

항로표지의 해양사고 예방효과 분석

Effectiveness Analysis on the Prevention of
Marine Accidents of Aids to Navigation

2016. 12.

김수엽 · 이건우 · 반영길 · 이혜진

보고서 집필 내역

<연구책임자>

김수엽 : 연구총괄, 제1장, 제2장 1절, 제5장 1절,
제6장, 제7장

<연구진>

이건우 : 제4장 2절 일부, 제5장 2절, 3절

반영길 : 제3장 1절, 제4장 2,3절, 제5장 2절

이혜진 : 제2장 3절, 제3장 2절, 제4장 1절

산·학·연·정 연구자문위원

김종욱 (항로표지기술협회 기술연구소장)

김영모 (해양수산연수원 교수)

국승기 (해양대학교 교수)

이승영 (해양수산부 항로표지과 서기관)

* 순서는 산·학·연·정 순임

연구감리자

길광수 (한국해양수산개발원 선임연구위원)

발간사

해상에서의 안전과 선박의 효율적 운항을 지원하기 위한 항로표지는 해상교통량 및 다양한 해상 활동의 증가와 더불어 확대되어 왔다. 특히 최근에는 선박이 대형·고속화됨에 따라 단 한 번의 사고로도 심각한 피해를 야기할 수 있기 때문에 안전한 해상교통을 담보하는 항로표지에 대한 투자의 필요성은 더욱 증가하고 있다.

여객선의 고속화, 대형화는 향후에도 계속될 것으로 예상되고 있고, 『세월호 사고』 이후 여객 안전에 대한 국민적 관심과 우려가 크게 증가함에 따라 해상안전의 핵심요소의 하나인 항로표지에 대한 확충과 적극적 활용이 더욱 요망되고 있다.

이러한 수요 측면에서의 항로표지 필요성과 더불어 항로표지개발 정책에 대한 새로운 접근이 요구되고 있다. 기존의 공급자 중심의 서비스에서 수요자 중심의 서비스로의 전환과, “e-Navigation 도입” 등에 따른 스마트 항로표지 시스템 구축 등이 새롭게 제기되고 있는 것이다.

항로표지는 변화하는 해양환경 요인에 선도적으로 대응해야 할 뿐 아니라 다양한 항로표지 수요에도 능동적으로 대응하기 위한 체제를 정립하여야 한다. 또한 항로표지에 대한 투자와 개선은 해사안전뿐 아니라 항행효율성, 항만운영 효율 등 해양산업 전반에 걸쳐 안전 및 업무 프로세스 개선에 영향을 미치기 때문에 항로표지에 대한 투자는 지속적으로 이루어져야 한다. 향후 항로표지의 지속적, 체계적 확충과 개발을 위해서는 기존 해안선 길이당 시설 확보 기준과 더불어 항로표지 신규수요와 투자성고를 반영한 투자기준 마련이 필요하다. 즉 다양한 해양활동을 반영한 새로운 항로표지 투자지표를 개발할 필요가 있으며, 항로표지 시설물을 추가 설치하거나 유지 관리하는 데 필요한 적정 예산 투자 및 기술개발 투자지표를 마련하여 체계적으로 관리할 필요성이 있다.

본 연구는 항로표지에 대한 새로운 수요에 대응하고 지속적인 항로표지의 확충 등을 위한 투자지표 개발을 목적으로 하고 있다. 또한 항로표지 시설 설치와 이에 따른 경제적 편익 및 비용 분석을 통해 경제적 효과를 분석하고자 했다.

이 연구의 결과는 우리나라의 항로표지 투자와 더불어 새로운 분야에 대한 투자가 확대되어야 하며 기존 시설의 개량과 유지보수를 통해 투자예산을 절감하고 시설의 성능을 유지할 필요가 있음을 제시하고 있다. 또한 항로표지 시설은 지역과 해역에 따라 환경이 다르기 때문에 설치비용과 편익의 차이가 발생하는 경우가 적지 않아 이와 관련하여 정밀한 서비스를 제공하기 위한 연구가 지속되어야 할 것으로 기대한다.

이 보고서의 집필에는 우리 해운해사연구본부 김수엽 부연구위원이 연구책임을 맡았고, 이진우 전문연구원, 반영길 연구원, 이해진 연구원이 연구에 참여했다. 또한 항로표지기술협회 김종욱 기술연구소장, 해양수산연수원 김영모 교수, 해양대학교 국승기 교수, 해양수산부 항로표지과 이승영 서기관 등 여러 전문가분들이 연구과정에서 유익한 연구자문을 해 주었다. 또한, 연구진들이 연구수행 과정에서 항로표지기술협회, 한국해양수산연수원, 해양수산부 등의 도움과 협조를 받았다. 끝으로 감리를 맡아 적절한 지적과 조언으로 완성도를 높여 주신 우리원의 길광수 선임연구위원과 이 보고서가 출판되기까지 도움을 주신 모든 분께 이 자리를 빌려 감사를 드린다.

2016년 12월
한국해양수산개발원
원 장 양 창 호

목 차

연구성과 요약.....	i
Executive Summary.....	v
 제1장 서 론.....	1
제1절 연구의 배경 및 필요성.....	1
제2절 연구의 목적.....	3
제3절 연구의 범위.....	4
제4절 선행연구 검토.....	5
제5절 연구방법.....	7
 제2장 항로표지 현황 및 투자 확대 필요성.....	8
제1절 항로표지 현황.....	8
1. 항로표지 종류.....	8
2. 항로표지 설치 및 운영 현황.....	12
제2절 항로표지 투자 환경 변화 및 확대 필요성.....	16
1. 해양안전에 대한 국민적 관심 증가.....	16
2. 해양문화 공간으로의 항로표지 역할 증대.....	17
3. ICT 융복합 기반의 항로표지 서비스 확대.....	19
4. 국제사회 역할 강화.....	21

제3장 주요국의 향로표지 정책 및 우리나라 정책과제 우선순위… 23

제1절 국가별 향로표지 정책 검토	23
1. 미국	23
2. 영국	26
3. 일본	29
4. 중국	32
5. 프랑스	35
6. 스페인	37
7. 국제향로표지협회(IALA)	42
8. 우리나라	44
9. 국가별 향로표지 정책 비교 분석	48
제2절 향로표지 정책과제 우선순위 설정	51
1. 향로표지 정책 우선순위 설정방법	51
2. 향로표지개발 기본계획 인지도 조사	51
3. 향로표지개발 기본계획 정책과제의 우선순위	54
4. 향로표지개발 기본계획 시행에 따른 영향도 조사결과	58
5. 시사점	59

제4장 향로표지 투자지표 개발… 60

제1절 현행 향로표지시설의 성과지표 검토	60
1. 성과지표 개요	60
2. 향로표지시설 관련 성과지표	64
3. 향로표지시설 신규 성과지표 선정	65
제2절 신규 투자 수요 검토	72
1. 향로표지분야의 투자 수요 요인 분석	72
2. 신규 투자 지표 항목 검토	82
3. 생애주기비용에 기초한 향로표지시설 투자 예산 설계	87

제3절 신규 지표 개발	93
1. 항로표지분야 신규 성과지표	93
2. 국내 해양활동 지수를 이용한 투자지표	94
3. 생애주기비용에 기초한 투자지표	95
제5장 항로표지 해양사고 예방효과 비용·편익 분석	96
제1절 기존 경제성 분석 방법 검토	96
1. 해상교통안전시설의 운영효과 분석·조사 연구	96
2. 교통안전사업 투자평가지침	101
제2절 항로표지 경제성 분석 방법론 설정	103
1. 기본 전제	103
2. 분석 절차	103
3. 추가 검토 사항	105
제3절 항로표지 경제성 분석 결과	108
1. 분석 대상 시설 개요	108
2. 분석 대상의 전제 조건	110
3. 항로표지의 경제성 분석 결과	111
제6장 결론 및 정책 제언	118
제1절 결론	118
1. 새로운 항로표지분야 투자지표 활용	118
2. 항로표지 시설별 경제성 분석 필요	120
3. 지속적인 항로표지시설 확충 필요	121
4. 해양문화 공간으로서의 항로표지시설 활용	122

제2절 정책 제언.....	124
1. 지속적인 투자를 통한 안전한 해양교통환경 구축.....	124
2. 해역에 특화된 항로표지시설 개발 및 보급.....	124
3. 항로표지 경제성 분석을 위한 원단위 산출 연구 추진.....	125
 참고문헌.....	 127
 부록. 전문가 설문조사 작성지.....	 129

표 목 차

〈표 1-1〉	선행연구와 본 연구의 차이점 비교	5
〈표 2-1〉	광파표지 종류	9
〈표 2-2〉	형상표지 종류	10
〈표 2-3〉	음파표지 종류	11
〈표 2-4〉	전파표지 종류	11
〈표 2-5〉	특수신호표지 종류	12
〈표 2-6〉	항로표지 설치현황	13
〈표 2-7〉	여객수송실적	17
〈표 2-8〉	등대해양문화공간 방문객 현황	18
〈표 2-9〉	조종면허 취득인원 현황	18
〈표 2-10〉	e-Navigation 연구개발 및 디지털 인프라 구축의 주요과제	20
〈표 3-1〉	MISSIS에서 제공하는 해상 관련 데이터	25
〈표 3-2〉	2015년부터 2030년 까지 GLA의 해양 AtoN 전략	27
〈표 3-3〉	영국의 항로표지 기술개발 계획	29
〈표 3-4〉	중국의 항로표지 관계법령 및 행정세칙	34
〈표 3-5〉	2014-2018년까지의 IALA 우선 개발 목표	42
〈표 3-6〉	ENAV 위원회 작업계획 (2014~2018)	43
〈표 3-7〉	해양수산부 항로표지와 주요업무	44
〈표 3-8〉	해양수산부 항로표지 주요 정책	45
〈표 3-9〉	한국형 e-Nav사업 주요 내용	46
〈표 3-10〉	한국형 SMART-Nav. 기술개발 및 추진전략	47
〈표 3-11〉	국가별 항로표지 정책 및 기술 동향 비교	48

〈표 3-12〉 주요 해운선진국의 항로표지 현황.....	50
〈표 3-13〉 제2차 항로표지개발 기본계획 정책과제 항목 구분.....	54
〈표 3-14〉 제2차 항로표지개발 기본계획 정책과제의 우선순위 결과.....	57
〈표 4-1〉 성과관리의 구성요소의 정의.....	60
〈표 4-2〉 정량적 측정여부에 따른 성과지표 분류.....	61
〈표 4-3〉 기준 사업에 따른 성과지표 분류.....	62
〈표 4-4〉 성격과 내용에 따른 지표 구분.....	62
〈표 4-5〉 정성적 업무의 객관화 사례.....	63
〈표 4-6〉 성과지표 개발 원칙.....	63
〈표 4-7〉 2016년도 항로표지시설의 성과계획서.....	64
〈표 4-8〉 항로표지시설 관련 성과지표(2016년).....	65
〈표 4-9〉 항로표지시설의 후보 성과지표 항목.....	66
〈표 4-10〉 항로표지시설의 성과지표 적정성 평가 결과.....	67
〈표 4-11〉 신규 항로표지시설 구축률 지표 설정(예시).....	68
〈표 4-12〉 항로표지 카테고리별 분류방법.....	69
〈표 4-13〉 항로표지 카테고리별 운영률(예시).....	69
〈표 4-14〉 항로표지 카테고리별 노화화 개선율(예시).....	70
〈표 4-15〉 국제협력 성과지표(예시).....	71
〈표 4-16〉 항로표지시설의 성과지표 대상항목별 산출방식.....	71
〈표 4-17〉 등대해양문화공간 방문객 현황.....	74
〈표 4-18〉 우리나라 어선의 입출항 현황.....	76
〈표 4-19〉 해난사고 통계.....	77
〈표 4-20〉 사고종류별 해양사고 발생현황.....	79
〈표 4-21〉 교통 분야 투자 계획.....	82
〈표 4-22〉 신규 지표로 고려한 해양활동지표.....	83
〈표 4-23〉 해양활동지표항목의 통계 수치.....	85
〈표 4-24〉 2015년의 국내 해양활동 지수.....	86

〈표 4-25〉 항로표지분야의 투자예산 항목 분류.....	87
〈표 4-26〉 신규 투자 예산 지표.....	88
〈표 4-27〉 항로표지분야의 생애주기 관리비용 항목.....	91
〈표 4-28〉 기술개발 투자 예산.....	91
〈표 4-29〉 국제협력 투자 예산.....	92
〈표 4-30〉 인력교육 및 경제활성화 투자 예산.....	92
〈표 4-31〉 항로표지시설의 성과지표 대상항목별 산출방식.....	93
〈표 4-32〉 2015년의 국내 해양활동 지수.....	94
〈표 4-33〉 항로표지분야 예산 구성 항목.....	95
〈표 5-1〉 해상교통안전시설 사업의 운영효과 분석 절차.....	97
〈표 5-2〉 해상교통안전시설의 비용편익분석 모델.....	100
〈표 5-3〉 교통안전사업 시행효과 분석을 위한 평가 항목.....	102
〈표 5-4〉 항로표지의 해양사고 예방효과 경제성 분석의 편익항목과 비용항목.....	106
〈표 5-5〉 사고비용 추정 기초 자료.....	113
〈표 5-6〉 해양사고 비용 추정을 위한 비용 단가.....	113
〈표 5-7〉 파나마스 화물선 침몰 시 해양사고 비용 추정.....	114
〈표 5-8〉 AIS 설치 및 운영에 따른 편익 및 비용(현재가치).....	115
〈표 5-9〉 AIS 경제적 타당성 분석결과.....	116
〈표 5-10〉 민감도 분석.....	117

그림 목 차

〈그림 1-1〉 연구의 공간적 범위.....	4
〈그림 1-2〉 연구 흐름도.....	7
〈그림 2-1〉 항로표지 구분.....	9
〈그림 2-2〉 항로표지 예산 배분.....	14
〈그림 2-3〉 항로표지이용료 연도별 추이.....	15
〈그림 2-4〉 우리나라 입출항 선박의 평균 척당 톤수 변화 추이.....	16
〈그림 3-1〉 MDA 운용 개념도.....	26
〈그림 3-2〉 2030 Navigating the Future 전략.....	28
〈그림 3-3〉 일본 해상보안청 조직도.....	30
〈그림 3-4〉 연안영역정보제공시스템(MICS) 서비스.....	31
〈그림 3-5〉 중국 해사국 조직도.....	33
〈그림 3-6〉 BeiDou 위성 내비게이션 시스템 개발(BDS, COMPASS).....	35
〈그림 3-7〉 프랑스 해양부 조직도.....	36
〈그림 3-8〉 스페인 항로표지 관련 조직 구조도.....	38
〈그림 3-9〉 항로표지 관리 기관 분포도.....	39
〈그림 3-10〉 항로표지 서비스 품질 측정 계산.....	40
〈그림 3-11〉 스페인 DGPS 네트워크의 지역별 담당 영역.....	41
〈그림 3-12〉 항로표지개발 기본계획 인지도 조사 설문문항.....	52
〈그림 3-13〉 항로표지개발 기본계획에 대한 전문가들의 지식 및 이해정도.....	53

〈그림 3-14〉 항로표지 기본계획의 시행이 해양수산 분야에 미치는 영향도.....	58
〈그림 4-1〉 해수면 유도선 이용객 현황.....	73
〈그림 4-2〉 전국 등대해양문화공간 위치도.....	74
〈그림 4-3〉 우리나라 무역항을 입출항한 선박 현황.....	75
〈그림 4-4〉 우리나라 항만의 수출입 화물처리실적.....	76
〈그림 4-5〉 2015년 선박종류별 해난사고 현황.....	78
〈그림 4-6〉 선종별 해양사고 발생률.....	78
〈그림 4-7〉 우리나라 해역별 해양사고 발생건수.....	79
〈그림 4-8〉 해양사고 발생시간 분석.....	81
〈그림 4-9〉 시설물의 안전관리에 관한 특별법의 안전점검과 유지관리 절차.....	89
〈그림 4-10〉 현재까지의 감가상각을 평가하기 위한 시설물의 가용수명...	90
〈그림 5-1〉 항로표지 경제성 분석 절차.....	104
〈그림 5-2〉 AIS 운영 체계.....	108
〈그림 5-3〉 항로표지용 AIS 작동 방식.....	109
〈그림 5-4〉 항로표지 이중화 설비 개요.....	110

연구성과 요약

항로표지의 해양사고 예방효과 분석

1. 연구의 목적

- 항로표지에 대한 새로운 수요에 대응하고 지속적인 항로표지의 확충 등을 위한 투자지표 개발
 - 현재 해양수산부는 항로표지 확충 시 해안선 길이당 항로표지 수준을 중요한 지표의 하나로 삼고 있음. 국내 항로표지 시설 현황, 국내외 항로표지 관련 정책 및 기술 동향, 선박입출항 실적 등 관련 통계에 따른 분석을 통한 정책추진 방향과 제도적 개선 방안 제시
- 항로표지 시설 설치와 이에 따른 경제적 편익 및 비용 분석을 통해 경제적 효과 분석
 - 항로표지용 AIS 설치와 이로 인한 경제적 편익과 비용 추정을 통해 항로표지 시설의 확충과 지속적 투자 당위성을 확보하는 한편 유사 시설 투자의 경제성 평가 방안의 틀 제시

2. 연구의 방법 및 특징

1) 연구방법

〈표〉 본 연구 방법의 특징

특징	주요 내용	자료수집	방법론 선택 이유
기초 자료 분석	- 해상교통시설 국내외 개발 동향 - 항로표지 투자 관련 국내외 현황 및 트렌드 분석 - 새로운 투자지표 개발	- 관련 문헌 조사 - 국내외 사례 조사	- 국내외 항로표지 시설 투자효과 분석 사례 필요 - 항로표지 현황 및 중장기 투자 전략 분석을 통한 항로표지 시설 투자 수요 도출

특징	주요 내용	자료수집	방법론 선택 이유
설문 조사	- 국내 항로표지 인지도 및 사업 간 가중치 분석 조사	- 전문가 대상 설문 조사	- 항로표지시설 종사자 및 전문가를 대상으로 항로표지에 대한 인식, 사업 우선순위, 기대효과 등에 대한 의견 조사 및 실태 파악 - 투자우선 순위 발굴을 위한 전문가 설문(AHP)
전문가 자문	- 항로표지시설 투자 지표 개발 및 경제성 분석 등을 위한 전문가 자문	- 전문가 자문 및 의견 청취	- 항로표지시설 투자 지표개발을 위한 개선사항 및 지원방안에 초점을 맞춰 기존 연구의 한계 해소 - 현장 수요 반영

2) 연구의 특징

- 본 연구는 실제 예산이 투입되는 항로표지 사업의 해양사고 저감 등 경제적 편익과 건설비와 유지 보수비 등 비용요인을 반영하여 항로표지 시설 투자의 비용 및 편익분석 진행
 - 항로표지 관련 사업 중 전국 주요 해역에서 진행 중인 항로표지용 선박 자동식별시스템(AIS) 설치에 따른 편익 및 비용 분석 진행
 - 해양사고 유관기관의 해양사고에 따른 사고비용 자료와 한국해양수산개발원의 해양사고의 심리적비용 추정방안 연구 등에 대한 분석을 토대로 해양사고 저감에 따른 경제적 편익 추정
- 항로표지 시설에 대한 신규 투자지표 요인을 검토하여 새로운 지표 개발
 - 기존의 해안선 길이당 시설 투자지표와 더불어 신규 투자지표 요인으로 국내해양활동지수, 신규 예산 관리체제 등을 반영한 새로운 투자지표 개발 제안

3. 연구 결과

1) 연구 결과 요약

- 선박의 항행안전을 지원하는 항로표지 시설은 변화하는 환경을 충분히 반영한 새로운 투자 지표 검토 필요
 - 최근 해양문화 공간으로 활용 등 그 역할과 서비스 범위가 확대됨에 따라 해양수산 분야의 사회적, 경제적, 기술적 환경변화와 더불어 수요자들의 니즈 반영 필요
 - 항로표지는 기본적으로 해상교통량 및 다양한 해상 활동과 높은 상관관계를 가지고 발전하여 왔으며 이러한 경향은 앞으로도 유지될 것이며 새로운 투자지표 개발을 포함하여 여러 가지 변화요인을 적시에 반영하여 투자가 이루어져야 함
 - 기존의 노후화 된 시설의 지속적인 개량과 유지보수가 필요한 항로표지 시설에 대한 투자가 확대되어야 하며, 이를 위한 새로운 투자지표가 필요함
- 항로표지 시설 설치에 따른 경제적 편익요인과 비용요인을 고려하여 비용 편익분석을 진행한 결과 항로표지용 사업은 경제적 효과가 충분한 것으로 분석
 - 항로표지는 사업 규모에 따라 시설공사가 여러 해에 걸치는 경우도 많고 규모 역시 다양하기 때문에 일원화된 비용요인이나 편익요인을 적용하기는 어려움
 - 항로표지 시설의 설치로 인한 해양사고 감소 등의 경제적 편익과 건설비, 유지비 등의 비용요인을 반영하여 분석한 결과 항로표지용 AIS 시설의 경우 경제성이 있는 것으로 분석
- 최근에는 사고가 빈번한 해역이나 해상통행량이 많은 해역에서의 투자도 크게 늘어나고 있고, 대형화, 첨단화되는 선박과의 안전정보공유를 위한 기술개발이나 시설 투자가 증가하고 있으며, e-Navigation과 같은 새로운 수요를 반영한 수요자 중심의 투자 확대 필요
 - e-Navigation, IoT, 빅데이터 등 첨단기술을 이용한 항로표지 서비스와 국

내해양활동 지수 등 수요를 반영하여 광파표지 투자 등 미래 항로표지 투자의 확대 필요

2) 정책적 기여

- 새로운 항로표지 지표 개발로 인한 지속적인 항로표지 시설 투자의 타당성 확보
- 다양한 환경여건 분석과 수요, 발굴을 통한 해역에 특화된 항로표지 시설 투자 및 운영방안 제시
- 항로표지 시설 투자의 경제적 효과를 분석, 제시

3) 기대효과

- 항로표지 중 특수신호표지 및 전파표지에 대한 수요에 따른 투자 확대 기대
- 항로표지투자 예산 검토를 통해 표지시설의 생애주기 관리비용 방식의 적용과 실용화를 위한 추가적인 연구 제안
- 미래 항로표지 시설 투자에 따른 효율적인 해상활동 지원 및 시설물 간의 정보 공유 및 통합 기대
- 항로표지 시설과 공간 사용을 일반인에게 확대하여 문화공간으로의 활용도 제고

Executive Summary

Effectiveness Analysis on the Prevention of Marine Accidents of Aids to Navigation

1. Purpose

- The study aims to develop investment index in order to respond to new demands for aids to navigation and continuously expand them.
 - At present, the Ministry of Oceans and Fisheries (MOF) considers the number of aids to navigation per the length of shoreline as one of the important indicators in expanding aids to navigation. In this sense, the study intends to present a direction for implementing policy and institutional improvement measures based on the following analysis; the current status of aids to navigation facilities in Korea, relevant policy and technological trends of aids to navigation at home and abroad and the records of entry and departure of ships, etc.
- It also conducts the analysis on the installment of aids to navigation facilities and the analysis on the following economic costs and benefits, thereby providing economic impact.
 - The analysis is carried out on the installment of AIS(Auto Identification System) for the aids to Navigation (AtoN) and the resulting estimation of economic benefits and costs. While the analysis provides the necessity for expanding the aids to navigation and its continuous investment, it also gives a framework of economic evaluation for investing similar facilities.

2. Methodologies and Features

1) Methodologies

Features	Major contents	Data collection	Reasons for the selection
Basic data Analysis	- Domestic and foreign development trends of maritime transport facilities - Domestic and foreign status and trend analysis related to the investment of aids to navigation - The development of new investment index	- Related literature review - Domestic and foreign case studies	- Need effective analysis cases on the investment of aids to navigation in Korea and overseas - Analyze the current status of aids to navigation and mid-to-long term investment strategy based on the analysis, extract the investment demand of aids to navigation
Survey	- Survey on the awareness of aids to navigation in Korea and investigate the weights between projects	- Survey to experts	- Understand the current status by conducting a survey to aids to navigation related workers and experts. Carry out the survey on the awareness of aids to navigation, project priorities and expected effects - Survey to experts for finding out the investment priority (AHP)
Expert consultation	- Consult with experts for developing investment index on aids to navigation and analyze its economic feasibility	- Expert consultation and hearing of the opinions	- Address the limitations of existing research by focusing on the improvement and support measures for developing investment index of aids to navigation - Reflect the demands of the field

2) Features

- The study conducts the cost benefit analysis on the investment of aids to navigation. For this purpose, it reflects the economic benefits such as the reduction of maritime accidents following aids to navigation projects with which actual budgets are provided. Also, cost factors are reflected including construction fee and maintenance cost.

- The cost benefit analysis is carried out on the installment of Automatic Identification System (AIS) for aids to navigation (AtoN) which are currently underway in Korea's major sea areas.
- The study estimates the economic benefits following the reduction of maritime accidents. For this estimation, it carries out the analysis based on the cost data resulting from the marine accidents which are published by relevant institutions, as well as the research of Korea Maritime Institute on the estimation of psychological cost of marine accidents.
- A new indicator is developed by reviewing new factors of investment index regarding aids to navigation.
- Along with the existing investment index of the facilities per the length of shoreline, the study proposes the development of a new investment index. The new index reflects new factors including marine activity index of Korea and new budget management system, etc.

3. Results

1) Summary

- Supporting the safe navigation of vessels, the facilities for aids to navigation require the review of developing new investment index fully reflecting changing environments.
- Recently, aids to navigation have expanded the role and its service coverage including the use as a space for marine culture. Therefore, it is necessary to reflect the needs of consumers along with the changes of social, economic, technological environments in the maritime and fisheries sector.
- Aids to navigation have basically developed under the high correlation with maritime transportation volume and various maritime activities. Such trend will continue to stay. Therefore, the investment into navigation aids should be conducted by reflecting diverse changing factors in a timely manner, including the development of a new investment index.
- The investment should be expanded for the purpose of continuously improving aging facilities as well as for the aids to navigation necessary for maintenance.

- The cost benefit analysis of the installment of aids to navigation was conducted to reflect the economic benefits and costs. According to the result, aids to navigation projects are analyzed to have sufficient economic impacts.
- It is difficult to apply unified cost or benefit factors to projects related to aids to navigation. Because it often takes several years to construct facilities, depending on the projects with various project size.
- The study carries out the analysis after reflecting the economic benefits including the reduction of maritime accidents following the installment of aids to navigation as well as the cost factors such as construction and maintenance fees. The facilities about AIS for aids to navigation are analyzed to have economic feasibility.
- Recently, the investment is significantly increasing in sea areas where accidents frequently occur or maritime transport volume is heavy. In addition, technological development and facility investment are growing in order to share the safety information with increasingly advanced and bigger vessels. Against this backdrop, it is necessary to expand the investment focusing on consumers by reflecting new demands such as e-Navigation.
- The investment on future aids to navigation should be expanded, such as visual aids. And such investment should reflect marine activity index in Korea and aids to navigation service utilizing advanced technology including e-Navigation, IoT, Big data, etc.

2) Policy contribution

- Secure the necessity to continuously invest in aids to navigation facilities following the development of new index
- Analyze various environmental conditions and the demands, and then present the investment and operation measures on aids to navigation specified to sea areas
- Analyze and suggest the economic impacts of investing aids to navigation

3) Expected benefits

- Expect to increase the investment following the rising demands of aids to navigation, such as special signal marks and radio beacons

- Propose additional research on the application of lifecycle management cost to navigation marks and its practical use by reviewing their investment budget
- Support efficient maritime activities following the investment to the aids to navigation facilities of the future, and share and integrate information among the facilities
- Improve the practical use of aids to navigation and their space as cultural areas by opening them to the public

제1장 서론

제1절 연구의 배경 및 필요성

항로표지는 해양사고 예방 및 선박의 안전항해를 지원하는 시설로, 10년 단위의 ‘항로표지개발 기본계획’과 해양수산부의 관련 정책에 따라 유지·발전되고 있다. 항로표지는 ‘등광(燈光)·형상(形象)·색채·음향·전파 등을 수단으로 항(港)·만(灣)·해협(海峽), 그 밖의 대한민국의 내수·영해 및 배타적 경제수역을 항행하는 선박에게 지표가 되는 등대·등표(燈標)·입표(立標)·부표(浮標)·안개신호(霧信號)·전파표지·특수신호표지 등’으로 정의하고 있다.¹⁾ 이러한 항로표지는 매년 신규 시설 확충뿐 아니라 기존 시설의 교체, 유지 보수 등을 통해 관리되고 있다.

선박의 안전한 항행을 지원하는 목표물인 항로표지는 연근해역의 해상교통량 증가 및 다양한 해양활동 인구의 증가와 더불어 확충되어 왔다. 최근에는 선박이 대형·고속화됨에 따라 단 한 번의 해양사고로도 심각한 피해를 야기할 수 있기 때문에 안전한 해상교통환경을 위해 항로표지에 대한 투자의 필요성은 더욱 증가하고 있다. 전국 무역항 및 연안항의 입출항 선박량은 꾸준히 증가하여 2000년 31만 5천 척이던 입출항 선박척수는 2015년 40만 1천 척으로 연평균 1.6% 증가했다. 2015년도 항만별 입출항 척수는 부산, 울산, 광양, 인천 순으로 많았으며, 사고 시 대형피해를 야기하는 위험화물운반선은 주로 울산, 대산, 인천, 여수항 등에 기항하였다. 특히 대산항의 경우 전체 입출항 선박 척수의 약 85%가 위험화물 운반선이며, 여수항의 위험화물 운반선 비중도 약 64%로 높았다.

이들 외항 및 연안 선박 외에 우리나라 선박 등록 척수의 대부분을 차지하는 어선은 등록어선 기준으로 2006년의 8만 6,113척(5톤 미만)이 86%)에서

1) 해양수산부, 「항로표지법」, 제2조(정의).

'15년에는 6만 2,010척으로 줄어들었으나 연근해 어업 활동은 여전히 활발하다. 또한 각종 레저용 선박 역시 최근 급증하고 있어, 우리나라 해역에서의 항로표지시설에 대한 수요는 더욱 증가하고 있다고 할 수 있다. 그리고 차도선, 카페리선, 여객선과 유·도선 등의 연안여객과 해양관광객들의 안전을 위해서도 충분한 항로표지시설을 확충하고 관리하는 것이 매우 중요하다.

더불어 항로상의 위해요소를 적극 발굴하여 해소하는 것 또한 중요한 일이다. 특히 여객선의 고속화·대형화는 향후에도 계속될 것으로 예상되고 있고, 세월호 침몰사고 이후 여객 안전에 대한 국민적 관심과 우려가 크게 증가함에 따라 해양안전의 핵심 시설인 항로표지에 대한 역할이 강조되고 있다.

이러한 사회·경제적 측면에서의 항로표지의 확충 필요성이 대두되면서 항로표지개발 정책에 대한 새로운 접근이 요구되고 있다. 기존 공급자 중심의 서비스에서 수요자 중심의 서비스로 전환하고, e-Navigation²⁾ 도입 등에 따른 스마트 항로표지 시스템을 구축할 필요성이 제기되고 있다.³⁾ 우리나라의 항로표지 정책은 새로운 환경변화에 대응하고, 다양한 사회적인 수요에 능동적으로 대응하기 위한 체제로 재정립되어야 한다. 향후 항로표지에 대한 투자수요는 크게 다음과 같이 변화될 것으로 예상된다. 첫째, 해상교통량 증가에 대비하고 기후변화에 따른 대형 재해의 발생 가능성에 대비하기 위한 항로표지 시설의 고기능화·다기능화가 필요하다. 둘째, 항로 교차지점 및 통항분리 항로상의 안전 확보 등을 위해 항로표지의 집중 보강이 필요하다. 셋째, e-Navigation 도입과 연계하여 정보통신기술(Information and Communications Technologies; ICT)과 융복합하여 새로운 통합형 시스템 구축이 필요할 것이다.

앞서 설명한 것처럼 항로표지는 해사안전뿐 아니라 선박 항행안전과 같은 해양활동 전반에 걸쳐 안전 및 업무 프로세스에 영향을 미치기 때문에 항로표

2) 국제 해사 기구(IMO; International Maritime Organization)에서 정한 선박의 안전과 보안 그밖에 해양 환경 보호를 위한 표준(e-Navigation을 약칭하여 e-Nav로 표현). 선박이 출항할 때부터 귀항할 때까지의 모든 과정에서 안전과 보안을 위한 관련 서비스와 해양 환경 보호 증진을 위해 선박과 육상 관련 정보를 수집하고 분석하는 시스템을 통일되게 하는 체계. (자료 : 한국정보통신기술협회 홈페이지, 「IT용어사전」, 검색일 2016.12.01)

3) 해양수산부, 「제2차 항로표지개발 기본계획」, 2015.12, p.1.

지에 대해 지속적인 투자가 필요하다.

항로표지의 지속적이고 체계적 확충과 개발을 위해서는 기존 해안선 길이당 시설 확보 기준과 더불어 항로표지시설에 대한 신규 수요와 투자성과를 반영한 새로운 전략이 필요하다. 이를 위해 경제성에 입각한 항로표지시설의 중요성을 재평가하고 항로표지 정책의 지속성을 유지하기 위한 신규 지표를 개발해야 할 것이다.

제2절 연구의 목적

현재 해양수산부는 항로표지 확충 시 해안선 길이당 항로표지 수준을 중요한 성과 지표의 하나로 삼고 있다. 따라서 본 연구는 새로운 해상교통환경에 대응하여 항로표지시설의 지속적인 확충을 위한 신규 투자지표를 개발·제시하고 항로표지 시설 설치에 따른 해양사고 예방효과에 대한 경제성을 분석하는데 목적이 있다. 이를 위해 기존 지표의 한계점을 보완하고 새로운 투자수요에 부합할 수 있는 새로운 투자지표를 제시한다.

이를 위해 우리나라 바다의 경제적 활동, 여가문화활동 등을 통계자료를 분석하여 항로표지시설의 중요성을 평가하고 이러한 해양활동 수준을 이용한 지표를 발굴하는 데 목적이 있다. 또한 항로표지시설인 AtoN AIS의 비용편익 분석을 통해 항로표지시설의 가치를 평가하고자 한다.

해양교통 안전시설에 대한 투자는 마치 육상에서의 도로교통 안전시설에 대한 투자와 유사하게 물리적인 시설이 확충될 때 그 효과가 나타날 것으로 기대된다. 이러한 해양공학적 투자지표 외에 경제·사회적 지표를 추가하는 경우 항로표지 설치의 투자 적합성과 타당성은 더욱 설득력을 갖게 될 것으로 본다.

제3절 연구의 범위

본 연구의 공간적 범위는 항로표지법 제2조에서 정의한 것처럼 ‘항(港)·만(灣)·해협(海峽), 그 밖의 대한민국의 내수·영해 및 배타적 경제수역’을 포함한다. 시간적으로는 2015년을 기준 연도로 설정하고 각종 통계 및 정책 분석을 위해 과거 10년간과 제2차 항로표지 기본계획의 목표연도인 2024년을 연구범위로 설정하였다.⁴⁾

내용적 범위로는 항로표지 현황, 항로표지 투자지표 개발, 항로표지 설치에 따른 경제성 분석을 포함하고 있다.

〈그림 1-1〉 연구의 공간적 범위



4) 설문조사에 포함된 “제2차 항로표지개발 기본계획”의 목표 최종 연도가 2024년까지임.

제4절 선행연구 검토

항로표지의 해양사고 예방에 관한 연구는 육상, 특히 도로나 철도 분야의 연구에 비해 상대적으로 많지 않은 실정이다. 2006년에 이루어진 「해상교통안전시설의 운영효과 분석·조사 연구」와 2013년에 진행된 「해양교통안전시설의 경제적 효과 분석에 관한 연구」가 관련 시설 투자의 경제적 효과를 분석한 연구의 하나로 하겠다. 2015년에 시행된 「제2차 항로표지개발 기본계획」은 향후 10년에 걸친 해양표지개발에 대한 중장기 계획을 담고 있다. 즉 항로표지 정책에 대한 장기적 비전과 2024년까지 추진해야 할 주요 과제를 발굴하고 실행하는 계획을 포함하고 있다.

〈표 1-1〉 선행연구와 본 연구의 차이점 비교

구 분		선행연구와의 차별성		
		연구목적	연구방법	주요연구내용
주요 선행 연구	1	- 과제명 : 교통사고감소를 위한 투자비용 효과 분석 연구 - 연구자(연도) : 김지혜(2007) - 연구목적 : 교통안전예산의 효율적 운용을 위한 투자비용 효과 분석 - 지역적 측면에서의 교통안전 예산 투자의 균형적 배분, 및 투자에 대한 연구	- 관련 개념 이론 고찰 및 우리나라 교통안전 투자 현황 조사, 분석 - 교통안전투자와 사고 감소 간의 상호관련성 검토 - 투자이전과 이후 효과 분석을 위한 회귀분석	- 교통안전기본계획과 투자현황, 사고 감소 현황 분석 - 지방자치단체의 경제지표 및 안전투자 현황 정리 - 투자예산과 각종 지표들 간의 상관관계 분석(회귀분석)
	2	- 과제명 : 해상교통안전시설의 운영효과 분석·조사 연구 - 연구자(연도) : 해양수산부(2006) - 연구목적 : 해상교통안전시설 사업에 대한 운영효과 분석, 모델 구축 및 평가제도 연구	- 해외 사례 조사, 설문, 비용편익분석 - 조류신호소, 집약관리 시스템, 진도 VTS 등 실제 항로표지 공사 분석	- 공공사업 운영효과 분석 방법 및 사례조사 - 해상교통안전시설 운영 효과 평가제도 - 운영효과 분석 방법 및 모델 개발 - 해상교통안전시설의 운영효과 분석

구 분		선행연구와의 차별성		
		연구목적	연구방법	주요연구내용
	3	- 과제명 : 해양교통안전시설의 경제적 효과 분석에 관한 연구-연구자(연도) : 김수엽 외(2013) - 연구목적 : 해상교통관제 서비스(VTS)의 경제적 효과 분석	- 문헌조사 - 전문가 자문 - 비시장재 가치평가 - 조건부 가치측정법(CVM) - 설문조사	- VTS 투자현황 - 해양사고 분석 - 해양교통안전시설 투자의 경제적 가치 평가 방법론 - VTS 투자 편익 분석
	4	- 과제명 : 제2차 항로표지 개발 기본계획 - 연구자(연도) : 해양수산부(2015) - 연구목적 : 10년 단위('15-'24)의 항로표지개발 기본계획 수립	- 전문가 자문 - 국내, 해외 출장조사 - 설문조사 - 워크숍	- 항로표지 인프라 구축 - 항로표지 관리운영 효율 제고 - 항로표지 기술개발 및 현대화 - 국제사회 위상강화 및 남북협력
본 연구		- 항로표지의 지속적 투자를 위한 투자지표 개발 - 해양사고 예방효과 분석 방법론 개발 - 비용, 편익 요소의 식별 및 항로표지 시설 투자의 비용편익분석	- 국내외 항로표지 투자 동향 분석(문헌 연구) - 국내외 출장 조사 - 투자우선 순위 발굴을 위한 전문가 설문 - 비용편익분석	- 항로표지 현황 및 중장기 투자 전략 분석 - 항로표지 투자 지표 개발 - 비용편익분석 등 시설투자 방법론 설정 - 항로표지 시설 비용편익분석 - 결론 및 정책 제언

2006년에 이루어진 「해상교통안전시설의 운영효과 분석·조사 연구」와 2013년에 진행된 「해양교통안전시설의 경제적 효과 분석에 관한 연구」는 경제적 효과 분석을 위해 조건부 가치측정법(Contingent Valuation Method, CVM)을 활용하였다. 2006년 연구는 인천 조류신호소, 평택 집약관리시스템, 목표 집약관리시스템 및 진도연안 해상교통관제시스템(Vessel Traffic Service, VTS)을 대상으로 운영효과 분석을 시행한 바 있다. 조건부 가치측정법은 비시장재의 가치측정 방법의 하나로 널리 사용되고 있으며 특히 공공재와 같은 비시장재의 투자평가 시 주로 적용되고 있다.

제5절 연구방법

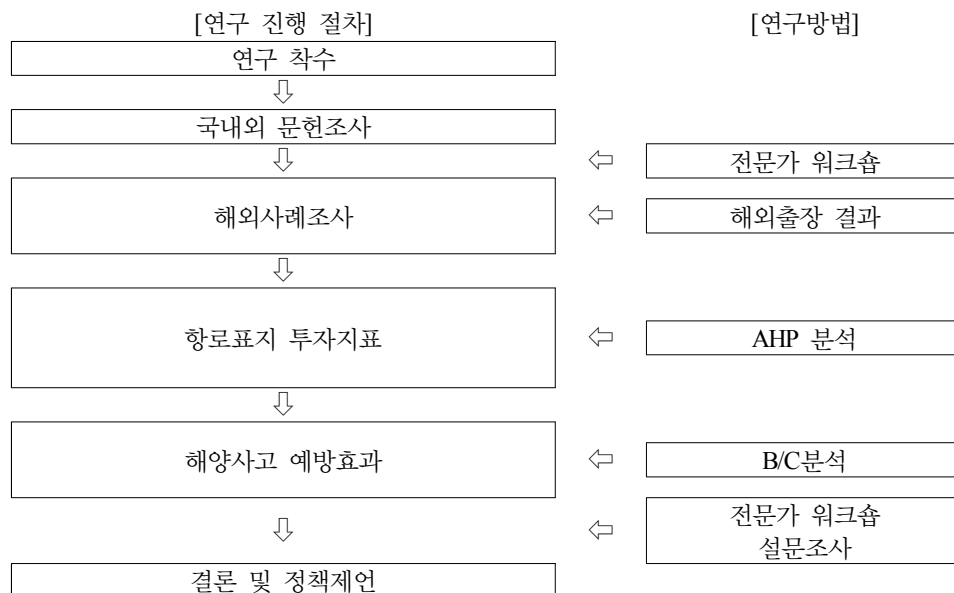
본 연구 목적을 달성하기 위해 문헌분석과 실증분석을 병행하여 실시하였다.

문헌분석은 국내 해양교통시설 및 육상분야의 교통안전시설에 대한 연구보고서를 우선 검토하고 국외 항로표지 관련 정책 동향 및 기술동향을 조사·분석하였다. 또한 우리나라의 해상교통환경을 파악하기 위해 관련 통계자료를 본 연구의 내용 전개에 부합하게 정리하였으며, 통계자료의 신뢰성을 높이기 위해 공인된 최신 통계를 사용하였다.

실증분석은 항로표지 관련하여 국외 출장 조사와 국내 전문가 워크숍 과정을 통해 항로표지분야의 현황과 이슈를 파악하였다. 항로표지분야 정책 우선순위 도출을 위해 AHP(Analytic Hierarchy Process, AHP) 분석을 실시하였으며 항로표지 시설의 해양사고 예방효과 분석을 위해 비용편익분석을 실시하였다.

이러한 문헌분석과 실증분석 과정을 통해 연구 목적 달성 및 실효성 있는 정책 대안을 제안하고자 하였다.

〈그림 1-2〉 연구 흐름도



제2장 항로표지 현황 및 투자 확대 필요성

제1절 항로표지 현황

1. 항로표지 종류

항로표지란 등광, 형상, 채색, 음향, 전파의 수단에 의하여 선박의 항행을 돕기 위한 인공적인 시설을 말한다. 선박이 안전한 항해를 하기 위해서는 항상 기회가 있을 때마다 자신의 선위를 확인할 필요가 있다. 연안을 항해할 때나 출입항 할 때에는 해상의 뚜렷한 목표물을 확인한다. 예를 들면, 섬, 곳, 산봉우리 등을 이용하지만 뚜렷한 목표물이 없는 곳이나 야간에 항행할 때에는 이들 자연목표 만으로는 만족스러운 선위의 확인이 곤란한 경우가 많다. 그래서 선박의 교통량이 많은 항로, 항만, 만, 해협, 그리고 암초나 천소가 많은 곳에서는 등광, 형상, 채색, 음향, 전파 등을 이용하여 선박의 선위를 확인하고 안전하게 항행할 수 있도록 도움을 주는 인공적인 시설물을 설치하고 있다.⁵⁾

항로표지의 종류는 크게 광파표지, 형상표지, 음파표지, 전파표지, 특수신호표지 등 5가지로 나눌 수 있다. 광파표지는 야간에 등화를 이용하여 그 위치를 표시하고, 형상표지는 주간에 시인이 가능하도록 그 형상, 색채 등으로 위치를 표시한다. 음파표지의 경우, 시계가 불량할 때, 즉 안개, 눈, 비 등으로 앞을 잘 볼 수 없는 경우 음향을 발하여 그 위치를 표시하며, 전파표지는 전파의 여러 가지 성질을 응용하여 항해지표로 사용하고 있다. 마지막으로 특수신호표지의 경우 좁은 해협·수로 등에서 선박의 교통량, 항법상의 각종자료 및 조류의 방향 등을 주야간에 전파 또는 형상물로서 항행 선박에 항법상의 자료를 통보하는 것을 말한다.

⁵⁾ 항로표지기술험회 사이트의 ‘항로표지 개요’ 내용 발췌함

〈그림 2-1〉 항로표지 구분

	광파표지 야간에 등화를 이용하여 그 위치를 표시해 주는 항로표지 (등대, 등부표, 등표, 조사등, 도등) <i>Visual Aids to Navigation : indicate the position using light emitted during the nighttime. (Lighthouse, Light buoy, Offshore fixed light, Projector light, leading light)</i>
	형상표지 주간에 형상, 색채를 이용하여 그 위치를 표시해 주는 항로표지 (일표, 부표, 도표) <i>Shape Aids to Navigation: indicate the position through the color and shape during the daytime. (Beacon, Buoy, Leading mark)</i>
	음파표지 안개, 눈, 비 등으로 시계가 불량할 때 음향을 발하여 그 위치를 표시해 주는 항로표지 (전기호, 공기사이렌, 모터사이렌) <i>Sound Aids to Navigation: indicate the position through the sounds when the visibility is bad due to fog, snow or rain (Electric horn, Air siren, Motor siren)</i>
	전파표지 전파의 여러가지 성질을 이용하여 그 위치를 표시해 주는 항로표지 (위성항법보정시스템, 레이콘, 로란-C) <i>Radio Aids to Navigation: indicate the position through the radio characteristics. (DGPS, Radio beacon, LORAN-C)</i>
	특수신호표지 조류, 선박통행, 기상 등을 전파나 형상을 이용하여 정보를 제공해 주는 항로표지 (조류신호표지, 선박통행신호표지, 해양기상신호표지, 자동위차식별신호표지) <i>Special Purpose Aids to Navigation: supply information of tidal signals, VTS, and atmosphere through the radio and shape. (Tidal current signal Aids to Navigation, VTM/VTS, Marine Weather Aids to Navigation, AIS)</i>

항로표지별 기본요건이나 종류는 아래의 표와 같다.⁶⁾

〈표 2-1〉 광파표지 종류

<기본요건>	
• 요구되는 범위 내에서 충분히 볼 수 있을 것 • 항해자가 다른 등화와 식별할 수 있도록 등광에 개성을 주어 관측자가 명료하게 구분할 수 있을 것 • 섬광과 암간이 적당한 간격으로 항해자가 쉽게 식별할 수 있는 속도로 정확히 반복될 것 • 등명기 및 광원은 가능한 효율이 높고 신뢰성이 높은 것일 것 • 지리학적 입장에서 항로표지의 용도와 목적을 만족시킬 수 있고, 충분한 안정성을 가진 것일 것	
등대 (유인/무인)	- 항해하는 선박이 육지나 배의 위치를 확인하고자 할 때 사용하는 것 - 또는, 항만의 소재, 항의 입구 등을 알리기 위하여 사용하는 것 - 연안의 육지에 설치된 등화를 갖춘 탑 모양의 구조물
등주	- 등대와 동일한 목적으로 사용하는 것 - 기둥모양의 단순한 형태를 갖춘 부동 등

6) 해양수산부 인천지방해양수산청 사이트 ‘항로표지’ 내용을 발췌함
 <http://www.portincheon.go.kr/AidsNavigation/AidsMark_01.asp> 2016.06.03

등표	- 암초가 있거나 수심이 얇은 곳 등에 설치하는 것 - 주변을 항해하는 선박에게 장애물 및 항로의 소재 등을 알리는 것 - 등화가 설치된 것을 등표, 등화가 없는 것을 입표라 함
조사등	- 암초나 방파제 끝의 돌출부분 등을 조사(照射)하는 것 - 주변을 항해하는 선박에게 장애물의 소재를 알리기 위해 설치하는 것 - 투광기를 갖춘 구조물
도등	- 선박의 통항이 곤란한 좁은 수로, 항구, 만 입구 등에서 선박에게 안전한 항로를 알려주기 위하여 항로 연장선상의 육지에 고정차가 있도록 설치하는 것 - 2기의 탑 모양의 구조물로, 등화를 발하는 것
지향등	- 선박의 통항이 곤란한 좁은 수로 및 항만, 만입구 등에서 선박에게 안전한 항로를 알려주기 위하여 항로 연장선상의 육지에 설치하는 것 - 녹광, 백광, 적광, 지향등용 등기를 갖춘 탑 모양의 구조물 - 그중, 백광구역이 안전항로
등부표	- 항해하는 선박에게 암초나 수심이 얇은 곳의 소재를 알리는 것 - 또는, 항로의 경계를 알리기 위하여 해상의 고정위치에 띄워놓은 것 - 등화가 설치된 것을 등부표, 등화가 없는 것을 부표라 함

자료 : 해양수산부 인천지방해양수산청 사이트 항로표지

<http://www.portincheon.go.kr/AidsNavigation/AidsMark_01.asp> 2016.06.03

〈표 2-2〉 형상표지 종류

<기본요건>

- 주간에 형상 및 채색에 의해서 그 위치를 나타내는 것

입표	- 암초, 천초, 노출암 등의 위치를 표시하기 위하여 설치하는 것 - 해중에 고립되어 설치하므로 파랑 및 풍압, 조류 등에 견딜 수 있도록 위치의 선정과 설계를 견고히 할 것 - 암초, 기타 위험을 피할 목적으로 쓰이는 것을 피험표라 함
부표	- 고정 표지를 설치할 수 없는 비교적 항행이 곤란한 해상에 정치하는 것 - 유도표지로서의 역할도 하는 것 - 부표에 등을 단 것을 등부표라 함
도표	- 통항이 곤란한 수도나 좁은 항만의 입구 등의 항로를 표시하는 것 - 항로 연장선상에 앞, 뒤 2개 또는 그 이상의 육표로 형성되거나 방향표로서 선박의 항행을 유도하는 것

자료 : 해양수산부 인천지방해양수산청 사이트 항로표지

<http://www.portincheon.go.kr/AidsNavigation/AidsMark_01.asp> 2016.06.03.

〈표 2-3〉 음파표지 종류

<기본요건>

- 음파를 발생시켜 음향을 발사함으로써 선박에 그 위치를 알리는 목적으로 음향을 발하는 기계 기구를 무신호기라 함
- 무신호기는 안개, 눈, 노을, 호우, 연무 등에 의하여 시계불량한 날이 많은 지역 또는 항만에서 주야 구별 없이 운용함
- 무신호기는 음향에 의하므로 그 음달거리는 비교적 짧으며, 더구나, 기상, 해상상황에 따라 음달거리, 음향방위가 변동하는 등 차이점이 큼

에어 사이렌 (Air Siren)	- 공기압축기로 만든 공기에 의하여 사이렌이 울리는 것 - 통상 안개가 많은 해역에 설치된 등대에 병설하는 것 - 안개가 발생하면 그것을 검출하고 자동적으로 음향을 발하여, 선박에 무신호소의 위치를 알리는 것
전기혼 (Electronic hom)	- 전기장치에 의한 저주파 발진으로 발음기를 울려 소리를 내는 것
모터 사이렌 (Motor Siren)	- 전동기에 의하여 사이렌을 취명하는 것

자료 : 해양수산부 인천지방해양수산청 사이트 항로표지

<http://www.portincheon.go.kr/AidsNavigation/AidsMark_01.asp> 2016.06.03.

〈표 2-4〉 전파표지 종류

<기본요건>

- 전파의 특징인 직진성, 등속성, 반사성 등을 이용하여 선박이나 항공기의 지표가 되는 것
- 전파를 이용하므로 천후에 관계없이 항상 이용이 가능하고, 넓은 지역에 걸쳐서 이용 가능 함

위성항법 보정시스템 (DGPS)	- Differential Global Positioning System 의 약자 - 24개(21개, 예비 3개)의 위성을 이용한 위성항법장치(GPS)의 측위 오차를 보다 정밀하게 보정하여, 중파 283~325kHz로 Radio Beacon 신호(A2, A)와 함께 MSK로 변조된 G1 D전파를 발사하는 것 - 정도는 약 10m이내이고 유효거리는 약 100m 정도인 것
레이더 비콘 (Radar Beacon)	- 무지향성 전파를 24시간 발사하는 것 - 선박에서 사용 중인 레이더(Radar)의 화면상에 모스 휘선을 나타 내어 배의 위치를 알 수 있도록 하는 것 - 농무 시나 기상 악화 시 선박의 안전 운항에 기여하는 것
로란국 (LORAN국)	- 쌍곡선 항법을 이용하여 선박의 위치를 측정할 수 있는 장거리 무 선항법장치로, Long Range Navigation 의 약자 - Loran-A와 Loran-C가 있음

자료 : 해양수산부 인천지방해양수산청 사이트 항로표지

<http://www.portincheon.go.kr/AidsNavigation/AidsMark_01.asp> 2016.06.03.

〈표 2-5〉 특수신호표지 종류

<기본요건>	
• 좁은 협수·수로 등에서 선박의 교통량, 항법상의 각종자료 및 조류의 방향 등을 주야간에 전파하는 것 • 항행선박에 항법상의 자료를 통보하는 것	
선박통항 신호소	- 항만출입항로, 항만접근수로 및 협수로 해역에 레이더 및 CCTV를 설치한 것 - 항해선박을 관제하여 안전항해를 유도하기 위한 것
조류 신호소	- 항만출입항로, 항만접근수로 및 협수로 해역 등 조류가 강한 해역을 항행하는 선박에게 조류의 세기 및 방향을 대형전광판을 이용하여 항해자에게 알리는 것
기상 신호소	- 항해선박에 기상특보 등 필요한 정보를 제공하기 위하여 설치한 것
자동위치 식별표지	- 선박의 전자해도에 항로표지의 위치, 상태 등을 표시하는 것 - 각종 안전관련 정보를 제공하는 것

자료 : 해양수산부 인천지방해양수산청 사이트 항로표지

<http://www.portincheon.go.kr/AidsNavigation/AidsMark_01.asp> 2016.06.03

2. 항로표지 설치 및 운영 현황

항로표지는 안전한 해상교통을 위한 필수 시설이기 때문에 유구한 역사를 자랑하고 있으며, 항로표지 기본계획 등에 따라 지속적으로 표지시설이 확충되어 왔다. 항로표지는 관리주체에 따라 크게 국유시설과 사설시설로 구분하고 있으며 2016년 9월 기준으로 국유시설 3,372기, 사설시설 1,936기가 설치되어 운영되고 있다. 이러한 구분은 관리주체에 의한 구분일 뿐 항로표지의 규격이나 기준은 각종 항로표지법을 근간으로 하는 각종 고시, 예규, 훈령 등에 따라 동일하다. 사설 항로표지는 국가가 아닌 개인이 사업이나 사무용으로 설치하는 것으로, 선박의 안전 항해를 지원하기 위한 전용부두시설을 운영하거나 항로 등의 수역의 해상구조물 공사 시 설치하고 있다.

기존에는 해안선 길이당 항행원조용 광파표지 설치 기수를 기준으로 항로표지 1기당 해안선 길이를 산출하였으나 '15년 12월 9일 이후부터는 항행원조용 표지(광파, 음파, 형상, 전파, 특수신호(조류, 해양기상, AtoN AIS))를 포함하여 지표를 산출하고 있다.

〈표 2-6〉 항로표지 설치현황

(2016.09. 기준)

		합계	해양 측위	부산	제주	인천	여수	마산	울산	동해	군산	목포	진도	포항	평택	대산
총 계	계	5,308	18	772	263	729	616	616	205	239	274	390	327	293	211	355
	국 사	3,372	18	637	196	331	363	370	111	145	189	254	225	190	150	193
	유 선	(1,936)	(0)	(135)	(67)	(398)	(253)	(246)	(94)	(94)	(85)	(136)	(102)	(103)	(61)	(162)
광 파 표 지	유인등대	38		3	4	4	3	2	2	4	2	3	3	6		2
	무인등대	1052		78	119	37	93	164	36	97	61	91	89	105	34	48
		(187)		(20)	(11)	(30)	(19)	(13)	(18)	(15)	(5)	(8)	(2)	(11)	(18)	(17)
	등 표	426		20	31	42	62	79	3	8	47	37	33	9	13	42
		(23)		(4)	(4)		(1)				(12)			(1)		(1)
	도 등	9		5		1				2				1		
		(3)					(1)	(1)								(1)
	조사등	14			3				1	5				3		2
	지향등	1												1		
		(2)							(1)							(1)
	등 주	420		391		2	1	4	9					10		3
		(105)		(9)	(7)	(49)	(4)	(9)	(1)	(7)	(2)	(3)	(4)	(3)		(7)
	등 부 표	712		83	6	157	98	55	31		31	56	59	15	80	41
		(1008)		(59)	(32)	(136)	(142)	(122)	(55)	(59)	(56)	(85)	(54)	(72)	(33)	(103)
	교량(야)	5		3								2	0			
		(150)		(19)		(47)	(22)	(21)	(2)	(3)	(1)	(11)	(13)	(4)	(2)	(5)
	통항신호등	(22)				(20)			(2)							
	소 계	2,677	0	583	163	243	257	304	82	116	141	189	184	150	127	138
		(1,500)	(0)	(111)	(54)	(282)	(189)	(166)	(78)	(85)	(76)	(107)	(73)	(91)	(53)	(135)
형 상 표 지	입 표	28		5	2	5	2	2		1	1	5	5			
		(0)														
	부 표	44				20	13	3	2			3			2	1
		(169)		(5)	(13)	(6)	(29)	(53)	(4)	(3)	(5)	(16)	(16)	(8)	(1)	(10)
	교량(주)	5		3		0						2	0			
		(149)		(17)		(47)	(22)	(22)	(2)	(3)	(1)	(11)	(13)	(4)	(2)	(5)
음 파 표 지	통항신호표	(38)				(38)										
	소 계	77	0	8	2	25	15	5	2	1	1	10	5	0	2	1
		(356)	(0)	(22)	(13)	(91)	(51)	(75)	(6)	(6)	(6)	(27)	(29)	(12)	(3)	(15)
	에어사이렌	6			1			2				1		2		
	전기혼	44		3	4	3	4	1	4	6	3	3	5	4	2	2
		(57)				(16)	(10)	(3)	(6)	(2)	(3)	(1)			(5)	(11)
전 파 표 지	모터사이렌	0														
	소 계	50	0	3	5	3	4	3	4	6	3	4	5	6	2	2
		(57)	(0)	(0)	(0)	(16)	(10)	(3)	(6)	(2)	(3)	(1)	(0)	(0)	(5)	(11)
	DGPS	17	17													
	RACON	102		10	10	13	12	9	3	4	4	10	8	6	3	10
		(18)		(1)		(5)	(3)	(2)	(4)	(1)		(1)				(1)
특 수 신 호 표 지	LORAN-C	1	1													
	소 계	120	18	10	10	13	12	9	3	4	4	10	8	6	3	10
		(18)	(0)	(1)	(0)	(5)	(3)	(2)	(4)	(1)	(0)	(1)	(0)	(0)	(0)	(1)
	VTS	0														
	조류신호소	2				2										
	해양기상신호	76		12	5	17	7	4			9	7	7	2	2	4
AtoN AIS		370		21	11	28	68	45	20	18	31	34	16	26	14	38
		(5)		(1)		(4)										
	소 계	448	0	33	16	47	75	49	20	18	40	41	23	28	16	42
		(5)	(0)	(1)	(0)	(4)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)

자료 : 해양수산부 내부자료. 2016.

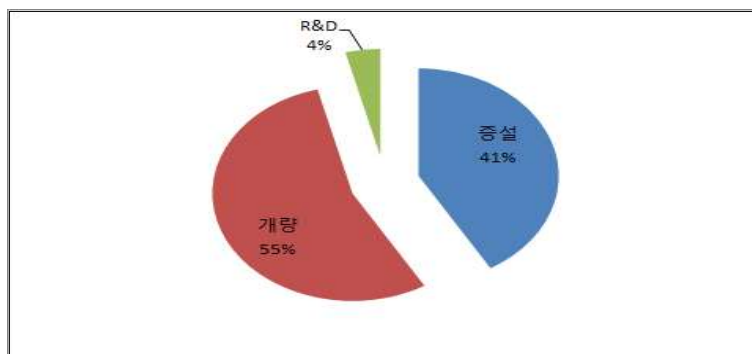
주 : 항행원조용 항로표지 1기당 해안선길이(8,079해리, '14. 조사원)÷3,302기(항행원조용) = 2.45 (해리/기)

우리나라의 경우 해안선 길이당 항로표지시설은 2004년 3.63마일, 2009년 3.06마일, 2015년 2.58마일, 2016년 2.45마일로 증가하여 왔다. 우리나라의 경우 항로표지시설은 해마다 꾸준한 투자로 설치 기수가 증가하여 왔으나, 독일 0.7마일, 프랑스 1.0마일, 미국 2.0마일, 일본 2.5마일 등에서 보듯이 외국의 항로표지 1기당 해안선길이 지표와 비교하면 여전히 미흡한 면이 있다.

항로표지 예산은 '01년부터 지속적으로 증가하여 왔으며 연도별 증감은 있으나 지난 15년간 연평균 560억 원 내외로 편성되어 왔다. 지난 '13~'14년의 경우 예산이 증가한 것은 e-Loran⁷⁾ 사업예산을 별도로 확보하였기 때문이다. 사업예산은 크게 항로표지 증설, 개량 및 연구개발(Research & Development, R&D)로 구분되며 대부분 개량 및 증설에 투자되고 있다.

항로표지 예산 중 증설보다 개량이 많은 것은 항로표지시설이 거친 해양 환경에서 손상이 가는 경우가 적지 않고 오래된 노후 시설들 역시 적지 않아 지속적인 투자를 통해 이들 시설에 대한 유지보수, 수선, 정비 등이 이루어져야 하기 때문이다. 항로표지 예산은 크게 교통시설특별회계(교특회계), 일반회계, 책임운영기관특별회계 및 연구개발 등으로 구분되며 대부분의 예산이 교특회계로 편성되어 있다. 2014년도의 경우 전체 예산 중 91.6%가 교특회계이며, '15년도에도 교특회계가 91%를 차지하고 있다.

〈그림 2-2〉 항로표지 예산 배분



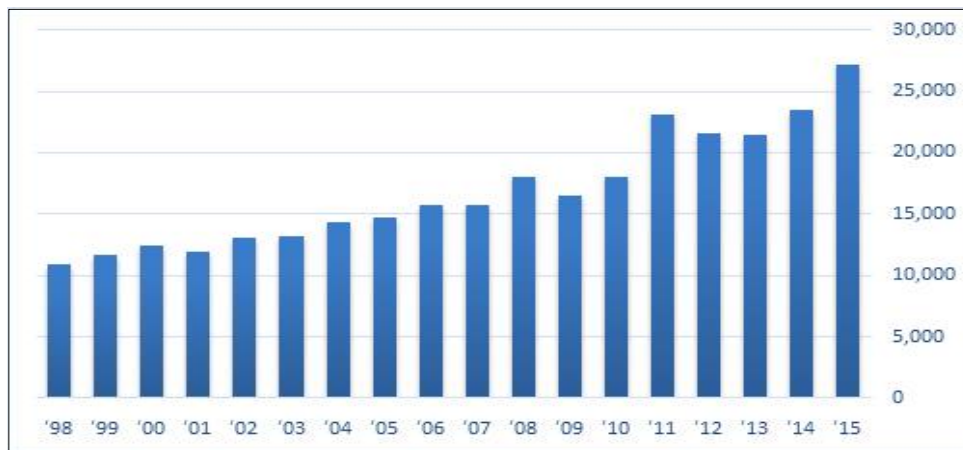
7) 전파의 직진성을 이용하여 선박이나 항공기의 위치를 확인하는 방법으로 Long range navigation의 약어

항로표지 예산을 살펴보면 표지선 건조 및 수리, 첨단항법시스템, 위성항법정보 시스템 같은 몇 가지 눈에 띄는 항목을 발견할 수 있다. 이 중 해양수산부가 운영하는 표지선은 19척으로 모두 지방청에 배속되어 운영되고 있으며 주로 항로 표지시설의 설치, 보수, 관리 등에 투입되고 있다.

한편 무역항에 입출항하는 선박은 항로표지이용료를 지불하여야 한다. 항로 표지법 및 항만법에 근거하여 징수하는 항로표지이용료는 1회 입항 또는 출항 시 선박 입출항료에 포함하여 징수하며 톤당 선박 입출항료 133원 중 24원을 징수한다. 지난 1998년부터 2015년까지의 항로표지이용료를 항만별로 취합하여 살펴보면 부산항이 전체의 34.6%로 제일 많고, 울산 16%, 여수 13.5%, 인천 13%가 그 뒤를 잇고 있다. 이는 항로표지이용료가 선박입출항 척수 및 톤수와 비례 관계가 있음을 의미하는 것으로, 이들 상위 항만이 입출항 척수뿐 아니라 대형선이 많이 입출항하고 있음을 짐작할 수 있다. 앞서 설명한 것처럼 이들 항만은 컨테이너선을 포함하여 대형 유조선, 광탄선 등 대형선박이 다른 항만에 비해 상대적으로 많이 드나드는 항만이기 때문이다.

〈그림 2-3〉 항로표지이용료 연도별 추이

(단위: 백만원)



제2절 항로표지 투자 환경 변화 및 확대 필요성

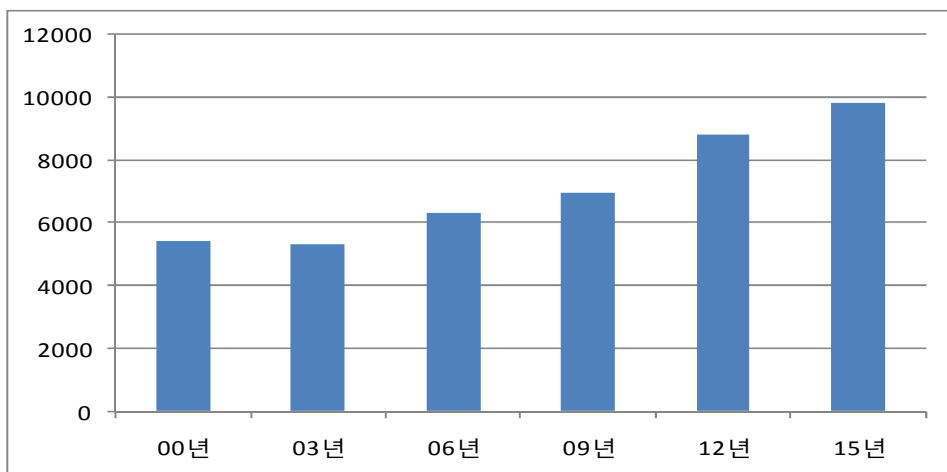
1. 해양안전에 대한 국민적 관심 증가

최근 연이은 해양사고로 인해 해양안전 개선에 대한 국민적 요구와 관심이 크게 증가하고 있다. 세월호(2014.4), 오룡호(2014.12), 돌고래호(2015.9) 등 잇단 사고는 해양안전에 대한 경각심 제고와 더불어 대책마련에 대한 국민적 공감을 불러 일으켰다. 이들 사고로 인해 국민안전처 신설, 해사안전감독관 제도 개선, 연안여객선 선령제한 등 안전대책이 추진되었다. 또한 원양어선 안전관리체계 개선, 다중이용선박 안전관리 강화, 국제여객선 안전점검 확대 등을 통해 해양 사고 예방을 추진하고 있다.

최근의 해양사고는 선박의 대형화, 고속화 등과 맞물려 사고 발생 시 그 피해규모가 과거에 비해 커지고 있는 특징을 보여주고 있다. 특히 선박의 대형화가 두드러지는데, 2000년의 입출항 척당 선박 크기는 54백 톤에서 2015년 98백 톤으로 평균 척당 선박 크기가 약 1.8배 증가하였다.

〈그림 2-4〉 우리나라 입출항 선박의 평균 척당 톤수 변화 추이

(단위: 총톤수(GT))



2. 해양문화 공간으로의 항로표지 역할 증대

해양문화는 바다와 해안, 섬, 항만이라는 공간에서 일반 국민이 일상적으로 체험하고 즐길 수 있는 것을 의미한다. 최근 해양에서 다채로운 해양레저 및 해양관광을 하는 이용자가 증가함에 따라 등대와 같은 항로표지 시설이 해양문화 공간으로 새롭게 변신하고 있다.

일반국민이 여객선을 이용한 이용실적도 2010년 1,431만 명에서 2015년 1,538만 명으로 7% 증가하여 연안도서지역 등을 방문, 여행하는 이용자가 계속 증가하고 있음을 알 수 있다.

〈표 2-7〉 여객수송실적

(단위: 천명)

연도	합계	일반항로	보조항로
2010년	14,308	13,941	367
2011년	14,266	13,891	375
2012년	14,537	14,190	367
2013년	16,062	15,653	409
2014년	14,271	13,870	401
2015년	15,381	14,971	410
증가율(%)	7.0	6.9	10.5

자료 : 2016 연안해운통계연보, 해운조합, p.61

또한 대부분의 등대 시설이 도서지역이나 해안 등 자연경관이 수려한 곳에 입지하고 있기 때문에 해당 지역의 다른 관광상품과 연계한 해양관광에 대한 수요가 증가하고 있다. 실제로 등대해양문화공간 방문객 현황을 보면 2010년 188만 명에서 2014년 287만 명으로 52.4% 증가하였다. 이처럼, 어둠을 향해가는 선박의 길잡이 역할을 했던 등대 등의 해양교통시설이 이제는 일반 국민이 쉽게 접하고 즐길 수 있는 공간으로 이용되고 있다.

〈표 2-8〉 등대해양문화공간 방문객 현황

(단위: 명)

	합계	부산 영도	제주 우도	인천 팔미도	여수 오동도	마산 소매물도	동해 묵호	동해 속초	울산 간절곶
2010년	1,887,239	138,363	670,275	99,427	197,328	254,000	121,977	332,360	73,509
2011년	2,563,917	251,149	844,539	64,644	208,557	334,000	108,275	333,312	419,441
2012년	2,677,665	401,326	864,169	33,298	300,095	251,900	99,139	337,828	389,910
2013년	2,769,170	305,228	644,630	40,050	630,556	280,998	162,929	328,661	376,118
2014년	2,875,814	347,667	660,545	15,936	684,985	266,305	210,905	310,732	378,739
증가율 (%)	52.4	151.3	-1.5	-84.0	247.1	4.8	72.9	-6.5	415.2

자료 : 등대해양문화공간 방문객 현황. 해양수산부.2015.11.

주 : 부산 영도 해양박물관 방문객수는 박물관 집계자료 사용

해양레저 인구가 증가한 것은 ‘조정면허 취득인원’이 증가한 수치로도 알 수 있다. ’10년 1만 1,500명 취득한 인원이 ’15년도에는 1만 5천 59명으로 약 31% 증가했다.

〈표 2-9〉 조종면허 취득인원 현황

	합계	일반 1급	일반 2급	요트
2010년	11,500	3,933	6,814	753
2011년	13,413	4,243	7,707	1,463
2012년	14,233	4,884	8,108	1,241
2013년	13,973	4,587	7,984	1,402
2014년	13,422	4,020	8,409	993
2015년	15,059	4,951	9,303	805
증가율(%)	30.9	25.9	36.5	6.9

자료 : 2016 국민안전처 통계연보. 2016.p.418.

3. ICT 융복합 기반의 항로표지 서비스 확대

정보통신 기술의 발달과 이에 기반한 서비스는 해양안전분야에도 활발하게 적용이 되고 있는데, 대표적인 분야의 하나가 e-Navigation이라 할 수 있다.

IMO는 선박사고의 80% 이상이 인적요인에 의해 발생하고 있어 이러한 인적 요인에 의한 해양사고 저감 및 항행 위해요소를 통제, 관리하기 위해 기존 선박운항·관리체계에 정보통신기술(Information and Communications Technologies; ICT)을 융합한 ‘e-Navigation’ 도입을 2005년 12월에 제안하였다.

국제해사기구(IMO)와 해사안전 위원회(MSC)의 제85차 회의에서 승인된 e-Navigation 개발 및 이행 전략에서는 ‘e-Navigation’을 ‘해상에서 안전과 보안, 해양환경 보호와 서비스 향상을 위한 해양 정보의 조화로운 수집·통합·교환·표현 및 분석을 하는 전자적 수단’으로 정의하고 있다.⁸⁾

즉 e-Navigation은 항해와 관련된 연관시스템 간의 효율적인 해상활동을 지원하기 위한 시스템이라 할 수 있다.⁹⁾ 해양수산부에서 추진 중인 ‘IMO 차세대 해양안전종합관리체계 기술개발’ 연구는 금년부터 5년간 진행되는 연구개발(R&D) 과제로 해사안전분야 정책뿐 아니라 선박과 육상의 관련 업무처리에 이르기까지 광범위한 분야에 걸쳐 변화를 가져올 것으로 전망하고 있다. 아래의 표는 해양수산부가 추진하고자 하는 e-Navigation 사업의 핵심분야와 중요 연구 과제 및 이에 대한 설명과 관련 예산을 나타내고 있다. 동 사업은 연구개발 사업과 디지털 인프라 구축 사업으로 크게 구분될 수 있는데, 연구 개발은 다시 핵심기술개발 사업과 국제표준 선도기술 사업으로 나뉘어 진행될 예정이다.

e-Navigation 도입은 향후 항로표지 분야에서 다양한 영향을 미치게 될 것으로 예상되는데, 특히 개별 장비와 시설들 간의 정보 공유와 통합 및 활용을 위한 다양한 시도와 기술개발이 병행될 것으로 전망된다. 또한 해양교통시설은 미래에도 현재와 같은 역할을 계속하겠지만 ICT 융복합 기반의 선박 내 항행 장비와 첨단 항로표지 시설의 활용에 따라 새로운 수요에 맞춰 지속적인 투자가 이루어져야 한다.

⁸⁾ 한국해양수산개발원, 김수엽 외, ‘해양수산분야 e-Navigation 활용방안 연구’, 2015.12. p.1.

⁹⁾ 전계서. p.1.

〈표 2-10〉 e-Navigation 연구개발 및 디지털 인프라 구축의 주요과제

구분	연구과제	설 명	사업비
핵심 기술 개발	종합상황인식 및 대응기술개발	실시간 선박 위치정보 기반 항해위험도를 평가하고 긴급 상황 시 상황 대응을 지원하는 종합상황인식 기술개발 (성과물) 종합상황운영체계, 항해위험평가체계, 긴급상황전파 및 대응체계 등	200 억원
	SMART-Nav (한국형 e-Nav) 서비스 개발	연안 사고취약선박(어선, 연안 위험물 운반선, 여객선 등)의 선내상황을 감시하고 전자해도 기반 최적 안전항로를 제공하는 기술개발 (성과물) 사고취약선박 모니터링체계, 소형선 전자해도 플랫폼 등	147 억원
	IMO e-Nav 필수 서비스 개발	국제해사기구(IMO)에서 규정한 국제항해선박 대상 항만국의 해사 안전정보 서비스 제공 기술 개발 (성과물) IMO 서비스 제공 및 국가 간 정보연계 체계 등	53 억원
국제 표준	차세대 범용수로정보 표준(S-100) 개발	차세대 공통해사데이터 교환표준 개발과 이를 활용한 선내/선박-육상/선박-선박 데이터 교환 세부표준 및 기술개발 (성과물) 공통해사데이터 교환표준, 데이터 처리 및 연계/관리 체계	168 억원
선도 기술	해사 클라우드 (인터넷) 개발	선박(연안선-원양선)과 육상에서 원활한 정보공유를 지원하는 해사 인터넷 개념의 해사 클라우드 관련 국제 표준 및 핵심 기술 개발 (성과물) 해사인터넷 성능기준 및 표준, 다중 통신망 연계 체계 등	34 억원
개발	해상무선통신 (표준) 기술개발	디지털 해상무선통신(VDE, D-MF/HF) 및 초고속 해상통신(LTE) 표준 및 핵심 기술개발 (성과물) 통합 해상무선통신표준, 통신체계 핵심 운용 기술 등	67 억원
한국형 e-Nav 기반 구축	e-Nav 종합 운영센터	육상에서 연계 통합된 정보를 바탕으로 선박에 서비스를 제공하고 선박에서 송신한 정보를 처리하는 e-Nav 종합운영체계 구축 (구성체계) e-Nav 종합운영 시스템 및 지역운영시스템, 해양안전 통합 데이터 연계체계, 해사클라우드 운영체계, 네트워크 운영체계 등 * 종합 운영서버 및 데이터 베이스(1개소), e-Nav 종합운영센터(1개소), 지역운영센터(15개소) 구축	288 억원
	해상 초고속 이동통신 (LTE-M)	e-Nav 멀티미디어 서비스용 해상 초고속 이동통신(LTE-M) 네트워크 구축(국가재난망 연계) (구성체계) 송수신 장치기지국 장비, 해상무선 통합 운영국 장비 * 육상기지국 230개(안테나 690개, 신호변환장치 230개) 구축	255 억원
	디지털 해상무선통신 (VHF/MF/HF)	기존 국제규약에서 규정한 법정 통신체계의 디지털 전환을 위한 기반 체계 구축 (구성체계) 통합 송수신 장치, 기지국 장비 * 초단파대역(VHF) 36개소, 단파대역(HF) 4개소, 중파대역(MF) 2개소 기지국 구축	96 억원

자료 : 해양수산부, e-Nav 사업설명회 자료. 2016.08.

4. 국제사회 역할 강화

우리나라는 국제해사기구(IMO), 국제항로표지협회(International Association of Lighthouse Authorities; IALA) 등 해사안전 관련 국제기구에서의 위상과 역량을 지속적으로 강화하여 왔다. 특히 항로표지와 직접적인 관계가 있는 IALA에서의 위상과 역할 강화가 향후에 더욱 기대되고 있다. 이는 우리나라에서 2018년 IALA 컨퍼런스를 개최하게 되어 컨퍼런스 의장국 역할을 수행하게 될 뿐 아니라, 최근 국내 전문가가 IALA의 항로표지 교육기관(World Wide Academy, WWW) 이사로 선임(2015.12)되는 등 그 기반이 확대되고 있기 때문이다. 더불어 과거 원조를 받던 나라에서 이제는 원조를 하는 나라로 발돋움한 우리나라는 개발도상국에 대한 공적개발원조(Official Development Assistance, ODA)의 일환으로 항로표지 지원사업도 펼치고 있다.

공적개발원조는 선진국의 정부 또는 공공기관이 개도국의 경제 사회발전과 복지증진을 주목적으로 하여 개도국(또는 국제기구)에 공여하는 증여(grant) 및 양허성 차관(concessional loan)을 의미한다. 증여는 개발도상국에 지원하는 현금, 물자 및 서비스에 대해 상환조건 없이 제공하는 것으로, 무상원조라 한다. 양허성 차관은 원조를 받는 수원국이 현금이나 물자를 지원받은 공여국에 상환 의무를 지게 되는 것으로, 유상원조라 하며, 이자율, 상환기간, 거치기간 면에서 일반 융자보다 차입국에 유리한 조건으로 제공되고 있다.

ODA는 보통 아래와 같은 몇 가지 조건을 충족할 때 진행되고 있다.

- 중앙정부와 지방정부를 포함한 공공부문 또는 그 실시기관에 의해 개도국, 국제기구 또는 개발 NGO에 공여될 것
- 개도국의 경제개발 및 복지증진에 기여하는 것이 주목적일 것
- 차관일 경우 양허성 재원¹⁰⁾이어야 하며 증여율(Grant Element)이 25% 이상이어야 할 것
- 경제협력개발기구(Organization for Economic Cooperation and Development,

¹⁰⁾ 시중의 일반자금 융자와 비교하여 차입국에 유리한 조건에 의한 차관을 지칭한다. 개도국에 대한 직접차관 중 증여율이 25% 이상을 상회하는 양허성 차관을 공적개발원조(ODA) 차관이라고 부른다.

OECD)와 개발원조위원회(Development Assistance Committee, DAC) 수원국 리스트에 속해 있는 국가 및 동 국가를 주요 수혜대상으로 하는 국제기구를 대상으로 할 것

우리나라의 ODA 사업은 주로 외교통상부가 무상원조를, 기획재정부가 유상원조를 맡고 있다. 이중 외교통상부는 한국국제협력단(Korea International Cooperation Agency, KOICA)을 통해 정부 차원의 대외 무상협력사업을 주로 담당하도록 하고 있으며, 기획재정부는 주로 한국수출입은행에 대외경제협력기금(economic development cooperation fund, EDCF)을 설치하고 이를 통한 유상협력을 집행하고 있다. 해양수산부는 이러한 ODA 사업의 틀 안에서 필리핀, 캄보디아 등의 항로표지 개선을 위한 기본계획수립 및 전문가 교육 지원사업을 진행 및 계획하고 있다.

제3장 주요국의 항로표지 정책 및 우리나라 정책과제 우선순위

미국, 영국, 일본, 중국 등 주요 해운 국가들의 항로표지제도의 발달과정 및 조직구성과 임무 등을 포함하여 관리 운용제도를 살펴보고, 항로표지 정책, 기술 동향과 발전추세 및 문제점 등의 실태를 조사하고자 한다. 조사를 통하여 주변국 및 해운선진국들과 기술적, 제도적 장치를 비교하고 우리나라 여건에 따른 필요한 시스템을 구축하는 데 참고하여 개선할 점을 분석하고 보완하고자 한다.

제1절 국가별 항로표지 정책 검토

1. 미국

미국은 국토안보부 산하 해안경비대(United States Coast Guard, USCG)에서 항로표지를 관리하고, 12개소 해안경비대에서 해상교통관제시스템(Vessel Traffic Service, VTS)을 운영하고 있다.

1) 항로표지 정책 동향

미국은 e-Navigation Underway 컨퍼런스를 포함하여 다양한 학회와 국제회의 등을 개최하고 참석하여 항로표지의 전체 동향을 파악하고, 그 정보를 다른 나라와 공유하고 있다. 또한 항행안전, 국가안보를 위하여 e-Navigation과 관련된 전략을 채택(2012)하고 국제 기술 표준선점에 대한 많은 노력을 기울이고 있다.

또한 미국은 항해안전정보 개선 및 통합서비스와 관련된 체계를 개발하고

국제 e-Navigation 정책개발을 선도하기 위해 유럽이 주도하는 e-Navigation Underway International 컨퍼런스를 통하여 조화로운 발전을 이행하기 위하여 의견을 수렴하고 있다. 또한 자신들이 주도적으로 창설한 북미 e-Navigation Underway를 매년 개최하여 e-Navigation 정책에 관한 주도권을 확보하기 위해 노력하고 있다.

미국 해안경비대(USCG)는 e-Navigation을 지속적인 발전을 위한 핵심요소로서 항로표지 ‘NAV 2025 정책’의 eAtoN (항로표지 AIS)/eMSI(해양안전정보)를 제시하고 항로표지의 현대화, 운영방식 개선, 가상항로표지 도입을 위한 관련 법제도 개선 등을 추진하고 있다.

2) 항로표지 기술 동향

선박의 안전항해에 필요한 정보를 제공하기 위하여 미국은 해상안전 및 보안 정보 시스템(Maritime Safety and Security Information System, MSSIS)을 운영하고 있다.

IMO의 권고에 따라 300톤 이상의 국제항행선박에 대해서는 선박자동식별시스템(Automatic Identification System, AIS)을 설치하도록 하고 있다.¹¹⁾ 미국과 유럽의 해군은 안보 협력을 맺은 후, 선박자동식별시스템의 데이터를 저장하고 공유하고 있으며, 이를 이용하여 미국 해군에서는 해상안전 및 보안 정보시스템(MSSIS)을 개발하게 되었다. 이 정보 시스템은 AIS를 장착한 선박의 현재 상황을 파악하여 해상 안전 및 보안을 강화하고, 전 세계의 수로를 이동하는 선박의 항로를 추적하기 위해 사용되는 실시간 네트워크로 사용되고 있다.¹²⁾

¹¹⁾ 해양수산부, 2014년도 항로표지 중장기 개발 계획에 관한 조사 연구용역 용역보고서, 2014, pp.4-48.

¹²⁾ 해양수산부, 제2차 항로표지개발 기본계획, 2015.12. pp.2-43.

〈표 3-1〉 MISSIS에서 제공하는 해상 관련 데이터

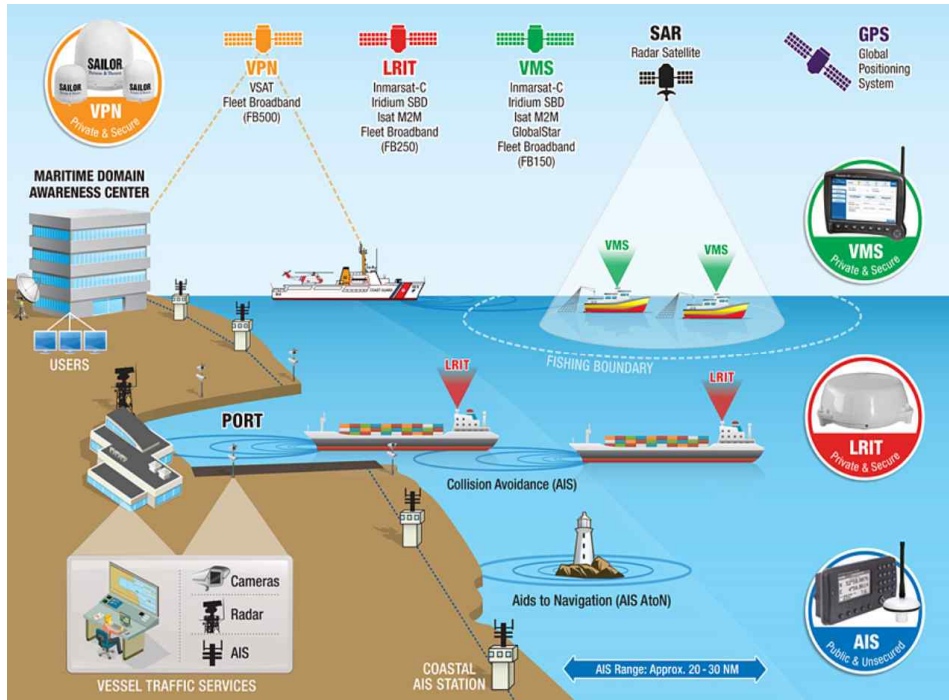
-
- 안전 통계 (데이터 기록 및 재생성을 통하여 총 파일 스냅)
 - 파일럿 탐색 (ETA, 가장 가까운 접근 지점, 추측 항법)
 - 운하 교통 관리 (파나마 운하, 세인트 로렌스 수로)
 - 선박 교통 관리 (VTS, 상황 표시 등)
 - 사고 조사 (데이터 기록 및 재생성)
 - 부표 위치
 - 기름 유출 모델링 표시
 - 항만 감시
 - 선박의 안전한 환승
 - 영해 모니터링
 - 보안 영역 : 동적, 정적, 사용자 정의
-

자료 : “Maritime Safety and Security Information System(MSSIS), A Solid Foundation for Maritime Awareness”, Maureen Walker, State Department Representative, National Space Based Positioning Navigation and Timing Coordination Office, 2008.05, 5 Slide.

MSSIS는 또한 해상 이슈와 경제적 분야와 관련된 도메인을 관리하고, 44개 국가와 함께 AIS에 대한 데이터를 공유하고 있다. 이 데이터는 5분 이내에 실시간으로 결합되어 단일서버로 제공되며, 사용자 인터페이스 소프트웨어를 통해 정보를 다운로드할 수 있는 시스템을 제공하고 있다.

미국 해군(Navy)은 연안 해역을 포함하여 해양의 안전과 보안확보의 필요성을 인식하여 정부와 함께 해상도메인인식(Maritime Domain Awareness, MDA) 시스템을 제안하였다. 해상도메인인식 시스템(MDA)은 각 경계자원 간의 유기적인 협조와 정보를 실시간으로 교환함으로써 신속한 대응이 가능한 특징을 가지고 있다. MDA는 해상 도메인이 영향을 끼칠 수 있는 환경, 경제, 안전, 보안과 관련된 해양 분야에 효과적이다.

〈그림 3-1〉 MDA 운용 개념도



자료 : POLE STAR, Maritime Domain Awareness,
<http://lrit.polestarglobal.com/maritime-domain-awareness>, 검색날짜: 2016년 9월 2일

2. 영국

영국의 항로표지총국(General Lighthouse Authorities, GLA)은 영국과 아일랜드를 3개의 지역으로 나누어 항로표지를 관리하고 있다.(The Corporation of Trinity House for England, Wales, the Channel Islands and Gibraltar, The Northern Lighthouse Board for Scotland and the Isle of Man, The Commissioners of Irish Lights for the whole of Ireland.) 잉글랜드, 웨일즈, 찬넬군도 및 지브롤터를 관리하는 트리니티 하우스(The Corporation of Trinity House)는 영국의 스코틀랜드 연안을 제외한 전 연안의 항로표지를 직접적으로 관리하고 있다.

1) 항로표지 정책 동향

영국은 항로표지서비스를 강화하기 위하여 e-Navigation에 관련된 서비스를 추진하는 등 목표 달성을 위한 ‘2025 and Beyond’ 중·장기 핵심전략을 2011년부터 진행하고 있다. 또한 ‘2020 the Vision(Maritime Aids to Navigation Strategy)’를 발표해 선박 통행량 증가, 해양오염 위험성 증대, IMO e-Navigation을 도입하는 등, 정책 환경 변화에 따라 국가적으로 대응 전략을 수립·시행하고 있다.

그리고 항로표지의 신기술을 개발하고 및 관련된 산업을 육성하는 등 항로표지 종합정책을 추진하기 위하여 광파표지 등 기존 인프라를 업그레이드하기 위한 계획을 세우고 있고, e-Navigation 추진 및 차세대 항로표지 AIS 등을 중점으로 구축하고 있다.

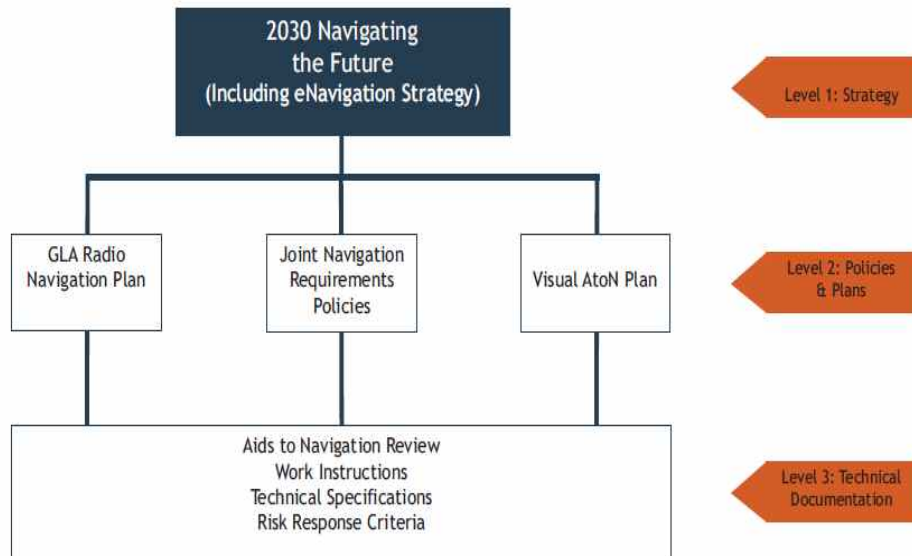
또한 항로표지총국(GLA)은 e-Navigation을 포함하여 ‘2030 Navigating the Future’ 계획을 수립하여 향후에 전략적 관점을 확정하여 기술적으로 지원하고 발전시키려는 방안을 세우고 있다. 전자 내비게이션 서비스의 개발 및 구현을 하여, 모든 선원에게 시각적인 요소를 포함한 Radio AtoN 정보와 다양한 데이터를 제공하기 위해 노력하고 있다.

〈표 3-2〉 2015년부터 2030년 까지 GLA의 해양 AtoN 전략

-
- 모든 선원들을 위하여 지속적으로 통합된 항로표지 제공
 - 항로표지 고장 및 선원 위험 시 신속하고 효과적인 대응
 - 국제표준, 권고 지침에 따른 항로표지의 관리
 - 항로표지와 조화를 이룬 국제표준, 권고, 지침 마련을 위해 사용자, 파트너 및 이해관계자와 협업
 - 내비게이션의 안전성 확보와 더불어 효율성 및 경제성 향상
 - 사용자 요구사항에 맞춘 새로운 서비스 및 인프라 개발
 - 새로운 항로표지 기술에 대한 연구 수행 등
-

자료 : 2030 Navigating the Future, The General Lighthouse Authorities, UK, 2016, p.6

〈그림 3-2〉 2030 Navigating the Future 전략



자료 : 2030 Navigating the Future, The General Lighthouse Authorities, UK, 2016, p.10.

주소-https://www.google.co.kr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0ahUKEWj_1JTJys_PAhUMPY8KHYYemDFEQFgg5MAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.trinityhouse.co.uk%2Fasset%2F1675%2Fdownload%3F1463124408&usg=AFQjCNGCy3bUqfHqPpEqsoc48HyHQv21Ug&bvm=bv.135258522,d.dGo&cad=rja

2) 항로표지 기술 동향

영국은 국제해사기구 해사안전위원회 IMO MSC(Maritime Safety Committee)의 e-Navigation 전략 이행 계획(Strategy Implementation Plan, SIP)에 따라 주된 기술 개발을 진행하고 계획하고 있다. 항로표지 서비스 내에서 아래 기술의 사용은 여러 가지 위험에 노출될 수 있다. 그중의 하나로 안전 시스템 및 정보 보호의 중요성을 고려하여 사이버 보안의 문제 또한 IMO와 함께 가이드 지침을 계획하고 논의하고 있다.

〈표 3-3〉 영국의 항로표지 기술개발 계획

- VDES를 포함한 네트워크 통신의 융합 및 사물 인터넷
- 인적 요소를 고려하여 사용자에게 정보를 제시하는 인터페이스
- ECDIS와 전자 차트
- 최신의 GNSS와 독립적인 온보드(Onboard) 시스템을 포함한 PNT
- 라이트(Light) 기술 개선
- 새로운 파워 시스템
- 낮은 유지 보수 항로표지(AtoN) 기술
- 수집 및 환경 데이터의 분포
- 해안 모니터링 및 제어
- 해양 교통 관리
- 자율 원격 조종 선박
- 미래 증강 현실 브릿지(Bridge) 및 시현 장비
- 해양 클라우드(Cloud) 개념 개발

* 초단파 데이터 교환시스템(VHF Data Exchange System, VDES)

* 전자해도시스템(Electronic Chart Display & Information System, ECDIS)

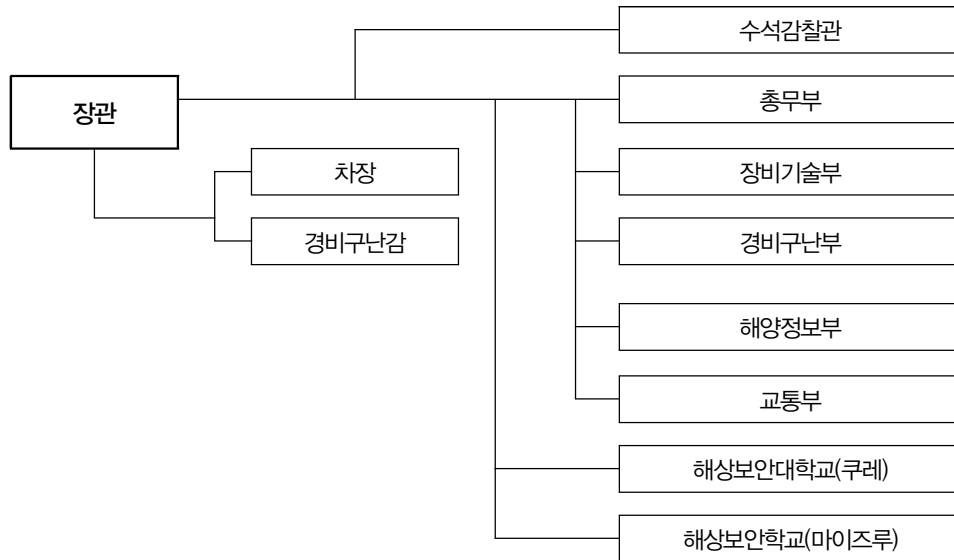
* 글로벌항법위성시스템(Global Navigation Satellite System, GNSS)

3. 일본

일본은 해상보안청(Japan Coast Guard, JCG)에서 항로표지업무를 담당하고 있다. 해상보안청은 일본의 해양경비, 구조구난 등을 담당하는 기관으로, 치안 유지, 해상 교통안전 확보, 해난구조, 해상방재 및 해양환경보전 등 해상 위험관리에 관한 임무를 수행하고 있다. 또한 전국 해상보안본부에서 해양레저 이용자들에게 해상안전정보를 실시간으로 제공하는 ‘연안영역정보제공시스템(Maritime Information and Communication System, MICS)’을 통하여 해상에서의 안전강화를 목표로 선박교통 안전을 위해 필요한 정보를 이용자가 사용하기 쉽게 분류하여 인터넷 등으로 제공하고 있다.

일본 해상보안청은 장비기술부, 경비구난부, 해양정보부 등으로 구성되어 있는데 그중 교통부가 항로표지를 관리하고 있으며, 항로표지 업무 이외에도 연안해역을 항행하는 선박이나 조업어선, 플레저보트 등의 해양 레저 안전을 도모하기 위하여 전국 각지에 126개소의 등대를 두고 있다.¹³⁾

〈그림 3-3〉 일본 해상보안청 조직도



자료 : 2014년도 항로표지 중·장기 개발 계획에 관한 조사 연구용역 용역보고서, 해양수산부, 2014, 제2권 pp.4-101.

1) 항로표지 정책 동향

일본은 조류신호시스템 고도화, 스파부이(Spar buoy)¹⁴⁾ 확대 설치, 가상항로표지서비스 구축, 항로표지 관리 및 운영방식 개선 등을 중점적으로 추진하고 있다. 세부적으로 보면 항로표지 최적배치 검토, 항로표지 기상정보시스템 정비, 재난 대비 항로표지 내진화 및 자립 전원화 등에 관하여 개선할 계획을 가지고 있다.

그리고 대규모의 지진과 쓰나미에 대비한 안전 해상 운송로를 확보하기 위하여 항로표지 사업을 강화하고, 동일본대지진으로 무너진 항로 표지의 복원 사업을 진행 중이다. 해양 교통 환경을 고려한 정보 시스템 개발과 함께 항로 표지의 최적 설계를 위하여 작업 중이기도 하다.

¹³⁾ 2014년도 항로표지 중·장기 개발 계획에 관한 조사 연구용역 용역보고서, 해양수산부, 2014, pp.4-101.

¹⁴⁾ 쇠기둥 형태로 된 구조물로서 부력과 무게중심이 대폭 보강돼 기울어짐이 없고, 몸통이 수중에 설치된 대형 철근 콘크리트블록과 연결된 채 세워져 항상 고정된 위치에서 항로 폭과 경계를 정확히 표시할 수 있는 장비

또한 앞서 말한 다른 나라들과 함께 항로표지 기술의 국제 표준화 방향을 토론하기 위한 국제 워크숍을 개최하고, 국제 심포지엄과 학술대회를 통하여 국제기술 트렌드와 규정 개발을 발전시키기 위해 노력하고 있다.¹⁵⁾

2) 항로표지 기술 동향

일본의 광역 해상교통관제 시스템의 운영주체는 해상보안청 안전과에서 관리하고 있는데, 일본의 연안에는 총 7개소의 VTS 및 9개의 선박통항신호소를 운영하고 있다. 그리고 VTS의 고도화 관점에서 다각도의 항해안전시스템(Electronic Navigation Supporting System, ENSS)을 개발하고, 해상인명안전협약(International Convention for the Safety of Life at Sea, SOLAS) 대상 선박들이 갖추어야 할 기능적 요건과 서비스에 대하여 IMO 및 IALA e-Navigation 전략개발을 위한 입력 자료로 제공하고 있다.

해상보안청에서는 ‘연안영역정보제공시스템(MICS)’을 전국에 있는 해상보안본부에서 운영 및 사용하여 해양레저 이용자들에게 바다의 안전에 관한 정보를 실시간으로 전달하고 있다.

〈그림 3-4〉 연안영역정보제공시스템(MICS) 서비스



자료 : Japan Coast Guard 팸플릿, Japan Coast Guard, 2015.03 p.22.

¹⁵⁾ Japan Coast Guard 팸플릿, Japan Coast Guard, 2015.03 p.24

MICS 시스템은 해상에서의 안전 강화를 목표로, 선박 교통의 안전을 위하여 필요한 정보를 사용하기 쉽게 분류하고 있다. 다른 서비스로는 전자 메일을 활용하여 사전 등록된 메일 주소로 해상보안청이 발표하는 실시간 긴급정보 등을 전송할 수 있다.¹⁶⁾

또한 일본은 스마트폰을 대상으로 정보통신기술 (Information and Communications Technologies, ICT)을 활용하여 연안 소형선박에 안전정보를 제공하는 시스템 고도화를 추진하고 있다. 해당 서비스에서는 항로표지정보, 국지 기상정보(풍속, 파고 등), 해상공사 현황, 해상라이브영상 등 각종 안전정보를 웹사이트와 이메일 그리고 스마트폰을 통해 실시간으로 제공하고 있다.

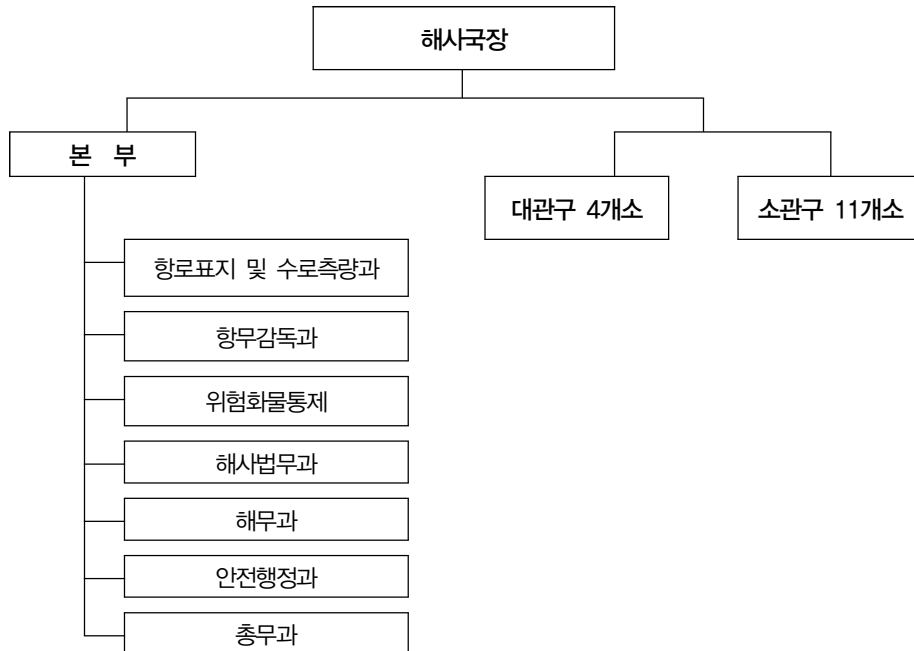
그리고 항로표지 발광 다이오드(light emitting diode, LED) 등화 가시광선통신을 이용한 항로표지정보 및 해양안전정보 제공 기술 등 차세대 신기술을 개발하고 있다. 세부적으로 신기술 개발로 선박교통량과 항로표지 배치 상관관계 빅데이터(Big Data) 분석 및 처리시스템, 항로표지 부식 및 열화 스마트 진단기술, 절약형 고휘도 광원 등을 들 수 있다.

4. 중국

중국은 교통부, 해군 및 농업부 등 다부서 관리체제로 항로표지를 관리한다. 해안선 상업항 내부 수역의 경우 교통부, 군항의 항로표지는 해군, 어장 및 어항의 항로표지는 농업부가 관리하고 있다. 항로표지 관리 체계는 중국 교통부 산하 해사국이 천진, 상해, 광둥, 해남에 각각의 해역을 관리 및 유지하는 지방 해사국을 두고 있으며, 각 해사국은 해당해역의 항로표지처를 하부에 두고 있다. 또한 해상교통 안전을 보장하기 위하여, ‘연해 항로표지 관리법’에 따라 항로표지의 분배, 설치, 유지 등 업무를 수행하고, 전국의 연해 항로표지를 계획하고 책임지고 있다.

¹⁶⁾ 2014년도 항로표지 증장기 개발 계획에 관한 조사 연구용역 용역보고서, 해양수산부, 2014, pp.4-105.

〈그림 3-5〉 중국 해사국 조직도



자료 : 2014년도 항로표지 중장기 개발 계획에 관한 조사 연구용역, 해양수산부, 2014, 2권 pp.4-109.

1) 항로표지 정책 동향

중국은 해상안전 강화를 목적으로 한 공조체제 구축을 위해, 한국, 미국, 일본, 러시아, 캐나다와 북태평양 6개국 해상치안기관 협의체를 구성하였고, 최근에는 국제해사기구, 국제항로표지협회, 극동전파표지협의회 등의 회의를 통하여 항로표지와 관련된 국제 업무 및 국제조직의 활동에 보다 적극적으로 참여하여 대응하고 있다.

항로표지 관리 및 강화, 항로표지의 작업 관리, 선박 항행안전 보장과 항로표지관련업무 시행을 위해 현지 상황에 따라 항로표지 관계법령을 제정하여 시행하고 있으며 관련 법률 및 세칙은 다음과 같다.

〈표 3-4〉 중국의 항로표지 관계법령 및 행정세칙

항로표지 관계법령 및 행정세칙	시행날짜
중화인민공화국 항로관리 조례 실시 세칙	1987
중화인민공화국 항로표지 세칙	1995.12.3
해역 항로표지 동태통보 관리법	1995.12.3
내수항로표지 관리법	1996.8.1
해역 항로표지 설치 관리법	1996.12.25
연해항로표지 관리법	2003.9.1
해상 보조항행 응급반응 관리법	2008.1.8

자료 : 2014년도 항로표지 중장기 개발 계획에 관한 조사 연구용역, 해양수산부, 2014, 2권 pp.4-111.

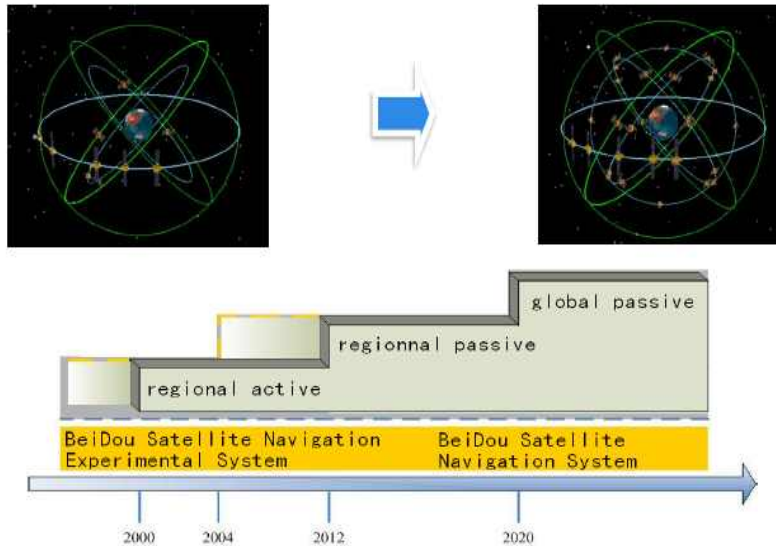
2) 항로표지 기술 동향

중국에서는 해사안전국(Maritime Safety Agency, MSA)이 2014년부터 e-Navigation 이행과 발전을 위하여 ENIC(e-Navigation in China) 프로젝트와 더불어 종합해사안전시스템을 개발하고 있다. 해당 프로젝트에서는 정밀 측위 베이두(Beidou) 위치측정시스템, Navtex 항해정보 개선 및 전송속도 향상, 브로드밴드 VHF 데이터 통신, 사용자 편리성을 증진시킨 항해정보 브로드밴드 MF/HF 데이터 통신 등을 다루고 있다.

그중에서도 BDS(BeiDou Navigation Satellite System)를 국가 핵심 기술 프로젝트로 수행하고 있으며, 글로벌 사용자에게 지속적이고 안정적인 서비스를 제공하기 위한 세계 최고 수준의 내비게이션 위성 시스템 구축을 목표로 하고 있다. 주된 특징으로, 공간 구간은 궤도에서 세 가지 종류의 위성들로 구성된 하이브리드 형태이고, BDS는 높은 궤도에서 작동하며, 낮은 위도에서 성능을 관찰할 수 있다. 또한, 여러 주파수 탐색 신호를 제공하고, 결합된 다중 주파수를 이용하여 서비스의 정확도를 향상시켜 빠른 위치, 정확한 타이밍 및 위치보고 등을 신속하게 제공할 수 있다.¹⁷⁾

¹⁷⁾ China's BeiDou Navigation Satellite System, The State Council Information Office of the People's Republic of China, 2016.06, Foreign Languages Press, p.6

〈그림 3-6〉 BeiDou 위성 내비게이션 시스템 개발(BDS, COMPASS)



자료 : Research and Development for e-Navigation, 8th ASEF Conference, China Shipbuilding Industry Corporation, 2014.11.

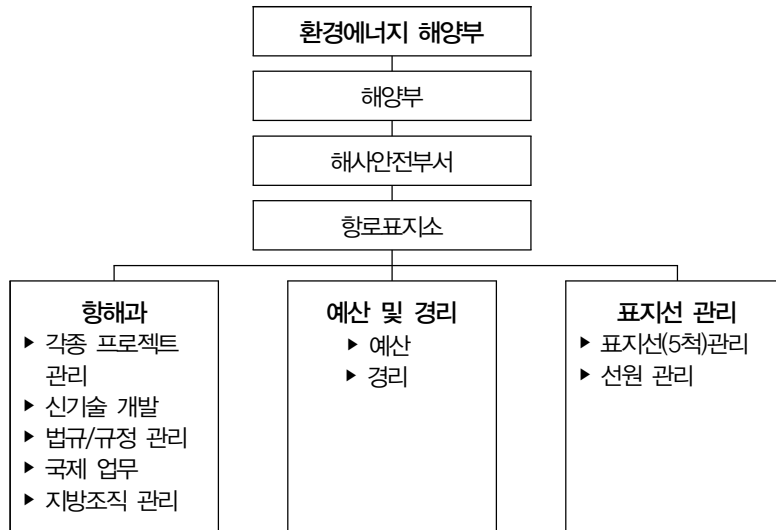
주소-<http://www.asef2015.com/asef2007/PDF/2.%20E-Navigation%20by%20Mr.%20Meng%20Fanbin.pdf>

5. 프랑스

프랑스는 인프라교통·주거·관광 및 해양부(Ministry for Infrastructure, Transport, Housing, Tourism and the Sea) 산하의 해양국(Department of Maritime Affairs) 해양안전소과(Sub-Directorate of Maritime Safety)의 등대 및 등표부(Bureau of Lighthouse and Beacons)에서 항로표지를 관리하고 있다.

총 35개의 지역 서비스센터를 두고 있고, 이 중 일부는 항로표지 장비 관리 기능을 지니고 있으며, 지역마다 서비스 수준은 조금씩 다르다.

〈그림 3-7〉 프랑스 해양부 조직도



자료 : Department of Maritime Affairs and Seafarers, 팸플릿.

주소-http://www.google.co.uk/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0ahUKEwiD9-bH5srPAhVCVZQKHdANA0QQFgg4MAQ&url=http%3A%2F%2Fflokicg.gc.ca%2Fautomated_search%2FFrance%2FCROSS%2Fpamphlet.pdf&usq=AFQjCNExVjgTO7WwlL2BippVS-UhCToz7g&bvm=bv.135258522,d.dGo, 검색일-16년 9월 7일

1) 항로표지 정책 동향

프랑스의 해상교통관리체제는 교통부가 직접 운영하는 5곳의 MRCC(Maritime Rescue Co-ordination Centre, 교통관리 업무 수행)에서 연안 VTS를 운영하며 해상 교통관리, 항행안전 정보 방송, 수색구조, 어업상황 감시 및 해양오염 감시업무 등의 업무를 수행하는 구조이다. 그중에서 3곳(Cape Grinez, Jobourt, Quessant)은 해상교통관리를 수행하고, 나머지 2곳의 MRCC 항만 VTS는 당해 항만운영당국이 담당하고 있다. 향후 육지로부터 20마일까지의 전 해안을 레이더로 감시하고 교통부와 해군 등과 같은 기관들의 독자적인 데이터를 통합한 네트워크 체제를 운영할 계획을 가지고 있다.¹⁸⁾

¹⁸⁾ 해양수산부, 2014년도 항로표지 증장기 개발 계획에 관한 조사 연구용역 용역보고서, 2014, pp.4-91.

프랑스 선원부(French Directorate of Maritime Affairs and Seamen)는 항해, 요트, 낚시, 양식장 등과 관련한 전문적인 교육 인증서 관련 규정을 개발하여 교육센터를 운영하고 있다. 또한 유인등대의 무인화 및 운영을 통하여 등대를 관리하고 있으며, 프랑스에 있는 등대 중 일부는 해양 문화공간 등 다목적으로 활용하여 관광지로서의 역할로 변화하고 있다.

2) 항로표지 기술 동향

항로표지 관련 연구는 CEREMA(Centre for studies and expertise on risk, the environment, mobility and development) 연구센터에서 리스크, 환경, 이동성 및 개발을 담당하고 있다. 또한 동 센터는 항만과 해안 및 내륙수로 관련 수리공학에 관하여 연구 개발을 하는 항로표지와 관련된 정보, 데이터 및 소프트웨어를 전파하기 위해 노력하고 있다.

동 센터는 항로보조 시스템으로부터 수집된 데이터 처리를 위한 국제 위치 정보 시스템¹⁹⁾에 관하여 지속적으로 연구를 수행하고 있으며, 고정식 등대 및 등표의 기능을 개선할 뿐 아니라 부표정비원 및 작업선의 수선 및 점검 등의 업무도 수행하고 있다.

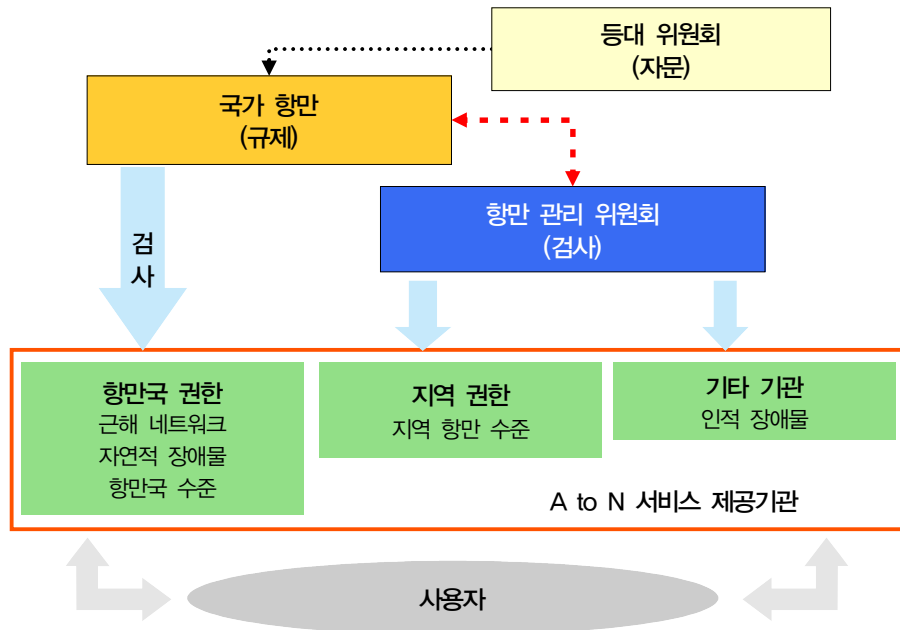
6. 스페인

스페인의 경우 항로표지와 항만관련 업무는 국가해양항만청(Puertos del Estado, 이하 PdE라고 한다)이 담당하고, e-Navigation과 관련된 업무의 경우 PdE와 Instituto Hidrografico가 협업하여 담당하고 있다.²⁰⁾

¹⁹⁾ 위성항법보정시스템(DGPS) 관련 연구를 지속 수행

²⁰⁾ 해양수산부, 2014년도 항로표지 증장기 개발 계획에 관한 조사 연구용역 용역보고서, 2014, pp.4-69.

〈그림 3-8〉 스페인 항로표지 관련 조직 구조도



자료 : 18th IALA International Conference Exhibition and General Assembly, Puertos del Estado, 2014, 주소-http://www.puertos.es/en-us/aton/Documents/aton-eng_1.pdf, 검색일-2016.9.16

항로표지 관리 기관은 항해 탐색의 안전을 향상시킬 수 있는 혁신을 목표로 하여 진흥부(Ministerio de Fomento)산하에 설치된 행정기관인 국가해양항만청을 중심으로 28개의 독립된 기관과 46개의 일반항만을 관리하고 있다. 이 중에서 28개의 독립된 기관은 자체적인 지원과 자원을 통하여 독립적으로 항로표지를 담당하고 관리하고 있다.

〈그림 3-9〉 항로표지 관리 기관 분포도



자료 : The Aids to Navigation (AtoN) Service in Spain, Puertos del Estado, 2014.05, 5번째 슬라이드,
주소-http://www.google.co.kr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwj8pMr8_87PAhWEKJQKHW6gA6wQFggqMAI&url=http%3A%2F%2Fwww.puertos.es%2Fes-es%2FBibliotecaV2%2Fjavier_martin_presentacion_definitiva_ingles_servicio_aton_en_espana_iala_mayo_2014.pps&usq=AFQjCNFKcDjDYU7OiZmyJOU13kOpXjVtJQ&bvm=bv.135258522,d.dGo

1) 항로표지 정책 동향

스페인 국가항만청(Puertos del Estado)은 항로표지에 관한 기술을 개발하고 이에 관한 기준 설정과 국제 표준화를 이루기 위해 국제항로표지협회(IALA)의 제도와 시스템 내에서 R&D 프로젝트를 진행하고 있다. 또한 유럽 EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service)와 갈릴레오 프로젝트를 통해 글로벌 내비게이션 위성 시스템 또는 GNSS 관련 유럽 해상 무선 항행 포럼 (GFRA)과 유럽위원회의 방송 발전 기금을 지원 받아 다양한 포럼에 참여하고 개최하고 있다.²¹⁾

21) 2014년도 항로표지 중장기 개발 계획에 관한 조사 연구용역 용역보고서, 해양수산부, 2014, pp.4-72.

스페인 항로표지 교육제도의 경우, 직원의 능력, 경험 지식 등에 따른 숙련도에 따라 레벨(1~6)로 구분하여 교육을 받으며, 업무 또한 레벨(1~6)로 구분하여 주어진다. 항로표지 서비스와 관련된 업무를 수행하는 모든 직원과 사설업체 및 아웃소싱 직원까지도 모두 국제항로표지협회(IALA)의 WWA(World Wide Academy) Training System을 따르고 있다.

2) 항로표지 기술 동향

스페인은 사용자들의 요구사항에 맞는 서비스를 위하여 항로표지에 관한 분석을 수행하고 있다. 품질 분석의 방법론을 보면 항로표지와 관련된 모든 사항에 대한 지속적인 개선을 목적으로 사용자의 인식을 제고하기 위해 조사를 실시하고 있다.

항로표지 서비스 품질을 측정하기 위하여 항로표지 서비스를 제공하는 업체의 경우 항만공사와 자치 커뮤니티를 구축하여 서비스 품질 지표를 관리하고 있다. 품질 지표는 기본 서비스가 제공되는 시간과 전체 시간 사이의 가용성 또는 관계를 고려하여 계산한다. 다른 경우, 계산 시간에 서비스나 신뢰성 MTBF(Mean time between Failures)를 발생 장치의 품질에 연결하고 연속성 서비스 시스템이 있는 경우 주어진 서비스를 유지하는 확률로 이해할 수 있다.²²⁾

〈그림 3-10〉 항로표지 서비스 품질 측정 계산

$$\begin{array}{c}
 \text{AVAILABILITY} \\
 A = \frac{MTBF}{T_{\text{service}}} = \frac{MTBF + MTTR}{T_{\text{total computable}}}
 \end{array}$$

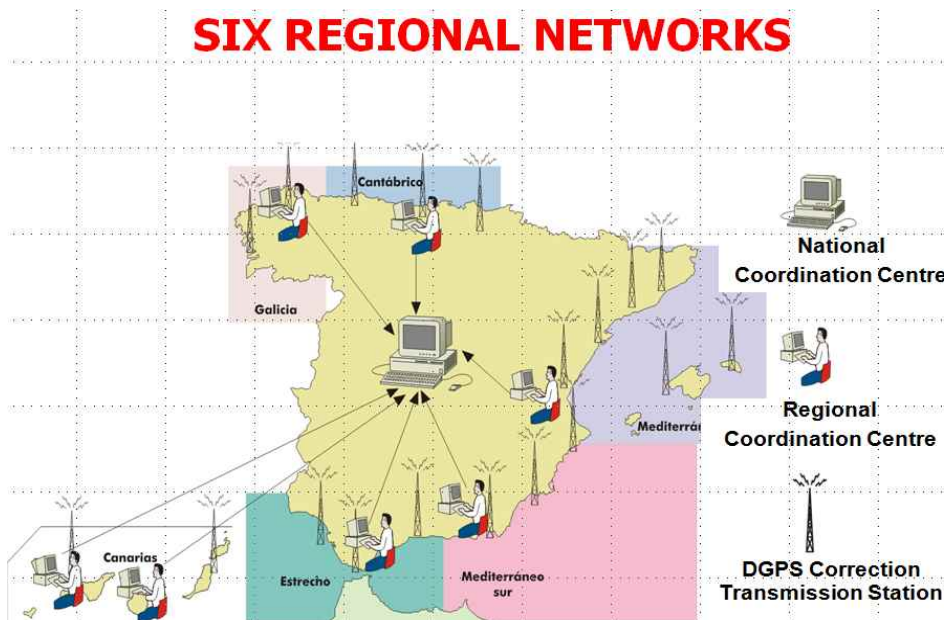
자료 : The Aids to Navigation (AtoN) Service in Spain, Puertos del Estado, 2014.05, 15번째 슬라이드, 주소-http://www.google.co.kr/url?sa=t&rc=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwj8pMr8_87PAhWEKJQKHW6gA6wQFggqMAI&url=http%3A%2F%2Fwww.puertos.es%2Fes-es%2FBibliotecaV2%2Fjavier_martin_presentacion_definitiva_ingles_servicio_aton_en_espana_iala_mayo_2014.pps&usq=AFQjCNFKcDjDYU70iZmyJOU13kOpXjVtJQ&bvm=bv.135258522,d.dGo

* MTBF = Mean time between Failures, MTTR = Mean Time to Repair

22) 2014년도 항로표지 증장기 개발 계획에 관한 조사 연구용역 용역보고서, 해양수산부, 2014, pp.4-74.

스페인의 상대측위방식(Differential GPS, DGPS)시스템²³⁾은 항만 간의 합의에 의해 지원되고, DGPS 네트워크는 지역별 담당 영역에 따라 구현되고 있다. 항만 당국이 해양 DGPS에 대한 책임기관으로서 전 국토의 대부분에 DGPS를 도입하였으며, 전송 스테이션의 네트워크를 이용하여 스페인 해안의 보정 정보를 DGPS로 전송한다.

〈그림 3-11〉 스페인 DGPS 네트워크의 지역별 담당 영역



자료 : The Aids to Navigation (AtoN) Service in Spain, Puertos del Estado, 2014.05, 31번째 슬라이드.
주소-http://www.google.co.kr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwj8pMr8_87PAhWEKJQKHW6gA6wQFggqMAI&url=http%3A%2F%2Fwww.puertos.es%2Fes-es%2FBibliotecaV2%2Fjavier_martin_presentacion_definitiva_ingles_servicio_aton_en_espana_jala_mayo_2014.pps&usg=AFQjCNFKcDjDYU7OiZmyJOU13kOpXjVtJQ&bvm=bv.135258522,d.dGo

²³⁾ DGPS(Differential GPS) : 일반적으로 인공위성으로부터 지상의 GPS 수신기로 송신되는 정보는 오차를 가지는데, 서로 가까운 거리에 위치한 두 수신기가 있을 경우, 두 수신기는 비슷한 오차를 가진다. DGPS는 두 수신기가 가지는 공통의 오차를 서로 상쇄시킴으로써 보다 정밀한 데이터를 얻는다.(광물자원용어사전, 2010.12 참고)

7. 국제항로표지협회(IALA)

1957년 국제항로표지협회(IALA)는 항로표지에 관한 기술을 개발하고 관련된 기준을 세우기 위하여 설립되었다. 또한 표준화를 이루기 위해 설립 이후 지금까지 항로표지의 설치 및 관리를 주관하는 기관들로 구성하여 비정부 간 국제기구로서 프랑스 파리에 본부를 두고 있다.²⁴⁾ 또한 국제해사기구(IMO)의 e-Navigation을 위하여 통신 인프라 구조 및 선박과 육상 시스템을 담당하는 항로표지에 관한 국제 위원회의 역할을 맡고 있다.

1) 항로표지 정책 동향

IALA의 정책 동향을 보면, 2026년까지 ‘Successful voyages, sustainable planet’을 모토(Motto)로 하여, e-Navigation과 VTS(Vessel Traffic Services)를 포함하는 항로표지 시스템과 서비스가 국제 협력과 표준을 통하여 조화를 이루는 것을 목표로 하고 있다. 또한 모든 연안 국가들이 능력배양과 전문 지식의 공유를 통하여 항해의 안전을 위한 지원 및 서비스를 제공함으로써, 효율적인 글로벌 네트워크에 기여하는 것을 또 다른 목표로 삼고 있다.

〈표 3-5〉 2014~2018년까지의 IALA 우선 개발 목표

- 재정 및 문서 내용, 승인 절차 및 접근성을 포함하여 IALA의 향후 필요사항을 충족하기 위한 기존 문서 구조 조정
- 다른 국제기구와 국가들에 개발 방향 제시
- 운영 제한에 의해 영향을 받는 항해 해역에서의 항로표지 지침 개발
- 기술 개발을 고려하여 VTS를 포함한 항로표지 시스템과 서비스의 향후 계획 수립
- 조화로운 결과와 테스트 베드의 제공을 통한 e-Navigation 서비스의 데모 버전 홍보
- VTS의 새로운 기술과 정보관리 등에 관한 지침 개발
- 항로표지에 관한 정보 공유 및 기술 이전

2026년까지의 모토에 관하여 2014년부터 2018년까지의 우선 개발 목표를 설정해 두고 있다. 본 개발 내용을 들여다보면 항로표지 지침 개발, VTS 관한 항로표지 시스템과 서비스 계획수립 및 지침개발 등을 다루고 설명하고 있다.

24) 선박항해용어사전 <<http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=382624&cid=50328&categoryId=50328>>(2016.06.03.)

2) 항로표지 기술 동향

IALA는 2014-2026 전략 비전 개발에 맞추어 우선 2018년까지 e-Navigation 데이터 모델링과 위치, 통신, 해양 서비스 포트폴리오에 대한 지침 등을 개발하기 위해 집중하고 있다.

최근 IALA의 ENAV 18차 회의 및 19차 회의에서는 해사고유식별자에 대한 논의를 지속하고, NAVGUIDE 4장에 대한 개정 작업을 위한 개정필요사항 논의, e-Loran과 관련된 지침초안(ENAV18-14.2.6)과 권고서(ENAV18-14.2.13)에 대한 검토 등에 관하여 다루고 협의하였다. 제19차 회의에서는 작업반을 조화(Harmonization), 이행(Implementation), 통신(Telecommunication), e-Nav 서비스(Service), 측위(PNT) 총 5개로 나누어 그룹별로 표준개발, 현황 협의, 지침개발에 대하여 논의하였다.

지난 2016년 4월 6일에서 7일까지 IALA 본부에서 개최된 정책자문위원회에서는 ENAV위원회와 관련하여 ‘해사자원에 대한 고유식별자 개발’과 ‘AtoN에 대한 전자해도 표현’에 관한 핵심 기술에 대해 지속적인 관심을 촉구하였다.

또한 IALA와 진행하고 있는 EfficienSea2 프로젝트를 통하여 e-Navigation 테스트베드 연계 및 표준화를 주도하기 위해 노력하고 있으며 VDES 통신 및 해사클라우드 관련해서도 참여하고 있다.

〈표 3-6〉 ENAV 위원회 작업계획 (2014~2018)

순 서	과 제 명
과제 1	Data modelling and message systems
과제 2	e-Navigation communications
과제 3	Shore technical infrastructure
과제 4	e-navigation test beds
과제 5	MSP(Maritime Service Portfolios)

자료 : ENAV 위원회 제19차 의제 문서 참조. 2016 the 19th IALA ENAV Committee

8. 우리나라

우리나라의 항로표지 정책은 해양수산부 항로표지과에서 정책의 개발, 수립 및 집행뿐 아니라 기술 개발 및 국제협력 등 항로표지 관련 제반 업무를 담당하고 있다. 본부에서 수립한 항로표지 정책들은 각 지방해양수산청과 협업을 통하여 세부적으로 집행이 이루어지고 있으며 지방청에서는 항로표지 시설의 유지와 관리 등 현장 업무도 함께 수행하고 있다.

〈표 3-7〉 해양수산부 항로표지과 주요업무

- 항로표지 개발에 관한 기본계획의 수립·조정·시행에 관한 사항
- 항로표지 기술업무 편람 및 종합정보지 발간 업무에 관한 사항
- 형상, 음파표지의 설치 운영에 관한 사항
- 전자항법(e-Nav)지원을 위한 해양교통시스템의 개발 및 구축 운영
- 위성항법보정시스템(DGNSS)의 설치 및 운영에 관한 사항

자료 : 해양수산부 내부업무 자료, 2015.

1) 항로표지 정책 동향

우리나라의 항로표지 정책은 기본적으로 ‘항로표지개발 기본계획’을 바탕으로 추진되고 있으며, 최근 크게 주목을 받는 것 중의 하나가 e-Navigation이라고 할 수 있다. 국제해사기구를 포함하여 많은 해양 국제기구들이 e-Navigation을 위한 표준과 관련 기술 및 정책 개발에 나서고 있으며, 국제적으로 e-Navigation 도입이 확정됨에 따라 우리나라도 이를 체계적으로 시행하기 위해 e-Navigation 관련 법령과 제도를 마련 중에 있다. 또한 우리나라의 해상교통환경을 고려하여, 유럽과 북미 등과 차별화되고 경쟁력 있는 e-Navigation 기술 도입 및 이행을 위한 계획을 수립하고 있다.

2015년에 해양수산부에서는 제2차 항로표지개발 기본계획을 수립하고 앞으로의 주요 정책 과제를 다음과 같이 제시하였다.²⁵⁾

25) 정책과제 및 세부 정책과제에 대한 상세한 내용은 설문조사 참조

〈표 3-8〉 해양수산부 항로표지 주요 정책

-
- 항로표지 인프라 구축
 - 항로표지 관리운영 효율 제고
 - 항로표지 기술개발 및 현대화
 - 국제항로표지 위상강화 및 남북협력
-

자료 : 해양수산부, 제2차 항로표지개발 기본계획, 2015.12, pp.1-9.

우리나라는 국제항로표지협회(IALA) 이사국으로서 해상교통과 관련된 항로표지의 표준화 마련 및 조화, 회원국들과의 기술협력을 통하여 환경보호 및 선박안전을 위한 정책과 지침서 등을 개발하고 마련하기 위해 협력하고 있다. 우리나라는 IALA의 기술위원회, 컨퍼런스, 심포지엄 등에 지속적으로 참여하여 한국의 입지를 다지고 항로표지와 관련된 기술 협력 및 논의를 진행해오고 있다. 또한 2018년에 인천에서 열리는 제19차 IALA 컨퍼런스를 성공적으로 개최하기 위해 유관기관과의 협력을 강화하고 있다. 제19차 컨퍼런스는 항로표지 관련 세계 최대 국제행사의 하나로 해양안전과 항로표지 전략, 신기술 개발 등과 관련하여 발표하고 논의하는 자리로 국내외 전문가 약 600명 정도가 참석할 것으로 기대되고 있다.

2) 항로표지 기술 동향

우리나라는 국제해사기구의 e-Navigation 도입에 선제적인 대응과 해양안전 증진을 위하여 ‘한국형 e-Navigation(Smart-Nav)’사업을 추진하고 있다. 사업기간은 2016년부터 2020년까지 5년이며, 총 1,308억 원의 예산을 투입하여 핵심 기술을 개발하는 한편 관련 인프라 구축을 목표로 하고 있으며 주요 내용은 다음과 같다.

〈표 3-9〉 한국형 e-Nav사업 주요 내용

-
- 한국형 e-Navigation 서비스를 위한 핵심기술 개발
 - 소형선 및 어선 등 연안 선박에 대한 전자해도 기반의 항법지원 기술
 - 여객선, 위험물 운반선 등의 위험상황 모니터링 및 의사결정 지원 기술
 - e-Navigation 운영시스템 및 해사 디지털인프라 확충
 - e-Navigation 서비스 제공을 위한 데이터센터 및 e-Navigation 운영시스템 구축
 - 초고속 해상무선통신체계(LTE-M) 및 디지털 해상무선통신체계 구축
 - 국제표준 선도기술 개발
 - 항법장치표준모드(S-Mode), 해사데이터 교환 표준, 사이버보안 등
 - 기존 아날로그 방식의 해상통신체계(GMDSS)의 디지털화 기술
-

현재 국내 연구소, 대학, 산업체 등 43개의 기관이 참여하여 한국형 e-Nav (Smart-Nav) 사업단을 구성하였다. 또한 e-Navigation과 관련된 전문인력을 양성하고 관련 기술개발을 추진하고 있다. 주된 사업목표로는 IMO의 e-Navigation 도입에 선제적으로 대응함으로써 해양안전을 확보하고 관련기술에 대한 국제표준을 선도하는 것이다. 또한 해사 디지털 인프라를 확충하고, 한국형 e-Navigation 서비스 체계를 구축하여 국제표준기술을 선도하기 위해 단계적으로 시스템을 마련하고 있다.

국제항로표지협회(IALA)에서 국제해사기구(IMO)의 e-Navigation을 위한 선박 및 육상 시스템과 통신인프라의 구조를 담당하기 위해 7개의 워킹그룹(WG)을 구성하듯이 e-Nav 사업단도 크게 3가지의 핵심과제, 13개의 세부과제로 나누어 관리하고 기술 개발을 시행하고 있다.

또한 우리나라 해상 환경에 적합하고 새로운 시스템을 구축하여 VTS 정보, 항해지원, 해사안전정보와 관련된 서비스를 제공하기 위한 관련 기술 개발을 목표로 하고 있다.

〈표 3-10〉 한국형 SMART-Nav. 기술개발 및 추진전략

구분	과제명		세부과제
제1핵심 과제	한국형 e-Nav.서비스를 위한 핵심기술연구 개발	종합상황인식 및 대응기술 개발	사고취약선박 모니터링 지원 서비스 (S1)
		한국형 e-Nav 서비스 개발	선내시스템 원격모니터링 서비스(S2)
			최적안전항로 지원 서비스(S3)
			소형선박용 전자해도 서비스(S4)
		IMO e-Nav 필수 서비스 개발	도선/예선 지원 서비스(S5-1)
			해양안전정보 서비스(S5-2)
제2핵심 과제	e-Navigation 운영시스템 및 해사디지털인프라 확충		e-Nav 종합(지역) 운영시스템 구축
			초고속 해상무선통신(LTE-Maritime) 구축
			디지털 해상무선통신 체계 구축
제3핵심 과제	국제표준 선도기술 연구개발		해사데이터 교환 표준 개발(S-10X)
			해사 클라우드 개발
			해상무선통신(표준) 기술개발
			선박항해설비 표준화모드(S-Mode)

자료 : Smart-Nav. 홈페이지 참조(www.smartnav.org)

9. 국가별 항로표지 정책 비교 분석

비교 대상 국가들은 모두 항로표지 관련 국제기구와의 협력을 활발히 하고 있으며, 항로표지 관련 국제사회에서 영향력 확대와 선도를 위해 노력하고 있다. 국제항로표지협회(IALA), 국제해사기구(IMO), 국제수로기구(International Hydrographic Organization, IHO) 등 해사안전 및 항로표지 관련 국제기구들과 협력을 통하여 새로운 기준과 질서를 형성하는 데 주력하고 있다. 모든 국가들이 중점을 두고 있는 사항이 신기술 개발과 중장기 항로표지 계획이며, 중장기 계획을 통해 항로표지 정책을 수립하는 한편 신기술 개발을 위한 투자를 활발

하게 전개하고 있다.

또한 우리나라를 포함하여 대부분의 국가들이 항로표지를 담당하고 있는 공무원과 업·단체 및 이해관계자들의 업무역량을 강화하기 위하여 전문교육센터를 통한 맞춤 실무 교육을 실시하고 교육 프로그램을 운영 및 개발하기 위한 노력을 하는 모습을 볼 수 있다.

우리의 경우 항로표지 시장이 상대적으로 적기 때문에 빠르게 변화하는 국제동향과 추세를 면밀히 파악하여 대처할 필요가 있고, 개도국과의 협력을 강화하여 우리기술과 시스템의 해외 진출도 도모하여야 할 것으로 보인다.

〈표 3-11〉 국가별 항로표지 정책 및 기술 동향 비교

	정책 동향	기술 동향
미국	▶e-Navigation 전략 채택 ▶국제컨퍼런스를 통한 주도권 확보 ▶NAV 2025정책 ▶법 제도 개선	▶해상안전 및 보안 정보 시스템(MSSIS) 운영 ▶선박자동식별시스템 데이터 송수신 ▶해상 안전 및 보안 정보시스템 개발 ▶해상 도메인 인식(MDA) 제안
영국	▶2025 and Beyond 중장기 핵심전략 진행 ▶항로표지 종합정책과 계획 수립 ▶2030 Navigating the Future 계획 수립	▶해안 모니터링 및 제어 ▶해양 교통 관리 ▶미래 증강 현실 브릿지 및 시현장비 ▶해양 클라우드 개념 개발
일본	▶항로표지 관리 및 운영방식 개선 방안 추진 ▶항로표지 최적배치 검토, 항로표지 기상정보시스템 정비 ▶쓰나미 대비 해상 운송로 확보 ▶국제 워크샵 및 심포지엄 개최	▶항해안전시스템(ENSS) 개발 ▶연안영역정보제공시스템(MICS) 사용 ▶정보통신기술(ICT)활용 ▶차세대 신기술 개발
중국	▶해상치안기관 협의체 구성 ▶항로표지 관계법령 제정 및 시행 강화	▶ENIC 프로젝트 ▶BDS핵심기술프로젝트 ▶최고 수준 내비게이션 위성 시스템 구축

	정책 동향	기술 동향
프랑스	▶육안으로 20마일 해안까지 레이더 감시 시행 ▶독자적인 데이터를 통합한 네트워크 체제 운영 계획 ▶교육 인증서관련 규정 개발 및 교육센터 운영	▶항로표지 관련 정보, 데이터 및 소프트웨어 전파 ▶국제 위치정보 시스템 심의 참여 ▶등표기능 개선 및 점검
스페인	▶국제 표준화 및 항로표지 개발 R&D 프로젝트 진행 ▶갈릴레오 프로젝트와 포럼 참여 ▶항로표지 교육 실행	▶개선 목적을 위해 항로표지 분석으로 품질 구조 방법론 조사 실시 ▶DGPS 시스템
IALA	▶지역별 (유럽, 북미, 아태) e-Navigation Underway 컨퍼런스 개최 ▶e-Nav위원회를 통해 향후작업계획을 위한 워킹그룹 작업 업데이트 및 개발	▶항로표지의 설계, 설치 및 효과에 관한 가이드라인 작성 ▶e-Nav 데이터 모델링, 통신, 기술 인프라, 테스트베드의 기술 도메인 구성
한국	▶항로표지 인프라 구축 ▶항로표지 관리운영 효율 제고	▶한국형 e-Nav 서비스를 위한 핵심과제와 작업과정으로 분류 및 개발 진행 ▶e-Nav 운영시스템 및 해사 디지털인프라 확충 ▶국제표준 선도기술 개발

자료 : KMI 재정리.

우리나라와 비교할 때 우선 눈에 띄는 것은 항로표지 담당기관이라 할 수 있다. 외국의 경우 해안경비대가 업무를 담당하는 경우가 많은 것으로 판단되며 해안경비대가 아닌 경우에도 해사안전 업무를 총괄하는 기관을 운영하고 있다. 미국은 해안경비대, 스페인과 일본의 경우는 해양항만청과 해상보안청, 프랑스는 해양부 산하 등대 및 등부표국, 중국은 해사국이 항로표지 관련 업무를 담당하고 있다. 전문성을 확보하기 위한 전문 인력 양성 및 교육시스템은 대부분의 국가가 운영하고 있는 것으로 판단된다. 우리나라의 경우도 지난 '11년부터

터 운영하던 전문교육센터를 금년 1월에 확장, 이전하여 교육프로그램과 환경을 개선하였다.

〈표 3-12〉 주요 해운선진국의 항로표지 현황

구분	미국	영국	일본	중국	캐나다	스페인	한국
담당기관	USCG	TH, NLB	JCG	MSA	CCG	PdE	MOF
항로표지수(기)	49,000	930	5,330	6,442	17,300	3,800	3,199
해안선(NM)	32,356	6,711	16,064	7,829	109,114	2,680	8,079
NM/항로표지	0.66	7.22	3.01	1.22	6.31	0.71	2.52
담당직원수(명)	3,164	600	570	-	800	130	435
예산(FY 14)	7,948억원	708억원	386억원	-	947억원	164억원	559억원 (‘15)

자료 : 2014년도 항로표지 중장기 개발 계획에 관한 조사 연구용역, 해양수산부, 2014, 2권 pp.4-67.

주 : 우리나라 자료는 해수부 업무보고 자료에서 발췌함

다른 측면에서 미국과 스페인은 해안선 대비 설치된 항로표지 수가 많고, 영국, 캐나다, 일본, 우리나라는 해안선 기준으로 볼 때 추가적인 투자가 필요하다고 판단된다. 그러나 영국의 경우 마일당 항로표지의 수는 적으나 담당하는 직원들이 많으며 많은 예산으로 투자하고 있다. 위의 표에서 보는 것처럼 각 국가별 항로 현황은 개별 국가의 항로표지 역사, 조직, 기능과 예산의 특성을 반영하고 있음을 알 수 있다.

제2절 항로표지 정책과제 우선순위 설정

1. 항로표지 정책 우선순위 설정방법

해양수산부는 2015년에 ‘2차 항로표지개발 기본계획’(‘15-’24)을 수립하였다. 본 계획을 통해 해양수산부는 해상교통의 안전성 제고를 위해서 ‘안전한 해양교통 인프라 구축’, ‘항로표지 관리운영 효율제고’, ‘항로표지 기술개발 및 현대화’, ‘국제항로표지 위상강화 및 남북협력’ 등의 주요 정책과제들을 제시하였다.

본 절에서는 이러한 정책과제들에 대하여 다기준의사결정의 도구인 계층화 분석법(AHP)을 이용하여 우선순위를 도출해 정책 집행의 효율성을 제고하고 정책의 일관성 유지에 기여하고자 한다.

설문은 해양수산부 등 정부 및 유관기관, 대학교 및 연구소 등 학계, 관련 산업계에 종사하는 전문가 30명을 대상으로 조사를 실시하였다. 설문 참여자의 절반 이상은 해운·항만(57%) 분야의 종사자들이고, 나머지 수산, 해양환경, 해양레저 등의 분야의 전문가들로 구성되어 있다. 설문참여자의 약 45%는 해당 분야에 20년 이상 종사한 전문가이고, 전체 응답자의 약 70% 이상은 10년 이상 경험을 가진 분야 전문가들이다.

설문은 항로표지개발 기본계획에 대한 인지도 조사, 항로표지개발 기본계획 정책과제의 우선순위에 대한 AHP 조사, 2차 항로표지개발 기본계획(‘15-’24) 시행에 따른 분야별 영향도 조사, 그리고 설문참여자의 경력 등을 묻는 일반조사 등 크게 4가지로 구성하였다.

2. 항로표지개발 기본계획 인지도 조사

1) 설문 구성

항로표지개발 기본계획에 대한 인지도 조사를 위해 4가지의 문항으로 구성하였다. 항로표지개발 기본계획의 인지 유무, 이해수준 정도, 기본계획의 주된 목표, 그리고 기본계획 내 주요 정책과제에 대한 인지여부에 대한 내용이 포함되어 있다.

〈그림 3-12〉 항로표지개발 기본계획 인지도 조사 설문문항

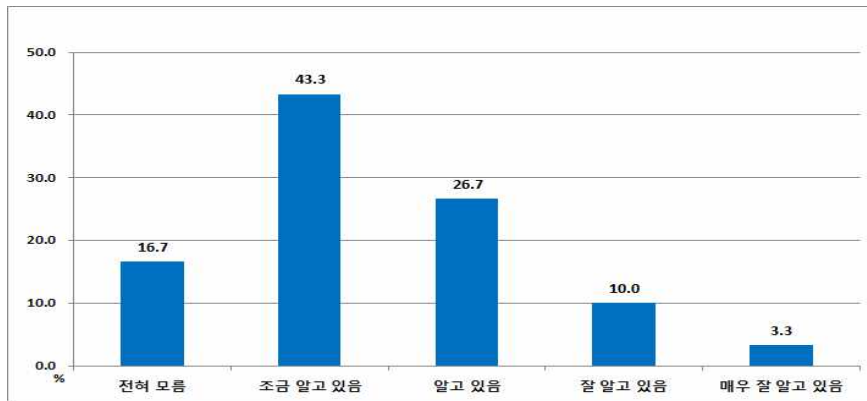
1. 항로표지개발 기본계획에 대한 인지도 조사					
1-1. 귀하는 항로표지개발 기본계획을 들어보신 적이 있으십니까?	①			②	
	예			아니오	
1-2. 귀하는 항로표지개발 기본계획에 대해 얼마나 잘 알고 있습니까?	①	②	③	④	⑤
	전혀 모름	조금 알고 있음	알고 있음	잘 알고 있음	매우 잘 알고 있음
1-3. 귀하는 항로표지개발 기본계획의 핵심 목표를 알고 계십니까?	①			②	
	예			아니오	
1-4. 귀하는 항로표지개발 기본계획의 주요 정책과제에 대해 얼마나 잘 알고 있습니까?	①	②	③	④	⑤
	전혀 모름	조금 알고 있음	알고 있음	잘 알고 있음	매우 잘 알고 있음

자료 : KMI 작성

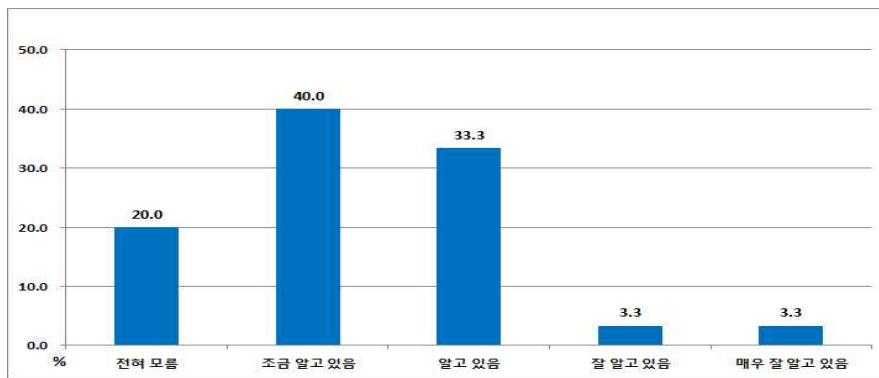
2) 인지도 조사결과

설문참여 전문가들 중 5명을 제외하고, 모든 참여자들이 항로표지개발 기본계획을 들어본 적이 있다(80% 이상)고 응답하였다. 또한 항로표지개발 기본계획에 대한 이해도에 대한 조사결과, 약 40% 정도만 기본계획 내용에 대해 알고 있거나, 매우 잘 알고 있는 것으로 나타났다. 이는 항로표지개발 기본계획 실시 여부에 대한 인지도는 높은 편이나, 내용에 대한 관심도는 상대적으로 낮은 것을 알 수 있다.

〈그림 3-13〉 항로표지개발 기본계획에 대한 전문가들의 지식 및 이해정도



[항로표지 기본계획에 대한 이해도]



[항로표지 기본계획의 주요 정책과제에 대한 이해도]

자료 : KMI 작성

이와 비슷하게 항로표지 기본계획의 목표에 대해서도 절반에 가까운 44%의 전문가들은 항로표지 기본계획의 목표를 알지 못하는 것으로 나타났다. 마찬가지로 기본계획의 주된 정책과제들에 대한 인지도 또한 낮게 나타났다. 내용에 대해 매우 잘 알고 있다고 응답한 전문가는 전체 30명 중 한 명뿐이었다. 특히 일반국민들을 대상으로 한 설문 결과가 아닌, 전문가 그룹의 조사에서 항로표지 기본계획의 이해도가 낮게 도출된 만큼, 항로표지 기본계획에 수립과 시행에 대해 담당부처인 해양수산부가 유관기관 관계자 및 기본계획 시행으로 혜택을 받는 국민들에게 적극적인 홍보가 필요할 것으로 판단된다.

3. 항로표지개발 기본계획 정책과제의 우선순위

1) 설문 구성

평가항목 및 정책들의 우선순위 결정이 필요할 경우 다양한 평가기준이 발생하게 되고, 중요도에 대한 가중치 또한 전문가들마다 의견이 다르게 나타나는 것이 일반적이다. 이럴 경우 자주 사용되는 방법론으로는 다기준분석(Multi-Criteria Decision Analysis)이 있으며, 전문가들이 참여하여 평가 항목 간 쌍대비교(pairwise comparison)를 통해 가중치를 도출하는 AHP 기법을 주로 사용한다. 쌍대비교는 평가항목의 수(N)가 $\frac{(N-1)N}{2}$ 으로 늘어나기 때문에, 쌍대비교할 평가항목이 많을 경우, 상위항목과 하위항목으로 나누어 전문가 설문을 실시하는 것이 일반적이다.

본 연구 또한 AHP 기법을 통해 항로표지개발 기본계획 정책 우선순위를 도출하고자 한다. 제2차 항로표지개발 기본계획('15-'24)의 주요 정책과제는 20개로 190번의 쌍대비교가 요구되기 때문에, 해당 부문 전문가라 할지라도 쌍대비교를 통한 우선순위에 대한 조사는 비현실적이다. 따라서 20개의 정책과제 전체를 비교하는 대신, 4가지의 정책과제를 상위항목으로 두고, 각 상위항목별로 5가지의 세부과제를 설정하여 전문가 설문조사를 실시하였다.

〈표 3-13〉 제2차 항로표지개발 기본계획 정책과제 항목 구분

정책과제(상위 요인)	세부정책과제(하위 요인)
안전한 해양교통 인프라 구축	항로표지 발전을 위한 제도적 기반조성 안전한 해상교통 환경조성을 위한 항로표지 확충 해역 특성에 맞는 특수신호표지 설치·운영 항로표지장비·용품 KS 인증제도 도입 새로운 시스템 도입 기반 조성
항로표지 관리운영 효율제고	견실한 기능유지로 항로표지 신뢰성 제고 유인등대 관리운영 개선 항로표지 정보제공 서비스 다양화 항로표지 전문교육센터 내실화 도모 해양문화 홍보 전진기지 역할 강화

정책과제(상위 요인)	세부정책과제(하위 요인)
항로표지 기술개발 및 현대화	첨단지상파항법시스템(eLoran) 기술개발 및 구축 위성항법보정시스템(DGNSS) 현대화 및 고도화 항로표지 장비·용품 기술개발 항로표지 모니터링 시스템 구축 항로표지 업무용 선박 현대화
국제항로표지 위상강화 및 남북협력	제19차 국제항로표지협회 컨퍼런스 성공적 개최 IALA 고용휴직제도 도입 운영 국제사회 기여를 통한 위상 강화 항로표지분야 국제협력 강화 남북 항로표지설치 협력사업

자료 : 해양수산부, 제2차 항로표지개발 기본계획('15-'24), 2015. pp.1-9.

2) 설문조사 결과

항로표지개발 기본계획의 정책과제 우선순위 도출을 위해 관련 분야 전문가 30명이 AHP 설문에 참여하였다. 쌍대비교에 대한 일관성 검사(consistency index)결과 일관성 불일치를 판단하는 기준값은 0.1이하로 일관성에는 문제가 없는 것으로 나타났다.

정책과제의 상위요인 간의 가중치 결과를 보면, 안전한 해양교통 인프라 구축이 57%로 가장 높게 순위로 나타났고, 항로표지 관리운영 효율제고(24%), 항로표지 기술개발 및 현대화(약 14%), 국제항로표지 위상강화 및 남북협력(약 6%) 순으로 도출되었다. 정책과제 간의 비중을 보면, 안전한 해양교통 인프라 구축과 항로표지 관리운영 효율제고 부문이 전체 비중의 80%를 차지하고 있어, 해양교통의 안전 인프라 구축과 시설의 효율적 관리에 대한 중요성을 재확인할 수 있다.

안전한 해양교통 인프라 구축 내 5개의 하위요인들 간의 우선순위를 보면, 안전환경조성 항로표지 확충(36.6%), 표지발전 제도적 기반조성(29.1%), 해역특성반영 특수신호표지 설치 운영(16.5%), 항로표지 장비·용품 KS 인증제도(10.3%), 신규 시스템 도입기반 조성(7.6%) 순으로 나타났다.

항로표지 관리운영 효율제고 부문은 신뢰성 제고, 관리운영 개선, 정보제공 서비스 다양화, 전문교육센터 내실화 도모, 해양문화 전진기기 역할강화 등의 5 가지 하위항목으로 구성되어 있으며, 이 중 항로표지에 대한 신뢰성 제고 부문이 절반에 가까운 47.5%로 나타나, 항로표지 신뢰성 제고를 위한 개선 방안 마련에 집중할 필요가 있을 것으로 보인다. 유인등대 관리운영 개선과 정보제공 서비스 다양화는 17.9%와 17.8%로 거의 동일한 가중치를 보이고 있으며, 전문교육센터 내실화 도모(10.1%), 해양문화 전진기지 역할강화(6.7%)의 순으로 도출되었다.

항로표지 기술개발 및 현대화 부문에 있어서는 e-Loran 기술개발 및 구축(34.2%), DGNSS 현대화 및 고도화(29.3%), 항로표지 모니터링 시스템 구축(15.2%), 항로표지 장비용품 기술개발(13.8%), 항로표지 업무용 선박 현대화(7.5%) 순으로 하위항목 간의 우선순위가 도출되었다. 이 부문에서는 현재 해양수산부에서 연구개발 중인 SMART e-Navigation과 관련 있는 e-Loran 기술과 DGNSS의 고도화가 시급한 것으로 나타났다.

국제항로표지 위상강화 및 남북협력 부문은 제19차 IALA 컨퍼런스 성공개최, IALA 고용휴직제도 도입운영, 국제사회 기여를 통한 위상강화, 항로표지분야 국제협력강화, 남북항로표지 설치 협력사업 등으로 구성되어 있다. AHP 분석을 통한 하위 항목 간의 우선순위 결과를 보면, 제19차 IALA 컨퍼런스 성공개최가 36%로 우선순위가 가장 높은 것으로 나타났다. 그 다음으로 국제사회 기여를 통한 위상 강화가 22%로 나타났고, 항로표지분야 국제협력강화(17.2%), IALA 고용휴직제도 도입운영(15.8%), 남북항로표지 설치 협력사업(8.9%) 순으로 도출되었다. 제19차 IALA 컨퍼런스 개최 등 국제사회의 노력을 통해 항로표지 부문의 국가 위상을 강화할 필요성에 대한 공감대가 전문가들 사이에 형성되어 있음을 알 수 있다.

전체 20개의 정책과제 중 상위 5위의 항목을 보면, 안전환경조성 항로표지 확충이 약 21%로 가장 높게 나타났으며, 표지발전 제도적 기반조성(16.6%), 항로표지 신뢰성 제고(11.3%), 해역특성반영 특수신호표지 설치 운영(9.4%), 항로표지 장비·용품 KS 인증제도(5.9%) 순으로 나타났다.

상위 5~10위의 정책과제들은 e-Loran 기술개발 및 구축, 신규 시스템 도입기반 조성, 유인등대 관리운영 개선, 정보제공 서비스 다양화, DGNSS 현대화 및 고도화 등이 포함되었다.

3) 정책과제 우선순위 결과

제2차 항로표지개발 기본계획('15-'24) 시행이 해양수산 분야에 미치는 영향에 대한 조사를 수행하였다. 영향도는 '매우 낮음'에서 '매우 높음'까지 5점 척도로 구분하여 조사하였고, 해양수산 분야는 해사안전 분야, 해양환경 분야, 선박운영 분야, 행정편의 부문, 비용부담 부문 등 5가지 분야로 구성하였다.

〈표 3-14〉 제2차 항로표지개발 기본계획 정책과제의 우선순위 결과

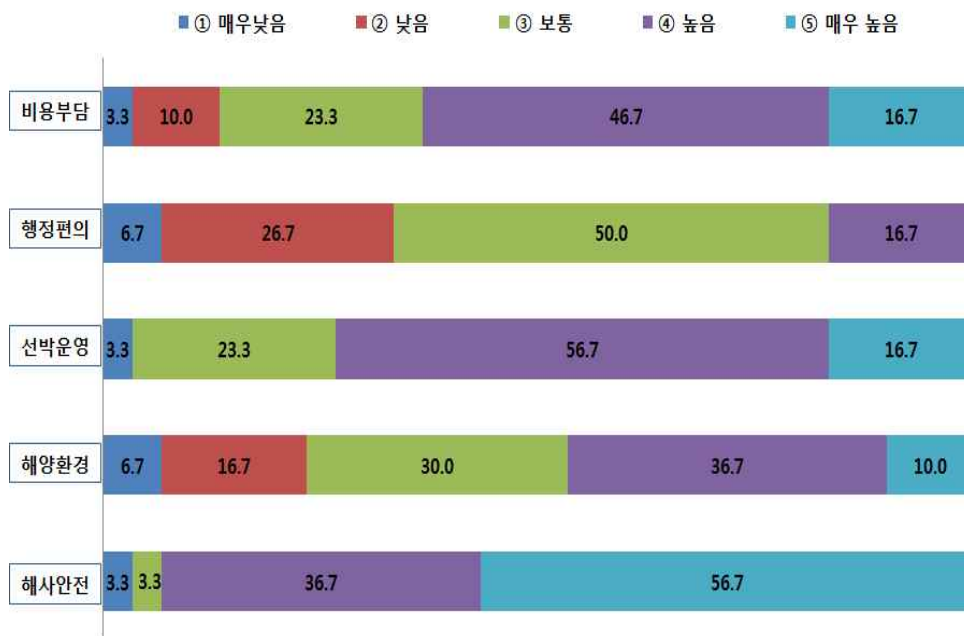
정책과제	그룹 간 가중치	세부정책과제	그룹 내 가중치	전체 가중치	순위
안전한 해양교통 인프라 구축	57.0%	표지발전 제도적 기반조성	29.1%	16.6%	2
		안전환경조성 항로표지 확충	36.6%	20.9%	1
		해역특성반영 특수신호표지 설치 운영	16.5%	9.4%	4
		항로표지 장비·용품 KS 인증제도	10.3%	5.9%	5
		신규 시스템 도입기반 조성	7.6%	4.3%	7
항로표지 관리운영 효율제고	23.8%	항로표지 신뢰성 제고	47.5%	11.3%	3
		유인등대 관리운영 개선	17.9%	4.3%	7
		정보제공 서비스 다양화	17.8%	4.2%	9
		전문교육센터 내실화 도모	10.1%	2.4%	11
		해양문화 전진기지 역할강화	6.7%	1.6%	15
항로표지 기술개발 및 현대화	13.4%	e-Loran 기술개발 및 구축	34.2%	4.6%	6
		DGNSS 현대화 및 고도화	29.3%	3.9%	10
		항로표지 장비용품 기술개발	13.8%	1.8%	14
		항로표지 모니터링 시스템 구축	15.2%	2.0%	13
		항로표지 업무용 선박 현대화	7.5%	1.0%	17
국제항로표지 위상강화 및 남북협력	5.8%	19차 IALA 컨퍼런스 성공개최	36.0%	2.1%	12
		IALA 고용휴직제도 도입운영	15.8%	0.9%	19
		국제사회 기여 통한 위상 강화	22.0%	1.3%	16
		항로표지분야 국제협력강화	17.2%	1.0%	17
		남북항로표지 설치 협력사업	8.9%	0.5%	20

자료 : KMI(설문조사 결과 분석)

4. 항로표지개발 기본계획 시행에 따른 영향도 조사결과

제2차 항로표지 기본계획이 해양수산분야에 미치는 영향도를 설문한 결과, 항로표지 기본계획의 시행은 해사안전 부문이 57%로 가장 큰 영향을 줄 것으로 나타났다. 당연한 결과이겠지만 선박운영 부문에도 ‘높음’과 ‘매우 높음’을 모두 고려 시, 70% 이상 영향을 줄 것으로 조사되었다. 그 밖에 비용부담 측면에서도 높음 이상이 60%로 조사되었다. 이는 설문참여자들이 해양교통시설물인 항로표지 구축에 소요되는 비용이 상당할 것으로 판단한 것으로 사료된다. 해사안전과 선박운영 부문보다는 상대적으로 영향력은 작지만 해양환경에도 긍정적 영향을 줄 것으로 조사되었다. 이와 더불어 항로표지 기본계획은 행정적 편의 증진에도 일부 긍정적인 영향을 줄 것이라는 의견을 보였다.

〈그림 3-14〉 항로표지 기본계획의 시행이 해양수산 분야에 미치는 영향도



자료 : KMI 작성

5. 시사점

항로표지 기본계획에 대한 설문조사 결과를 보면 전문가들 사이에 기본계획에 대한 인지도는 높은 것으로 나타났으나, 항로표지 기본계획의 목표 및 추진 계획에 대한 부문에 있어서는 전문적 이해도가 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 만약 일반국민 대상으로 한 인지도 설문조사를 수행할 경우, 항로표지 기본계획에 대한 인지도는 더욱 낮을 것으로 예상된다. 따라서 항로표지 기본계획의 가치와 중요성, 그리고 핵심 목표 및 추진과제들에 대해서는 소관부처인 해양수산부에서 해당 분야 전문가 및 혜택을 받는 일반 그룹들을 대상으로 적극적인 홍보가 필요할 것으로 보인다.

우선적으로 기본계획의 시행으로 가장 큰 영향을 받는 분야인 해사안전, 선박운영 관련 종사자들을 대상으로 기본계획의 취지와 중요 추진사업 등에 대한 내용 홍보와 관련 교육을 우선적으로 추진할 필요가 있다고 판단된다.

기본계획에서 포함하고 있는 20개의 정책과제 중 안전한 해양교통 인프라 구축과 항로표지 관리운영 효율제고에 관련된 과제들이 상위에 랭크되어 있으므로 해당 정책과제들을 먼저 추진할 필요가 있겠다. 특히, 안전환경조성 항로표지 확충, 표지발전 제도적 기반조성, 항로표지 신뢰성 제고, 해역특성반영 특수신호표지 설치 운영, 항로표지 장비·용품 KS 인증제도 도입 등의 과제들이 우선순위가 높게 나온 것을 고려하여 향후 관련 정책업무를 수행할 필요가 있겠다.

제4장 항로표지 투자지표 개발

제1절 현행 항로표지시설의 성과지표 검토

1. 성과지표 개요²⁶⁾

성과관리의 핵심 구성요소는 임무(미션) → 비전 → 전략목표 → 성과목표 → 성과지표 순으로 구성되어 있다.

〈표 4-1〉 성과관리의 구성요소의 정의

구성요소	내용
임무	기관고유의 사명과 역할을 의미하는 조직의 기능으로서, 기관의 존립이유
비전	임무 달성을 통해 이루어지는 바람직한 미래상으로 기관의 전략방향을 설정하는 기능
전략목표	조직의 궁극적인 비전과 목적을 실현하기 위해 조직이 추진하는 여러 사업을 큰 영역으로 구분하여 각 영역별로 목표를 제시하는 것으로 임무 수행을 위해 중장기적으로 추진하는 중점적인 정책방향
성과목표	전략목표를 구성하는 하위 목표로서, 전략목표를 실현하기 위한 연간단위의 단기적이고 구체화된 목표로 주요사업 또는 사업진단을 통해 달성하려는 복수의 목표
성과지표	성과목표의 달성정도를 양적, 질적으로 제시하는 지수로서, 성과목표의 달성도를 어떻게 측정하고 측정결과를 어떻게 관리할 것인가를 제시

자료 : 성과지표 개발·관리 매뉴얼, 국무조정실, 2006.10, p.6.

성과지표는 성과목표의 달성여부를 측정하고 평가하여 관리해야 한다. 따라서 크게 3가지 특성이 있다.

²⁶⁾ 성과지표 개발·관리 매뉴얼, 국무조정실, 2006.10의 자료 내용을 일부 발췌함

첫째, 전략목표가 명확할 때 성과목표는 구조화되고, 구조화된 성과목표에 따라 성과지표도 구체화되어야 한다. 전략목표가 모호하게 되면 하위 목표인 성과목표 또한 일관성 있게 구조화되기 어렵다. 실제 성과지표를 구체적으로 제시하지 못하는 경우는 성과목표, 전략목표가 명확하게 설정되지 못한 데 그 원인이 있다.

둘째, 성과지표는 전략목표와 성과목표의 내용을 대표하여야 한다. 따라서 전략목표와 성과목표에 대응되는 명확하고 적절한 성과지표가 설정되어야 한다. 특히, 정책이나 사업을 대표하지 못하고 달성이 용이한 지표를 설정할 경우 실제 성과에 기초한 관리가 어렵기 때문에 개발단계부터 정책의 대표성을 확보하는 것이 중요하다.

셋째, 성과지표는 성과목표 달성기준을 구체적, 체계적, 객관적으로 제시하여야 한다. 따라서 측정가능하고 계량화된 성과지표가 설정되어야만 평가자의 주관이 작용하지 않고 재평가를 실시하더라도 동일하거나 유사한 결과를 가져올 수 있다.

성과지표의 유형은 크게 정량적 측정여부에 따른 분류, 기준 사업에 따른 분류, 성과정보의 성격이나 내용에 따른 분류로 구분한다.

또한 정량적 측정여부에 따른 성과지표는 정량지표와 정성지표로 구분된다.

〈표 4-2〉 정량적 측정여부에 따른 성과지표 분류

구분	정량지표(계량지표)	정성지표(비계량지표)
정의	구체화된 양적 수치로 측정이 가능한 지표	양적 수치로 측정이 불가능한 지표
특성	평가자의 주관에 개입될 수 없음	평가자의 주관에 개입될 수 있음
예	- 우량농지조성면적 - 해외건설 수주액 - 관광수입 증가율 - 인구 10만 명당 5대 범죄 발생율	- 민원인 만족도 - 주요 국정과제 대국민 인지도 - 정보관리 시스템 구축정도 - 제도개선 과제 이행도

자료 : 성과지표 개발·관리 매뉴얼, 국무조정실, 2006.10, p.15.

기준 사업에 따른 분류는 기준 사업에 따라 기관 대표 성과지표와 단위과제 성과지표로 구분한다.

〈표 4-3〉 기준 사업에 따른 성과지표 분류

구분	기관 대표 성과지표	단위과제 성과지표
정의	조직 전체의 성과를 종합 측정하기 위한 지표	단위과제의 당초 목표 달성여부를 측정하기 위한 지표
특성	- 기관의 고유 임무를 기준으로 함 - 한번 개발되면 매년 목표치만 변화시켜 반영구적으로 사용할 수 있음 - 개발이 어려움	- 매년 단위사업이 달라지며 그에 맞게 신규 개발해야함 - 개발이 용이함
예	- GDP증가율 - 국민관광 총량 - 총수출액 - GDP 대비 국가채무 비율	- 행복도시 부지 토지 매수율 - 생태녹색체험관광 개발수 - 대덕특구 해외특허 등록건수

자료 : 성과지표 개발·관리 매뉴얼, 국무조정실, 2006.10, p.16.

성과지표는 지표를 통해 측정하고 제시되는 성과정보의 성격이나 내용에 따라 투입지표, 과정지표, 산출지표로 구분한다.

〈표 4-4〉 성격과 내용에 따른 지표 구분

구분	투입지표	과정지표	산출지표	결과지표
정의	예산, 인력 등 투입물의 양	사업 진행과정에서 나타나는 산출물의 양	사업완료 후 나타나는 1차적인 산출물	1차적 산출물을 통해 나타나는 사업효과, 정책영향력
특성	예산집행과 사업진행과정상의 문제점을 발견하는데 도움	사업 진도 등 사업추진정도를 중간 점검하는 데 도움	투입에 비례하여 설정한 목표를 달성하였는가를 평가하는 데 도움	사업이 의도한 최종목표의 달성정도에 따른 영향과 효과를 측정하는데 도움

자료 : 성과지표 개발·관리 매뉴얼, 국무조정실, 2006.10, p.18.

성과지표에서는 정성지표보다 정량지표를 활용하는 것을 권고하고 있으나, 통일·국방·외교분야에서는 포괄적 성격을 가진 결과 측정이 어려워 업무 수행과정 자체가 의미가 있을 경우 정성적 업무를 객관화하여 평가하도록 하고 있다. 즉 정량지표만 강조하다 보면 오히려 실제 목표와는 거리가 먼 회의 빈도, 참가자 수와 같은 지엽적인 성과지표를 설정하는 ‘정량화의 오류’가 발생할 수 있기 때문에 업무의 특성에 맞도록 측정 가능한 지표를 개발하거나 정성지표를 가능한 객관적으로 보완하여 사용하도록 권고하고 있다.

〈표 4-5〉 정성적 업무의 객관화 사례

성과지표	평가기준			
○○상황의 안정적 관리	과정 (비중)	대내외적 상황의 안정적 관리 20%	○○회담 참가국 간의 협의 개최 50%	○○회담 1단계 회의 개최 30%
A국과의 협의안 이행계획 진전도	과정 (비중)	이행계획 구상 관련 이견에 대한 절충점 도출 30%	이행계획 협상 실무그룹 설치 합의 35%	협의안 이행을 위한 초기 조치 이행 35%

자료 : 성과지표 개발·관리 매뉴얼, 국무조정실, 2006.10, p.44.

또한, 조직의 성과목표를 달성하기 위하여 신규 성과목표를 설정하기 위해서는 7가지의 기준을 준수해야 한다.

〈표 4-6〉 성과지표 개발 원칙

성과지표 개발 원칙	정책대표성	전략목표와 성과목표를 대표하는 내용인가?
	적절성	목표치 설정이 적절한가?
	인과성	목표와 결과 간의 인과관계를 파악할 수 있는가?
	구체성	달성하고자 하는 목표를 명확·구체적으로 제시하였는가?
	측정가능성	성과목표달성 정도를 객관적으로 측정할 수 있는가?
	기한성	일정 기한내에 달성할 수 있는가?
	비교가능성	과거의 성과 및 유사사업 성과와 비교할 수 있는가?

자료 : 성과지표 개발·관리 매뉴얼, 국무조정실, 2006.10, p.23.

2. 항로표지시설 관련 성과지표

해양수산부의 '16년도 성과계획서의 내용을 보면 '바다에서 새로운 가치를 찾고 바다를 국민의 행복공간으로 만든다'는 임무와 '국민과 함께 가는 행복의 길 바다로, 세계로, 미래로'의 비전을 설정하였다. 이를 바탕으로 3가지의 전략 목표와 22가지의 프로그램별 목표를 구체적으로 설정하였다. 성과지표는 '항로표지 고객만족도 조사 결과(50%)'와, '항로표지 장비용품KS인증 도입제도 (50%)'를 지표로 설정하여 관리하였다.

〈표 4-7〉 2016년도 항로표지시설의 성과계획서

구성요소	내 용
임무	해양수산부(2016) : 바다에서 새로운 가치를 찾고 바다를 국민의 행복공간으로 만든다.
비전	국민과 함께 가는 행복의 길 바다로, 세계로, 미래로
전략목표	재난·안전 문제의 창의적 해결 강화
성과목표	신뢰성 있는 항로표지체계 구축
성과지표	항로표지 고객만족도 조사(50%) 항로표지 장비용품 KS인증 도입 제도 마련(50%)

자료 : 2016년도 정부 성과계획 평가, 국회예산정책처, 2015.10, p.264.

해양수산부에서는 연도별 성과관리 시행계획을 수립하여 해양수산분야별로 성과를 관리하고 있다. 2016년도 해사안전분야는 '사고 없는 안전한 바다를 실현한다'라는 성과목표 아래 9개의 관리과제를 설정하고 있다. 이 중에서 항로표지시설과 관련한 2가지의 관리과제를 설정하고 성과지표를 설정하였다. 이 중에서 국정과제와 연결된 '첨단 항로표지 시설 확충'이 항로지표와 직접적으로 연관된 과제이다.

〈표 4-8〉 항로표지시설 관련 성과지표(2016년)

관리과제명	성과지표
첨단 항로표지 시설 확충	① 항로표지 고객만족도 조사(50%) ② 항로표지 장비용품 KS인증 도입 제도 마련(50%)
등대를 해양안전·문화 및 힐링공간으로 역할 확대	① 체험·참여형 해양문화 행사 만족도(%) ② 체험·참여형 해양문화 행사 참여자(명)

‘첨단 항로표지 시설 확충’은 ’14년 이후 계속해서 성과지표로 관리되어 왔으며 ’15년에는 ‘항로표지시설 확충 추진율’과 ‘항로표지시설 국제기준 운영률’ 등이 포함되어 있었다.²⁷⁾

항로표지시설 확충 추진율의 산출근거는 항로표지시설 설계서 작성 및 발주(30%), 항로표지시설 착공(20%), 항로표지시설 준공(50%)이며 지표의 특징상 사업성과가 예산집행 여부와 연계되는 구조로 사업 난이도가 높지 않다는 지적이 있었다. 또한 항로표지시설 국제기준 운영률의 산출근거는 국제항로표지협회(IALA) 권고 기준인 98.6% 이상을 달성하는 것이다. 이러한 성과지표에 대한 개선이 필요하다는 전문가들의 지적이 있어 ’16년에는 ‘항로표지 고객만족도 조사(50%)’와 ‘항로표지 장비용품 KS인증제도 도입 마련(50%)’ 등을 새로운 지표로 설정하여 관리하였다.

본 절에서는 항로표지시설의 핵심 성과지표로 설정된 항로표지시설 확충률을 대체할 수 있는 새로운 성과지표를 도출하고 현행 해안선 길이당 항로표지시설 설치기준과 병행하여 관리할 수 있는 성과지표를 발굴하여 제안하고자 한다.

3. 항로표지시설 신규 성과지표 선정

이에 따라 항로표지 주된 업무와 미션을 고려하여 ‘제2차 항로표지개발 기본계획(2015~2024)’의 내용을 참고하여 2024년까지 관리 가능한 성과지표 개발을 고려하였다. 우선 조직의 주 임무인 항로표지시설의 설치·관리·운영에 제반

27) “eLoran 시스템 기술개발”과제 포함 3개 과제로 구성

한 사항에 대해 성과지표를 설정하였다. 이 임무 달성을 위해 항로표지시설을 ‘14년 기준 2.67해리/1기에서 ‘24년까지 2.4해리/1기로 확충하고 항로표지 서비스 운영률 99.6% 달성을 목표로 설정하였다. 이를 위해 주요 추진과제인 ‘안전한 해양교통 인프라 구축’, ‘항로표지 관리운영 효율 제고’, ‘항로표지기술개발 및 현대화’, ‘국제항로표지 위상강화 및 남북협력’을 성과목표로 간주하였다. 따라서 추진과제별 구조화된 성과목표에 대한 구체화된 성과지표 12개 항목을 도출하였다. 또한 이 성과지표 중에서 비전 달성을 위해 중점관리 해야 할 대표 성과지표를 설정해야 한다.

〈표 4-9〉 항로표지시설의 후보 성과지표 항목

비전 및 성과목표		성과지표 후보
비전	희망의 빛으로 안전한 바다실현	○ 성과지표 후보 중 최종 선정된 지표별 가중치를 부여하여 평가관리
성과목표	안전한 해양교통 인프라 구축	○ 신규 항로표지시설 구축률 ○ 개항 및 진입수로 해양사고 건수 감소 ○ 입출항선박 1천회당 해양사고 건수 감소
	항로표지 관리운영 효율 제고	○ 국제항로표지협회 권고 운영률 달성도 ○ 해양문화 공간 이용자수 및 만족도 ○ AtoN AIS 정보의 선박 수신율(량) ○ 항로표지시설의 개보수 시간 단축
	항로표지기술개발 및 현대화	○ 항로표지시설 노후화 개선율 ○ 항로표지 모니터링 시스템 구축률 ○ 첨단항로표지기술개발 진도율
	국제항로표지 위상강화 및 남북협력	○ 국제협력 이행계획 추진율 ○ 남북협력사업 추진율

도출된 후보 성과지표를 대상으로 1차 성과지표 선정을 하기 위해 5가지 선정기준에 적합한지를 우선 판단해야 한다. 성과지표는 단순성 및 충분성, 정량성, 결과지표, 사업목적 왜곡 가능성, 시의성 및 적시성의 조건을 충족해야 한다.

이에 따라 후보 성과지표를 5가지 조건에 부합한지 여부를 전문가와 협의하여 결과를 아래 표와 같이 정리하였다.

〈표 4-10〉 항로표지시설의 성과지표 적정성 평가 결과

성과지표 대상항목	선정기준				
	단순성/ 충분성	정량성	결과 지표	왜곡 가능성	시의성/ 적정성
항로표지시설의 국내 해양사고 예방	×	○	×	×	○
신규 항로표지시설 구축률	○	○	○	○	○
개항 및 진입수로 해양사고 건수 감소	△	○	△	×	△
입출항선박 1천회당 해양사고 건수 감소	△	○	△	×	△
국제항로표지협회 권고 운영률 달성도	○	○	○	○	○
해양문화 공간 이용자수 및 만족도	○	○	○	○	○
AtoN AIS 정보의 선박 수신율(량)	△	×	×	○	△
항로표지시설의 개보수 시간 단축	△	×	×	△	△
항로표지시설 노후화 개선율	○	○	○	○	○
항로표지 모니터링 시스템 구축률	○	×	○	○	○
첨단항로표지기술개발 진도율	○	△	○	△	△
국제협력 이행계획 추진율	○	△	○	○	○
남북협력사업 추진율	×	△	○	○	△

주 : 적합(○), 모호(△), 부적합(×)로 구분함

신규 지표를 검토하여 성과지표 개발원칙에 부합한 지표를 선별하였다. 선별된 신규 지표를 대상으로 산출방식을 제안하였다.

‘신규 항로표지시설 구축률’은 우선 2024년까지 예상 목표치를 설정한다. 그리고 매년 사업 계획 수립 시 신규 항로표지시설 구축률을 설정하고 당해 연도 사업 종료시점에서 평가(당해 연도 항로표지 신규 설치 기수 / 당해 연도 항로표지 계획 기수)하여 이를 지수화 한다. 당해 연도 목표치 달성여부를 판단하고 미달성시 연초 사업계획에 대한 반성 및 평가를 통해 차년도의 신규 항로표지시설 구축률 목표를 재설정한다. 예로 2024년까지 항로표지시설 구축률을 「항로표지개발 기본계획」의 85%이상 달성을 목표로 설정한다. 그리고 매년 85%이상의 항로표지시설을 설치하여 지표를 관리하는 것이다.

〈표 4-11〉 신규 항로표지시설 구축률 지표 설정(예시) (단위: 기수)

구분	목표	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
구축률	86%	86%	88%	86%	88%	85%	89%	78%	82%
실적	136	32	21	18	15	23	7	11	9
계획	159	37	24	21	17	27	9	13	11

‘국제항로표지협회(IALA) 권고 운영률 달성도’는 기존의 산출방식[(전체 항로표지기수 × 운영일수-사고일수)/(전체 항로표지기수 × 운영일수) × 100]을 적용하되 항로표지시설을 카테고리화하여 평가하는 방식으로 개선하는 것을 권장한다. 예로 카테고리별 운영률을 설정하여 세분화하는 것이다.

국제항로표지협회에서는 항로표지시설을 항해에서의 중요도를 나눠 세 가지로 분류하고 있다. 이 세 가지 분류방식에 따라 국내 항로표지시설을 분류하고 각 카테고리별 국제항로표지협회의 운영률을 설정하여 관리하는 것이다. 국제항로표지협회에서 항로표지시설의 중요도에 따라 분류하는 방식은 다음과 같다.

〈표 4-12〉 항로표지 카테고리별 분류방법

분류	항로표지 분류방법
카테고리 1	항해상 중요성이 매우 크다고 생각하는 AtoN 또는 AtoN 시스템 예 : 육지초인표시, 주요항로, 수로, 해협 또는 새로운 위험, 해양환경의 보호에 중요하다고 생각되는 광파표지 및 레이콘
카테고리 2	항해상 중요하다고 생각하는 AtoN 또는 AtoN 시스템 예 : 2차 항로를 표시하는 모든 광파표지 및 레이콘과 주항로 표시를 보완하는 시설
카테고리 3	항해상 필요하다고 생각하는 AtoN 또는 AtoN 시스템

자료 : NAVGUIDE aids to navigation manual, IALA, 2014, p.188.

위와 같은 방식으로 항로표지시설을 구분하여 아래와 같이 운영률 목표를 설정하고 매년 평가하여 달성 여부를 확인하는 것이다.

〈표 4-13〉 항로표지 카테고리별 운영률(예시)

분류	목표	산출식
카테고리 1	99.8%	$\text{산출식} = \frac{\text{전체 항로표지기수} \times \text{운영일수} - \text{사고일수}}{\text{전체 항로표지기수} \times \text{운영일수}} \times 100$ * 별도 정해진 목표가 없을 경우 최근 3년간 평균치를 근거로 설정
카테고리 2	99.0%	
카테고리 3	97.0%	

‘해양문화 공간 이용자수 및 만족도’는 2가지를 동시에 평가해야 한다. 즉 실제 해양문화 공간 대상 시설물의 방문자 수의 달성도와 방문자 대상의 만족도 평가 결과를 병행하여 측정하는 것이다. 우선 해양문화 공간의 대상 시설물을 명시하고 최근 3년간 방문자 수를 바탕으로 당해 연도 목표치를 설정한다. 예로 최근 3년간 이용자 수가 20만 명이였다면 당해 연도에는 5% 증가시킨 21만 명으로 설정하여 결과를 매년 측정한다. 또한 방문자들에게 만족도 조사를 실시하여 각 평가점수를 일정수준 이상 획득하는 것이 필요하다. 5점 척도일

경우 전체 응답자의 평가점수 평균을 4.0점 이상으로 설정하는 것이다.

‘항로표지시설 노후화 개선율’은 앞서 언급했던 항로표지의 세 가지 분류방식을 준용하고 각 카테고리별로 시설물의 노후화 정도를 평가하여 관리하는 것이다. 즉 각 카테고리별 현재의 시설물 총 내구연한을 합산한 값과 사업 종료 시점에서의 총 내구연한을 합산한 값을 평가하여 ‘당해 연도의 내구연한 대비 10% 이상 내구연한 개선’이라는 방향을 설정하여 시설물을 관리하는 것이다. 이를 위해서는 현재의 항로표지시설을 카테고리화하고 내구연한을 평가하는 작업을 우선 실시해야 한다. 다만 모든 항로표지시설에 대한 내구연한 평가 소요시간이 오래 걸릴 경우에는 중요도가 높은 카테고리 1에 대해서 먼저 실시하고 카테고리 2, 3은 다음 연도에 실시할 수도 있다.

〈표 4-14〉 항로표지 카테고리별 노후화 개선율(예시)

(단위: 年/기수)

분류		2017년	2020년	2024년
카테고리 1	목표	19.0	17.1	15.2
	총 내구연한	20	18	16
카테고리 2	목표	19.0	18.1	16.2
	총 내구연한	20	19	17
카테고리 3	목표	19.0	18.1	17.1
	총 내구연한	20	19	18

주 : 카테고리별 내구연한 평가후 목표를 설정해야 하며, 위의 내용은 임의로 설정한 값임

마지막으로 ‘국제협력 이행계획 추진율’은 매년 항로표지분야의 중요한 국제협력사항을 선정하여 당해 연도의 추진 계획을 수립하고 달성 여부를 평가하는 것이다. 이때에는 단순한 회의 참석, 의제 제출 등을 평가하기보다는 진행과정에 대한 평가기준을 정하고 이를 평가하는 것이다. 예로 성공적인 2018년 IALA 컨퍼런스 개최라는 목표를 설정하고 이를 달성 할 수 있는 과정을 세분화하여 각 과정별의 완료여부를 다음과 같이 평가지표화하는 것이다.

〈표 4-15〉 국제협력 성과지표(예시)

성과지표	평가기준				
2018년 IALA 컨퍼런스 개최	과정	IALA 이사회 개최 점검 회의	IALA 이사회 개최	IALA 컨퍼런스 개최 점검 회의	IALA 컨퍼런스 개최
	(비중)	15%	25%	20%	40%

앞에서 설명한 내용을 종합하면 다음 표와 같다. 각 성과지표별 평가방식은 현재 수준을 평가하고 미래 목표를 설정하여 관리하는 것이기 때문에 상황에 맞게 평가 방식을 조정하여 관리할 수 있다.

〈표 4-16〉 항로표지시설의 성과지표 대상항목별 산출방식

성과지표 대상항목	산출방식
신규 항로표지시설 구축률	$\frac{\text{신규 설치 기수}}{\text{계획 시설 기수}} \times 100$
국제항로표지협회 권고 운영률 달성도	$\frac{\text{전체 항로표지기수} \times \text{운영일수} - \text{사고일수}}{\text{전체 항로표지기수} \times \text{운영일수}} \times 100$
해양문화 공간 이용자수 및 만족도	이용자수 : 최근 3년 방문자 대비 5% 증가 만족도 평가 : 방문대상자 평가점수 평균 4점 이상
항로표지시설 노후화 개선율	$\frac{\text{당해 연도 카테고리별 항로표지시설 총 내구연한}}{\text{전년도 카테고리별 항로표지시설 총 내구연한}}$
국제협력 이행계획 추진율	당해 연도 핵심적인 국제협력사항에 대한 과정별 평가 기준 설정(<표 4-15> 참조)

제2절 신규 투자 수요 검토

1. 항로표지분야의 투자 수요 요인 분석

항로표지분야 또한 우리나라 항만을 입출항하거나 연근해를 통항하는 선박들이 안전한 운항을 위해 2024년까지 2.4마일당 1기의 항로표지시설 확충과 항로표지 서비스 운영률 99.6% 달성을 목표로 항로표지정책을 수행하고 있다.

실제 일반국민들은 바다를 통해 다양한 경제활동, 문화활동, 여가활동 등이 이루어지고 있어 국민경제에서 바다의 역할은 중요하다. 이처럼 중요한 바다에서의 다양한 활동을 안전하게 할 수 있도록 항로표지시설의 확충 및 유지보수에 대한 투자 필요성을 조사하였다.

지속적인 해상물동량 및 교통량의 증가와 대형화 및 고속화되는 선박으로 인하여 해상에서의 사고 발생의 위험요인은 계속 증가하고 있는 추세이다. 해양사고로 인한 직접적으로는 물적 피해, 인명피해가 발생하고, 유류오염과 같은 해양환경 피해 또한 문제가 되고 있다. 해양사고 및 해양환경 피해를 예방하고 선박의 안전 운항환경을 확보하기 위하여 우리나라뿐만 아니라 많은 나라들이 꾸준히 항로표지 개발 및 서비스를 향상시키기 위하여 많은 노력을 기울이며 투자를 하고 있다.

우리나라는 항로표지시설을 구축하여 항행지원정보를 제공하기 시작한 이후부터 이와 관련하여 다양한 해양환경의 변화, 관련 기술 발전에 맞춰 항로표지와 관련한 서비스가 다양화 및 고도화되어 왔다.²⁸⁾ 항로표지를 둘러싼 투자 환경은 최근 해양안전에 대한 국민 관심 증가, 해상수송을 통한 국민경제적 기여, 해양의 다양한 관광상품, 노후시설에 대한 지속적인 시설 개선과 신규 구축 등 여러 요인들로 인해 해양의 안전을 위한 시설에 대한 수요가 발생하고 있다.

²⁸⁾ 항로표지 서비스수준의 결정에 관한 연구, 한국항해항만학회 2012년도 춘계학술대회 2012년도 공동학술대회 논문집, 한국항해항만학회 전민수 외 1인, 2012년 p.153.

1) 해양안전에 대한 국민적 관심 증가

해양(바다)은 새로운 여가활동 공간으로 부각됨에 따라 해수면을 이용하는 일반 국민의 수도 점차 증가 추세를 보이고 있다. 2010년 1,201만 명의 국민이 이용했으나 2015년 1,317만 명이 이용하는 공간이 되었다. 하지만 세월호('14.4), 오룡호('14.12), 돌고래호('15.9) 등 잇단 해양사고로 인해 국민들의 해양 안전에 대한 우려와 관심은 크게 증가하고 있다.

〈그림 4-1〉 해수면 유·도선 이용객 현황

(단위: 만명)



자료 : 2015 국민안전처 통계연보

2) 항로표지 연계형 문화공간 이용자 증가

자연경관이 수려하고 선박접근이 용이한 등대 시설에 투자하여 가족 단위로 이용할 수 있는 휴양시설 설치를 위한 개발이 이루어지고 있다. 이와 관련하여 지역 전통과 문화 콘텐츠가 조화된 맞춤형 관광상품 개발과 해양시설에 연계된 해양관광상품 개발에 대한 수요가 늘고 있다. 해양레저 문화 확산에 따라, 해상 관광과 해양시설 이용을 패키지화한 상품개발을 통해 해양 관광 산업 활성화에 부응할 수 있을 것으로 기대된다.

〈그림 4-2〉 전국 등대해양문화공간 위치도



자료 : 한국항로표지기술협회, 검색일 : 2016.10.14.

등대를 관광상품화하여 이를 찾는 일반국민들이 계속 증가하고 있다. 단순 방문뿐만 아니라 특정기간 동안 체류할 수 있도록 등대를 일반인에게 개방하고 있다.

〈표 4-17〉 등대해양문화공간 방문객 현황

(단위: 명, %)

	합계	부산 영도	제주 우도	인천 팔미도	여수 오동도	마산 소매물도	동해 묵호	동해 속초	울산 간절곶
2010년	1,887,239	138,363	670,275	99,427	197,328	254,000	121,977	332,360	73,509
2011년	2,563,917	251,149	844,539	64,644	208,557	334,000	108,275	333,312	419,441
2012년	2,677,665	401,326	864,169	33,298	300,095	251,900	99,139	337,828	389,910
2013년	2,769,170	305,228	644,630	40,050	630,556	280,998	162,929	328,661	376,118
2014년	2,875,814	347,667	660,545	15,936	684,985	266,305	210,905	310,732	378,739
증가율	52.4	151.3	-1.5	-84.0	247.1	4.8	72.9	-6.5	415.2

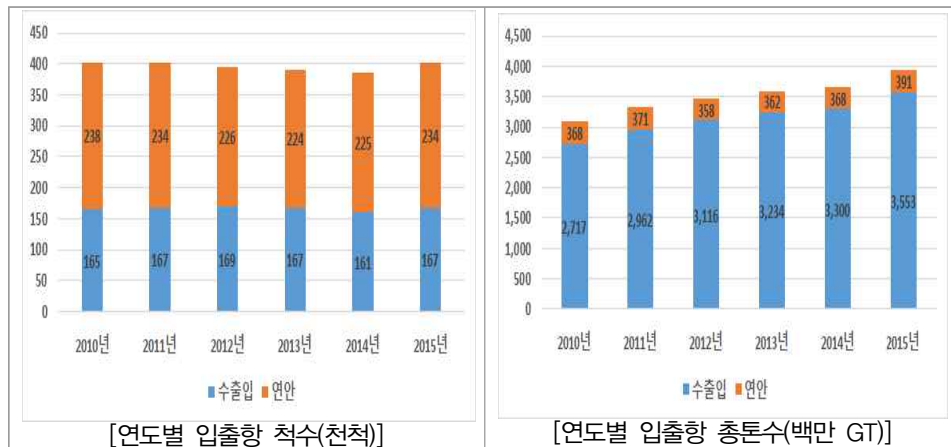
자료 : 등대해양문화공간 방문객 현황. 해양수산부. 2015.11.
주 : 부산 영도 해양박물관 방문객수는 박물관 집계자료 사용

또한, 항로표지 시설의 활용도를 높이고 대국민 공감대를 형성하는 데도 기여할 수 있다. 현재 가족 단위 체험형으로 등대시설을 사용할 수 있도록 일반 국민들에게 신청을 받아 무료로 개방하고 있는 만큼, 향후 추가적인 시설 개방과 연계형 상품개발에 주력할 필요가 있다.²⁹⁾

3) 항만을 통한 국제무역 증가

무역에 의존하고 있는 우리나라의 경제 여건상 해상교통수단의 안전성을 확보하는 것은 국가경제 발전에 기여하는 것으로 간주할 수 있다. 우리나라 항만을 통해 국제교역활동을 하는 선박은 최근 5년간 평균 약 16.6만여 척이다.

〈그림 4-3〉 우리나라 무역항을 입출항한 선박 현황



자료 : 해운항만물류정보센터(www.spidc.go.kr), 검색일 2016.06.10

이 선박들을 이용하여 수출입된 화물은 2010년에는 10억 톤(R/T)에 못 미쳤지만 2015년에는 12억 1천 678톤(R/T)³⁰⁾으로 크게 증가하였다. 우리나라의 수출입경제활동에 큰 영향을 주는 선박의 항행안전이 중요하다고 볼 수 있다.

29) 해양수산부 투자설명게시판 해사안전 “항로표지시설을 이용한 등대 휴양시설 설치”참고
<http://www.mof.go.kr/article/view.do?articleKey=6231&searchCategory=%ED%95%B4%EC%82%AC%EC%95%88%EC%A0%84&boardKey=46&menuKey=539¤tPageNo=1>

30) R/T(운임톤, Revenue Ton)은 항만에서 양적화된 화물의 운임에 적용되는 톤수

〈그림 4-4〉 우리나라 항만의 수출입 화물처리실적



4) 연근해 어업활동 활발

또한 우리나라 어민들의 주요 어업 생산활동 구역이 연근해역이다. 우리나라 등록어선은 2014년 기준 67,191척(해양수산부 통계정보시스템 기준), 어선의 입출항은 2014년 기준 819만 2천여 회로 적당 연간 122회 입출항하고 있다. 2014년부터는 정확한 통계관리를 위해 출항횟수로 집계(작성기준 변경)하고 있으며, 현재 2015년 입출항 실적자료는 공표되지 않았다.

〈표 4-18〉 우리나라 어선의 입출항 현황

연도별	단위	합계	출항	입항
2010	천척	4,225	2,135	2,090
2011	천척	4,227	2,133	2,094
2012	천척	4,134	2,081	2,053
2013	천척	5,220	2,610	2,610
2014	천회	8,192	4,096	4,096

자료 : 2015 국민안전처 통계연보

주 : 2014년부터는 통계작성기준 변경(척수→횟수)

5) 지속적인 해양사고 발생

해양을 통한 다양한 경제활동을 위한 상선, 어민의 생계활동에 필요한 어선, 일반 국민의 여가활동을 위한 유도선 등 다양한 선박이 우리나라 해상을 자유롭게 항행하고 있다.

하지만 해양안전심판원의 자료에 따르면 우리나라 해난사고 추세는 2013년까지 감소하다 그 이후 계속 증가세를 보이고 있고, 해난사고의 발생척수의 절대적인 비중이 어선에 의해 결정되고 있다. 2010년부터 2015년까지의 해난사고 평균척수는 어선 1,370여 척이며, 비어선 480여 척 수준을 보이고 있다.

〈표 4-19〉 해난사고 통계

(단위: 척)

연도	비어선							어선		수상 레저 기구	기타	계
	여객 선	유도 선	화물 선	유조 선	예부 선	기타 선	소계	일반 어선	낚시 어선			
2010	22	-	134	48	159	126	489	1,401	-	90	26	2,006
2011	22	-	120	43	147	119	451	1,599	-	155	43	2,248
2012	33	-	112	42	166	117	470	1,346	-	188	16	2,020
2013	29	-	110	50	118	61	368	849	-	149	5	1,371
2014	60	14	133	51	171	28	457	1,014	109	189	10	1,779
2015	99	11	169	82	180	103	644	1,729	223	395	7	2,998

자료 : 2015년 해양사고통계, 해양안전심판원

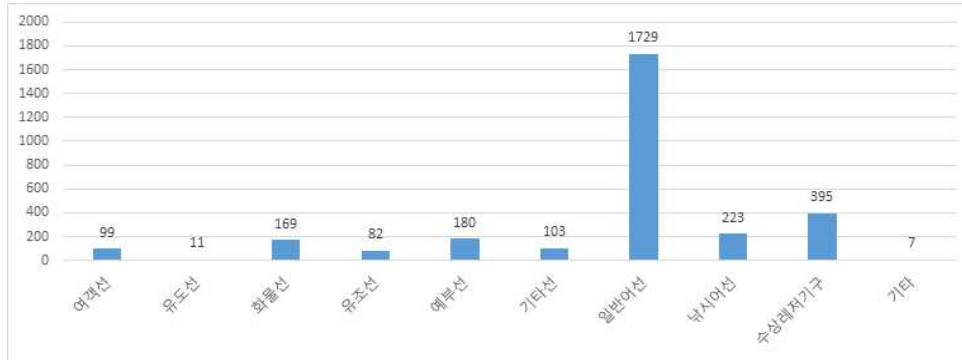
주 1) ‘해양사고의 조사 및 심판에 관한 법률’ 제2조제1호에 따른 해양사고와 ‘수난구조법’ 제2조제4호에 따른 조난사고를 통합한 것임

2) 유도선과 낚시어선은 2014년 통계부터 반영, 유도선은 유선 및 도선사업면허를 받아 영업하는 선박

선박종류별 해난사고 현황을 살펴보면, 2015년 기준 일반어선이 1,729척, 수상레저기구 395척, 화물선 169척으로 일반어선의 해난사고 발생척수가 압도적으로 많은 것으로 나타났다.

〈그림 4-5〉 2015년 선박종류별 해난사고 현황

(단위: 척)

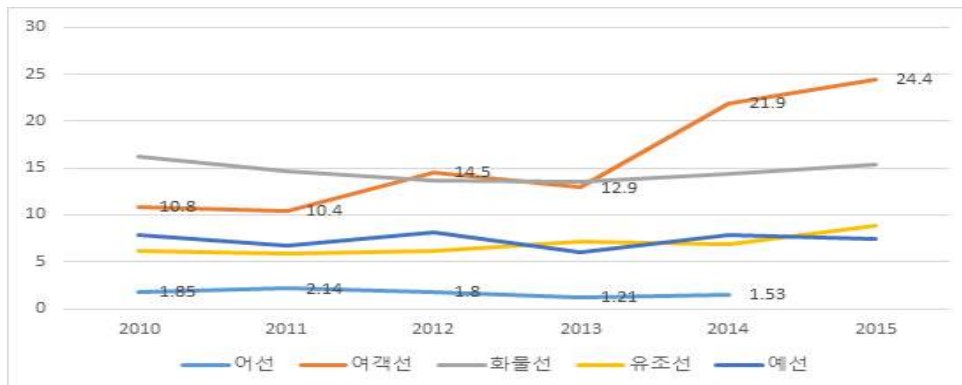


자료 : 2015년 해양사고통계, 해양안전심판원

선종별 해양사고 발생률을 비교해보면 여객선과 화물선 등 상선의 발생률이 어선보다 높음을 알 수 있다. 여객선의 해양사고 발생률은 10% 이상이며 2014년 22%, 2015년 24%까지 증가해 여객선의 해양사고 발생 확률이 높아졌다. 반면 어선은 해양사고 발생률은 1~2%대를 보이고 있으나, 등록어선척수가 상선보다 월등히 많아 해양사고 건수 및 척수가 압도적으로 높게 나타나고 있다.

〈그림 4-6〉 선종별 해양사고 발생률

(단위: %)



자료 : 2015년 해양사고통계, 해양안전심판원

주 : 2015년 어선등록척수가 확정되지 않아 어선 해양사고발생률은 제외됨

사고종류별 해양사고 발생현황을 살펴보면 기관손상에 의한 사고가 가장 많이 발생하는 것으로 나타났으며 안전·운항저해, 인명사상, 화재·폭발 등에 의해 발생하는 해양사고 건수가 높은 것으로 나타났다.

〈표 4-20〉 사고종류별 해양사고 발생현황

(단위: 건)

연도	충돌	접촉	좌초	전복	화재·폭발	침몰	기관손상	인명사상	안전·운항저해	기타	계
2010	242	28	148	38	82	50	571	32	217	219	1,627
2011	260	32	120	58	84	65	652	84	234	220	1,809
2012	196	33	113	39	105	41	489	60	227	270	1,573
2013	175	23	91	32	79	21	290	45	191	146	1,093
2014	180	19	96	35	97	19	339	113	205	227	1,330
2015	235	28	84	32	100	31	703	144	331	413	2,101

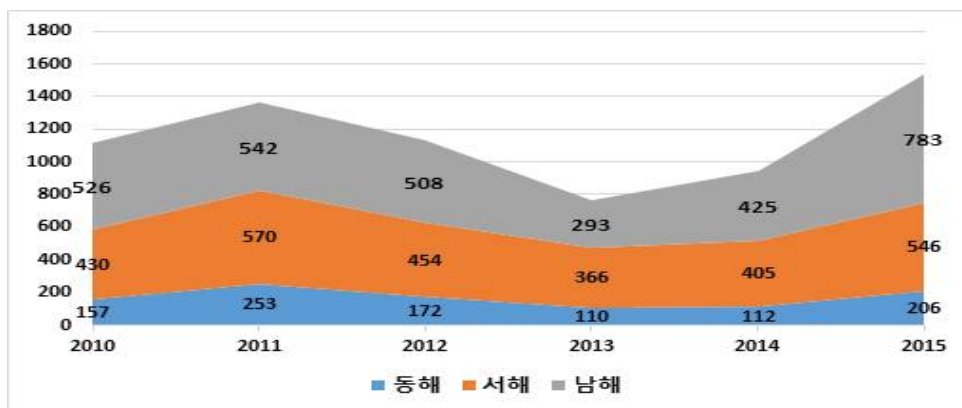
자료 : 2015년 해양사고통계, 해양안전심판원

주 : 기타는 속구손상, 시설물손상, 추진축계손상, 조타장치손상, 해양오염 등

2015년 기준 우리나라의 남해안에서 발생하는 해양사고 발생건수는 783건으로 가장 많았으며, 서해안에서는 546건, 동해안 206건이 발생한 것으로 나타났다.

〈그림 4-7〉 우리나라 해역별 해양사고 발생건수

(단위: 건)



자료 : 2015년 해양사고통계, 해양안전심판원

정부는 앞서 언급한 해양사고 이후 해사안전감독관 제도 개선, 원양어선 관리체계 개선, 다중이용선박³¹⁾ 안전 강화 등 안전대책 보완 등을 통해 정책실회복에 나서고 있으며 범정부 차원의 대책 마련을 통해 해양사고 예방과 사고 발생 시 피해를 최소화하기 위한 다양한 정책을 시행하고 있다.

또, 해양사고 예방과 관련하여 사고다발지역 및 통행량이 많은 항로, 어선과 상선 입출항이 겹치는 항로 등에서의 항로표지 투자를 강화하여 왔다. 미래에도 항로표지 투자가 선진국 수준만큼 지속적인 투자가 이루어져야 하며 우리나라 해역의 특성과 선박 통행 패턴 및 종사자들의 운항형태 등을 고려해야 한다.

6) 해양사고 예방을 위한 항로표지시설 투자 확대

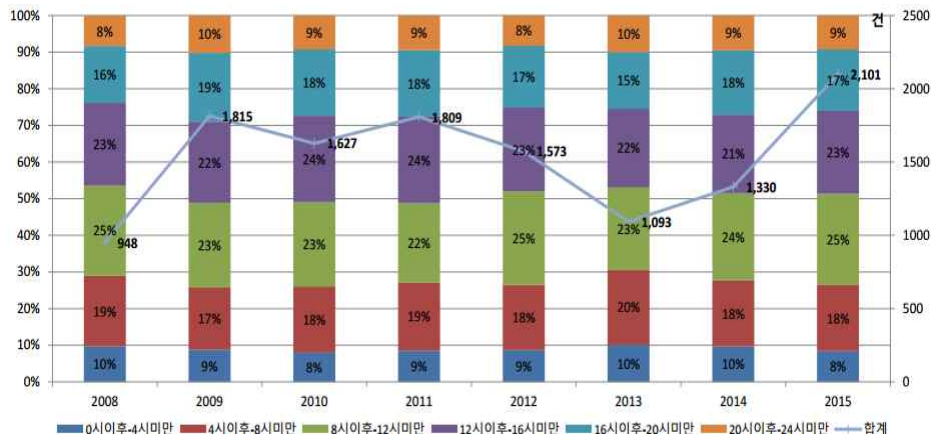
'08년부터 '15년까지의 해양사고에 대해 발생시간을 분석한 결과 08:00~12:00 사이에 가장 많이 발생한 것으로 나타났다. 전체적으로는 04:00~16:00 시간대에 발생하는 사고가 전체의 65%를 차지하고 있다. 어선사고 특히 소형 선박의 사고 비율이 높은 것과 사고 발생시간대와의 상관관계는 추가적인 분석이 필요하나, 수협 위탁판매 시간이나 판매시간에 맞추기 위한 야간조업 등 어선의 조업활동과 어느 정도 상관관계가 있을 것으로 추정되고 있다.

새벽이나 야간에는 시야가 제한적이고 피로도가 높기 때문에 선원들이 경계를 소홀히 하기 쉽고 안개, 바람, 파도 등 기상여건이 좋지 않을 때도 선박들의 항행안전 확보에 어려움이 많다.

정보통신 기술의 발달은 과거 단방향의 통신 및 소통을 쌍방향 통신이 가능케 하고 있다. 사고 다발 해역이나 선박통행량이 많은 항로상의 항로표지 시설을 더 많이 확충해 사고 취약시간대 정보 발령이나 기상정보 제공 등을 통하여 해양사고 예방에 기여할 수 있다. 또한 시청각적 인지도가 높은 항로표지시설 투자를 통해 선박의 안전운항과 해양 종사자들의 안정적인 해상활동을 지원할 수 있다.

31) 다중이용선박 : 선원을 제외한 13인 이상의 불특정 다수가 승객 등으로 승선하는 선박으로 여객선, 유·도선, 통신, 낚시어선, 요트·보트 등 레저선박 등을 포함하고 있으며 '15년 기준, 전국적으로 약 2,600여 척이 등록·운항 중

〈그림 4-8〉 해양사고 발생시간 분석



7) 노후된 항로표지시설 관리 및 신규시설 투자 필요성 증대

보다 안전한 해상교통 환경을 조성하기 위하여 노후화된 항로표지 시설의 교체 및 확충을 위한 투자 수요가 증가하고 있다. 항로표지 시설은 거친 자연 환경에 노출되어 있기 때문에 부식과 파손 등이 자주 일어나고 있으며 이들 시설에 대한 정비, 유지보수, 교체 및 신형 장비의 개발 등에 대한 수요가 지속적으로 발생하고 있다.

변화하는 해상 교통 환경에 부응하기 위해 적재적소에 항로표지 시설을 확충하고 지속적인 시설물 정비를 통해 해상교통의 안전과 해양사고의 예방을 도모하고 있다.³²⁾ 항로표지 시설 투자는 해상교통 환경 개선뿐 아니라 지역경제 활성화에도 기여하는 등 효과가 적지 않기 때문에 향후에도 지속적으로 노후 시설 정비와 더불어 새로운 시설 투자가 이루어져야 할 것이다. 또한 우리나라는 해안 지형이 복잡하고, 선박의 통행로가 수시로 변화하는 곳이 많으므로, 주요 항만의 정박지나 조선업체의 시운전선 및 블록운반선 등의 입출항이 빈번한 지역과 양식장 등이 밀집한 해역의 경우 집중적인 투자가 요구되고 있다.

³²⁾ 뉴스&핫이슈 디오데오, 제주해양관리단, 노후 항로표지 시설 정비 추진, 2016.01

<<http://www.diodeo.com/news/view/1374951>>

8) 개발도상국 대상의 항로표지분야 무상협력사업 확대

항로표지 국제사회에서 우리나라의 위상은 국제항로표지협회 이사국 3연속 선임, 제19차 컨퍼런스 유치('18.5. 인천) 등 지속적으로 강화되고 있다. 항로표지 분야에서의 국제협력을 강화하고 관련 의제를 선도하기 위해서는 개발도상국과의 협력을 통한 위상 강화가 중요하다.

KOICA를 통한 개발도상국 지원사업(ODA) 기금을 활용한 항로표지 인프라 구축 지원사업을 현재 필리핀을 대상으로 추진 중에 있다. 그 외 캄보디아, 베트남, 인도네시아 등 국가에 유·무상 협력사업을 추진할 수 있는 예산확보가 필요하다. 이를 통해 국내 항로표지산업의 신흥시장 진출 기반을 마련하고 산업을 육성하여 국가 경제에 기여할 수 있는 여건을 조성해야 한다. 이러한 국제협력사업의 성과를 바탕으로 아세안 지역뿐 아니라 아프리카 중남미 등으로 확대할 필요가 있다.

2. 신규 투자 지표 항목 검토

항로표지 시설에 대한 지속적인 투자와 효율적 관리를 위해서는 무엇보다도 안정적인 예산 확보가 중요하다. 환경변화와 수요를 고려한 시설투자 계획과 목표를 수립하였더라도 뒷받침하는 충분한 예산이 없다면 목표한 성과를 달성하는 데 어려움이 있다.

다른 부처인 국토교통부에서는 중기교통시설 투자계획을 통해 시설투자 목표를 설정하고 있는데 도로는 고속국도연장(km), 일반국도 연장(km), 철도는 영업거리(km) 복선화율(%), 전철화율(%) 등을 설정하여 성과목표를 관리하고 있다.

〈표 4-21〉 교통 분야 투자 계획

1. 도로연장 : '15년 1.8만 → 20년 2만km (6.6%↑)
2. 철도연장 : '15년 3,610 → 4,520km (12.5%↑)
3. 항만 하역능력 : '15년 24백만 → 36백만TEU (150%↑)
4. 공항 수용능력 : '15년 연 219만 → 220만 회 (연 2천회↑)

자료 : 국토교통부, 제4차 중기교통시설 투자계획(2016-2020), 2016

앞서 언급한 다양한 항로표지시설의 수요요인들 중 항로표지시설의 설치 목적을 고려하여 유의미한 지표를 선정하였다. 이러한 유의미한 지표를 해양활동지표라고 정의하고 이 지표의 활용성을 검토하였다.

〈표 4-22〉 신규 지표로 고려한 해양활동지표

- **항만의 수출입화물처리실적** : 선박을 통해 수출입하는 화물처리실적에 따른 경제적 물적 피해 예방을 고려한 변수(PORT-MIS 화물처리실적 기준)
- **입출항 선박 추이** : 입출항 선박 통행량에 따른 항로표지 수요 증가를 고려한 변수(PORT-MIS 입출항 화물선의 척수 기준)
- **어선입출항 횟수** : 어민들의 생계수단인 어선의 입출항 횟수를 고려한 변수 (국민안전처, 통계 기준)
- **해양이용객** : 여객선, 유도선, 통선, 낚시어선 등 이용 인구수를 고려한 인적 안전 효과를 고려한 변수(국민안전처, 해운조합 통계 기준)
- **해양사고 건수** : 해양사고 발생 건수를 고려한 변수(해양안전심판원 통계 기준)

1) 입출항 선박 추이 및 어선 입출항 횟수

우리나라 항만을 입출항하는 선박 척수는 선박 대형화의 영향으로 인하여 현재 정체기에 접어들었다. 물론 선박의 대형화로 인해 선박과 직접 연관된 해양 사고가 더 큰 경제적·사회적 피해도 발생할 개연성이 높다. 따라서 인근해역 및 항만 등의 혼잡항로, 해양사고 빈도가 높은 해역 등에 대한 항로표지시설의 확충을 통해 지속적으로 항해자에게 안전한 통항환경을 제공해야 할 것이다.

또한 인근해역을 항해하는 어선도 동일한 항로를 이용하고 있어 함께 고려해야 할 필요가 있다.

2) 수출입화물처리실적 추이

수출입화물의 99%는 항만을 통해 반입·반출되고 있다. 선박에 의해 수송되는 화물은 경제주체들의 주요한 자산이다. 따라서 항만에서 처리되는 화물물동

량이 증가하면 증가할수록 선박의 의해 수송되는 화물의 피해가 발생할 확률도 높아진다. 따라서 앞서 언급한 입출항 선박과 같이 수출입화물을 안전하게 목적지까지 이동할 수 있게 도움을 주는 항로표지시설이 중요하다.

3) 해양이용객 추이

도서지역의 여객선, 유도선, 낚시어선 등을 이용하는 일반국민이 증가하는 추세이다. 하지만 연안해역을 항해하는 선박 또는 이를 이용하는 이용객의 안전과 항로표지 시설 확충의 관계를 직접적으로 연계시키는 데에는 한계가 있다. 하지만 해양공간을 이용하는 일반국민의 안전을 위해 충분한 항로표지시설을 설치하여 운영함으로써 혹시 모를 인적·물적 피해를 예방하기 위해 항로표지시설이 부족한 해역에 확충이 필요할 것이다.

4) 해양사고 현황

해양사고 발생건수(또는 척수)의 현황을 볼 때 어선에 의한 해양사고, 또는 어선과 관련된 해양사고의 발생빈도가 상당히 높다. 앞서 언급했던 통계에서도 약 58%(2015년 기준 어선사고(1,729척)/총 사고(2,998척))로 나타났다. 항로표지시설의 주된 목적인 선박의 안전한 운항을 위해 지속적으로 항로표지시설에 대한 투자가 필요함을 보여주는 것이라 생각한다. 하지만 항로표지시설의 확충이 어선의 해양사고를 예방할 수 있다고 단정 지을 수는 없다. 해양사고의 주된 원인이 항로표지시설이 부족해서 발생하는 것이 아니기 때문이다.

5) 해양활동지표 활용방법

해양사고 현황을 제외한 해양활동지표를 토대로 새로운 지표를 설정하였다. 우리나라 해역을 이용하는 어선, 상선, 여객선, 유도선이 주 대상이 되고 있으며, 이러한 선박을 이용하는 사람과 화물을 포함하여 다각적인 방법으로 지표를 적용하였다.

우선 모든 지표값이 존재하는 2010년부터 2014년까지의 평균값을 기준 지표로 설정하였다. 이를 토대로 ‘국내해양활동지수’를 산출했다³³⁾. 국내 해양활동지수는 우리나라 해양에서 활동하는 어선, 상선, 여객선, 유도선을 대상으로

입출항 척수(또는 횡수), 이용객 수, 화물처리실적 등을 토대로 지표화한 지수이다. 이 지수는 각 구성항목별 통계자료에 근거하여 해당연도의 수치를 반영하였다. 이를 바탕으로 해서 각 항목별 기준 지표값을 산출하였다.

〈표 4-23〉 해양활동지표항목의 통계 수치

연도별	선박입출항				수출입 화물	유도선 이용객	여객선 이용객	입출항 어선
	외항선박		내항선박					
	천척	만톤	천척	만톤	만톤(RT)	천명	천명	천척, 천회
2010	165	271,652	238	36,827	96,619	12,010	14,308	4,225
2011	167	296,203	234	37,068	106,957	11,720	14,266	4,227
2012	169	311,550	226	35,796	110,854	11,410	14,537	4,134
2013	167	323,375	224	36,161	112,321	12,930	16,062	5,220
2014	161	329,958	225	36,820	118,464	13,170	14,271	8,192
평균	166	306,548	229	36,535	109,043	12,248	14,689	8,192

주 : 입출항 어선은 2014년부터 작성기준 변경(척수→횡수)으로 새로운 작성지표인 2014년을 평균값으로 설정, 2013년까지는 척수 기준임

이 지표 항목에서 외항선박의 입출항 실적과 수출입 화물 톤수, 내항선박의 입출항 실적, 여객선 및 유도선 이용객은 2010년~2014년까지의 평균값을 기준 지표값으로 설정하였다. 다만, 어선 입출항실적은 2014년부터 변경된 산출식에 의해 도출된 2014년 값을 기준 지표값으로 설정하였다.

해양사고로 인해 물적·인적피해가 발생하지만 인적피해의 예방이 더 중요하기 때문에 여객선 및 유도선 이용객을 20%로 적용하였다. 그 외 물적피해가 많을 것으로 예상되는 항목인 어선 입출항실적, 외항 및 내항 입출항 선박척수와 톤수, 화물은 각 10%씩 적용하였다.

위와 같이 각 지표항목별 비중을 반영하여 평가한 결과, 2015년의 국내 해양활동 지수는 104.6으로 평가되었다. 이는 기준값인 2010년~2014년 평균값보다 국내 해양활동이 다소 증가하였다는 것을 의미한다.

33) 국내 해양활동 지수는 본 연구에서 항로표지 투자의 기준을 마련하기 위해 도입한 것으로 학계, 업계에서 널리 사용되는 개념이 아닌 연구자 관점으로 설계된 지수임

〈표 4-24〉 2015년의 국내 해양활동 지수

구분	선박입출항				수출입 화물 백만톤(RT)	유도선 이용객 천명	여객선 이용객 천명	입출항 어선 천척, 천회
	외항선박		내항선박					
	천척	백만톤	천척	백만톤				
비중(%)	10	10	10	10	10	20	20	10
기준값 (5년 평균)	166	3065	229	365	1090	12,248	14,689	8,192
2015년 실적	162	3464	224	373	1216	13,477	14,971	8,192
국내해양 활동지수 (104.6)	0.974	1.130	0.977	1.020	1.116	1.100	1.019	1.000

주 1) 지표 계산 = 해당연도 실적치/기준값(평균)

2) 2015년도는 일부 항목의 통계가 미확정되어 2010년-2014년 평균 증가율을 적용한 값임

3) 입출항 어선은 2014년부터 작성기준 변경(척수→회수)으로 새로운 작성지표인 2014년
을 평균값으로 설정

이와 같은 방법으로 각 지표항목별을 매년 평가하여 국내 해양활동 지수를 산출할 수 있다. 이 결과를 바탕으로 안전한 해상교통환경 구축을 위해 항로표지시설의 중요성을 강조하고 이에 대한 세부적인 예산집행 계획 등이 마련되어야 할 것이다. 매년 정량적으로 관리할 수 있는 지수를 산출하여 관리함으로써 국내 해양활동이 어느 정도 수준인지를 가늠할 수 있다. 또한 안전한 해양교통 환경을 조성하기 위해 필요한 항로표지시설의 유지·보수뿐만 아니라 추가 확충, 노후 시설 교체 등의 정책예산이 지속적으로 필요하다는 당위성도 확보할 수 있을 것으로 판단된다. 이는 항로표지시설에 투자를 해야 국내 해양활동 지수가 높아지는 것이 아니라 국내 해양활동 지수가 증가하였기 때문에 항로표지시설에 투자해야 한다는 것을 의미한다.

3. 생애주기비용에 기초한 항로표지시설 투자 예산 설계

항로표지시설은 해양안전을 위한 필수 시설로 민간에서 지속적으로 시설을 보급하기 어려운 공공재의 성격이 있어 정부의 예산투자를 통해 시설을 확충하고 있다. 그러나 최근 예산 당국에서는 제한된 예산을 배분하는 과정에서 사회·경제적 효과가 큰 사업을 우선적으로 지원하는 경향이 있어 공공재의 경우에도 경제적 효과를 요구하는 경우가 많다. 이에 항로표지분야의 소요 예산을 설계할 때부터 항로표지시설의 생애주기비용에 기초한 예산설계가 필요할 것으로 여겨진다. 항로표지는 기존의 시설을 잘 관리하고 유지하면서 동시에 신규 시설을 확충해야 한다. 따라서 ‘시설물의 안전관리에 관한 특별법’에서 제시한 예산항목과 항로표지분야의 특수성을 고려하여 새로운 예산구성항목을 다음과 같이 도출하였다.

- ① 신규 투자 예산 : 항로표지분야의 주요 임무를 달성하기 위한 예산
- ② 유지관리 예산 : 기존 항로표지시설의 유지·보수, 개선을 위한 예산(Life Cycle Cost개념 적용)
- ③ 기술개발(R&D) 예산 : 첨단항로표지 기술개발, 항로표지 국산화 기술개발 등을 위한 예산(국가재정운영계획상의 R&D예산 비중 적용)
- ④ 국제협력 예산 : 한국의 항로표지분야 국제위상 강화를 위한 국제협력 예산(현재 항로표지분야의 국제협력 예산 적용)
- ⑤ 인력양성 및 해양문화 예산 : 항로표지분야 전문가 양성, 일반 국민의 해양문화 체험공간에 대한 투자 예산

〈표 4-25〉 항로표지분야의 투자예산 항목 분류

분류	세부 내용
신규 투자	안전한 해상교통환경을 구축하기 위해 해역별 필요한 신규 항로표지시설 설치 및 육상지역의 항로표지지원시스템 구축 비용
유지·보수	Life Cycle Cost 개념을 고려한 적정 비용 산출 (계획, 설계 시공, 유지관리, 폐기단계까지의 총비용 산출)
기술개발	우리나라의 국가재정운영계획상의 R&D예산 비율 적용(2016년 4.9%)
국제협력	IALA 등의 국제협력을 고정 예산 확보 (총 예산대비 2% 수준, 제2차 항로표지개발 기본계획 비율 적용)
기타	항로표지분야 인력양성, 해양문화 공간 확충 및 유지비용

1) 신규 투자 예산

우리나라는 해상에서의 선박안전사고 예방을 위한 항로표지 확충을 지속적으로 추진하여 항로표지시설을 2004년 3.63마일당 1기에서 2014년 2.67마일당 1기 수준으로 확충하여 안전한 해상교통 환경 조성에 노력하고 있다. 하지만 독일의 0.7마일당 1기, 프랑스 1.0마일당 1기, 미국 2.0마일당 1기, 일본 2.5마일당 1기 등을 비교해 보면 아직도 추가적인 항로표지시설 확충이 필요한 실정이다.

따라서 ‘제2차 항로표지개발 기본계획’에서는 신규 항로표지시설을 확충하여 2024년까지 2.4마일당 1기의 항로표지시설을 설치하는 것을 목표로 하고 있다. 이를 달성하기 위하여 연차별 구축 수량을 설정하였다. 따라서 연차별 항로표지시설의 신규 계획 대비 해당연도별 신규 설치 건수를 파악하여 달성도를 매년 관리해야 할 것이다.

또한 최근 우리나라에서 “한국형 e-Navigation사업”이라 불리는 대형 정책과제를 수행 중에 있다. 더 나은 해상의 통신인프라 구축, 통신기술을 개발하여 해상에서 더 나은 통신환경을 구축하려 하고 있다. 이를 지원할 수 있는 통신가능한 항로표지의 역할이 더욱 중요해지고 있는 시기라 할 수 있다. 특수신호표지시설은 AtoN AIS, 조류신호표지, 해상기상표지 등으로 우리나라의 e-Navigation 시스템을 지원할 AtoN AIS 시스템을 추가 확충하고 해상의 조류 및 기상 정보를 취득할 수 있는 특수신호표지시설을 지속적으로 확보해야 한다.

과거부터 우리나라 해역 또는 육상에 설치된 항로표지 관련 시설물들의 노후화 정도가 심각하다. 해상이라는 특수한 기후 환경으로 인해 시설물의 손상, 장애발생 등이 높아 이러한 시설물을 현대화해야 할 필요성이 증대되고 있는 만큼 이를 관리할 수 있는 지표를 설정하고 이에 맞는 투자가 병행되어야 할 것이다.

〈표 4-26〉 신규 투자 예산 지표

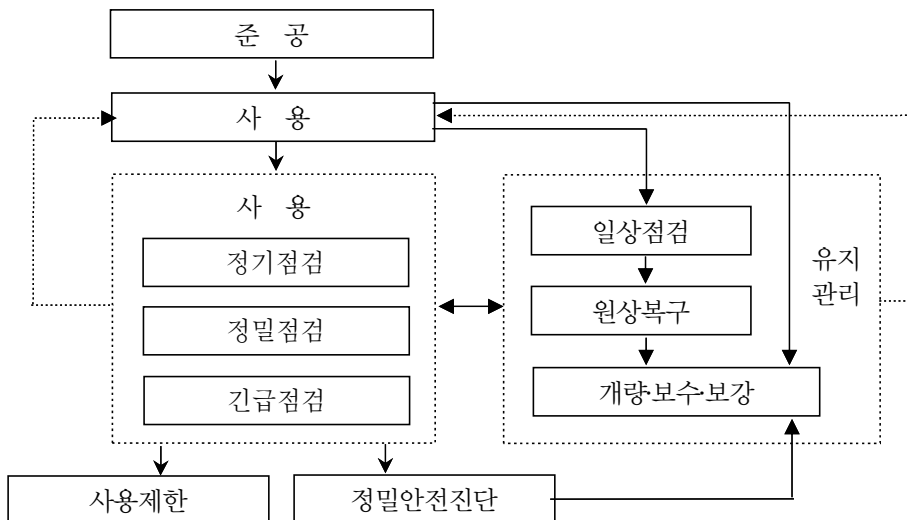
신규 투자 예산 지표	
주지표	항로표지시설 구축률로 설정 (2004년~2013년 평균 확충률 79% → 2014년~2024년 85%)
보조지표	항로표지시설 노후화 개선율 (현시점의 노후화 정도 평가 : 2024년 노후화율 2014년 대비 20% 개선)

2) 유지·보수 예산

유지보수 예산은 타분야에서 적용되고 있는 시설물의 생애주기 관리비용(Life Cycle Cost)을 적용하여 시설물의 설치계획단계부터 설계, 입찰/계약, 시공계획 및 시공, 인도, 운영, 폐기단계 등 모든 단계 동안 발생하는 총비용을 산출하여 체계적으로 예산을 확보해야 한다.

도로시설물의 경우 내구연수 동안 소요되는 총 유지관리비의 규모가 초기 건설 공사비를 초과하기 때문에 시설물을 계획하는 단계부터 총 생애주기 비용을 고려하고 있다.

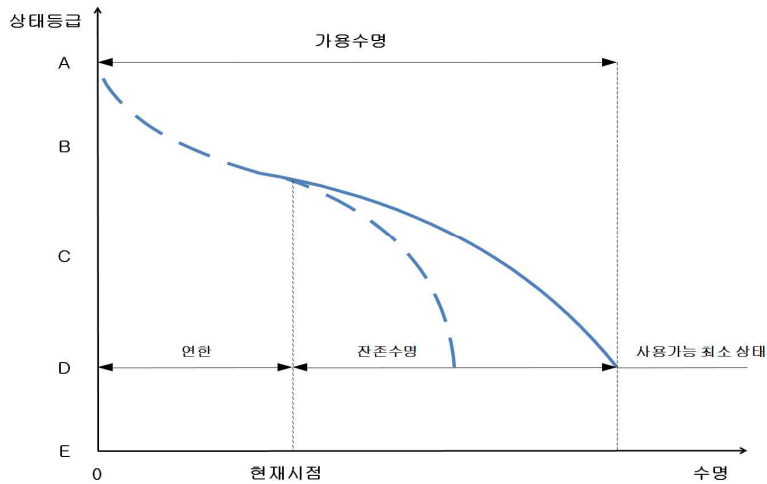
〈그림 4-9〉 시설물의 안전관리에 관한 특별법의 안전점검과 유지관리 절차



자료 : 한국시설안전공단, 생애주기비용에 기초한 시설물 최적 유지관리 시스템 개발, 2004

항로표지시설의 가용수명 계산은 공학적 판단과 전문가의 경험이 요구된다. 가용수명은 시설물의 연한과 잔존 수명의 합으로 계산되는데, 다음 그림은 현재까지의 감가상각을 계산하기 위한 가용수명을 나타내고 있다. 장부가액은 현재 시간에 대해 계산하고 매년 반복되는 예산을 추정하여 항로표지시설에 대한 자산평가를 수행해야 한다.

〈그림 4-10〉 현재까지의 감가상각을 평가하기 위한 시설물의 가용수명



자료 : 한국시설안전공단, 생애주기비용에 기초한 시설물 최적 유지관리 시스템 개발, 2004.

항로표지분야에서도 항로표지시설의 생애주기 개념을 적용하고 각 단계별 내용을 구분하여 항로표지 설계계획단계, 설치 및 유지관리단계, 운영 및 폐기 단계로 구분하여 현재 전체 항로표지시설에 대한 내수연한을 파악하여 대체 시설이 필요한 시설물과 유지 가능 시설물, 개량이 필요한 시설물 등을 구분하여 체계적인 관리를 해야 한다. 이를 통해 각 단계별 사업내용을 세분화하여 관리할 수 있도록 시설물 관리방식의 전환이 필요하다. 또한 ‘시설물의 안전 및 유지관리 기본계획(2013~2017년)’에서 설정한 시설물에 대한 목표지표인 ‘시설물 무사고’, ‘시설물 안전등급 A, B 비중 95% 유지’, ‘시설안전에 대한 국민 불만족률 개선’ 등은 항로표지분야에서 적용하는 것을 고려해 볼 만 하다.

이러한 육상시설물의 생애주기 관리비용을 적용하듯 항로표지시설에 대해서도 생애주기 관리비용을 적용하여 효율적으로 관리할 수 있는 체계를 구축하고, 매년 관련 비용을 추산하여 관리하게 될 경우 예산 확보가 용이할 것으로 생각된다. 항로표지분야는 ‘항로표지개발 기본계획’을 10년 단위로 수립하고 있기 때문에 항로표지개발 기본계획 수립 시 이를 적용할 경우 보다 체계적인 연차별 비용 산출이 가능할 것이다.

〈표 4-27〉 항로표지분야의 생애주기 관리비용 항목

구분 항목		생애주기 관리비용 설명
항로 표지 분야	기획단계	항로표지개발 기본계획 수립을 위한 연구 비용
	설계계획	항로표지개발 기본계획에 근거한 연차별 설치계획 수립
	시설설치	항로표지개발 기본계획에 근거한 연차별 신규 비용 산출
	유지·운영 (교체/개량)	기존 해사의 항로표지시설·육상지원시스템 등의 유지보수, 개선 비용 산출
	서비스제공	항로표지정보제공 서비스 시스템 운영비용 산출
	시설폐기	항로표지시설 잔존가치 평가, 폐기처분 비용 산출

3) 기술개발 투자 예산

우리나라 항로표지분야의 기술개발을 위한 정책예산 지원이 필요하다. 국내 기술을 통한 eLoran 원천기술개발, 항로표지 기술의 국산화, 성능개선을 위한 R&D사업을 추진하여 항로표지분야의 기술개발에 적극적인 예산을 지원해야 한다. 따라서 항로표지분야의 기술개발 예산 비중은 정부의 국가운영재정계획에서 R&D 투자 비중을 적용하여 매년 5% 수준을 유지하는 것이 바람직하다고 할 수 있다. 이는 국가의 재정계획과 일치하는 한편 안정적인 기술개발 예산을 확보해 우리나라 해역에 적합한 전자, 통신 등의 기술개발을 지원할 수 있기 때문이다. 이를 통해 외국 기술의 의존도를 낮추고 국산기술을 보급하는 데도 기여할 수 있다.

〈표 4-28〉 기술개발 투자 예산

기술개발 투자 예산 지표	
기술개발	항로표지시설 예산의 5% (2016년도 국가운영재정비율 4.9%)

4) 국제협력

항로표지분야는 국제항로표지협회(IALA)와 같은 국제기구와의 협력이 중요하다. 국제기구에서 추진하는 다양한 규제, 기술적용 등의 국제적인 협약이 이

루어지기 때문에 우리나라의 이익을 대변할 수 있는 국제협력 활동을 강화해야 한다. 따라서 국제협력에 필요한 예산을 충분히 확보하여야 한다. 우선 본 연구에서는 ‘제2차 항로표지개발 기본계획’상의 국제협력 예산 비중인 1.7%보다 조금 상향된 2% 수준의 예산 확보를 목표로 설정하였다. 이를 통해 2018년 인천에서 개최 예정인 제19차 IALA 컨퍼런스를 성공적으로 개최하여 국익에 기여할 것이다. 또한 IALA 운영위원회 활동을 적극적으로 수행하고, 개발도상국 유무상협력사업을 지속적으로 추진할 수 있는 체계를 구축해야 한다. 국내의 항로표지분야 기술과 인력이 해외로 진출할 수 있는 기반을 조성한다.

〈표 4-29〉 국제협력 투자 예산

국제협력 투자 예산 지표	
국제협력	항로표지시설 예산의 2% (항로표지개발 기본계획상의 예산 비중)

5) 기타

그 외로는 항로표지시설을 유지보수 및 운영하기 위한 인력 교육에 대한 정량적 예산이 필요하다. 이를 위해 생애주기 관리비용의 총비용의 일정수준을 확보하여 인력들을 체계적으로 교육해야 한다.

또한 최근 등대와 같은 해양문화 체험공간을 이용하는 일반 국민이 증가하고 있기 때문에 이러한 해양문화 공간에 대한 지원이 필요하다. 해양문화 활동이 증가하면 이용자들의 소비가 이루어져 지역경제 활성화에 이바지할 수 있기 때문이다.

〈표 4-30〉 인력교육 및 경제활성화 투자 예산

인력교육	항로표지전문교육 등 인력교육 및 양성 비용
경제활성화	지역 경제활성화를 위한 해양문화 시설 구축 및 운영비용

제3절 신규 지표 개발

앞 절에서 언급한 성과지표, 투자지표 등은 다음과 같이 정리할 수 있다. 조직의 임무를 달성하기 위한 성과지표, 국내 해양활동 지수를 통해 항로표지시설의 투자 수요 지표, 항로표지시설의 생애관리 주기비용에 기초한 투자 지표로 구분할 수 있다.

통상 사회간접자본시설에서는 철도 연장(Km), 도로 연장(Km), 항만 하역능력 등 물리적인 지표를 투자지표로 삼는 경우가 대부분이며, 이는 항로표지의 경우에도 유사하다. 따라서 항로표지시설은 해안선 길이당 항로표지 기수를 투자 지표로 관리하여 왔다. 이 지표는 미래에도 매우 유용하다고 볼 수 있다. 새로운 항로표지시설의 투자 지표는 앞서 검토한 지표를 재정리 하였다.

1. 항로표지분야 신규 성과지표

조직의 주요 업무에 맞는 성과지표를 새롭게 설정하였다. 안전한 해상교통 환경 구축을 위한 항로표지시설 노후화 개선율을 대표 성과지표로 하고, 보조 지표로 첨단항로표지기술개발 진도율과 국제협력 이행계획 추진율을 선정하고 지표별 가중치를 부여해 종합적으로 관리해야 한다.

〈표 4-31〉 항로표지시설의 성과지표 대상항목별 산출방식

성과지표 대상항목	산출방식
신규 항로표지시설 구축률	당해 연도 신규 계획 시설 기수 / 당해 연도 신규 설치 기수
국제항로표지협회 권고 운영률 달성도	기존 방식 적용(국제기준 준수)
해양문화 공간 이용자수 및 만족도	기존 방식 적용(만족도 평가방식 개선)
항로표지시설 노후화 개선율	당해 연도 항로표지시설 총 내구연한 / 전년도 항로표지시설의 총 내구연한
첨단항로표지기술개발 진도율	첨단항로표지기술개발의 연차별 목표 달성도
국제협력 이행계획 추진율	국제협력에 대한 과정별 평가 기준 설정 (<표 4-1> 참조)

2. 국내 해양활동 지수를 이용한 투자지표

국내 해양활동 지수를 활용하여 매년 국내 해양활동 수준을 평가하고 이에 따른 예산을 추정하는 방법이다. 앞서 2절에서 분석하여 제시한 것처럼 외항선박의 입출항 실적과 수출입 화물 톤수, 내항선박의 입출항 실적, 여객선 및 유도선 이용객, 어선 입출항 횟수를 조합하여 지표로 설정하였다.

여객선 및 유도선 이용객을 각각 20%, 외·내항 입출항 선박 및 화물을 각각 10%, 어선 입출항 실적 10%로 비율을 적용하였다. 이를 통해 시뮬레이션을 할 경우 ‘2015년 국내해양활동지수’는 기준지표(2010년~2014년 평균값) 대비 104.6%로 나타났다. 즉 2010년~2014년에 대비해서 국내 해양활동이 증가했음을 알 수 있다. 따라서 해양수산 종사자들의 해양활동을 지원하기 위해 항로표지시설의 추가적인 확보가 필요하다고 판단할 수 있다. 이를 지원하고 뒷받침하기 위한 추가적인 예산이 필요하다는 것이다.

〈표 4-32〉 2015년의 국내 해양활동 지수

구분	선박입출항				수출입 화물	유·도선 이용객	여객선 이용객	입출항 어선
	외항선박		내항선박					
	천척	백만톤	천척	백만톤	백만톤(RT)	천명	천명	천척, 천회
비중(%)	10	10	10	10	10	20	20	10
기준값 (5년 평균)	166	3065	229	365	1090	12,248	14,689	8,192
2015년 실적	162	3464	224	373	1216	13,477	14,971	8,192
국내해양 활동지수 (104.6)	0.974	1.130	0.977	1.020	1.116	1.100	1.019	1.000

주 1) 지표 계산 = 해당연도 실적치/기준값(평균)

2) 2015년도는 일부 항목의 통계가 미확정되어 2010년-2014년 평균 증가율을 적용한 값임

3) 입출항 어선은 2014년부터 작성기준 변경(척수→횟수)으로 새로운 작성지표인 2014년을 평균값으로 설정

3. 생애주기비용에 기초한 투자지표

새로운 항로표지분야 예산 관리체제를 기반으로 구성한 지표이다. 신규 항로표지는 해양이용자들에게 안전한 항행을 도와주는 데 절대적으로 필요한 시설물이기 때문에 새로운 수요와 환경변화를 반영할 필요가 있으며, 이에 적합한 예산 구성항목을 설정하여 관리하는 방법을 제시하였다.

항로표지는 신규시설 투자와 기존 시설의 유지보수의 예산확보가 모두 중요하다고 할 수 있다. 따라서 시설물의 생애주기별 관리비용의 개념을 적용하여 아래와 같이 항로표지 투자와 관련한 변수들을 검토하고자 한다.

〈표 4-33〉 항로표지분야 예산 구성 항목

구분		지표 내용
신규 투자	주 지표	항로표지시설 구축률로 설정 (2004년~2013년 평균 확충률 79% → 2014년~2024년 85%)
	보조 지표	항로표지시설 노후화 개선율 (현시점의 노후화 정도 평가 : 2024년 노후화율 2014년 대비 20% 개선)
LCC 비용	기획단계	항로표지개발 기본계획 수립을 위한 연구 비용
	설계계획	항로표지개발 기본계획에 근거한 연차별 설치계획 수립
	시설설치	항로표지개발 기본계획에 근거한 연차별 신규 비용 산출
	유지·운영 (교체/개량)	기존 해사의 항로표지시설·육상지원시스템 등의 유지보수, 개선 비용 산출
	서비스제공	항로표지정보제공 서비스 시스템 운영비용 산출
	시설폐기	항로표지시설 잔존가치 평가, 폐기처분 비용 산출
기술개발	eLoran시스템, 부표류 개발, DGPS 고도화 등 기술개발 사업비 5% 정률 적용	
국제협력	항로표지시설 예산의 2% 정률 적용	
인력교육	항로표지전문인력 교육 및 양성	
경제활성화	등대박물관 및 등대해양문화 공간 구축 및 운영에 따른 지역경제 파급효과 계량화(방문객당 가치 평가)	

제5장 항로표지 해양사고 예방효과 비용·편익 분석

제1절 기존 경제성 분석 방법 검토

항로표지 사업의 해양사고 예방효과를 분석하기 위해서는 사업에 소요되는 비용항목과 사업으로 인해 발생하는 편익항목을 도출하고 이러한 항목들을 상호 비교해 보는 방식으로 개별 사업에 대한 비용편익(B/C) 분석을 수행할 수 있다. 따라서 비용편익분석의 신뢰도는 비용항목과 편익항목을 얼마나 정확하게 객관적으로 도출할 수 있는가에 크게 의존하고 있다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 기존에 해상교통안전시설의 운영효과를 분석한 바 있는 「해상교통안전시설의 운영효과 분석·조사 연구(2006)」의 결과와 교통안전관련 비용과 편익 항목을 추정한 바 있는 「교통안전사업 투자평가지침(2009)」의 결과를 활용하여 새로운 ‘항로표지 해양사고 예방효과’의 비용항목과 편익항목을 도출하고 예방효과 분석을 위한 분석방법론을 설정하고자 한다.

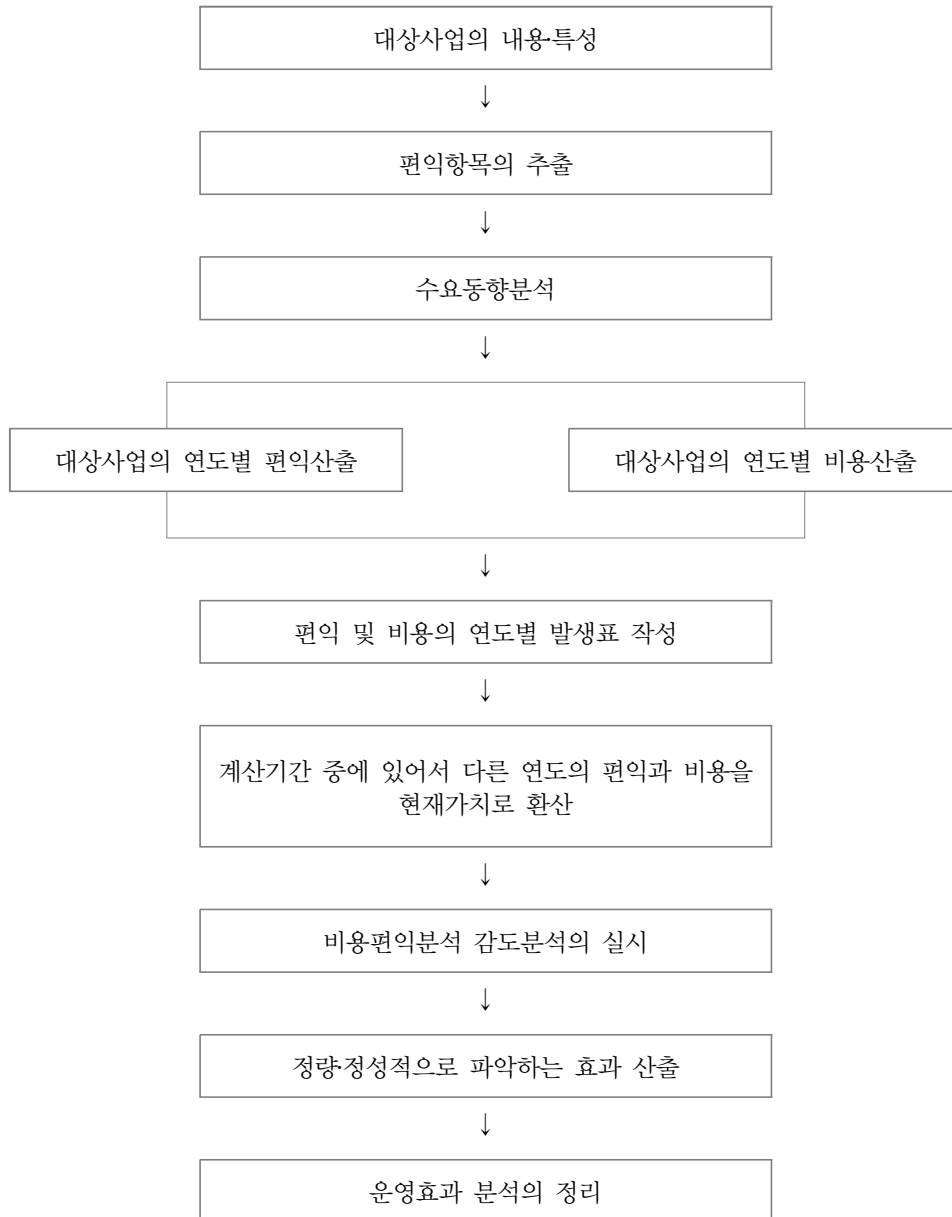
1. 해상교통안전시설의 운영효과 분석·조사 연구

해상교통안전시설의 운영효과 분석·조사 연구(2006)에서는 해상교통안전시설의 운영효과 분석을 <표 5-1>의 순서에 따라 수행하였다.³⁴⁾

가장 먼저 대상 사업의 특성을 파악하여 편익항목을 추출하였다. 이후 편익과 비용을 각각 산출하였으며 이를 사업 전 구간에 걸쳐서 배분한 후 현재가치로 환산하였다. 추가적으로 민감도 분석을 수행하고 정성적 효과를 도출한 후 전체 분석을 마무리하였다.

³⁴⁾ 해양수산부, 「해상교통안전시설의 운영효과 분석·조사 연구」, 2006.12. 내용을 발췌한 것임.

〈표 5-1〉 해상교통안전시설 사업의 운영효과 분석 절차



자료 : 해양수산부, 「해상교통안전시설의 운영효과 분석·조사 연구」, 2006.12.

1) 비용편익분석의 전제조건

해상교통안전시설 사업의 비용편익분석을 위한 전제조건인 공용연도는 대상 사업수행 시작 연도를 의미하며 건설기간은 대상사업을 건설하는 데 소요된 시작 연도부터 종료 연도까지의 기간을 말한다.

2) 비용의 산출

계산하는 비용은 건설비, 유지보수비, 기기갱신비로 하고, 사업계획의 연도별 비용을 사용한다. 일반적으로 비용편익분석에서는 사업에 투여되는 모든 비용을 포함한다.

3) 편익의 산출

편익이란, 해상교통안전시설사업에 따른 효과를 화폐가치로 환산한 것이다. 해상교통안전시설사업은 각각 대상사업의 특징에 따라 편익 발생구조가 다르므로 대상사업이 하는 역할, 실시 목적 등을 고려한 후에 산출할 편익을 선정한다. 본 모델에서는 해상교통안전시설 사업의 효과 중에서 화폐가치 환산이 가능한 해양사고감소는 안전 편익, 운항능률에 따른 운항시간단축, 운항경비절감 등은 수송편익, 안전편익과 수송편익 이외의 편익을 기타편익으로 한다. 그리고 시설, 장비, 토지 등의 잔존가치도 편익에 포함시켜 산출한다.

안전편익은 해상교통안전시설 사업을 통해서 사업 대상해역의 안전성 향상이 기대되기 때문에 나타나는 편익으로 해양사고 1건당 또는 선박 1척당 경제적 손실을 통계적으로 찾아냈다. 그리고 이것을 사용하여 해양사고 감소 효과를 화폐가치로 환산하여 기대손실 회피비용을 산출할 수 있는데 이처럼 해양사고 감소효과를 화폐가치로 환산한 것을 안전편익이라고 부른다.

수송편익은 항행거리 단축으로 인한 선박의 통항시간 단축, 단위시간당 수송비용 단축 등으로 인해 발생하는 기대 편익을 말한다. 수송편익은 운항시간 단축률, 운항경비 절감비용을 산출하여 사업대상 해역을 통항하는 선박 척수를 예측하여 화폐가치로 환산한다.

기타편익은 안전편익과 수송편익 이외의 잔존가치를 제외한 화폐환산 기능의 모든 편익을 말한다.³⁵⁾ 마지막으로 잔존가치는 평가기간 이후에도 물리적인 내구연한에 미치지 않는 시설, 장비, 토지 등에 잔존하는 자산의 가치를 말한다.

4) 평가지표

사업의 투자 효율성을 다양한 시점에서 판단할 수 있는 환경을 갖추고, 사업 평가 결과의 투명성을 높이기 위해 운영효과 분석에서는 「비용편익비, 순현재가치, 경제적 내부수익률」의 세 가지 지표 및 정량적, 정성적 분석결과를 사용하여 사업투자의 타당성을 평가한다.

- 비용편익비(CBR: Cost Benefit Ratio) : 비용에 대한 편익의 상대적 크기를 비로 나타낸 것으로, 이 수치가 1보다 클 때는 경제적 타당성이 있는 것으로 보며, 비용편익비는 사회적 할인율의 영향을 받음
- 순현재가치(NPV: Net Present Value) : 편익에서 비용을 뺀 것으로, 이 수치가 양(+)의 값을 가질 때는 사회경제적으로 보아 효율적인 사업으로 평가할 수 있으며, 순현재가치 역시 사회적 할인율의 영향을 받음
- 경제적 내부수익률(EIRR: Economic Internal Rate of Return) : 「투자한 자본을 계산 기간 내에 발생하는 편익으로 점차 갚을 경우에 비용 회수율이 어느 정도까지면 계산 기간 말의 수지가 맞는지」를 생각했을 때에 수지가 맞는 한도 이율을 의미한다. 이 수치가 설정하고 있는 사회적 할인율보다도 클 경우에는 사회경제적으로 봐서 효율적인 사업(투자비용의 회수율이 좋은 사업)으로 간주할 수 있다. 경제적 내부수익률은 사회적 할인율의 영향을 받지 않는다.

³⁵⁾ 기술의 발전으로 인해 기존과 다른 새로운 장비가 출현할 경우 기존 장비들과 다른 특성을 가질 수 있으며 이러한 특성의 차이로 인하여 발생하는 추가적인 편익은 기타편익에 포함됨

〈표 5-2〉 해상교통안전시설의 비용편익분석 모델

항목	설명
전제조건	
공용연도	대상사업수행 시작 연도
건설기간	대상사업을 건설하는 데 소요된 시작 연도부터 종료 연도까지의 기간
총 비용	건설비
	평가계산기간 중 기기의 갱신비용으로 각종 기기의 물리적인 내구연한에 기초하여 계산하며, 발생 연도의 비용으로 계산
	유지운영비
총 편익	안전편익
	수송편익
	기타편익
	잔존가치
평가 지표	비용편익비 (B/C ratio)
	순현재가치 (NPV)
	경제적 내부수익률 (IRR)

자료 : 해양수산부, 「해상교통안전시설의 운영효과 분석조사 연구」, 2006.12.

2. 교통안전사업 투자평가지침

「교통안전사업 투자평가지침」(국토해양부고시 제2009-663호)에 따르면 교통안전사업은 시행효과를 계량화하기 어렵기 때문에 교통안전사업의 특징들을 잘 반영할 수 있는 평가항목들을 선정하여 분석해야 한다고 권고하고 있다. 이러한 이유로 동 지침에서는 교통안전사업의 시행효과 분석을 위한 평가항목으로 경제적 요소뿐만 아니라 비경제적 요소도 포함시켰다. 또한 개별사업별로 사업의 특성이 상이하므로 해당 사업의 특성을 가장 잘 반영할 수 있는 평가항목을 자체적으로 개발하여 활용할 것을 추천하고 있다.

교통안전사업의 경제적 편익 분석방법은 우선 사업의 편익과 비용 항목을 화폐적 가치로 추정하고 현재가치로 환산한 뒤 비용편익비(B/C ratio), 순현재가치(NPV), 내부수익률(IRR) 등의 비교를 통해 해당 사업의 우선순위 등을 결정한다. 또한 경제적 편익분석에서 분석기간은 일반적으로 교통안전사업의 종류에 따라 5~20년의 기간을 적용하며, 사회적 할인율은 「교통시설 투자평가지침」과 동일한 할인율을 적용하고 있다.³⁶⁾

본 지침에서 경제적 편익은 교통사고 감소 편익을 대표적인 편익항목으로 설정하였는데, 이것의 계산은 교통안전사업 시행 전과 후의 교통사고 감소 건수의 차이를 화폐적 가치로 계산하여 추정하였다.³⁷⁾ 교통안전사업에서는 교통시설 평가지침에서 중요한 편익 항목으로 설정하고 있는 통행시간 절감 편익은 편익으로 고려하지 않고 있다. 왜냐하면 교통시설과 달리 교통안전사업은 통행속도를 줄이는 것이 일반적이기 때문에 통행시간 절감 편익은 배제하는 것으로 설정하였다.

교통안전사업의 비용항목들은 건설비³⁸⁾, 유지관리비, 부대 경비 등으로 구성되는 것으로 설정하였다. 각각의 편익항목과 비용항목들을 산정한 후 비용편익

36) 국토교통부, 「교통안전사업 투자평가지침」(국토해양부고시 제2009-663호), 2.4 교통안전사업 시행 효과 등 분석

37) 사망, 부상, 교통사고 등 교통사고 피해종류별 사고비용은 한국교통연구원에서 매년 추정하고 있는 교통사고비용 추정자료를 활용하며, 이때 심리적비용(PGS)도 포함하여 산정함

38) 건설비는 공사비와 용지보상비로 구성됨

비가 '1'보다 크거나, 순현재가치가 '0'보다 큰 경우에는 사업을 추진할 가치가 존재하게 된다.

비경제적 요소는 계량화하기는 어렵지만 사업의 시행 여부와 관련성이 높은 사업시행 예정지역의 교통관련 각종 지표들, 교통안전기본계획 등 관련계획과의 연계성, 사업의 추진 의지³⁹⁾, 사업의 형평성⁴⁰⁾ 등과 같은 사항들을 담고 있다.

〈표 5-3〉 교통안전사업 시행효과 분석을 위한 평가 항목

대분류	소분류	내 용
경제적 요소	경제적 편익	• 교통사고 감소효과를 경제적 편익으로 환산하여 비용과 비교한 값 • 비용편익비(B/C ratio), 순현재가치법(NPV), 내부수익률법(IRR)
비경제적 요소	교통안전 상관지표 분석	• 인구(거주인구, 통행인구, 노령화 지수 등) • 교통(차량등록대수, 교통량 등) • 사고(교통사고건수, 사망자·부상자수) • 시설(도로·보도·교통안전시설 설치비율 등) • 기타(보험금 지급액, 교통수단별 수송분담률 등)
	관련계획과의 연계성 및 투자근거	• 관련계획에의 반영 여부 • 정책 방향과의 일치성 여부 • 교통안전점검·진단결과 개선권고 결과
	사업추진의지 및 주민호응도	• 시민단체 및 지역주민의 여론, 사업건의 또는 설문조사 결과 등
	기타 자체분석 결과	• 사업의 형평성 등 기타 자체분석 결과

자료 : 교통안전사업 투자평가지침, 국토해양부고시 제2009-663호

39) 교통안전사업 시행기관 또는 국민(주민)의 추진의지 또는 호응도를 말함

40) 교통안전사업은 차량 이용자뿐만 아니라 보행자의 편익도 증대시킬 수 있어야 함

제2절 항로표지 경제성 분석 방법론 설정

1. 기본 전제

항로표지 사업은 다양한 시설들을 대상으로 하는 관계로 사업의 예산, 기간, 미치는 영향 범위 등이 모두 다르게 나타나는 특성을 가지고 있다. 따라서 개별 사업에 대한 예방 효과는 서로 차이가 있어 소규모 사업의 경우 일부 편익 항목의 가치가 매우 미미하게 나타날 수도 있다. 하지만 본 연구에서 제시하는 방법론은 모든 항로표지 시설을 대상으로 적용 가능한 범용적인 차원에서 마련 되었으며 개별 시설들 간의 특성 차이는 화폐적 가치의 차이로 구분이 가능하기에 따로 편익항목이나 비용항목을 제외하지는 않기로 한다.

항로표지 사업에 대한 평가기준으로는 기존의 사업 평가에서 보편적으로 활용되고 있는 비용편익비(B/C Ratio), 순현재가치(NPV) 등을 사용하며, 이러한 분석을 위해서 필요한 사회적 할인율은 5.5%⁴¹⁾을 적용하기로 한다.

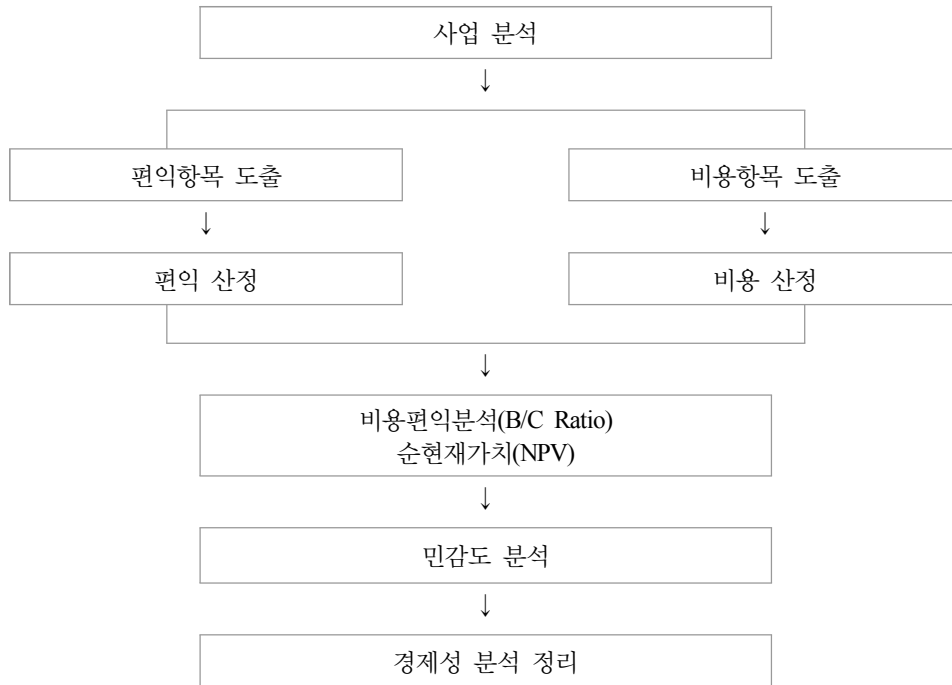
2. 분석 절차

항로표지 사업의 해양사고 예방효과에 대한 경제성 분석 방법론은 먼저 대상 사업에 대한 특성과 차이점을 파악한 이후 편익항목과 비용항목을 도출한다. 이후 도출된 항목들에 대하여 화폐적 가치를 산정하기 위한 방식을 수립하고 각각의 항목별 편익과 비용의 화폐적 가치를 계산한다.

편익과 비용 항목에 대한 화폐적 가치가 도출되면 이것을 사업기간에 대입하고 사회적 할인율을 이용하여 현재가치를 산출한 후 비용편익분석, 순현재가치 등을 계산해 낸다. 마지막으로 편익과 비용의 변화에 따른 민감도 분석을 수행한 후 분석을 종합하고 결론을 도출한다.

41) ‘교통시설 투자평가지침(5차 개정)’(2013. 11)에서는 도로, 철도, 항만, 공항 등 교통시설의 타당성 평가를 위한 사회적 할인율로 5.5%를 제시하고 있으며, 철도사업의 경우는 장래 30년에서 40년까지는 할인율 4.5%를 적용하고 있음

〈그림 5-1〉 항로표지 경제성 분석 절차



1) 편익항목 도출

항로표지 사업의 편익항목은 크게 안전제고 편익과 수송효율 편익으로 구성된다. 안전편익은 해상교통안전시설의 설치로 인해 해상교통의 안전성이 향상되고 해양사고가 감소함으로써 나타나는 기대 편익이며, 수송효율 편익은 해상교통의 효율성이 증대되어 운항시간이 단축됨으로써 나타나는 기대 편익이다.

안전제고 편익의 산정은 사고 1건당, 선박 1척당 또는 인명 1명당 경제적 손실⁴²⁾을 화폐가치로 환산하여 계산하면 추정이 가능하다. 안전편익의 산정을 위해서는 연간 해양사고 발생건수, 선박의 물적 피해비용, 인적 피해비용, 선박 수리에 따른 기회비용, 화물 손실비용, 사고 처리를 위한 행정비용, 환경 오염 비용 등의 다양한 자료가 요구된다.

⁴²⁾ 물리적 피해비용, 인적 피해비용, 심리적 피해비용 등을 모두 포함하고 있음

수송효율 편익의 산정은 통항하는 선박 1척당 단축된 운항시간으로 인해 절감된 운항경비를 계산하면 추정이 가능하다. 이러한 편익은 선박의 종류와 사이즈에 따라 차이를 보일 수 있으며 편익의 산정을 위해 선박 통행량, 선박 운항시간, 선박 운항경비 등의 자료 또한 필요하다.

이 외에 항로표지 시설에 따라서는 정책적 기능⁴³⁾, 문화적 기능⁴⁴⁾ 등을 제공하는 비시장가치를 가지고 있는 경우도 있다. 이러한 항로표지 시설의 비시장가치는 개별 시설별로 일정한 방법론⁴⁵⁾을 통해 추정한 후 추가적으로 편익에 반영해 줄 필요가 있다.

2) 비용항목 도출

항로표지 사업의 비용항목은 건설비, 유지보수비 등으로 구성된다. 건설비는 최초 사업 연도에 들어가는 공사비, 토지보상비, 각종 부담금, 부대경비 등의 사업 전반에 소요되는 경비를 말한다. 유지보수비는 매년 시설의 유지 및 보수에 소요되는 경비와 시설의 경우 교체비용을 포함한다.

3. 추가 검토 사항

항로표지 사업에는 다양한 시설들이 포함되어 있기 때문에 개별 사업마다 해양사고의 예방효과에 차이가 발생할 수 있다. 따라서 매번 사업마다 경제성 분석을 수행할 경우 보다 정확한 편익과 비용을 도출할 수 있는 장점이 있는 반면, 매번 동일한 작업을 반복해서 수행해야 하는 번거로움과 함께 인적·시간적 낭비 요소도 발생할 수 있다.

따라서 유사한 시설물들의 경우 편익과 비용에 대한 원단위 도출을 통해서 경제성 분석을 수행하는 방안도 함께 검토할 필요가 있다. 원단위를 이용한 방식이 실제 직접 수행한 경제성 분석과 결과에서 큰 차이를 보이지 않는다면 항

43) 해양영토관리, 국가 통신 인프라, 연근해 어업전진기지 등의 역할을 수행하고 있음

44) 해양문화 공간 등의 역할을 수행하고 있음

45) 대표적인 방법론으로 조건부가치측정법(CVM)이 있음

후 유사한 성격의 시설을 대상으로 한 사업에서는 원단위를 이용한 방식을 통해서 다수의 해양시설물들에 대한 경제성 분석을 보다 빠르고 용이하게 수행하는 방법을 적극 고려할 필요가 있을 것이다.

〈표 5-4〉 항로표지의 해양사고 예방효과 경제성 분석의 편익항목과 비용항목

항목 구분	편익/비용 종류	내 용	측정 방법
편익 항목	안전제고 편익	• 해양사고 감소로 인한 물적피해비용, 인적 피해비용, 심리적비용, 행정비용, 환경오 염비용 등의 절감비용	사고 1건당 손실 (충돌, 화재, 침몰 등) 인명사고 1명당 손실 (사망, 중상, 경상) 선박 1척당 손실 (전손, 중손, 경손)
	수송효율 편익	• 선박 운항시간 단축으로 인한 운항경비 등의 절감비용	선박 1척당 운항경비 절감액
	정책적/문화적 편익	• 해양영토, 통신 인프라, 어업전진기지 • 해양문화 공간	조건부가치측정법 컨조인트분석
비용 항목	건설비	• 공사비 • 토지보상비 • 각종 부담금, 부대경비	
	유지보수비	• 매년 시설의 유지 및 보수를 위해 소요 되는 비용 • 시설 교체비	

안전제고 편익이 항로표지 시설의 설치에 따른 해양사고 절감비용으로 추정할 수 있는 반면, 수송효율 편익은 선박 1척당 운항경비 절감액을 이용할 수 있다. 선박운항 경비 절감액은 선박의 일일운항비를 먼저 계산하고, 항로표지 설치에 따른 운항단축 시간을 추정한 다음, 시간당 운항비를 적용하여 추정할 수 있다. 그러나 개별 선박의 일일운항비는 실제로 선박마다 모두 다르기 때문에 이를 일일이 집계하여 관리하기에는 매우 어렵다.

또한 단축된 운항시간을 정확하게 식별해내기 위해서는 항로표지시설 설치 전, 후의 운항기록 등이 관리되어야 하는 어려움이 있다. 개별 선박 단위의 운항시간 단축효과는 크지 않을지 몰라도 연간 수천, 수만 척의 선박이 입출항하

거나 통항하는 항만이나 해역의 경우 상당한 경제적 효과가 발생할 것으로 기대된다.

단순하게 일일운항비가 7천 달러인 선박이 항로표지시설이 설치된 특정해역을 통항하여 운항시간을 30분 절감했다고 가정한다. 그리고 동 해역을 통과하거나 입출항하는 선박이 1만 척이라고 하면, 연간 18억 원의 경비를 절감할 수 있다.

이외에 정책적, 문화적 편익도 발생할 수 있는데 이 경우에는 조건부가치측정법이나 컨조인트분석 등을 통해 편익을 추정하게 된다. 조건부가치측정법은 정책적, 문화적 편익 추정뿐 아니라 다양한 공공재의 경제적 편익을 측정하는데도 사용된다. 이 경우 보통 설문을 통해 지불의사와 금액 등을 확인하며 이를 분석하여 편익을 산정하게 된다.

제3절 항로표지 경제성 분석 결과

1. 분석 대상 시설 개요

선박자동식별시스템(AIS, Automatic Identification System)은 선박의 운항상황을 실시간 모니터링하고 해양사고 등 선박의 조난 시 신속한 대응을 통해 피해를 최소화하기 위한 기반 인프라이다. 또, 선박을 자동으로 식별하고 선박제원과 운항정보를 실시간으로 파악할 수 있는 기능을 제공하는 시스템이다. AIS 운영은 크게 선박과 정보를 주고받는 기지국과 각 기지국으로부터 수집된 정보를 분석·활용하는 운영국으로 구성되며 이러한 기지국과 운영국은 전국 주요 해안지역 및 도서지역에 배치되어 있다.

〈그림 5-2〉 AIS 운영 체계



이처럼 AIS는 통상 선박과 기지국에 설치하여 운영함으로써 해양사고 예방과 원활한 해상교통에 기여하고 있다.

항로표지용 AIS의 작동원리는 선박에 장치된 선박자동위치식별장치와 동일한 방식으로 운영된다. 항로 또는 해역에 대한 정보를 얻고자 하는 곳에 AIS

장치를 부착하여 이를 통해 정보를 수집하고, 이를 통해서 수집된 정보는 운용 센터를 거쳐 정보를 필요한 곳에 송출하도록 하고 있다.

〈그림 5-3〉 항로표지용 AIS 작동 방식



즉 항로상에 위치한 각종 항로표지 시설에 설치된 장비를 통해 인근 해역을 항행하는 선박의 위치와 선박의 운항정보를 무선데이터 송신방식으로 인근선박 및 육상기지국에 송·수신하며, AIS 기지국은 선박-육상 간 AIS 전파를 송수신하고, AIS 운영센터는 수신된 AIS 정보를 선박관제업무에 활용 및 선박과 쌍방향통신을 통해 선박에 기상 및 항해안전정보를 제공한다.

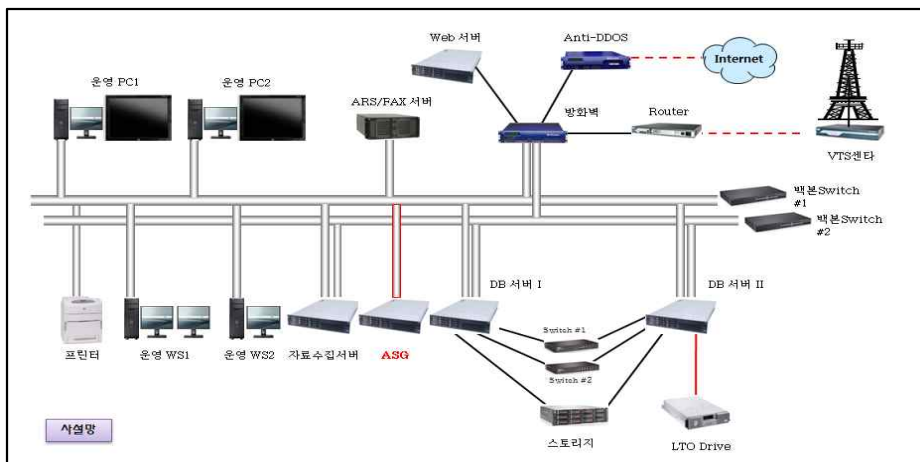
이러한 항로표지용 AIS의 기본적인 주요 기능은 아래와 같다.

- AIS 설치 위치와 수집된 기상정보 제공
- 안전항해에 대한 추가적인 서비스 제공(항로표지의 고유 업무적인 기능 추가)
- 항로표지의 이탈 유무 확인, 즉 정 위치에 필요한 데이터 송신
- 위험 항로구간, 통항 분리구간, 변화된 지형적 특성, 안전항해에 지원되는 항로의 특이성 등의 표시와 이와 관련된 정보 제공과 함께 추가적인 기능을 제공
- 항로표지용 AIS 작동상태 감시
- 항로표지용 AIS 장비 안전 보전에 관한 추가적인 기능(CCTV, 블랙박스기능 탑재)
- 실시간 운용상태 확인

2. 분석 대상의 전제 조건

항로표지 투자는 지난 15년간 연평균 560억 원 내외로 편성되었고 이를 통해 다양한 사업을 추진해 왔다. 항로표지용 AIS의 경우 최근에는 시스템의 운영안전성 확보를 위한 주요장비 이중화, 노후장비 교체 등의 개량사업을 추진하고 있으며 본 연구에서는 이러한 AIS 사업, 그중에서도 항로표지용 AIS 사업의 경제적 효과를 분석하고자 한다.

〈그림 5-4〉 항로표지 이중화 설비 개요



현재 추진 중인 항로표지용 AIS 사업은 여러 지역의 항로표지 시설을 대상으로 진행되고 있다. '16년의 경우 국립해양측위정보원, 부산, 여수, 진도, 평택 등지에서 진행되며 사업규모는 50억 원 내외로, 본 연구에서는 이들 여러 지역에서 진행되는 사업 규모를 바탕으로 분석을 진행하고자 한다.

분석 대상 사업 규모는 다음과 같다.

- 사업지역 : 전국 주요 항로표지 시설 설치 지역
- 사업내용 : 사무실 이중화 및 항로표지용 AIS 추가 설치
- 사업기간 : 2년
- 사업비용 : 50억 원

실제 예산이 투입되는 항로표지 사업을 대상으로 비용 및 편익요인을 식별하는 데 있어서 한 가지 어려움은 특정 사업의 효과로 이를 구분하기가 어렵다는 데 있다. 예를 들어 AIS 시설 설치에 따른 편익과 비용항목에서 안전제고 편익이나 수송효율 편익이 AIS 시설 설치에 의한 것인지, 선사의 사고 절감 노력에 의한 것인지 아니면 다른 항로표지 시설에 의한 것인지 식별이 어렵다. 따라서 본 장에서는 앞서 제시한 측정 방법을 적용하여 각각의 편익을 추정하고자 한다. 한편 비용요인은 항로표지용 AIS 건설비와 유지 보수비 등을 반영하였다.⁴⁶⁾

3. 항로표지의 경제성 분석 결과

앞서 살펴본 것처럼 항로표지 사업의 편익 항목은 안전제고 편익, 수송효율 편익, 경제적/문화적 편익 등으로 구분할 수 있으며 사업과 시설의 종류에 따라 편익의 세부적인 내용은 달라질 수 있다. 예를 들면, 등부표는 해양문화 공간으로 활용이 어려운 반면 등대는 해양문화 공간으로 활용되고 있기 때문에 발생하는 편익에 일부 차이가 생길 수 있다.

안전제고 편익은 해양사고 감소로 인한 물적, 인적 피해 비용, 심리적 비용, 행정비용, 환경오염비용 등의 절감비용을 포함한다. 그러나 해양사고 감소로 인한 편익의 추정에 앞서 해양사고 감소가 항로표지 시설로 인한 것이라는 직접적인 인과관계는 증명하기가 쉽지 않다. 마치 대부분의 해양사고가 복합적인 원인에 의해 발생하는 것처럼, 해양사고 감소가 특정 요인에 의한 것이라고 주장하기는 사실 쉽지 않다. 즉 사고 감소는 선박 자체의 안전강화에 의한 것일 수도 있고, 선원의 안전교육이나 역량 제고에 의한 것일 수도 있으며, 해상교통 관제와 같은 항로표지에 의한 것일 수도 있기 때문이다.

안전제고 편익은 직접적으로 편익을 추정하기 어렵기 때문에 해양사고에 따

46) 조건부 가치 측정법 등은 보통 설문 전문 업체에 의뢰를 하는 경우가 많은데 이번 연구에서는 예산상의 문제 등으로 인해 동 방법에 의한 설문은 진행하지 않음. 본 연구에서의 설문은 항로표지 사업의 우선순위 선정 등을 위한 AHP를 전문가를 대상으로 연구진이 직접 수행

른 사고비용을 이용하여 추정한다. 항로표지 시설로 인해 해양사고가 감소되는 것을 전제로 해양사고비용을 활용하는 것이다. 피해 감소에 따른 해양사고 비용을 사고 건별로 추정할 수 있는 방법론은 개인 정보 보호 등에 따른 인적 정보 제공의 한계 등으로 아직 정립되어 있지 않다. 따라서 해양사고 비용 관련 데이터를 전체 값으로 제공하는 관련 기관의 통계와 수치를 주로 이용하여 비용을 추정하고 있다. 본 절에서는 교통연구원이 추정한 사고비용을 참조하여 비용을 추정하였다. 교통연구원에서는 도로뿐 아니라 철도, 항공, 해운 부분의 사고비용도 함께 추정하고 있는데 해양사고의 경우는 다음과 같이 추정하였다.⁴⁷⁾

- < 해양사고의 사고비용(교통연구원 추정치) >
- 사망·실종자의 생산손실비용 1인당 : 3억 7,283만원
 - 의료비용 1인당 : 603만원
 - 물적 피해 사고 척당 : 5,653만원
 - 행정비용 사건 1건당 : 평균 346만원

한편 한국해양수산개발원에서는 ‘해양사고의 심리적비용 추정방안 연구(2015)’를 통해 심리적 비용을 추정하였다.⁴⁸⁾ 2015년 연구에 따르면, 사망·실종자의 심리적 비용은 230,363천 원, 부상자는 87,758천 원으로 추정하였다. 즉 해양사고로 인한 사고 비용은 사망·실종자의 생산손실비용, 부상자의 의료비용, 선박 파손 등에 따른 물적 피해, 사고처리를 위한 행정비용 외에 심리적 비용도 포함하고 있다. 특히 가족의 사망이나 실종에 따른 상실감과 후유증의 경우 물리적 피해 못지않게 중요한 요소로 부각되고 있다. 과거에는 해양사고의 심리적 피해 데이터 확보의 어려움 때문에 추정이 쉽지 않았고, 사회적으로도 널리 반영이 되지 않았던 측면이 있으나 이제는 전체 해양사고를 추정하는 데 있어 고려해야 할 요소로 여겨지고 있다.

항로표지용 AIS 시설 구축에 따른 사고 예방 추정효과는 앞서 언급한 요인

47) 교통연구원, 2012년 교통사고비용 추정 및 추이 분석, 2015, p.73~78.

48) 한국해양수산개발원, 해양사고의 심리적비용 추정방안연구, 2015, p.94.

별 비용을 이용하여 검토하고자 한다.⁴⁹⁾ 분석을 위해 AIS 설치 인근 해역에서 AIS가 없었더라면 발생하였을 사고를 가정하고 이를 분석하기로 한다.

분석을 위한 관련 기초데이터는 다음과 같이 가정하였다.

< 항로표지용 AIS 시설 구축에 따른 사고 예방 추정을 위한 전제 조건 >

- 선박 : 선령 5년의 파나마스 벌크선⁵⁰⁾
- 승선원 : 15명
- 화물 : 석탄 6만톤

비용추정을 위해 연안해역에서 화물선 1척이 침몰하는 상황을 가정한다. 인명사고는 침몰로 인해 5명이 사망하고 10명이 부상을 입는 것으로 가정하고, 침몰에 따라 화물은 모두 멸실한 것으로 가정한다.

〈표 5-5〉 사고비용 추정 기초 자료

항목	비고
○ 선박 : 파나마스 벌크선	선령 5년 기준
○ 승선원 : 15명	국적선원 기준
○ 화물 : 석탄 60천톤	CIF 기준

〈표 5-6〉 해양사고 비용 추정을 위한 비용 단가

구분	기준	비고
선박 피해	중고선가(5년)	파나마스급 벌크선 : 14백만달러
인명손실	사망 5명 부상 10명	사망·실종 소득손실 인당 : 3억 7,283만원 의료비용 인당 : 603만원
화물 손실	석탄 6만톤	석탄 70달러(톤당)/호주산
행정비용	346만원	건당
심리적 비용	사망·실종자 부상자	2억 3,036만원 8,775만원

주 : 석탄가격 2016. 8월 기준, 달러 환율 : 1\$:1,120원 기준

49) 해양사고 비용은 해양안전심판원의 사고 통계와 수협중앙회, 한국해운조합, 보험회사 등의 실 지급비용 등을 기초로 추정하고 있으며 주로 전체 금액의 합계를 이용하여 계산

50) 파나마스 75천 DWT급

선박피해의 경우 선박이 전손되면 선박의 잔존가치 자체가 멸실되게 되며, 반파나 부분 파손 등의 경우도 선박구조나 수리비용이 선박의 잔존가치를 넘는 경우가 많고, 선주가 포기하는 경우가 많아 문제가 되고 있다. 인명손실은 사망·실종자 및 부상자의 수에 따라 계산되며, 화물의 경우는 선박의 상태에 따라 일부를 회수하는 경우도 있으나 전손이나 반파 등 손상이 심한 경우 대부분의 화물은 회수하지 못하고 멸실하게 된다.

유류나 화학제품 등과 같은 위험화물인 경우 해양오염을 야기하게 되며, 선박의 연료유가 유출되는 경우에도 환경오염 피해는 발생하게 된다. 환경오염 피해는 본 연구에서는 별도로 추정하지 않았는데 최근의 해양환경오염사고는 그 규모에 따라 차이는 있지만 방제비용과 환경오염에 따른 피해가 천문학적으로 발생하게 된다. 환경오염피해 추정은 피해추정과 보상이 소송과 각종 행정 절차에 따라 오래 걸릴 뿐 아니라 개별 사건에 따라 피해액이 매우 편차가 크고 추정의 방법론이 일반화 되어 있지 않은 것도 추정을 어렵게 하는 요인이 되고 있다.

〈표 5-7〉 파나마급 화물선 침몰 시 해양사고 비용 추정

구분	기준	비고(백만원)
선박 피해	중고선가(5년, 파나마급 벌크선)	15,680
인명손실	사망 5명	1,864
	부상 10명	60.3
화물 손실	석탄 6만톤	4,704
행정비용	346만원/건당	3.4
심리적 비용	사망·실종자	1,151
	부상자	877
소계		24,341

본 절에서 파나마급 화물선이 침몰한 사고에 대해 사고비용을 계산한 결과 243억 원 정도의 피해가 발생하는 것으로 추정되었다. 해양사고 피해 규모는 선종과 선령뿐 아니라 인명의 사상 정도 및 사고 정도에 따라 달라진다. 그러므로 AIS 등 항로표지시설의 운영으로 해양사고를 예방하게 된다면 그 경제적, 사회적 효과는 매우 크다고 할 수 있다. 특히 여기서 계산하지 않은 환경오

염 관련 비용까지를 감안하면 그 의미는 더욱 커진다고 할 수 있다. 동 시설이 내구연한 동안 해양사고를 한 건이라도 예방하는 데 기여한다고 하면 동시설의 건설비와 유지비를 고려해도 그 가치는 충분하다고 할 수 있다.

항로표지용 AIS 설치 및 운영에 따른 편익⁵¹⁾을 시설의 내구연한인 30년에 걸쳐 균등하게 발생하는 것으로 가정하고, 이를 현재가치로 추정하면 다음과 같이 추정할 수 있다.

〈표 5-8〉 AIS 설치 및 운영에 따른 편익 및 비용(현재가치)

연도	편익 (현재가치, 백만원)	비용 (현재가치, 백만원)
2017	-	2500.0
2018	-	2369.7
2019	2448.3	449.2
2020	2320.7	425.8
2021	2199.7	403.6
2022	2085.0	382.6
2023	1976.3	362.6
2024	1873.3	343.7
2025	1775.6	325.8
2026	1683.1	308.8
2027	1595.3	292.7
2028	1512.2	277.5
2029	1433.3	263.0
2030	1358.6	249.3
2031	1287.8	236.3
2032	1220.6	224.0
2033	1157.0	212.3
2034	1096.7	201.2
2035	1039.5	190.7
2036	985.3	180.8
2037	934.0	171.4
2038	885.3	162.4

51) 본 연구에서는 안전제고 편익을 중심으로 효과를 추정

연도	편익 (현재가치, 백만원)	비용 (현재가치, 백만원)
2039	839.1	154.0
2040	795.4	145.9
2041	753.9	138.3
2042	714.6	131.1
2043	677.3	124.3
2044	642.0	117.8
2045	608.6	111.7
2046	576.8	105.8
2047	546.8	100.3
소계	37,022	11,663

한편 AIS 설치를 위한 예산은 50억 원으로 2년에 걸쳐 투자 되는 것으로 가정하고, 장비와 시설의 교체비용을 포함한 유지비용은 건설비의 연 20%로 가정하여 30년간의 비용을 추정하였다.⁵²⁾

AIS 설치의 경제적 효과 분석을 위해, 추정된 편익과 비용을 기초로, 비용편익분석(B/C ratio)과 순현재가치(NPV)를 계산하였다. 비용편익분석은 그 값이 1보다 클 경우에 타당성이 있는 것으로 판단하며, 순현재가치는 0보다 큰 경우에 의미가 있는 것으로 간주한다. AIS 구축 및 운영에 따른 경제성 분석결과, 편익-비용 비율(B/C ratio)이 3.17로 1보다 높게 나왔고, 순현재가치(NPV)는 254억 원으로 계산되었다. 이처럼 경제성 분석 결과가 통상의 수용기준을 넘어 높게 나와 경제적 타당성은 확보되는 것으로 분석되었다.

〈표 5-9〉 AIS 경제적 타당성 분석결과

구분	분석결과
편익-비용비율(B/C Ratio)	3.17
순현재가치(NPV)	254억 원

⁵²⁾ 일반 시설의 경우 통상 유지보수비를 건설비의 10% 내외로 반영하나 항로표지용 시설의 경우 거친 해양환경에 노출되어 있어 유지보수 비용이 상대적으로 많이 소요되고 있어 20%를 반영

앞서 설명한 것처럼 해양사고 예방효과는 항로표지뿐 아니라 선원교육, 선박안전 강화 등 제반 정책이 복합적으로 작용하는 경우가 대부분일 것으로 판단된다. 하지만 본 연구에서는 항로표지가 사고 예방에 기여한 부분을 따로 추정하기 어려워 항로표지가 해양사고 예방에 미치는 안전제고 편익 효과를 집중적으로 추정하였다.

〈표 5-10〉 민감도 분석

구분	변화율(%)						
	-20	-10	-5	0	5	10	20
편익 변동시	2.5	2.8	3.0	3.1	3.3	3.4	3.8
비용 변동시	3.9	3.5	3.3	3.1	3.0	2.8	2.6

비용과 편익의 변화를 고려한 민감도 분석을 위해 편익과 비용이 각각 -20%에서 20%까지 변화하는 것을 가정한 민감도 분석을 실시하였다. 이 경우에 B/C는 모두 1 이상을 나타내, 사업의 경제적 타당성이 있는 것으로 드러났다.

항로표지 시설의 경제적 효과 분석 중 비용요소는 명확한 반면, 편익요소는 여러 경제적 가정과 전제하에서 추정을 하였다. 추정에 사용된 요소들의 단가는 시간과 개별 사업 그리고 사고 상황에 따라 달라질 수 있으나 추정 절차는 어느 경우에도 유사하기 때문에 다른 사업의 분석에도 본 절의 분석방식을 적용하여 경제적 효과를 추정할 수 있을 것이다.

제6장 결론 및 정책 제언

제1절 결론

1. 새로운 항로표지분야 투자지표 활용

항로표지시설은 해상에서 선박의 항행안전을 지원하는 것을 근본 목적으로 삼고 있으나 최근에는 해양문화 공간으로 활용되는 등 그 역할과 서비스 범위가 더욱 다양해지고 있다. 이는 해양수산 분야의 사회적, 경제적, 기술적 환경 변화와 더불어 수요자들의 니즈도 빠르게 변하고 있기 때문이다. 항로표지는 기본적으로 해상교통량 및 다양한 해상 활동과 높은 상관관계를 가지고 발전하여 왔으며 이러한 추이는 앞으로도 유지될 것이지만 최근에는 몇 가지 주목할 만한 변화도 감지되고 있다.

그중 하나가 투자지표의 변화라 할 수 있다. 오랜 기간 동안 항로표지 시설은 해안선 길이당 항로표지시설을 투자의 지표로 삼아 왔다. 즉 해안선 마일당 항로표지 시설 설치 기수를 대표적인 지표로 삼아 시설을 확충하여 왔으며, 이에 따라 '08년 2,092기였던 항로표지 시설은 '16년 2,677기로 증가하였는데 이는 3.13마일당 1기씩 설치된 시설이 2.45마일당 1기씩 증가한 것이다. 비록 우리나라의 항로표지 시설이 아직 선진국 수준인 0.7~2.5마일 수준보다는 낮지만 꾸준히 투자를 지속해온 결과라 할 수 있다. 앞으로도 광파표지뿐만 아니라 특수신호표지 및 ICT 기반의 전파표지에 대한 수요가 증가하고 있기 때문에 예산 설계 시 이를 반영할 필요가 있다.

또한 예산의 55%가 항로표지 개량에 투입되고 있는데, 이는 항로표지 시설의 지속적인 개량과 유지보수가 필요할 만큼 노후화된 항로표지시설이 많다는 것을 의미한다. 따라서 새로 제안한 '항로표지시설의 노후화 개선율' 10%를 새로운 성과지표로 설정하여 2024년까지 노후화를 개선하기 위해 적극적인 투자

가 필요할 것으로 판단된다.

‘국내 해양활동 지수’를 새로운 투자지표로 제시하였는데, 이는 외항선박의 입출항 실적과 수출입 화물 톤수, 내항선박의 입출항 실적, 여객선 및 유도선 이용객, 어선 입출항 횟수 등의 복합적인 요인을 지표로 활용하고자 한 것이다. 일반 국민의 안전한 해양활동을 지원하는 시설물이 항로표지이기 때문이다.

8가지 지표들의 이전 5개년 평균값을 이용하여 목표연도의 ‘국내해양활동지수’를 산출하는 방식은 두 가지 측면에서 유용성이 있다. 첫째는 5개년 평균값을 적용하는 것이기 때문에 특정연도의 해양활동에 상대적으로 영향을 덜 받게 된다는 것이고, 둘째는 이들 변수들의 값이 대체로 증가하는 추세를 보여주고는 있지만 경우에 따라서는 감소하는 경우도 있기 때문에 사업 예산의 증감과 그 궤를 같이하는 매우 현실적인 지표라는 점이다.

향후 국내해양활동지수를 구성하는 변수들의 추가적인 발굴과 이들 변수 간의 가중치 부여 및 객관적인 기준 마련을 위한 전문가 설문 등의 추가연구는 본 연구 이후의 후속 과제라 할 수 있다.

한편 항로표지시설은 종류가 다양하여 종합적인 시설관리체계가 필요할 것으로 판단된다. 이를 위해서 육상 안전시설물 분야에 적용되고 있는 생애주기 관리비용(Life Cycle Cost, LCC)의 개념을 항로표지분야에도 적극 도입할 필요가 있다. 생애주기 관리비용은 시설물의 기획, 설계에서부터 운용 및 폐기 시까지 필요한 모든 비용을 총망라하는 것으로 초기 설치비는 전체 투자비용에 비하면 일부에 불과하다고 할 수 있다. 따라서 현재 5,300여 개의 항로표지시설과 이를 운영하기 위해 필요한 시스템 등에 대해 체계적인 관리수준을 설정하여 운영하는 체계로 전환을 고려해야 할 것이다. 각 시설별 관리할 수 있는 정보를 생성하고 등급을 설정하여 등급별 관리를 통해 항로표지시설의 관리체계를 개선해야 한다.

따라서 초기 투자비 중심의 지표라 할 수 있는 해안선 길이당 시설 기수보다는 종합적인 관리 투자비 개념의 생애주기 관리비용 개념을 도입함으로써 투자 예산의 효율적 확보와 집행을 도모할 수 있고 시설의 경제적 수명을 예측할 수 있다. 다만 아직 생애주기 관리비용에 대한 관심과 이해가 부족하고, 이를

적용하기 위한 시스템이 미비되어 있으며 적용을 위한 데이터가 충분치 않다는 어려움이 있다. 항로표지 투자를 위한 생애주기 관리 비용의 본격적인 적용 및 실용화를 위한 추가적인 연구가 선행되어야 할 것이다.

2. 항로표지 시설별 경제성 분석 필요

항로표지시설은 동일한 사양의 시설을 설치한다 하더라도 지역과 해역에 따라 환경이 다르기 때문에 설치비용과 편익의 차이가 발생하는 경우가 적지 않다. 5장에서 제시한 것처럼 효과 분석을 위한 방법론은 사업의 구상단계 및 설계 시에 개별 사업의 비용, 편익 요인을 사전적으로 검토할 수 있도록 하기 위한 것이다. 항로표지는 해양안전을 위한 기반 시설이므로 경제적인 기준으로만 설치 여부를 판단하는 것은 적절치 않다.

경제성이 충분치 않지만 반드시 필요한 시설에 대한 투자를 정부 등 공공기관이 맡는 것은, 민간에 맡기는 경우 해당 시설이 공급되지 않거나 부족한 상황이 발생할 수 있고, 일부는 아예 시장에서 거래되지 않는 경우도 발생할 수 있기 때문이다.

항로표지는 사업 규모에 따라 설치가 여러 해에 걸치는 경우도 많고 규모 역시 다양하기 때문에 일원화된 비용요인이나 편익요인을 적용하기는 어렵다. 본 연구에서는 관련 연구나 분석에 필요한 비용 및 편익요소를 예시하였는데, 이를 실제 적용할 경우 사업의 특성을 고려할 필요가 있다. 사례로 제시한 사업의 분석 절차와 요소 값들을 참조하여 비용, 편익 요소 항목의 세부 값들을 변경, 적용해보는 민감도 분석을 통해 다른 사업의 경우에도 적절한 사업 규모와 투자비 등을 추정할 수 있을 것으로 본다.

항로표지를 포함한 교통안전시설의 경우 해양사고 절감비용을 추정하는 방식으로 이루어지는 편익을 추정할 수도 있으며, 조건부 가치측정법(CVM) 등을 적용하여 편익을 추정하는 경우도 있다. 조건부 가치측정법의 경우는 안전시설과 같이 시장에서 일반적으로 거래되지 않는 공공재의 가치평가에 널리 적용되는 방법 중 하나이기도 하다. 본 연구에서는 시간과 비용 여건상 조건부 가치측정을 위한 별도의 설문조사를 진행하지 않았으나 AIS 설치에 따른 편익과

비용요인을 식별하고 이를 적용하여 예방효과에 대한 경제성을 분석하였다.

항로표지와 같은 공공재의 경제적 효과는 어떤 형태의 방법론이든 추정된 편익이 경제적 효과에 영향을 미치게 된다. 이는 비용요소는 확정적이고 명확한데 비해 편익은 안전제고 편익, 수송편익, 사회경제적 편익 등 세부 요소의 추정치에 의존하게 되기 때문이다.

때때로 공공시설의 경우 경제적 효과가 기대치에 미치지 못하더라도 추진되는 경우가 적지 않다. 이는 필수 국가 시설 또는 안전시설의 경우 경제성 여부를 떠나 공급되고 운영되는 것이 더 큰 문제를 미연에 방지할 뿐 아니라 사회 구성원의 경제적, 사회 문화적 기반을 제공하는 것이기 때문이다. 이번 연구에서 분석한 AIS 시설의 경우는 경제적 타당성이 있음을 보여주므로 더욱 의미가 있다.

3. 지속적인 항로표지시설 확충 필요

항로표지는 해상교통 안전을 위한 국가기반 시설이기 때문에 민간에서 자체적인 수요에 따라 설치하는 사설 표지시설을 제외하고는 모두 국가에서 설치 및 운영을 하고 있다. 국가기관 시설의 하나로서 설치 및 관리되는 시설이기 때문에 과거에는 실수요자인 선사, 어민, 해양 경제 종사자 및 해양레저 인구의 수요보다는 주로 정부의 연차별 계획에 따라 투자가 이루어져 왔다. 물론 정부 투자가 민간의 수요를 기반으로 이루어지는 것이기는 하지만 항로표지라는 말에서 연상되듯이 항로표지는 대부분 항만시설과 그 궤를 같이하여 왔기 때문에 더욱 그러하다. 다행히 최근에는 사고가 빈번한 해역이나 해상통행량이 많은 해역에서의 투자도 크게 늘어나고 있고, 대형화·첨단화 되는 선박과의 안전정보공유를 위한 기술개발이나 시설 투자가 증가하고 있다.

미래 항로표지 시설 투자와 관련하여 큰 관심을 모으고 있는 것이 e-Navigation이라 할 수 있다. e-Navigation은 항해와 관련하여 선박은 물론 연관 시스템 간의 효율적인 소통과 육상서비스와의 연계를 통해 해양수산 업무에 종사하는 이용자들의 안전하고 효율적인 해상활동을 지원하기 위한 시스템이라

할 수 있다.⁵³⁾ e-Navigation 도입은 향후 항로표지 분야에서 다양한 영향을 미치게 될 것으로 예상되는데, 특히 개별 장비와 시설들 간의 정보 공유와 통합 및 활용을 위한 다양한 시도와 기술개발이 병행될 것이기 때문이다.

e-Navigation과 더불어 향후 추가적인 투자가 필요한 분야가 위성항법 시스템을 포함하는 전파표지 분야라 할 수 있다. 현재 선박운항은 대부분 전자해도와 위성항법시스템에 크게 의존하고 있으나 독자적인 위성시스템이 없는 나라들은 대부분 미국의 GPS를 주로 이용하고 있다. 독자적 위성시스템이 없는 우리나라 역시 GPS에 대한 의존성이 높아질 수밖에 없으며, 현재 GPS의 취약성은 그대로 우리나라 GNSS의 취약성이 되고 있다⁵⁴⁾. 이러한 취약성을 개선하기 위해 우리나라는 위성항법보정시스템(DGNSS)을 구축하여 좀 더 정확하고 안전한 측위 서비스 제공을 추진하고 있다.⁵⁵⁾

이처럼 새로운 환경변화를 반영하거나 좀 더 정밀한 서비스를 제공하기 위한 분야에 대한 투자는 더욱 확대해야 한다. 측위정보 서비스가 DGNSS로 변화하고 있고, 유무선 네트워크 고도화 및 스마트 기기 확산 등으로 측위정보 이용자의 정보기기 환경이 급변함에 따라 서비스 제공방식도 변화하고 있다. 현재 항로표지 서비스는 M2M(Machine to Machine)에서 M2H(Machine to Human)로 발전하고 있으며 IoT, 빅데이터 등 첨단기술을 이용한 모바일 서비스, 기기 간에 상호 소통하는 서비스 형태로 발전하고 있기 때문에 미래 항로표지 투자는 이러한 수요를 반영하여야 할 것이다.

4. 해양문화 공간으로서의 항로표지시설 활용

항로표지 시설은 과거 선박과 해상운송 종사자나 어민 등을 대상으로 서비스를 제공하여 왔다. 미래에도 선원이 항로표지시설의 핵심 이용자임은 변함이 없을 것이지만, 최근에는 일반 국민이 등대 등 항로표지 시설과 공간을 활용하

53) 한국해양수산개발원, 김수엽외, “해양수산분야 e-Navigation 활용방안 연구”, 2015.12. p.1.

54) 전파교란 및 방해에 취약

55) 정밀도가 10~30m인 GPS 위치정보를, 1m 이내로 보정한 시스템이 DGPS(Differential GPS)시스템을 의미

는 사례가 증가하고 있다. 일반 국민에게 문호를 개방하고 서로 소통하는 것은 규제 중심의 해사안전 정책에서 중요한 의미를 지니고 있다. 선원 중심의 이용자로는 항로표지에 대한 지속적인 투자에 대한 국민적 공감대를 이끌어내는 데 한계가 있을 수 있다. 등대를 포함한 항로표지 시설이 대국민 휴양지, 관광지 및 지역별 문화거점으로 활성화될 때 항로표지 정책은 국민의 신뢰 속에 더욱 지지를 받게 될 것이다.

제2절 정책 제언

1. 지속적인 투자를 통한 안전한 해양교통환경 구축

우리나라 해양사고 중 어선이 차지하는 비중이 여전히 높고 이들 어선사고의 대부분은 운항과실(63%), 재해방지 행위 부적절(15%), 장비조작 부적절(11%) 등으로 대부분 인적요인에 의해 발생하고 있다.⁵⁶⁾ 상선의 경우도 사고원인의 76%가 운항과실이기 때문에 해양사고를 줄이기 위해서는 경계강화 등 인적요인 대책이 중요하다.⁵⁷⁾

그러나 해양사고는 인적요인 외에도 안전한 해상교통환경을 저해하는 위해요소들에 대한 대응이 충분하지 않기 때문에 발생하기도 한다. 지정해역을 무시하고 양식장을 설치하거나 항로까지 침범하여 양식장을 설치하는 행위는 선박의 안전항해에 위해요소가 되고 있다. 또한 항로시설을 손상시키고 신고를 하지 않는 경우도 있고, 폐그물이나 어구를 투기 또는 방치하여 항해를 위협하기도 한다. 폐그물이나 로프는 선박의 기관 사고를 일으키는 요인의 하나이기 때문에 해상부유물 제거 등 안전한 운항환경 조성이 중요하다.

또한 업계 종사자들의 안전의식 제고도 매우 중요한 요소라 할 수 있다. 아무리 해양안전 시설에 대한 투자를 늘리고 선박의 안전장치를 강화하여도 이용자인 선원과 종사자들의 안전의식이 낮다면 해양사고는 줄어들지 않을 것이기 때문이다.

2. 해역에 특화된 항로표지시설 개발 및 보급

선박통항로 안전성 평가사업은 연안해역의 주요 선박통항로, 사고다발 해역, 통항밀집해역 등을 분석하여 선박통항여건을 개선하기 위한 사업으로 '15년부터 본격 시행 중에 있다. 이들 해역에서는 해류와 같은 기후조건뿐 아니라 선

⁵⁶⁾ 선박용도별 사고를 살펴보면 어선사고는 '08년 77%였으며 '15년에도 69%를 차지하여 어선이 비중이 매우 높음

⁵⁷⁾ 운항과실의 세부원인은 경계소홀(75%), 법령 미준수(14%) 등임

박통행량, 항로표지 시설, 항로의 수심 등 다양한 환경여건을 조사, 분석하고 있다. 이러한 해역별 환경 분석과 수요 발굴을 통해 해역에 필요한 항로표지 시설을 설치하고 운영할 필요가 있다. 기존의 지역별, 청별 예산 배분 등으로는 해역의 특성과 환경을 고려한 항로표지 시설 투자에 한계가 있을 수 있으므로 안전성 평가 사업 등을 통해 해역별 특성을 고려한 항로표지 시설 투자가 이루어져야 한다. 또한 울산, 광양, 인천 등 위험물 취급항만은 해상교통안전진단 제도가 도입되기 전에⁵⁸⁾ 개발, 운영된 항만들이기 때문에 이들 항만에 대해 통항로와 입출항 지원체계뿐 아니라 항법·항로표지, 선박관제 등에 대한 전반적인 조사, 분석이 필요하다. 대부분의 위험물 취급 항만은 항만시설뿐 아니라 배후시설 등을 포함하여 거대한 도시를 형성하고 있어, 선박의 입출항 항로에 설치된 항로표지들의 경우 야간에는 도시의 배후광에 의하여 제대로 식별되기가 어렵고 소형선박들의 통항도 인지가 어려워 사고 발생 위험성이 있다. 따라서 항로상에 설치한 기존의 각종 항로표지에 대하여 각 지역별 환경에 맞게 기상여건 및 주야간 식별이 용이하도록 시스템을 개선할 필요가 있다.

3. 항로표지 경제성 분석을 위한 원단위 산출 연구 추진

항로표지 시설의 해양사고 예방효과 분석을 위해서는 다양한 편익과 비용 요소들에 대한 정확한 데이터가 필요하다. 특히 비교적 정확한 비용 요소에 비해 편익요소는 여러 가정과 전제조건 하에서 추정할 수밖에 없다. 특히 해양사고 절감 비용을 통한 안전제고 편익의 경우 심리적 비용 추정은 지속적인 연구를 통해 관련 데이터와 방법론을 정립해야 한다. 더불어 해양환경오염에 따른 방재비용과 환경오염비용은 대부분의 연구자들이나 학자들이 연구를 기피하는 분야로 남아 있는데, 이는 데이터 확보의 어려움뿐만 아니라 보편화된 방법론이 보급되지 않았고, 환경오염에 따른 이해관계자의 주장과 시각에 큰 차이를 보이는 등 이해관계가 얽혀 있기 때문이다.

이 외에도 조건부가치측정법 등 비시장재의 편익을 추정하기 위한 기초 연

⁵⁸⁾ 해상교통안전진단제도는 '09년부터 도입, 운영

구가 필요하다. 해역별 또는 지역별로 편익을 추정하고 이를 체계적으로 관리하는 경우 매번 연관 사업을 할 때마다 설문조사 등 관련 조사를 진행할 필요가 없을 것으로 판단된다. 주기적으로 관련 자료를 업데이트하고 원단위를 관리함으로써 관련 연구의 활성화와 더불어 연구자별로 편익이 다르게 추정되는 편차를 줄이는 장점도 있다. 물론 여러 전문가들의 공동 연구와 의견 수렴을 통해 원단위 구축에 대한 방법론과 각 요소별 추정치에 대한 논의는 사전에 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

[국내 문헌]

- ▶ 국민안전처, 「2015 국민안전처 통계연보」, 2015.
- ▶ 국토교통부, 「교통시설 투자평가지침(5차 개정)」, 2013. 11.
- ▶ 국토교통부, 「제4차 중기교통시설 투자계획(2016-2020)」, 2016.
- ▶ 국토해양부, 「교통안전사업 투자평가지침」(국토해양부고시 제2009-663호), 2009.
- ▶ 김지혜, 「교통사고감소를 위한 투자비용 효과 분석연구」, 2007.
- ▶ 박찬재, 「e-Navigation 항로표지시스템 동향」, 해상 e-Navigation Special Report, 2015.
- ▶ 한국교통연구원, 「2012년 교통사고비용 추정 및 추이 분석」, 2015.
- ▶ 한국광물자원공사, 「광물자원용어사전」, 2010.12.
- ▶ 한국시설안전공단, 「생애주기비용에 기초한 시설물 최적 유지관리 시스템 개발」, 2004.
- ▶ 한국항해항만학회 전민수 외 1인, 한국항해항만회 2012년도 춘계학술대회 2012년도 공동 학술대회 논문집, 「항로표지 서비스수준의 결정에 관한 연구」, 2012.
- ▶ 한국해양수산개발원, 김수엽외, 「해양수산분야 e-Navigation 활용방안 연구」, 2015.12.
- ▶ 한국해양수산개발원, 「해양교통안전시설의 경제적 효과 분석에 관한 연구」, 2013.
- ▶ 한국해양수산개발원, 「해양사고의 심리적비용 추정방안연구」, 2015.
- ▶ 해양수산부, 「항로표지법 제2조(정의)」, 2015.
- ▶ 해양수산부, 「2014년도 항로표지 중장기 개발계획에 관한 조사 연구용역」, 2014.
- ▶ 해양수산부, 「항로표지 현황」, 2016.09.
- ▶ 해양수산부, 「해상교통안전시설의 운영효과 분석·조사 연구」, 2006.12.
- ▶ 해양안전심판원, 「2015년 해양사고통계」, 2015.
- ▶ 해양수산부, 「2014년도 항로표지 중장기 개발 계획에 관한 조사 연구용역 용역보고서」, 2014
- ▶ 해양수산부, 「제2차 항로표지개발 기본계획」, 2015.12

[국외 문헌]

- ▶ Maureen Walker, State Department Representative-National Space Based Positioning Navigation and Timing Coordination Office, Maritime Safety and Security Information System(MSSIS), A Solid Foundation for Maritime Awareness, 2008.05
- ▶ The General Lighthouse Authorities, UK, 2030 Navigating the Future, 2016
- ▶ Japan Coast Guard, Japan Coast Guard Pamphlet , 2015.03
- ▶ China Shipbuilding Industry Corporation, Research and Development for e-Navigation, 8th ASEF Conference, 2014.11
- ▶ Department of Maritime Affairs and Seafarers, Pamphlet,
- ▶ Puertos del Estado, The Aids to Navigation(AtoN) Service in Spain, 2014.05
- ▶ China's BeiDou Navigation Satellite System, The State Council Information Office of the People's Republic of China, Foreign Languages Press, 2016.06.

[인터넷 자료]

- ▶ <http://lrit.polestarglobal.com/maritime-domain-awareness>, Pole Star, Maritime Domain Awareness
- ▶ http://www.puertos.es/en-us/aton/Documents/aton-eng_1.pdf, Puertos del Estado, 18th IALA International Conference Exhibition and General Assembly
- ▶ 해양수산부, 인천지방해양수산청 사이트 항로표지, 2016.06.03.
- ▶ POLE STAR, Maritime Domain Awareness,
- ▶ 항로표지기술협회, 홈페이지 참조
- ▶ 선박항해용어사전
- ▶ 해양수산부, 투자설명계시관 해사안전 “항로표지시설을 이용한 등대 휴양시설 설치”참고
- ▶ 뉴스&핫이슈 디오데오, 제주해양관리단, 노후 항로표지 시설 정비 추진, 2016.01.
- ▶ 해양수산부, 인천지방해양수산청 사이트 항로표지 부분 참고
- ▶ 해운항만물류정보센터(www.spidc.go.kr)

부록. 전문가 설문조사 작성지

「항로 표지 인지도 및 사업간 가중치 분석」을 위한 설문조사

2016. 10.

본 조사표에 기재된 내용은 통계목적 이외에는
사용되지 않으며 대외비로 취급됩니다.



- ☐ 조사기관 : 한국해양수산개발원
- ☐ 문의처 :
 - 한국해양수산개발원 해운해사연구본부 김수엽 본부장(051-797-4621)
 - 한국해양수산개발원 해사안전연구실 이진우 전문연구원(051-797-4784)
- ☐ 주 소 : 부산광역시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동, 한국해양수산개발원)
- ☐ 설문기간 : 2016년 10월

설문서 작성을 위한 기본 정보

해양수산부에서는 해상교통의 안전을 도모하고 선박운항 능력을 높이기 위해 항로표지개발 기본계획을 수립 시행중에 있습니다. 동 기본 계획은 기후변화 등에 따른 해양환경 변화, 새로운 항로표지 기술 개발, ICT 융복합 기술을 적용한 시스템 구축 등 새로운 요인을 반영하고 있습니다. 2차 항로표지개발 기본계획('15-24)에서는 안전한 해양교통 인프라 구축, 항로표지 관리운영 효율제고, 항로표지 기술개발 및 현대화, 국제항로표지 위상강화 및 남북협력 등 중요 정책과제를 선정하여 계획의 실효성과 정책의 일관성을 지향하고 있습니다.

2차 항로표지 기본계획은 선진국 수준의 항로표지 확충, 국제기준을 충족하는 항로표지 서비스 운영, ICT 기술과 연계한 항로표지 기술개발 및 우리나라의 국제적 위상 강화를 특징으로 하고 있으며, 지속적인 투자와 효율적 운영을 통해 선박의 항행 안전뿐 아니라 해양환경보호, 항만운영 효율화 등 해양수산 전반에 걸쳐 영향을 미칠 것으로 기대되고 있습니다. 본 설문은 이와 같은 항로표지 기본계획의 시행을 위한 관련기술개발 및 정책마련을 위하여 관계자들의 항로표지에 대한 인식, 사업 우선 순위, 기대효과(영향도) 등에 대한 의견 조사를 위한 것입니다.

업무에 바쁘시더라도 본 설문에 많은 관심 부탁드립니다. 본 설문의 결과와 내용은 연구 목적 외에 다른 목적으로 사용되지 않음과 통계법에 의해 보호됨을 알려드립니다.

감사합니다.

1. 항로표지개발 기본계획에 대한 인지도 조사					
1-1. 귀하는 항로표지개발 기본계획을 들어보신 적이 있으십니까?	①			②	
	예			아니오	
1-2. 귀하는 항로표지개발 기본계획에 대해 얼마나 잘 알고 있습니까?	①	②	③	④	⑤
	전혀 모름	조금 알고 있음	알고 있음	잘 알고 있음	매우 잘 알고 있음
1-3. 귀하는 항로표지개발 기본계획의 핵심 목표를 알고 계십니까?	①			②	
	예			아니오	
1-4. 귀하는 항로표지개발 기본계획의 주요 정책과제에 대해 얼마나 잘 알고 있습니까?	①	②	③	④	⑤
	전혀 모름	조금 알고 있음	알고 있음	잘 알고 있음	매우 잘 알고 있음

2. 항로표지개발 기본계획 정책과제 조사

2차 항로표지개발 기본계획('15-24)의 주요 정책과제는 크게 4가지로 나뉘어 집니다.

이하 설명과 유의 사항을 숙지하시어 그룹간의 상대적 중요도를 체크해주시시오.

정책과제	서비스 항목
안전한 해양교통 인프라 구축	항로표지 발전을 위한 제도적 기반조성 안전한 해상교통 환경조성을 위한 항로표지 확충 해역 특성에 맞는 특수신호표지 설치·운영 항로표지장비·용품 KS 인증제도 도입 새로운 시스템 도입 기반 조성
항로표지 관리운영 효율제고	견실한 기능유지로 항로표지 신뢰성 제고 유인등대 관리운영 개선 항로표지 정보제공 서비스 다양화 항로표지 전문교육센터 내실화 도모 해양문화 홍보 전진기지 역할 강화
항로표지 기술개발 및 현대화	첨단지상항법시스템(eLoran) 기술개발 및 구축 위성항법보정시스템(DGNSS) 현대화 및 고도화 항로표지 장비·용품 기술개발 항로표지 모니터링 시스템 구축 항로표지 업무용 선박 현대화
국제항로표지 위상강화 및 남북협력	제19차 국제항로표지협회 총회 성공적 개최 IALA 고용휴직제도 도입 운영 국제사회 기여를 통한 위상 강화 항로표지분야 국제협력 강화 남·북 항로표지설치 협력사업

[설문지에 대한 설명과 유의 사항]

■ AHP(Analytic Hierarchy Process : 계층화 분석법)

- 의사결정의 평가기준이 다수이며 복잡한 경우, 평가에서 고려되는 항목을 계층화하여 주요요인을 분해하고 이를 쌍대비교함으로써 평가항목 간 상대적 중요도를 측정하여 종합적인 판단을 도출하는 의사결정 기법입니다.

■ AHP 설문 응답 방법

- 변수요소 간 상대적 중요도를 비교하는 쌍대비교표가 제시됩니다. 중요하다고 생각하는 항목 쪽으로 중요도만큼의 숫자 아래에 체크하면 됩니다.
- 평가기준 A에 대해 판단하고자 하는 항목 B가 항목 C보다 “매우 중요”하다고 생각하시면 아래와 같이 ⑦번 아래에 표시하면 됩니다.

평가 항목	절 대 중 요	매 우 중 요		중 요		약 간 중 요	같 음		약 간 중 요	중 요		매 우 중 요	절 대 중 요	평가 항목				
항목B	⑨	⑧	⑦ ✓	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	항목C

■ AHP 응답 일관도

- AHP분석에서는 비일관도 지수가 0.15 이상인 경우 응답결과를 신뢰할 수 없다고 판단하여 재설문을 시행합니다. 비일관도 지수가 높게 산출되는 경우는 주로 두가지입니다.

항목 A	>	항목 B	:	항목 A가 항목B 보다 2배 중요하다고 응답
항목 A	>>	항목 C	:	항목 A가 항목C 보다 4배 중요하다고 응답
↓ ↓ ↓				
항목 B	>	항목 C	:	항목 B가 항목C 보다 2배 중요하다고 응답

- ☞ 원인 1 : 서수적 일관성 결여 : 위 사례에서 C가 B보다 중요하다 응답할 경우
- ☞ 원인 2 : 기수적 일관성 결여 : 위 사례에서 B가 C보다 9배 중요하다고 응답할 경우

[2-1] 정책과제 그룹간 가중치

□ 주요 정책 과제별로 A라는 평가항목이 B라는 평가항목에 비해 상대적으로 얼마나 중요한지(또는 적절한지)를 해당하는 숫자에 ○표 하십시오.

평가항목	절대중요	매우중요	중요	약간중요	같다	약간중요	중요	매우중요	절대중요	평가항목
안전한 해양교통 인프라 구축	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항로표지 관리운영 효율제고
안전한 해양교통 인프라 구축	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항로표지 기술개발 및 현대화
안전한 해양교통 인프라 구축	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	국제항로표지 위상강화 및 남북협력
항로표지 관리운영 효율제고	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항로표지 기술개발 및 현대화
항로표지 관리운영 효율제고	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	국제항로표지 위상강화 및 남북협력
항로표지 기술개발 및 현대화	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	국제항로표지 위상강화 및 남북협력

[2-2] 정책과제 그룹별 세부과제간 가중치

가. 안전한 해양교통 인프라 구축

평가항목	절대 중요	대우 중요	중요	약간 중요	관 음	약간 중요	중요	대우 중요	절대 중요	평가항목								
중요도	9:1	8:2	7:3	6:4	5:5	4:6	3:7	2:8	1:9	중요도								
표지발전 제도적 기반조성	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	안전환경조성 항로표지 확충
표지발전 제도적 기반조성	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	해역특성반영 특수신호표지 설치 운영
표지발전 제도적 기반조성	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	항로표지 장비·용품 KS 인증제도
표지발전 제도적 기반조성	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	신규 시스템 도입기반 조성
안전환경조성 항로표지 확충	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	해역특성반영 특수신호표지 설치 운영
안전환경조성 항로표지 확충	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	항로표지 장비·용품 KS 인증제도
안전환경조성 항로표지 확충	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	신규 시스템 도입기반 조성
해역특성반영 특수신호표지 설치 운영	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	항로표지 장비·용품 KS 인증제도
해역특성반영 특수신호표지 설치 운영	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	신규 시스템 도입기반 조성
항로표지 장비·용품 KS 인증제도	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	신규 시스템 도입기반 조성

나. 항로표지 관리운영 효율제고

평가항목	절대 중요	매우 중요	중요	약간 중요	중요	약간 중요	중요	매우 중요	절대 중요	평가항목
중요도	9:1	8:2	7:3	6:4	5:5	4:6	3:7	2:8	1:9	중요도
항로표지 신뢰성 제고	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	유인등대 관리운영 개선
항로표지 신뢰성 제고	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	정보제공 서비스 다양화
항로표지 신뢰성 제고	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	전문교육센터 내실화 도모
항로표지 신뢰성 제고	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양문화 전진기지 역할강화
유인등대 관리운영 개선	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	정보제공 서비스 다양화
유인등대 관리운영 개선	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	전문교육센터 내실화 도모
유인등대 관리운영 개선	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양문화 전진기지 역할강화
정보제공 서비스 다양화	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	전문교육센터 내실화 도모
정보제공 서비스 다양화	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양문화 전진기지 역할강화
전문교육 센터 내실화 도모	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	해양문화 전진기지 역할강화

다. 항로표지 기술개발 및 현대화

평가항목	절대 중요	매우 중요	중요	약간 중요	중요	약간 중요	중요	매우 중요	절대 중요	평가항목
중요도	9:1	8:2	7:3	6:4	5:5	4:6	3:7	2:8	1:9	중요도
e-Loran 기술개발 및 구축	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	DGNSS 현대화 및 고도화
e-Loran 기술개발 및 구축	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항로표지 장비용품 기술개발
e-Loran 기술개발 및 구축	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항로표지 모니터링 시스템 구축
e-Loran 기술개발 및 구축	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항로표지 업무용 선박 현대화
DGNSS 현대화 및 고도화	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항로표지 장비용품 기술개발
DGNSS 현대화 및 고도화	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항로표지 모니터링 시스템 구축
DGNSS 현대화 및 고도화	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항로표지 업무용 선박 현대화
항로표지 장비용품 기술개발	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항로표지 모니터링 시스템 구축
항로표지 장비용품 기술개발	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항로표지 업무용 선박 현대화
항로표지 모니터링 시스템 구축	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항로표지 업무용 선박 현대화

첨단지상항법시스템(e-Loran)

위상항법정보시스템(DGNSS)

라. 국제항로표지 위상강화 및 남북협력

평가항목	절 대 중 요	대 우 중 요	중 요	약 간 중 요	감 음	약 간 중 요	중 요	대 우 중 요	절 대 중 요	평가항목
중요도	9:1	8:2	7:3	6:4	5:5	4:6	3:7	2:8	1:9	중요도
19차 IALA 총회 성공개최	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	IALA 고용휴직제도 도입운영
19차 IALA 총회 성공개최	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	국제사회 기여 통한 위상 강화
19차 IALA 총회 성공개최	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항로표지분야 국제협력강화
19차 IALA 총회 성공개최	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	남북항로표지 설치 협력사업
IALA 고용휴직제도 도입운영	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	국제사회 기여 통한 위상 강화
IALA 고용휴직제도 도입운영	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항로표지분야 국제협력강화
IALA 고용휴직제도 도입운영	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	남북항로표지 설치 협력사업
국제사회 기여 통한 위상 강화	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	항로표지분야 국제협력강화
국제사회 기여 통한 위상 강화	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	남북항로표지 설치 협력사업
항로표지분야 국제협력강화	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	남북항로표지 설치 협력사업

3. 2차 항로표지개발 기본계획(‘15-24) 시행에 따른 분야별 영향도 조사

2차 항로표지개발 기본계획(‘15-24) 시행으로 인한 해양수산 분야에 미치는 영향에 대한 조사입니다.

영향도				
①	②	③	④	⑤
매우낮음	낮음	보통	높음	매우 높음

아래 세부분야에 표시하여 주십시오

- *해사안전: 선박관련 해양사고 감소에 대한 기여도
- *해양환경: 선박기인 대기 및 해양오염 감소에 대한 기여도
- *선박운영: 선박운영의 효율화 및 편의성
- *행정편의: 입출항 관련 행정서류작업의 간소화
- *비용부담: 기본계획 시행에 따른 투자 및 운영비의 부담

세부분야	영향도				
해사안전	①	②	③	④	⑤
해양환경	①	②	③	④	⑤
선박운영	①	②	③	④	⑤
행정편의	①	②	③	④	⑤
비용부담	①	②	③	④	⑤

일 반 사 항

가. 귀하가 소속된 영역을 선택해 주시기 바랍니다.

- ① 민간(산업계 포함) ② 정부(산하기관 포함) ③ 학계(대학, 연구소) ④ 기타()

나. 귀하의 전문분야를 선택해 주시기 바랍니다.

- ① 해운·항만 ② 수산·어업·어촌 ③ 해양환경·연안 ④ 해양레저·산업
⑤ 기타()

다. 귀하의 연령을 선택해 주시기 바랍니다.

- ① 10대 ② 20대 ③ 30대 ④ 40대
⑤ 50대 ⑥ 60대 ⑦ 70대 이상

라. 귀하의 근무경력을 선택해 주시기 바랍니다.

- ① 1년 미만 ② 1년 - 5년 ③ 6년 - 10년 ④ 11년 - 15년
⑤ 16년 - 20년 ⑥ 21년 - 25년 ⑦ 26년 이상

마. 귀하의 직위를 선택해 주시기 바랍니다.

- ① 실무자(일반회사: 차장급 이하, 협회(단체): 과장급 이하, 공무원: 계장 이하)
② 단위 부서장급(일반회사: 부장급, 협회(단체): 부장급, 공무원: 과장급)
③ 임원급(일반회사: 이사급 이상, 협회(단체): 국장급 이상, 공무원: 국장급 이상)

바. 귀하의 소속과 연락처를 작성해 주시기 바랍니다.

소 속	성 명	전화번호	팩스번호	이메일
주 소				

※ 설문 응답자들을 대상으로 소정의 기념품을 우편으로 보내드리고 있으니, 기념품을 전달 받으실 수 있는 주소를 꼭 기입해 주시기 바랍니다.

설문에 적극 협조해 주셔서 감사합니다.

항로표지의 해양사고 예방효과 분석

2016年 12月 29日 印刷

2016年 12月 31日 發行

편집검
발행인 양 창 호

발행처 한국해양수산개발원
부산광역시 영도구 해양로301번길 26

전 화 051-797-4800 FAX : 051-797-4810

등 록 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄/효민디앤피 051-807-5100

판매 및 보급 : 정부간행물판매센터 Tel : 02-394-0337

정가 15,000원