

항로표지사고의 사회적비용 평가모델 개발에 관한 연구(I)

문범식* · † 국승기 · 이영태**

***한국해양대학교 대학원, † 한국해양대학교 해양경찰학과 교수

Study on the Development of Social Evaluation Model for Aids to Navigation Accident

Beom-Sik Moon* · † Seung-Gi Gug · Young-Tae Lee**

***Department of Navigation Science, Korea Maritime & Ocean University, Pusan 606-791, Korea

† Department of Maritime Police Science, Korea Maritime & Ocean University, Pusan 606-791, Korea

요 약 : 항로표지는 해상교통의 안전을 도모하는 선박운항의 능률성을 향상시키기 위한 해양교통안전시설로서 국제적으로 IALA에서 관련 규정 및 권고사항에 따라 적용하고 있다. 우리나라는 항로표지 이용자에게 안정적인 서비스를 제공하기 위해 항로표지를 관리하고 있지만 항로표지사고는 연평균 141건이 발생하고 있다. 항로표지사고는 관리자에게 기능을 복구시켜야 비계획 업무를 강요하고, 이용자에게는 심리적 불안감을 유발하여 경제적인 손실이 발생한다. 본 연구에서는 항로표지사고로 인해 기능정지에서 복구까지 소요되는 관리자의 경제활동과 이용자의 불편함을 비용으로 정량화하기 위한 항로표지사고의 사회적비용(Social Cost) 평가모델을 개발하였다. 항로표지사고의 사회적비용 평가모델은 생산손실비용, 행정비용, 위험비용의 합으로 제안하였다.

핵심용어 : 항로표지, 사회적비용, 생산손실비용, 행정비용, 위험비용

Abstract : Aids to Navigation (AtoN) is a marine traffic safety facility used to facilitate the safe and efficient movement of shipping and enhance the protection of the marine environment by the regulations or guidelines of The International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA). Our country is managing AtoN to provide consistent services for AtoN users, although an average of 141 AtoN accidents occur annually. An AtoN accident forces non-planned work on the managers to resort the function, and causes psychological anxiety for its users, ultimately resulting in economic losses. This study developed the Social Cost evaluation model of AtoN accidents. The model can be used to quantify the manager's economic activities related to the shutdown and recovery, as well as the cost associated with the inconvenience to AtoN users. The Social Cost evaluation model of AtoN accidents is proposed as the sum of the encounter cost, administration cost and risk cost.

Key words : Aids to Navigation, Social Cost, Encounter Cost, Administration Cost, Risk Cost

1. 서 론

과거의 항로표지는 단순히 자기 위치만을 항해자에게 제공하는 안전항해지원시스템이었으나 현재의 항로표지는 각종 전파통신 기술을 이용하여 선위측정에 필요한 정보뿐만 아니라 해상물류지원, 해양환경 보호를 위한 정보를 제공하고 있다(Jung, 2013). 해양수산부에서는 해상교통 환경, 연안 해역에서 선박의 안전항행 확보와 항만 입출항 선박의 안전 확보를 위해 전국에 3,352기(2016년 말 기준)의 항로표지를 설치·운영하고 있다. 설치된 항로표지는 이용자에게 안정적인 서비스를 제공하기 위해 지속적으로 관리함으로써 우리나라의 항로표지 운영율은 99.8%(2016년 말 기준)로 IALA 권고(99.5%)를 상회하고 있다.

하지만 지속적인 항로표지의 예방정비에도 불구하고 항로

표지사고 기수는 연 평균 141기(해수부통계, 2016년 말 기준)가 발생하고 있다. 항로표지사고는 이용자에게는 불편을 초래하고 관리자에게는 이를 복구하기 위한 비계획적인 경제활동을 강요한다. 즉 항로표지사고는 관리자 및 이용자에게 직·간접적인 경제적비용(사회적비용)을 유발하게 된다.

사회적비용(Social Cost)은 경제주체의 경제행위에 따라서 발생하는 비용으로 사적비용(Internal Cost)과 외부비용(External Cost)으로 구분할 수 있다. 사적비용은 어떤 경제행위를 수행한 경제주체가 부담하는 비용이며, 외부비용은 그 경제행위를 수행한 경제주체가 부담하지 않는 비용으로, 그 경제행위와 관련되지 않는 불특정 다수의 경제주체가 부담하는 비용으로 정의되고 있다(Choi, 2016).

사회적비용에 대한 연구는 교통사고, 환경오염, 기상, 병영문화 등 사회전반에 걸쳐 다양하고 광범위하게 이루어지고

† Corresponding Author : 종신회원, cooksg@kmou.ac.kr 051)410-4227

* 종신회원, tigerfood@hanmail.net 051)410-4836

** ytleee62@korea.kr 051)609-6807

있으며, 정책방향 제시, 경제적 손실 규모 측정 등에 활용되고 있다. 항로표지분야에서는 설치 타당성에 대한 비용편익 분석 연구만 일부 존재할 뿐, 항로표지사고의 직·간접인 경제적 손실규모와 관련한 연구는 없다고 해도 과언이 아니다.

이에 본 연구에서는 항로표지사고가 발생할 경우 기능정지에서 복구까지 소요되는 관리자의 경제적 활동과 이용자의 불편함을 비용으로 정량화하기 위한 항로표지사고의 사회적비용(Social Cost) 평가모델을 개발하고자 한다.

2. 항로표지사고와 사회적비용

2.1 항로표지사고의 원인과 결과

항로표지사고의 원인과 결과를 확인하기 위해 본 연구에서는 부산청 관할해역의 최근 10년간(2006-2015년) 항로표지사고 221건(등부표 135, 등주 75 등)을 분석대상으로 선정하였다.

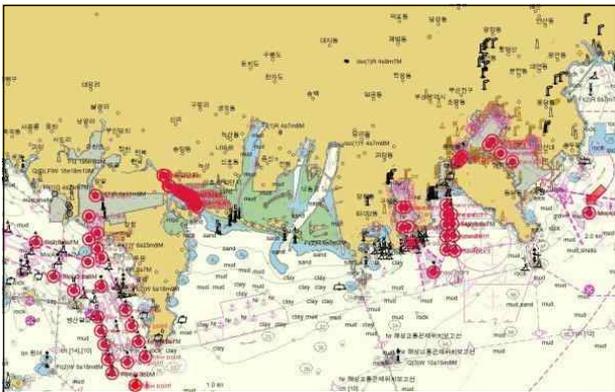


Fig. 1 Location of AtoN accident(2006-2015)

부산청 관할해역은 지리적으로는 태풍 등 기상적인 영향을 많아 항로표지 피해가 우려되는 지역이며, 교통적으로는 세계 3위의 컨테이너 항만에 걸맞는 교통량으로 항로표지가 항행선박에게 중요한 교통 길잡이 역할을 하고, 운영적 측면에서는 전국 지방청 중 가장 많은 항로표지를 설치 운영하는 특성이 있다.

2.1.1 항로표지사고 원인

항로표지사고의 원인은 태풍, 풍랑 등에 의한 기상적인 원인과 운항선박과 충돌에 의해 발생하는 사고로 크게 구분된다. Table 1과 같이 부산청 관할해역의 항로표지사고 221건을 원인별로 분석해보면 선박충돌(89건)과 기상악화(92건)가 대다수를 차지하고 있으며, 원인을 알 수 없는 항로표지사고도 37건(16.7%)에 이른다.

Table 1 Reason of AtoN accident(2006-2015)

Factor	Collision	Weather	Others	Unknown	Total
Count	89	92	3	37	221
Percent	40.3%	41.6%	1.4%	16.7%	100.0%

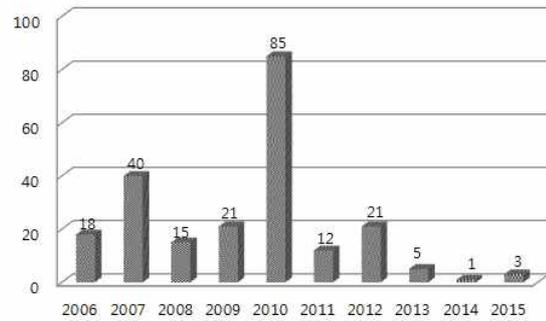


Fig. 2 Count of AtoN accident(2006-2015)

사고발생 연도별로는 Fig. 2와 같이 2010년이 85건으로 가장 많았다. 특히, 기상악화로 발생한 92건 중 2010년도 한반도를 강타한 태풍 곤파스의 영향으로 71건(등부표22, 등주47, 레이콘1, 입표1)의 항로표지가 유실 또는 손상된 경우를 제외하면 항로표지사고의 대다수는 선박충돌에 의해 발생한다고 할 수 있다.

2.1.2 항로표지사고의 결과

항로표지사고의 결과로는 등명기, 배터리 등이 파손되는 장비손상, 체인절단 등으로 발생하는 장비유실 그리고 등부표, 스파부이 등이 운항선박과 충돌하여 발생하는 표체손상이 있다.

최근 10년간 부산청 항로표지사고 221건 중 사고결과가 확인된 209건을 분석하면, Table2와 같이 표체손상이 92건(44.0%)으로 가장 많았고, 장비유실 87건(41.6%), 장비손상 30건(14.4%)이다.

Table 2 Damage of AtoN accident(2006-2015)

Factor	Total	Equipment Damage	Equipment Loss	Body Damage
Count	209	30	87	92
Percent	100%	14.4%	41.6%	44.0%

항로표지사고 221건의 피해비용은 약34억원이다. 피해결과 별로는 Table 3과 같이 표체손상이 약18억원(54.7%), 장비유실 약9억원(27.6%), 장비손상 약4억원(11.9%)이다.

Table 3 Damage cost of AtoN accident
(Unit : Thousand won)

Factor	Total	Equipment Damage	Equipment Loss	Body Damag	Others
Price	3,400,097	406,108	936,780	1,859,021	198,188
Percent	100%	11.9%	27.6%	54.7%	5.8%

항로표지사고의 피해비용은 항로표지사고의 결과로 발생한 장비손상, 표체손상, 장비유실 등의 단순 피해비용이다. 항로표지사고가 발생하면 관리자는 항로표지의 기능을 필연적으로 복구해야 하고, 기능이 정지되는 동안 이용자는 선박의 안전운항에 대한 심적 부담감이 발생할 수 있다.

따라서 항로표지사고가 발생할 경우 단순한 피해비용에 부가하여 행정소요, 심리적 부담감 등 직간접적으로 발생되는 모든 비용을 정량화하는 사회적비용 도출이 필요하다.

2.2 항로표지사고의 사회적비용

IALA에서는 항로표지란 최적의 항로 위치에 대한 조언을 하거나 위험 또는 장애를 경고하여 항해사가 선위 및 항로를 결정하는데 도움을 주기 위한 선박 외부 장치 또는 시스템이라고 정의하고 있다(IALA, 2014). 즉, 항로표지는 항행선박에게 항행의 지표가 되고, 해상교통의 안전을 도모하고 선박운항의 능률성을 향상시키기 위한 안전항해의 보조장치이다.

항로표지는 설치와 동시에 기능이 지속적으로 유지되도록 항로표지선, 부표정비선, 집약관리시스템 등을 이용하여 감시, 점검, 유지보수를 병행하고 있다. 하지만 예상하지 못한 각종 상황에서 소등되거나 유실되어 기능을 상실하면 통항선박에게 항해상 혼란을 가중시키는 원인이 되기도 한다.

항로표지사고의 사회적비용을 정의 내리기 위해서는 항로표지사고에 대한 정의를 우선적으로 정립할 필요성이 있다. 본 연구에서는 항로표지사고만을 연구 범위에 포함하기 때문에 항로표지사고를 다음과 같이 정의한다.

항로표지사고란 해상 또는 육상에 설치된 항로표지가 자체결함 등의 내부적인 원인과 선박충돌, 기상악화 등의 외부적인 원인에 의해 운영 중 기능이 정지되는 것으로 정의한다. 항로표지사고가 발생하면 항로표지 관리자는 기능을 복구시켜야 하는 추가적인 업무가 발생하고, 이용자인 통항선박의 항해자에게는 기존 항로표지를 제대로 식별하지 못하여 항해 중 불안감을 유발시켜 해양사고의 원인을 제공할 수 있다. 즉, 항로표지와 관련한 관리자 및 이용자 모두에게 직·간접적으로 경제적 손실이 발생한다.

이를 바탕으로 항로표지사고의 사회적비용은 항로표지 기능 정지로 인해 발생하는 항로표지의 물적피해, 항로표지 관리자의 기관비용, 항로표지 이용자의 정신적 피해 등을 화폐가치로 환산한 것으로 정의한다.

Table 4 Different of AtoN accident & social cost

AtoN Accident	AtoN Accident Social Cost
Damage Cost	Damage Cost + Manage Cost + User Cost

Table 4와 같이 항로표지사고는 항로표지의 물리적 피해만을 비용으로 환산하지만, 항로표지사고의 사회적비용은 사고 항로표지의 물적 피해비용에 추가하여 항로표지 복구를 위한 관리자 비용과 이용자의 정신적 피해까지 포함된다.

3. 사회적비용 평가모델 개발

3.1 사회적비용 평가항목의 선행연구 검토

사회적비용 평가에 가장 중요한 요소는 내부항목과 외부항목의 구성요소인 평가항목이다. 이에 본 연구에서는 한국교통연구원의 국내교통사고 비용추정(2016년)과 해양수산개발원의 해양사고의 심리적비용 추정 연구(2015년)의 평가항목을 검토하였다.

국내 도로교통 사고비용은 도로교통공단과 한국교통연구원 2개 기관에서 매년 추정치를 발표하고 있다. 교통사고의 사회적비용을 산출함에 있어 사고비용의 평가요소는 크게 물리적비용과 심리적비용으로 구분하였다. 물리적비용은 현재 또는 미래에 발생한 비용을 합산하는 총생산손실법을 적용하였고, 심리적비용(PGS, Pain Grief & Suffering)은 무형의 재화나 공공재, 유형의 재화 중 화폐적 가치측정이 어려운 재화나 서비스에 대한 가치를 측정하는 방법인 조건부가치추정법(CVM, Contingent Value Method)를 이용하였다.

물리적비용 항목은 Table 5와 같이 교통사고 피해자의 생산손실을 산출한 생산손실비용, 피해자의 의료비용, 물리적 피해비용, 사고처리를 위한 경찰 보험사 등의 관련 비용인 행정비용 등으로 구분하였으며, 비용의 산출은 보험료를 기반으로 하고 있다. 또한 심리적비용은 사고피해로 사고 당사자 및 가족들이 느끼는 정신적 고통, 슬픔 정도를 설문 응답자에게 직접 질문하는 방법인 지불의사액(Willingness to Pay)을 정하여 산출하였다(KTI, 2014).

Table 5 Social cost item of traffic accident

Factor	Item	Contents
Physical cost	Encounter	Victim : Life, Income, Age Injured : Have no duty
	Medical cost	Hospitalization, Medical fee, Attend a hospital, etc.
	Physical impairment	Traffic : Repair cost Railroad : Train, Track, etc. Marine : Land & Sea damage
	Administration cost	Police, Insurance company
Psychological cost		Contingent Valuation Method

Source : KTI(2016), Estimation of Transport Accident Cost in 2014

해양사고의 심리적비용 추정방안 연구에서는 사회적비용 산출을 위한 평가항목을 Table 6과 같이 인적·물적 피해비용, 행정비용, 환경오염비용으로 구분하였고, 각 항목을 내부비용과 외부비용으로 세분화하였다.

Table 6 Social cost item of sea accident

Factor	Internal cost	External cost
Human & Physical	Human cost Physical cost	Pain Grief & Suffering
Administration	Administration cost	-
Environmental	Prevention cost Fishery damage	Health damage cost Tour damage cost

Source : KMI(2015), A Study on the Development of Estimation Methodology for Psychological Cost in Marine Accidents

내부비용은 선박사고로 인해 발생한 선원의 사망, 부상 등의 인적피해와 선박의 충돌, 화재 등에 의한 물적피해, 해경, 공무원 등의 사고처리에 소요되는 인건비 등의 행정비용과 방제비용, 어장피해 등이다. 외부비용은 사고 당사자나 가족이 느끼는 정신적·육체적 고통 등의 심리적비용(PGS)과 사고 주변인의 건강 및 관광피해 비용이다.

해양사고비용을 추정하는 방안 중 물적·인적피해 비용은 보험 자료를 수집 활용하여 해양사고 비용을 추정하였고, 심리적비용은 당사자와 주변인들의 장기간 지속적으로 고통을 유발시키는 특징을 고려하여 CVM 설문조사를 실시하였다(KMI, 2015).

두 가지의 선행연구에서 사회적비용 평가항목은 다소 상이하지만 Table 7과 같이 내부항목과 외부항목으로 재정립할 수 있다. 내부항목은 사고와 직접적으로 연관되어 있는 항목으로 인적·물적 피해비용, 의료비용, 행정비용 등이며, 외부항목은 심리적비용으로 설문을 통한 CVM 기법이다.

Table 7 Classified social cost item of KTI(2014) & KMI(2015)

Factor	KTI(2014)	KMI(2015)
Internal Item	Encounter cost	Human & Physical cost Administration cost Environment cost
	Medical cost	
	Physical impairment	
	Administration cost	
External Item	Contingent Valuation Method	Contingent Valuation Method

3.2 사회적비용 평가모델 항목 선정

선행연구에서 사용된 평가항목을 항로표지사고의 사회적비용 평가항목으로 그대로 적용한다는 것은 각 항목의 특성상 어려움이 있다. 하지만 사고라는 공통점을 고려하여 Fig. 3과 같이 3가지 항목으로 도출한다.

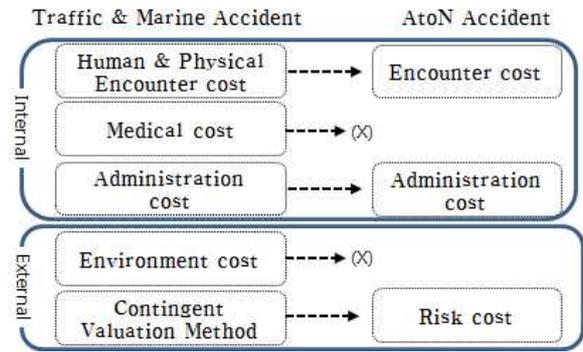


Fig. 3 Progress of AtoN accident's social cost item

첫째, 인적·물적피해비용과 생산손실비용은 항로표지사고가 발생할 경우 직접적인 피해비용이며, 항로표지 특성상 반드시 복구 되어야 함으로 생산손실비용으로 정의한다.

둘째, 행정비용은 사고처리를 위한 인적자원의 비용으로 항로표지 역시 공무원의 행정소요가 발생함으로 행정비용으로 동일하게 사용한다.

셋째, 항로표지는 통항선박의 안전을 위한 해상교통시설이므로 항로표지가 기능정지 또는 부재할 경우 이용자가 느끼는 심리적 불안감을 외부비용이라 정의하고 이를 위험비용이라 한다.

다만, 의료비용과 환경오염비용은 항로표지사고와 무관한 항목으로 적용하지 않는다. 또한 생산손실비용과 행정비용은 내부비용으로 위험비용은 외부비용으로 정의한다.

항로표지사고의 사회적비용에 대한 평가항목은 Table 8과 같다. 생산손실비용은 항로표지가 운영 중 파손, 유실 등의 사고에 의해 발생하는 피해비용, 이를 복구하기 위한 수리비용 등 2가지 평가항목으로 한다.

Table 8 Evaluation item for social cost of AtoN accident

Factor	Contents
Internal Cost	Encounter Cost
	Damage cost : Damage cost by accident Repair cost : Function recovery cost
	Administration Cost
	Vessel movement cost : Sailing cost for damage calculation and recovery Personnel cost : Cost for administrators, crews, operation personnel
External cost	Risk Cost
	Sea accident coefficient : Anxiety of navigator by AtoN accident
	Stop cost : Cost of the value of AtoN during downtime

행정비용은 항로표지사고원인, 피해규모 등을 확인 점검하기 위해 필요한 선박의 운항비용과 인건비 등 2가지 평가항목으로 한다.

위험비용은 항로표지 사고로 인해 통항선박의 항해자가 느끼는 위험도인 해양사고발생지수와 사고 항로표지가 가진 가치를 정량화한 정지비용 등 2가지 평가항목으로 한다.

선행연구에서 외부비용(심리적비용)은 CVM을 활용하고 있다. CVM은 평가대상이 되는 프로그램 또는 특정재화에 대해 가상으로 설계된 시나리오에 대한 반응을 측정하여 프로그램 또는 재화의 가치를 측정하는 방법이다(Nam, 2016). 본 연구에서는 운영 중인 항로표지 사고를 연구 대상으로 하고 있다. 항로표지의 기능정지는 이용자에게 안전항해에 대한 불안적 요소로 이는 해양사고로 이어질 수 있다. 따라서 본 연구에서는 외부비용을 모델링함에 있어 CVM 보다는 해양사고발생지수를 활용한다.

3.3 사회적비용 평가모델 개발

항로표지사고의 사회적비용 평가모델은 항행선박의 안전과 효율적인 통항을 보장하기 위해 설치된 항로표지가 기상악화, 선박충돌 등으로 항로표지의 목적과 기능을 상실할 경우, 관리자의 입장에서 발생하는 직접적인 경제손실과 항해자의 입장에서 간접적인 위험비용을 산출함으로써 항로표지가 가진 효율성을 평가하기 위함이다.

비용을 평가함에 있어 시점은 현재를 기준으로 한다. 항로표지사고가 현재에 발생했다면, 설치한 과거이고, 기능 복구는 미래에 이루어진다. 이 경우 시점 차이로 비용의 기준이 상이함으로 모든 비용은 현재비용(present Values)으로 추정하고, 사회적 할인율은 KDI의 공공사업 사회적 할인율(2017년)인 4.5%를 적용한다.

항로표지사고의 사회적비용은 생산손실비용, 행정비용, 위험비용의 합으로 식(1)과 같이 산출한다.

$$ANsc = \sum_{t=10}^T \frac{1}{(1+r)^t} (\sum_{ij} Ec_t(AtoN_{ij}) + \sum_{ij} Ac_t(AtoN_{ij}) + \sum_{ij} Rc_t(AtoN_{ij})) \quad (1)$$

여기서

ANsc : Social Cost of AtoN Accident

Ec : Encounter Cost of AtoN Accident

Ac : Administration Cost of AtoN Accident

Rc : Risk Cost of AtoN Accident

i j : Type & Count of AtoN

r : Social Discount rate

3.3.1 생산손실비용(Ec, Encounter Cost)

생산손실비용은 선박과 충돌, 기상악화 등에 의해 직접적으로 발생하는 피해비용(Damage cost)과 기능복구를 위한 수리비용(Repair Cost)의 합으로 식(2)와 같이 산출한다.

$$Ec = \sum_{ij} Dc(AtoN_{ij}) + \sum_{ij} REc(AtoN_{ij}) \quad (2)$$

피해비용은 항로표지사고에 의해 발생한 장비의 손상정도를 금액으로 산출한다. 항로표지는 설치년도에 각 구성품에 대한 비용을 산정함으로 사고 피해비용은 설치년도의 비용으로 산출한다.

수리비용은 사고 항로표지의 기능복구 비용으로 기능 정상화에 필요한 비용으로 구성품의 가격과 외부 인건비 등이 포함되며, 관리자의 행정적 소요는 제외한다.

3.3.2 행정비용(Ac, Administration Cost)

행정비용은 사고 항로표지의 기능 정상화에 소요되는 복구일수(Recovery day), 기간 중 소요되는 인건비(Personnel Cost) 그리고 항로표지업무용 선박의 운항비용(Vessel movement Cost)의 합으로 식(3)과 같이 산출한다. 이때 외부 용역비용은 제외한다.

$$Ac = Rd(\sum_{ij} Pc_1(AtoN_{ij}) + \sum_{ij} Pc_2(AtoN_{ij}) + \sum_{ij} Vmc(AtoN_{ij})) \quad (3)$$

복구일수는 항로표지사고 발생시점부터 기능이 복구되는 기간이다. 항로표지사고에서 복구까지 소요되는 기간은 현장의 상황과 피해정도에 따라 기간이 상이하였다. 부산청에서 발생한 과거 10년간의 항로표지사고 221건의 경우, 평균 복구일수는 26.4일이며 최소 1일에서 최대 251일까지 다양하게 소요되었다.

항로표지의 점검 및 복구에 소요되는 인건비는 관리인원(Pc₁)과 항로표지업무용선박의 승조원(Pc₂)으로 구분할 수 있다. 각 지방청 항로표지과에서 국유표지 관리 및 정비계획을 수립하는 인원은 평균 2인이고, 전국 16척의 선박 및 표지정비에 참여하는 평균 인원은 6.5명이었다. 항로표지는 연간 계획된 예방정비에 의해 기능을 유지하지만 항로표지사고는 비계획업무이며, 기능 복구시까지 담당 공무원은 상당한 노력을 추가적으로 투입해야 한다. 이를 고려하여 인건비는 정부노임단가를 적용하지만, 각 지방청 항로표지 관련인원(사무직, 선박직)의 호봉과 직급이 상이하므로 단가와 일수는 차등 적용한다.

선박운항비용은 항로표지 기능 복구를 위해 소요되는 업무용 선박의 유류비와 운항으로 발생하는 선박의 피로도구분할 수 있다. 선박의 유류비(FO, LO 등)는 사고 항로표지의 복구 기간에 소요된 유류소모량이다. 선박의 피로도는 선박의 내구연한을 고려한 비용을 산출하는데 이때 감가상각비를 적용한다. 감가상각비는 제품이나 서비스 등을 생산하면서 노후한 만큼의 가치를 제품생산원가에 포함시킬 목적으로 계산한 비용(감가상각비 = (취득가액 - 잔존가치)/내용연수)이다.

3.3.3 위험비용(Rc, Risk Cost)

위험비용은 항로표지사고로 인해 통항선박의 운항자가 느끼는 위험정도를 비용으로 정량화한 것으로 항로표지 정지

기간 동안 항로표지 고유의 가치를 비용화한 정지비용(Stop cost)과 통항선박의 항해자가 느끼는 위험도인 해양사고발생지수(Sea Accident coefficient)의 곱으로 식(4)와 같이 산출한다.

$$Rc = \sum_{ij} Sc \cdot SA_k (AtoN_{ij}) \quad (4)$$

정지비용은 항로표지의 기능정지 기간 동안 항로표지의 가치를 비용으로 환산하는 것이다. 항로표지는 최초 설치시 설치비용이 발생하고 내용연수를 정하여 운영되고 있으며 지속적인 기능 유지를 위해 예방정비를 실시한다. 정지비용은 항로표지의 최초 설치비용(Installation cost), 예방정비비용(Maintenance cost), 내용연수(Cost year)를 고려하여 비용을 산출한다.

설치비용은 항로표지이력카드에 명시하고 있고, 예방정비비용은 매년 각 지방청에서 책정하고 있다. 내용연수는 항로표지시설관리지침 제16조(내용연수)에 등부표(철제)는 15년, 도등·조사등·지향등은 10년, 교량표지 9년 등으로 명시하고 있지만 콘크리트 구조물인 무인등대, 등표 등에 대해서는 별도로 명시하지 않고 있다. 본 연구에서는 건축물기본법(법률 제11690호), 지방공기업법 시행규칙(안전행정부령 제31호) 등에 콘크리트 건축물의 내용연수를 40년으로 명시하고 있어 이를 적용한다.

해양사고발생지수란 항로표지의 기능 정지로 인해 통항선박의 운항자가 갖는 위험도이다(海上保安廳, 1998). 현대의 선박은 ECDIS, 자동조타장치 등 과학화된 항해장비들을 이용하여 연안 및 대양항해를 하지만, 항만의 입구 등에서는 정확한 위치 확인을 위해 육상물표나 주변 항로표지를 이용하게 된다. 항로표지는 주간에는 형상으로 야간에는 등화로 선박의 항행 안전성을 확보하고 안전항로를 유도하는 역할을 한다(Jung, 2013).

우리나라에 설치된 대다수의 항로표지는 항만입구 및 좁은 수로에 설치되어 있어, 항로표지사고가 발생할 경우 항해자는 기존 등대, 등부표 등에 의해 유도되는 익숙한 항로가 아닌, 친숙하지 못한 항로를 항해하게 됨으로 심리적 불안감을 느끼게 되며, 이 경우 항해자의 작은 실수가 해양사고와 연계될 수 있다. 항로표지사고로 인한 해양사고발생지수는 항로표지설치 전후를 고려한 해양사고의 발생과 관련한 것으로 아직까지 우리나라에는 연구된 결과가 없어, 향후 연구가 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 일본해상보안청(1998년)에서 연구된 해양사고발생지수인 광파표지 1.27, 전파표지 1.4824, 항만표지(도등, 조사등, 지향등 등 입출항에 부가적으로 사용되는 표지) 1.3925을 적용한다(海上保安廳, 1998).

항로표지를 이용하는 선박의 종류 및 크기는 매우 다양하다. 본 모델의 평가항목인 해양사고발생지수는 항로표지를 이용하는 항행선박의 항해자를 대상으로 하기 때문에 모든 선박에 동일하게 적용한다.

4. 결론 및 향후과제

항로표지는 해상교통 안전을 도모하고 선박 운항의 능률을 향상시키기 위한 해양교통시설로서, 해양수산부에서는 지속적인 기능 유지를 위해 노력하고 있다. 하지만 예기치 못한 상황으로 항로표지의 기능이 정지되어 관리자 및 이용자에게 불편을 초래하기도 한다.

본 연구는 항로표지가 선박과의 충돌, 기상악화 등으로 기능이 정지되었을 경우 관리자 및 이용자에게 미치는 경제적 손실을 비용으로 산출하기 위한 모델을 연구하였다. 항로표지사고의 사회적비용 평가모델은 항로표지사고의 직접적인 피해와 복구를 위한 생산손실비용, 항로표지 관리자가 기능 복구 시 소요되는 행정비용, 항로표지사고가 선박의 항해자에게 미치는 위험비용의 합으로 비용의 정확한 정량화를 위하여 세부 평가항목을 도출하였다.

항로표지사고의 사회적비용은 항로표지가 동시다발적으로 기능이 정지되었을 경우, 선박의 안전운항과 경제적 비용 손실을 고려하여 항로표지 정비의 우선순위를 결정하고 동일해역에 신규 항로표지를 설치할 경우 경제적 손실을 고려한 항로표지의 종류를 결정할 수 있는 지표로 활용 가능할 것으로 기대된다.

다만, 외부비용 평가와 관련하여 선행연구에서는 CVM을 사용하였지만 본 연구에서는 해양사고발생지수와 항로표지의 가치만을 사용하였다. 해양사고발생지수는 최근 연구나 국내 연구 자료가 없어 일본 연구 자료를 활용하였는데, 차후 과학적이고 효과적인 방법으로 현재를 기준으로 재정립할 필요성이 있다. 특히, 항로표지의 가치는 사용가치가 아닌, CVM 기법을 통해 추산하는 연구가 필요하다.

본 연구는 항로표지사고의 사회적비용 평가모델에 대한 기초연구로서, 평가모델의 오류를 수정하고 신뢰성을 높이기 위해 차후 부산지방해양수산청 관할 해역의 10년간 항로표지사고를 대상으로 항로표지사고의 사회적비용 평가모델에 대한 검증을 수행하고자 한다.

참고 문헌

- [1] Choi, D. S.(2016), "Study on estimation of the social cost of Nuri-budget policy conflict", Woosuk University, Graduate School, PhD Dissertation.
- [2] Jeon, M. S. and Lee, J. W.(2013), "Development and Rationalization of Maritime Traffic Facilities Management System", KINPR, Vol. 37, pp. 588-589.
- [3] Jung, T. K.(2013) Aids to Navigation, Sejong Press, pp. 7-9.
- [4] Kim, S. Y.(2011), "A Study on the Extended Cost/Benefit Analysis of the Road Project Using

Contingent Valuation Method” Kwangwoon University, Graduate School, Phd Dissertation.

- [5] Korea Maritime Institute(2015), “A Study on the development of estimation methodology for psychological cost in marine accidents”, pp. 59-77.
- [6] Kang, D. G.(2004), Cost-benefit analysis, Pakyoung Press, pp. 33-42.
- [7] IALA(2014), IALA NAVGUIDE 2014, p. 76.
- [8] Nam, J. O.(2016), “Estimation of the Willingness to Payment of Sea-anglers about Increase in Abundance of Fish Resources Using CVM”, Ocean and Polar Research, Vol. 38(3), pp. 235-236.
- [9] The Korea Transport Institute(2016), “Estimation of transport accident cost in 2014”, pp. 19-21.
- [10] 海上保安廳(1998), “航路標識整備における費用効果 分析手法の開発に関する照査”, pp. 61-66.

Received 6 February 2018

Revised 2 April 2018

Accepted 3 April 2018

