

1. 항행원조시설의 비용편익분석모델에 관한 연구

해사수송과학과 정재용
지도교수 박진수

연안에서 선박을 안전하게 유도하거나 선박의 위치를 용이하게 측정할 수 있도록 하여 해양 사고의 예방에 커다란 기여를 하고 있는 항행원조시설을 도입하기 위해서는 설치·운영에 따른 경제적 타당성을 검토해야 한다. 이를 위해 항행원조시설의 비용편익분석모델을 제시하였다. 본 연구에서는 기존의 연구에서 누락된 세세한 부분까지 고려하여 편익항목을 교통안전, 운항효율 및 환경피해의 3개로 분류하여 수립하였다. 교통안전은 인명, 선체와 화물, 운항손실, 해난구조, 수색 및 구조, 시설물 손상, 운항효율은 선박과 항만의 효율성 향상, 환경피해는 어업피해, 관련산업피해, 기초생산기반환경피해, 방제·청소비 및 관광손실로 세분하였다. 비용항목은 건설비와 운영 및 보수유지비용으로 세분하였으며, 모든 편익항목과 비용항목을 정량화하는 방법을 제안하였다. 또한 우리 나라 남해안에서 교통의 요지인 거제해역을 연구대상해역으로 설정하고 해상교통 조사 및 해양사고분석을 통하여 적합한 항행원조시설을 선정 후, 이 설비의 설치 및 운영에 대해 수립된 비용편익분석모델을 적용하여 대상해역에 있어서의 항행원조시설 도입의 타당성을 평가하였다.

각 장별 내용을 요약하면 다음과 같다.

제1장에서는 연구의 배경 및 목적과 선행연구의 고찰 및 연구의 방법, 구성에 대하여 기술하였다. 선행연구의 고찰에서는 여러 가지 미해결의 문제를 발견하였으며, 제항목을 세분화하고 정량화하는 비용편익분석모델의 필요성을 확인하였다.

제2장에서는 가장 적합한 항행원조시설을 선정하기 위해 필요한 항행원조시설의 종류별 기능을 고찰하여 항행원조시설을 선정하는데 활용될 수 있도록 하였다.

제3장에서는 가장 적합한 항행원조시설의 종류 및 배치방법을 결정하기 위해 이용하는 해상교통조사와 해양사고조사에 대하여 고찰을 행하였다. 해상교통조사에서는 해상교통조사의 목적과 의의, 교통조사의 방법과 기간, 관측자료의 정리방법을 고찰하였다. 그리고 해양사고조사에서는 해양사고의 정의와 특징, 원인요소의 분류방법과 평가하는 방법에 대하여 고찰하였다.

제4장에서는 비용편익분석의 정의와 특징 및 절차를 고찰하였고, 비용과 편익을 비교하는 기준인 순현재가치, 비용편익비율 및 내부수익률의 이론을 고찰하였다. 그리고 항행원조시설의 설치 및 운용시 식별가능한 모든 비용·편익요소를 고려하여 항행원조시설의 비용편익모델을 수립하였다. 수립한 비용편익분석모델에서 편익항목은 교통안전, 운항효율 및 환경피해로 분류되었다. 교통안전은 다시 인명, 선체와 화물, 운항손실, 해난구조, 수색 및 구조, 시설물 손상, 운항효율은 선박과 항만의 효율성 향상, 환경피해는 어업피해, 관련산업피해, 기초생산기반환경피해, 방제·청소비 및 관광손실로 세분되었으며, 비용항목은 건설비와 운영 및 보수유지비용으로 세분되었다. 또한 모든 편익항목과 비용항목의 정량화 방법을 제안하였다. 특히 본 연구는 외국 의 경우와는 달리 축양식업, 정착성 어업이 활발하고, 남해안의 한려해상국립공원이 위치하고 있는 우리나라의 여건을 고려하여 환경피해의 감소로 인한 편익의 항목을 세부적으로 고려하여 비용편익분석모델을 제안하였다.

제5장에서는 수립한 비용편익분석모델을 거제해역에 적용하였다. 거제해역에 적합한 항행원조

시설을 선정하기 위해서 대상해역의 교통특성을 파악하기 위해 해상교통조사를 실시하였으며, 다음과 같은 교통특성을 얻었다. 제해역의 교통흐름은 위험물운반선과 조종성이 좋지 않은 예인선단이 빈번히 통항하고, 교통흐름이 여러 지점에서 교차하고, 많은 작은 섬들이 존재하여 레이더차폐구간이 발생하여 주위 선박의 상황파악이 어렵고, 야간 및 시정제한시 선박과 섬의 구별이 곤란한 해역으로 조사되었다. 또한 교통밀도가 높고, 대형선, 위험물운반선 및 여객선이 다수 통항하는 해역으로 조사·분석되었다. 거제해역에서 발생한 해양사고를 분석하여 사고를 유발하는 원인요소를 도출하고, 그 원인요소가 사고에서 차지하는 중요도인 유효수준을 구하였을 뿐만 아니라 해양사고로 인하여 발생한 피해액을 조사하였다. 도출한 원인요소는 항행원조시설의 사고예방지수를 구하기 위한 설문 자료로 활용되었고, 원인요소의 유효수준은 도입할 항행원조시설을 선정하는데 이용되었다. 또한 해양사고로 인한 피해액은 항행원조시설의 도입으로 인한 편익을 구하는 데 사용되었다. 즉 도출한 34개의 원인요소는 도입 시설의 사고예방지수를 결정하기 위해 작성된 설문지의 설문문항으로 구성되었고, 원인요소의 유효수준은 거제해역에서 발생한 해양사고에서 차지하는 중요도로서 사고를 예방하기 위하여 도입되는 항행원조시설을 선정하는데 활용되었다. 또한 항행원조시설의 도입으로 해양사고를 예방하여 저감되는 피해액이 편익이기 때문에 해양사고의 피해액은 편익을 산출하는데 중요한 자료가 되었다.

원인요소의 유효수준을 구한 결과 충돌의 경우에는 안개로 인한 시정제한, 어선의 조업불빛으로 인한 경계지장, 레이더 차폐로 인한 상대선박의 무조치, 조선구역의 협소, 당직사관의 선교내 부재, 경계소홀, 부적절한 조종, 위급상황에서의 무조치 등의 원인요소가 중요한 사고유발요인으로 분석되었다. 좌초의 경우에는 안개발생으로 인한 시정제한, 폭풍우, 협수로, 당직사관의 선교내 부재와 선위확인소홀 등의 원인요소가 사고를 유발한 중요한 원인요소로 분석되었다. 상술한 교통특성과 원인요소를 고려하여 가장 적합한 항행원조시설로 선박교통관리제도를 선정하였다. 언급한 선박교통관리제도의 서비스가 거제해역의 교통특성과 해양사고를 유발한 원인요소를 제거하는 가장 적합한 항행원조시설로 판단되었기 때문이다. 제안된 선박교통관리제도 시스템은 운영센터 1개소, 레이더 사이트 2개소, 레이더 사이트에 설치되는 마이크로웨이브 중계소 2개소 및 마이크로웨이브 Link 시스템으로 구성된다. 운영요원은 12명으로 하였으며, 레이더사이트에서 레이더의 성능 및 음영구역을 고려하여 유효통달거리를 20마일로 하여 서비스범위를 설정하였다. 제안한 선박교통관리제도의 사고예방효과는 거제해역에서 발생한 해양사고를 분석하여 도출한 원인요소를 설문문항으로 구성하여 다년간 항만교통정보센터 운영경험을 가진 운영요원을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 선박교통관리제도의 도입으로 해양사고를 유발하는 각 원인요소를 어느 정도 제거할 수 있는 정도에 응답하도록 하여 그 평균값을 사고예방지수로 하였다. 이렇게 구한 사고예방지수와 사고의 중요도에서 어느 한 원인요소가 전체 원인요소에서 차지하는 비율인 유효수준을 곱하여 사고예방효과를 산출하였다. 그 결과, 선박교통관리제도를 도입하면 충돌에서는 55.572%, 좌초에서는 51.667%의 해양사고를 예방할 수 있을 것으로 추정되었다. 또한, 수립된 항행원조시설의 비용편익분석모델을 제안 선박교통관리제도에 적용하였다. 제안한 선박교통관리제도의 편익은 해양사고의 피해액과 사고예방효과를 곱하여 구하였다. 즉 5년 동안의 충돌로 인한 피해액 10,411,140,992원과 충돌의 사고예방효과인 55.572%를 곱하여 5,785,678,827원을 도출하였고, 좌초로 인한 피해액 14,379,704,017원과 좌초의 사고예방효과인 51.667%를 곱하여 7,429,561,674원을 도출하여 총 13,215,240,502원의 편익을 구하였다. 그리고 매년 기대되는 편익은 이 값을 평균한 2,643,048,100원으로 하였다. 이는 해양사고가 불규칙적으로 발생하고 피해액 또한 큰 편차가 있기 때문에 평균값을 취하였다. 선박교통관리제도의 비용은 선박교통관리시스템을 설계한 경험이 풍부한 OO기술(주)의 견적과 OO항만

교통정보센터의 실제 운영 및 보수유지비를 활용하였다. 건설비는 5,675,279,535원, 운영비는 426,701,000원, 유지보수비는 300,000,000원으로 산출되었다. 사회적 할인율을 7.5%, 내용년수를 20년으로 전제하여 비용편익을 분석한 결과, 편익의 현재가치가 26,944,531,017원, 비용의 현재가치가 10,331,114,033으로서 순현재가치는 16,613,416,984원, 비용편익비율은 2.61, 내부수익률은 44.81%로 분석되었다. 또한 민감도분석을 실시한 결과, 계산된 순현재가치, 비용편익비율, 내부수익률로부터 제안된 선박교통관리제도가 경제적으로 타당한 것으로 분석되어 시설도입의 타당성이 입증되었다.

본 연구에서는 항행원조시설의 비용편익분석모델을 수립하였다. 모델을 수립할 때에 선행 연구의 미해결 문제 및 항행원조시설의 설치와 운영시 식별가능한 모든 비용·편익요소를 고려하였다. 특히 외국의 경우와는 달리 축양식업, 정착성 어업이 활발하고, 남해안의 한려해상국립공원이 위치하고 있는 우리나라의 여건을 고려하여 환경피해의 감소로 인한 편익의 항목을 세부적으로 고려하여 모델을 제안하였다. 또한 모델의 모든 비용항목과 편익항목을 정량화하는 방법을 제안하였다. 수립한 비용편익분석모델을 실험역에 적용하여 모델의 유효성 및 선정된 항행원조시설의 경제적 타당성을 평가하였다. 또한 항행원조시설은 해상교통조사를 통한 대상해역의 교통특성과 해양사고조사를 통한 원인요소의 유효수준을 토대로 가장 적합한 시설을 선정하는 종합적인 방법을 사용하였다. 비용과 편익을 정량화하는 방법 중에서 확보할 수 있는 다양한 자료를 이용하여 실제 발생한 해양사고의 피해액을 산출하였다. 사고예방효과의 산출은 대상해역의 해양사고를 조사하여 원인요소를 도출한 후 이를 설문문항으로 구성하고, 선박교통관리제도를 운영한 경험이 있는 운영요원에게 설문을 실시하여 결정한 사고예방지수와 원인요소의 유효수준을 곱하는 방법을 취하였다. 이는 시설의 도입 이전과 이후의 해양사고 건수를 비교하는 방법이나, 설문에 의해 도입될 시설의 사고예방효과를 산출하는 방법보다 합리적인 방법으로 판단된다.

연구에서는 제안한 편익항목 중 운항효율의 향상, 생물군집의 서식지 및 경관손상 등 일부 환경피해가 자료를 확보하지 못하여 적용하지 못하고 제안만 하였다. 향후 이들 항목에 대한 정량화가 필요하며, 각 항목의 정량화 방법에 관한 연구가 요청된다.

2. 視覺的 對話式 네트워크 模型化에 依한 웹-基盤 最適航路 計劃

해사수송과학과 이 희 웅
지도교수 김 시 화

이 연구는 최적항로 계획 문제를 시각적 대화식 네트워크로 모형화하고 이를 바탕으로 웹기반 최적항로계획 의사결정 지원시스템을 구현하는 문제를 다룬다. 최적항로 계획 문제는 『渡洋(transocean)할 때, 바람, 파도, 해류에 대한 선박의 반응을 적절히 적용하여 최적인 경로를 선택하는 것』으로 정의되며 선행 연구에서는 등시간선법(Isochrone Method), 다단계 동적 프로그래밍(N-Stage Dynamic Programming) 또는 변분법(Calculus of Variations)을 통해 해결하였다.