

論 文

## 선박교통관리제도의 비용편익분석모델에 관한 연구(Ⅱ)

정재용\* · 박진수\*\*

A Study on the Cost Benefit Analysis Model of Vessel Traffic Services(Ⅱ)

*Jae-Yong Jong\* · Jin-Soo Park\*\**

〈목 차〉

Abstract

1. 서론

2. 모델의 적용

3. 결론

참고문헌

### Abstract

The introduction of coastal vessel traffic services enables vessels in coastal waters to navigate in safety or to get her position with ease and prevents the vessel from becoming cause of casualties. But it needs relatively huge amount of cost to construct and operate and maintain. Thus we must be checked with economical adequacy of the the proposed coastal vessel traffic services by comparing the cost of the construction, operation and maintenance with the expected benefit made by the expected decrease in marine casualties. In previous paper, a proper cost-benefit analysis model for the Korean practice will be suggested. In this paper, the proposed the cost-benefit analysis model of coastal vessel traffic services was applied to the Koje coastal waters 20miles from the top of Maemul-Do and Yokchi-Do.

As the result, we confirmed the propriety of the cost-benefit analysis with the application of the proposed model to Koje waters. Also, it is verified that the introduction of coastal vessel traffic services, as proposed, is adequate and economical. The cost-benefit analysis model proposed in this study could be used to investigate the economic propriety of new aids to navigation and traffic safety facilities in the future.

\* 정희원, 한국해양대학교 마린시뮬레이션센터 전임연구교수

\*\* 정희원, 한국해양대학교 해사수송과학부 교수

### 1. 서론

선박이 연안을 항해할 때, 항행안전에 도움을 주는 시설을 도입하면 비상시 선박을 안전하게 유도하거나 선위를 용이하게 측정하여 해양사고를 예방할 수 있다. 그러나 이러한 항행원조시설을 도입하기 위해서는 막대한 예산이 소요되기 때문에 항행원조시설이 도입됨으로써 얻어지는 효과 즉, 해양사고의 감소로 기대되는 편익과 설치·운영에 따른 비용을 비교하여 경제성을 분석해야 한다. 이를 위해서는 대상시설에 적합한 비용편익모델을 수립하여 적용하는 것이 필요하게 된다. 본 연구에서는 선행연구<sup>1)</sup>에서 제안한 선박교통관리제도의 비용편익분석모델을 도입예정인 거제해역의 연안 선박교통관리제도에 적용하여 그 모델의 타당성 및 시설의 경제성을 분석하고자 한다.

안 선박교통관리제도의 서비스 범위인 매물도 정상과 육지도 정상에서 20마일 이내에서 발생한 교통관련사고 56건(101척)을 분석하였다. <표 1>은 선박교통관리제도의 사고예방효과를 추정한 것으로, 거제해역에서 발생한 해양사고를 분석하여 도출한 원인요소를 설문 문항으로 구성하여 다년간 항만교통정보센터 운영경험을 가진 운영요원을 대상으로 선박교통관리제도의 도입으로 해양사고를 유발하는 각 원인요소를 제거할 수 있는 정도에 대해 설문하였으며, 그 결과를 평균하여 사고예방지수를 구하였다. 이렇게 구한 사고예방지수와 사고의 중요도에서 어느 한 원인요소가 전체 원인요소에서 차지하는 비율인 유효수준을 곱하여 사고 예방효과를 산출하였다. 그 결과, 선박교통관리제도를 도입하면 충돌에서는 55.572%, 좌초에서는 51.667%의 해양사고를 예방할 수 있을 것으로 추정되었다<sup>2)</sup>. 이를 도식화하면 <그림 1>과 같다.

### 2. 모델의 적용

#### 2.1 해양사고분석 및 선박교통관리제도의 효과추정

부산지방해양안전심판원에서 심판한 최근 5년간(1996~2000년)의 해양사고 중 거제 해역에 설치될 연

#### 2.2 비용과 편익의 분류 및 정량화

##### 2.2.1 편익의 분류 및 정량화

편익은 선박교통관리제도를 도입함에 따라 해양사고를 예방하여 줄일 수 있는 사고 피해액과 운항효율

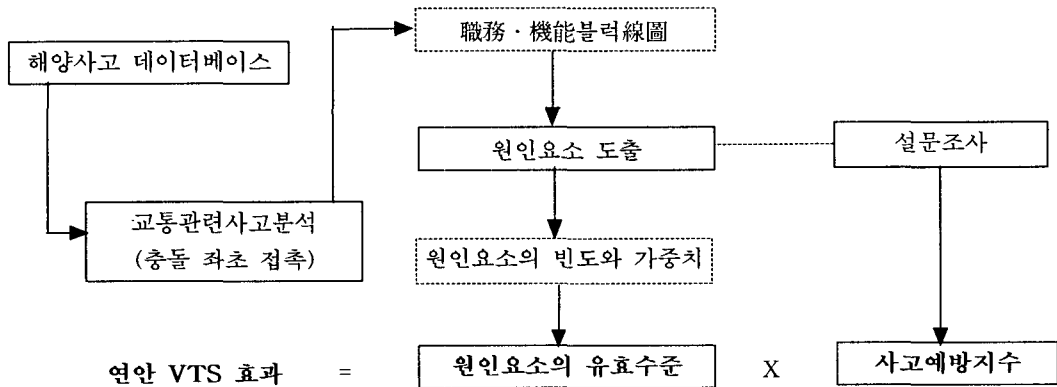


그림 1 연안 선박교통관리제도 효과

1) 정재용·이형기·박진수, "선박교통관리제도의 비용편익분석모델에 관한 연구(1)", 한국항해학회지, 제25권, 제1호, pp. 11-22, 2001. 3.  
 2) 정재용·이형기·박진수, "연안 선박교통관리제도의 도입에 따른 사고예방효과 추정에 관한 연구", 한국항해학회지, 제25권, 제2호, pp. 97-106, 2001. 3.

표 1 원인요소의 빈도, 유효수준, 사고예방지수 및 선박교통관리제도 효과

대분류	소분류	원인요소	총돌		좌초		사고 예방지수	선박교통관리제도의 효과	
			빈도	유효수준	빈도	유효수준		총돌	좌초
환경 요소	외적 조건	안개로 인한 시정제한	29	0.1320	3	0.0439	0.717	0.09464	0.03148
		폭풍우상황	-	-	3	0.0526	0.456	0.00000	0.02399
		기상에 의한 항해장비효율저하	1	0.0019	-	-	0.632	0.00120	0.00000
		소 계	30	0.1339	6	0.0965	0.602	0.09584	0.05546
	수로 조건	협수로	9	0.0223	4	0.0439	0.694	0.01548	0.03047
		강한 조류	-	-	2	0.0175	0.540	0.00000	0.00945
		천수지역	-	-	2	0.0175	0.610	0.00000	0.01068
		높은 교통밀도	4	0.0074	1	0.0088	0.679	0.00503	0.00598
		수로내의 소형선 밀집	3	0.0056	1	0.0088	0.586	0.00328	0.00516
		상대선박의 근접횡단 및 추월	3	0.0056	-	-	0.678	0.00380	0.00000
	소 계	19	0.0409	10	0.0965	0.631	0.02758	0.06174	
	운항 조건	상대선박의 항법위반	5	0.0186	-	-	0.598	0.01112	0.00000
		위급상황에서 상대선박의 무조치	28	0.1357	-	-	0.548	0.07436	0.00000
		주위 불빛으로 인한 경계지장	12	0.0335	-	-	0.575	0.01926	0.00000
		소 계	45	0.1878	0	0.0000	0.574	0.10475	0.00000
기술적 요 소	주기관 고장	-	-	1	0.0351	0.540	0.00000	0.01895	
	조타기 고장	-	-	2	0.0614	0.514	0.00000	0.03156	
	추진기 손상	-	-	1	0.0351	0.509	0.00000	0.01787	
	전기 고장	1	0.0019	-	-	0.440	0.00084	0.00000	
소 계	1	0.0019	4	0.1316	0.5001	0.00084	0.06838		
인적 요인	조직 체계	부적절한 배송구조	4	0.0074	4	0.0439	0.393	0.00291	0.01725
		선상경험부족	1	0.0056	1	0.0088	0.431	0.00241	0.00379
		전문지식 부족	2	0.0130	2	0.0175	0.451	0.00586	0.00789
		항해계획준비소홀	-	-	3	0.0614	0.496	0.00000	0.03045
	소 계	7	0.0260	10	0.1316	0.443	0.01118	0.05930	
	경계	당직사관의 선교내 부재	9	0.0502	4	0.1316	0.428	0.02149	0.05633
		위험상황에서 선장의 직접조선티행	-	-	3	0.0526	0.516	0.00000	0.02714
		당직사관의 타업무중사	2	0.0149	-	-	0.468	0.00697	0.00000
		경계소홀	46	0.3030	2	0.0263	0.520	0.15756	0.01368
		인수인계불철저 및 보고태만	2	0.0037	4	0.0439	0.514	0.00190	0.02257
		장비의 부적절한 활용	14	0.0316	2	0.0175	0.554	0.01751	0.00970
	소 계	73	0.4034	16	0.2719	0.500	0.20543	0.12940	
	조종성 업무	안전속력 미준수	10	0.0204	-	-	0.538	0.01098	0.00000
		선위확인소홀	-	-	5	0.1667	0.504	0.00000	0.08402
		위급상황에서의 태만	1	0.0074	-	-	0.496	0.00367	0.00000
		상대선박 행동의 판단착오	3	0.0204	-	-	0.564	0.01151	0.00000
		항해장비 관독 착오	-	-	1	0.0175	0.537	0.00000	0.00940
		부적절한 결정	4	0.0260	2	0.0614	0.565	0.01469	0.03469
부적절한 조선		16	0.0799	1	0.0263	0.544	0.04347	0.01431	
위급상황에서의 무조치		11	0.0520	-	-	0.496	0.02579	0.00000	
소 계	45	0.2061	9	0.2719	0.531	0.11010	0.14241		
합 계	220	1.0000	55	1.0000	-	0.55572	0.51667		

표 2 해양사고 피해액의 산출방법

분류	소분류	산출항목	산출방법
인명	사망	생산력손실 위로금	평균임금 x 활동기간 육상교통자료
	부상	의료비 상실급여	병원비 추정 치료일수 x 1일 평균급여
선체	전손	선박가격	선박수입가격 Lloyd's Shipping Economist 선박중개회사추정 어선보상자료 시장의 어선가격
	손상	수리비	수리견적서 조선소의 견적비용 사고회사의 수리비용자료
화물	전손	화물의 시장가격	톤당국제화물가격 x 화물량 수산물가격
	손실	화물의 시장가격	톤당국제화물가격 x 화물량 수산물가격
운항손실		운항손실 화물환적 · 이송비	운항불가능일수 x 1일 용선료 화물환적 · 이송비용
해난구조		예선사용료 동원장비비용 직원선임대비	해난구조회사의 시장가격추정
수색 · 구조		수색 · 구조 선박비	수색 · 구조시간 x 1일 용선료
어업피해		어선어업 어선 및 어구 오염손해 양식축양어업 양식축양시설 정착성어업 김양식 김양식시설	국제기금보상금액
위탁가공		위탁수수료	국제기금보상금액
관광		관광업계손실	국제기금보상금액
방제 · 청소		자재비 · 작업비	국제기금보상금액

이 향상되어 얻는 이익이다. 따라서 편익은 해양사고로 인한 피해액과 선박교통관리제도의 사고예방효과를 곱함으로써 구할 수 있다. 101척의 사고선박 중 31척은 사고피해가 극히 경미하여 본 연구에서는 70척만을 분석하였다. 해양사고로 인한 피해액의 산출 방

법은 <표 2>와 같다.

인명은 선원의 사망과 부상으로 분류하였으며, 행방 불명은 사망으로 간주하였다. 사망으로 인한 피해액의 산출은 도로교통사고비용에 관한 연구<sup>3)</sup>의 사망사고비용을 이용하였다. 사망사고비용은 사망자의 생산력 손

실과 의료비용, 선박손실비용, 행정비용 및 위로금으로 구성되어 있다. 생산력 손실비용은 사망자의 성별과 연령에 가중치를 적용한 평균임금에 활동기간을 고려하여 산출하였고, 의료비용은 구급차 이용료, 입원비 및 치료비로 구성되어 있으며, 보험자료를 이용하여 입원일수, 통원치료일수 및 평균의료비용으로 산출하였다. 선박손실비용은 선박의 손실비용이고, 행정비용은 사고처리를 위한 행정비용이고, 위로금은 피해자와 가족의 육체적·정신적 피해를 산정한 것이다. 본 연구에서는 이 중 생산력 손실비용과 위로금을 채택하였다. 해양사고로 인한 사망의 경우에는 선상 사망과 육상으로 후송하여 치료도중에 사망하는 경우가 있으나, 본 연구에서는 선상사망을 기준으로 고려하였기 때문에 의료비용, 행정비용을 제외하였다. 부상으로 인한 피해액은 부산지방해양안전심판원에서 심판을 위해 제출한 진단서로부터 부상의 종류 및 치료기간을 확인한 후, 부상의 종류와 치료기간을 병원에 제시하여 치료비를 추정하였고, 치료기간 중 상실급여는 진단서에 기재된 치료기간을 선원의 1일 평균 급여를 곱하여 구하였다.

해양사고로 인한 선박의 피해는 전손과 손상으로 구분하였다.

전손에 의한 피해액은 선박의 가격을 추정하여 구하였다. 선박가격의 추정은 부산지방해양안전심판원에서 해양사고의 조사 및 심판에 관한 법률 사무처리요령 질문 2호에 의해 조사한 선박명세를 확인하였다. 선박명세로부터 선종, 선질, 총톤수, 선령, 주기관, 항해장비, 항해속력 등을 확인하여 선박의 시장가격을 추정하였다. 추정방법으로는 선박을 수입할 때 세관에 제출한 선박의 수입가격이나 Lloyd's Shipping Economist의 중고선 가격 중에서 전손 선박의 명세와 가장 비슷한 선박의 가격을 이용하였다. 또한 선박중개회사에 선박 명세를 제시하여 시장에서 거래되는 중고선의 가격을 받아 이를 평균하였다. 어선이 전손된 경우에도 해양안전심판원으로부터 선박의 명세를 확인한 후 시장에서의 어선 가격을 추정하였다. 추정방법은 부산신항건설사업으로 인해 폐업되는 어선어업의 어업시설물을 감정·평가한 부산시 수산행정과 자

료를 참고하였다. 이 자료는 선박의 톤수, 선령, 선질, 기관마력, 의장품, 어구, 허가업종을 조사하여 감정·평가한 것이다. 그러나 이 자료는 어선가격이 보상이격이기 때문에 실제 시장가격보다 높게 책정되었고, 중고 어선가격은 부산과 거제도의 어선전용 조선소와 어촌계장을 방문하여 선박명세를 토대로 시장에서 거래되는 자료를 근거로 하였다.

선박의 손상에 의한 비용은 해양안전심판원에 제출된 선박수리견적서를 이용하였다. 견적서가 제출되지 않은 선박은 제출된 사고선박의 손상부위를 촬영한 사진을 조선소에 제시하여 수리기간 및 수리비를 추정하였다. 조선소에서는 견적서를 작성할 때에 표준 가격표를 이용하였고, 2곳 이상의 조선소에서 견적을 받아 평균가격을 책정하였다. 또한 사고선박의 해운회사에서 보관 중인 자료를 이용하였다. 어선 손상의 경우에는 대부분 수리견적서가 첨부되어 피해액 산출이 용이하였다.

화물사고로 인한 피해액은 화물의 톤당 시장가격에 화물량을 곱하여 피해액을 산출하였고, 화물의 톤당 가격은 인터넷을 통하여 사고 발생 당시의 화물의 국제가격을 구하였다. 어선의 수산물 피해액은 사고 당시의 수산물 가격자료를 확보하지 못하여 2001년 3월의 수산물 가격을 이용하였다.

해양사고로 인하여 선박을 운항할 수 없어 발생하는 경제적 손실은 사고로 인해 운항하지 못한 기간에 사고선박의 1일 용선료를 곱하여 산출하였다. 사고로 인하여 운항하지 못한 기간은 선박의 수리기간, 화물의 이적, 수리장소로 이동하는 기간을 고려하였다. 즉, 해양안전심판원에 제출한 수리견적서 및 조선소에서 예측한 수리기간으로부터 수리기간을 도출하였고, 사고발생지점에서 조선소까지의 거리를 고려하여 수리를 위한 시간을 도출하였으며, 화물의 이적여부를 조사하였다. 사고선박의 1일 용선료는 해양안전심판원에 제출한 서류를 이용하거나 여러 해운회사에 선박명세를 제시하여 시장에서 계약되는 용선료를 평균하여 산출하였다. 수리기간 중에 발생하는 선원급여, 연료비, 선박감가상각비, 운임수익감소, 보험료 등을 용선료로써 계산하였다.

3) 이수범, "교통사고 등급별 사고비용 추정", 대한교통학회지, 제16권, 제1호, pp. 59-78, 1998.

표 3 해양사고 피해액과 선박교통관리제도의 편익

대분류	중분류	소분류	총돌	좌초	총돌 편익	좌초 편익	총 편익
교통안전	인명	사망	5,301,000,000	0	2,945,871,720	0	2,945,871,720
		부상	36,500,000	0	20,283,780	0	20,283,780
	선체	전손	1,275,000,000	1,390,000,000	708,543,000	718,171,300	1,426,714,300
		손상	1,336,176,736	541,525,597	742,540,136	279,790,030	1,022,330,166
	화물	전손	13,540,000	4,747,478,420	7,524,449	2,452,879,675	2,460,404,124
		손실	43,008,000	10,800,000	23,900,406	5,580,036	29,480,442
		운항손실	931,996,256	324,600,000	517,928,959	167,711,082	685,640,041
		해난구조	16,220,000	154,300,000	9,013,778	79,722,181	88,735,959
		수색·구조	16,700,000	2,000,000	9,280,524	1,033,340	10,313,864
		소계	8,970,140,992	7,170,704,017	4,984,886,752	3,704,887,644	8,689,774,397
환경피해	어업피해·위탁가공·관광	780,000,000	69,000,000	433,461,600	35,650,230	469,111,830	
	방제·청소	661,000,000	7,140,000,000	367,330,920	3,689,023,800	4,056,354,720	
	소계	1,441,000,000	7,209,000,000	802,515,252	3,724,674,030	4,527,189,282	
합 계			10,411,140,992	14,379,704,017	5,785,678,827	7,429,561,674	13,215,240,502

해난구조비용은 선체구조비용과 피난비용으로 분류하였다. 본 연구에서 선체구조비용은 선체·화물구조비용으로써 예인선사용료, 동원장비비용, 작업선동원비용 등이며 해난구조회사를 방문하여 시장형성가격을 조사하였다. 피난비용은 자력항해가 불가능한 경우에 목적항이 아닌 제2의 항구 또는 장소로의 이동에 따른 예인선 비용으로써 해난구조회사를 방문하여 시장형성가격을 조사하였다.

해양사고에 따른 수색·구조비용은 인명을 수색하기 위해 소요된 시간을 투입선박의 용선료에 곱하여 산출하였다. 수색·구조활동에 소요시간과 투입 선박은 재결서에서 도출하였으며, 투입 선박의 1일 용선료는 해운회사로부터 구하였다.

해상 시설물의 손상은 대상해역의 해양사고에서는 발생하지 않아 본 연구에는 포함되지 않았다. 해양사고의 발생으로 인한 환경피해는 해양수산부의 해양방재담당관실에서 작성한 유류오염사고 피해배상 세부내역을 이용하였다. 이 자료는 국제기름오염보상기금협약이 우리나라에 발효된 1993년 3월 8일 이후 발생한 국제기금 관련 유류유출사고 12건에 대한 방제비와 어업피해 및 횃집의 피해배상진행 상황에 관한 것이었다. 이 중 대상해역내에서 발생한 여명호와 제3 오성호의 방제비와 국제기름오염보상기금과 합의한 금액을 채택하였다. 또한 침몰한 제3 오성호의 잔유제거작

업을 실시하는 데 소요된 비용인 장비임차료, 장비구입비, 연료비, 지급수수료, 잔유회수처리비, 용역비, 제수수료를 포함하였다.

해양사고로 인한 환경피해의 세부항목별 피해는 수협중앙회, 한국해사검정, 내셔널검정, 협성검정 등 해양오염사고 처리 관련기관에서 자료를 보관하고 있지 않아 산출할 수 없었다. 그러나 여명호의 피해지역인 거제 지역 피해어민과의 면접을 통해 어선어업, 어선 및 어구오염피해, 양식축양업, 정착성 어업, 김양식, 김양식 시설 등의 직접어업과 위탁수수료감소에 따른 피해를 보상받은 것을 확인할 수 있었다. 또한 방제·청소비는 모두 보상을 받았으며, 관광손실 중 숙박, 여객선, 식당, 가게 등의 관광업계의 손실은 보상받은 것을 확인할 수 있었다. 본 연구에서는 국제기금에 청구하여 합의한 피해비용과 잔유제거작업에 소요된 비용으로부터 어업피해·위탁가공·관광 및 방제·청소비를 구하였다.

<표 3>은 <표 2>의 해양사고 피해액을 산출하는 방법으로 구한 해양사고 피해액으로 총 피해액은 24,790,845,009원이고 총돌이 10,411,140,992원(42.00%), 좌초가 14,379,704,017원(58.00%)이다.

편익은 선박교통관리제도의 도입 이전의 해양사고의 피해액에 선박교통관리제도의 사고예방효과를 곱함으로써 편익을 구할 수 있다. 따라서 총돌의 편익은

충돌로 인해 발생한 피해액과 선박교통관리제도의 충돌사고 예방효과인 55.572%를 곱한 5,785,678,827원, 좌초의 편익은 좌초로 인해 발생한 피해액과 선박교통관리제도의 좌초사고 예방효과인 51.557%를 곱한 7,429,561,674원으로 5년간(1995-1999)의 총 편익은 13,215,240,502원이다. 따라서 일년간의 편익은 2,643,048,100원이다.

2.2.2 비용의 분류 및 정량화

현재 도입예정인 거제해역 선박교통관리제도의 건설비는 <표 4>와 같다. 선박교통관리제도 시스템은 센터 1개소, 레이더 사이트 2개소, 레이더 사이트에 설치되는 마이크로웨이브 중계소 2개소 및 마이크로웨이브 중계시스템으로 구성되어 있으며 건설비는 <표 4>와 같다. 건설비는 운영 및 유지보수비와는 달리 초기에만 소요되는 비용이다. 건설비에는 장비의 설치비, 건물 및 부대시설의 공사비, 장비의 사용 및 유지보수를 위한 국내외 교육비를 포함한다.

이 시스템의 운영 및 유지보수비는 <표 5>와 같다. 시스템이 설치된 이후 서비스를 제공하기 위해서는 센터운영비와 운영요원의 인건비 및 시스템 유지보수비가 필요하다. 센터운영비는 사무용품비, 통신비, 각종 공과금, 센터시설·장비 유지비, 교육비로 구성되며, OO항만교통정보센터의 자료를 바탕으로 총 106,229,000원이 산출되었다. 인건비는 운영요원을 12명으로 전제하였는데, 이는 센터의 책임자 1명, 관제요원 9명, 전산 1명, 행정 1명으로서, 관제요원은 1일 3교대로 가정한 것이다. 운영요원의 인건비는 선박직 7급 9호봉을 기준으로 한 것으로 320,472,000원이다.

표 4 건설비

구 분	국소명	수량	전송구	금 액(원)
센터건축비	육지도	1		800,000,000
센터시스템	육지도	1		1,957,808,365
RADAR SITE	육지도	1	0	1,415,525,085
	매물도	1	1	1,501,946,085
	소 계			2,917,471,170
합 계				5,675,279,535

유지보수비는 시스템을 외부 업체와의 1년 계약으로 유지보수금액으로서 <표 5>의 유지보수비용은 OO항만교통정보센터의 보수유지비이며, 여기에서는 이를 이용한다.

건설비 5,675,279,535원은 초기에 1회만 투자되고, 센터운영비와 운영요원인건비 및 시스템유지보수비는 매년 투자되며, 매년 운영 및 유지보수비는 456,701,000원이다.

2.2.3 비용과 편익의 비교 및 민감도분석

선박교통관리제도의 편익은 장기간에 걸쳐 발생하므로 각기 다른 시점에서 발생하는 비용과 편익은 동일한 기준시점에서 상호 비교하여야 한다. 따라서 비용과 편익의 비교는 선박교통관리제도의 서비스가 시작되는 시점을 기준으로 한다. 편익이 발생하는 기간은 시스템의 내용년수(耐用年數)이고, 내용년수를 20년으로 하였다.<sup>4)</sup> 또한 서로 다른 시점에서 발생하는 비용과 편익을 동일한 서비스 시작 시점의 현재가치로 환산하기 위해서 적용하는 사회적 할인율<sup>5)</sup>은 7.5%로

4) 일본 이세이만 VTS의 비용편익을 분석할 때에 내용년수를 50년으로 적용하고 있다. 日本航路標識協會, 『航路標識整備における費用対効果分析手法の開発に関する調査』, 海上保安廳, 1998.

또한 영국에서는 연안 VTS의 비용편익을 분석할 때 내용년수를 20년으로 적용하고 있다. Goss R. O. and J. E. Halliday, 『Costs and Benefits of Coastal Vessel Traffic Services In European Waters』, Department of Maritime Studies UWIST Cadiff, 1986.

5) 비용과 편익은 내용년수(耐用年數) 기간 동안에 발생하기 때문에, 각기 다른 시점에서 발생하는 비용과 편익을 동일한 기준시점에서 상호 비교하기 위해서는 현재가치로 환산해야 한다. 즉, 현재가치로 환산하기 위해 할인율을 적용하는데, 사회적 공공사업에 적용하는 할인율을 사회적 할인율이라 한다.

Boardman., Greenberg., Vining and Weimer, 『Cost-Benefit Analysis Concepts and Practice』, Prentice Hall, New Jersey, 1996. pp. 2~5.

표 5 운영비 및 유지보수비

분 류	항 목	금 액
사무용품비	기본사무용품비	230,000
	각종양식 및 대장	12,000
	복사지	765,000
	복사액	528,000
	간행물구입비	300,000
	프린터 토너	500,000
	팩시밀리용지대	252,000
	도서 및 집기구입비	50,000
	프린트 및 인쇄비	12,000
	소 계	2,649,000
통신비	텔레ks사용료	614,000
	우편료	2,714,000
	전화요금	17,194,000
	소 계	20,522,000
전기요금 상하수도요금 전용회선료	R/S (5개소), M/W(1개소), 관제센터	9,729,000
	상하수도요금	4,856,000
	전용회선료(관제센터 45회선)	30,375,000
	소 계	44,960,000
센터시설장비 유지비	센터시설장비유지비	301,000
	관제실건물유지비	301,000
	시설비-관제실 무선국 검사료	1,744,000
	보험료(관제센터화재보험)	2,282,000
	관제센터 온수보일러 연료비 및 유지비	1,041,000
	관제센터 발전기 유류	824,000
	소 계	6,493,000
센터운용용역비	급여, 상여금, 퇴직금,	15,144,000
	복리후생비, 산재보험료, 의료보험료	469,000
	재료비	1,632,000
	일반관리비	791,000
	이운	1,498,000
	부가세	1,811,000
	소 계	21,911,000
운영요원직무교육 운영실태조사 피복비	-	5,126,000
	-	3,639,000
	관제요원	929,000
	소 계	9,694,000
	인건비	26,706,000
	유지보수비	30,000,000
	합 계	106,229,000



전제하였다.<sup>6)</sup>

비용과 편익의 비교는 순현재가치(Net Present Value, NPV), 비용편익비율(Cost Benefit Ratio) 및 내부수익률(Internal Rate of Return, IRR) 방법을 이용하였다.

순현재가치 방법은 비용과 편익을 비교하여 각 연도에 발생하는 편익에서 비용을 공제한 순편익을 구한 뒤, 이러한 순편익의 현재가치의 합을 극대화하는 공공사업이나 정책을 선택하는 방법이다. 사업시작 후 t 년에 발생하는 비용과 편익을 각각  $C_t$ 와  $B_t$ 라 하고, 사업이 완전히 종료되는 시점이 사업시작 후 n년이라 하면, 이 사업에서 순편익의 현재가치의 합은 다음과 같다.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+\lambda)^t} \quad (\text{식 1})$$

- t : 연도
- n : 내용년수(耐用年數)
- λ : 사회적 할인율
- $B_t$  : 당해연도의 편익
- $C_t$  : 당해연도의 비용

비용편익비율 방법은 편익의 현재가치의 합을 비용의 현재가치의 합으로 나누어 그 비율이 1이상이면 사업을 시행하고 반대로 1이하이면 사업을 시행하지 않으며, 이를 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$CBR = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+\lambda)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+\lambda)^t}} \quad (\text{식 2})$$

내부수익률 방법은 어떤 공공사업이나 정책의 순편익의 현재가치의 합, 즉 NPV를 0으로 만들어주는 할인율이다. 즉, 내부수익률은 다음의 관계를 충족하는 I의 값으로 내부수익률이 사회적 할인율보다 크면 공공사업이나 정책이 경제성이 있다.

$$IRR = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+I)^t} = 0 \quad (\text{식 3})$$

5년(1995년~1999년)동안 발생한 해양사고의 피해액 감소를 평균하여 매년 발생하는 편익을  $B_t$ 로 하여 일정한 값인 2,643,048,100원을 적용하였고, 매년 소요되는 비용인 연간 운영 및 유지보수비를  $C_t$ 로 하여 일정한 값인 456,701,000원을 적용하였다. 즉, 미래 편익과 미래 비용을 일정한 값으로 전제하였다.<sup>7)</sup> 또한 시스템의 내용년수는 20년, 사회적 할인율인 λ는 0.075로 전제하였다.

(식 1), (식 2) 및 (식 3)을 이용하여 편익의 현재가치는 26,944,531,017원이고, 비용의 현재가치는 사회적 할인율을 적용한 운영 및 유지보수비의 현재가치인 4,655,834,498원과 건설비 5,675,279,535원을 합한 10,331,114,033이다. 이는 기준시점에서 건설비가 모두 발생하기 때문에 사회적 할인율을 적용하지 않기 때문

6) 한국해양수산개발원이 수행한 『대산항 개발 기본설계』 용역과 『신규지정항만 개발기본계획』 용역에서는 사회적 할인율을 0.075로 적용하고 있다. 본 연구에서는 이를 이용한다.

<http://www.kmi.re.kr/korea/00sum/pre00-11.htm>, <http://www.kmi.re.kr/korea/00sum/pre00-09.htm>.

일본 이세이만 해상교통관리제도의 비용편익을 분석시킬 때 사회적 할인율을 0.04로 적용하고 있다. 해상보안청, 日本航路標識協會, 『航路標識整備における費用對效果分析手法の開発に關する調査』, 海上保安廳, 1998.

또한 영국에서는 연안 VTS의 비용편익을 분석할 때 사회적 할인율을 0.05로 적용하고 있다. Goss R. O. and J. E. Halliday, 『Costs and Benefits of Coastal Vessel Traffic Services In European Waters』, Department of Maritime Studies UWIST Cadiff, 1986.

7) 미래에 발생하는 연간 편익은 5년(1995년~1999년)동안에 발생한 편익의 평균값인  $B_t$ 로 일정한 값을 취한다. 이는 해양사고의 발생이 규칙적이지 않을 뿐만 아니라 사고의 피해액 역시 사고에 따라 큰 차이가 있기 때문에 조사·분석한 5년 동안의 해양사고 피해액 감소액을 평균하여 적용한다.

또한 미래에 소요되는 비용 역시 매년 소요되는 비용인 연간 운영 및 유지보수비를 적용한다. 시스템이 최신화때에는 추가 비용이 소요되지만 최신화로 인해 사고예방효과가 높아져 편익이 증가될 것이고, 매년 유지보수비가 높게 책정되었으므로 추가비용을 무시한다.

표 6 비용과 편익의 비교 및 민감도 분석

구분	비용편익분석 (A)	민감도분석		
		편익 -10%(B)	비용 +10%(C)	편익 -10% 비용 +10%(D)
건설비	5,675,279,535	5,675,279,535	6,242,807,489	6,242,807,489
년간운영유지보수비	456,701,000	456,701,000	502,371,100	502,371,100
년간 편익	2,643,048,100	2,378,743,290	2,643,048,100	2,378,743,290
비용의 현가	10,331,114,033	10,331,114,033	10,898,641,987	10,898,641,987
편익의 현가	26,944,531,017	24,250,077,915	26,944,531,017	24,250,077,915
순현재가치	16,613,416,984	13,918,963,882	16,045,889,030	13,351,435,928
비용편익비율	2.61	2.35	2.47	2.23
내부수익률	38.47	33.77	34.19	29.90

이다.

제안한 선박교통관리제도의 순현재가치는 16,613,416,984원이고, 비용편익비율은 2.61, 내부수익률은 38.47%로 분석되었다. 비용과 편익을 계산할 때 입력하는 변수는 예측할 수 없는 장래의 불확실성 때문에 변할 수 있다. 그리고 입력변수의 값이 달라지면 의사결정기준의 값이 달라지게 된다. 따라서 의사결정기준의 값이 달라지면 제안한 선박교통관리제도의 경제성을 판단할 수 없기 때문에 주요 입력변수에 대해서 민감도 분석을 실시해야 한다. 본 연구에서는 보수적인 입장을 취하여 편익이 10% 감소한 경우, 비용이 10% 증가한 경우 및 편익이 10% 감소하고 비용이 10% 증가한 세 경우에 대해서 민감도 분석을 실시한다.

<표 6>은 민감도 분석의 결과를 나타내고 있는데, 연간 편익이 10%감소한 경우에는 순현재가치가 13,918,963,882원, 비용편익비율이 2.35, 내부수익률이 33.77%로 분석되었고, 건설비와 연간 운영유지보수비가 10% 증가한 경우에는 순현재가치가 16,405,899,030원, 비용편익비율이 2.47, 내부수익률이 34.19%로 분석되었다. 또한 편익이 10% 감소하고 비용이 10% 증가한 경우에는 순현재가치가 13,351,435,928원, 비용편익비율이 2.23, 내부수익률이 29.90%로 분석되었다.

### 3. 결론

우리 나라 남해안에서 교통의 요지인 거제 해역에 도입될 연안 선박교통관리제도의 타당성을 선행연구에서 제안한 비용편익분석모델을 적용하여 타당성을 평가하였다.

모델을 적용하는데 있어 거제해역에서 발생한 해양사고를 분석하여 사고를 유발하는 원인요소를 도출하고, 해양사고의 피해액을 조사하였다. 도출한 원인요소는 항행원조시설의 사고예방지수를 구하기 위한 설문 의 기초자료로 활용되었고, 해양사고의 피해액은 선박교통관리제도의 도입으로 인한 편익을 구하는 데 사용되었다. 선박교통관리제도의 사고예방효과는 거제해역에서 발생한 해양사고를 분석하여 도출한 원인요소를 설문문항으로 구성하여 다년간 항만교통정보센터 운영경험을 가진 운영요원을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 그 결과, 선박교통관리제도를 도입하면 충돌에서는 55.572%, 좌초에서는 51.667%의 해양사고를 예방할 수 있을 것으로 추정되었다. 선박교통관리제도의 편익은 해양사고의 피해액과 사고예방효과를 곱하여 구하였다. 매년 기대되는 편익은 2,643,048,100원이었다. 비용은 건설비 5,675,279,535원, 운영비 426,701,000원, 유지보수비 300,000,000원으로 산출되었다.

사회적 할인율을 7.5%, 내용년수를 20년으로 전제하여 비용편익을 분석한 결과, 편익의 현재가치가 26,944,531,017원, 비용의 현재가치가 10,331,114,033원으로서 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.

### 참고문헌

- [1] 정재용·이형기·박진수, "선박교통관리제도의 비용편익분석모델에 관한 연구(I)", 한국항해학회지, 제25권, 제1호, pp. 11-22, 2001. 3.
- [2] 정재용·이형기·박진수, "연안 선박교통관리제도의 도입에 따른 사고예방효과 추정에 관한 연구", 한국항해학회지, 제25권, 제2호, pp. 97-106, 2001. 3.
- [3] 이수범, "교통사고 등급별 사고비용 추정", 대한교통학회지, 제16권, 제1호, pp. 59-78, 1998.
- [4] 한국해양수산개발원, 『대산항 개발 기본설계용역』, 해양수산부, 2000.
- [5] 한국해양수산연수원, 『신규지정항만 개발기본계획용역』, 해양수산부, 2000.
- [6] Goss R. O. and J. E. Halliday, 『Costs and Benefits of Coastal Vessel Traffic Services In European Waters』, Department of Maritime Studies UWIST Cardiff, 1986.
- [7] Boardman., Greenberg., Vining and Weimer, 『Cost-Benefit Analysis Concepts and Practice』, Prentice Hall, New Jersey, 1996. pp. 2~5.
- [8] 日本航路標識協會, 『航路標識整備における費用對效果分析手法の開発に關する調査』, 海上保安廳, 1998, pp. 1~60.
- [9] <http://www.kmi.re.kr/korea/00sum/pre00-11.htm>
- [10] <http://www.kmi.re.kr/korea/00sum/pre00-09.htm>