., Water Resources Publications, Littleton, Colo., pp. 1-40.

- Howard, H. and Chang, M(1985). “Formation of alternate bars.” J. Hydraul. Eng., 111(11), pp. 1412-1420.
- Huang, Y., Qi, S., Liu, X., Xie, J., Liu, D., Zhao, H. (2015). “Sediment management decision making of the Sanmenxia reservoir based on RESCON model.” African Journal of Agricultural Research, Vol. 10, No. 24. pp. 2332-2443.
- Iftikhar, S. (2016). “Site suitability analysis for small multipurpose dams using geospatial technologies.” Journal of Remote Sensing & GIS, Vol.5, No.2, pp. 1-13.
- Ikeda, S. (1984). “Prediction of alternate bar wavelength and height.” J. Hydraul. Eng., 110(4), pp. 371-386.
- Im, D., Kang, H., Kim, K. H., & Choi, S. U. (2011). “Changes of river morphology and physical fish habitat following weir removal.” Ecological Engineering, 37(6), pp. 883-892.
- Itakura, T. and Kishi, T. (1980). “Open channel flow with suspended Sediments.” Proc. of ASCE, HY8, pp. 1325-1343.
- Kamula, R. (2001). “Flow over weirs whit application to fish passage facilities. Academic Dissertation.” Department of Process and Environmental Engineering, University of Oulu, Finland.
- Katopodis, C. (1992). Introduction to Fishway Design. Freshwater Institute. Central and Arctic Region, Department of Fisheries and Oceans.
- Kim, A.H. and Lee, S.H. (2010) “A mechanism for rip currents their causes.” Journal of Fluid Mechnaics, Vol. 133, pp. 47-57.
- Kinoshita, R. (1957). “Formation of dunes on river bed.” Transactions, Japan Society of Civie Engineers, No. 42, pp. 1-21.
- Kuroki, M. and Kishi, T. (1984). “Regime criteria on bars and braides in alluvial straight channels.” Proc.JSCE, 342, pp. 87-96.
- Lewis A. Rossman (2015). Storm Water Management Model User’s Manual, Version 5.1. EPA/600/R-14/413b.
- Lewis A. Rossman and Wayne C. Huber (2016). Storm water Management Model Reference Manual, Volume I - Hydrology. EPA/600/R-15/162A.
- Lewis A. Rossman and Wayne C. Huber (2016). Storm water Management Model

Reference Manual, Volume III - Water Quality. EPA/600/R-16/093.

- Marriner, B. A., Baki, A. B. M., Zhu, D. Z., Thiem, J. D., Cooke, S. J., & Katopodis, C. (2014). "Field and numerical assessment of turning pool hydraulics in a vertical slot fishway." Ecological Engineering, 63, pp. 88-101.
- Meyer-Peter, E. and Muller, R. (1948). "Formulas for bed load transport." Proceedings Second Meeting of International Association for Hydraulic Structures Research, Stockholm.
- Natural Resources Conservation Service, (2007). Technical Supplement 14G-Grade Stabilization Techniques, National Engineering Handbook Part 654-Stream Restoration Design.
- Rajatnam, M.N. and Nwachukwu, B.A.(1983). "Flow near groin-like Structure.", Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 109, No. 3, pp. 463-480.
- Redeker, M. (2014). An Overview of the New German Fishway Standard for Upstream Fish Passage.
- Rossman, L.A. (2010). Storm Water Management Model User's Manual, Version 5.0. United States Environmental Protection Agency, Water Supply and Water Resources Division, National Risk Management Research Laboratory, Cincinnati, Ohio.
- Rubey, W.W. (1933). "Settling velocity of gravel, sand and silt particles." Amer. Jour. Sci, 25, pp. 325-338.
- Santos, J. M., Branco, P. J., Silva, A. T., Katopodis, C., Pinheiro, A. N., Viseu, T., & Ferreira, M. T. (2013). "Effect of two flow regimes on the upstream movements of the Iberian barbel (Luciobarbus bocagei) in an experimental pool-type fishway." Journal of Applied Ichthyology, 29(2), pp. 425-430.
- Seminara, G. and Tubino, M. (1989). "On the process of meander formation." Fouth Int'l symp. on River Sedimentation, Beijing, China.
- Senga, Y., 1991. "A reservoir operational rule for irrigation in Japan." Irrigation and Drainage System, 5(2), pp. 129-140.
- Shields, F. D. Jr., Knight, S.S. and Cooper, C.M. (2000). "Warmwater stream bank protection and fish habitat: a comparative study." Environmental Management, Vol. 26, No. 3, pp. 317-328.
- Shimizu, Y., Takuyam, I., Michihiro, H. and Toshiki I. (2011). Nays2D Solver

Manual of iRIC Software.

- Shoemaker, L., Riverson, J., Khalid, A., Zhen, J., Sabu, P., Rafi, T. (2009). SUSTAIN, a Framework for Placement of Best Management Practices in Urban Watersheds to Protect Water Quality. Report EPA/600/R-09/095, USEPA, Washington, DC, USA.
- Strikler, A. (1923). "Beitraege zur Frage der Geschwindigkeits formel und der Rauhigkeitszahlen fuer Stroeme, Kanaele und geschlossene Leitungen", Mitteilungen des Amtes fuer Wasserw irtschaft, No. 16.
- Suedel, B.C., Kim, J., Clarke, D.G., Linkov, I. (2008). "A risk-informed decision framework for setting environmental windows for dredging projects." Science of the Total Environmental, ELSEVIER, Vol. 403, No. 1, pp. 1-11.
- Sullivan, C.A., Meigh, J.R., Fediw, T.(2002). Developing and Testing the Water Poverty Index: Phase I Final Report. Report to Department for International Development. Centre for Ecology and Hydrology, Wallingford, U.K.
- TRB(Transportation Research Board). (2001). A Process for Setting, Managing, and Monitoring Environmental Windows for Dredging Projects. Special Report 262, Washington, D.C.
- U.S. Army Corps of Engineers. (1993). Scour and Deposition in Rivers and Reservoirs, User's Manual, HEC-6, Hydrologic Engineering Center, Davis, CA, USA.
- U.S. Bureau of Reclamation (1990), Watershed & River Systems Management Program.
- U.S. Department of Interior, Bureau of Reclamation (1977). Design of Small Dams, A water resources technical publication. Washington, D.C. USA.
- USACE(US Army Corps of Engineers). (1998). Environmental Windows Associated with Dredging Operations, Technical Note DOER-E2, Vicksburg.
- Van der Sterren, M., Rahman, A., Ryan, G. (2014). "Modeling of a lot scale rainwater tank system in XP-SWMM: a case study in western Sydney, Australia." J. Environ. Manage. 141, pp. 177-189.
- Watanabe, A., Fukuoka, S., Yasutake, Y., and Kawaguchi, H. (2001). "Method for arranging vegetation grions at bends for control of bed variation." Collection of Papers on River Engineering, Vol. 7, pp. 285-290.

- Watanabe, A., Fukuoka, S., Yasutake, Y., and Kawaguchi, H. (2001). “Method for arranging vegetation grions at bends for control of bed variation.”, Collection of Papers on River Engineering, Vol. 7, pp. 285-290.
- Webel, G. and Schatzmann, M. (1984). “Transverse mixing in open channel flow.” Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 110, No. 4, pp. 423-435.
- Yagci, O. (2010). “Hydraulic aspects of pool-weir fishways as ecologically friendly water structure.” Ecological Engineering, 36(1), pp. 36-46.
- Yeo, H.K., Roh, Y.S., Kang J.G., and Kim, S.J.(2006). “Variations of flow alignment and separation region around a groyne.” Journal of Korea Water Resoources Association, Vol. 39, No. 4, pp. 313-320.
- Zhang, H. and Nakagawa, H. (2008). “Scour around Spur Dyke: Recent Advances and Future Researches.” 京都大学防災研究所年報, No. 51, pp. 633-652.
- 須田政勝 (2006). 『水法・国土保全法-治水 `利水そして環境へ』,山海堂.
- Outline of FRICS, http://www.river.or.jp/outline/
- USGS Water Data for the Nation, https://waterdata.usgs.gov/nwis
- Watershed and River Systems Management Program-Columbia Basins Project Decision Support System (DSS), https://www.usbr.gov/research/projects/detail.cfm?id=621
- WaterWare: Water Resources Management Information System, http://www.ess.co.at/WATERWARE/
- NEPA(National Environmental Policy Act) of 1969.
- Rivers and Harbors Act of 1899.