

친환경적 한반도 대운하 개발을 위한 기획연구

Planning Research for Eco-friendly Development of
Korea Grand Canal

2008. 11.

한국해양연구원

제 출 문

한국해양연구원장 귀하

본 보고서를 “친환경적 한반도 대운하 개발을 위한 기획연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2008. 11

총괄연구책임자 : 이 광수

참여연구원 : 정 원 무, 박 우 선,

권 오 순, 장 인 성,

한 상 훈, 오 상 호,

(이상 연안개발·에너지 연구부),

공 인 영(해양안전·방제기술연구부),

주 세 중(해양생물자원연구부),

김 경 태, 강 성 현

(이상 해양환경·방제연구부),

김 영 호, 권 재 일

(이상 기후·연안재해연구부)

제1장 서 언	1
제2장 경부 운하 건설의 주요 고려사항	3
2.1 개요	3
2.2 기존의 쟁점 사항	3
2.3 바다 관점의 주요 고려사항	7
제3장 바다 관점의 핵심세부기술 도출	9
3.1 개요	9
3.2 바다 관점의 고려사항에 대한 연구동향 분석	9
3.2.1 하구역의 환경 및 해상안전	9
3.2.2 안전하고 효율적인 운송시스템	20
3.2.3 고효율 내륙 항만	32
3.3 관련 세부기술의 추진 방안	49
3.3.1 하구역의 환경 및 해상안전	49
3.3.2 안전하고 효율적인 운송시스템	50
3.3.3 고효율 내륙 항만	52
3.4 핵심세부연구과제 도출	54
제4장 핵심 세부연구과제 (RFP)	55
4.1 하구역의 환경 및 해상안전	55
4.1.1 대운하 관문 지역 및 주변 해역의 생태, 환경적 가치 지속적 이용 평	

가 기술	55
4.1.2 대운하 건설에 따른 관문 지역 및 주변해역의 환경변화 감시 및 기능 유지/회복 체계 구축	58
4.2 안전하고 효율적인 운송시스템	62
4.2.1 한국의 내륙수로 운항에 적합한 한국형 표준 선형 설계 및 성능해석 기술 개발	62
4.2.2 선박의 운항안전성 및 효율성 확보를 위한 내륙수로 평면배치 설계 기 술 개발	68
4.2.3 내륙수로 물류의 안전성/경제성 제고를 위한 지능형 수로 운영 기술 개발	71
4.2.4 수로에서의 선박 사고 방지 및 선박 운항 안전성 향상 기술 개발	75
4.2.5 유사시 구난방제 및 환경보호 기술	78
4.2.6 내륙수로 이용 극대화 기술	81
4.3 고효율 내륙 항만	84
4.3.1 친환경 내륙 항만 개발기술	84
4.3.2 U-기반 내륙터미널 운영시스템	87
제5장 연구성과 활용방안 및 기대효과	90
5.1 활용방안	90
5.2 기대효과	90

제1장 서 언

'한반도 대운하'는 한강 및 낙동강 수계를 연결하여 서울과 부산을 잇는 540여km (수심 6m 내외, 폭 50~300m)의 경부 운하를 시작으로, 낙동강-금강-영산강을 잇는 200km의 호남 운하 및 충청 운하와 향후 북한의 압록강까지 연결하는 남북 운하를 포함한다.

이러한 한반도 대운하 사업이 계획 및 추진되는 과정에서 찬성과 반대 의견이 분분한데, 대운하 사업의 전체적인 시스템을 비롯하여 경제성, 환경적인 측면 등 다양한 논점에 대해 많은 토의가 이루어지고 있다. 하지만, 하구역을 포함한 바다 관점에서는 집중적으로 토의되거나 검토되지 못한 것이 사실이다.

대운하를 반대하는 측에서의 주요 반대 논리 중의 하나가 대운하 건설과 유지관리시의 환경파괴와 훼손 가능성이다. 즉, 대운하 사업의 기본전제는 친환경적인 건설과 유지관리가 전제되어야 한다는 것이다. 이러한 친환경적인 대운하의 건설과 유지관리를 위해서는 운하경로상(특히, 하구역 영역)의 수질과 생태환경에 대한 모니터링 및 예측을 비롯하여 오염물질 방제, 친환경 운송시스템 개발 및 친환경 내륙 항만 건설 등에 대해서도 집중적인 검토가 반드시 필요하다.

한국해양연구원에서는 그동안 하구역의 기능회복 기술을 위한 연구, 연안재해 대응을 위한 예측 시스템 개발 연구, 연안방재를 위한 해양관측시스템 개발 연구 등을 통해서 대운하 경로상의 하구역 영역에 대한 수질환경 및 생태환경 모니터링과 보존, 연안방재 등과 같은 친환경적인 대운하 건설에 필요한 요소기술을 개발해 왔다.

이번 기획연구의 주 목표는 한국해양연구원의 입장에서 친환경적인 대운하 개발을 위해 필요한 핵심기술들을 도출하고자 하는 것으로, 한국해양연구원이 가지

고 있는 고유기능을 비롯하여 관련 전문가 인력 및 축적된 노하우, 연구 실적 등을 최대한 활용하여 연구를 수행하였다.

본 보고서 제 2 장에서는 한반도 대운하 계획 중 경부운하와 관련한 주요 논점에 대해 기존에 논의되었던 내용을 바탕으로 정리함과 동시에 바다 관점에서 추가적으로 고려하여야 할 사항에 대해 정리하였다. 이때 1) 하구역의 환경 및 해상안전, 2) 안전하고 효율적인 운송시스템, 3) 고효율 내륙 항만 등 3가지 핵심어(keywords)를 바탕으로 고려사항을 구분하였다. 제 3 장에서는 다양한 고려사항에 대해 간략하게 설명하고, 국내외 기술개발동향을 비롯하여 세부핵심기술 및 확보 방향에 대하여 고찰하였으며, 제 4 장에서는 친환경 한반도 대운하 건설시 기술적으로 해결되어야 할 문제들에 대해서 한국해양연구원이 수행 가능한 부분을 바탕으로 RFP(Request For Proposal) 형식으로 정리하였다.

제2장 경부 운하 건설의 주요 고려사항

2.1 개요

- 경부 운하 건설과 관련하여 여러 시각에서 다양한 쟁점 사항이 논의되고 있음.
- 이 장에서는 경부 운하 건설시 이미 논의된 바 있는 주요 쟁점 사항과 함께, 바다를 주로 연구하는 한국해양연구원의 관점에서 기존 쟁점 사항에서 다루지 않은 고려사항들을 중점적으로 제시함.
- 3가지의 주요 keywords로 구분하여 정리.
 - 하구역의 환경 및 해상안전
 - 안전하고 효율적인 운송시스템
 - 고효율 내륙 항만

2.2 기존의 쟁점 사항

- 운하여건, 운하정책, 물류시스템, 물동량, 운항시간, 운항일수, 경제성, 사업비, 골재채취, 공사기간, 교량보수, 취수원, 환경생태, 수 질, 선박사고, 홍 수, 지역 개발 효과 등 총 16개의 주요 쟁점으로 구분하고 있음.
- 각 쟁점별로 찬성과 반대 측 의견이 제시.
- 하구역과 주변해역을 포함하여 해양/항만 관점에 대한 사항들은 배제되어 있음.

쟁점	찬 성	반 대
운하여건	<ul style="list-style-type: none"> ·독일보다 운하여건 좋음 - 한강-낙동강은 EL110m 극복 - 마인-도나우강은 EL350m 극복 ·운하건설로 하천수량을 확보하여 유량변동계수를 줄일수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ·지형, 기후적으로 불리 ·유량변동계수가 크다(90~260) <ul style="list-style-type: none"> * 라인강: 18, 양자강 22 ·주운은 장거리 운송수단 ·3면이 바다로 해운이 유리
운하정책	<ul style="list-style-type: none"> ·EU에서 친환경 운송수단으로 적극 권장(나이아데스) ·유류비 절감: 트럭의 1/3 수준 - 운하 1.3리터, 트럭 4.1리터 ·CO₂ 배출량 트럭의 1/5 수준 - 운하 33.4g, 트럭 164g 	<ul style="list-style-type: none"> ·유럽전체의 운하이용률은 3~ 4%에 불과하며 감소추세 ·톤-km당 비용은 철도와 비슷 <ul style="list-style-type: none"> - 철도 0.03유로, 주운 0.02유로 * 도로(중형) 0.17유로 ·철도가 CO₂ 배출량 가장 적음 ·질소산화물은 운하가 더 많음 <ul style="list-style-type: none"> - 톤km당 트럭 542mg, 운하 833mg * 미세먼지도 운하가 트럭의 2배
물류시스템	<ul style="list-style-type: none"> ·과도한 도로운송으로 비효율 - 고속도로는 전체의 2.9% - 도로의 수송점유율 90.4%(04년) - OECD중 교통인프라 27위로 열약 ·기업물류비가 높은 수준 - 한국 9.7%, 미국 7.5%, 일본 4.8% ·도로 물류비가 비싼 원인은 도로포화 때문임 - 2500톤 선박은 컨테이너 150개이상 운송하여 교통혼잡 해소 	<ul style="list-style-type: none"> ·물류문제의 해결은 주운이 아니라 물류시스템의 정비가 필요 ·OECD국가중 도로연장 19위, 인구당 도로연장 30위 -도로연장대비 고속도로는 2위로 지역간 물류이동역할 높음 ·GDP 대비 물류비는 유럽과 비슷 -독일 15.3%, 네덜란드 11.9% ·비영업용 화물차량(비전문업체)이 많아서 물류비가 높음
물동량	<ul style="list-style-type: none"> ·경부축 컨테이너 물량 흡수 - '12년: 14%, '20년: 22% *103.9만TEU(2012년 기준,광승준 교수) ·경제성장, 한미FTA, 지역간 이동물동량을 감안하면 운하수송 물동량은 크게 증가 예상 - 95만TEU 증가예상(전국, '15년까지) ·벌크화물은 연안수송 물량의 10%이상 흡수 ·우리나라 수출입화물의 99.7%는 해상을 통해 이루어짐 - 운하와 연결시 물류비 절감 	<ul style="list-style-type: none"> ·경부축 컨테이너 물량 흡수 - 5~10% (홍중호 교수) ·경부운하 이용 벌크화물 없음 -시멘트, 유연탄은 해운,철도 유리 ·경부축 컨테이너물동량의 감소 추세 -부산항 물동량이 광양항, 인천항, 평택항 등으로 분산 *01년 대비 '06년 물동량 분담비율 부산항(8.8%)감소 ·우리나라 물류는 단거리 소량화물이 많아 경부운하 불필요 -도로화물의 70%가 단거리 운송

쟁점	찬 성	반 대
운항시간	<ul style="list-style-type: none"> · 27.5시간(10~35km/hr) · 물류에서 중요한 것은 시간단축이 아니라 정시성임 -연안운송을 낮게 평가하는 이유는 시간의 안정성이 떨어지기 때문 · 독일의 선박속도가 느린 것은 수심이 얕기 때문임 	<ul style="list-style-type: none"> · 60~70시간(20km/hr이하) · 독일 마인-도나우 운하는 주행속도 13km/hr(최대 18km/hr) -프랑크푸르트~켈하임(528km), 갑문 48개로 107시간 소요 · 운송시간에서 운하는 철도와 연안 운송보다 경쟁력 낮음
운항일수	<ul style="list-style-type: none"> · 350일/년 · 홍수 3일, 갈수 7일, 태풍 3일,결빙 2일 등 불가능일수 15일 	<ul style="list-style-type: none"> · 325일/년 이하 · 홍수, 결빙 등을 고려하면 불가능 일수 40일 이상 * MD 운하는 3개월 중단
경제성	<ul style="list-style-type: none"> · B/C= 2.3(곽승준교수) · 편익 37조원으로 경제적 · 운하사업의 목적인 산업파급효과(일자리창출 포함)를 편익에 포함하여야 함 	<ul style="list-style-type: none"> · B/C= 0.05~0.28(홍종호교수) · 편익 2.1~5.6조원 · 찬성측 결과는 경제성 분석 원칙에 어긋나고 유지관리비용 등 누락
사업비	<ul style="list-style-type: none"> · 16조원 - 공사비 14.1조원 - 보상비 1.1조원 - 환경훼손비용 1.08조원 	<ul style="list-style-type: none"> · 공사비 32~54조원 - 굴착/사토비, 취수원 이전비, 강변 여과수시설비, 환경훼손비용, 유지관리비 등
골재채취	<ul style="list-style-type: none"> · 골재판매로 8조3천억원 재원조달 · 골재개발가능량 834백만m³ - 주운수심 6~9m 기준 * 골재부존량은 17.7억m³ 	<ul style="list-style-type: none"> · 골재수익 2조2천억원에 불과 · 채취가능량은 개발가능량의 51%로 420백만m³으로 수익 감소 · 골재량 산정시 지류까지 포함된양으로 제외하면 360백만m³ · 판매금액은 생산비, 운송비를 고려하여 2조2천억원에 불과 - 360백만m³×6,000원/m³
공사기간	<ul style="list-style-type: none"> · 4년 -구간별로 동시에 추진하면 4년내 완료 가능 	<ul style="list-style-type: none"> · 10년 이상 -사업준비 기간만 3년정도 소요
교량보수	<ul style="list-style-type: none"> · 14개 - 형하고 8m 기준 (2,500톤급 선박) 	<ul style="list-style-type: none"> · 48개 - 형하고 11m 기준 (5,000톤급 선박)

쟁점	찬 성	반 대
취수원	<ul style="list-style-type: none"> · 취수원은 그대로 활용해도 무방 - 운하와 관계없이 깨끗한 취수원확보를 위해 일부 이전 및 강변여과수 도입 	<ul style="list-style-type: none"> · 취수원 오염으로 식수대란 - 취수원이전 비용(3~8조원)과다 - 강변여과수는 수량확보가 충분하지 못하고, 비용증가 * 7.8조원 소요
환경생태	<ul style="list-style-type: none"> · 환경 대안 마련으로 영향 최소화 - 인공수로는 40여km에 불과하고 주변에 생태하천, 습지 등 조성으로 환경 개선 - 풍부한 수량으로 지하수위 안정 	<ul style="list-style-type: none"> · 환경오염, 생태 파괴 불가피 - 한강,낙동강 전구간을 굴착하고 인공수로화하므로 하상평형파괴, 유사교란, 지하수위 변화 등 환경훼손 초래
수 질	<ul style="list-style-type: none"> · 수질오염을 근본적으로 차단 - 하천정비사업으로 오염물질 유입을 사전 차단하여 수질개선 - 퇴적물 준설, 수량이 풍부해져 자연 정화 효과 * QUAL2K 수질모델결과 BOD 15%, 총인 20% 개선 	<ul style="list-style-type: none"> · 흐름이 정체되어 수질악화 (체류일수 5.6배증가) - 하천의 호소화 및 부영양화로 식수원기능 상실 · 취수원이전, 강변여과수를 선택하는 것은 수질이 나빠지기 때문임
선박사고	<ul style="list-style-type: none"> · 유럽에서는 운하가 가장 안전한 운송 수단 - 안정성이 높아 독극물, 유류 등을 운하로 운송 * 사고발생비용(톤km당): 주운 0.06, 공로 10.68원 · 우리나라는 독극물등 운항금지, 친환경연료(LNG등) 사용으로 사고시에도 안전 	<ul style="list-style-type: none"> · 운하사고는 피할 수 없음 -일정부분 사고가 일어나며, 시멘트나 화학약품이 쏟아지면 수질오염 불가피 * RMD운하 사고 519건('99년)
홍 수	<ul style="list-style-type: none"> · 홍수소통 원활 및 침수피해 방지 - 한강,낙동강유량이 7억톤에서 17억톤으로 증가(10억톤 저장) - 수문(水門)형식의 보로 설계하여 현재보다 120% 홍수소통 가능 	<ul style="list-style-type: none"> · 수위상승으로 침수피해 예상 - 수위상승시 제방 피해, 지류영향 문제 발생
지역개발 효과	<ul style="list-style-type: none"> · 내륙항 개발로 균형발전 효과 - 터미널, 배후단지 건설로 지역발전 가속화(물류 거점 확대) * 효율적 물류시스템(해외직항)으로 수출 증대 · 부동산 투기는 철저한 통제로 사전 억제 	<ul style="list-style-type: none"> · 물동량이 없어 지역개발 효과 적음 - 난립하는 물류시설로 경쟁력 상실 · 외지인의 부동산 투기로 지역 사회문제 야기
고용창출	30만명(공사비 10억원당 20명효과)	380명 (건설기간중 임시직)

2.3 바다 관점의 주요 고려사항

분류	고려사항	주요어	기존 쟁점과 관계
하구역의 환경 및 해상안전	1. 대운하 계획 단계에서, 생태, 환경적 가치평가 및 타당성을 관문지역 및 주변해역에서는 검토하고 있는가?	운하, 생태·환경적 가치 평가, 관문지역, 하구역	환경생태, 수질
	2. 대운하 건설이 관문지역 및 주변해역의 수리, 수질, 저질, 생태 및 퇴적 환경에 미치는 영향에 대해 체계적인 평가 계획이 수립되어 있는가?	운하, 환경위해성, 환경영향평가, 관문지역, 하구역	환경생태, 수질
	3. 대운하 건설이 관문지역 및 주변해역의 수리, 수질, 저질, 생태 및 퇴적 환경에 미치는 악영향을 최소화하고 훼손된 기능을 회복할 수 있는 대안이 있는가?	운하, 생태계기능복원, 환경보전 방안 수립, 관문지역, 하구역문지역, 하구역	환경생태, 수질
	4. 대운하 관문지역 및 주변해역의 태풍과 해일 등에 대한 방재 대책은 있는가?	태풍해일, 파랑, 해상안전 관리시스템	운항일수, 선박사고
안전하고 효율적인 운송 시스템	1. 한국 내륙수로의 특성을 고려한, 안전하고 효율적이며, 친환경적인 한국형 내륙주운 표준선박에 대한 타당성 검토 및 설계기술이 확보되어 있는가?	내륙주운 표준선박, 설계 타당성검토, 최적 선형, 선박설계기술	운항시간
	2. 대상선박의 특성을 고려한, 안전하고 효율적인 수로 평면배치 설계기술이 확보되어 있는가?	운항 안전성, 수로 평면배치	운항시간, 경제성
	3. 안전하고 효율적인 선박운항을 위한 내륙수로 통항관계 시스템(RIS : River Information Service)의 구축방안이 준비되어 있는가?	RIS(River Information Service), 내륙 전자해도 시스템	선박사고, 경제성
	4. 내륙수로에서의 선박사고 방지 방안 및 유사시 피해 최소화를 위한 사고유형별 초기대응 기술 및 시스템 구축방안이 준비되어 있는가?	선박사고방지, 피해 최소화, 초기대응기술	선박사고, 경제성

분류	고려사항	주요어	기존 쟁점과 관계
고효율 내륙 항만	1. 유지준설, 생태하천 유지, 갑문 운영 등의 유지관리 비용을 고려하고 있는가? 있다면, 유지관리 비용 저감대책은 있는가?	유지준설, 유지관리 비용, 비용저감	경제성
	2. 선박의 안전하고 효율적인 입출항 및 이접안이 가능한, 그리고 친수공간이 고려된 내륙 항만 배치 설계기술이 준비되어 있는가?	내륙 항만 배치	선박사고
	3. 내륙 화물터미널의 적/하역시간을 최소화할 수 있는 지능형 운영 시스템이 구축되어 있는가?	U-기반 내륙 화물터미널, 지능형 운영 시스템, 물류비 절감	물류시스템, 운항시간
	4. 내륙주운 전용 선박과 해운선박의 연계성을 고려한 환적 전용 터미널의 개발 필요성이 검토되었는가?	내륙주운 전용 선박, 환적 전용 터미널, 부유식 구조	물류시스템, 운송시간
	5. 연안해운과는 달리 내륙 항만 및 주운 시설을 건설하게 될 경우에 특별히 고려해야 할 사항은?	유사이동, 항주파, 호안	환경생태, 운항시간

제3장 바다 관점의 핵심세부기술 도출

3.1 개요

- 2.3절에 정리한 바 있는 운하 건설시 고려하여야 할 항목에 대하여, 국내외 동향을 비롯하여 관련세부기술 및 향후 추진방안, 한국해양연구원(KORDI)이 수행할 수 있는 핵심세부기술을 정리.
- 2장에 언급한 바 있는 3가지 keyword(논점), 11개 항목으로 구분.
- 향후 추진방안의 경우, 각 관련세부기술에 대하여 기존에 개발된 연구결과를 적용(기술도입 포함)하는 것과 함께, 기존 기술 보완, 그리고 신기술 개발 등으로 구분하여 명기함.
- 핵심세부기술의 경우, 운하 건설시 바다 관점에서 고려하여야 할 항목에 필요한 관련세부기술 중 한국해양연구원이 주도적으로 수행할 수 있는 기술을 중심으로 도출함.

3.2 바다 관점의 고려사항에 대한 연구동향 분석

3.2.1 하구역의 환경 및 해상안전

가. 대운하 계획 단계에서, 생태, 환경적 가치평가 및 타당성을 관문지역 및 주변 해역에서는 검토하고 있는가?

(1) 개요

- 대운하 관문지역인 하구와 주변해역은 강과 바다가 만나는 전이지역으로 다양한

생물의 서식·양육·산란지로서의 생태적 가치뿐만 아니라 홍수 및 해일피해 저감 등의 자연재해 방지기능, 뛰어난 경관이 가지는 심미적 기능, 위락 및 휴식장소의 제공, 해상운송 및 산업의 적지로서의 다양한 사회·경제적 가치를 가지고 있음

- 그러므로 대운하 개발 계획 단계에서는 과거에 추진되었던 개발일변도의 사업추진과 사후대책 수준의 수동적 환경관리에 따른 문제점들을 반복하지 않기 위해서 하구와 주변해역이 가지는 고유한 환경, 생태적 가치와 기능을 정확하게 파악하고, 사업에 대하여 기본적으로 환경적인 타당성 검토를 바탕으로 추진 여부를 결정하여야 하며, 사업 추진시 친환경적인 대운하 개발과 향후 하구환경의 유지·관리를 위한 방안을 도출하여야만 함.

(2) 국내외 동향

- 한반도 대운하로 연결되는 낙동강과 한강의 하구는 정책적으로 연구, 관리의 사각지대에 놓여 있어왔기 때문에 하구이용에 대한 정책결정에 이용될 수 있는 하구의 기능 및 가치를 객관적으로 제시하는 연구는 부족함.
- 최근에 들어서야 하구나 연안에 환경적 중요성, 기능의 재평가 등에 대한 연구가 이루어지고 있는 실정으로, 우리나라의 하구가치평가 연구로는 해양자원의 경제가치추정과 해양환경보전연구(한국해양수산개발원, 2000), 컨조인트방법을 이용한 한강하구의 가치추정(곽승준 외, 2005), 낙동강하구의 생태경제학적 가치추정(송교욱 외, 2005), 지속가능한 하구역 관리방안도출을 위한 하구역 관리방안연구(노백호 외, 2006) 등이 있음.
- 하구 또는 하천 습지의 가치평가와 관련된 외국의 연구 중 가장 광범위한 연구는 UN에서 주관하여 2001년부터 2005년 까지 전세계 전문가 1360명이 참가한 새천년 생태계평가연구를 들 수 있음.
- 전세계의 전문가들이 이 광범위한 연구에서 하구를 비롯한 습지에 대해 내린 결

론은 전세계 습지가 제공하는 생태계 서비스가 인류에게 매우중요하다는 것이었으며 연간 약 14조달러 정도의 가치가 있다고 추정(www.maweb.org).

- 하구를 비롯한 습지에 대한 가치평가연구는 Barbier외(1997), Brander 외(2003), Costanza 외(1989), de Groot 외(2006), Finlayson 외(2005) 등에 의해 활발히 이루어져 왔으며, 생태적인 가치는 경제적인 가치로 전환함에 있어서 평가자마다의 기준과 관점이 상이하기 때문에 기존연구들에서 보여지듯이 동일한 지역의 평가를 실시하더라도 평가자에 따라 추정 가치의 변이가 심한 특징이 있음.

(3) 관련 세부기술

- 친환경적인 대운하건설을 위한 계획을 수립하기 위해서는 환경생태계의 현재 가치를 객관적으로 평가해야하고 이를 위해서는 I) 현황을 정량적으로 측정하고 II) 자연자원이 제공하는 기능분석하고 III) 기능분석을 바탕으로 유의한 평가항목들을 추출하여 평가에 사용하며 IV) 평가결과의 유용성을 높이기 위해 1차적인 평가결과와 그 과정을 관련자들과 공유하여 feed back이 이루어짐은 물론 실제 평가결과에 대한 공감대를 형성할 수 있게 하는 것이 무엇보다 중요함.
- 생태계 기능 추출 및 정량화기술
- 환경·생태 모니터링 기술 및 모니터링 망 구축 기술
- 생태계 반응/평가 지표 기술
- 가치평가 모델개발

나. 대운하 건설이 관문지역 및 주변해역의 수리, 수질, 저질, 생태 및 퇴적 환경에 미치는 영향에 대해 체계적인 평가 계획이 수립되어 있는가?

(1) 개요

- 행정적인 의미로 보면 우리나라의 경우 환경영향평가는 환경·교통·재해 등에

관한 영향평가법에 근거하여 시행되고 있으며, 그 정의는 “환경영향평가대상사업의 사업계획을 수립함에 있어 사업의 시행으로 인하여 자연환경, 생활환경 및 사회·경제환경에 미치는 해로운 영향을 예측·분석하고 이에 대한 대책을 강구하기 위한 평가”임.

- 해양환경영향평가서시에는 해양물리, 생태계, 환경질, 지형·지질은 물론 산업, 문화재, 보호구역 등 다양한 분야에 대한 조사 및 평가를 수행하도록 규정하고 있으며, 그 평가서의 작성 주체는 사업자이고, 승인기관과의 협의에 의하여 사업 시행 여부가 결정
- 하지만 대부분의 환경영향평가는 법적인 요건의 구비하여 사업을 시행하려는 것으로 엄격한 의미에서 환경을 정확히 이해하고 미래의 무한한 자원으로 인식하여 보존하려는 의지는 매우 부족한 실정임.
- 대운하 사업은 거대규모의 사업으로 육상 뿐 아니라 해양에 대하여도 큰 영향을 미칠 것으로 예견되고 있음. 이에 대운하 건설과 관련하여 주변해역 및 관문지역에 대한 생태·환경적 기능 및 가치에 대한 평가를 실시한 후, 대운하건설이 이 지역의 전반적인 환경 즉, 수리, 수질, 저질, 생태 및 퇴적환경에 미치게 될 영향을 정량적으로 평가하며, 이들 자료는 환경위해성과 그 최소화 방안을 마련하기 위한 종합적인 분석과 모의 등에 공급되어야 하므로 정확한 평가가 요구됨.
- 따라서 우리나라 해양환경영향 평가의 수준을 향상시키는 차원에서 체계적인 계획을 수립하고 평가를 실시되어야 할 것임.

(2) 국내외 동향

- 국내에서 해양환경영향평가는 행정절차상 사업자가 대상 사업에 대한 평가서를 작성하여 승인기관과 협의과정을 통하여 시행 여부가 결정되며, 이에 다양한 환경적 요인에 대한 조사 분석, 영향 및 영향 저감방안을 명시하여야 하지만 국내의 사정은 사업 시행을 하기 위한 형식적인 평가가 이루어진 경우가 많으며,

실질적인 환경영향평가제도로 틀을 잡지 못하고 있음.

- 하지만 제도의 보완, 각 종 사업에 의한 환경 변화 추적, 환경, 생태계 자원에 대한 가치의 재고 등 연구 분야에서 지속적인 발전이 이루어지고 있음.
- 하구 및 하천 등에 대한 주요한 국내 환경영향연구로는 1987년 낙동강 하구둑의 건설 전과 후의 다양한 환경 변화, 한강 종합개발에 따른 하구와 경기만의 퇴적학적 변화, 경인운하 건설에 따른 생물학적인 영향 등이 있음.
- 수리, 생태, 수질, 퇴적학적 변화와 관련해서는 국립환경연구원과 국립수산과학원에서 하구 및 하천이나 해안을 관리하기 위한 기초자료를 확보하는 목적으로 기초적인 생태조사가 매년 이루어지고 있으며, 각 대학에서 생태계 분야별로 연구가 수행되어 환경 현황과 개발에 의한 영향과 변화예측 결과 등을 제시하고 있으나 선진국에 비해서 정량적인 영향평가 연구가 부족한 현실.
- 특히 한반도 대운하와 같이 대규모 개발사업의 경우 개발에 대한 영향을 보다 효과적이고 정확하게 파악하기 위한 평가기법의 개발이 필요한 실정.
- 선진외국의 경우 1994년부터 5년간 흑해-다뉴브강 등 댐에 의한 흑해 생태계 변화 추적을 위한 연구프로그램(EROS: European River-Ocean System)을 수행하여 육상기인 영양염류의 해양유입 불균형으로 흑해의 부유생태, 수산자원 환경의 황폐화의 원인을 규명했으며, 후속사업으로 EROS-21 수행하고 있음.
- 미국의 San Francisco Estuary Institute에서는 오염물질 모니터링과 연구, 습지와 관련한 연구로 효과적인 관리 프로그램을 제시하여 정책적 활용을 가능하게 하고, 환경 관리자에게 샌프란시스코 만의 수질 정보를 제공하는 등 전문적인 하구 환경 연구를 하고 있음.

(3) 관련 세부기술

- 생태계 반응/평가 분석 기술 개발
- 해안 및 하구역의 환경영향평가 기법개발

다. 대운하 건설이 관문지역 및 주변해역의 수리, 수질, 저질, 생태 및 퇴적 환경에 미치는 악영향을 최소화하고 훼손된 기능을 회복할 수 있는 대안이 있는가?

(1) 개요

- 우리나라 실정에 적합한 환경영향평가 절차 및 계획이 수립되고 평가가 효과적으로 이루어진 후에는 대운하 건설로 발생하는 환경위해성의 영향을 최소화할 뿐 아니라 압력 요인에 의하여 훼손된 생태계 기능을 다각적인 방법으로 복원시켜 생태계의 가치를 증대시키는 것이 필요함.
- 복원 기술을 개발하거나 최종 복원방안을 확정하기 위해서는 전문가를 비롯한 이해관계자의 요구와 필요를 반영하는 것이 중요하며, 이를 위해 복원 기술개발이나 보존 방안 수립 절차상에서 이해 관계자의 참여를 보장하는 배려가 필수적임.

(2) 국내외 동향

- 하구와 연안 환경은 육지 환경 변화와 밀접하게 관련되어 있으며, 관리와 협력의 부재에 따른 문제를 해소하기 위하여 우리나라 부처간 협력에 의한 연안역 통합관리 체제 구축, 지자체간의 오염분담금 분할에 대한 접근은 있으나 근본적으로 하구 환경의 기능을 정확히 평가하고, 구조물이 설치·철거에 따른 기능을 비교, 평가하고 훼손된 환경 회복을 위한 종합적, 체계적인 조사, 기능 회복 연구 프로그램은 초기단계에 있음.
- 선진 외국에서는 종합적으로 연안과 하구의 생태환경을 파악하고, 지표에 의한 평가와 복원 및 관리하기 위한 전략을 수립하여 추진하고 있음. 미국의 국가하구프로그램(Poole, 1996), 하구복원 및 하구보존프로그램은 미국의 법정 하구관리 체제이고 영국의 하구관리 파트너십 프로그램(SEP, 2001)과 호주의 하구통합관리

프로그램(DEP, 1996) 등은 법으로 정해놓은 것은 아니지만 이해관계자들이 자발적으로 하구의 복원, 보존 및 연구를 위한 제도로 운영하고 있는 예임.

- 하구 또는 만으로 유입되는 육상기인 오염물질 저감하기 위한 유역의 인구, 축산, 산업의 점오염원과 다양한 비점오염원 관리를 포함한 포괄적 오염물질 저감 프로그램을 수행하며, 유역 통합관리를 기본으로 하고 있으며, 오염총량규제인 TMDL(Total Maximum Daily Load)에서는 BOD, COD, TN, TP, 중금속 등 오염 특성에 따라 다양한 물질을 관리대상에 두고 있음.
- 1971년 조직된 하구 환경 연구 네트워크인 ERF(The Estuarine Research Federation)는 최근에 2년마다 Workshop으로 다양한 연구결과를 교류하고 있음.
- 선진국의 기본적인 관리 전략은 다양한 과학분야의 정밀 조사, 국가정책적 지원으로 과학적인 개발성과의 적용이 활발하게 추진되고 있으며, 또한 연안 오염물질 순환에 대한 불확실성을 줄이기 위하여 환경 매체별 접근 방식으로부터 탈피하여, 육지/해양/대기/해저지하수를 상호 연관시킨 체계적인 연구를 시도하고 정책에 반영.

(3) 관련 세부기술

- 해양환경 영향 정량적 산정 기술
- 환경 영향 최소화 기술
- 생물 종 다양성 및 서식지 복원 기술

라. 대운하 관문지역 및 주변해역의 태풍과 해일 등에 대한 방재 대책은 있는가?

(1) 개요

- 대운하 찬반토론의 핵심쟁점에서 누락되어 간과하고 있는 부분 중의 하나는 바로 대운하 관문지역 및 주변해역에서의 해상안전에 관한 부분을 들 수 있음.

- 지구온난화에 따른 기후변화는 태풍 및 이상고극조위 등 자연재해 피해규모가 대형화('03년 제14호 태풍 “매미” 내습으로 마산만 해일 발생 : 재산 피해 6,000 억원, 인명피해 32명 발생)되고 있어, 태풍해일을 포함한 연안재해 예측·관리기술의 개발의 필요성이 커지고 있음.
- 대운하 관문지역 및 주변해역에서의 조위, 조류, 파랑, 바람 등 해양 및 기상자료의 실시간 모니터링 시스템과 이들 자료를 충분히 활용할 수 있는 정밀 해·기상 현황 및 예측시스템을 아우르는 통합 해상안전 관리시스템의 개발이 반드시 필요.
- 이러한 해상안전 관리시스템은 대운하 건설로 달라지게 될 태풍 해일고 및 침수 범람지역을 미리 예측하여 야기될 피해를 최소화하기 위한 기초자료 및 갑문설계 기본 자료로 활용이 가능할 것이며, 대운하 관문지역의 안전항해와 해난사고 방지 및 해양환경보호 등 효율적인 운영관리에 필요한 종합 해양정보를 대운하 사용자들에게 제공할 수 있을 것임.

(2) 국내외 동향

□ 국내 연구개발 동향

- 태풍시의 폭풍해일과 해상의 파랑을 예측하기 위한 해면기압 및 해상풍 산출을 위해 태풍 파라미터 모형(TPM)과 최근 미육군공병단(CE)에서 연구개발된 대기-해양 경계층(PBL)에서의 물리적 과정을 포함한 PVM 해상풍 모형에 대한 상호비교 및 민감도 분석 연구가 수행되었음.
- 과기부의 방재기술개발 사업의 세부과제로 연구 수행된 “해상연안재해 대응기술개발사업”에서 우리나라 주변해역을 대상으로 1/12도 해상도를 갖는 조석·해일 모형이 개발되었음.
- 우리나라는 연안재해를 유발하는 요인인 여러 요소의 예측 모델 (조석, 해일, 파랑 등)은 비교적 잘 수립되어 있고, 과기부 국책연구과제 등의 선행연구를 통해

관련 핵심 기술 (과거태풍정밀 분석기술, 태풍 해상풍 산출 기술, 태풍해일 수치 모델링 기술 등) 확보되어 있으나, 수치모델의 충분한 검증 미흡, 기상 입력자료 와 연계하여 통합한 적용 체제의 구축기술 및 국지정밀 해일예보 현업화 기술이 미흡함.

- 태풍시의 폭풍해일 예보를 위한 정밀격자에서의 해면기압 및 해상풍 추산에는 기상수치모델의 격자 크기보다 더욱 정밀한 격자에서의 작은 시간 간격마다의 해면 기압 및 해상풍이 요구되나 그 예측 기술개발과 예측 체제가 취약하여 신뢰성 있는 폭풍해일 예보지원 체제의 현업화가 잘 안되고 있음.
- 국내의 경우 기상청에서의 태풍진로와 세기에 대한 예보기술은 매우 높은 정확도를 보이고 있으나, 태풍의 빠른 이동에 따른 태풍바람장의 예측, 이를 이용한 정밀 연안해일 예측에 대한 기술은 정립되어 있지 못하고, 또한 정밀 국지 해일 예·경보 시스템에서 활용된 적이 없음. 현재 기상연구소에서 1/12도 (약 9km) 수평 분해능으로 파랑 (WAVEWATCH III 모델 사용) 및 폭풍해일 (POM 모델 사용)을 예보하는 수치모델을 운영하고 있으나, 섬이 산재한 남해안과 서해안의 경우 및 연안 근처는 모델 분해능으로 인하여 정확도가 떨어짐.
- 2007년 이후 한국해양연구원의 "Safe Coast"사업이 수행되어 연안정밀격자(1km 이내) 해상풍 및 태풍해일고 예측시스템의 수립이 진행되고 있음.

□ 국외 연구개발동향

- 해일, 파랑 등 해상의 제반 상태에 대해 정확히 추산하기 위해서는 해상에서의 정확한 풍역의 결정이 가장 중요한 요소임. 태풍 해상풍 추산 기술은 1960년대말 뉴욕대학의 Cardone 모형(Cardone, 1969)이 개발되었고, 이후 미공병단(CE) 지원 하에 보다 정밀한 해상풍 예측을 위해 원시 운동방정식에 근간을 둔 수치 소용돌이 경계층 모형이 최근 연구개발 되었음(Tompson et al., 1996).
- 한편 유럽에서는 1980년 초에 북해를 대상으로 네덜란드의 왕립기상연구소와 독

일의 막스프랑크 기상연구소의 공동연구로 개발된 해상풍 추산모델(Günther, 1981)이 있고, 태풍 영향권내에서 기압장을 파라미터화하여 해상풍을 구하는 방법 등이 연구개발 되고 있음.

- 1970년대 중반이래 폭풍해일의 역학적 메카니즘에 관련된 연구가 빠르게 진행되어 왔는데, 이중에서 폭풍해일의 수치실험과 시뮬레이션이 급속하게 개발되어 왔음.
- 지난 10년간 기상예보기술의 발달, 컴퓨터 속도 및 저장매체의 능력이 급격히 신장되고 수치해석 기법이 발전하게 됨에 따라 해일 예·경보의 실용적인 사용을 위한 수치모형개발이 연구되고 있으며, 최근 해일 예측을 위해 천문조와 해일의 비선형 상호작용을 고려한 예측 방법, 해일의 파랑의 상호작용을 고려한 예측방법 등에 대한 연구가 진행되고 있음.
- 유럽 북해에서 폭풍해일 피해가 많았던 저지대 국가인 영국, 네덜란드, 덴마크, 독일 등을 중심으로 많은 연구가 수행되어 왔음(Murty, 1984). 주요 연구 관심사항은 중위도에서 실용화될 수 있는 폭풍해일 예·경보 시스템 개발이며, 현재 영국의 STWS, 네덜란드, 덴마크의 해일경보시스템이 운용되고 있음.
- 그동안 개발된 기술이 상용화되어 방재 및 연안 개발 등에 활용(DHI Mike System, Delft의 DELFT3D 등)되고 있으며, 최근에 와서는 유럽 공동체에서 Environmental Programme의 일환으로 CENAS 프로젝트(1990-1994)를 수행하여 해수면 상승과 대륙붕 침강으로 인한 아드리해 상부 해안의 안전성 조사차원에서 폭풍해일 모형이 수행되었으며 이후 MAST Program(The Marine Science and Technology Programme)의 제 4차(1994-1998), 제 5차(1999-2003)에 걸쳐 유럽의 여러 연구 기관이 공동으로 폭풍해일에 대한 연구를 수행하고 있음.
- 미국은 폭풍해일 예보업무를 담당하고 있는 해양대기청(NOAA)을 주관으로 플로리다 마이애미에 National Hurricane Center (NHC)와 하와이 호놀룰루에 Central Pacific Hurricane Center (CPHC)를 두고 매 Hurricane에 의한 폭풍해일

을 하루 4번 72시간 동안 감시하는 시스템과 예측하는 시스템을 구축하고 있음. 예측 모형으로는 간단한 통계학적 기법에 의한 모형으로부터 복잡한 3차원 수식에 의한 모형 등이 있으나 통계학적 그리고 2차원적인 모형은 Tropical Prediction Center (TPC)에 의하여, 그리고 3차원 모형은 National Centers for Environmental Prediction (NCEP)과 Environmental Modeling Center (EMC)에 의하여 운용되고 있음.

- 미국 NOAA의 NWS(National Weather Service)에서는 자체 연구 개발한 SLOSH 해일 예보 모형을 전국 연안에 걸쳐 20여개의 영역으로 나누어서 현업 예보에 활용하고 있음.

(3) 관련 세부기술

대운하 관문지역 및 주변해역의 태풍해일 및 이상파랑 등 해상안전 및 방재와 관련된 사항의 세부기술은 아래와 같다.

- 조위, 조류, 파랑, 수온, 염분 등 기초 해양자료와 바람 등 기상자료의 확보를 위한 실시간 모니터링 시스템의 수립기술
- 정밀격자 해상풍 및 해양종합예측시스템(조위, 파랑, 태풍해일고, 순환, 적조, 인명구조, 유류오염 등)의 수립 및 유지 운영 기술
- 실시간 모니터링 시스템과 해양종합 예측시스템으로부터 생산된 자료 즉, 해상상태에 대한 현황 및 예보자료를 대운하 사용자에게 효율적(on and off-line)으로 전달하는 시스템 수립

3.2.2 안전하고 효율적인 운송시스템

가. 한국 내륙수로의 특성을 고려한, 안전하고 효율적이며, 친환경적인 한국형 내륙주운 표준선박에 대한 타당성 검토 및 설계기술이 확보되어 있는가?

(1) 개요

- 한국은 세계 최고의 선박 설계/건조 기술을 보유하고 있으며, 내륙주운 표준선박의 설계에 관련된 주요 제원, 재화중량 검토, 선교 및 기관실 배치 등에 대한 설계 타당성 검토 기술, 내륙수로를 운항하는 선박의 최적 선형 도출, 운항속도의 검토, 내항성능 평가 등의 설계기술들을 확보하고 있음.
- 한국형 내륙주운 표준선박의 개발을 위해서는 우리나라 내륙수로 운항에 적합한 선박의 요구사항 분석 및 선종별 기본 사양을 도출하고, 한국형 내륙수로 운항 선박의 개념 도출 및 수로에서의 저항성능/조종성능/운동성능 최적화 기술, 에너지 절감형/환경친화형 선형 및 추진시스템 설계 기술, 내륙수로 운항선박의 성능 해석 및 최적화 기술, M&S (Modeling & Simulation) 기법을 활용한 내륙수로 운항 선박 시스템 설계 기술, 시제 시험선 건조 및 실수역 시운전을 통한 성능 검증이 필요.

(2) 국내외 동향

- 유럽의 경우 PIANC에서 유럽 수로를 운항하는 표준선박에 대한 ECMT 클래스를 제안하여 활용하고 있으며, 이에 대한 데이터베이스 및 표준선박 제원들을 확보하여 운용하고 있음.
- 국내의 경우 최고의 선박 설계/건조 기술을 기반으로 하여 표준선박의 주요 제

원, 재화중량 검토, 선교 및 기관실 배치 등과 관련된 설계 타당성 검토 기술, 내륙수로를 운항하는 선박의 최적 선형 도출, 운항속도의 검토, 내항성능 평가 등의 설계기술들을 확보하고 있음.

- 한국해양연구원에서는 선박의 선형성능 평가 관련 연구를 약 200건 이상 수행하였으며, 그 중 쇄빙기능 해양과학조사선 개발, M&S 기법에 의한 해군함정(특수선) 설계, 수상선박 및 잠수체의 유체성능 해석시스템 개발, 상선 설계를 위한 유동해석 시스템(WAVIS) 개발이 주요 연구 사례임.

(3) 관련 세부기술

- 우리나라 내륙수로 운항에 적합한 선박의 요구사항 분석 및 선종별 기본 사양 도출
- 한국형 내륙수로 운항선박의 개념 도출 및 수로에서의 저항성능/조종성능/운동성능 최적화 기술
- 에너지 절감형/환경친화형 선형 및 추진시스템 설계 기술
- 내륙수로 운항선박의 성능 해석 및 최적화 기술
- M&S (Modeling & Simulation) 기법을 활용한 내륙수로 운항 선박 시스템 설계 기술
- 시제 시험선 건조 및 실수역 시운전을 통한 성능 검증

나. 대상선박의 특성을 고려한, 안전하고 효율적인 수로 평면배치 설계기술이 확보되어 있는가?

(1) 개요

- 대상선박이 안전하게 통항할 수 있는, 수로 횡단 교량의 소요 교각폭 및 높이, 안전통과 가능 속도 등을 결정하기 위한 기술 개발의 확보가 필요하며, 선박의 안전하고 경제적인 운항을 효율적으로 보조할 수 있는 내륙 수로에서의 항로표

지 설계 기술 개발의 확보가 필요.

(2) 국내외 동향

- PIANC에서는 유럽 수로의 새로운 클래스를 기반으로 Class V_b 수로를 치수화하는데 사용되는 다양한 파라미터들을 결정하며, 설계 관점에서 사용된 기준들을 식별하고, Class V_b 수로에 대한 파라미터를 제안하였음.
- 표 3.1은 ECMT의 Class들을 요약한 것이며, 이러한 클래스들을 고려하여 Class V_b 수로에 대한 파라미터를 제안하는데 있어 기존의 Hull Testing Tanks에 대한 연구들을 기반으로 여러 가지 영향들을 고려하였고, 이러한 연구들의 결과와 결론들을 기반으로 표 3.2와 같이 High, Low Traffic Density에 대한 Class V_b 수로의 최적값들을 제안하였음.
- PIANC에서는 비용 효과 측면과 환경 관점에서 R/S 운항에 대한 조건을 향상시키려는 목적으로 다음과 같은 사항들을 조사 식별하였음. 이를 위해 작업그룹 (Working Group)에서는 다음과 같은 사항에 대해 조사하고 식별하였음.
 - 연안 선박의 정의에 대한 제안. 현존하는 치수 표준과 조종성능, 안전, 환경적 영향에 따른 요구사항에 대한 명세
 - 연안 선박이 사용되는 유럽에서의 현존하는 교통 관계와 이러한 관계에서의 교통량(특히 연안과 가까운 내륙 수로)에 대한 명세
 - 연안/내륙 운항에 대한 향후 개발, 연안 선박의 표준화의 필요성 및 이익, 새로운 표준에 대한 권고사항에 대한 논의
 - 이미 사용되거나 연안 선박에 사용가능한 수로의 표준화에 대한 제안
- 이를 위해 R/S 선박에 대한 데이터베이스를 기반으로 하여 주운 선박에 대한 데이터를 추출하고 수로 관리 당국에 설문 조사를 하는 방식으로 연구를 추진하였으며, R/S 선박에 대한 클래스화 하여 기존의 ECMT 클래스에 추가하였음.

3.1 ECMT classification of 1992

Type of inland waterways	Classes of navigable waterways	Motor vessels and barges					Pushed convoys					Minimum height under bridges	
		Type of vessel : general characteristics					Type of convoy : general characteristics						
		Designation	Length	Beam	Draught	Tonnage		Length	Beam	Draught	Tonnage		
			m	m	m	T		m	m	m	T	m	
OF REGIONAL IMPORTANCE	To west of Elbe	I	Peniche Barge	38.50	5.05	1.80-2.20	250-400						4.00
		II	Kast-Campinois Campine-Barge	50-55	6.60	2.50	400-650						4.00-5.00
		III	Gustave Koenings	67-80	8.20	2.50	180						4.00-5.00
	To east of Elbe	I	Grosse Finow	41	4.70	1.40	180						3.00
		II	Barka Motorowa 500	57	7.50-9.00	1.60	500-630						3.00
		III		67-70	8.20-9.00	1.60-2.00	470-700		118-132	8.230-9.00	1.60-2.00	1000-1200	4.00
OF INTERNATIONAL IMPORTANCE	IV	Johann Welker	80-85	9.50	2.50	1000-1500		85	9.50	2.50-2.80	1250-1450	5.25 or 7.00	
	V _a	Grands Rhenans Large Rhine Vessels	95-110	11.40	2.50-2.80	1500-3000		95-110	11.40	2.50-4.50	1600-3000	5.25 or 7.00	
	V _b							172-185	11.40	2.50-4.50	3200-6000		
	VI _a							95-110	22.80	2.50-4.50	3200-6000	7.00 or 9.10	
	VI _b		140	15.00	3.90			185-195	22.80	2.50-4.50	6400-12000	7.00 or 9.10	
VI _c							270-280 193-200	22.80 33.00-34.20	2.50-4.50 2.50-4.50	9600-18000 9600-18000	9.10		
VII							285 195	33.00 34.20	2.50-4.50	14500-27000	9.10		

표 3.2 Proposed parameters for Class V_b waterways

Characteristics	High traffic density	Low traffic density
Type L × I	185 m × 11.40 m	185 m × 11.40 m
Lock L _e × I _e	190 to 210 × 25 m	190 to 210 × 12.5 m
Ratio "n"	≥ 10	≥ 7
Depth of channel	5.60 m	4.50 m
Permissible draught	4 m	3.50 m
Ratio between draught and depth of channel	1.40	1.30
Minimum radius of curvature	6 L	4 L
Extra width on bends	Graewe's formula	Graewe's formula
Clearance under bridges	See Table UNO/ECMT	See Table UNO/ECMT

- 내륙수로에 대한 원 ECMT Classification은 표 3.3에서 정자체로 표시된 부분이며, PIANC에서 제안하는 R/S 선박에 대한 Classification은 이탤릭체로 표현된 부분으로 R/S 선박을 추가한 부분임.
- R/S 선박에 대한 클래스는 표 3.4에 표현되어 있으며, 다음과 같이 분류함.
 - R/S Class 1은 기존 수로 시스템에서 충분히 활용하여 사용될 수 있도록, 기존의 수로 치수에 기반하여 정의되었다.
 - R/S Class 2는 현재 및 가까운 미래의 R/S 운송을 담당하는, "현재 기술 수준의" 클래스로 제안되었다.
 - R/S Class 3은 현 시점에서는 정확하게 예견할 수 없는 미래의 개발을 예상한 것이다.

표 3.3 ECMT and ECE/UNO classification for inland waterways, extended with the proposed classification for River/Sea vessels (in italics). Only Class V and higher are shown, as only these classes may apply to river/sea vessels. Main characteristics

class	type of unit	main dimensions of the units(m)			minimum bridge clearance
		length	beam	draught	
V _a	motor vessel	95-110	11.40	2.50-4.50	5.25 or 7.00 or 9.10
	pushed convoy	95-110	11.40	2.50-4.50	5.25 or 7.00 or 9.10
	<i>River/Sea vessel(R/S Class 1)</i>	<i>80-90</i>	<i>11.40</i>	<i>3.50-4.50</i>	<i>7.00</i>
V _b	pushed convoy	172-185	11.40	2.50-4.50	5.25 or 7.00 or 9.10
VI _a	pushed convoy	95-110	22.80	2.50-4.50	7.00 or 9.10
VI _b	motor vessel	140	15	3.90	7.00 or 9.10
	pushed convoy	185-195	22.80	2.50-4.50	7.00 or 9.10
	<i>River/Sea vessel(R/S Class 2)</i>	<i>110-120</i>	<i>15</i>	<i>3.50-4.50</i>	<i>9.10</i>
	<i>River/Sea vessel(R/S Class 3)</i>	<i>135</i>	<i>22.80</i>	<i>4.00-4.50</i>	<i>9.10</i>
VI _c	pushed convoy(6 barge, long)	270-280	22.80	2.50-4.50	9.10
	pushed convoy(6 barge, short)	195-200	33-34.20	2.50-4.50	9.10
VII	pushed convoy	285	33-34.20	2.50-4.50	9.10

표 3.4 Recommendations for new fluvio-maritime waterways

R/S class	maximum permissible dimensions of vessels			air clearance (m)
	length(m)	beam(m)	draught(m)	
1	90	13	3.5 or 4.5	7 or 9.1
2	135	16	3.5 or 4.5	≥ 9.1
3	135	22.8	4.5	≥ 9.1

(3) 관련 세부기술

- 선박운항 안전성 확보를 위한 수로 배치(항로 폭, 만곡부/직선부 배치) 설계 및 평가 기술

- 수로에서의 유향/유속 분포 예측 시뮬레이션 기술(평상시, 홍수시)
- M&S (Modeling & Simulation) 기법을 이용한 수로 설계 기술
- 수로 단면 형상 및 수심이 선박 운항에 미치는 영향 평가 기술
- 내륙수로에서의 항로 표지 설계 및 배치 기술

다. 안전하고 효율적인 선박운항을 위한 내륙수로 통항관제 시스템(RIS : River Information Service)의 구축방안이 준비되어 있는가?

(1) 개요

- 바다의 항만이나 주요 해역에서 해상교통상황을 모니터링하고 필요시 관제를 수행할 수 있는 해상교통관제 시스템(VTS : Vessel Traffic Services)과 마찬가지로, 강에서 선박의 이동 상황 및 수상 교통상황, 그리고 수로의 각종 정보를 지속적으로 모니터링하고 필요시 관제를 수행할 수 있는 한국형 RIS(River Information Service) 시스템 기술 개발의 확보가 필요함.
- 선박이 운항하는 해역의 수위, 유속, 안개 상황, 결빙, 풍향/풍속, 사고 등의 종합적인 상황을 파악하여, 필요시 선박에게 정보를 제공하는 등, 한국의 내륙수로 특성을 감안한 지능형 RIS 시스템 개발의 확보가 필요.
- 이러한 시스템 구축을 위해서는, 해상과 연계한 내륙수로에서의 항해 및 운항을 위한 표준 내륙 전자해도(Electronic Navigation Chart) 시스템 구축이 필수적임.
- 내륙수로 통항관제 시스템의 구축을 위해서는 한국형 지능형 RIS 시스템 개발, RIS 시뮬레이터 시스템, 선박탐재형 ECDIS 시스템, 수로 상황 실시간 모니터링 시스템의 개발이 필요하고, 국가표준 내륙수로 전자해도 도면 및 디지털 데이터 베이스의 구축과 내륙 수로용 전자해도(Inland ENC) 표준 및 지침에 대한 국가 표준으로의 인증 또한 필요함.

(2) 국내외 동향

- 유럽의 경우 Inland ECDIS를 이용한 RIS(River Information Service) 활용으로 내륙수로에서의 선박운항 안전성 및 효율성 제고
- 한국해양연구원에서는 전자해도 시스템(ECDIS)을 개발하고, 해상교통 관제 시스템 및 관제 시뮬레이터 시스템 개발하였으며, 국제수로기구(IHO) 전자해도 표준 관련 연구를 수행하였고, 해양수산부 국립해양조사원 국가표준 전자해도 표준개발 및 DB 구축, 국가GIS 및 국제표준화기구(ISO) 지리정보표준화 연구를 수행하였음.

(3) 관련 세부기술

- 한국형 RIS(River Information Service) 시스템 구축 기술
- 내륙 수로용 전자해도(Inland Electronic Navigation Chart) 시스템 구축 기술
- RIS 시뮬레이터 구축 및 운용 기술/관제요원 훈련 기술
- 효율적 수로 관리를 위한 수로 상황 실시간 모니터링 및 예측기술 개발
- 수로 유동 실시간 예측 및 측정 기술
- 갑문/터널/협수로 통과 혼잡도 예측 및 관제 기술
- 내륙 수로의 지형지물 3차원 정밀 측량 기술

라. 내륙수로에서의 선박사고 방지 방안 및 유사시 피해 최소화를 위한 사고유형별 초기대응 기술 및 시스템 구축방안이 준비되어 있는가?

(1) 개요

- 내륙수로에서의 선박 운항 안전성을 향상시켜 선박의 충돌 및 좌초 등의 선박

사고를 방지해야 하며, 내륙 수로에서의 선박 사고는 인명손실, 재산손실 등의 경제적 손실 뿐만 아니라 하천 오염 사고와 같은 2차 사고로 이어질 가능성이 높음.

- 이러한 사고를 방지하기 위해서는 충돌/좌초 위험 경보 및 방지 시스템 기술, 교량 및 협수로 통과시 안전성 향상 기술, 기후 조건에 따라 선박운항을 제한하는 조건 및 안전운항 지침 개발이 필요함.
- 내륙수로에서 선박의 사고발생 유형은 다양하며, 유사시 그 피해 양상도 다양하게 나타날 수 있으며, 내륙수로에서 발생할 가능성이 있는 선박사고에 의한 피해를 최소화하기 위해서는 사고유형별로 특화된 초기대응 기술의 개발이 필요하며, 이를 위해서는 피해 최소화를 위한 사고 유형별 초기대응 기술 및 시스템 개발, 선박 항주파의 영향 평가 및 안전성 향상을 위한 대책 기술, 선박의 후류/추진기를 이용한 담수 수질 개선 기술 등이 개발될 필요가 있음.

(2) 국내외 동향

- 해양연구원에서는 선박사고 방지를 위해 선박운항 시뮬레이터 시스템을 구축하고 한국해군의 조함훈련용 시뮬레이터 시스템, 선박안전운항 지원 시스템, 선박 충돌 및 좌초 방지 기술 등을 개발하였음.
- 내륙수로에서의 선박사고 사례 현황
 - 아래 표 3.5는 Oil Spill case histories 1967-1991(Report No. HMRAD92-11, NOAA/Hazardous materials Response and Assessment Div)에서 발췌한 선박사고 사례의 예임.

표 3.5 선박사고 사례

사고위치	사고 일시	사고내용	사고원인	피해상황
Calcasieu river bar channel, 미국	1984/07/30	Tank vessel Alvenus 좌초로 원유 65000배럴 유출	좌초	
Savannah River, Garden City, Georgia, 미국	1986/12/04	Amazon Venture 연료유 유출	발라스트 밸브와 화물 배출 파이프 오류	사바나 강 유역 25마일과 삼각주 오염
Delaware river, Marcus Hook, Pennsylvania, 미국	1985/09/28	T/V Grand Eagle 원유 10,370 배럴 유출	좌초로 인한 화물 탱크 파손	강 연안 12마일 오염
Mississippi River, Louisiana, 미국	1988/09/03	카본블랙 원료유 23,000배럴 유출	화물선이 타선박의 앵커와 충돌로 탱크가 45분간 열린 채로 운항	
Hudson River, New York, 미국	1977/02/04	바지선 Ethel H(II)호 좌초로 연료유 10,000배럴 유출	선박 좌초/ 야간, 두꺼운 얼음으로 인해 누출사실을 늦게 인지함	얼음으로 인해 오염 유역이 넓지는 않으나 조류, 유원지에서의 오염흔적 사례 보고
Saginaw River, Bay City, Michigan, 미국	1990/9/16	Jupiter호의 하역작업중 화재 발생하여 20,000배럴의 무연 휘발유 유출	지나가는 배의 wake으로 인한 배의 움직임으로 하역호스관이 분리된 후 발화	주변 선박운행 통제, 불설치와 신속한 수거로 오염 최소화
River mile 43.7, Mississippi River, Missouri, 미국	1985/11/24	Jimmie L과 바지선 SFI 41호의 철교 충격으로 화물탱크가 파열되면서 16,300배럴의 연료유 유출	선박의 철교 충격	강한 유속으로 인하여 강유역 심한 오염
Humber Estuary, England, 영국	1983/09/28	화물선 Sivand가 오일터미널의 독 좌초, 파손으로 원유 48,000배럴 유출	좌초	약 50마일의 삼각지, 해안, 갯벌, 강하구 오염
Mile 43.4, Upper Mississippi River, Missouri/Illinois, 미국	1986/3/07	탱크바지선 Texas의 좌초로 바닥에 큰 손상을 받아 17,055배럴의 원유 유출	철교 회피 후 암초에 걸림	주변 유역 오염
Mile 179.0 Upper Mississippi River, St. Louis, Missouri, 미국	1983/04/02	예인선 City of Greenville과 4척의 바지선이 잔교를 가격, 13,212배럴의 원유 유출	crew error	화재 및 원유 유출로 주변 유역 오염

표 3.6 내륙수로에서의 선박사고 유형, 발생원인, 예방대책 및 피해저감 방안

사고 유형	발생원인	예방 대책 검토	피해 저감 방안 검토
충돌	<ul style="list-style-type: none"> ○선박간의 충돌 ○선박과 인공구조물(갑문 등)의 충돌 ○선박과 교량의 충돌 	<ul style="list-style-type: none"> ○수로 배치 설계, 갑문 및 교량 배치 설계시 선박의 운항 성능 충분히 검토한 설계 필요 ○선원의 운항능력 향상을 위한 훈련 시스템 구축 필요 ○내륙수로 교통정보 시스템(RIS) 구축 및 운영 필요 ○내륙수로선박 승무원 자질 향상 ○항로, 정박지 등 수역시설 위해요소 제거 	<ul style="list-style-type: none"> ○사고 선박 구난 시스템 구축 ○내륙수로 전용 예인선 건조 배치
전복 침몰	<ul style="list-style-type: none"> ○과적등 화물적재불량 ○선박시설 및 구조재 불량 ○복원성 규정 등 안전 관련규정 미준수 등 ○전복 후 침수에 의한 침몰 ○충돌 후 침수에 의한 침몰 	<ul style="list-style-type: none"> ○비손상 및 손상 복원력 규정 등 내륙수로용 선박안전성 기준 재개정 ○내륙수로 전용선박 전담 검사기관 설치 ○선체 내 격벽 설계 강화 ○사고확대 방지 훈련 실시 	<ul style="list-style-type: none"> ○사고확대 방지 기술 개발 ○사고선박 인양 및 구난 시스템 구축 ○사고종류별 대응 매뉴얼 개발 보급 ○사고발생 가상훈련 정기적 실시 ○내륙수로 선박사고 신속대응 시스템 구축 ○관계기관 합동 대응체계 구축
화재	<ul style="list-style-type: none"> ○충돌/좌초, 기관, 선박 설비, 선실내부 등의 원인으로 화재사고 발생 	<ul style="list-style-type: none"> ○화재안전 점검 체계 강화 ○화재발생시 신속한 소화 대응 체계 구축 및 정기 훈련 실시 ○전용 소방선 건조 배치 ○권역별 내륙수로 화재사고 대응 전담기관 설치 	<ul style="list-style-type: none"> ○내륙수로 선박 화재사고 대응 기구 설치 ○소화, 구난, 예인 등 내륙수로 선박사고 대응 전용선 건조 및 권역별 배치 ○선박 화재사고 유형별 대응훈련 실시
유류 유출	<ul style="list-style-type: none"> ○충돌/좌초 등 선박사고에 의한 선체 파손으로 유류 유출사고 발생 	<ul style="list-style-type: none"> ○유류 등 유해물질 화물 운송 제한 ○연료유 보관부는 Double Hull 설계 ○유출사고 시 유출유 확산 최소화를 위한 지역제한형 유출유 확산 방지 체계 구축 	<ul style="list-style-type: none"> ○유출유 방제 시스템 구축 ○내륙수로 환경민감도 지도 구축 ○내륙수로 전용 오일펜스 및 유회수기 확보 및 권역별 배치
기관 및 추진기 사고	<ul style="list-style-type: none"> ○선박의 엔진, 조타기 고장 ○부유 장애물에 의한 추진기 사고 	<ul style="list-style-type: none"> ○비상시 투묘지 및 비상 계류 안벽 지정 검토 ○부유 쓰레기 제거 ○운항중 추진기 안전성 확보 	<ul style="list-style-type: none"> ○사고선박 구난 및 신속 예인 대응체계 구축

(3) 관련 세부기술

- 수로에서의 선박 사고 방지 기술 관련
 - 수로 운항 선원 훈련용 선박운항 시뮬레이터 시스템 및 훈련 기술
 - 내륙수로용 선박안전운항 지원 시스템 기술
 - 내륙수로 운항 선박의 충돌 및 좌초 사고 방지 시스템 기술
 - 선박 원격 조종 및 자동운항 시스템 기술
 - 교량 통과시 안전성 확보 기술
 - 홍수, 결빙, 가뭄, 안개 등으로 인한 선박운항 한계조건 도출 기술

- 유사시 구난방제 및 환경보호 기술 관련
 - 유사시 사고 선박 구난 기술
 - 유사시 유류 오염 확산 예측 및 방지 기술
 - 내륙수로 오염사고 피해예측 기술
 - 내륙수로 ESI(Environmental Sensitivity Index) Map 구축 기술
 - 선박 후류/발생파에 의한 연안 침식 방지 기술
 - 선박 후류/ 추진기를 이용한 담수 수질 개선 기술
 - 충돌/좌초시 사고 피해 최소화를 위한 지능형 손상대응 시스템 기술
 - 수중로봇 및 Sensor Network를 이용한 수중 안전관리 시스템 기술
 - 수로내 부유 쓰레기 실태 조사 및 적체 밀도 평가 기술/ 수거 기술
 - 수로 수질환경 개선을 위한 저수심용 공기유입 추진장치 기술

3.2.3 고효율 내륙 항만

가. 유지준설, 생태하천 유지, 갑문 운영 등의 유지관리 비용을 고려하고 있는가?
있다면, 유지관리 비용 저감대책은 있는가?

(1) 개요

- 대운하의 유지관리비용은 대운하 찬반토론의 핵심쟁점 사항으로 거론되고 있음. 유지관리비의 산정은 상세한 연구가 필요하지만 KDI 발간 "비타당성조사 지침서"에 따르면 항만사업의 경우 통상 공사비의 1.5%를 연간 유지비로 산정한다. 찬성측의 공사비인 14조 1천억원으로 계상하면 연간 유지관리비는 2,115억원, 반대측의 공사비인 54조원으로 계상하면 연간 유지관리비는 8,100억원임. 현재 많이 인용되고 있는 독일 Main- Donau운하의 유지관리비는 건설비의 1.7%수준으로 알려져 있음.
- 운하의 유지관리비는 크게 유지준설, 생태하천 유지, 갑문 운영 등의 비용으로 나눌 수 있음.
- 생태하천의 유지와 보존에 관한 것은 '하구역의 환경 및 해상안전'부분에서, 갑문 운영에 대한 부분은 '운송시스템'부분의 운영시스템 구축방안에서 시스템 개선에 대해서 언급함.
- 유지준설은 중요한 운하 관리요소로서 선박의 안전항행과 홍수조절을 목적으로 이루어지며, 강우량이 특정기간에 집중되는 국내 특성상 운하건설시에 유지준설의 수요는 상당히 크고 관련 비용도 유지관리비용 중에서 많은 부분을 차지할 것으로 예측됨. 이러한 유지준설 비용을 저감하는 것은 대운하 경제성을 제고하는 중요한 기술요소로 이에 대한 대책을 사전에 검토하고 수립할 필요가 있음.

(2) 국내외 동향

- 운하가 잘 발달되어 있는 해외에서는 운하의 유지 준설이 매우 중요한 관리방안 중 하나로, 선박의 안전항행과 홍수조절 등의 목적으로 직접 측량을 통한 주기적인 매몰량 조사를 수행하고 있음.
- 일반적인 해외의 수로 유지준설과정을 살펴보면 다음과 같음.
 - 예비 수로조사
 - 예비수로조사를 살펴보면, 운하에 대한 대략적인 준설물량 산정을 위해 실시하고 있으며, 일반적으로 수로 내측에 있는 구조물의 건설, 정박지의 유지를 위한 준설은 포함하지 않음.
 - 예비수로조사를 통해 평가된 준설량은 비용 산정 시 활용되며 예비수로조사의 결과는 준설 계획, 설계, 허가 목적 그리고 준설물의 처분비용을 산정하는데 사용.
 - 설계 및 환경관련 인.허가
 - 설계 및 환경관련 허가를 위하여 예비수로조사를 통해 얻은 결과를 이용해 설계 단면도 제작하고 Digital Terrain Models(수치지형모델)로부터 상세단면 추출 및 중심선과 stationing scheme을 만들고 있음.
 - 제작된 설계단면도는 운하의 각 섹션별로 수로를 얼마만큼 준설할지와 준설 조건을 포함하고 있으며, 준설계획과 함께 준설물질 처분장에 대한 면적, berm 건설의 세부사항 및 배출수 처리방법을 포함.
 - 준설을 하기 위한 인허가는 환경국, 미공병단 그리고 지역 카운티를 통해 얻어야 함.
 - 준설 전 운하 내 주요 구조물 조사
 - 준설전 주요 구조물 상태 조사는 준설작업을 시작하기 전에 운하내에 존재하는 구조물, 정박지(docks), 보트리프트, 그리고 준설지역 내에 있는 구조물에 대한 수중 비디오 조사를 시행하는 것을 의미.
 - 준설 전에 이러한 구조물에 대한 상황들을 문서화 하고, 수중 비디오촬영 결과 만약 구조물 중 훼손이 심각하여 수리나 교체가 필요할 경우 보고

서 명기하고 있음.

- 비디오에는 실제 촬영한 시간과 수평위치자료, 그리고 DGPS의 위치를 나타내어 준설이 끝난 후 특정 관심지역을 재 방문하여 확인할 수 있도록 하고 있음.

• 준설 전 수로조사

- 준설 전 수로조사는 전체 운하지역에 대해 15~30 m간격으로 단면조사를 실시하고 있으며, 예비수로조사와 다를 경우, 재 수행을 통해 확인하고 있음.
- 본 조사를 통해 얻어진 운하 위치(stationing) 정보는 준설 시 작업자에게 위치를 안내하는 자료로도 동시에 사용.

• 준설수행

- 준설작업은 모든 인·허가를 득하고 준설 전 수로조사가 끝나면, 허가를 받은 준설업자를 통해 수행.
- 준설은 다음과 같은 방법으로 시행.
 - hydraulic pipeline 준설
 - 바지에 설치된 기계적 굴착기를 이용한 준설
 - 다이버를 이용한 수작업 준설
 - 상기 항의 조합에 의한 준설
- 한편, 지자체는 준설물 처리를 위한 적절한 장소를 제공해야 하며(수압식 준설 시 원활한 준설토 처리를 위해서는 대규모 처리장이 필요하며, 일반적으로 5에이커 이상의 면적을 필요), 모든 준설물질은 트럭을 이용해 준설지역 밖으로 운반되어 처리, 처분, 재이용.

• 준설 후 수로조사 및 최종확인 작업

- 준설 후 수로조사 및 최종확인 작업으로는 준설 전 조사시와 동일한 간격으로 수로조사를 수행했는지, 준설 후 운하에 대한 체적변화를 테이블화 해서 기록하고, 주 정부에서 발급한 조사 및 지도작성 전문가 자격을 가진 사람에 의한 확인과정을 거쳐 보고.

· 비용 및 방법평가

- 비용 및 방법 평가에서 미국 플로리다주의 Plantation Isles Community의 경우 총 준설량은 44,100CY로 처리비용은 \$30/CY로 평가되었고 총 처리비용은 \$1,323,000 정도가 소요된 것으로 파악됨.

- 운하를 유지하고 항로를 확보하기 위해 필수적으로 수행되어야 하는 준설은 준설 후 다량의 퇴적물이 발생하는데 이를 잘 활용하여야 함.
- 준설물의 오염도가 심할 경우 중간처리과정이 필요하기 때문에 준설토의 재이용 및 재처리기술이 개발되어 주요 플랜트가 설치, 운영되고 있음. 오염준설토의 경우 다양한 방법으로 재이용되고 있는데, 건설과 환경프로젝트에서 채움재로 사용하거나 블록, 벽돌, 골재, 타일을 만들 때 원료물질로 사용하거나 또는 표토로 사용.
- 준설토의 재이용은 오염여부와 관계없이 탈수와 재처리를 위한 공정을 거치게 되는데, 준설토는 이용 가능한 여러 기술을 통해 재이용되는데 이러한 기술의 대부분은 파일럿테스트를 통해 입증된 기술.
- 활용 사례로는 미국 뉴욕/뉴저지항에서 준설된 준설토는 골프장의 경사 완화를 위한 채움재와 비산재와 섞어 시멘트 플로 사용하고 있으며, 처리 비용은 약 \$45/CY정도이다. 오클랜드항의 준설토는 오염도가 심하기 때문에 해양투기 불가하여 450만 CY의 준설토를 골프장에 육상 처분장 만들어 처리하고 있음. 시공 중에는 골프장은 폐쇄됐고, 슬러리 형태의 준설토를 약 3년동안 이곳에 처리하고 있으며, 이후 골프장으로 재조성될 예정. 샌프란시스코만에서 준설된 2백만 CY의 깨끗한 준설토는 322에이커의 조간대 습지지역 보호를 위한 복원에 사용.
- 러시아 St. Petersburg시는 중금속과 유기오염물질로 오염된 약 1,100만CY의 준설토를 기계적 분리기를 이용해 모래와 미세입자로 분리 후 모래는 건설재로 활용하였고, 미세입자는 육상매립에 사용.
- 캐나다는 세인트로렌스강의 천해지역에서 준설한 오염된 준설토를 탈수, 중금속

성분 제거 후 매립을 실시하고 있으며, 영국에서는 염습지 복원에 준설토를 활용하기 위한 1999년부터 연구를 시작하여 현재 여러 항으로부터 준설된 준설토를 습지 동식물을 위한 서식처 제공을 위해 사용.

(2) 관련 세부기술

- 해외사례에서 수로의 유지준설을 위하여 주기적인 수로측량을 수행하고 있으며, 수로측량에 따라 준설량을 산정하고 준설을 수행하는 과정을 거치고 있는데, 이러한 수로의 준설은 거의 전구간에 걸쳐 실시되기 때문에 수로매몰을 진단하기 위해서는 사전 수로측량에서 상당량의 인력과 경비가 소요되고 있을 알 수 있음. 그리고 준설된 퇴적물들은 그 오염정도에 따라 재처리를 통하여 재활용되고 있다.
- 국내의 경우에는 해외사례와 달리 홍수시를 제외하고는 거의 강수량이 적기 때문에 평상시에 수로 바닥에 퇴적되는 양은 그다지 많지 않을 것으로 판단되며 대부분 홍수기에 대량으로 공급, 이동하기 때문에 대운하 건설 및 운영시에는 이에 대한 관리가 반드시 요구
- 따라서, 해외사례와 같이 주기적인 수로측량을 수행하되 주요 퇴적구간을 설정하여 수행하는 것이 바람직하고, 유지 준설시에도 해외사례와 같이 주요 준설구간에 대하여 저사지를 구축하여 준설토를 관리하는 것이 바람직함.

나. 선박의 안전하고 효율적인 입출항 및 이접안이 가능한, 그리고 친수공간이 고려된 내륙 항만 배치 설계기술이 준비되어 있는가?

(1) 개요

- 수로에서 운항할 선박들의 각종 성능(저항추진성능, 조종성능, 운동성능 등) 특

성을 고려한, 내륙 수로의 단면/폭/수심 설계, 수로의 만곡부 및 직선부 배치 설계, 수로 횡단 교량의 소요 폭 및 높이 설계, 갑문 및 갑문 진입로 설계, 터미널 및 부두 설계, 터널(혹은 스카이 라인) 설계, 항로 표지 설계 기술 개발의 확보가 필요함.

(2) 국내외 동향

- 효율적 이접안을 위한 내륙 항만 배치 설계기술 관련
 - 국내의 경우, 바다의 항만/항로에서의 입출항 및 이접안 안전성을 확보하기 위한 안전성 평가 기술을 확보, 활용 중.
- 선박 입출항 및 운항자동화 관련
 - 무인 연계 및 환적시스템으로 독일의 Fast Handling System, Mega Hub System, 프랑스의 Commutor, 스위스의 The Compact Terminal 등에서 내륙 복합화물터미널의 지능화/자동화를 추진 중이며, 일본(FRENS), 유럽(F-MAN), 핀란드(RailTrace) 등은 내륙의 장거리 및 국제물류의 기반이 되는 화차추적시스템을 개발 운영하고 있음.
 - 일본(TOKIMEC), 덴마크(MARIMATECH), 호주(Harbour&Marine Engineering) 등은 선박 이접안에 필요한 선박의 위치 및 운동 정보를 항해자(pilot)와 부두 관리자(dock master)에게 제공해주는 시스템을 개발 상용화하여 각국에 보급하고 있음.
 - 세계 최대의 항만 운영업체인 허치슨 홀딩스와 싱가포르 PSA, 영국의 P&O port, 민간 전문기업 등이 SST(Smart & Secure Trandelane)을 출범시켰으며, 이는 미국행 선박에 화물을 적재하기 전 컨테이너를 모니터링하고 적절한 보안 조치를 시행하는 민간 차원의 자발적인 보안 프로그램임.
 - 한국해양수산개발원을 중심으로 해상물류 정보처리 및 항만의 자동화/고성능화의 필요성 및 경제적 효과에 대한 연구가 다수 수행되어 국내 장

기 항만개발계획에 반영되었음.

- 선박입출항 자동화와 관련된 연구로는 대학이나 연구소에서 시뮬레이션에 의한 자동 이접안 제어기 개발 연구 정도 수준에 머물고 있음.
- 한국해양연구원에서 2000년부터 3년에 걸쳐 수행된 “위해도 저감 핵심기술 개발”과제에서 전자해도시스템을 기반으로 한 항해정보 통합 안내 시스템 및 충돌/좌초 경보 시스템을 개발한 바 있음.

● 친수공간 조성 관련

- 미국과 유럽은 약 30년 전부터 본격적으로 노후 항만에 대한 리모델링을 주도해오고 있으며, 다양한 리모델링 기술을 적용한 성공적인 사례를 소개하고 있음
- 요트와 같은 해양 레저스포츠가 활성화 되면서 친수공간을 레저스포츠의 공간으로 조성하는 해양리조트, 마리나가 활발하게 조성되고 있음
- 매립된 해안공간을 대체하기 위한 인공적인 습지, 갯벌의 복원, 친수생태공원, 철새도래지의 조성 등과 같은 친수공간의 조성기술에 대한 연구도 다양한 방면에서 시도되고 있음
- 두바이와 같이 친수공간의 개념을 확장하여 인공적인 섬과 운하, 등과 같은 대형 프로젝트로 추진하여 관광자원화 하기 위한 노력도 진행중임
- 우리나라에서도 인천항, 월미도, 부산항 등에서 항만 리모델링 사례에서 친환경적인 친수공간에 인식이 변화됨
- 한국해양연구원에서는 ‘대체습지 조성’과 ‘인공 갯벌 조성’에 관한 연구를 수행한 바 있으며, 현재 ‘항만리모델링 기반구축’에서 항만의 리모델링 및 기능 재정립에 대한 연구를 수행중임.

(3) 관련 세부기술

- 효율적 이접안을 위한 내륙 항만 배치 설계기술 관련

- 갑문 통과시 선박의 운항 안전성 확보를 위한 갑문 진입로 배치 기술
- 수로 횡단 교량 폭/높이 설계 기술
- 선박의 운항 안전성/경제성 확보를 위한 터널(스카이라인) 단면 설계기술
- 선박의 입출항 및 이접안 안전성 확보를 위한 터미널, 부두 및 선회장 등의 구역 배치 설계 기술
- 선박 입출항 및 운항자동화 관련
 - 선박입출항 자동화 기술
 - 자동 접이안 시스템
 - 안벽 및 적재위치 자동할당 기술
 - 터미널 내 장치시간 단축을 위한 실시간 적재계획 기술
 - 해양물류 보안 시스템 기술
- 친수공간 조성 관련
 - 인공갯벌 조성용 퇴적 촉진시설 개발
 - 환경영향분석 및 피해저감 기술
 - 수리 및 퇴적환경 제어기술
 - 준설토 투기장 활용 환경친화 인공습지 조성 기술
 - 시공 중 환경오염 방지 기술
 - 습지지반 최종 복토 및 표토처리기술
 - 습지/초연약지반용 시공장비 개발

다. 내륙 화물터미널의 적/하역시간을 최소화할 수 있는 지능형 운영 시스템이 구축되어 있는가?

(1) 개요

- 내륙 화물 터미널의 생산성은 단순히 안벽 하역장비의 생산성에 의존하는 것이 아니라, 안벽에서 야드로의 컨테이너 이송장비, 야드에서의 하역장비, 장치장의 운영시스템, 기존의 항만과 해운물류 정보시스템의 연계, 지능형 물류시스템의 운영 및 관리, 그리고 관련 서비스를 제공하는 기술 등의 상호간의 영향을 받게 되는데, 이와 관련한 검토가 구체적으로 이루어져야 할 필요가 있음.
- U-기반 내륙 화물터미널의 지능형 운영시스템의 개발을 바탕으로 물류비를 상당 부분 절감시킬 수 있을 것으로 기대되는데, 이에 대한 구체적인 방안이 반드시 수립되어야 할 것임.

(2) 국내외 동향

- U-기반 터미널 통합 운영시스템 관련
 - 유럽의 경우, 네덜란드와 영국, 독일, 벨기에, 프랑스 등은 국가 및 민간 관련업체를 중심으로 독자적인 항만운영 정보시스템을 개발 및 구축하여 활용중임.
 - 미국은 민간중심의 일반유통부문과 국가(세관) 중심의 통관자동화부문 등 국가와 민간분야에서 각기 자율적으로 시스템을 운영.
 - 아시아 국가의 경우에는, 싱가포르의 항만 물류정보시스템은 항만청 업무 지원을 위한 무역자동화시스템이 있고, 일본은 1990년대 초반에 화물자동차 운송사업 정보관련 비용이 일반관리비의 15.9%를 차지할 정도로 정보화에 대한 기반이 갖추어져 있음. 또한, 대만은 1994년 11월 관세청을 중심으로 국가 무역자동화시스템을 구축하여 운영 중.
 - 국내 종합물류정보시스템 구축사업은 1996년부터 2015년까지 20년에 걸쳐 진행되는 사업으로 1단계(1996-1997)에서는 종합 정보물류망 구축, 2단계(1998-2002)는 서비스 확산, 3단계(2001-2015)는 고속화 및 첨단화 단계로 진행되고 있음.

- 한국해양연구원에서는 2003년부터 초대형 컨테이너선용 항만기술 개발 사업의 일환으로 차세대 항만운영시스템 개발 사업을 진행 중.

- 터미널 생산성 증대를 위한 자동화 하역시스템 관련

- 부두에서의 하역속도 증대에 따라 야드에서의 컨테이너 처리 장비의 성능 향상과 자동화에 대한 기술개발이 진행되어 싱가포르, 로테르담 등에서 항만하역 및 물류처리 자동화 기술이 실용화되어 있으며, 지속적인 신기술 개발 및 성능 향상을 위한 연구가 진행되고 있음.
- 네덜란드의 경우, 통합터미널의 개발과 더불어 관련 장비들의 개발도 이루어지고 있음. 인공지능적인 자동화 이송장비 및 관련 운영시스템, 신개념의 안벽시설, 첨단 정보시스템 등 기존의 기반기술을 바탕으로 업그레이드 된 차세대 첨단 장비 및 운영시스템 기술을 개발 중
- 국내의 경우, 자동화 장비 부문에서는 현대중공업을 중심으로 컨테이너 이송설비 자동화 연구를 통해 무인자동이송장치(Automatic Guided Vehicle, AGV)를 개발하여 광양항에 적용한 바 있음.
- 한국해양연구원을 중심으로 2003년부터 초대형 컨테이너선용 항만기술 개발 사업의 일환으로 무인자가하역장치(Automatic Lift Vehicle, ALV)와 고단적재시스템(High Stack System, HSS) 등을 개발 중임.

(2) 관련 세부기술

- U-기반 터미널 통합 운영시스템 관련

- 유비쿼터스 네트워크, 위치인식 기술
- 지능형 물류시스템 연계기술 및 물류정보 통합화/표준화 기술
- 지능형 물류시스템 운용 및 관리 기술
- 항만, 물류 통합정보 데이터베이스 구축 및 전문가 시스템

- RFID 단말기 기술 및 인식 기술
 - 텔레메틱스 연계기술
 - 전체 시스템을 연동시키는 통합정보시스템 기술 등
- 터미널 생산성 증대를 위한 자동화 하역시스템 관련
 - 고효율 안벽 하역장비
 - 무인 자동화 컨테이너 이송 장비
 - 야드 내 무인 하역장비
 - 장치장의 지능형 운영시스템

라. 내륙주운 전용 선박과 해운선박의 연계성을 고려한 환적 전용 터미널의 개발 필요성이 검토되었는가?

(1) 개요

- 초대형 컨테이너선의 등장을 비롯하여 국내외 컨테이너 화물 동향을 살펴보면, 절대적인 화물 처리량 뿐만 아니라 환적화물의 비중이 상당히 크게 증가하고 있음.
- 내륙 주운을 활용하게 되는 컨테이너 선박의 경우, 상당부분이 환적화물이 차지하게 될 것으로 예상되므로 해운선박과 긴밀한 연계성을 고려하여야 함.
- 해운선박으로부터 내륙주운 전용선박으로 적/하역을 신속하게 진행할 수 있도록 부산 및 인천 인근에 환적 전용 터미널의 개발이 필요함.
- 작업의 효율성 및 신속성 및 친환경성을 고려하여 기존의 매립식이 아닌 부유식 구조 형태의 환적전용 터미널에 대한 설계 및 시공기술 적용이 가능.

(2) 국내외 동향

● 환적 터미널 관련

- 세계 컨테이너 항만에 대한 투자계획 및 현황과 함께 컨테이너 항만에 대한 수요 및 공급, 이용률 현황을 제시한 Ocean Shipping Consultants Ltd 에 따르면, 전세계 컨테이너 물동량이 연간 6.7% 증가로 2001년 대비 2010년 74~92% 늘어날 것으로 예측하는 등 지속적 증가 추세
- 전세계 뿐만 아니라 우리나라 부산항의 예를 보더라도, 환적화물의 처리량이 급격하게 증가되고 있는 경향임.
- 한국과 중국 북동부 지역 등 아시아 북동부 지역의 처리량이 일본에 비해 상대적으로 높은 증가추세를 보이고 있으며, 동북아 중심항만 개발 전략의 성공 여부는 환적화물의 처리 경쟁에서 우위를 선점하는 것이라 할 수 있음.
- 한국해양수산개발원(2003)에서는 환적전용터미널에 대한 하나의 구조형식으로 부유식 구조물을 활용한 미래형 터미널 형태를 제안한 바 있음.

● 부유식 구조물 관련

- 이동식 해군기지의 개념은 미국에서 이동식 해상 군사기지(MOB: Mobile Offshore Base)라는 방식으로 이미 활용하고 있음.
- 부유식 구조물에 대해서는 일본의 Mega-Float 해상공항이나 캐나다 알래스카의 발데스항의 부유식(바지식) 부두와 같이 다양한 형식과 다양한 목적으로 시공된 사례가 있음.
- 한국해양연구원에서는 1999년부터는 초대형 부유식 해상구조물에 대한 세부핵심요소기술구를 진행한 바 있고, 2003년부터 초대형 컨테이너선용 항만기술 개발 사업을 '성장동력사업'의 일환으로 현재 수행 중임.
- 초대형 컨테이너선용 하이브리드 안벽은 부유식 이동 가능한 구조로써,

컨테이너선의 양현하역과 환적피더서비스 기능을 갖는 첨단 지능형 다목적 부두를 의미하고, 가변식 하이브리드 안벽과 가동식 하이브리드 안벽으로 구분할 수 있음.



그림 3.1 하이브리드 안벽 조감도

(3) 관련 세부기술

- 환적전용 터미널의 운용 관련
 - 기존 터미널과 연계성 최적화 기법 개발
 - 환적 전용 안벽 하역장비 개발
 - 환적 전용 터미널 지능형 운영 시스템 개발

- 부유식 환적전용 터미널의 구조 설계 및 시공 기술 관련
 - 부유식 구조물에 대한 성능 및 안정성 평가기술
 - 부체식 구조물 모달 해석 기술
 - 극한환경 과도 유탄성 해석 기술

- 부유 구조물의 모듈 건조 기술
- 설계 흡수 점검 위한 구조물 중량 평가 기술
- 수상 앵커 그라우팅 기술
- 고강도 케이블 및 정착부 관련 기술
- 초정밀 케이블 시공 기술
- 모듈접합부 해석/설계/시공 기술
- 모듈 해상 접합시 위치제어 기술
- 모듈제어용 정밀 발라스팅 기술

- 부유식 환적전용 터미널 구조물에 적합한 계류시스템 기술 관련
- 돌핀-펜더 시스템 설계 기술
- 앵커-체인 시스템 설계/모니터링 기술
- 다물체 계류시스템 해석 기술
- 상부구조물을 고려한 계류 시스템 설계 기술
- 고내구성 신소재 앵커 구조체 개발 기술
- 상부 구조물과 계류장치 연결부 성능 고도화 기술
- 계류시스템의 현장 재하 시험 기술
- 앵커 케이블을 이용한 구조물 제어시스템 설계 기술

- 부유식 구조체의 고성능 구조재료 개발 기술
- 고내구성 콘크리트 개발 기술
- 고기능 혼화제 개발 기술
- 부식방지 도장 기술
- 고내구성/내후성 강재 개발 기술

마. 연안해운과는 달리 내륙 항만 및 주운시설을 건설하게 될 경우에 특별히 고려해야 할 사항은?

(1) 개요

- 수로의 폭이 좁은 내륙 항만 및 주운시설의 경우 개방해역에서의 연안해운에서는 전혀 고려할 필요가 없는 사항도 중요하게 고려해야만 하는데, 그 중 대표적인 것이 선박이 운항함에 따라 발생하는 항주파의 에너지가 호안에 전파되어 파고가 증폭됨에 따라서 제방 손상, 월파, 세굴 등의 문제가 발생하는 것임.
- 또한, 내륙 주운을 건설함에 따라 기존에 강을 따라서 바다로 이동하는 유사의 이동이 정체 또는 지연됨에 따라서 광범위한 물리적, 생태적 환경 변화가 야기될 수 있음. 따라서 내륙 항만 및 주운시설을 건설하기 전에 이러한 요소들을 종합적으로 고려하여야 함.

(2) 국내외 동향

- 선박의 고속운항에 대비한 고내구성 내륙주운 전용 호안 설계기술 관련
 - 항주파에 관한 연구는 조선공학 분야에서 주로 연구되어 왔으나, 주로 수심이 일정한 개방해역에서의 항주파 발생 및 선박의 조파저항에만 초점을 맞춘 한계가 있음
 - 내륙 주운에서 항주파 발생에 따른 호안의 구조안정성 검토 사례는 거의 없으며, 보다 적극적으로 항주파의 에너지를 저감시키는 기술은 개발된 바 없음
 - 내륙 주운이 잘 발달한 나라의 경우, 항주파에 대한 호안의 구조안정성을 유지하기 위한 설계 기준이 정비되어 있으나, 대체로 대운하 건설시 목표로 하고 있는 선박운항 속도에 비해서 저속운항에 적합한 설계 기준임

- 항만 공학 분야에서는 파랑의 에너지를 감소시키기 위해서 방파제 및 안벽 등 주요 해안보전시설을 유공 구조물로 설계하는 기술이 폭넓게 적용되고 있으며, 이 기술을 내륙수로에 적용하면 선박 운항시 발생하는 항주파 저감에 효과적일 것으로 기대됨
- 운하 건설에 따른 내륙수로 및 연안역 유사이동 예측기술 관련
 - 대개의 유사이동 프로그램은 하천 또는 연안역 중 하나만의 국지적 변화를 모의하기 위해 개발된 것임
 - 하천 유사이동을 모의하고 예측할 수 있는 상용 프로그램은 미국, 유럽 등지의 연구진에 의해 개발되어 사용되고 있으며, 최근에는 국내에서도 한국 지형에 적합한 하천유사이동 예측모형이 조만간 상용화될 것으로 전망됨
 - 연안역, 즉 하구역 및 해안에서의 유사이동은 하천의 유사이동에 비해 훨씬 그 변화가 다양하여 예측이 어렵지만, 최근에 출시되는 상용 프로그램들은 예측 정확도가 상당히 높은 것으로 평가됨
 - 한국해양연구원에서는 하구역 및 해안의 유사이동에 관한 연구과제인 ‘항만매몰 및 오염방지대책 기반기술 수립’, ‘연안침식방지 기술개발 연구용역’ 을 통해 유사이동 관련 연구를 수행하고 있음

(3) 관련 세부기술

- 선박의 고속운항에 대비한 고내구성 내륙주운 전용 호안 설계기술 관련
 - 변 수심역에서의 항주파 전파 예측 기술
 - 폭이 좁은 수로에서의 선박의 거동 및 항주파/반사파 통합모의 기술
 - 항주파 전파에 따른 호안 구조물의 안정성 평가 기술
 - 항주파 저감 효과를 극대화시키는 호안의 설계 기술

- 운하 건설에 따른 내륙수로 및 연안역 유사이동 예측기술 관련
 - 내륙수로 및 연안역 통합 유사이동 예측 시스템 구축 기술
 - 내륙수로 및 연안역에서의 물리/생태 환경 변화 모니터링 기술
 - 내륙수로 및 연안역 내 유사이동 관련 유지관리지침 개발 기술

3.3 관련 세부기술의 추진 방안

3.3.1 하구역의 환경 및 해상안전

고려사항	관련 세부기술	추진 방안		
		기존 기술개발 결과 적용	기존 기술 보완	신기술 개발
대운하 계획 단계에서, 생태, 환경적 가치평가 및 타당성을 관문지역 및 주변해역에서는 검토하고 있는가?	생태계 기능 추출 및 정량화 기술		◎	
	환경·생태 모니터링 기술 및 모니터링망 구축 기술		◎	
	환경, 생태계 반응/평가 지표 기술		◎	
	가치평가 모델개발		◎	
대운하 건설이 관문지역 및 주변해역의 수리, 수질, 저질, 생태 및 퇴적 환경에 미치는 영향에 대해 체계적인 평가 계획이 수립되어 있는가?	환경, 생태계 반응/평가 분석 기술		◎	
	해안 및 하구역 환경영향평가 기법개발		◎	
대운하 건설이 관문지역 및 주변해역의 수리, 수질, 저질, 생태 및 퇴적 환경에 미치는 악영향을 최소화하고 훼손된 기능을 회복할 수 있는 대안이 있는가?	해양 환경 영향 정량적 산정 기술		◎	
	환경 영향 최소화 기술		◎	◎
	생물 종 다양성 및 서식지 복원 기술		◎	◎
대운하 관문지역 및 주변해역의 태풍과 해일 등에 대한 방재 대책은 있는가?	대운하 관문 및 주변해역 해상안전 관리시스템		◎	

3.3.2 안전하고 효율적인 운송시스템

고려사항	관련 세부기술	추진 방안		
		기존 기술개발 결과 적용	기존 기술 보완	신기술 개발
한국 내륙수로의 특성을 고려한, 안전하고 효율적이며, 친환경적인 한국형 내륙주운 표준선박에 대한 타당성 검토 및 설계기술이 확보되어 있는가?	우리나라 내륙수로 운항에 적합한 선박의 요구사항 분석 및 선종별 기본 사양 도출		◎	
	한국형 내륙수로 운항선박의 개념 도출 및 수로에서의 저항성능/조종성능 /운동성능 최적화 기술		◎	
	에너지 절감형/환경친화형 선형 및 추진시스템 설계 기술		◎	
	내륙수로 운항선박의 성능 해석 및 최적화 기술		◎	
	M&S (Modeling & Simulation) 기법을 활용한 내륙수로 운항 선박 시스템 설계 기술		◎	
	시제 시험선 건조 및 실수역 시운전을 통한 성능 검증		◎	
대상선박의 특성을 고려한, 안전하고 효율적인 수로 평면 배치 설계기술이 확보되어 있는가?	선박운항 안전성 확보를 위한 수로 배치(항로 폭, 만곡부/직선부 배치) 설계 및 평가 기술		◎	
	수로에서의 유향/유속 분포 예측 시뮬레이션 기술(평상시, 홍수시)		◎	
	M&S (Modeling & Simulation) 기법을 이용한 수로 설계 기술		◎	
	수로 단면 형상 및 수심이 선박 운항에 미치는 영향 평가 기술		◎	
	내륙수로에서의 항로 표지 설계 및 배치 기술			◎

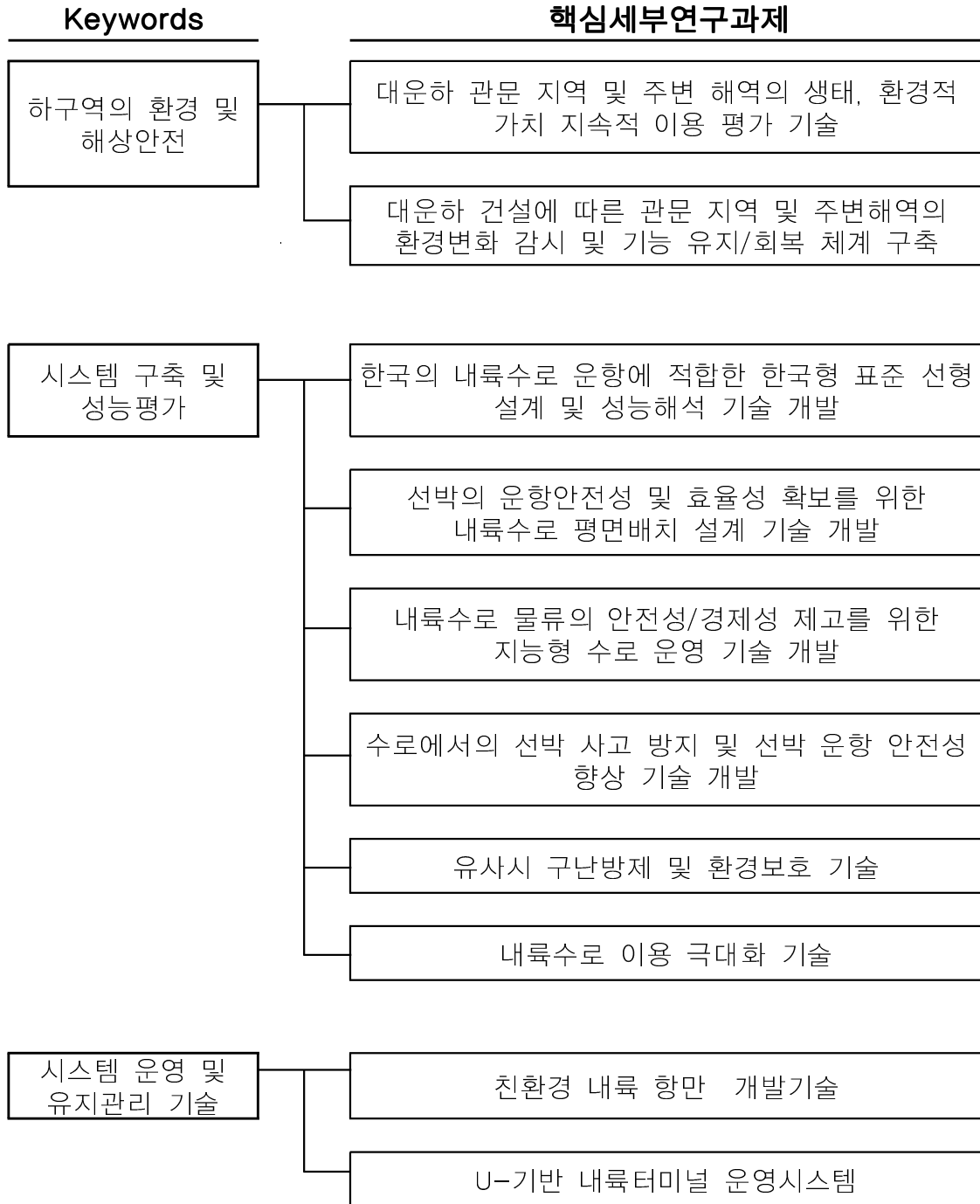
고려사항	관련 세부기술	추진 방안		
		기존 기술개발 결과 적용	기존 기술 보완	신기술 개발
안전하고 효율적인 선박운항을 위한 내륙수로 통항 관제 시스템(RIS : River Information Service)의 구축방안이 준비되어 있는가?	한국형 RIS(River Information Service) 시스템 구축 기술		◎	
	내륙 수로용 전자해도(Inland Electronic Navigation Chart) 시스템 구축 기술		◎	
	RIS Simulator 구축 및 운용 기술/관제요원 훈련 기술		◎	
	효율적 수로 관리를 위한 수로 상황 실시간 모니터링 및 예측기술 개발		◎	
	수로 유동 실시간 예측 및 측정 기술		◎	
	갑문/터널/협수로 통과 혼잡도 예측 및 관제 기술		◎	
	내륙 수로의 지형지물 3차원 정밀 측량 기술 개발		◎	
내륙수로에서의 선박사고 방지 방안 및 유사시 피해 최소화를 위한 사고유형별 초기대응 기술 및 시스템 구축방안이 준비되어 있는가?	수로에서의 선박 사고 방지 기술		◎	
	유사시 구난방제 및 환경보호 기술		◎	

3.3.3 고효율 내륙 항만

고려사항	관련 세부기술	추진 방안		
		기존 기술개발 결과 적용	기존 기술 보완	신기술 개발
유지준설, 생태하천 유지, 갑문 운영 등의 유지관리 비용을 고려하고 있는가? 있다면, 유지관리 비용 저감대책은 있는가?	대운하 유지준설 최적관리 시스템			◎
선박의 안전하고 효율적인 입출항 및 이접안이 가능한, 그리고 친수공간이 고려된 내륙 항만 배치 설계기술이 준비되어 있는가?	갑문 통과시 선박의 운항 안전성 확보를 위한 갑문 진입로 배치 기술			◎
	수로 횡단 교량 폭/높이 설계 기술		◎	
	선박의 운항 안전성/경제성 확보를 위한 터널(스카이라인) 단면 설계기술			◎
	선박의 입출항 및 이접안 안전성 확보를 위한 터미널, 부두 및 선회장 등의 수역 배치 설계 기술			◎
	선박 입출항 및 운항자동화 기술		◎	
	친수공간 조성 기술		◎	
내륙 화물터미널의 적/하역시간을 최소화할 수 있는 지능형 운영 시스템이 구축되어 있는가?	U-기반 터미널 통합 운영시스템 기술		◎	
	터미널 생산성 증대를 위한 자동화 하역시스템 기술		◎	

고려사항	관련 세부기술	추진 방안		
		기존 기술개발 결과 적용	기존 기술 보완	신기술 개발
내륙주운 전용 선박과 해운선박의 연계성을 고려한 환적 전용 터미널의 개발 필요성이 검토되었는가?	환적전용 터미널의 운용 시스템		◎	
	부유식 환적전용 터미널의 구조 설계 및 시공 기술		◎	
	부유식 환적전용 터미널 구조물에 적합한 계류시스템 기술 관련		◎	◎
	부유식 구조체의 고성능 구조 재료 개발 기술		◎	◎
연안해운과는 달리 내륙항만 및 주운시설을 건설하게 될 경우에 특별히 고려해야 할 사항은?	선박의 고속운항에 대비한 고내구성 내륙주운 전용 호안 설계기술		◎	
	운하 건설에 따른 내륙수로 및 연안역 하천유사이동 예측 기술		◎	

3.4 핵심세부연구과제 도출



제4장 핵심 세부연구과제 (RFP)

4.1 하구역의 환경 및 해상안전

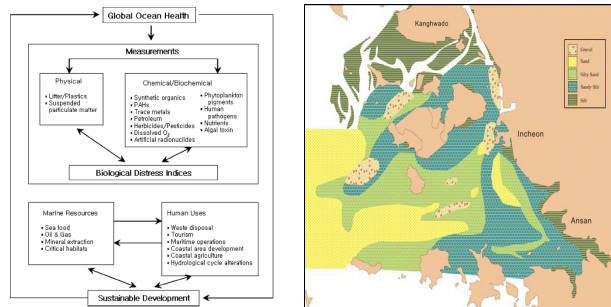
4.1.1 대운하 관문 지역 및 주변 해역의 생태, 환경적 가치 지속적 이용 평가 기술

연구과제명	대운하 관문 지역 및 주변 해역의 생태, 환경적 가치 지속적 이용 평가 기술
기술 개발의 배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대운하 건설은 해양 생태와 환경에 급격한 변화를 초래할 가능성이 큼. ○ 대운하 관문이 건설된 하구역은 강으로부터의 영양염과 토사 등이 유입되는 지역으로 해양 생태 및 환경에서 자치하는 비중이 큼. ○ 환경 친화적 대운하 건설을 위해 대운하 관문 지역인 하구역(낙동강, 한강)과 그 주변해역의 생태, 환경적 가치 평가는 필수적임. ○ 하구역 및 주변해역 생태, 환경 맵 제공을 통하여 대운하 관문의 친환경적 시공을 위해 필요함. ○ 대운하 개발 전·후의 하구역 및 주변해역 환경변화 파악시 필수적임.
기술 개발의 최종 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대운하 관문 지역(한강 및 낙동강 하구역) 및 주변해역의 생태, 환경적 가치 평가를 통한 대운하 건설 관문지역의 환경적 타당성 검토. ○ 대운하 건설시 관문지역의 친환경적 갑문설치 및 지역 선정시 자료 제공. ○ 대운하 건설에 따른 환경 변화 예측 및 이에 따른 대책마련을 위한 자료제공.
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 낙동강, 한강 하구역과 주변해역의 기존 생태, 환경자료 수집 및 DB 구축. ○ 기존자료 수집과 분석을 통하여 부족한 자료 수집을 위한 현장 조사. ○ 하구역 및 주변해역의 생태, 환경적 지표 및 지수 선정을 통한 가치 평가 기준 및 기술 개발.

- 과거 유사 개발 사업 사례(경인운하, 한강하구 수중보, 낙동강 하구둑)를 통한 개발에 따른 하구역 및 주변해역 환경변화의 비교 평가.
- 대운하 관문 지역 및 그 주변해역의 생태, 환경 맵 작성 및 가치 평가.



<한강 하구와 낙동강 하구연 주변 환경>



<해양의 건강도 유지를 고려한 해양 개발 도식도 및 한강 하구역의 퇴적상 및 오염도>

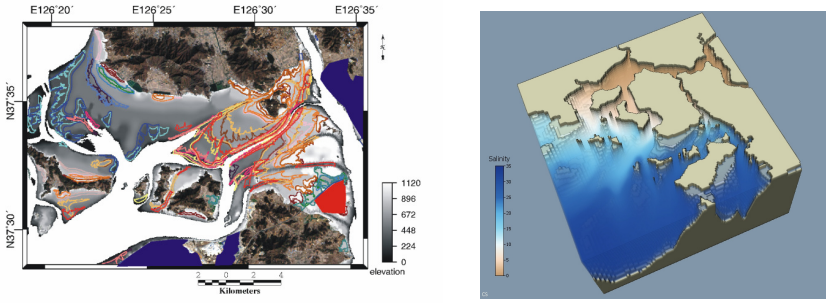

<p>기술개발의 최종 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과학적이고 논리적인 근거를 통한 대운하 관문지역(하구역) 및 주변해역의 생태, 환경적 가치 제시. ○ 대운하 관문 지역 및 그 주변해역의 생태, 환경 맵. ○ 대운하 건설시 관문지역의 친환경적 갑문설치 및 지역 선정시 자료 제공.
<p>기대 효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대운하 건설에 따른 환경적인 측면에서의 논쟁에 대한 과학적이고 논리적인 판단 근거 제공을 통한 무분별한 환경적 이슈에 대한 논쟁 진화. ○ 친환경적 대운하 건설을 위한 과학적인 자료 제공 및 건설지역 환경변화를 최소화하기 위한 대비책 수립에 적극 활용. ○ 관문 및 하구 환경 관리를 위한 기본 자료로 활용.

<p>기 타 특기사항</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관련 주요 연구실적 <ul style="list-style-type: none"> ■ 하구역 관리 및 기능회복 기술 개발 ■ 육지와 연안해역 상호 작용 연구 ■ 반폐쇄성 내만에 위치한 갯벌과 주변해역간의 물질 플럭스 규명 ■ 연안해역 건강도 평가 기술 개발을 위한 예비연구 ■ 해양생태계 해수, 퇴적물 환경 및 난치자어 조사 ○ 보유 연구시설 <ul style="list-style-type: none"> ■ 해양조사선 ■ 크린 룸 ■ 냉동, 냉장고 ■ 생물, 물, 퇴적물 시료 채취기 ■ 생물, 지질, 화학 환경 조사 관련 현장 관측 장비 및 분석 장비 다수
----------------------------	--

4.1.2 대운하 건설에 따른 관문 지역 및 주변해역의 환경변화 감시 및 기능 유지/회복 체계 구축

<p>연구과제명</p>	<p>대운하 건설에 따른 관문 지역 및 주변해역의 환경변화 감시 및 기능 유지/회복 체계 구축</p>
<p>기술 개발의 배경 및 필요성</p>	<p>○ 대운하 관문지역의 시설물 건설 및 인위적 담수 배출 조절은 주변 하구역 및 연안의 해수 유동 및 물질순환(오염물질 포함)에 영향을 미칠 것으로 예상됨.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 하구역 (특히 한강 하구역)의 관문 설치는 해양 조석의 상류 전파를 차단하고, 하천-해양의 물질 순환체계를 교란시킴으로써 궁극적으로 하구와 인근 해양의 수질과 생태계 변화를 초래할 것임. 2. 특히 조석 전파가 차단되는 용강보 전면 해역은 강한 반사파로 인하여 고조위 상승이 예상되며 홍수시 상습 침수지역인 김포를 비롯한 인근 저지대에 악영향이 우려됨. 3. 또한 고조위 상승으로 인하여 하구역으로 유입되는 인근 소하천의 수위가 상승하고 하천 상류로의 염수 침투가 증가하여 각종 용수로서의 하천수 사용이 어려워지며, 염에 의한 주변 수생 생태계 교란이 우려됨. 4. 오염도가 해수에 비해 높은 운하 내부 담수 배출시 표층으로 확산 이동하며, 일정기간 주변 해역의 표층 수질을 악화시킬 수 있음. 5. 또한 운하내부 담수에 포함되어 있는 용존 유기물은 해수와 접촉 시 침전 퇴적되며, 이러한 제거 과정에서 중금속이 착화된 형태로 제거되어 퇴적물에 농축됨. <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div data-bbox="478 1568 845 1848"> <p><한강하구 퇴적물의 중금속 오염></p> </div> <div data-bbox="925 1568 1308 1848"> <p><한강하구 어류중 유기오염물질 위해성></p> </div> </div>

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 운하 내부의 개발 준설과 지속적인 유지 준설, 그리고 제방 정비는 하구와 해양으로 유출되는 퇴적물 공급량 (특히 사질 퇴적물)을 크게 감소시킴으로써 대규모 해안 침식현상을 유발할 것임. ○ 또한 홍수시 담수의 대량 유출은 완전 염수 환경으로 유지되는 관문 하류 해역의 해양 생물에 담수 쇼크를 초래할 수 있음. ○ 이와 같은 대운하 건설에 따른 관문 운영은 주변 하구역 및 연안역 환경변화는 직접·간접적으로 연계되어 자원량의 변동이나 기타 활용과 직접적 관련이 있는 생물단계로 전파됨. ○ 따라서 실험을 통한 하구역 주변 환경의 변화에 대한 예측과 함께 장기적이고 지속적인 모니터링을 통하여 환경 및 생태계 변화에 대한 대책을 수립하고 훼손 환경을 회복할 필요가 있음.
<p>기술 개발의 최종 목표</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관문 예정지와 주변 해역의 수리, 수질, 저질, 생태계 및 퇴적 환경 파악. ○ 관문 설치 및 운하 운영시의 장·단기 환경 변화 예측. ○ 대운하 건설에 따른 하구역 및 연안환경에서 수리, 수질, 저질, 생태계 및 퇴적 측면의 악영향을 최소화하고 훼손된 기능을 회복할 수 있는 대안 검토, 제시.
<p>주요 연구 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관문 예정지 일대의 수리, 수질, 퇴적 및 생태계 현황 정기 조사. ○ 무인 원격 조종 장치를 이용한 조석, 염분, 생물, 수질, 퇴적 환경의 실시간 상시 모니터링 시스템 구축 및 운용. ○ 하구, 해양을 포함하는 유동, 담수 확산, 수질, 퇴적물이동 모형 개발 및 현황 재현 실험. ○ 관문 설치 및 운하 운영시의 환경 변화 예측 실험(생태계 모델과 환경 모델의 접합 기술 활용). ○ 악영향 저감, 기능환경 회복 방안 수립.

	 <p style="text-align: center;"> <침식/퇴적 변화> <3차원 조석모델로 구성된 경기만 염분장> </p>  <p style="text-align: center;"><실시간 해양관측 부이 및 수질 측정 시스템 - 운영중></p>
<p>기술개발의 최종 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관문 지역 및 주변해역의 실시간 환경 감시 시스템 구축 ○ 관문 지역의 수리, 수질, 퇴적 변화 예측·평가시스템 구축 ○ 관문 및 주변 해역 생태, 환경 피해 저감 방안 마련
<p>기대 효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관문 지역과 인근 해양의 변화와 악영향을 최소화할 수 있는 방안을 수립하여 관문 설계와 시공 및 운하 운영에 반영 ○ 친환경적인 생태, 환경 복원 ○ 홍수, 이상고조 등에 의한 피해지역 예측 및 대책 수립을 위한 자료 제공
<p>기 타 특기사항</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관련 연구 실적 <ul style="list-style-type: none"> ■ 해양관측시스템개발 ■ 하구역 관리 및 기능회복 기술 개발 ■ 새만금 해양환경보전을 위한 조사연구 ■ 연안침식방지 기술 개발 ■ 부산항 신항 해양수리현상 연구개발용역

- 육지와 연안해역 상호 작용 연구
- 반폐쇄성 내만에 위치한 갯벌과 주변해역간의 물질 플럭스 규명
- 연안해역 건강도 평가 기술 개발을 위한 예비연구
- 해양생태계 해수, 퇴적물 환경 및 난치자어 조사
- 관문 예정지 일대 하구역과 인근 해역에서의 현지조사와 수치모형 실험 실적 및 고급 연구인력 다수 보유
- 현지조사에 필요한 ADCP, CTD, 검조기, 탁조 센서 등 조사기기 다수 보유
- 해양 수질 및 저질 환경 조사 분석 실적 및 전문 연구인력 다수 보유
- 실시간 해양관측 모니터링 부이 시스템 구축 기술 및 무인 이동 환경 모니터링 시스템 기술 실적, 관련 기술 특허 및 기술전문가 보유







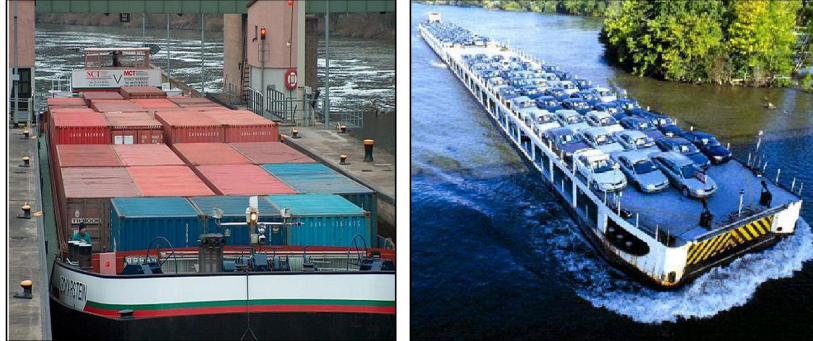
<무인 이동 환경 모니터링 시스템 - 시험중>

4.2 안전하고 효율적인 운송시스템

4.2.1 한국의 내륙수로 운항에 적합한 한국형 표준 선형 설계 및 성능해석 기술 개발

연구과제명	<p style="text-align: center;">한국의 내륙수로 운항에 적합한 한국형 표준 선형 설계 및 성능해석 기술 개발</p>
<p style="text-align: center;">기술 개발의 배경 및 필요성</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 내륙수로 운항 선박의 종류 및 적재톤수, 주요 제원, 운항 속도, 운항하게 될 수로의 제원(가항폭, 만곡부, 통과 교량 등), 그리고 운항해역(내륙수로 및 연해) 등이 제시될 경우, 이러한 성능 조건을 만족하고, 또한 추진성과 조종성능이 우수하고 안전하며, 우리나라에 건설될 내륙 수로의 특성에 적합한 한국형 표준 선형을 조기에 개발할 필요가 있음. ○ 내륙수로 운항 선박의 각종 성능(저항추진성능, 조종성능, 운동성능 등)은, 내륙 수로의 단면/폭/수심 설계, 수로의 만곡부 및 직선부 배치 설계, 수로 횡단 교량의 소요 폭 및 높이 추정, 갑문 및 갑문 진입로 설계, 터미널 및 부두 설계, 터널(혹은 스카이 라인) 설계, 항로표지 설계, 그리고 향후 수로에서 운항하게 될 선박들의 운항지침 작성 등에 반드시 반영되어야 하므로, <u>최우선적으로 Barge선 설계와 관련된 기술 개발이 필요함.</u> ○ 내륙수로 운항선박의 제작 단가를 낮추고, 유연하고 호환성 있는 선단 구성을 위해, US Standard Barge나 Euro Barge처럼 표준화된 한국형 표준 선형 개발 필요. ○ 내륙수로뿐 아니라 연근해 운송까지 가능한 Sea-River Vessel 기술 개발 필요. ○ 적극적인 수질보호 및 개선, 자연환경 보존을 위해 환경친화형을 넘어 “환경개선형” 선박의 개발 개념 도입이 필요함. 즉, 수질개선형 추진장치, 안전을 극대화하기 위한 설계 개념 도입 등이 요구됨.

		
<p>기술 개발의 최종 목표</p>	<p>Pusher-Barge 선단 일례</p> <p>ATB Barge 일례</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 한국 내륙수로의 특성과 요구성능 조건에 최적화된 한국형 내륙수로 운항 선박 선형 설계 기술 개발 ○ 내륙수로 및 연근해까지 운항가능한 Sea-River Vessel 선형 및 추진기 설계 기술 개발 ○ 시제선 건조 및 실선/실수역 실험을 통한 성능 검증 	
<p>주요 연구 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우리나라 내륙수로 운항에 적합한 선박의 요구사항(TLR : Top Level Requirement) 분석 및 선종별 기본 사양 도출 <ul style="list-style-type: none"> - Bulk선 (시멘트, 곡물, 석탄 등의 산적화물 운반선) - Tank선 (유류나 화학제품 운반선) - Container선 (Container 운반선) - Ro-Ro선 (자동차 운반선) - Sea-River Vessel(내륙수로 및 연근해에서 모두 운항 가능한 선형) <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	



내륙수로 운항 Barge선의 종류 (Bulk, Tank, Container, Ro-Ro)

- 한국형 내륙수로 운항선박의 개념 도출 및 수로에서의 저항성능/조종 성능/운동성능 최적화 기술 개발
- 에너지 절감형/환경친화형 선형 및 추진시스템 설계 기술 개발
- 내륙수로 운항선박의 성능 해석 및 최적화 기술 개발
- M&S (Modeling & Simulation) 기법을 활용한 내륙수로 운항 선박 시스템 설계 기술 개발
- 시제 시험선 건조 및 실수역 시운전을 통한 성능 검증
- 주요 연구내용

1. 개념설계

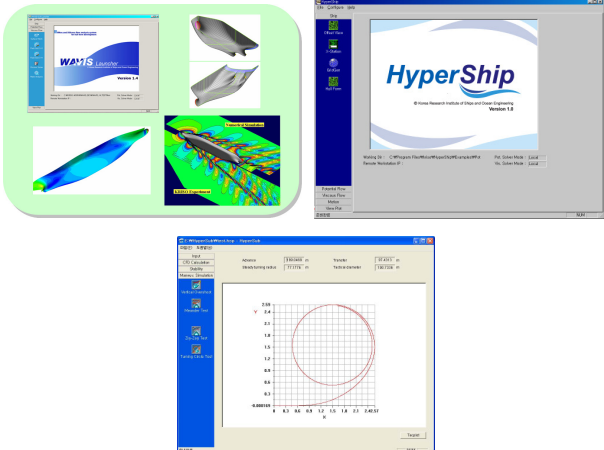
가. 기본제원 결정 방법론

- 1) 대운하 운항 조건 분석
- 2) 최대, 최소 화물 운송량 및 운송 대상 분석
- 3) 운송 속도 및 물류 소화능력 분석
- 4) 기존 물류와의 비교 분석
- 5) 운항 경제성 평가 분석
- 6) 에너지 절감 방법 분석

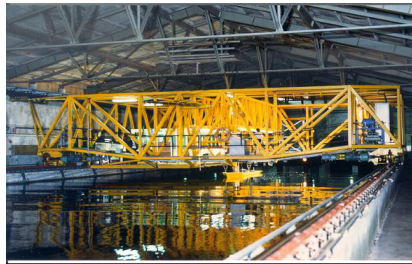
나. 한국형 선형의 도출

- 1) 세계 각국의 현황 및 추세
- 2) Pusher-Barge형
- 3) Self Propulsion형
- 4) Barge System
- 5) Sea-River System

	<ul style="list-style-type: none"> 6) 기타 선형 <ul style="list-style-type: none"> 다. 친환경 시스템 <ul style="list-style-type: none"> 1) 오염물질 최소화 방안 2) 수질 개선형 추진 시스템 라. 극한 조건에 대한 검토 <ul style="list-style-type: none"> 1) 홍수에 의한 역류, 순류 중 운항 2) 피항, 구난 방법 마. 재난, 사고 방지형 선형 및 추진, 조종시스템 바. 운영 방법 검토 2. 기본설계 <ul style="list-style-type: none"> 가. 목표선속에 대한 마력추정 나. 엔진 사양의 결정 및 연료소모량 추정 다. 기본제원 결정 라. 조종성능 제한사양 및 만족 설계 마. 운동성능 제한 사양 및 만족 설계 바. 기타 필요/요구사양 결정 3. 상세설계 <ul style="list-style-type: none"> 가. 선형도출 나. General Arrangement 다. 선각구조설계 라. 부가 기능 및 주요 의장품 설계 4. 성능해석 - 모형시험 및 시뮬레이션을 통한 성능 확인 및 극대화 방안 강구 <ul style="list-style-type: none"> 가. 예인수조 모형시험 - 선형성능평가 나. 공동수조 모형시험 - 추진기 성능 평가 다. 해양공학수조 - 파랑 중 운동성능 평가 라. 전산유체역학 - 유동현상 시뮬레이션 마. 조종성능 해석 5. 실선 설계 및 시제선 건조 <ul style="list-style-type: none"> 가. 시제선 건조 설계 방법 나. 시제선 실역 시운전
기술개발의 최종 결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한국형 내륙수로 운항선박의 선종별 기본설계 도면 ○ 한국형 내륙수로 운항선박의 성능 해석 시스템

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 선종별 시제 시험선 및 시제선의 실수역 시운전 결과
<p>기대 효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 성능이 우수하고 안전성이 확보된, 한국형 내륙수로 운항선박의 표준 선형 개발 ○ 국내 관련 산업(중소 조선업 및 기자재 업체) 활성화 및 매출 증대 ○ 국내 수로 특성에 최적화된 선형 개발로 세계 1위 조선국으로서의 자긍심 확보 및 대국민 홍보 ○ 친환경, 환경개선형 내륙수로 수송 시스템 개발 개념 창출 및 이를 통한 대국민 홍보/설득력 극대화
<p>기 타 특기사항</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관련 주요 연구실적 <ul style="list-style-type: none"> ■ 선박의 선형성능 평가관련 연구 약 200건 이상 수행(1978~현재) ■ 쇄빙기능 해양과학조사선 개발(2006) ■ M&S 기법에 의한 해군함정 설계(2002-현재) ■ 수상선박 및 잠수체의 유체성능 해석시스템 개발 (HyperShip, HyperSub, 2005) ■ 상선 설계를 위한 유동해석 시스템(WAVIS) 개발(2000, 현재 국내 대부분의 조선소에서 활용중) <div style="text-align: center;">  <p>선박성능 해석을 위해 MOERI에서 개발된 각종 SW</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ○ 보유 연구시설 <ul style="list-style-type: none"> ■ 선형시험용 예인수조 (LxBxD = 200m x 16m x 7m)

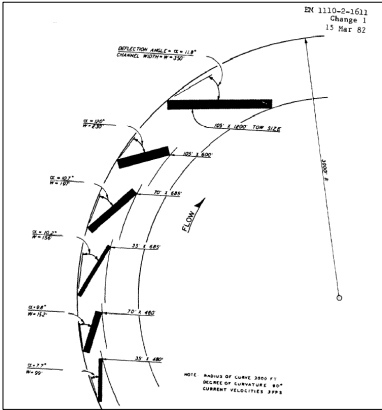
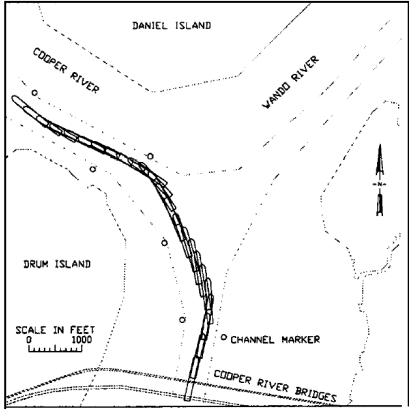
- 추진기시험용 캐비테이션 터널
- 해양공학수조(LxBxD = 56m x 30m x 4.5m)
- 자유항주 실험 시스템
- 선박운항 시뮬레이터 시스템(5 Channel, FMB Class)
- M&S용 Virtual Mockup (3 Channel)
- PC-clustering을 활용한 병렬컴퓨터 (68 node 1set, 24 node 1set)



수상선의 조종 성능 해석을 위한 실험 장면(좌:HPMM시험, 우:자유항주실험)

4.2.2 선박의 운항안전성 및 효율성 확보를 위한 내륙수로 평면배치 설계 기술 개발

연구과제명	선박의 운항안전성 및 효율성 확보를 위한 내륙수로 평면배치 설계 기술 개발
기술 개발의 배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 상대적으로 좁은 수로와 얇은 수심 특성을 가진 내륙 수로에서 운항할 것으로 예상되는 각종 선박들의 운항 안전성을 확보하기 위해서는, 수로를 이용하는 선박들의 운항 특성을 고려한 수로 설계가 필요함. ○ 수로에서 운항할 선박들의 각종 성능(저항추진성능, 조종성능, 운동성능 등) 특성을 고려한, 내륙 수로의 단면/폭/수심 설계, 수로의 만곡부 및 직선부 배치 설계, 수로 횡단 교량의 소요 폭 및 높이 설계, 갑문 및 갑문 진입로 설계, 터미널 및 부두 설계, 터널(혹은 스카이라인) 설계, 항로표지 설계 기술 개발 필요. ○ 대상선박이 안전하게 통항할 수 있는, 수로 횡단 교량의 소요 교각폭 및 높이, 안전통과 가능 속도 등을 결정하기 위한 기술 개발 필요함. ○ 선박의 안전하고 경제적인 운항을 효율적으로 보조할 수 있는 내륙수로에서의 항로표지 설계 기술 개발 필요
기술 개발의 최종 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대상 선박의 특성을 고려한, 안전하고 효율적인 선박 운항 및 공사비용 최적화를 위한 수로 설계 기술 개발 ○ 대상 선박의 선종별/크기별로 안전하게 통항 가능한 교각 폭 및 높이 평가 기술 개발 ○ 내륙수로에서의 항로표지 설계 기술 및 배치 기술 개발
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 선박운항 안전성 확보를 위한 수로 배치(항로 폭, 만곡부/직선부 배치) 설계 및 평가 기술 ○ 갑문 통과시 선박의 운항 안전성 확보를 위한 갑문 진입로 배치 기술 ○ 수로 횡단 교량 폭/높이 설계 기술 ○ 선박의 운항 안전성/경제성 확보를 위한 터널(스카이라인) 단면 설계 기술 ○ 선박의 입출항 및 이접안 안전성 확보를 위한 터미널, 부두 및 선회장 등의 수역 배치 설계 기술

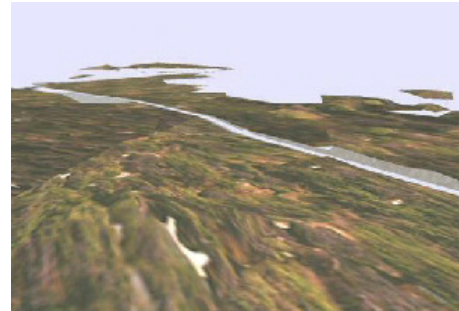
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수로에서의 유향/유속 분포 예측 시뮬레이션 기술(평상시, 홍수시) ○ M&S (Modeling & Simulation) 기법을 이용한 수로 설계 기술 ○ 수로 단면 형상 및 수심이 선박 운항에 미치는 영향 평가 기술 ○ 내륙수로에서의 항로 표지 설계 및 배치 기술
<p style="text-align: center;">기술개발의 최종 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수로 단면(폭 및 수심), 수로 만곡부 및 직선부 등의 평면배치, 갑문 진입로 및 격실, 내륙 터미널 및 부두 배치, 선회장 배치 등에 대한, 선박운항 안전 측면에서의 내륙 수로 수역 설계 지침 ○ 대상 선박의 선종별/크기별 통항 가능한 교각의 폭 및 교량 높이 기준 ○ 내륙수로에서의 항로표지 설계 기준 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div data-bbox="491 965 874 1373" style="text-align: center;">  <p>만곡부에서의 Barge 선단 크기별 소요 폭 검토</p> </div> <div data-bbox="890 965 1300 1373" style="text-align: center;">  <p>Barge선 운항 시뮬레이션에 의한 수로 설계검토 사례</p> </div> </div>
<p style="text-align: center;">기대 효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 안전하고 효율적인 선박 운항이 가능한 수로 설계로, 선박운항 안전성 향상 및 운항 비용 절감. ○ 대상 선박의 운항성능 특성을 고려한 수로 형상 설계로, 내륙 수로 건설비 최적화
<p style="text-align: center;">기 타 특기사항</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관련 주요 연구실적 <ul style="list-style-type: none"> ■ 경인운하 건설사업 기본설계 - 선박운항 Simulation, 1996 ■ 항만/항로 선박운항 안전성 평가 연구 약 70건 이상 수행(1990~)

현재)

- 유조선 항로 안전성 평가기법 연구(1997-1999)



경인운하 통항 시뮬레이션

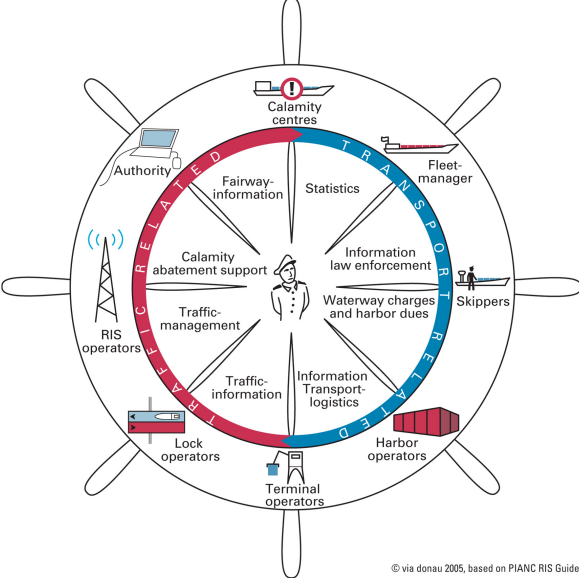


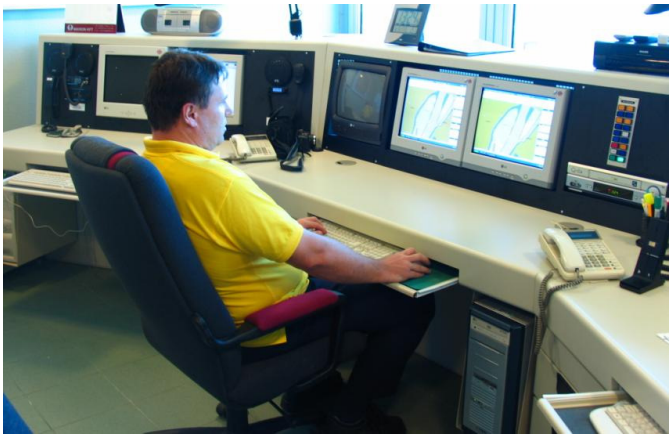
경인운하 모델링 전경



○ 보유 연구시설

- 선박운항 시뮬레이터 시스템(5 Channel, FMB Class)
- M&S용 Virtual Mockup (3 Channel)
- 선형시험용 예인수조 (LxBxD = 200m x 16m x 7m)
- 추진기시험용 캐비테이션 터널
- 해양공학수조(LxBxD = 56m x 30m x 4.5m)

4.2.3 내륙수로 물류의 안전성/경제성 제고를 위한 지능형 수로 운영 기술 개발

연구과제명	<p style="text-align: center;">내륙수로 물류의 안전성/경제성 제고를 위한 지능형 수로 운영 기술 개발</p>
<p style="text-align: center;">기술 개발의 배경 및 필요성</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 바다의 항만이나 주요 해역에서 해상교통상황을 모니터링하고 필요시 관제를 수행할 수 있는 해상교통관제 시스템(VTS : Vessel Traffic Services)과 마찬가지로, 강에서 선박의 이동 상황 및 수상 교통상황, 그리고 수로의 각종 정보를 지속적으로 모니터링하고 필요시 관제를 수행할 수 있는 RIS(River Information Service) 시스템 기술 개발이 필요함. ○ 선박이 운항하는 해역의 수위, 유속, 안개 상황, 결빙, 풍향/풍속, 사고 등의 종합적인 상황을 파악하여, 필요시 선박에게 정보를 제공하는 등, 한국의 내륙수로 특성을 감안한 지능형 RIS 시스템 개발이 필요함. <div style="text-align: center;">  <p>© via donau 2005, based on PIANC RIS Guidelines 2004</p> <p>River Information Service</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ○ 이러한 시스템 구축을 위해서는, 해상과 연계한 내륙수로에서의 항해 및 운항을 위한 표준 내륙 전자해도(Electronic Navigation Chart) 시스템 구축이 필수적임.

<p>기술 개발의 최종 목표</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한국의 내륙수로 특성에 적합한 지능형 RIS 시스템 기술 개발 ○ 내륙수로에서의 안전항해를 위한 공인 내륙수로 전자해도 표준 개발 ○ 표준규격의 내륙수로 전자해도 개발 및 데이터 구축 ○ RIS 운용요원 훈련을 위한 RIS Simulator 및 운용기술 개발 ○ 수로의 효율적 관리를 위한 수로 실시간 모니터링 기술 개발
<p>주요 연구 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한국형 RIS(River Information Service) 시스템 구축 기술 ○ 내륙 수로용 전자해도(Inland Electronic Navigation Chart) 시스템 구축 기술 ○ RIS Simulator 구축 및 운용 기술/관제요원 훈련 기술 ○ 효율적 수로 관리를 위한 수로 상황 실시간 모니터링 및 예측기술 개발 ○ 수로 유동 실시간 예측 및 측정 기술 ○ 갑문/터널/협수로 통과 혼잡도 예측 및 관제 기술 ○ 내륙 수로의 지형지물 3차원 정밀 측량 기술 개발 <div style="text-align: center;">  <p>RIS Center</p> </div>
<p>기술개발의 최종 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한국형 지능형 RIS 시스템 Prototype 및 기본설계서 ○ RIS Simulator System ○ 내륙 수로용 전자해도(Inland ENC) 표준 및 지침에 대한 국가표준 인

	<p>증</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 선박탑재형 ECDIS 시스템 ○ 국가표준 내륙수로 전자해도 도면 및 디지털 데이터베이스 ○ 수로 상황 실시간 모니터링 시스템  <p style="text-align: center;">Inland ECDIS</p>  <p style="text-align: center;">선박탑재형 Inland ECDIS</p>
<p>기대 효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 디지털 항법체계의 정밀한 위치정보 및 상황정보 제공으로 내륙 수로에서의 선박운항 안전성 및 내륙 수로 관리의 효율성 제고 ○ 공인된 국제 표준에 따라 고품질의 정교한 내륙운항 전자해도 확보 ○ 유사시 신속하고 효과적인 지원 제공 가능
<p>기 타 특기사항</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관련 주요 연구실적 <ul style="list-style-type: none"> ■ 해상교통 관제 시스템 및 관제 시뮬레이터 시스템 개발(2004) ■ 전자해도 시스템(ECDIS) 개발 (1997-)

	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국제수로기구(IHO) 전자해도 표준관련 연구수행 ■ 해양수산부 국립해양조사원 국가표준 전자해도 표준개발 및 DB 구축 ■ 국가GIS 및 국제표준화기구(ISO) 지리정보표준화 연구 <p>○ 보유 연구시설</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ECDIS(Electronic Chart Display & Information System) ■ 국제표준 전자해도(ECDIS) 제작 및 검증 도구 확보 ■ 해상교통관제 시뮬레이터 시스템 ■ 선박운항 시뮬레이터 시스템(5 Channel, FMB Class)
--	---

4.2.4 수로에서의 선박 사고 방지 및 선박 운항 안전성 향상 기술 개발

연구과제명	수로에서의 선박 사고 방지 및 선박 운항 안전성 향상 기술 개발
기술 개발의 배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수로에서의 선박 운항 안전성을 향상시켜 사고를 방지하고, 또한 운항 효율성을 고도화하기 위한 기술 개발이 필요함. ○ 평상시 및 악천후시(안개, 강풍, 홍수 등) 선박의 충돌 및 좌초 사고를 방지하고, 최적의 선속을 유지하여 운항 효율을 극대화하기 위해서는, 주어진 여건 하에서 선박의 운항 안전성을 극대화하기 위한 선박운항 안전성 향상 기술 개발이 필요함. ○ 내륙 수로에서의 선박 사고는 인명손실, 재산손실과 등의 경제적 손실뿐만 아니라 하천 오염 사고와 같은 2차 사고로 이어질 가능성이 높으므로, 이러한 사고를 방지하기 위한 기술의 개발은 안전성 향상 뿐 아니라, 환경보호 및 운항효율 향상에도 긴요함.
기술 개발의 최종 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 내륙 수로 운항 선박의 운항 안전성 평가 및 향상 기술 개발(수로 통항, 교량 통과, 터미널에서의 입출항 및 이접안, 갑문 진입 및 통과) ○ 충돌/좌초 위험 경보 및 방지 시스템 기술 개발 ○ 교량 및 협수로 통과시 안전성 향상 기술 개발 ○ 홍수, 결빙, 가뭄, 태풍, 안개, 강설, 우천 등의 기후 조건에서 선박운항 제한조건 및 안전운항 지침 개발
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수로 운항 선원 훈련용 선박운항 Simulator System 및 훈련 기술 ○ 내륙수로용 선박안전운항 지원 시스템 기술 ○ 내륙수로 운항 선박의 충돌 및 좌초 사고 방지 시스템 기술 ○ 선박 원격 조종 및 자동운항 시스템 기술 ○ 교량 통과시 안전성 확보 기술 ○ 홍수, 결빙, 가뭄, 안개 등으로 인한 선박운항 한계조건 도출 기술

	<div data-bbox="691 409 1114 701" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="699 723 1102 752">바지선의 경인운하 통항 시뮬레이션</p> <div data-bbox="651 768 1150 1055" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="699 1077 1102 1106">바지선의 영종대교 통과 시뮬레이션</p>
<p data-bbox="260 1335 411 1413">기술개발의 최종 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 내륙수로 운항 선박의 안전성 평가 시스템 ○ 내륙수로용 선박운항 Simulator 시스템 ○ 내륙수로의 3차원 형상(Terrain) 및 지형 특성 DataBase ○ 내륙수로 운항 선박들의 3차원 형상 및 운항특성 DataBase ○ 내륙수로 선박 안전운항 지원 시스템 ○ 충돌/좌초 위험 경고 및 방지 시스템 ○ 교량통과 유도 시스템 ○ 악천후시 선박운항 제한 조건 및 운항 지침
<p data-bbox="268 1697 403 1731">기대 효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 내륙수로 운항 선원의 운항능력 향상으로 인한 안전성/효율성 증가 ○ 내륙 수로에서 운항하는 선박들의 충돌/좌초 사고 방지 ○ 교량 안전통과 기술 확보로, 재시공 교량 최소화 ○ 악천후시 선박운항 안전지침 마련으로 사고발생 확률 최소화
<p data-bbox="300 1854 371 1888">기 타</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관련 연구실적

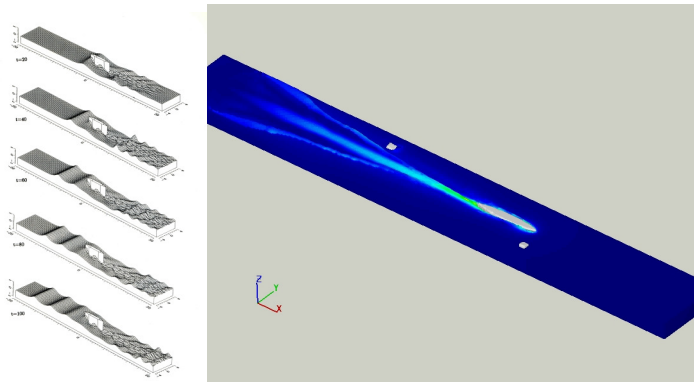
특기사항

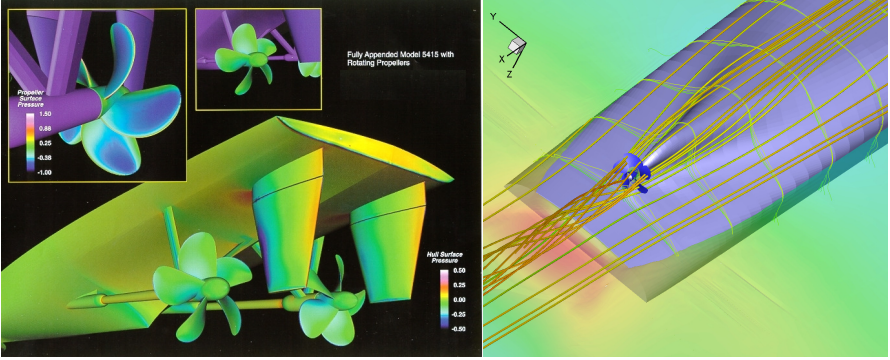
- 선박운항 시뮬레이터 시스템 구축(1997~)
 - 한국해군의 조함훈련용 시뮬레이터 시스템 구축(2003.12)
 - 선박안전운항 지원 시스템 기술 개발
 - 선박 충돌 및 좌초 방지 기술 개발
 - 경인운하 건설사업 기본설계 - 선박운항 Simulation, 1996
 - 항만/항로 선박운항 안전성 평가 연구 약 70건 이상 수행(1990~ 현재)
 - 유조선 항로 안전성 평가기법 연구(1997-1999)
- 보유 연구시설
- 선박운항 시뮬레이터 시스템(5 Channel, FMB Class)
 - M&S용 Virtual Mockup (3 Channel)



선박운항 시뮬레이터 시스템(MOERI)

4.2.5 유사시 구난방제 및 환경보호 기술


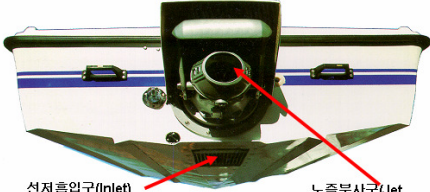
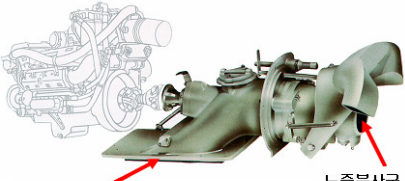
연구과제명	유사시 구난방제 및 환경보호 기술
<p>기술 개발의 배경 및 필요성</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 내륙수로에서 선박을 이용하여 수송하는 화물의 종류와 사고발생 유형(충돌, 좌초, 화재, 침몰 등)은 다양하며, 유사시 그 피해 양상도 다양하게 나타날 수 있음. 따라서 내륙수로에서 발생할 가능성이 있는 선박사고에 의한 피해를 최소화하기 위해, 사고유형별로 특화된 초기 대응 기술의 개발이 필요함. ○ 평상시 수로에서 운항하는 선박을 이용하여, 수질을 개선함으로써 환경보호에 일조할 수 있는 기술적 수단을 강구하여 적용할 필요가 있음. ○ 수로내에서 운항하는 선박의 항주파가 주변 선박이나 수로 구조물에 미치는 영향을 평가하여 이를 최소화하기 위한 안전성 확보 방안 마련 필요함.
<p>기술 개발의 최종 목표</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 내륙수로 선박사고 피해 최소화를 위한 사고 유형별 초기대응 기술 및 시스템 개발 ○ 선박 항주파가 주변 선박 및 수로내 구조물에 미치는 영향 평가 및 안전성 향상을 위한 대책 기술 개발 ○ 선박의 후류/추진기를 이용한 담수 수질 개선 기술 개발 <div style="text-align: center;">  <p>수로운항 선박 항주파 및 그 영향 분석</p> </div>

<p style="text-align: center;">주요 연구 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유사시 사고 선박 구난 기술 ○ 유사시 유류 오염 확산 예측 및 방지 기술 ○ 내륙수로 오염사고 피해예측 기술 ○ 내륙수로 ESI(Environmental Sensitivity Index) Map 구축 기술 ○ 선박 후류/발생파에 의한 연안 침식 방지 기술 ○ 선박 후류/ 추진기를 이용한 담수 수질 개선 기술 ○ 충돌/좌초시 사고 피해 최소화를 위한 지능형 손상대응 시스템 기술 ○ 수중로봇 및 Sensor Network를 이용한 수중 안전관리 시스템 기술 ○ 수로내 부유 쓰레기 실태 조사 및 적체 밀도 평가 기술/ 수거 기술 ○ 수로 수질환경 개선을 위한 저수심용 공기유입 추진장치 기술 <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">첨단 CFD 기법에 의한 선미 유동 해석</p>
<p style="text-align: center;">기술개발의 최종 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 내륙수로 사고유형별 선박 및 화물 구난기술 및 내륙수로 선박사고 초기대응 매뉴얼 및 대응시스템 ○ 선박에 의한 항주파 영향 분석 시스템 및 피해 저감 대책안 ○ 수질환경 개선 시스템 ○ 수로내 부유쓰레기 실태 평가 및 수거 시스템
<p style="text-align: center;">기대 효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 내륙수로내에서 사고발생시, 과학적이고 효율적인 초기 대응으로 대규모 환경오염피해 사전 예방 ○ 내륙수로에서 선박사고 발생시 선박과 화물의 신속한 처리로 수로 교통환경 정상 회복에 기여 - 수로 항행선박 교통적체 해소

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연안 침식 등 물리적 악영향의 예측으로 환경영향 사전 대책 수립 ○ 구간별 합리적인 선속 제한 기준 마련으로 항주파에 의한 부작용 최소화
기 타 특기사항	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관련 주요 연구실적 <ul style="list-style-type: none"> ■ 해난사고 예방 및 구난체계 구축 기술 개발 ■ 복합적 해난사고 수습대응시스템 개발 ■ 유조선 최적구난기술 개발 ○ 보유 연구시설 <ul style="list-style-type: none"> ■ 유류오염방제수조 ■ ROV(Remote Operating Vehicle)

4.2.6 내륙수로 이용 극대화 기술

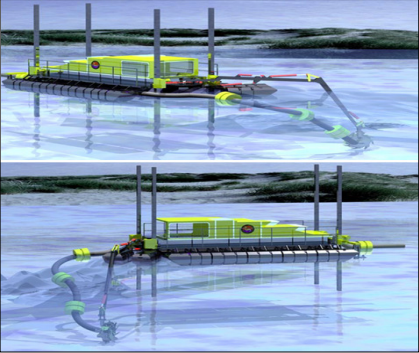

연구과제명	내륙수로 이용 극대화 기술
<p>기술 개발의 배경 및 필요성</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 레저선박 및 관광유람선 개발, 내륙 수로용 고속 WIG선 개발, 내륙수로용 선박에 적합한 차세대 추진장치 개발 등을 통해, 내륙 수로의 이용을 극대화하기 위한 각종 기술을 개발할 필요가 있음. ○ 내수면을 이용한 친수레저 활동은, 해양레저활동보다 기상조건 및 접근성, 안전성 측면에서 매우 유리하며, 내륙수로가 완공되어 운용될 경우, 이를 이용한 레저 및 관광수요가 폭발적으로 증가할 것으로 예상됨에 따라, 이에 대처하기 위한 레저선 및 관광유람선 기술 개발 필요. ○ 유사시를 대비하여, 내륙수로에서 운용이 가능한, 시속 100km/h급 초고속 위그선 기술 개발 필요. ○ 보안, 순찰, 긴급시 등의 목적으로 활용할 수 있는 내륙수로용 차세대 waterjet 추진 시스템 기술을 개발할 필요가 있음. ○ Ubiquitous 기반 내륙수로 물류시스템을 구축하여, 내륙수로 물류의 효율성을 극대화할 필요가 있음.
<p>기술 개발의 최종 목표</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수로 및 하천에서의 친수레저 및 관광유람용 선박의 운용에 관련된 제반 기술 및 인프라 구축 ○ 수로의 경제적 효과 극대화를 위한 고속선 운용방안 정립 ○ 여객정원 : 10-40인승, 최고속도 : 100km/h의 WIG(Wing In Ground Effect)선 기술 개발 ○ 내륙수로 레저보트 및 고속선용 Waterjet 추진 시스템 개발 ○ U-기반 내륙수로 물류 시스템 구축

	 <p style="text-align: center;">위그선의 시험선 운항사진(1998년)</p>
<p style="text-align: center;">주요 연구 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수로에서의 레저보트/관광선 운용 기술 ○ 내륙 수로용 고속선 및 WIG 여객선 설계 기술 ○ 내륙 수로용 Barrier Free 관광선 설계 기술 ○ 내륙 수로용 레저보트 및 고속선용 물분사(Water Jet) 추진시스템 기술 ○ U-기반 내륙수로 물류 시스템 구축 기술 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>선저흡입구(Inlet) 노즐분사구(Jet Nozzle)</p> <p>선미에 부착된 Waterjet 추진시스템 (내장형으로 선저외부에 돌출이 없음)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>선저흡입구 노즐분사구</p> <p>Waterjet 추진시스템과 엔진의 결합도</p> </div> </div>
<p style="text-align: center;">기술개발의 최종 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 선진국 벤치마킹을 통한 한국의 내륙 수로형 레저선박 및 관광유람선, WIG선 기본설계안 ○ 내륙수로에서의 레저선박, 관광유람선, 고속선 운용을 위한 안전기술 ○ 내륙수로용 Waterjet 추진시스템 시제품 ○ 내륙수로의 U-기반 물류시스템 기본계획
<p style="text-align: center;">기대 효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 영세한 중소조선업의 사업다각화로 인한 고부가가치 창출 및 새로운 일자리 창출 ○ 세계적으로 후발주자인 국내 레저선박관련 산업계의 블루오션 창출

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한반도 대운하의 활용성 증대 ○ 내륙수로용 Waterjet 추진장치의 핵심설계기술 확보를 통한 국제 기술경쟁력 확보 ○ 레저선박, 고속여객선, 고속유람선, 고속화물선 등의 Waterjet 추진시스템의 국산화를 통하여 국내 해양 및 내륙 수상레저 분야의 전·후방산업 발전에 기여
<p style="text-align: center;">기 타 특기사항</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 관련 주요 연구실적 <ul style="list-style-type: none"> ■ 2001~2006 : 보급형 해양레저선박 개발 (2종의 한국형 레저선박 개발) ■ 4인승급 소형 위그선 개발, 20인승급 위그선 개발 ■ 교통약자의 이동편의를 고려한 선박개발연구 (2005-2009) ■ 함정용 대용량 Waterjet 추진시스템 개발, 대형터널용 구동펌프 설계 ○ 보유 연구시설 <ul style="list-style-type: none"> ■ Waterjet용 펌프 성능해석 시스템 ■ 선형시험용 예인수조 (LxBxD = 200m x 16m x 7m) ■ 추진기시험용 캐비테이션 터널 ■ 해양공학수조(LxBxD = 56m x 30m x 4.5m)

4.3 고효율 내륙 항만

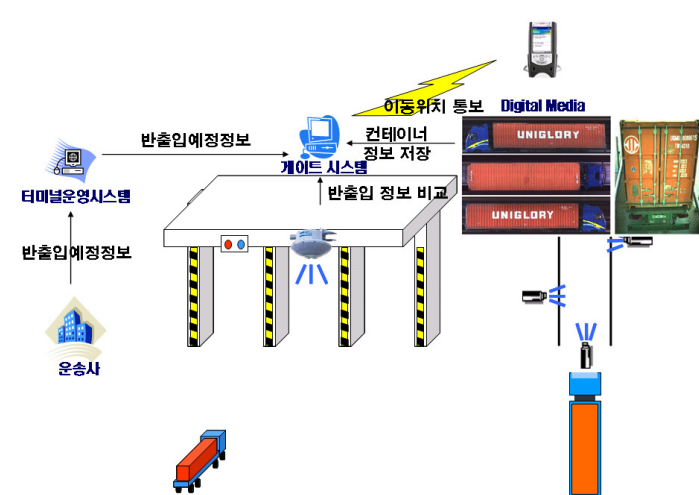
4.3.1 친환경 내륙 항만 개발기술

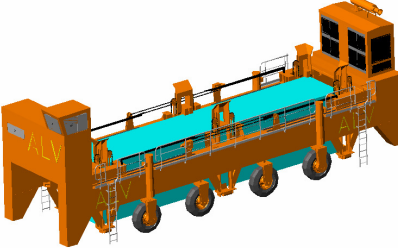
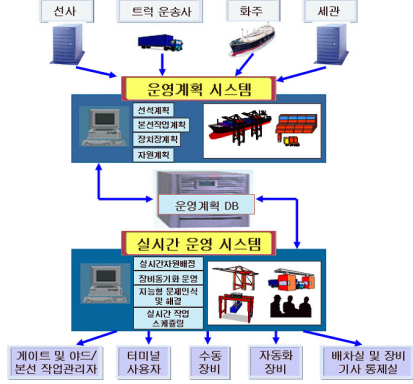
연구과제명	친환경 내륙항만 개발기술
<p>기술 개발의 배경 및 필요성</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한반도 대운하 구간에 대한 준설공사를 비롯하여 터미널이나 터널 등 대규모 건설공사를 친환경 기법을 활용하여 인근 환경에 미치는 영향을 최소화할 필요가 있음. ○ 경제적 효율성을 극대화할 수 있는 친환경 건설 설계 및 시공 기술 개발 요구. ○ 대운하 건설로 인해 약 1,000km의 수변 공간이 확보되는데, 주변에 생태하천이나 습지 조성으로 환경 개선 필요. ○ 운하 건설시 주요 하천의 유사이동 양상이 현재 상태와 크게 달라질 것으로 예상됨. 특히, 운하가 건설된 하천의 경우, 유속이 감소하여 퇴적 속도가 현재보다 증가할 것으로 예측되며, 하천을 통해 하구에 공급되는 유사량은 감소하여 해안 주변의 생태 환경이 변화할 것으로 예상됨. ○ 선박이 운하를 운항할 때에는 항주파(航走破)가 발생하여 호안에 지속적으로 영향을 미치기 때문에 내구성 있는 호안 설계가 필요함.
<p>기술 개발의 최종 목표</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 친환경 항로유지 준설 시스템 확보 및 적용 ○ 친수 환경 조건에서의 내륙터미널 설계 및 시공기술 실용화 ○ 친수환경 습지공간 조성 기술 실용화 ○ 운하 내 선박항행시 항주파 저감용 호안 설계 기술 확보 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">친환경 수륙양용 준설 (Amphibious Dredge)</p>

<p style="text-align: center;">주요 연구 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 준설골재 재활용을 위한 저비용·고효율의 하상 준설기술 ○ 기상 재해에 따른 긴급 준설기술 ○ 운항 선박의 추진기 스크류로 인한 하상 저면 붕괴 방지공 기술 ○ 친수 환경 조건의 부유식 물류 터미널 설계 및 시공 기술 ○ U-기반의 지능형 운영시스템을 고려한 내륙 터미널 설계 및 시공 기술 ○ 대운하 전용 환적 터미널 개발 기술 ○ 기존 구조물 활용 극대화를 위한 친환경 리모델링/리노베이션 기술 ○ 인공습지, 인공백사장 등 친환경 습지공간 조성 기술 ○ 운하 건설 전후의 하천 유사이동 양상에 대한 시뮬레이션 ○ 선박의 운하 내 고속 운항을 가능하게 하는 운하 전용 호안 설계기술 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> 친수환경 터미널(요코하마 항) 인공 조성 갯벌 </div>
<p style="text-align: center;">기술개발의 최종 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 준설 골재 재활용을 위한 친환경 항로유지 준설 시스템 ○ 기존 구조물에 대한 친환경적 리모델링 기법 ○ 인공습지, 인공백사장 등 친환경 습지공간 조성기법 ○ 항주파 영향을 고려한 운하 전용 호안 설계 및 시공 지침 ○ 운하 건설 전·후에 하천의 유사이동 관측 상시 모니터링 시스템
<p style="text-align: center;">기대 효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 친환경 건설기술 개발로 인해 건설민원 최소화 ○ 고효율 저비용, 친환경 준설 등 건설기술 제공 및 이에 따른 예산 절감 ○ 친수·친환경 공간 개발로 인한 국민 삶의 질 제고 ○ 하천의 유사퇴적량 정밀 예측을 통한 운하의 유지관리 비용(지속적인 준설) 절감

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 내구성이 뛰어나면서 항주파의 반사파 저감에 효과적인 운하 전용 호안 설계 및 시공기술 제공이 가능할 것임.
<p style="text-align: center;">기 타 특기사항</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인공습지와 인공백사장 등 습지공간 조성과 관련한 연구는 한반도 대운하 건설사업의 쟁점사항 중 ‘환경생태계 영향 및 대책’ 과 밀접한 관련이 있으며, 한국해양연구원의 기본과제 및 국가용역 과제로 많이 수행된 바 있음. <ul style="list-style-type: none"> ■ 황해연안역의 해양환경 복원을 위한 연구 : 인공갯벌 ■ 대체습지 조성 중장기 계획 수립 용역 ○ 기존 구조물에 대한 친환경적 리모델링과 관련하여 국가용역 과제를 통해 ‘항만 리모델링 기반구축연구’ 를 수행하고 있음. ○ 항주파에 대한 제방보호 문제는 한반도 대운하 건설사업의 쟁점사항 중 ‘운하 항행 선박의 속도’ 와 밀접한 관련이 있음. ○ 항만공학 분야 전문가들은 태풍 등 고파에 효과적으로 견디면서 항내 정온도를 유지할 수 있는 방파제 및 안벽 등의 구조물에 대한 설계 경험이 풍부함

4.3.2 U-기반 내륙터미널 운영시스템

연구과제명	U-기반 내륙터미널 운영시스템
<p>기술 개발의 배경 및 필요성</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 경부운하에는 한강 구간에 2개의 화물터미널, 5개의 복합(화물+여객) 터미널을 두며, 낙동강 구간에는 1개의 화물터미널, 6개의 복합터미널 등 도합 14개의 화물터미널을 설치할 예정. ○ 하역이나 운송, 무정차 게이트 등 대운하 전용 선박에 적합한 터미널 운영시스템의 효율적 관리를 위한 방안 모색이 필수적임. ○ 운송시간은 선박 속도나 갑문 통과 등에 의한 시간 이외에도 터미널 하역작업과 밀접한 관련이 있으므로 운송시간 절감을 위해서 고효율 터미널 운영 시스템이 필요함. ○ R/S 선박(내륙주운 및 해운겸용 선박) 활용 및 환적화물 전용 선박에 적합한 터미널 운영 체계 구축이 필요
<p>기술 개발의 최종 목표</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ U-기반 터미널 통합 운영 시스템 개발 및 적용 ○ 지능형 화물 하역 시스템 고도화 기술 개발 및 적용 ○ 반출입용 차량의 무정차 게이트 시스템 실용화 ○ 내륙주운/해운 겸용 선박 및 환적화물 전용 선박에 적합한 터미널 운영 시스템 개발 및 적용 <div style="text-align: center;">  <p>무정차 게이트 시스템 개념도 (해양수산부, 2005)</p> </div>

<p style="text-align: center;">주요 연구 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 컨테이너 화물과 벌크 화물의 하역 시스템 자동화 방안 개발 ○ 하역 시간 단축을 위한 U-기반 터미널 통합 운영 시스템 개발 ○ 고속 컨테이너 크레인 고도화 기술 개발 ○ 자가하역차량 (ALV)을 활용한 야드 내 이동장치 적용기술 개발 ○ 무인 야드 운용 및 이송 시스템 개발 ○ 해양-하구-강 인접 해역 고효율 운송시스템 제공 ○ 지능형 무정차 게이트 시스템 고도화 기술 개발 ○ 내륙주운/해운 겸용 선박 및 환적화물 전용 선박에 적합한 터미널 운영 시스템 개발 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>자가하역장치 (해양수산부, 2005)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>지능형 운영시스템 (해양수산부, 2005)</p> </div> </div>
<p style="text-align: center;">기술개발의 최종 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ U-기반 통합 터미널 운영 시스템 ○ 지능형 무정차 게이트 시스템 ○ 자가하역장치 현장 적용 ○ 내륙주운/해운 겸용 선박 및 환적화물 전용 선박에 적합한 터미널 운영 시스템
<p style="text-align: center;">기대 효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 터미널 운영 시스템의 자동화로 인해 하역 및 이송시간 단축 ○ U-기반 효율적 통합 운영시스템 구축을 통한 유지관리 비용 절감 ○ 각 화물 터미널 간 및 내륙 운송 장치와 연계성 확보로 고효율 물류 시스템 구축

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 내륙주운 및 해운겸용 터미널 개발로 인해 국내 대도시·산업단지 및 일본 중국 등의 항만과 효율적 이송체계 구축
기 타 특기사항	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지능형 터미널 시스템과 관련하여 한국해양연구원에서는 해양수산부 (구 국토해양부)의 연구개발 사업으로 기획연구를 수행한 바 있고, 2003년부터 2009년까지 ‘지능형 항만물류시스템 기술개발’ 사업 (차세대 성장동력 사업)을 수행하고 있음. ○ 지능형 터미널 운영 시스템은 한반도 대운하 건설사업의 쟁점사항 중 ‘운하 운행 선박의 운송시간’ 과 밀접한 관련이 있음.

제5장 연구성과 활용방안 및 기대효과

5.1 활용방안

- 대운하 건설시 바다 관점에서 발생할 수 있는 다양한 문제 예측 및 향후 해결 방안/전략 구축
- 대운하 건설에 따른 해양 환경의 장단기적인 수리/수질/생태계/퇴적학적 환경 변화 감시 및 평가 정보 제공
- 환경 변화에 대한 사전 예측으로 대응 방안/전략 마련
- 관문 및 주변 해역 환경 훼손에 대한 기능 회복 방안 마련으로 문제의 과학적 해결수단 제공
- 관리/복원 기술 적용의 다각화 및 연안 환경 개선 사업 추진
- 한반도 대운하의 설계, 건설, 운용 등에 활용.

5.2 기대효과

- 국내에 축적된 선박 및 선박운항 관련 보유 기술을 활용하여 운하 관련 기술을 조속히 개발, 적용함으로써, 불필요하고 소모적인 사회적 논쟁 방지에 기여.
- 운하에서 창출될 수 있는 막대한 부가가치를 국내기술에 의해 선점함으로써 국부의 해외유출 방지
- 운하 관련 기술의 외국 종속 심화 방지

주 의

1. 이 보고서는 한국해양연구원에서 수행한 기본연구사업의 연구결과보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 한국해양연구원에서 수행한 기본연구사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안됩니다.

CRPE
98305
-0000
-0

친환경적

한반도

대안하

개발을

위한

기획연구

한국해양연구원

