2004년도 해양환경안전학회 춘계학술발표회

論 文

# 해양안전기술로드맵 작성에 관한 연구

이종갑*

*한국해양연구원 해양시스템안전연구소

# Technology Road Map for Marine Safety and Pollution Control

Lee Jongkap*

*Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering, KORDI, Daejeon, 305-343, Korea

**요 약** : 본 논문에서는 최근 정부, 기업 등에서 기술개발 기획의 수단으로 활용되고 있는 기술로드맵(Technology Roadmap)및 이를 기초로 한국해양연구원 해양시스템안전연구소의 해양안전 분야 중장기 연구개발계획의 수립을 위한 기획연구의 차원에서 작성 중인 해양안전기술로드맵에 대하여 소개한다.

**핵심용어** : 기술로드맵, 해양사고, 해양안전, 해양안전기술, 해양안전기술로드맵

**ABSTRACT** : *In this paper, the technology road map, as a useful methodology for the planning of R&Ds in government and/or industries, is introduced. Also the road map for the maritime safety technology, which is being developed in KRISO, is discussed as a framework for the planning of national R&D projects in maritime safety.*

**KEY WORDS** : Technology Roadmap, Maritime Casualty, Maritime Safety, Maritime Safety Technology

## 1. 머리말

"안전하고 깨끗한 바다"의 실현은 선박해양기술이 추구하는 목표이자 당면과제이며, 국제해사기구(IMO)를 중심으로 한 국제적인 노력과 이를 지원하기 위한 국가 차원의 연구개발이 노력이 확대되고 있다. 21세기 해양강국을 지향하고 있는 우리나라에서도 끊임없이 발생하는 해양사고와 이로 인한 환경오염문제를 근본적으로 해결하기 위한 수단으로서 해양안전기술의 중요성에 대한 인식과 함께 이의 확보를 위한 국가적인 노력이 시도되고 있으며, '해양안전선진화 5개년 계획 (1997)', '해양안전기술 중장기 발전계획(1999)', '해양개발 기본계획: OK21 (2000)', '우리나라 해양안전 중장기 발전계획 (2002)', '해양과학기술(MT) 개발계획 (2004)'등에 연구개발 과제들이 반영되고 있다. 그러나 지금까지 해양안전 분야의 대부분의 연구개발과제는 공급자를 중심으로 Bottom-up 방식으로 도출된 과제들을 취합한 형태로 구성되어 있어 국가차원의 비전 및 정책적 목표와의 연계성이 부족하고, 연구개발 내용의 중복, 과제선정 및 투자 우선순위 결정 기준, 관련 기관간의 역할 분담 및 협력체계, 연구개발 과정 및 결과의 평가/관리 등에 많은 문제점을 안고 있다.

본 논문에서는 이러한 문제들을 해결하기 위한 수단으로 최근 정부, 기업 등에서 활용되고 있는 기술로드맵(Technology Roadmap)의 기능과 구성, 작성절차 및 방법에 대하여 살펴보고, 이를 기초로 한국해양연구원 해양시스템안전연구소의 해양안전 분야 중장기 연구개발계획의 수립을 위한 기획연구의 차원에서 작성 중인 해양안전기술로드맵에 대하여 소개한다.

## 2. 기술로드맵

### 2.1 기술로드맵 개요

기술로드맵이란 미래의 시장에 대한 예측을 바탕으로 미래 수요를 충족시키기 위해, 향후 개발해야 할 기술을 예측하여 최선의 기술대안을 선정하는 기술기획방법이다[1].

기술로드맵은 일련의 수요와 이를 충족하는 기술에 대한 합의 수단 (Method), 특정 분야의 기술발전 예측을 위한 메커니즘 (Mechanism), 그리고 선택과 집중의 관점에서 기술개발을 계획조정하기 위한 프레임웍 (Framework)을 제공하는 문서로서 기술개발과 관련한 중요한 의사결정을 하거나 기술개발계획을 수립하는 데 필요한 논리적 근거와 정보를 제공한다.

기술로드맵의 유형은 대상산업 범위에 따라 복수산업차원 기술로드맵(Multi-industry Level Roadmap), 단일산업 차원 기술로드맵(Single-industry Level Roadmap), 개별기업차원 기술로드맵(Individual Company Level Roadmap), 작성주체에 따라 정부주도 기술로드맵(Government-led Roadmap), 산업주도 기술로드맵(Industry-led Roadmap), 기업지도 기술로드맵(Company-led Roadmap), 그리고 내용에 따라 제품기술로드맵(Product Technology Roadmap), 유망기술로드맵(Emergi

ng Technology Roadmap), 이슈관련 기술로드맵(Issue-oriented Roadmap)으로 구분된다.

### 2.2 기술로드맵 구성 및 작성 절차

기술로드맵의 구성요소로는 대상기술 및 기술의 특성, 기술의 실현시기 및 실현가능성, 각 기술영역에 대한 동향, 기술대안(혹은 대체기술)의 구성 및 선정, 기술개발전략을 포함한다. 기술 로드맵과 관련한 활동으로는 기술혁신 주체들이 개발을 원하는 기술 분야 및 관련 기술을 도출하기 위한 기술수요조사, 기술개발 동향을 토대로 미래에 개발 가능한 기술 분야 조사하는 기술예측, 관련 기술의 상호관계를 정의하는 기술계통도(Technology Tree) 작성 등이 있으며, 기술로드맵은 '미래의 목표기술을 정한 뒤 이를 달성하기 위한 단계별 기술개발 이정표 제시하는 것'으로 이들 활동들과 구분된다.

그림은 기술로드맵의 일반적인 작성절차를 보이고 있다.

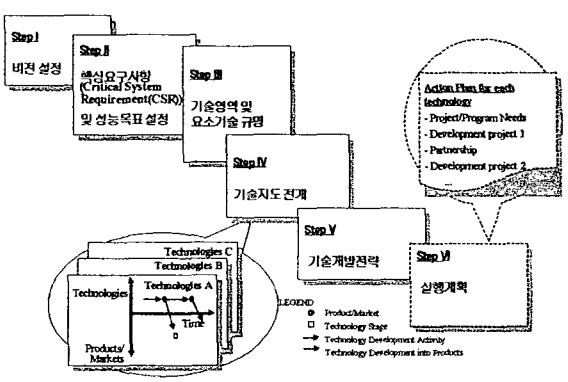


그림 1. 기술로드맵 작성절차

그림에서 보는바와 같이 기술로드맵을 작성하기 위해서는 우선 해당분야 기술발전 전망, 경쟁국 동향, 우리의 기술수준 및 역량 고려한 비전과 목표를 설정하고(Step I). 핵심요구사항 및 성능목표를 설정한다(Step II). 식별된 핵심시스템의 구성요소 및 기술성능 목표 (Performance Target) 설정하고 이들 목표를 이를 실현하기 위한 단계별 기술요소들을 식별한다(Step III). 정의된 기술영역별 핵심기술 및 제품을 시간좌표상에 표기(개발의 경우, 시작시점과 종점 표기)하여 기술로드맵을 전개하고(Step IV), 기술 확보/개발 우선순위 선정을 위한 기준을 설정하기 위한 "포트폴리오"를 포함한 기술개발 전략을 수립한다(Step V). 그리고 이를 토대로 한 실행계획이 수립된다(Step VI).

현재 이러한 과학기술부의 주관 하에 작성된 국가기술지도(National Technology Road Map; NTRM)[2] 및 산업자원부에서 각 산업분야별 기술로드맵[3]이 작성되어 국가차원의 연구개발 기획/연구개발 자원의 배분에 활용되고 있으며, 각 기업 및 연구소의 기술개발 기획 수단으로 활용되고 있다.

## 3. 해양안전기술로드맵

### 3.1 해양안전기술 개요

안전(safety)이란 원하지 않은 사고의 위험으로부터 자유로운 상태(freedom from danger)로 정의된다. 따라서 해양안전이란 해양사고 즉, 선박, 항만, 해양구조물 등 해양시스템과 관련하여 인명, 재산, 환경 등에 부정적인 영향을 초래하는 일련의 사건(event)으로부터 자유로운 상태로 정의할 수 있다.

그림2는 해양사고의 발생 및 진행과정을 보이고 있다.

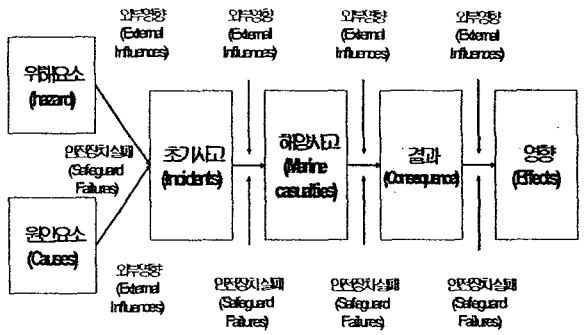


그림 2. 사고발생경로 모델[4]

그림에서 보는바와 같이 해양사고는 보통 하나 이상의 원하지 않는 결과를 초래하는 일련의 사건(chain of events)을 통하여 발생된다. 그림에서 보는 바와 같이 이 일련의 사건, 즉 사고사슬은 사고를 유발시킬 수 있는 위험요소(hazard) 및 관련 원인요소(root cause)로부터 시작된다. 위험요소란 원하지 않는 결과를 유발할 잠재성이 있는 상황(situations), 상태(conditions), 특성(characteristics) 및 속성(properties)으로서 선박의 경우 발화성/폭발성 물질, 유해가스, 장치 및 시설물의 위치 및 운동에너지, 전기에너지 등이 여기에 해당한다. 이러한 위험요소들은 기기의 고장, 인간의 실수, 외부적인 사건 등과 결합하여 초기사고(incident)를 유발한다. 초기사고란 조타장치의 고장, 계기의 오작동, 누유 등 사고사슬이 시작되는 사건(initiating event)으로서 사슬의 진전을 차단하는 계획된 장치(safeguard)가 없거나 실패하면 대형사고로 이어진다.

해양안전기술이란 이러한 해양사고의 예방 및 사고 시 피해를 최소화하기 위한 기술적인 안전장치(safeguard)를 의미한다.

### 3.2 해양안전기술 로드맵의 작성

본 연구에서는 해양시스템안전연구소의 해양안전분야 중장기 연구개발계획의 일환으로 추진하고 있는 해양안전기술로드맵에 대하여 소개한다. 이 기술로드맵은 해양안전분야의 정부차원의 정책목표[5] 달성 및 조선, 해운 등 관련 산업의 선진화를 위한 핵심요소로서 해양안전가술을 대상으로 하였다.

○ 비전 및 목표의 설정

해양안전기술은 '깨끗하고 안전한 바다' 유지를 통한 국민의 '삶의 질' 향상과 관련 산업의 선진화를 통하여 '21세기 해양강국'의 실현을 목표로 선박/시설의 안전성 제고, 운항 및

해상교통 환경의 고도화, 해상작업/거주안전성 고도화, 해양사고 신속대응체계 및 구난/방제체계 선진화, 그리고 해양시스템 종합안전관리체계 선진화를 핵심요구사항으로 정의하였다.

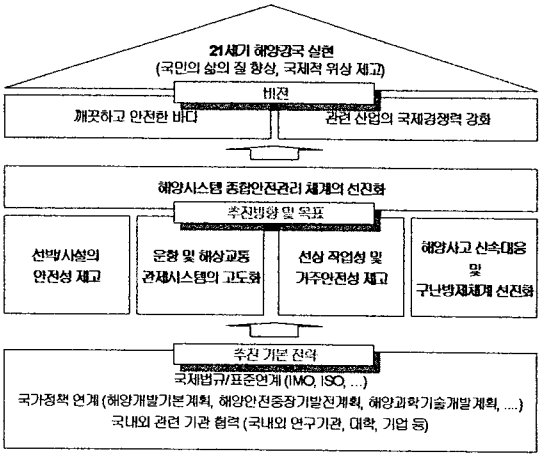


그림 3. 해양안전기술의 비전/발전방향 및 목표/추진전략

○ 기술영역 및 핵심요소기술 정의

해양안전기술은 비전 및 목표를 실현하기 위한 수단으로서 사고예방의 관점에서 선박요소(hardware element), 환경요소(environment element), 인적요소(human element)로 구분할 수 있으며, 사고 시 피해최소화를 위한 수단으로서 신속대응 및 구난방제, 그리고 이들 요소들을 종합적으로 평가하고 관리하기 위한 수단으로서 종합안전관리체계분야로 구분할 수 있다.

선박안전기술은 선박 및 탑재 장비/시설 등 하드웨어(hardware)의 안전성 확보를 위한 기술로서 손상 및 비손상 선박의 안전성 평가 및 관리, 탑재장비/시스템의 신뢰성 평가/관리, 화재 안전성 평가 및 제어기술 등을 포함하고 있다.

운항안전기술은 선박의 운항환경을 포함한 운항시스템의 안전성을 확보하기 위한 기술분야로서 운항시스템의 고도화/자동화 관련기술, 항만을 중심으로 한 해상 교통환경의 평가 및 관리기술, 선박과 해상 교통환경을 연계한 시스템 안전성 평가시뮬레이션 기술 등이 포함된다.

인적안전기술이란 해양시스템 관련 종사자(선원) 및 이용자(승객)의 안전을 확보하기 위한 기술 분야로서 선원의 작업안전성 평가 및 관리 기술, 거주안전성 평가/관리기술, 그리고 사고 시 승객 및 승무원의 피난안전성 평가 및 관리기술 등을 포함한다.

구난방제기술이한 사고발생 시 사고의 확대 및 피해의 최소화를 위한 기술 분야로서 신속대응체계 기술, 사고선박구난기술, 유류 등 환경오염물질의 확산방지 및 제거기술 등이 포함된다.

해양안전종합관리체계기술이란 자연재해, 테러 등 인공재해를 포함한 해양시스템의 안전성을 종합적/체계적으로 평가하고 관리하기 위한 기술적/관리적 수단으로서 통합위해도 관리체계, 보안관리체계, 자연재해 대비대응체계 및 이들과 관련한 절차 및 방법론, 기준 등을 포함한다.

그림 4는 해양안전기술의 계통도를 보이고 있다. 그림에서 보는바와 같이 해양안전기술의 비전 및 목표의 달성을 위한 핵심기술영역 및 목표를 정의하고 이와 관련한 기술영역으로서 전략제품/기능 및 이의 구현을 위한 핵심요소기술들을 식별하여 전략제품/기능과의 관계를 정의하였다.

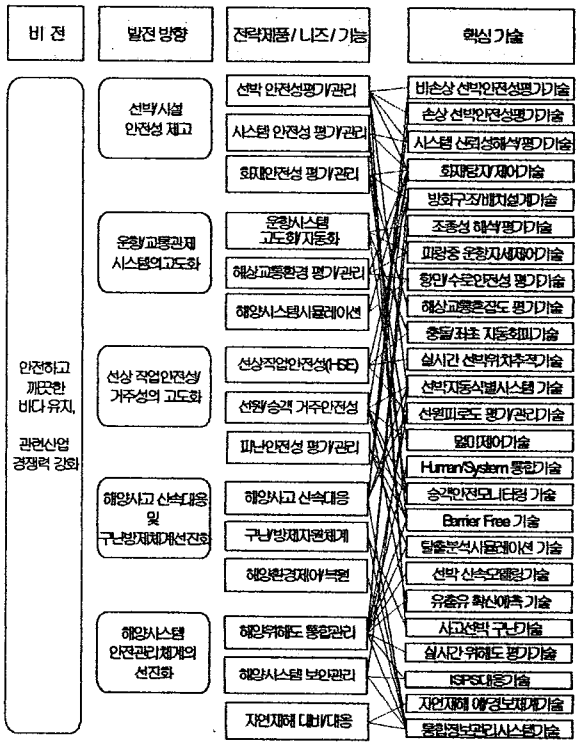


그림 4. 해양안전기술계통도 (Technology Tree)

○ 기술로드맵의 전개

정의된 기술영역 및 핵심요소기술을 대상으로 기술동향 및 수준에 대한 평가를 수행하고 그 결과를 토대로 기술목표를 달성하는 데 필요한 기술대안들에 대하여 제품 및 기술, 기술간의 전후 관계를 시간좌표 상에 전개하였다.

그림 5는 선박안전분야의 기술로드맵의 예를 보이고 있다.

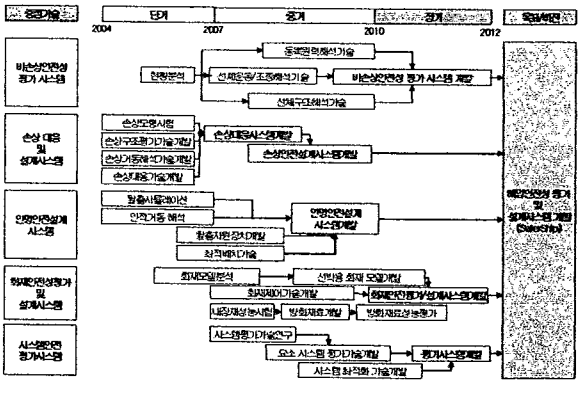


그림 5. 선박안전분야 기술로드맵의 예

○ 기술개발전략 수립

각 기술영역별로 전개된 기술대안(제품 및 기술)을 대상으로 기술개발 전략을 수립하고 우선순위를 정하기 위하여 기술의 중요성, 상대적 수준 등을 고려한 기술포트폴리오를 작성하였다.

그림 6은 본 로드맵에서 기술개발의 우선순위 등 의사결정을 위한 수단으로 사용한 Booz-Allen Hamilton의 기술포트폴리오(Technology Portfolio)모델이며, 그림 7은 이를 이를 기초로 작성한 선박안전 분야의 핵심요소기술에 대한 포트폴리오의 예이다.

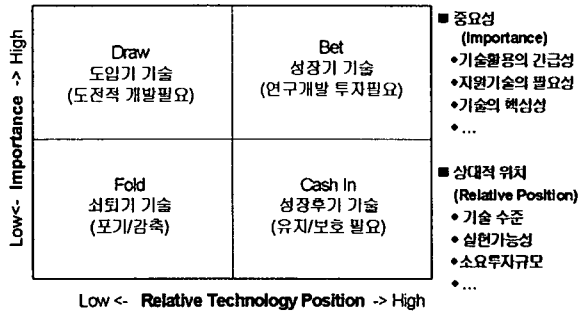


그림 6. 기술포트폴리오 모델

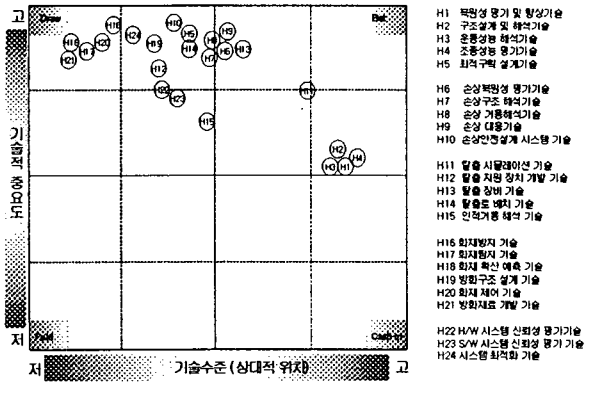


그림 7. 포트폴리오의 예- 선박안전핵심기술

## 4. 맺음말

국제 교역 확대에 따른 해상 물동량의 증가와 수송수단의 고속화/대형화에 따른 해양사고의 위험성이 지속적으로 증가하고 있으며, 이러한 해양사고로부터 인명, 재산 및 환경의 보호를 위한 국제법규 및 기준이 강화되고 있다. 이러한 환경변화에 능동적으로 대응하고 나아가 IMO를 중심으로 한 국제사회에서 주도권을 장악하기 위한 수단으로서 국가차원의 연구개발이 요구되고 있다.

앞서 언급한 바와 같이 본 로드맵은 한국해양연구원 해양시스템안전연구소의 해양안전 분야 중장기 연구개발계획의 수립을 위한 기획연구의 차원에서 현재 작업이 진행되고 있다. 따라서 본 연구의 결과가 국가차원의 기술로드맵으로 활용되기 위해서는 해양수산부를 중심으로 한 해양안전관련 정책 및 현재 진행 중인 "해양과학기술(MT) 개발계획"[10]과 연계되어야 하며, 특히 해운, 조선 등 산업계, 학계, 연구계의 관련 전문가들의 검토가 필요하다.

그러나 본 연구의 결과는 본격적인 로드맵 작성을 위한 절차 및 방법론을 포함한 프레임웍 및 기초 자료로서 활용될 수 있을 것이다.

## 후 기

본 논문의 내용은 한국해양연구원에서 수행하고 있는 "해양위해도 통합관리시스템 기반기술 개발"결과의 일부임을 밝힙니다.

## 참 고 문 헌

[1] 한국과학기술기획평가원, "「국가기술지도 2단계」 핵심기술별 기술지도 작성 가이드라인", 2002 8.

[2] 과학기술부, "국가기술지도- 고부가가치 선박 및 초고속 해상수송시스템", 2002. 12.

[3] 산업자원부, "산업기술로드맵-선박기술", 2002.

[4] USCG, "Risk Based Decision Making Guide", 2001.

[5] 오공균, "전방위 해양안전관리체계구축 추진계획", 해사신문, 2004. 1.

[6] 해양수산부, "해양안전선진화 5개년 계획", 1997.

[7] 해양수산부, "해양안전기술 중장기 발전계획", 1999.

[8] 해양수산부, "해양개발 기본계획(OK21)", 2000.

[9] 해양수산부, "우리나라 해양안전 중장기 발전계획", 2002.

[10] 해양수산부, "해양과학기술(MT) 개발계획"(공청회자료), 2004. 3.

[11] EU MIF R&D Master Plan, 2002.