

# 신개념 해양안전기술

## A Study on Trends of Technologies for Maritime Safety

이종갑\*†, 김홍태\*  
Jong-Kap Lee\*†, Hong-Tae Kim\*

### 요 약

국제교역의 확대에 따라 선박을 통한 물동량의 증가와 이에 따른 선박의 고속화/대형화, 해양자원 개발 및 공간 활용을 위한 해양구조물의 증가와 대형화, 삶의 수준 향상에 따른 해양 관광 및 레저 활동이 급격히 증가하고 있으며 대형 해양사고의 위험도 급격히 증가하고 있다. 아울러, 인류의 미래 삶의 터전인 해양환경 및 자원의 보전을 위한 전 지구적인 요구도 증가하고 있으며, 국제해사기구(IMO) 등 국제기구를 통한 안전 및 환경보호를 위한 규제가 지속적으로 강화하고 되고 있다. 그러나 이러한 국제기구 및 관련 국가들의 지속적인 노력에도 불구하고 대형 해상사고가 지속적으로 발생하고 있으며, 그 피해도 대형화되고 있다.

본 논문에서는 지속적으로 강화되는 안전 및 환경보호에 대한 국제적인 요구에 효율적으로 대응하고 우리나라 해양 산업의 미래경쟁력 강화를 위한 수단으로서 위험도 기반(risk-based), 정보통신기술 기반(ICT-based), 인적요소(human element)를 기반으로 한 새로운 개념의 해양안전 기술의 기본개념 및 핵심기술요소를 정의하고 이를 확보하기 위한 방안을 제안하였다.

## 1. 서 론

국제해사기구(IMO)는 해양안전 및 환경보호와 관련한 국제협약의 제·개정을 통하여 관련 기술의 발전을 주도하고 있다. 그러나 지금까지 IMO는

대형 해난사고와 같은 내·외부적인 요인들에 대처하기 위해 각종 국제협약과 코드의 제정에 초점이 맞추어져 왔으며, 여객선 및 화물선에 대한 안전기준의 강화와 함께 어선 및 소형선박에 대한 안전성기준의 개발과 국제적 적용을 위하여 노력

\* 한국해양연구원 해양시스템안전연구소

† 논문 주저자

하여 왔다. 그러나 이러한 노력에도 불구하고 크고 작은 해양사고가 지속적으로 발생하고 있으며, 그 피해도 대형화되고 있다.

이에 따라, IMO는 해양에서의 안전과 환경보호를 위한 국제기구로서의 역할을 강화하기 위한 장기 전략계획(Res. A.970(24), Res. A. 971(24))을 수립하고, IMO 회원국 감사제도 (Member States Audit Scheme: MSA) 등을 통하여 기 수립된 협약의 효과적인 시행과 집행을 강화하고 있다. 또한 신개념 선박안전기준(Goal-Based New Ship Construction: GBS)을 통하여 새로운 개념의 선박이나 탑재 장비/시스템과 같은 제품영역으로부터 설계 및 생산 분야, 운용 및 유지보수 뿐만 아니라 폐기 및 재활용에 이르는 선박의 수명주기 동안의 전체적인 과정을 협약 제·개정 대상으로 확대하고 있으며, 해상사고의 주요 원인인 인적 요소에 대한 중요성을 강조하고 있다.

IMO GBS의 도입, 광역전자항법시스템(Global e-Navigation), 인적요소(human element)의 강화 전략은 새로운 개념의 해양안전기술을 요구하고 있으며, 이는 해양산업의 미래경쟁력을 좌우하는 핵심요소가 될 것이다.

특히, 우리나라 해양 관련 산업의 경우, 선진 해운 국가들에 의해 주도되고 있는 국제기준의 개발에 적극 참여하고, 중국 등 후발경쟁국과의 차별화를 통하여 궁극적으로 국제사회의 신뢰를 기반으로 한 “지속가능한 미래경쟁력”의 확보를 위해서는 해양안전기술에 대한 국가적 차원의 연구개발 노력이 필수적으로 요구된다.

## 2. 해양안전기술 개요

### 2.1 해양안전기술의 정의와 특성

해양안전기술(maritime safety technology)이란 해양에서의 사고를 예방하고 사고 시 피해를 최소화하기 위한 제반 기술적, 관리적 수단으로 정의한다. 여기서 안전(Safety)이란 원하지 않는 사고의 위험으로부터 자유로운 상태(“freedom from danger”-Oxford dictionary)를 의미하며, 해양사고(Marine Casualty)는 선박, 항만, 해양 구조물 등 해양시스템과 관련하여 인명, 재산, 환경 등에 원하지 않는 결과를 초래하는 일련의 사건으로 정의된다.

해양안전기술은 해양국가로서 해상 활동과 관련한 국민의 생명과 재산, 미래 삶의 터전으로서 해양 환경을 보호하고, 삶의 질 향상을 담보하는 “선진 국형 공공복지기술”이다. 아울러 해양안전기술은 정보통신기술(IT), 인공위성기술(ST), 해양과학

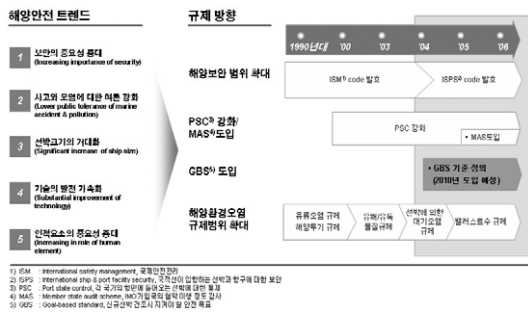


Fig. 1. 해양안전 트렌드 및 규제방향  
(자료: 미래국가해양전략연구용역보고서, 2006.8, ADL)

한편, 해양 안전기술에 대한 패러다임은 과거의 사례 중심적이고 사후 대응적인(Re-active) 처방 개념에서 종합적이고 사전 예방적인(Pro-active) 패러다임으로 전환되어 가고 있다. 특히,

기술(MT), 문화기술(CT) 등이 결합된 미래형 융합 기술로서 해운, 조선 등 관련 산업의 지속가능한 국제경쟁력 향상과 해사서비스 산업 등 새로운 시장의 창출을 위한 “미래성장동력기술”이며, 나아가 선진해양강국(global standard setter)으로서 해양안전 관련 국제표준을 선도 하고 국제사회에서의 국가위상제고를 위한 “국가전략기술”이다.

지금까지 해양안전은 주로 국제협약 및 관련 법규상의 요구를 이행하는 안전관리활동에 의존해 왔다. 그러나 과거 경험을 토대로 한 법규 및 관리체제는 대형화, 고속화, 첨단화되는 선박과 복합화되는 해상교통환경에서 해양사고의 예방과 사고 시 피해의 최소화를 위한 수단으로서 한계가 있다. Fig.2에서 보는 바와 같이 해양안전기술이란 선박 및 해양시스템의 운용 중에 발생 가능한 제반 사고원인(위험)요소들을 사전에 식별하고, 이들이 유발시킬 수 있는 사고시나리오에 대한 위험도(risk)를 분석하여 사고의 발생가능성 및 피해를 최소화하기 위한 과학적인 수단이다.

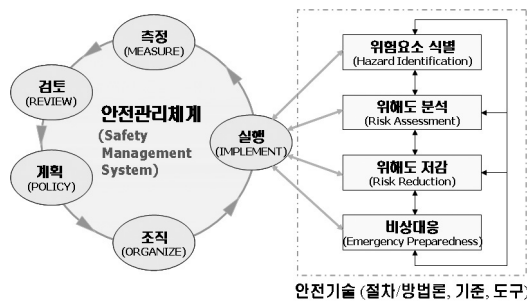


Fig. 2. 안전관리체계와 안전기술과의 관계

## 2.2 기술개발 동향

앞서 언급한대로 해양사고의 예방을 위한 수단

으로서 해양안전기술에 대한 패러다임이 급격히 변화하고 있다. 즉, 지금까지 수동적(reactive)이고 경험적(experimental)이며, 부분적(disciplinary-oriented/sectional)이고, 비합리적(subjective/emotional/political)인 접근에서 보다 과학적(calculation/simulation)이고 체계적(systematic)이며, 통합적(life-cycle/integrated)이고 합리적(rational)인 접근이 요구되고 있다.

이러한 변화는 해양에서의 안전의 확보는 물론 해양 관련 산업의 미래경쟁력을 좌우하는 핵심 요소가 될 것으로 전망이다.

Table 1. 해양안전기술의 발전방향

구분	지금까지의 현상	발전 방향
기술개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>생산성향상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>삶의 질 향상 (인명, 재산, 환경 보전)</li> <li>국제법규/기준 (국제 표준)</li> </ul>
기술개발 주요특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>수동적(Reactive)</li> <li>규범적(Prescriptive)</li> <li>부분적(Sectional)/ (학제중심Disciplinary-Oriented)</li> <li>비합리적 (Irrational) (주관적, 즉흥적, 정치적)</li> <li>하드웨어 중심 (Hardware Focus)</li> <li>단기간(Short Term)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>능동적(Proactive)</li> <li>목표 지향적(Goal Setting)</li> <li>통합적/다학제적 (Integrated / Multi-disciplinary)</li> <li>합리적(Rational) (과학적, 비용-효과 분석 기반)</li> <li>시스템 요소의 균형 (Balance of System Elements)</li> <li>수명주기 (Life-cycle)</li> </ul>
기술특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>결정적 (Deterministic)</li> <li>사양 중심 (Conformance-based)</li> <li>경험적 (Experimental)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>확률적 (Probability-Based)</li> <li>성능 기반 (Performance-Based)</li> <li>시뮬레이션 기반 (Simulation-Based)</li> </ul>
기술수요	<ul style="list-style-type: none"> <li>개인, 기업</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>정부, 국제기구</li> </ul>

이에 따라 해양안전 및 환경보호 관련 국제기준의 개발을 주도하고 관련 기술 및 시장을 선점하기 위한 수단으로 국가적, 국제적인 연구개발 노력이 선진국을 중심으로 활발히 전개되고 있다. 특히, 유럽에서는 설계 및 운항안전을 위한 총체적 관점에서의 접근을 통하여 선박의 안전성을 확보하고 관련 법규에 반영하기 위한 노력을 강화하고 있으며, 일본도 해양안전과 관련한 국제기준 및 관련 표준의 주도를 위하여 국가적인 차원의 대응체계를 구축하고, 국가차원의 연구개발 및 국제협력을 강화하고 있다.

### 2.3 우리나라의 해양안전기술 현황과 전망

우리나라에서도 해상물동량 증가에 따른 대규모 항만/항로 건설, 자연재해로 인한 항만 및 해안 지역의 피해 증가, 선박 및 항만에 대한 테러 위협 증가 등으로 해양안전기술에 대한 수요가 증가하고 있다. 특히 해양수산부의 출범 이후, 지속적인 해양 안전 정책 및 관리제도의 개선, 법규/기준의 강화를 통하여, 해상교통안전을 위한 기반 구축 등 많은 발전을 가져왔으며, 2002년 이후 4회 연속 IMO A 이사국 진출 등 국제적인 위상도 강화되었다. 그러나 지금까지 해양안전은 관리의 대상으로 취급되어 왔으며, 특히 안전관리를 위한 수단으로서 안전기술에 대한 연구개발의 중요성에 대한 인식과 노력은 극히 미비한 실정이다. 그 결과, 해양안전 기술의 수준은 선진국의 50~70% 수준에 머물고 있으며, 해양 산업의 미래 경쟁력을 좌우할 안전 관련 국제기준의 개발은 유럽, 미국 등 선진국에 의존하고 있는 실정이다.

그러나 새로운 개념의 해양안전기술에 대한 본격

적인 연구는 비교적 최근에 시작하였으며, 특히 우리나라는 세계 최고수준의 선박 설계 및 건조 기술, 정보통신기술과 우수한 기술인력을 보유하고 있다. 따라서, 분야별로 약간의 차이는 있겠지만, 체계적인 계획과 이에 따른 지원이 있을 경우 5년 이내에 일정 수준에 도달하는 것이 가능하며, 10년 내에는 많은 부분에서 우위를 점할 수 있을 것으로 예상된다.

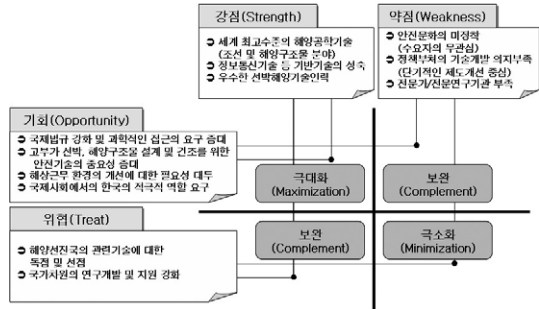


Fig. 3. 우리나라의 해양안전기술 연구개발 여건 (SWOT)

## 3. 신개념 해양안전기술의 개발

### 3.1 기본개념

신개념해양안전기술(Neo-MARitime Safety Technology)이란 미래에 발생 가능한 사고 시나리오를 미리 예측하고 이를 사전에 예방하기 위한 (proactive) 새로운 개념의 기술로서, IMO의 신개념 선박건조기준(GBS), 광역전자항법시스템(Global e-NAVigation) 전략, 인적요소(human element) 강화 등 장기전략계획에 따른 국제협약의 제·개정을 주도하고, 관련 산업의 미래경쟁력을 유지/강화하기 위한 수단이다.

Fig. 4에서 보는 바와 같이 신개념해양안전기술은

선박 및 시설, 해상교통환경 및 운항시스템, 인적 요소를 종합적으로 고려하고, 성능기반 시뮬레이션 등 첨단 공학기술과 연계한 위해도 평가기술(risk assessment), 차세대 정보통신기술(ubiquitous /ICT), 인간공학기술(ergonomics)을 기반으로 하고 있으며, 안전기준의 개발, 안전설계 및 안전 운항을 위한 과학적이고 합리적인 수단으로 제공한다.

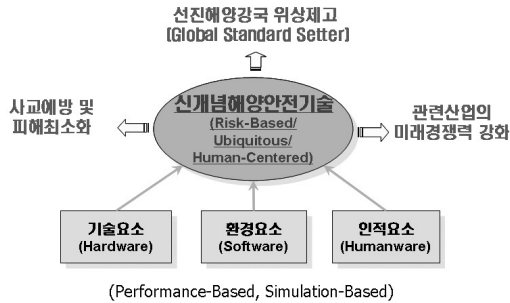


Fig. 4. 신개념해양안전기술 기본개념

### 3.2 핵심기술 및 중점과제

신개념해양안전기술은 선박 및 시설의 안전성 고도화, 해상교통환경 및 운항시스템의 자동화/지능화, 인적신뢰성 향상 및 안전관리체계의 과학화를 통하여 향후 10년 세계 5대 해양안전강국(Ocean G5)의 실현을 목표로 하고 있으며, 이를 실현하기 위한 핵심기술요소 및 중점과제를 식별하였다.

전략기술이란 각 기술영역별 기술의 수준 및 요구 목표, 이의 달성을 위한 기술대안 분석결과를 토대로 정의된 신개념해양안전기술의 비전을 실현하기 위하여 확보되어야 할 핵심기술요소이며, 중점 과제란 이들 전략기술을 확보하기 위한 연구개발

사업의 단위로서 각 기술영역별로 '선박 및 시설 안전핵심기술', '신개념 통합전자항법시스템 핵심기술', '신개념 인전사고 예방 및 관리기술', '차세대 해양안전관리체계기술' 및 이를 위한 기반기술로 정의하였다.

#### • 차세대 선박 및 시설안전 핵심기술

선박 및 탑재시스템의 안전성 평가 기준 및 도구의 확보, 선박시설 결함에 의한 사고의 최소화를 위한 위해도기반 안전설계기술, 선박시스템의 신뢰성 평가/인증기술, 성능기반 화재안전성 평가/제어 기술, 인간공학적 설계기술을 포함한다.

#### • 신개념 통합전자항법시스템 핵심기술

IMO의 Global e-navigation 전략에 대응하기 위한 기술로, e-navigation 프레임워크 설계 및 기반 기술, 운항시스템의 지능화/자동화 기술, 지능형 해상교통관제시스템 기술, 시뮬레이션 기반 종합 운항안전성 평가시스템 등이 포함된다.

#### • 신개념 인전사고 예방 및 관리기술

인적요소에 의한 해양사고율의 획기적 저감을 위한 과학적이고 합리적인 수단의 확보를 목적으로, 인적위험분석 및 평가기술, 해상작업안전성 평가 및 관리(Maritime HSE)기술, 인적자원 생애관리 프로그램, 교육훈련 시뮬레이션시스템 기술 등을 포함한다.

#### • 차세대 종합해양안전관리체계 기술

첨단과학기술을 기반으로 한 해양안전관리체계의 정보화/과학화/통합화를 목표로 하고 있으며, 위해도를 기반으로 한 연안항해선박의 안전성평가

및 관리기술, 해양안전종합정보시스템 기술, 해상에서의 재해/재난방지 및 신속대응기술, 해양사고 조사 분석 및 관리기술 등을 포함한다.

Fig. 5는 신개념해양안전기술의 비전과 기술영역별 추진방향 및 목표, 중점과제 및 전략기술과의 관계를 보이고 있다.

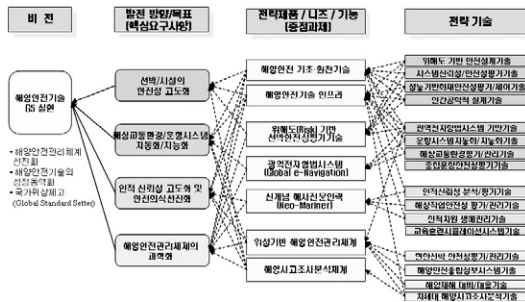


Fig. 5. 해양안전기술의 비전, 추진방향 및 목표, 중점과제 및 전략기술과의 관계

### 3.2 추진전략 및 체계

앞서 정의한 바와 같이 해양안전기술은 해양사고로부터 국민의 생명과 재산, 해양환경을 보호하기 위한 선진국형 공공복지기술이다. 또한 해양안전기술은 국제법규 및 기준의 개발을 위한 수단으로서, 연구개발의 결과는 국제법규 및 관련 표준에 반영되어야 하며, 국가 간의 협력을 전제로 한다. 따라서, 해양안전기술의 개발은 선진해양강국을 지향하는 우리나라의 국가전략기술로서 정부의 주도하에 계획되고 추진되어야 한다.

Fig. 6에서 보는 바와 같이 해양안전기술의 연구개발 체계는 주관부처, 관리기관, 해양안전기술 연구사업단으로(가칭) 구분할 수 있다.

주관 부처(국토해양부)는 해양안전 정책 및 이를 실현하기 위한 수단으로서 해양안전기술에 대한

연구개발 기본계획을 수립하고, 관련 예산을 확보한다. 관리기관(해양수산기술진흥원)은 기본계획을 기초로 세부 연구사업의 기획, 과제 및 수행기관의 선정, 연구개발 결과의 평가 및 관리업무를 주관한다. 해양안전기술 연구개발 사업은 특성상 관련 산·학·연이 참여하는 1개 혹은 복수의 연구개발사업단을 통하여 수행하는 것이 바람직하다. 아울러, 해양안전기술의 축적, 관리 및 효율적인 활용을 위해서 분야별 전문연구기관을 지정, 육성이 필요하다.

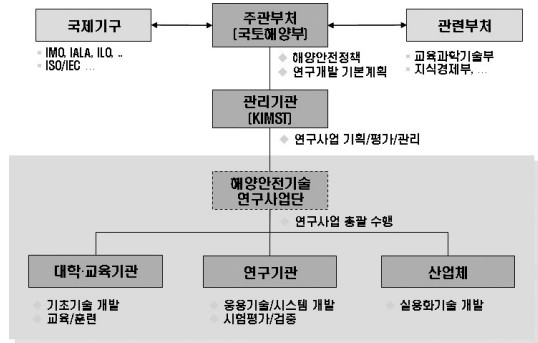


Fig. 6. 해양안전기술추진체계

## 4. 결론 및 제안

### 4.1 결론

해양안전기술은 해양강국으로서 국민의 삶의 질 향상을 위한 “선진국형 공공복지기술”이며, 정보통신기술(IT), 인공위성기술(ST), 해양과학기술(MT), 문화기술(CT) 등이 결합된 미래형 융합기술로서, 관련 기술표준 및 시장 선점을 위한 “미래 성장동력기술”이며, 나아가 우리나라가 선진해양강국으로서 국제적 위상제고 및 유지를 위한 “국가 전략기술”이다

해양안전기술은 자연재해를 포함한 해양에서의 재난으로부터 국민의 생명과 재산, 해양환경의 보호를 위한 수단으로서 안전관리체계를 선진화하고, 해운, 조선 등 관련 산업의 선진화 및 기술 경쟁력 향상을 통하여 현재 세계 조선 시장점유율 1위, 선박보유량 8위를 차지하고 있는 해양산업의 국제경쟁력을 지속적으로 유지/강화하고, 나아가, 선진해양강국으로서 국제사회에서 주도적인 역할(Global Standard Setter) 수행을 위한 기반을 제공한다.

본 연구는 해양사고로부터 국민의 생명과 재산, 해양환경을 보호하고, 관련 산업의 차별화된 국제 경쟁력 확보는 물론, 국제사회에서의 위상을 확보/유지하여 우리나라 해운·조선산업에 유리한 영향력을 확보하기 위한 수단으로서 “해양안전기술”을 국가중점연구개발사업화를 위한 타당성 검토 및 추진전략 수립을 목적으로 하였다.

본 연구를 통하여, 해양안전기술과 관련한 국제 법규, 국내의 산업 환경 및 기술동향에 대하여 조사 분석 결과를 토대로 “신개념 해양안전기술”의 기본 개념 및 접근방법론을 정립하고, 선진해양강국으로서의 국가 해양정책과 연계한 해양안전기술의 비전, 추진방향 및 목표를 설정하고, 이를 실현하기 위한 수단으로서 각 분야별 핵심기술요소 및 중점 연구개발과제를 식별하였다.

본 연구의 결과는 향후, 국가차원의 해양안전기술 연구개발 사업에 대한 세부계획의 수립 및 추진을 위한 기초자료로 활용 가능할 것이다.

## 4.2 제안사항

최근, 해양안전기술의 중요성에 대한 인식의 제고와

함께 해양과학기술의 한 분야로서 중장기 연구개발 계획을 수립하고 관련 재원확보를 위한 노력이 추진되고 있으나, 연구개발 인프라의 미비, 예산확보의 제약 등으로 외부환경 변화에 효율적으로 대응하는데 한계가 있다. 그러나, 신개념 해양안전기술의 확보는 더 이상 지체할 수 없는 상황이며, 따라서, 관련 연구개발의 효율화 및 해양 안전관리체제의 선진화를 위하여 다음과 같이 제안한다.

### 1) 해양안전기술 연구개발 기본계획의 수립 과 유지

해양안전기술개발 기본계획은 정부 혹은 기관의 정책목표와 연계된 기술개발 방향과 목표의 일관성과 연속성을 유지하기 위한 수단이며, 기술개발 및 적용에 필요한 기술인력 및 재원의 확보방안을 포함한다. 해양안전기술개발은 국가 전략 연구개발 사업으로서 국가 과학기술기본계획 및 해양과학기술 중장기계획과 연계한 해양안전기술개발 중장기계획이 수립되고 유지되어야 한다.

### 2) 해양안전기술 연구개발 인프라 구축 /강화

해양안전기술개발의 안정적 개발/유지를 위한 인프라, 즉 연구인력, 시설/장비, 관련 표준, 통합 정보시스템 등의 확보가 시급하다. 특히, 대학의 관련 연구기능의 활성화를 통한 기초기술 및 전문 인력의 양성, 국가차원의 해양안전기술 개발 및 산업화 지원을 위한 해양안전기술 전문연구기관의 육성, 관련 기술정보의 축적/관리, 공유/활용을 위한 통합정보시스템의 구축, 관련 국제표준의 개발 및 선도를 위한 국내의 전문인력의 네트워크 구축 등이 시급히 요구된다.

### 3) 안정적인 재원의 확보

국가전략기술로서의 해양안전기술 연구개발을 위한 안정적인 예산확보가 요구된다(최소 연100 억원 이상). 이를 위해서는 정부의 연구개발예산은 물론 해운, 조선 등 관련 산업체로부터의 해양 안전 및 환경 관련 연구개발을 위한 특별기금 확보, 시장의 확대 및 경쟁력강화와 직접 관련된 분야에 대한 산업체의 참여를 유도할 필요가 있다.

### 4) 연구개발 추진체계 정립

지금까지 해양안전기술은 단기적이고 부분적인 정책용역과제 형태로 추진되어 왔다. 따라서, 해양 안전기술개발 중장기계획에 따라 해양안전기술의 기획, 연구개발 과제 선정/평가, 결과의 관리를 위한 제도개선 및 전담기관(해양수산기술진흥원)의 기능을 강화하고 연구개발 주체(대학, 연구기관, 산업체, 기타)간의 역할분담 및 협력체제 구축이 필요하다.

### 5) 관련 국제표준의 개발 및 선도를 위한 국제협력 체제 구축/활동 강화

해양안전기술연구개발의 결과는 궁극적으로 국제 법규 및 관련 산업표준에 반영되어야 한다. 따라서, 해양안전기술 연구개발과 병행하여 IMO 관련 위원회 및 전문위원회 활동에의 적극적 참여하고 관련 학술세미나 등의 참여 및 개최를 통한 정보 교류 및 협력활동이 강화되어야 할 것이다.

## 5. 후 기

본 연구는 해양수산부(현 국토해양부)의 2007년 기획연구과제인 “신개념 해양안전기술개발 기획 연구” 결과의 일부이며, 연구를 지원한 정부 관계자, 참여연구진 및 자문위원님들에게 감사드립니다.

## 참고문헌

- (1) 해양수산부, “신개념해양안전기술기획연구”, 2007. 11
- (2) 해양수산부, “한권으로 보는 우리나라 해사안전 정책”, 2007. 12
- (3) 해양수산부/ETRI, “신개념통합전자항법시스템 (e-Navigation) 국내 대응 방안 연구”, 2007. 11
- (4) 해양수산부/한국해양대학교, “IMO를 활용한 해양강국도약전략”(용역보고서), 2007. 1
- (5) 해양수산부/ADL Korea, “미래국가해양전략 연구”, 2006. 8
- (6) 해양수산부, “해양과학기술(MT) 개발계획”, 2004. 3.
- (7) 해양수산부, “우리나라 해양안전 중장기 발전 계획”, 2002.
- (8) 과학기술부/KISTEP, 국가 R&D 사업 Total Roadmap”, 2007. 2
- (9) KISTEP, “제2차 국가과학기술기본계획”(공청회 자료), 2007. 11.