

# 항만개발사업의 경제적 타당성 평가의 개선방안 연구

2003. 12

전찬영·심기섭·이종필·이상우

□ 보고서 집필 내역

◆ 연구책임자

- 전 찬 영 : 총괄, 제1장, 제2장, 제5장~제7장

◆ 연 구 진

- 심 기 섭 : 제3장, 제4장
- 이 종 필 : 제5장
- 이 상 우 : 제3장, 제4장

## 머 리 말

경제적 타당성 평가는 투자 대상에 대한 다양한 분석결과를 이용하여 경제적 측면에서의 최종적인 투자판단에 이르도록 하는 대표적 계량의사결정기법의 하나이다. 도로·철도·항만 등 공공투자사업의 시행여부는 대부분 경제적 타당성 평가에 의해 이루어지고 있으며 각 SOC사업영역별로는 각기 나름대로의 경제성 평가방안을 확립해 놓고 있다.

사회기반시설이 턱없이 부족하여 공공투자사업이 시행 그 자체만으로도 충분한 경제적 효과를 보장받을 수 있었던 과거에 경제적 타당성 평가는 다분히 투자행위를 정당화시켜주기 위한 요식적인 절차로 한 때 인식되기도 하였다. 그러나 기본적인 사회인프라가 갖추어지자 정부재정의 한계를 느껴왔던 정부는 투자에 대한 질적 측면을 중요시하기 시작했고, 각 SOC분야별 단순 비율로 할당해 왔던 재정운용도 투자효율에 따라 우선 순위를 매겨 집중 투자하는 식으로 바뀌어 나갔다. 이와 함께 다양한 사업들에 대한 우선순위를 추진함에 있어 객관적인 잣대의 기준이 될 수 있는 유일한 대안으로 경제성 평가결과와 중요성은 더욱 부각되고 있다.

경제성 평가의 중요성은 각 SOC분야별 평가시스템에 대한 신뢰와 객관성 확보 노력으로 이어지고 있다. 도로 및 철도 등 육상 교통에 비해 평가시스템이 아직 미흡한 것으로 평가받고 있는 항만도 예외일 수는 없을 것이다. 이를 위해 기존에 채택되고 있는 평가항목과 산출방법들에 대해 관련 여건 변화에 따른 지속적인 수정 및 보완은 물론 일부 편익 산출을 위한 전제조건이나 가정에 대한 설득력 있는 내용으로의 개선 필요성이 절실히 요망되고 있다.

이와 관련해 본 연구는 국가 전체적인 입장에서 적절한 수준의 항만시설이 유지될 수 있도록 정책판단의 기초자료로서 항만투자사업을 객관적이고 공정하게 평가할 수 있는 경제적 타당성의 평가시스템을 재정립하기 위해 진행되었다.

편익부문에 있어서는 그동안 현실적이지 못한 가정에 바탕을 두고 있는 것으로 지적되어온 부선하역과 안벽하역과의 차이에 따른 편익을 시간가치 개념에 초점을 맞추어 이와 관련된 편익으로 대체하였다. 시간관련 편익 중 특히 체선·체화 비용 산정에 대한 필요성은 이미 오래 전부터 제기되어 왔던 부분이다. 그러나 대기시간 산정을 위한 대기비율과 선석점유율간의 관계를 규명해 줄 수 있는 확률분포함수에 대한 추정상의 난점, 선박 일일당 장기기회비용, 해상화물의 품목별 가

치 및 동 화물의 시간가치 추정에 대한 논리적 근거가 마련되지 못해 아직까지 편익으로 구체화되지 못하였었다. 최종 설정된 편익항목에 대해서는 개별적으로 합리적 산출기준 및 산출과정의 표준화를 제시하여 동일 사업, 동일 편익항목에 대해 평가 주체에 상관없이 같은 수치가 도출될 수 있도록 함으로써 관련사업에 평가자의 주관의 개입을 제거하였다.

비용부문에서는 그간 비용 산정에 많은 논란을 빚어 왔던 공사비 중 지형, 수심, 파고, 지반 등의 환경조건과 시공방법에 따라 많은 비용차이를 보이고 있는 토목 공사비에 대해 구조물별(안벽, 방파제, 호안) 토목공사비의 표준비용구간을 설정하였다. 이를 통해 경제성 분석에서의 개략적인 항만공사비의 추산을 가능케 함으로써 공사비 산정의 신뢰도를 높이고자 하였다. 또한, 항만개발과 관련해 완공 후 누적공사비의 2%를 일률적으로 적용하고 있는 유지운영비에 대한 적정성 여부를 항만분야에 대한 추정 자본스톡량 대비 정부 및 민간부문(컨테이너부두공단)의 관련 지출경비에 대한 분석결과를 토대로 판단하였다.

본 연구의 현실적인 적용가능성 여부와 실제 적용시 발생할 지도 모를 문제점들을 파악하기 위해 이미 경제성 평가가 이루어진 부산신항 서컨테이너부두와 광양항 중마동 일반부두를 대상으로 실증 분석을 수행하여 이를 기존의 결과와 비교·검토하였다.

본 연구보고서는 본원의 전찬영 연구위원을 비롯 심기섭 책임연구원과 이종필 연구원, 그리고 이상우 연구원이 공동 집필하였다. 또한 비용부문에서 구조물별 표준비용구간 설정을 위해 동일기술공사의 이육한 이사가 함께 연구에 참여하였다. 필자들은 연구심의를 통해 조언을 아끼지 않으신 인천대학교의 전일수 교수, KDI의 장준경 박사, 본원의 정봉민 해운물류·항만센터장께 깊은 감사를 표하고 있다. 모쪼록 본 연구가 항만부문 경제성 평가에 대한 보다 개선된 표준지침서의 역할을 제공함으로써 그 결과에 대한 신뢰도를 더욱 높이는 계기가 되기를 기원한다.

끝으로 본 연구보고서의 내용은 필자의 개인적인 의견이며 한국해양수산개발원의 공식적인 견해가 아님을 밝혀둔다.

2003년 12월

韓國海洋水產開發院  
院 長 李 廷 旭

## 목 차

〈요 약〉	i
제 1 장 서 론	1
1. 연구의 배경 및 목적	1
1) 연구의 배경 / 1	
2) 연구의 목적 / 2	
2. 연구의 내용 및 방법	2
1) 연구의 내용 / 2	
2) 연구 방법 / 3	
제 2 장 경제적 타당성 평가여건의 변화요인 분석	5
1. 경제적 타당성 평가여건의 변화요인	5
1) 항만건설기술 및 항만하역시스템의 발전 / 5	
2) 비관리청에 의한 항만개발사업 요구 증대 / 7	
3) 정부의 예비타당성 조사제도 도입 / 8	
4) 환적화물의 급증 / 9	
5) 항만시설확보율(수급상태)의 개선 / 11	
2. 항만투자여건의 변화와 정부의 항만개발정책	14
3. 경제적 타당성 평가항목의 개선 필요성	15
제 3 장 기존 편익항목의 타당성 평가 및 개선방안	17
1. 타 SOC사업의 편익항목 산정방법 및 시사점	17
1) 도로 / 17	
2) 철도 / 19	
3) 시사점 / 20	

2. 항만부문 편익항목 산정에 관한 문헌 및 선행연구 고찰	20
1) 경제성 분석의 일반이론	20
2) 선행연구 고찰	24
3. 기존 편익항목의 타당성 검토	30
1) 선박대기비용 절감효과	30
2) 선박재항비용 절감효과	32
3) 하역비용 절감효과	33
4) 내륙수송비용 절감효과	34
5) 내륙화물운송시간가치	35
6) 토지조성효과	35
4. 편익항목의 대체가능성 검토	35
1) 체선·체화비용의 절감효과	35
2) 환적화물 유치효과	57
3) 보관료 관련 비용 절감효과	61
4) 환경비용 절감효과	61
5. 경제적 편익항목의 대체	63
<b>제 4 장 경제적 편익항목 선정 및 산출방법의 표준화 방안</b>	<b>65</b>
1. 항만투자사업 유형별 경제적 편익항목의 선정	65
1) 컨테이너전용부두 개발사업	65
2) 비컨테이너부두 개발사업	68
2. 경제적 편익 산출방법의 표준화방안	68
1) 전제조건	69
2) 경제적 편익 산출방법의 표준화	73
<b>제 5 장 경제적 비용항목의 표준화 가능성 검토 및 개선방안</b>	<b>87</b>
1. SOC시설투자사업의 비용항목 및 산정방식	87
1) SOC시설의 비용항목 비교	87
2) 타 SOC시설의 비용 산정방식 검토	87

3) 항만부문 비용 산정방식 / 90	
2. 공사비의 표준화 가능성 검토	95
1) 표준화의 필요성 / 95	
2) 방법론 / 96	
3) 구조물 분야별 공사비 단가 검토 / 97	
3. 구조물별 표준비용구간 설정	103
4. 운영유지비 적정성 검토	104
1) 검토의 기본방향 및 검토범위 / 104	
2) 정부의 항만유지보수비 검토 / 105	
3) 항만시설 총 자본스톡 대비 유지운영비 검토 / 108	
4) 국유재산대장가액 대비 유지보수 비율 검토 / 114	
5) 민간의 유지운영비 지출 검토 / 116	
6) 민간의 유지운영비 지출을 고려한 유지보수비율 검토 / 119	
7) 소결 및 정책제언 / 120	
<b>제 6 장 사례분석</b>	<b>122</b>
1. 부산 신항만 서컨테이너 부두 개발사업 (5만톤급 5선석)	122
1) 편익부문 / 122	
2) 비용부문 / 127	
3) 분석결과 비교 / 128	
2. 광양항 중마동 일반부두 건설사업 (2만톤급 2선석)	129
1) 편익부문 / 130	
2) 비용부문 / 131	
3) 분석결과 비교 / 132	
3. 시사점	133
<b>제7장 요약 및 결론</b>	<b>135</b>
<b>참 고 문 헌</b>	<b>140</b>

## 표 목 차

<표 2-1> 컨테이너물동량 및 환적화물 처리실적	10
<표 2-2> 전국항만의 시설확보율 추이	12
<표 2-3> 전국항만 컨테이너부두 시설확보율 추이	12
<표 2-4> 주요 항만별 시설확보율과 체선율 추이(2002)	13
<표 3-1> 도로투자사업에 따른 편익분석 항목	17
<표 3-2> 철도부문의 편익항목	19
<표 3-3> 항만투자사업의 경제적 편익분류	25
<표 3-4> 항만투자의 경제적 편익항목(일본)	27
<표 3-5> 항만투자사업의 경제적 편익항목	28
<표 3-6> 회귀 결과 요약	43
<표 3-7> 항만을 통한 수출입 화물별 수송량 및 금액	44
<표 3-8> 컨테이너용기 구입가격 및 운영유지비	45
<표 3-9> 컨테이너용기 재항시간비용	45
<표 3-10> 컨테이너화물 체화비용	46
<표 3-11> 컨테이너선의 체선·체화비용	46
<표 3-12> 일반화물선의 체선·체화비용	47
<표 3-13> 산물선의 체선·체화비용	47
<표 3-14> 품목별 분류	48
<표 3-15> 체선·체화비용과 부선회역으로 인한 추가비용 비교시 가정	49
<표 3-16> 컨테이너선 체선·체화비용과 부선회역 비용이 같아지는 대기 시간	50
<표 3-17> 일반화물선 체선·체화비용과 부선회역 비용이 같아지는 대기 시간	50
<표 3-18> 산화물선 체선·체화비용과 부선회역 비용이 같아지는 대기 시간	50
<표 3-19> $E_2/E_2/n$ 대기행렬 모형에 따른 대기시간 비율표 (컨테이너부두 및 전용부두)	53
<표 3-20> $M/E_2/n$ 대기행렬 모형에 따른 대기시간 비율표(일반부두)	55



<표 3-21> 부두 운영사 현황 및 운영 선석 수	57
<표 3-22> 접안료 징수실적 및 컨테이너물동량 추이	59
<표 3-23> 세계 주요 컨테이너터미널운영업체의 TEU당 순수익	60
<표 3-24> 자동차의 대기오염물질 배출현황(2000)	62
<표 3-25> 도로수송과 연안해운의 단위당 연간 환경비용	63
<표 3-26> 경제적 편익항목의 변경내용	63
<표 4-1> 중심항만의 정의 및 특징	67
<표 4-2> 항만개발사업 유형별 적용가능성 검토	68
<표 4-3> 선석당 적정처리능력의 산정(크레인능력 중심)	70
<표 4-4> 기준연도별 일반잡화부두 적정하역능력	72
<표 4-5> 선박 기회비용 추정시 설문 항목	75
<표 4-6> 주요 항만과 배후권역의 수송거리	76
<표 4-7> 대형트럭의 차량운영비	78
<표 4-8> 환적화물 유치효과 산출방법	82
<표 4-9> 차종별 대기오염 원단위	83
<표 4-10> 차종별 주행거리 기준 대기오염비용 원단위	84
<표 5-1> 건설부문의 단계별 요율	92
<표 5-2> 항만투자사업의 공사비 요율비율 적용범위	92
<표 5-3> 항만투자사업의 추가업무범위 및 소요비용의 범위	93
<표 5-4> 평가지침상 건설부문의 설계 및 감리비 요율	94
<표 5-5> 공사비 추정 사례대상지역 개소	97
<표 5-6> 안벽 공사비(m당 단가)	98
<표 5-7> 방파제 공사단가(m당 단가)	99
<표 5-8> 호안 공사단가(m당 단가)	101
<표 5-9> 물양장 공사비(m당 공사단가)	102
<표 5-10> 안벽 공사비	103
<표 5-11> 안벽 공사비(20,000~50,000DWT)	103
<표 5-12> 안벽 공사비(50,000DWT 이상)	103
<표 5-13> 방파제 공사비	104
<표 5-14> 연차별 항만건설 예산현황	106

<표 5-15> 연차별 유지보수관련 비용 현황(예산기준)	107
<표 5-16> 연차별 유지운영비 현황	108
<표 5-17> 항만부문 총 자본스톡 추정결과	111
<표 5-24> 항만자본스톡 대비 유지운영비 비율	111
<표 5-19> 외국항만의 유지보수비율	112
<표 5-20> 항만시설 순자본스톡 대비 유지운영비율 산정	113
<표 5-21> 항만시설 유지보수 관리대상 국유재산의 범위	114
<표 5-22> 연도별 총자본스톡/순자본스톡 대비 대장가액 비율	115
<표 5-23> 연도별 항만시설 대장가액	115
<표 5-24> 한국컨테이너부두공단 투자비 및 유지보수비 내역	119
<표 5-25> 항만자본스톡 대비 유지운영비 비율(민간부문)	119
<표 5-26> 항만시설 순자본스톡대비 유지운영비율	120
<표 6-1> 부산·광양항 척당 평균 하역량	123
<표 6-2> 부산 광양항 이용선박 평균 규모	123
<표 6-3> 컨테이너선 평균 접안시간 산정	124
<표 6-4> 부산항 컨테이너 전용부두의 선형비율과 평균 체선비용(2002)	125
<표 6-5> 서컨테이너부두 건설시 안벽구조물 공사비와 표준화 비용구간 비교	127
<표 6-6> 부산신항 서컨테이너 개발사업에 대한 경제성 분석결과 비교	128
<표 6-7> 시나리오별 중마동 일반부두 개발규모 전망	129
<표 6-8> 중마동 일반부두 미개발시 광양항 일반화물의 인근항만 예상 배분비율	129
<표 6-9> 광양항 중마동 일반부두 건설시 안벽구조물 공사비와 표준화 비용구간 비교	132
<표 6-10> 광양항 중마동 일반부두 개발사업에 경제성 분석결과 비교	132

## 그림 목 차

<그림 1-1> 연구 흐름도	4
<그림 2-1> 도로사업으로 인한 편익 산출 개념도	18
<그림 2-2> 항만개발의 편익(수요불변)	22
<그림 2-3> 항만개발의 편익(지불가격 불변)	22
<그림 3-4> 일본의 항만부문 경제성 분석 절차	26
<그림 3-1> 우리나라 국적 외항선 선령별 선박보유 현황(2001년 12월 31일)	41
<그림 3-2> 체선·체화비용 추정 순서도	41
<그림 5-1> 톤급별 안벽 공사비 분포도	99
<그림 5-2> 지역별 방파제 공사비 분포도	100
<그림 5-3> 지역별 호안 공사비 분포도	101
<그림 5-4> 지역별 물양장 공사비 분포도	102
<그림 6-1> 대기시간 산정 요소와 순서	124

## <요 약>

# 제1장 서 론

## 1. 연구의 배경과 목적

- 도로·철도·항만 등 공공투자사업의 평가는 비용-편익 분석을 활용한 경제적 타당성 평가에 의해 이루어지고 있으나, 경제적 타당성 평가의 구체적인 항목의 설정, 객관적인 산출기준이나 방법을 설정함에 있어 아직까지 많은 논란이 일고 있음
- 항만에 대한 기존의 경제적 타당성 평가방식(비용-편익 분석)도 일부 편익항목의 산출을 위한 전제조건이나 가정이 현실적이지 못하거나 산출 기준의 비합리성으로 인해 경제적 타당성 평가결과에 대한 신뢰성 및 객관성이 떨어지고 있음
- 따라서 항만개발사업에 대한 보다 정밀한 경제적 타당성 평가방법에 대한 필요성이 요구되고 있으며, 항만투자사업에 대한 편익항목의 선정, 편익과 비용 산출에 대한 합리적 기준을 제시하여 관련사업에 평가자의 주관의 개입될 소지를 제거해야 할 것임
- 본 연구에서는 항만투자사업에 대한 객관적이고 공정한 경제성 평가항목 및 산정기준의 정립, 그리고 항만공사비에 대한 시설물별 표준비용 구간 설정을 통해 항만투자사업에 대한 경제적 타당성 평가의 개선방안을 제시함

## 2. 연구의 내용 및 방법

- 본 연구는 항만투자여건의 변화에 따른 항만투자사업의 경제적 타당성 평가시스템의 개선방안에 대해서 제시하였음

- 경제성 분석에 관한 기존 편익항목의 타당성 및 신규 편익항목의 편입 가능성 검토, 항만투자사업에 대한 최종 편익항목의 선정 및 산출방법의 표준화 방안 제시
- 또한, 항만공사비의 지역별·유형별 표준구간을 설정하여 공사비 산출의 표준화 방안을 검토하였으며, 기존 운영유지비용 산출의 적정성 검토
- 본 연구의 결과를 토대로 사업유형별(신항만, 기존항만) 혹은 사업종류별(컨부두, 비컨부두) 실증 분석을 통하여 기존 연구결과와 비교 분석하였음
- 본 연구에서는 항만투자사업의 경제적 타당성 평가방법의 개선방안을 도출하기 위해 기본적으로 문헌연구와 사례조사, 그리고 실증분석을 통한 연구수행
  - 그 동안 당원에서 수행하였던 각종 연구보고서 및 도로·철도·항공 등 SOC관련 각종 국내·외 연구보고서 및 논문 등 문헌연구
  - 항만시설물의 설계사례와 공사사례(서해 19개소, 남해 16개소, 동해 10개소)를 조사하여 안벽, 물양장, 호안 등의 구조물별 공사비의 정리 및 우리나라 항만자본스톡 대비 정부의 항만지출비 구성 통계자료를 이용한 유지운영비의 적정성 검토
  - 본 연구의 결과를 부산신항 및 광양항에 적용한 결과와 기존 연구 결과와의 차이점 검토

## 제2장 경제적 타당성 평가여건의 변화요인 분석

### 1. 경제적 타당성 평가여건의 변화요인

- 항만건설기술 및 항만하역시스템의 발전
  - 항만기술의 발전은 보다 열악한 입지여건에서의 첨단항만의 개발을 가능케 하지만 이는 비용상승으로 연결되어 항만개발의 경제적 타당성을 악화시키는 요인으로 작용함. 그러나 완공된 항만시설의 내구성을 강화시켜 공기를 단축하고 유지·보수비용을 저감하여 경제성을 강화시키는 양면적인 특성을 띤다고 할 수 있음

- 비관리청에 의한 항만개발사업 요구 증대
  - 비관리청 항만공사는 지자체나 기업자체의 독자적인 판단에 의해 항만 개발이 추진되는 과정에서 발생하는 과당경쟁뿐만 아니라 과잉투자과 자원의 낭비는 물론 항만의 경쟁력 손실을 초래할 수 있음
  - 따라서 정부의 항만개발계획에 의거하지 않은 비관리청 항만공사에 대해서는 경제성 분석에 기초하여 개발의 타당성에 대한 정책결정 필요
- 정부의 예비타당성 조사제도 도입
  - 정부는 1999년 500억 이상의 정부재정 SOC사업의 경우 사업의 본격 추진에 앞서 예비타당성 평가과정을 의무적으로 거치도록 하고 있는데 타 부문간 개발사업에 대한 비교·평가를 통한 우선 순위 결정에 있어 경제성 평가의 중요성이 크게 부각됨
- 환적화물의 급증
  - 환적화물 유치에 따른 편익은 충분한 항만시설의 확보와 경쟁력 있는 서비스가 제공될 경우어나 발생하기 때문에 국내 수출입화물과는 항만개발에 따른 편익산정의 대상과 방식이 달라야 할 것임
- 항만시설확보율(수급상태)의 개선
  - 항만시설의 확보율이 개선됨에 따라 부선에 의한 하역은 실현 가능성이 없기 때문에 부선하역비용과 점안하역비용의 차이에 의한 편익 산출보다는 체선 및 체화 등 시간개념과 관련한 편익 산출이 보다 합리적임

## 2. 항만투자여건의 변화와 정부의 항만개발정책

- 참여정부는 ‘동북아의 물류중심기지’ 육성정책을 국가발전 전략의 최고 핵심과제로 채택하는 등 21세기 국가발전의 원동력 및 국민경제를 지탱하는 기간산업의 하나로 항만의 중요성을 부각
- 따라서 항만개발의 판단기준이 되는 경제적 타당성 평가결과의 신뢰성 및 객관성 확보가 무엇보다 중요

## 3. 경제적 타당성 평가항목의 개선 필요성

- 이상에서 살펴본 여러 변화요인들은 경제성 평가와 관련해 편익과 비용

항목에 상당한 영향을 미칠 수 있어 향후 경제성 평가결과에 대한 신뢰성과 객관성을 높이기 위해서는 평가과정에서 이와 관련한 여러 변화요인들이 충분히 반영될 수 있어야 함

### 제3장 기존 편익항목의 타당성 평가 및 개선방안

#### 1. 타 SOC사업의 편익항목 산정방법 및 시사점

##### 1) 도로

- 도로부문의 편익유형 및 항목은 다양하지만 계량화에 대한 객관성 확보 여부에 따라 도로부문의 경제적 편익항목은 차량운행비용 절감, 통행시간 절감 및 교통사고 감소 등 일부 항목으로 한정하고 있음

##### 2) 철도

- 철도투자사업의 편익은 도로, 해운 및 항공에서 전환되는 교통수요로 인해 도로구간이나 항만 및 공항에서 발생하는 편익과 철도투자사업으로 인한 철도자체에서 발생하는 편익으로 구분하고 있음
- 철도부문의 편익항목으로는 차량운행비용 절감, 통행시간 절감 및 교통사고 감소 등으로 도로부문의 편익항목과 동일하며, 산정방법도 유사함

##### 3) 시사점

- 도로나 철도 모두 직접편익항목만을 산출대상으로 하고 있으며, 그 중에서도 산출근거가 객관적이고 명확한 항목만을 대상으로 설정하여 경제성 평가의 신뢰를 충분히 확보하고 있는 것으로 평가됨
- 도로 및 철도 등 타 SOC사업의 경제적 타당성 평가를 고찰한 결과, 이들 부문의 평가방법에 있어 평가절차 및 적용기준이 정형화되어 있음

## 2. 항만부문 편익항목 산정에 관한 문헌 및 선행연구 고찰

### 1) 경제성 분석의 일반이론

- 경제적 편익은 소비자 잉여의 증가라는 관점에서 파악되며, 비용-편익 분석은 1950년 미국의 연방수자원위원회(Federal Inter-agency Committee on Water Resources)에서 수자원 관리를 위하여 강 유역 사업들에 대한 타당성 보고서 작성을 기초로 하여 1958년 현대적 의미의 비용-편익분석방법이 소개
  - 항만투자사업의 부문에서는 1977년 UNCTAD의 "Appraisal of Port Investment"에서 항만투자에 대한 비용-편익분석방법을 처음으로 시도
- 공공투자의 평가방법의 하나인 비용-편익분석의 기본모형은 공공투자 사업에 의해 발생한 재화의 물리적 총량변화와 이 재화들의 시장가격의 파악을 통해 산출할 수 있음
  - 비용-편익분석에서 시장가격은 통상적으로 고정되어 있는 것으로 가정한다면 물리적 총량변화를 예측하는 것이 필요
  - 이를 식으로 나타내면 다음과 같음

$$\begin{aligned}
 V &= \sum_{j=1}^n V_j = \sum_{j=1}^n (P_x \Delta X_j - P_y \Delta Y_j) \\
 &= P_x \sum_{j=1}^n \Delta X_j - P_y \sum_{j=1}^n \Delta Y_j = P_x \Delta X - P_y \Delta Y
 \end{aligned}$$

### 2) 선행연구 고찰

- UNCTAD의 연구에서는 항만개발에 따른 경제적 편익을 내륙수송비 절감, 하역비 절감 등 항만이용자의 경제적 편익만을 고려
- 일본의 「항만투자의 평가에 관한 가이드라인」에서는 경제적 편익항목의 선정은 평가대상사업인 20개 그룹별로 상이하게 이루어지며, 이용자 위주로 산정하고 있음
  - 육상교통의 혼잡완화효과 및배출가스의 저감을 계량화하여 편익으로 계상하고 있음



- 항만부문사업의 예비타당성 표준지침연구에서는 이용자측면의 경제적 편익 즉 선박대기비용과 선박재항비용 절감, 하역비용 및 내륙운송비용 절감, 화물운송시간의 단축편익 및 토지조성효과 등을 편익으로 설정
- 1977년 UNCTAD의 연구 이후 항만투자사업에 대해 산출되는 경제적 편익항목에 별다른 차이가 없음. 경제적 편익을 좌우할 수 있는 해운항만과 관련한 여러 요인들이 크게 변화하고 있음에도 경제적 편익의 산정항목이 별로 변화되지 않고 있음

### 3. 기존 편익항목의 타당성 검토

#### 1) 선박대기비용 절감효과

- with-Case(항만 개발시)와 without-Case(항만 미개발시) 각각의 총 대기비용을 산출하여 그 차액을 구함으로써 선박대기비용의 절감효과를 산정할 수 있으나, 대기시간 절감효과를 선박재항비용 절감효과 및 하역비용 절감효과로 대체하여 사용하였음

#### 2) 선박재항비용 절감효과

- 선박재항비용은 선박이 선석에 접안하여 서비스를 받는 동안 발생하는 비용으로서 하역생산성을 제고시킬 때 비용절감효과가 발생하는 것으로, 안벽에서 정상적으로 물동량을 처리할 경우와 Without Case에서 적정능력의 초과화물에 대해 부선하역을 전제로 하여 물동량을 처리하는 데 걸리는 시간의 차이에 의해 발생함
- 이러한 재항비용 절감효과는 지금까지 항만투자사업에 대한 대표적인 경제적 편익항목으로 사용되어 왔음

#### 3) 하역비용 절감효과

- 하역비용 절감효과는 해당항만의 개발이 시행되지 않을 경우(Without Case)와 개발될 경우(With Case)에 해상하역비용과 접안하역비용간의 차이로 인하여 발생하는 편익으로, 현행 하역능력을 초과한 물동량에 대해서는 부선작업을 행하는 대안을 설정하여 With Case의 하역비용과

without Case의 부선작업이 포함된 하역비용과의 차이를 구하면 하역 비용 절감효과를 산출할 수 있음

- 접안하역과 부선하역의 톤당하역비용의 기준이 되는 해양수산부의 항만하역요금표의 품목별 하역요금이 자율화되면서 현재의 산정방법을 가지고 적용할 경우 분석자의 주관이 개입될 소지가 있음

#### 4) 내륙수송비용 절감효과

- 내륙수송비용 절감효과는 운송비용 절감효과와 교통혼잡 완화효과로 구분할 수 있으며, 운송비용 절감효과는 철도, 공로 등의 수송수단에 따라 상이하기 때문에 화물특성이나 수송거리 등을 고려하여 수송수단과 표준수송량을 결정해 사용해야 할 것임
- 혼잡비용 완화효과는 신규항만의 건설 또는 항만 고유기능의 변화로 이용화물이 재배치된 결과 육상수송로의 혼잡이 재편되는 과정에서 발생하는 것이나 실제 항만투자사업부문에서 이에 따른 편익을 산정한 사례는 없음

#### 5) 내륙화물운송시간가치

- 화물의 시간가치비용이란 화물운송시간의 가치인데 화주가 화물의 운송시간을 단축하기 위해 지불하고자 하는 비용으로 수송시간을 화폐가치로 전환할 경우 한계대체율이 바로 단위시간당 시간비용 또는 시간가치를 의미하나, 항만에서 수출입화물의 시간가치 비용을 적용한 사례는 없고 자칫 편익이 자의적인 판단하에 산출될 우려가 있음

#### 6) 토지조성효과

- 토지조성효과는 조성된 토지의 활용도에 따라 활용시설의 단위 면적당 부가가치 창출액을 기준으로 산정하는 것이 일반적이므로 토지의 조성 원가에 근거한 분양가나 인근의 공시지가를 기준으로 편익을 산출함

#### 4. 편익항목의 대체가능성 검토

##### 1) 체선·체화비용의 절감효과

- 본 연구에서는 Goss and Mann(1977)의 방법론을 근간으로 하고, 한국 해양수산개발원(2002)의 「항만산업의 경제적 파급효과에 관한 연구」를 참고하여 2002년 기준으로 국내 항만의 체선·체화에 의한 경제적 비용을 산출하였음
- 체선·체화비용을 추정하기 위하여 적용한 할인율은 한국개발연구원(2001)의 「항만부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(개정판)」에서 제시한 사회적 할인율 7.5%를 채택하였으며, 선박의 경제적수명을 25년으로 가정하였고, 선종은 컨테이너선, 일반화물선, 산화물선으로 분류하여 체선·체화비용을 도출하였음
- 선종별, 톤급별 체선·체화비용 추정 결과를 보면 다음과 같음

<표 요약-2>

컨테이너선의 체선·체화비용

단위 : 천원

선 급		체선비용		체화비용		체선·체화비용	
DWT	TEU	일일당	시간당	일일당	시간당	일일당	시간당
1만톤	863	7,178	299	2,692	112	9,870	411
2만톤	1,726	12,793	533	5,384	224	18,177	757
3만톤	2,590	17,938	747	8,077	337	26,014	1,084
4만톤	3,453	22,799	950	10,769	449	33,568	1,399
5만톤	4,316	27,461	1,144	13,461	561	40,922	1,705

<표 요약-1>

일반화물선의 체선·체화비용

단위 : 천원

선 급		체선비용		체화비용		체선·체화비용	
DWT		일일당	시간당	일일당	시간당	일일당	시간당
1만톤		4,097	171	1,073	45	5,170	215
2만톤		5,522	230	2,146	89	7,668	320
3만톤		6,576	274	3,219	134	9,795	408
4만톤		7,444	310	4,292	179	11,736	489
5만톤		8,195	341	5,365	224	13,560	565

&lt;표 요약-2&gt;

## 산물선의 체선·체화비용

단위 : 천원

선 급	체선비용		체화비용		체선·체화비용	
	일일당	시간당	일일당	시간당	일일당	시간당
1만톤	4,217	176	93	4	4,310	180
2만톤	6,295	262	186	8	6,480	270
3만톤	7,957	332	278	12	8,235	343
4만톤	9,396	392	371	16	9,767	407
5만톤	10,689	445	464	19	11,153	465

- 편익대상 체선시간은 초과수요를 처리하기 위해 선석점유율을 높일 경우 늘어날 선박대기시간으로 도착시간 간격과 항만서비스시간 분포에 대한 확률모형, 즉 대기행렬모형을 일반부두의 경우 지수분포( $M/E_2/n$ )를 적용하고, 컨테이너부두와 전용부두의 경우 Erlang-2분포( $E_2/E_2/n$ )를 따르는 것으로 가정하였음
- 또한, 선석점유율의 상승가능한계는 대기율표에 설정된 상한선인 90% 까지로 설정하였으며, 컨테이너부두와 일반화물부두의 독립운영선석수는 2개로 설정

## 2) 환적화물 유치효과

- 항만개발사업에 대한 경제적 타당성 분석시 환적화물의 유치에 따른 편익으로는 직접효과만을 고려하였음. 직접효과는 정부재정수입의 증대, 항만운영사(터미널), 선사대리점, 선용품공급업체, 선박대리점 등 항만 관련산업의 수입증대를 들 수 있음

## 3) 보관료관련 비용절감효과

- 보관관련 비용절감효과에는 대기시간의 감소에 따른 Over-storage비용 감소효과와 보관장소의 이동에 따른 추가적인 운반비용의 감소효과로 구분할 수 있음

#### 4) 환경비용 절감효과

- 항만개발사업은 도로수송의 일정부분을 분담함으로써 도로수송에 의한 환경오염을 어느 정도 완화시키는 효과도 있을 것으로 판단됨
  - 도로수송과 해상수송의 환경비용을 비교한 연구결과를 보면, 톤-km당 도로수송은 264원의 환경비용이 발생하는 반면에 연안해운 즉 해상수송은 30원에 불과한 것으로 나타났음
- 항만개발을 통한 수송수요의 전환은 환경비용의 절감효과를 초래할 것으로 판단할 수 있음

#### 5) 경제적 편익항목의 대체

<표 요약-4>

경제적 편익항목의 변경내용

기존의 편익항목	본 연구의 편익항목	비고
선박대기비용절감효과	체선시간 절감효과	-
	체화비용 절감효과	
선박재항비용절감효과	제외	체선시간 절감효과로 대체
하역비용 절감효과	제외	체화비용 절감효과로 대체
내륙운송비용 절감효과	화물운송거리 단축효과	-
	교통혼잡 완화효과	-
내륙화물운송시간가치 절감	제외	-
-	환적화물 유치효과	신규편익
-	보관관련 비용절감효과	신규편익
-	환경비용 절감효과	신규편익
토지조성효과	토지조성효과	-

### 제4장 경제적 편익항목 선정 및 산출방법의 표준화 방안

#### 1. 항만투자사업 유형별 경제적 편익항목의 선정

- 항만개발사업의 유형에 따라 항만개발에 의하여 발생하는 경제적 편익은 상이할 수밖에 없으며, 따라서 적용되는 편익항목 역시 달라져야 할 것임

&lt;표 요약-5&gt;

항만개발사업 유형별 적용가능성 검토

경제적 편익항목	적용가능성		
	컨테이너부두 개발사업		비컨테이너부두 개발사업
	중심항	지역거점항	
체선시간 절감효과	◎	◎	◎
체화비용 절감효과	◎	◎	◎
보관료 관련 절감효과	◎	◎	◎
화물운송거리 단축효과	○	◎	○
교통혼잡 완화효과	○	○	○
환적화물 유치효과	◎	-	-
환경비용 절감효과	○	◎	○
토지조성효과	○	○	○

주 : ◎ : 적용가능성이 큰 항목, ○ : 적용가능성이 작은 경우.

## 2. 경제적 편익 산출방법의 표준화방안

### 1) 전제조건

- 부두 운영시 처리할 수 있는 선석당 물동량수요의 기준으로 컨테이너부두 및 일반잡화부두의 적정하역능력은 한국개발연구원의 “항만부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(개정판)”에서 제시한 적정하역능력을 준용하는 것으로 함
- 사회적 할인율은 한국개발연구원의 “항만부문사업의 예비타당성 조사 표준지침연구(개정판)”(2001)의 연구결과를 참조로 하여 7.5%를 적용하였으며, 편익의 발생기간을 투자완료 후 30년으로 가정함

### 2) 경제적 편익의 산출방법 표준화

- 체선시간 절감효과는 편익대상 편익대상 대기시간, 선박의 기회비용 및 예상입항척수 등의 변수를 통하여 산출할 수 있으며, 산정방식은 다음과 같음
  - 체선비용 = 편익대상 대기시간×선박의 기회비용×예상입항척수

- 체화비용의 산정방법은 기본적으로 체선비용의 산정방법과 동일하나 다만 선박의 기회비용 및 입항척수 대신 화물의 기회비용 및 화물량을 변수로 사용하였으며, 산정방법은 다음과 같음
  - 체화비용 = 편익대상 대기시간×화물의 기회비용×화물량
- 항만개발사업에 따른 화물운송거리 단축효과의 산정방법은 다음과 같음
  - $$B_j = \sum_j [(CL(WO)_j * CT(WO)_j) - (CL(W)_j * CT(W)_j)] \times N_j$$
- 교통혼잡 완화효과는 우선 1일 혼잡시간대에 대한 차종별 연료소모량 및 시간비용을 산출하는 것이 필요하며, 산정방법은 다음과 같음
  - 1일 혼잡비용 =  $\sum_i \sum_j$  구간별교통량<sub>ij</sub> × [차종별 유류비<sub>j</sub> × 운행속도 연료소모량<sub>j</sub>
    - 기준속도 연료소모량)+(시간당 운행비<sub>j</sub> +재차인원<sub>j</sub> ×평균시간가치비용) ×(운행시간<sub>i</sub> - 기준운행시간<sub>i</sub>)] ×0.6
  - 항만개발에 따른 교통혼잡 완화효과는 기존 항만의 화물이 신항만으로 전이되는 과정에서 유발되는 것으로 다음의 식에 의하여 산출 가능
  - 교통혼잡완화효과=(without의1일혼잡비용-with의1일혼잡비용)×365
- 환적화물을 유치함으로써 발생할 수 있는 경제적 편익은 매우 다양하지만 본 연구에서는 직접적인 편익만을 고려하였으며, 그 산정방법은 다음과 같음

&lt;표 요약-6&gt;

환적화물 유치효과 산출방법

구분		산출방법	산출결과
정부재정 수입 증대	화물입 출항료	무역항의항만시설사용및사용료에 관한 규정	4,200원
	접안료	최근 3개년 평균징수실적/최근 3개년 평균처리물량	1,163원
	선박입 출항료	(최근 3개년 평균 선박입출항료/최근 3개년 평균접안료)×TEU당 접안료	1,574원
항만관련산업의 수입증대	터미널운영사	-	31,080원
	관련 서비스산업	(입출항경비)/척당평균 처리량×평균수익률	9,164원

- 보관료 관련 비용절감효과는 over-storage 감소효과와 셔틀비용 감소 효과로 구분할 수 있음
  - over-storage비용은 산정당시 국내 부두운영사들의 요금을 종합적으로 고려한 평균가격을 기준으로 하였으며, 적용 장치기간은 반입·반출 화물의 평균 장치기간일수를 조사한 후 무료장치기간을 제외한 기간을 대상으로 하였음
  - 셔틀비용은 산정당시 국내 운송회사들의 요금을 종합적으로 고려한 평균가격을 기준으로 하며, 적용대상 화물은 수출·입 화물로 구분하여 부두별 직통관 화물을 제외한 나머지 화물을 셔틀비용 산정대상 화물량 적용
- 항만개발사업에 따른 환경비용절감효과를 산정시 적용하는 대상수송단위는 대형트럭을 기준으로 하며, 항만개발에 따른 환경비용의 절감효과를 산출하는 방법으로 다음과 같음
  - $EB_j = \sum_j [(EL(WO)_j \times ET(WO)_j) - (EL(W)_j \times ET(W)_j)] \times N_j$
- 토지조성효과는 인근지역의 공시지가 또는 분양가를 이용하여 신규로 조성된 부지의 편익을 산정하는 것으로 하였음

## 제5장 경제적 비용항목의 표준화 가능성 검토 및 개선방안

### 1. SOC시설투자사업의 비용항목 및 산정방식

#### 1) SOC시설의 비용항목 비교

- 비용항목은 크게 공사비, 용지보상비, 유지관리비 등으로 구분되며, 사업부문별 특성에 따라 항목별 구성내역과 산정방식이 약간씩 상이한데 이는 사업부문에 따라 일률적이거나, 개괄적인 산정이 불가능한 특수한 분야가 있기 때문임
- 항만의 경우 시공방법, 연약지반 처리방식에 따라 사업비용의 편차가 크기 때문에 타 시설에 비하여 일률적인 원단위 기준을 제시하기에는 많은 어려움이 있음



## 2) 항만부문 비용 산정방식

- 경제적 타당성 분석에서 적용하는 사업비용은 항만사업운영을 준비하기 위한 초기사업비와 운영기간중의 유지보수운영비로 구분됨
  - 초기 사업비는 조사비, 설계비, 공사비, 부대비, 보상비 등이 포함
  - 운영기간 중 유지운영비는 사업의 운영시 발생하는 모든 비용 포함
  - 경제성 분석은 사회적 측면에서의 편익과 비용을 고려하므로, 항만법에 제시되어 있는 건설이자, 시설의 기부 채납에 대한 부가가치세, 이윤과 공사비에 포함되는 시공이윤 등은 이전지출로서 경제성 분석상 비용에 포함되지 않음

## 2. 공사비의 표준화 가능성 검토

### 1) 표준화의 필요성

- 공사비는 토목공사비와 상부시설공사비로 나누는데 이 중 상부시설 공사비는 구조물의 사용 용도가 정해지면 기준에 따른 일정 비율 또는 건축 등에 의한 시설비를 적용하면 되므로 토목 공사비에 비해서는 일반화되어 있어 적용상 어려움은 없음
  - 그러나 토목 공사비의 경우는 지역과 지형, 수심, 파고, 지반 등의 환경조건과 시공방법에 따라 많은 차이가 있으므로 일률적으로 공사비 단가를 반영하기가 어려운 측면이 있음
- 본 연구에서는 경제성 분석에서의 개략적인 항만공사비의 추산을 위해 구조물별 토목공사비의 표준비용구간을 설정하고자 함

### 2) 방법론

- 항만사업비 정형화를 위한 전제조건으로 항만구조물을 안벽, 방파제, 호안으로 구분하였고, 우리나라 지역의 특성을 고려해 서해, 남해, 동해로 지역을 분류해 설계사례와 공사사례를 조사함
- 사례조사는 전국적으로 서해 19개소, 남해 16개소, 동해 10개소를 대상으로 하여 이들에 대한 공사비 자료를 이용하여 안벽, 물양장, 호안 등 항만시설별 사업비를 산정하였음

### 3) 구조물 분야별 공사비 단가 검토

- 각 지역별, 안벽규모별로 구분하여 안벽공사에 소요되는 m당 공사비 조사자료를 분석한 결과 서해안 2~3만톤급의 경우 m당 공사비는 개략 92~95백만원 정도이며 5만톤급의 경우는 139백만원으로 조사됨
- 연약지반 처리공법을 적용하는 시설은 대부분 남해안 지역에 분포되어 있고 지반처리를 하지 않을 경우에 비해 소요공사비가 크게 증가하여 8만톤급의 경우 m당 최대 223백만원 까지 소요됨

<표 요약-6>

안벽 공사비(m당 단가)

단위 : 백만원

구 분		구조형식	공사비	기초처리공법	지역
서 해	2만톤급	케이슨식	92	기초굴착	평택
	3만톤급	케이슨식	94	기초굴착	목포
		케이슨식	95	기초굴착	인천
		잔 교 식	139	파일근입	인천
	5만톤급	케이슨식	156	기초굴착	당진
남 해	2만톤급	콘크리트 블럭식	44	기초굴착	진해
		콘크리트 블럭식	54	기초굴착	제주
		콘크리트 블럭식	113	DCM공법 (H=22m)	광양
	5만톤급	잔 교 식	172	파일근입	부산
	8만톤급	케이슨식	223	SCP공법 (H=28m)	부산
동 해	3만톤급	콘크리트 블럭식	31	기초굴착	속초
	2만톤급	콘크리트 블럭식	61	기초굴착	울산

- 방파제 공사비의 경우 해당지역의 파랑조건에 가장 큰 영향을 받으며, 안벽과 같이 연약지반의 유무 즉 기초처리공법 적용 여부가 공사비에 큰 영향을 미침
- 조사결과 파고의 크기에 따라 다소 차이는 있으나 방파제 공사비는 남해안 지역이 가장 많이 소요되며 동해안과 서해안은 유사한 것으로 분석되었음

&lt;표 요약-7&gt;

## 방파제 공사단가(m당 단가)

단위 : 백만원

구 분	구조형식	파랑조건	공사비	기초처리	비 고
서해	사석경사제 + T.T.P 피복	H=4.8m	85	무처리	군산
	"	H=4.2m	90	강제치환	새만금
남해	"	H=2.8m	31	무처리	거제
	"	H=6.3m	103	무처리	제주
	"	H=4.0m	132	SCP 개량(H=30m)	여수
	"	H=7.0m	147	무처리	제주
동해	"	H=1.5m	10	무처리	강문
	"	H=6.4m	90	무처리	울릉도
	"	H=8.0m	94	무처리	삼척
	"	H=6.1m	366	SCP 개량(H=20m)	울산

- 우리나라의 호안시설은 대부분 사석경사제로서 각 지역별 m당 공사비 조사결과를 분석하면 제체높이에 따라 공사비가 크게 변화되는 것을 알 수 있음
  - 즉 구조형식이 호안외곽에 T.T.P등을 피복하지 않은 경우는 대부분 호안제체의 높이에 영향을 받는다고 분석할 수 있음

&lt;표 요약-8&gt;

## 호안 공사단가(m당 단가)

단위 : 백만원

구 분	구조형식	제체높이	기초처리	공사비	지역
서해	사석경사제	4.5m	강제치환식	8	목포
	사석경사제	7.4m	강제치환식	13	인천
	사석경사제	10.0m	강제치환식	27	목포
	사석경사제	11.5m	강제치환식	23	군산
	사석경사제	11.6m	강제치환식	29	당진
	사석경사제	15.0m	강제치환식	42	인천
	사석경사제	18.7m	강제치환식	50	보령
	사석경사제	21.5m	강제치환식	77	인천
남해	사석경사제	7.5m	강제치환식	6	진해
	사석경사제	12.5m	강제치환식	45	부산
	직립식 (콘크리트블럭)	9.0m	기초굴착	31	부산
동해	사석경사제+콘크리트 블럭		무처리	28	목호
	사석경사제+T.T.P 피복		무처리	59	울산

### 3. 표준공사비구간의 설정

- 본 연구에서는 가정된 표준단면을 기준으로 동해, 남해, 서해 등 지역구분없이 콘크리트 블록식, 사석경사제식 등의 표준단면을 대상으로 하여 강제치환, 모래말뚝공법, 중공매설치환공법, 연약지반처리공법을 하는 경우에 대하여 연약층두께, 수심조건에 따른 공사비를 산정하였음
- 방파제, 안벽, 호안 등의 항만시설물이 장래에는 점점 더 열악한 지역에 들어설 가능성이 높고 이에 따라 대부분 연약지반처리를 수반하게 될 것이므로 동 자료를 통해 개략적인 공사비 소요규모를 추정할 수 있을 것으로 판단됨

&lt;표 요약-10&gt;

안벽 공사비

지반조건	수심조건	공사비
연약층두께가 10m이하	DL (-)5.0미만	3,100 ~ 3,300만원
연약층두께가 10m이상	DL (-)5.0이상	4,000 ~ 4,800만원
연약층두께가 30 ~ 50m	DL (-)5.0이상	8,000 ~ 8,300만원

&lt;표 요약-11&gt;

방파제 공사비

지반조건(연약층두께)		수심조건	공사비
사석 경사제	10m이하	DL (-)5.0이하	3,100 ~ 4,700만원
	20m이하	DL (-)5.0이상	7,600 ~ 11,000만원
	30m이하	DL (-)5.0이상	11,200 ~ 13,300만원
	30 ~ 50m	DL (-)5.0이상	17,200 ~ 18,000만원
직립제	10m이하	DL (-)20.0미만	15,700 ~ 18,200만원
	20m이하	DL (-)20.0미만	18,900 ~ 24,000만원

### 4. 운영유지비 적정성 검토

#### 1) 검토의 기본방향

- 본 연구에서는 그 동안 항만분야에 대한 경제적 타당성 검토시 비용항목 중 하나인 유지운영비 산출시 적용하고 있는 단계별투자액의 2%에 대하여 적정성 여부를 검토함

- 1차적으로 항만분야에 대한 총 자본스톡량과 순 자본스톡량을 추정하고, 이들에 대해 연도별 유지보수예산을 대비하였음. 아울러 해양수산부에서 파악하고 있는 국유재산대장가액을 고려한 유지보수비율을 추가적으로 검토

## 2) 정부의 항만유지보수비 검토

- 항만개발시 수행하고 있는 예비타당성조사에서 비용항목으로 분석하고 있는 항목은 조사설계비, 공사비, 부대비, 보상비, 유지운영비 등인데 경제성 분석을 위한 유지운영비는 유지보수비와 관리운영비 포함
- 정부의 유지운영비 항목은 경제성분석에서 공사비를 유지준설비 등을 포함하고 있는데 이 비용은 별도로 경제성분석시 산정하므로 제외되어야 하며, 이 경우 유지운영비는 2003년 기준 전체 항만예산의 8.3% 차지

<표 요약-11>

연차별 유지운영비 현황

단위 : 억원, %

구분	1999	2000	2001	2002	2003	연평균 증가율	비고
항만예산	10,243	9,739	10,200	13,059	14,687	7.6	
유지운영비 (항만예산대비)	817 (8.0)	839 (8.6)	997 (9.8)	1,073 (8.2)	1,222 (8.3)	9.8	
관서운영비	7	11	14	14	13	16.7	일반운영비
시설비	746	627	763	776	907	4.2	시설유지보수 기타보수비
시설부대비	5	6	2	3	3	-	시설부대비
항만운영 시설 등	59	195	218	280	299	77.4	운영시설 기타

## 3) 항만시설 총 자본스톡 대비 유지운영비 검토

- 본 연구에서는 1998년 이후의 추가적인 항만 총자본스톡 산정을 위해 하현구·조희덕의 (2000) 연구에서 적용한 모형을 연장하여 2003년까지 총 자본스톡을 추정하였음

&lt;표 요약-12&gt;

**항만부문 총 자본스톡 추정결과**

단위 : 억원, %

연도	투자액	총 자본스톡	투자액 증가율 (전년대비)	총 자본스톡 증가율 (전년대비)
1997	6,515	41,400	48.8	12.9
1998	7,116	46,065	9.2	11.3
1999	7,170	50,508	0.8	9.6
2000	6,817	54,335	-4.9	7.6
2001	7,490	58,608	9.9	7.9
2002	9,141	64,280	22.0	9.7
2003	10,281	70,756	12.5	10.1

- 항만 총자본스톡 대비 유지운영비율을 추정한 결과 1998년 이후 1.5 ~ 1.7수준에서 형성되고 있는 것으로 나타나고 있음

**4) 적정유지보수 비율 검토 결과**

- 본 연구에서는 경제성 분석시 일반적으로 적용되고 있는 유지보수비율 (항만시설에 대한 누적투자액의 2%)의 적정성에 대한 검토방법으로 항만시설에 대한 자산가치로서 총 자본스톡과 순 자본스톡을 추정하고 추정값과 정부예산상 유지보수금액을 비교하였음
  - 아울러 보충적으로 정부의 항만시설에 대한 자산가치를 산정한 국유재산대장의 자산가액을 기준으로 유지보수비율을 검토하였음
- 검토결과, 민간분야의 유지보수비를 제외할 경우 산정 범위에 따른 차이는 있지만 유지보수비율은 항만시설 총 자본스톡(자산가치) 대비 1.5% ~ 2.9%, 순 자본스톡 대비 2.1% ~ 2.9%수준인 것으로 분석됨
  - 그러나 현재의 경제성 분석시 이루어지는 유지보수비율이 연도별 투자액에 대하여 적용하고 있음을 고려할 때 유지보수비율의 적정성은 총 자본스톡에 대하여 검토하는 것이 타당할 것으로 판단됨

## 제6장 사례분석

### 1. 부산신항만 서컨테이너 부두 개발사업 (5만톤급 5선석)

- 본 장에서는 「부산신항 서컨테이너부두 건설사업 예비타당성 조사 (2003)」 보고서에서 분석한 서컨테이너 부두 5만톤급 5선석을 사례대상으로 삼아 이를 본 연구에서 제시한 평가항목 및 산정방법에 따라 분석한 결과와 비교하였음
- 본 연구에서 제시된 평가항목과 항목별 산정절차에 의거한 경제적 타당성 평가결과는 기존의 평가방법에 의한 결과보다 편익이 상대적으로 높게 나타났음
  - 기존 연구에서는 편익항목인 부선하역에 따른 재항비용 및 하역비용 절감효과가 각각 6,086억원과 3,744억원으로 두 항목에서 발생한 편익이 총 편익의 86%에 이르는 것으로 분석되었음
  - 본 연구에서도 이를 대체하는 편익항목인 체선·체화비용 절감효과와 보관료 관련 절감효과가 각각 4,644억원과 5,253억원으로 총 9,897억원의 편익이 발생하여 기존의 절감효과와 큰 차이를 보이지 않았음
  - 기존 연구의 결과와 본 연구에서의 결과를 비교하면 다음과 같음

<표 요약-13>

#### 부산신항 서컨테이너 개발사업에 대한 경제성 분석결과 비교

단위 : 억원, %

구분		편익현가	비용현가	NPV	B/C ratio
기존연구 결 과	재항비용 절감효과	6,086	10,378	1,059	1.10
	하역비용 절감효과	3,744			
	환적화물 유치효과	1,605			
	계	11,435			
본 연구 결 과	체선비용 절감효과	3,744	~	1,181	1.11
	체화비용 절감효과	900			
	환적화물 유치효과	1,605			
	보관료관련 절감효과	5,310			
	계	11,559			

## 2. 광양항 중마동 일반부두 건설사업(2만톤급)

- 실증 분석결과 본 연구방법을 이용한 결과가 기존 평가결과보다 편익이 상대적으로 낮게 나타났음
  - 기존 편익이 929억원인 반면, 부선하역에 따른 재항비용 및 하역비용 절감효과를 체선·체화관련 효과로 대체한 본 연구의 편익은 현가기준으로 697억원으로 추정되었음

<표 요약-14>

광양항 중마동 일반부두 개발사업에 경제성 분석결과 비교

단위 : 억원, %

구 분		편익현가	비용현가	NPV	B/C ratio
기존연구 결 과	재항비용 절감효과	269	943	-14	0.98
	하역비용 절감효과	293			
	내륙운송비용 절감효과	342			
	토지조성효과	25			
	계	929			
본 연구 결 과	체선비용 절감효과	317	"	-250	0.74
	체화비용 절감효과	11			
	내륙운송비용 절감효과	342			
	토지조성효과	25			
	보관료관련 절감효과	2			
	계	769			

주 : 현재가치로 환산시 사회적 할인율 7.5% 적용

- 기존 연구에서는 재항비용 절감효과 269억, 하역비용 절감효과 293억 원으로 두 항목에서 총 562억원의 절감효과가 있는 것으로 분석되었으나, 이의 대체항목인 체선·체화비용 절감효과와 보관료관련 절감효과는 각각 327억원 및 2억원으로 재항비용·하역비용 절감효과의 59%인 329억 원에 그쳤음
  - 보관료 관련 절감효과가 2억원에 그친 것은 컨테이너화물과는 달리 일반화물의 화물체화료가 10톤당 평균 112원/일 (1 ~ 10일 지체시)로 매우 낮기 때문임



### 3. 시사점

- 본 연구에서 제시된 평가항목과 항목별 산정절차에 의거한 경제적 타당성 평가결과는 기존의 평가방법에 의한 결과에 비해 과다 혹은 과소 추정된 것으로 나타났으나 기존의 타당성에 대한 결과를 역전시키지는 않았음
  - 이것은 현실적이지 못한 것으로 인식되고 있는 기존의 평가 방식을 평가수치의 변동에 따른 큰 혼란 없이 대체할 수 있는 가능성을 제시하는 것으로 받아들일 수 있음
- 그러나 편익 산정이 지나치게 시간개념에 치우친 관계로 개발될 항만의 규모(혹은 물동량의 크기)에 비해 기존의 항만 혹은 without case때 물동량이 전이될 항만의 규모가 클 경우 편익대상이 되는 절감시간이 대폭 낮아짐으로써 체선·체화에 따른 편익이 과소 추정될 가능성이 있는 것으로 파악되고 있음
  - 또한 편익 산출을 위해 많은 절차와 단계를 거치는 과정에서 전제조건의 합리성 여부와 미래 불확실성에 따른 위험(risk)이 결과의 신뢰도를 떨어뜨릴 가능성도 배제할 수 없음
- 이와 함께 기존 편익항목에 대한 보완 혹은 항만경쟁력과 편익을 계량화시킬 수 있는 방안도 지속 검토되어야 할 것임
  - 본 연구에서는 부선하역을 전제한 편익항목이 실제보다 과다 혹은 과소 책정되는 경향이 있는지에 대한 판단을 내릴 수는 없음
  - 다만, 편익항목의 산출근거나 과정이 보다 설득력 있는 항목으로 대체될 수 있기 위해서는 신규 평가항목의 크기나 항목의 다양성에 있어 지속적인 보완이 있어야 할 것으로 판단됨

## 제7장 요약 및 결론

- 본 연구는 국가 전체적인 입장에서 적절한 수준의 항만시설이 유지될 수 있도록 정책판단의 기초자료로서 항만투자사업을 객관적이고 공정하게 평가할 수 있는 경제적 타당성의 평가항목의 설정 및 산출기준을

재정립하기 위해 진행되었음

- 최종 설정된 편익항목에 대해 개별적으로 합리적 산출기준 및 산출과정의 표준화를 제시하여 동일 사업, 동일 편익항목에 대해 평가 주체에 상관없이 같은 수치가 도출될 수 있도록 함으로써 관련사업에 평가자의 주관의 개입될 소지를 제거하였음
- 비용부문에서는 그간 비용 산정에 많은 논란을 빚어 왔던 공사비 중 지형, 수심, 파고, 지반 등의 환경조건과 시공방법에 따라 많은 비용차이를 보이고 있는 토목공사비에 대해 구조물별(안벽, 방파제, 호안) 토목공사비의 표준비용구간을 설정하였으며, 이를 통해 경제성 분석에서의 개략적인 항만공사비의 추산을 가능케 함으로써 공사비 산정의 신뢰도를 높이하고자 하였음
- 본 연구의 현실적인 적용가능성 여부와 실제 적용시 발생할 지도 모를 문제점들을 파악하기 위해 수행한 실증 분석결과에서는 부산신항 서컨테이너부두의 경우 기존의 분석결과보다 편익이 상대적으로 높게 나왔으나 그 차이는 아주 작은 것으로 추정되었음
- 비용면에서는 안벽과 호안공사비가 본 연구에서 제시한 표준비용구간은 물론 기타 다른 사례의 공사비와 비교해서도 모두 높게 나타났으나, 각각 그에 합당한 충분한 사유가 존재하였음
- 광양항의 일반부두의 경우는 앞서 경우와 반대로 기존 분석결과보다 편익이 상대적으로 낮게 나타났음
- 본 연구에서 제시된 평가항목과 항목별 산정절차에 의거한 경제적 타당성 평가결과 두 실증 분석에서 각각 기존 편익에 비해 과다 또는 과소 추정된 것으로 나타났으나 기존의 경제성 판단결과를 바꿀 정도의 차이는 나지 않아 경제성 평가 개선방안의 현실적 적용 가능성을 높여주는 것으로 받아들일 수 있음

# 제 1 장 서론

## 1. 연구의 배경 및 목적

### 1) 연구의 배경

도로·철도·항만 등 공공투자사업의 시행여부는 비용-편익 분석을 이용한 경제적 타당성 평가에 의해 이루어지고 있다. 즉 비용-편익 분석을 이용한 경제적 타당성 평가는 공공투자사업의 시행여부를 결정짓는 중요한 결정기준이라 할 수 있다. 특히 공공투자를 통해 얻을 수 있는 국민경제적 편익은 대규모 투자자금이 투입되는 국가적 사업의 시행여부를 결정짓게 되는 측면에서 매우 중요하다고 할 수 있으나 경제적 편익에 대한 구체적인 항목의 설정과 편익의 객관적인 산출기준 및 방법의 객관성 및 신뢰성 측면에서 아직까지 많은 논란이 있다.

공공투자사업의 시행여부를 결정하는 비용-편익분석에 의한 경제적 타당성 평가방법은 1970년대에 들어와 UN, OECD, IBRD 등의 국제기구가 후진국의 사회기반시설을 비롯한 여러 개발프로젝트 등에 광범위하게 적용하기 시작하면서 활성화되기 시작하였다. 항만투자사업 부문에서는 1977년 UNCTAD의 “Appraisal of Port Investment”에서 항만투자에 대한 비용-편익 분석이 처음 시도되었으며, ‘이용자 위주로의 경제적 편익항목 설정’을 주장하고 있는 동 보고서의 내용은 지금까지 항만투자사업의 경제적 타당성 평가에 있어서 기본서로 많이 이용되고 있다.

공공사업의 시행여부를 결정하는 경제적 타당성 평가의 중요성에 비추어 볼 때 기존에 채택되고 있는 평가방법들은 공공투자사업의 관련 여건 변화에 따라 시의 적절한 수정 및 보완이 지속적으로 이루어져야 함에도 불구하고 현실적으로 평가방법의 수정 및 보완은 거의 이루어지지 않고 있다. 즉 일부 편익항목은 산출을 위한 전제조건이나 가정이 현실적이지 못하고, 일부는 산출 기준이 비합리적인 경우도 있다. 또한, 어떤 편익항목은 이미 편익항목의 한 부분으로 당연히 포함되어야 함에도 불구하고 실제 편익산출이 되지 않는 경우도 있다.

비용측면에서는 항만시설물별 공사비 산정이 일관적이지 못하다는 점이 지적되고 있으며, 완공 후 소요되는 유지운영비 산출에 대해서도 많은 논란이 제기되

고 있다.

따라서 최근 항만투자사업의 경우 보다 정밀한 경제적 타당성 평가방법의 정립에 대한 필요성이 강조되고 있는 실정이다. 500억 이상의 정부 공공사업 추진에 대한 예비타당성 실시가 의무화되었고, 경제성 평가결과는 공공투자사업 시행 여부의 중요한 판단기준이 되고 있다. 따라서 항만투자사업에 필요한 소요자원을 적기에 확보할 수 있는 판단기준으로서의 역할을 충실히 발휘하기 위해서라도 기획예산처 등 예산관련 부처에게 평가결과의 신뢰성과 객관성을 제시할 수 있도록 항만투자사업에 대한 경제적 타당성 평가의 방법 및 산출기준의 재정립은 매우 시급한 과제라 할 것이다.

## 2) 연구의 목적

본 연구는 국가 전체적인 입장에서 적정한 수준의 항만시설이 유지될 수 있도록 정책판단의 기초자료로서 항만투자사업을 객관적이고 공정하게 평가할 수 있는 경제적 타당성의 평가항목의 설정 및 산출기준을 재정립하는 데에 있다.

이를 위해 우선 기존 평가항목의 합리적 개선 및 대체 혹은 추가 편입 가능성을 검토하였고, 항만부문 경제성 평가에 대한 통일된 표준지침 제공함으로써 평가주체에 상관없이 동일한 결과를 산출해 낼 수 있는 표준 지침서의 역할이 가능하도록 하였다.

또한, 항만공사비에 대한 시설물별 합리적인 표준비용구간을 설정함으로써 사업별로 편차가 심한 항만공사비(조시설계비와 부대비 제외)의 정형화를 통해 공사비 산정의 신뢰도를 향상시키고자 하였다. 이러한 경제적 타당성 평가방법의 개선 방안을 고려하여 부산신항 및 광양항 투자사업의 사례분석을 통하여 기존의 방법과 새로운 방법을 상호 비교 분석함으로써 시사점을 도출하였다.

## 2. 연구의 내용 및 방법

### 1) 연구의 내용

본 연구에서는 우선 항만투자사업의 경제성 평가와 관련해 이에 영향을 미치는

외부적인 변화요인을 5가지로 구분하여 분석하고 최근의 항만투자여건과 정부의 항만개발정책 동향을 파악함으로써 경제적 타당성 평가방법의 개선에 대한 필요성을 제기하였다. 제3장에서는 타 SOC사업의 편익항목 산정방법과 항만부문 편익항목에 대한 문헌 및 선행연구의 고찰을 통해 기존 편익항목의 문제점과 개선방안을 검토하였다. 또한 기존 편익항목을 대체할 수 있는 대체편익항목 및 계량 가능한 신규편입항목에 대해서도 그 논리적 근거와 산출과정을 제시하였다.

제4장에서는 항만투자사업의 유형별로 발생 가능한 경제적 편익항목에 대해서 검토하였으며, 각각의 편익항목에 대한 합리적인 산출기준 및 산출과정의 표준화를 제시하여 동일 사업, 동일 편익항목에 대해 평가자가 달라도 동일한 수치가 도출될 수 있도록 함으로써 관련사업에 평가자의 주관이 개입될 소지를 최소화하였다.

제5장에서는 그 동안 항만투자사업의 경제적 타당성 평가시 비용 산정에 많은 논란을 빚어 왔던 공사비중 지형, 수심, 파고, 지반 등의 환경조건과 시공방법에 따라 많은 비용차이를 보이고 있는 토목공사비에 대해 구조물별(안벽, 방파제, 호안) 토목공사비의 표준비용구간을 설정함으로써 경제성 분석에서의 개략적인 항만공사비의 산정이 가능토록 하였다. 또한 항만개발과 관련해 완공 후 누적공사비의 2%를 일률적으로 적용하고 있는 유지운영비에 대한 적정성 여부를 항만분야에 대한 추정 자본소통량 대비 정부 및 민간부문(컨테이너부두공단)의 관련 지출경비에 대한 분석결과를 토대로 판단하였다.

제6장에서는 본 연구내용이 항만개발사업의 경제성 판단의 유효한 지침서로서의 역할 수행이 가능할지에 대한 현실적인 적용가능성 여부와 실제 적용시 발생할 수 있는 문제점들을 파악하기 위해 과거 경제성 분석이 실행된 항만투자사업을 대상으로 실증분석을 하였다. 마지막으로 제7장에서는 본 연구의 주요 연구결과 및 그 의의를 설명하고 정책적인 시사점을 제시하였다.

## 2) 연구 방법

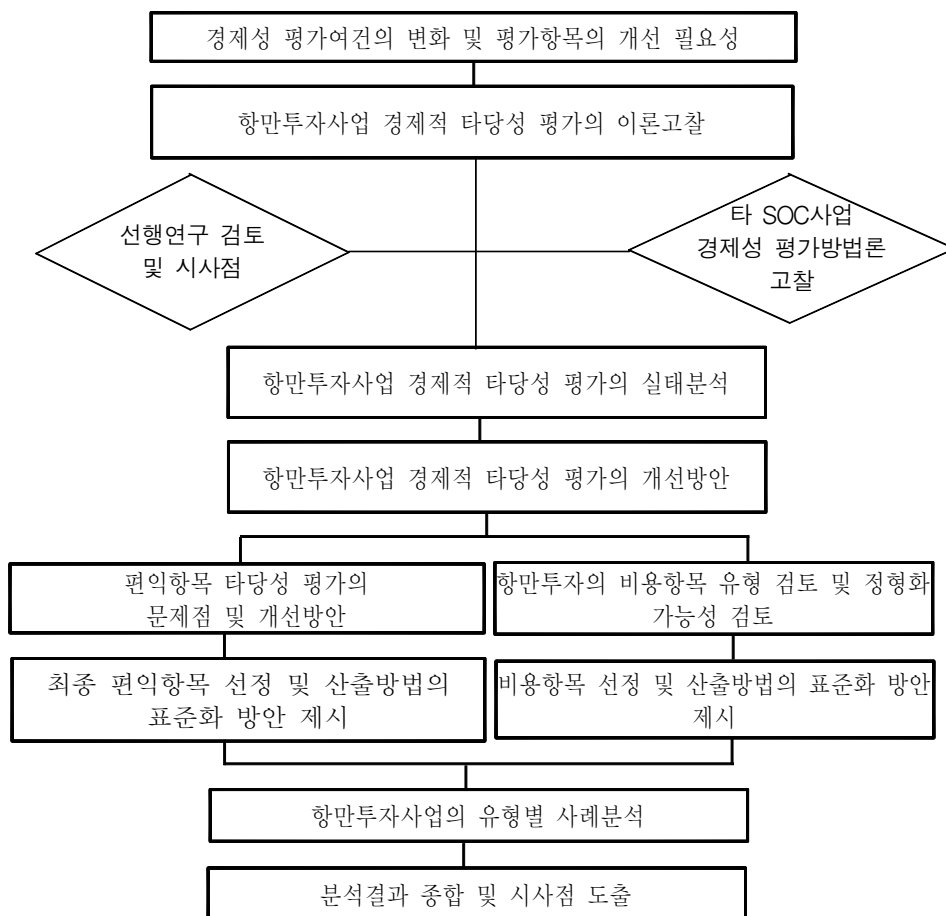
본 연구는 기본적으로 문헌연구와 사례조사, 그리고 실증분석 과정을 바탕으로 진행하였다. 구체적으로는 기존 편익항목의 문제점 및 그 개선방안의 경우 그 동안의 연구결과에 대한 검토 내용을 바탕으로 하였고, 계량 가능한 신규 편익항목의 편입 가능성에 대해서는 도로, 철도, 항공 등 SOC관련 각 종 국내·외 연구보고서 및 논문 등에서 분석한 결과를 토대로 하였다.

또한 항만시설물에 대한 공사비의 표준구간 설정을 위해 전국의 설계사례와 공사사례(서해 19개소, 남해 16개소, 동해 10개소)를 조사하여 안벽, 물양장, 호안 등의 구조물별로 공사비를 구분하여 정리하였다. 이 때 구조형식은 케이슨식, 콘크리트블럭식, 잔교식으로 구분하였고 공사비에 영향이 큰 지반처리공법의 유무를 함께 고려하였다.

마지막으로 최종 정리된 비용-편익항목의 산출과정에서의 문제점과 현실적 적용가능성 여부를 판단하기 위해 과거 경제성 평가가 행해졌던 부산신항 및 광양항 개발사업에 직접 적용하여 그 결과를 비교·분석하였으며, 기본적인 연구흐름은 <그림 1-1>과 같다.

<그림 1-1>

연구 흐름도



## 제 2 장 경제적 타당성 평가여건의 변화요인 분석

### 1. 경제적 타당성 평가여건의 변화요인

본 장에서는 항만투자사업의 경제적 타당성 평가와 관련해 편익 혹은 비용항목에 영향을 미칠 수 있는 해운·항만분야의 환경변화 요인들을 살펴보았다. 이들 요인은 편익항목의 설정이나 편익산출과 관련해 기존의 평가체계를 개선 또는 대체함으로써 경제성 평가결과의 객관성과 신뢰성을 충분히 확보해야 하는 당위성을 제공하거나 경제성 분석결과의 중요성을 한층 더 높이는 역할을 한다.

#### 1) 항만건설기술 및 항만하역시스템의 발전

최근 들어 정부와 건설업계는 국내외 연안 및 항만기술의 경쟁력 강화와 기술축적을 통해 투자비의 효율적인 운영을 위해 다방면에서 노력<sup>1)</sup>을 기울이고 있다. 그러나 이때까지 우리나라는 항만개발을 위하여 매년 1조원에 가까운 정부재정을 투입하고 있음에도 불구하고 항만기술에 대한 인식부족과 국가차원의 기술개발계획 수립의 부재로 인하여 급격하게 변화하는 해운·항만환경에 적절히 대응하지<sup>2)</sup> 못하고 있는 것으로 파악되고 있다.

항만기술의 발전은 종래 효율적인 기능 중심의 관점 위주에서 개발되던 항만시설의 질적 향상을 수반함으로써 항만이 첨단인 물류, 산업기능과 생활기능이 조화된 종합항만공간으로서의 역할 수행을 가능하게 하고 있다. 그러나 이러한 시대변화에 부응한 항만시설을 환경에 미치는 영향을 최대한 경감시키며 개발하는 데

---

1) 국내의 항만기술은 1960년 이후 시공위주의 성장정책으로 인하여 선진국에 비해 설계 및 조서관련 기술수준이 낙후되어 최근 항만설계시 해외기술의 도입 및 자문에 상당부분 의존하고 있다. 해양수산부가 '95년 이후 '98년까지 도입한 해외기술과 기술자문의 내용은 대부분 설계용역과 관련된 것이며 도입된 기술도 용역사업이 다르면 또 다시 자문을 받아야 할 정도로 취약하다.

2) 1998년 국토개발연구원이 발표한 선진국 기술수준대비 시설별 기술수준은 선진국을 100으로 하였을 때 도로시설이 70~85, 철도시설이 68~85, 항만시설이 64~80으로 항만시설에 대한 건설기술수준이 가장 낮은 것으로 나타났다.

에는 과거보다 훨씬 높은 공사비용이 소요될 수밖에 없다.

반면에, 신공법의 적용과 신형식의 구조물을 사용함으로써 공사기간을 대폭 단축시킴과 동시에 전체 항만시설의 내구성이 향상되어 사후 유지·보수비용을 크게 줄일 수 있는 장점이 있다. 따라서 항만기술의 발전은 보다 열악한 입지여건에서의 첨단항만의 개발을 가능케 하지만 이는 비용상승으로 연결되어 항만개발의 경제적 타당성을 악화시키는 요인으로 작용하게 된다. 동시에 새로운 항만개발기술에 의하여 완공된 항만시설의 내구성을 강화시켜 공기를 단축하고 유지·보수비용을 저감하여 경제성을 강화시키는 양면적인 특성을 띤다고 할 수 있다.

한편, 항만하역은 화물의 유형 및 특성, 하역장비의 투입대수 및 자동화 수준, 투입노동력의 규모 및 숙련도, 취급부두의 능력 및 운영방법, 다른 하위시스템과의 연계성 등에 따라 다양한 특성을 지니고 있어 하역생산성을 일률적으로 정의하기는 어렵다.

그러나 하역의 생산성을 고려하는데 있어서 구체적이면서도 가장 영향력이 큰 요인으로 하역장비와 노동력을 들 수 있는데 특히 하역장비의 대형화와 자동화는 하역시스템의 생산성을 높여 시스템의 설치와 장비구입에 소요되는 막대한 비용을 상회하는 편익의 창출을 가능케 하고 있다. 이러한 첨단하역장비는 초고속 대형선박의 출현과 함께 종래 노동집약적 산업이었던 하역산업을 첨단기술 및 자본집약적인 산업으로 변모시켜 고도의 대규모 하역장비와 숙련된 소수의 기술노동력만을 필요로 하게 만든다.

하역장비는 컨테이너화물 부문에서 가장 혁신적으로 발달하고 있는데 크게 대형화와 자동화의 두 가지 과정으로 나타난다. 컨테이너 하역장비의 대형화는 컨테이너선박의 대형화에서 그 요인을 찾을 수 있다. 이러한 컨테이너선의 대형화는 1990년대 중반 이후 더욱 급속하게 이루어지고 있는데 이것은 수송단위의 확대를 통한 규모의 경제효과, 중심항과의 피더시스템(feeder system)체계 구축의 장점을 고려한 경제적 측면과 항만서비스 차원에서 선박대형화에 따른 컨테이너 하역장비의 능률향상, 야드작업 효율향상을 위한 기술적 측면을 함께 고려한 결과로 간주할 수 있다.

컨테이너 크레인의 자동화는 컨테이너 수송과 하역을 둘러싸고 있는 사회경제적 환경과 자동화를 실현하기 위한 기술 수준, 장비의 성능, 개발비용 등과 상호상관관계를 이루면서 발전해 왔다. 오늘날 하역장비자동화의 추진은 숙련노동자의 부족 및 고령화에 대비하고, 경제성추구, 작업환경의 개선 및 향상, 인력의 대



체, 하역서비스의 향상에 그 목적을 두고 있다. 그러나 자동화의 궁극적 목표는 완전 자동화, 즉 무인화를 추구하는 것이지만, 다양한 시대적 요구 조건에 따라 적합한 수준의 자동화를 추구하는 추세이다.

우리나라의 경우 인건비의 비중이 홍콩, 싱가포르, 일본 등 경쟁항만보다 상대적으로 낮고 대신 터미널 사용료 수준이 외국 터미널에 비하여 월등히 높기 때문에 인력절감을 위한 무인자동화보다는 유인자동화가 아직은 타당하다고 일부 전문가<sup>3)</sup> 지적한다. 부산신항만을 대상으로 한 사례 분석결과, 자동화의 총비용이 반자동화의 109%에 해당하는 것으로 나타나 주어진 제반 운영조건 및 현재의 기술 수준하에서는 무인자동화가 경제성이 낮은 것으로 평가되고 있다.

이와 같은 항만장비의 대형화, 자동화 추세는 도입비용의 고가화 및 대규모 설치비용이 소요될 것이나 그 자체만을 대상으로 한 경제성 분석에서도 타당성을 인정받을 수 있는 물류비 절감효과를 발생시킬 수 있는 것으로 분석되고 있다.

## 2) 비관리청에 의한 항만개발사업 요구 증대

최근 지방화 시대를 맞이하여 각 지자체별로 지역내 항만을 확보하여 관리·운영하고자 하는 욕구가 증대되고 있다. 특히 2004년부터 시작되는 부산항만공사와 향후 실시예정인 인천항의 항만공사제의 도입으로 인하여 지자체들이 항만공사제 도입과 관련해 미리 자체항만을 경쟁적으로 확보하려 하고 있다. 일부지역에서는 지자체가 TOC 업체에 대한 지분참여를 통해 항만 운영에 간접적으로 참여하고 있는가 하면, 일부 광역단체는 자체비용으로 항만개발을 직접 추진하고 있다.

또한 임해지역에 입주할 기업들의 자사부두 개발계획도 크게 늘어나고 있다. 완공 후 무상임대 형태로 사용하게 되는 자사 전용부두의 개발은 기업의 생산 및 출하를 위해 필수적인 시설이지만 일부 기반시설에 대한 정부의 지원과 함께 절차의 간편성으로 인하여 최근 들어 개발 규모가 점차 확대되고 있는 추세에 있다.

이러한 비관리청 항만공사는 민자유치사업과 마찬가지로 민간의 창의에 의한 항만공사비의 절감노력과 항만운영효율의 향상으로 제 선박비용을 감소시켜 항만건설의 경제적 타당성을 높일 수 있다. 또한 정부로서는 계획된 사회기반시설의 적기 시공은 물론 정부재정을 절감할 수 있다는 점에서 지속적으로 추진하고 있는 실정이다.

그러나 비관리청 항만공사의 경우 정부의 전체 항만개발계획(Port Development

3) 남기찬·최장립·김종렬, “자동화 터미널의 개발방향”, 「해양한국」, 2000. 10.

Master Plan)에 의하여 추진되기도 하나, 많은 경우 지자체나 기업자체의 독자적인 판단에 의해 개발이 추진되고 있다. 이러한 비관리청 항만공사는 자칫 과당경쟁과 함께 과잉투자와 자원의 낭비를 초래할 수 있다.

따라서 정책당국은 비관리청 항만공사에 대해서는 경제성 분석에 의거하여 개발의 타당성에 대한 별도의 판단기준이 필요할 것이며, 엄격한 경제성 판단 기준은 지자체의 무분별한 항만개발요구나 욕구를 저지시킬 수 정책결정 수단으로서의 역할을 효과적으로 수행할 수 있을 것이다.

### 3) 정부의 예비타당성 조사제도 도입

정부는 1999년 500억 이상의 정부재정 SOC사업의 경우 사업의 추진단계를 예비타당성조사 → 타당성 조사 및 기본설계 → 실시설계 → 보상 → 착공의 순으로 설정함으로써 사업의 본격 추진에 앞서 예비타당성 평가과정을 의무적으로 거치도록 하고 있다. 이를 위해 같은 해 3월 예산회계법 시행령을 개정하여 사업예산을 예비타당성조사비, 타당성 조사 및 기본설계비, 실시설계비, 보상비, 공사비의 순서로 편성하도록 하는 제도를 마련하였다.

예비타당성 조사는 기존에 시행되었던 각 소관 부처별 타당성 조사가 사업추진을 기정사실화하고 기술적인 검토와 예비설계 등에 초점을 맞추었으나, 그 이전단계에서 재정운용의 큰 틀 속에서 대상사업의 정책적 의의와 경제성을 판단하고 사업의 효율적이고 현실적인 추진방안을 제시하는 데에 목적을 두고 있다. 즉 사업의 시행 여부는 상당한 비용이 소요되는 기술적 검토 이전 단계에서 전체 및 사업부문별 재정운용과 상위계획, 기존 추진사업의 큰 틀 속에서 해당 사업이 차지하는 위치를 정확히 파악하는 과정에서 결정되어야 한다는 것이다. 이것은 사업의 추진 여부가 기술적인 문제도 중요하나, 근본적으로는 사업의 목적과 의의, 시기, 대안에 대한 검토, 자원조달계획의 실현성 및 구체성, 파급효과에 대한 판단 등에 따라 사업의 추진 자체가 결정되어야 하기 때문이다.

그러나 기존의 타당성 조사에서는 이러한 정책분석 및 종합적 판단이 충분하지 못하였다. 기존의 타당성 조사는 기술적 타당성을 중점적으로 검토하면서 보다 중요하다고 할 수 있는 국민 경제적 측면에서의 타당성에 대해서는 소홀히 취급하여 왔으며, 다각적인 경제적 분석이나 정책적 차원에서의 검토는 단지 형식적인 행위로 취급되어 온 경향이 강하였다.

예비타당성 조사의 기본 방법론은 첫째, 사업의 개요 및 기초자료를 조사하여 사업분석의 쟁점을 부각시키고, 둘째 수요·편익·비용 추정을 통해 경제적 타당성 분석 및 재무적 타당성 분석을 실시하며, 셋째, 지역경제 파급효과 분석, 지역 낙후도 평가, 재원조달 가능성 평가 등을 통한 정책적 분석으로 본 사업의 국민경제적 위치를 파악하고, 끝으로 다기준 분석기법을 활용한 경제성 분석 및 정책적 분석 결과의 종합평가를 실시하는 것이다.

사업의 추진 여부 및 사업간 우선순위를 최종 판단하기 위한 다기준 분석시 관련 전문가의 설문조사를 거치게 되는데, 이때 경제성 분석결과와 정책적 분석결과의 상대적 중요도를 평가하는 항목이 있다. 그러나 각종 SOC사업은 나름대로의 특성을 지니고 있어 편익과 비용 산정을 위한 구체적인 항목과 방법론이 근본적으로 다르다고 할 수 있다.

따라서 특성이 상이한 사업간 전문가의 상대적 비교·평가에 있어 주관적인 요소가 많이 개입된 정책적 분석 결과보다는 구체적으로 계량화가 가능한 경제성 분석결과에 더 많은 비중을 두는 것이 일반적이다. 즉 정부 정책의 우선순위를 판단함에 있어 경제성 평가의 중요성이 정책적 타당성을 능가함으로써 경제성 평가의 중요성이 더욱 부각되고 있음을 의미한다.

그러나 항만관련 예비타당성 조사에서는 개별 사업마다 평가방법론이 변화하고 평가항목이 바뀌는 등 명확한 평가기준이 정립되어 있지 않아 항만부문 예비타당성 조사에 대한 신뢰성을 떨어뜨리는 요인으로 작용하고 있다. 이러한 점에서 모두가 공감할 수 있는 객관 타당한 경제성 평가 방법론의 개발과 사안별 편익항목의 표준화가 시급한 과제일 수밖에 없으며, 또한 항만에 대한 중요성을 강조하기 위해서라도 유무형의 편익에 대한 계량화 노력이 계속되어야 할 것이다.

#### 4) 환적화물의 급증

환적화물이란 일본, 중국 등 제3국에서 들어온 화물을 하역하여 그 항만에서 바로 타국행 선박에 선적하는 것으로, 항만배후에 교통수요를 발생시키지 않고 하역료 및 장치료를 지불하는 고부가가치 화물로서 국제물류 중심항만 여부의 중요한 척도가 되고 있다.

1982년부터 우리나라 항만에서 환적물동량을 처리하기 시작하여 2001년에는 입항기준 1,614천TEU의 물동량을 처리하였으며 이 중 부산항에서 94.8%, 광양항에

서 5.2% 정도가 처리된(입항기준) 것으로 나타나 부산항이 환적물동량 처리에 있어서 절대적으로 높은 비중을 차지하고 있다. 2000년 대비 2001년에 수출입 컨테이너화물은 13.9%의 감소세를 기록하였으나, 입항기준 환적 컨테이너화물은 27.7%의 증가세를 나타내고 있어 환적화물이 우리나라 전체 컨테이너물동량 증가에 크게 기여하고 있음을 알 수 있다(<표 2-1> 참조).

&lt;표 2-0&gt;

## 컨테이너물동량 및 환적화물 처리실적

단위 : 천TEU, %

구분	외항			환적화물처리실적			
	입항	출항	소계(A)	부산항	광양항	소계(B)	비중(B/A)
1980	289	404	693	-	-	-	-
1982	385	467	852	7	-	7	0.8
1985	544	715	1,259	18	-	18	1.4
1990	1,046	1,347	2,393	75	-	75	3.1
1995	1,915	2,025	3,940	430	-	430	10.9
1997	2,306	2,406	4,712	586	-	586	12.4
1998	2,507	2,650	5,157	634	-	634	12.3
1999	2,852	2,894	5,476	848	14	862	15.0
2000	4,428	3,225	7,653	1,232	32	1,264	16.5
2001	3,306	3,285	6,591	1,530	84	1,614	24.5
연평균 증가율 (%)	'80~'90	13.7	12.8	13.2	34.5	-	34.5
	'90~'01	11.0	8.4	9.6	31.5	-	32.2
	'01/'00	-25.3	1.9	-13.9	24.2	162.5	27.7

자료 : 해양수산부, 「해양수산통계연보」, 각 연도

주 : 1) 실적 = 적컨테이너 + 공컨테이너

2) 환적컨테이너 실적은 입항실적만 집계한 것임(“2002년 해양수산통계연보”상에는 환적컨테이너 처리실적이 입출항 별로 구분되어 있으나, 이전의 통계연보 상에는 입항기준 환적컨테이너 처리실적만이 수록되어 있는 점을 감안, 분석의 일관성을 유지하기 위해 입항기준 처리실적만 고려하였음)

입항기준 환적 컨테이너물동량의 연평균 증가율은 환적화물의 처리가 시작된 1982년 이후 연평균 33%정도의 성장세를 보이고 있어 연평균 10% 내외의 증가율을 보이고 있는 수출입 컨테이너화물 증가율을 크게 상회하고 있다.

또한 전체 수출입컨테이너화물대비 환적화물의 비중도 점차 높아져 1985년

1.4%에서 2001년 24.5%로 급증하였다. 우리나라 환적컨테이너물동량은 중국, 미국, 일본 등에서 주로 발생하고 있는데 부산항 환적화물의 국가별 처리실적을 출발지를 기점으로 하는 Port-Mis 자료를 기준으로 살펴보면, 실제 운영사에서 처리되는 환적화물의 60% 이상이 중국을 기중점으로 하는 화물인 것으로 파악되고 있다. 일본의 경우는 일본 서해안항만을 중심으로 하여 남해안에 이르기까지 약 30여개 항만에서 부산항을 환적항으로 이용하고 있는 것으로 나타났다.

환적화물을 유치할 경우 선박입출항료, 화물입출항료 등의 부과를 통해 중앙정부의 재정수입을 증대시킬 뿐만 아니라 하역료와 마샬링료 및 부대수입을 통해 터미널운영사의 수입을 증대시킬 수 있다. 또한 T/S Cargo Handling Charge 명목으로 대리점료(Agent Fee)가 발생하며 타부두 T/S화물일 경우 TEU당 일정한 셔틀료 수입도 징수할 수 있다.

한국해양수산개발원이 2002년 해양수산부의 위탁연구과제<sup>4)</sup>를 통해 분석한 바에 따르면 환적화물 유치에 따른 직접유치효과는 TEU당 203,721원인 것으로 나타났다. 또한 환적화물의 유치로 항만물동량 처리 증가에 따른 단위당 처리비용의 감소, 이용 선박 적재를 제고에 따른 해상운임 인하효과, 항만운영 선진화 및 항만정보의 고도화, 그리고 국가 경쟁력 확보의 상징적 효과 등을 누릴 수 있는 간접효과까지 거둘 수 있을 것으로 파악되었다.

환적화물 유치에 따른 이러한 편익은 충분한 항만시설의 확보와 경쟁력 있는 서비스가 제공될 경우에만 발생 가능할 것이며, 이러한 점에서 항만시설의 수급상태나 서비스의 품질 여부에 상관없이 어떤 형태로든 국내 항만을 이용할 수밖에 없는 국내 수출입화물(local cargo)과는 항만개발에 따른 편익산정의 대상과 방식이 달라야 함이 당연하다. 즉 항만시설이 부족하거나 여유가 없어 환적화물을 유치할 수 없다면 그로 인한 수익(원가개념에 의거한 순수익)의 상실 분은 항만개발에 따른 편익으로 간주되어야 한다는 것이다.

## 5) 항만시설확보율(수급상태)의 개선

지속적인 항만시설투자에도 불구하고 시설능력 부족현상은 여전하며 이러한 항만시설부족은 국가경쟁력 강화의 걸림돌로 작용<sup>5)</sup>하고 있다. 최근 광양항 2-1단

4) 해양수산부, 「항만산업의 경제적 파급효과에 관한 연구」, 2002. 10. pp. 149~179.

5) 한국컨테이너부두공단, 「한반도 글로벌 물류중심지화 방안 및 추진전략 연구」, 2003. 10.

계 완공, 부산항 4단계 확장 등 신규시설 확충으로 컨테이너화물의 시설확보율은 다소 개선되었으나 전체적으로는 물동량의 증가폭이 상대적으로 커 시설확보율은 오히려 약간씩 하락하는 추세를 보이고 있다. 2000년 항만시설확보율은 80.5%(컨테이너부두 : 60.0%)에서 2001년 74.4%(컨테이너부두 : 56.4%), 2002년에는 71.5%(컨테이너부두 : 75.1%)로 하락하였다(<표 2-2>, <표 2-3> 참조). 이것은 국민경제 규모에 비추어 항만시설투자가 상대적으로 저조했기 때문인데 2000~2002년 동안 시설소요 화물량은 연평균 6.29% 증가하였으나 하역능력은 연평균 6.04%로 시설공급이 수요를 따라가지 못하였다.

&lt;표 2-1&gt;

## 전국항만의 시설확보율 추이

단위 : 백만톤, %

구 분	1980	1995	1998	1999	2000	2001	2002	연평균 증가율
총물동량	132	660	701	775	833	886	941	9.34
시설소요	83	403	423	473	517	578	657	9.86
하역능력	75	276	357	416	418	430	470	8.70
과부족	Δ8	Δ127	Δ66	Δ57	Δ99	Δ148	Δ187	-
시설확보율	90.4	68.5	84.4	87.9	80.8	74.4	71.5	-

자료 : 해양수산부, 「해양수산통계연보」, 각년호.

주 : 1) 시설확보율 : 하역능력÷시설소요화물량.

2) 시설소요화물량은 총물동량에서 유류물동량을 제외한 것임.

&lt;표 2-2&gt;

## 전국항만 컨테이너부두 시설확보율 추이

단위 : 천TEU, %

구 분	1980	1995	1998	1999	2000	2001	2002	연평균 증가율
총물동량	693	4,918	6,682	7,766	9,116	9,990	11,762	13.74
하역능력	970	2,420	5,348	5,478	5,478	5,638	8,828	10.56
과부족	277	Δ2,498	Δ1,334	Δ2,288	Δ3,638	Δ4,352	Δ2,934	-
시설확보율	140.0	49.2	80.0	70.5	60.1	56.4	75.1	-

자료 : 해양수산부, 「해양수산통계연보」, 각년호

그러나 컨테이너화물의 경우 같은 기간동안 물동량이 연평균 13.6% 증가한 반면, 항만시설의 공급량은 연평균 26.9% 증가하여 시설의 수급상태가 상당히 호전

되었음을 알 수 있다. 2000년 이후 체선율만을 고려할 경우 포항항을 제외한 전국의 각 항이 점차 개선되어 가는 것을 볼 수 있다.

특히 대 중국간 교역이 본격화되면서 항만물동량이 급속히 증가하여 전국에서 체선이 가장 극심하였던 인천항의 경우 1997년 20.5%에서 2002년에는 6.4%로 크게 완화되었다. 우리나라 제1의 컨테이너 중심항인 부산항의 경우도 지속적인 항만시설의 확충으로 체선율 1%대를 유지하고 있다(<표 2-4> 참조).

그러나 절대적인 시설확보율에서는 여전히 낮아 이를 개선하기 위해 부산신항과 광양항에 대규모 컨테이너 전용부두의 개발을 계속 추진하고 있고, 인천북항 및 평택항, 군장항, 울산신항 등에 다목적 부두를 포함한 일반부두를 지속적으로 개발하고 있어 시설확보율은 점차 개선될 것으로 전망되고 있다. 예산당국도 최근 항만의 중요성을 깊이 인식하고 이의 개발에 정부의 재정지원을 계속 늘려가고 있어 항만시설의 수급상태는 지속적으로 개선될 것으로 전망된다.

항만시설의 확보율이 개선되고 체선 현상이 점차 완화되면서 과거 극심한 항만적체로 인한 비용 손실이 부선 하역을 감수할 정도로 높은 것으로 인식되었으나 이제는 항내에서 대기하거나, 아니면 유사한 시설을 갖추고 있는 인접 항만으로 이동하는 것이 오히려 비용절감에 유리한 것으로 여건이 변화되고 있다.

<표 2-3>

주요 항만별 시설확보율과 체선율 추이(2002)

단위 : 천톤, %

구 분	부산항	인천항	마산항	울산항	광양항	동해항	포항항
하역능력(A)	102,375	61,515	13,618	25,577	89,424	23,035	44,712
시설소요(B)	162,646	115,454	9,806	43,683	87,392	17,434	50,967
확보율(A/B)	62.9	53.3	138.9	58.6	102.3	132.1	87.8
체선율(2002)	1.2	6.4	-	6.0	8.0	2.9	17.0
체선율(2001)	0.8	5.6	-	4.8	7.1	8.4	16.2
체선율(2000)	1.2	11.1	-	5.6	6.7	20.1	13.2
체선율(1999)	1.3	16.7	-	7.0	8.1	19.6	8.0
체선율(1998)	2.6	16.7	-	5.4	7.2	18.3	3.1
체선율(1997)	5.3	20.5	-	8.5	12.1	23.2	1.4

자료 : 해양수산부 내부자료 종합정리.

주 : 체선선박은 12시간 이상 대기한 선박을 대상으로 하며, 시설소요는 총 처리실적에서 유류실적을 제외한 것임.

따라서 항만개발로 인한 편익을 부산하역과 접안하역과의 비용차이 및 그로 인한 시간 손실을 추가적인 재항비용으로 산출하던 방식에서 탈피하여 선박이 항내에서 대기하는 시간이 감소함에 따라 발생가능한 직·간접적인 비용절감으로 대체하는 것이 보다 현실적이고 설득력이 있는 것으로 인식되고 있다.

## 2. 항만투자여건의 변화와 정부의 항만개발정책

1998년 이후 우리나라는 항만개발을 위하여 매년 1조원에 가까운 정부재원을 투입하고 있으며, 2003년에는 1조 4천억원을 투입함으로써 2000년 이후 4년 연속 두 자리수(연평균 14.3%)의 예산 증가율을 기록하였다. 전체 사회간접자본에서 차지하는 예산 비중도 지속적으로 높아져 2000년 6.8%에서 2003년에는 8.7%까지 상승하였는데 이는 1997년 9.0%를 기록한 이후 가장 높은 수치이다.

또한 부족한 재원을 보충하기 위해 항만개발에 민간자본을 유치하기 시작한 이후 1998년에서 2003년 2월말 현재 총 3조 2,369억원의 민간투자 유치실적을 기록하였다.

참여정부 들어 우리나라를 ‘동북아의 물류중심기지로’ 육성한다는 정책을 국가발전 전략의 최고 핵심과제로 채택함으로써 이와 연관된 항만투자사업에 대한 투자여건은 그 어느 때보다 우호적으로 변화되고 있다. 이것은 지난 10여년간 한국 경제의 성장 동인으로서의 역할을 해왔던 반도체 위주의 주력 제조업이 2010년대에 대부분 성숙단계에 진입할 것으로 전망되고 그 동안 물류산업을 비롯 부품·소재, 신기술산업 및 지식기반 서비스산업이 새로운 성장 모멘텀이 될 것으로 보고 있기 때문이다.

동북아 물류중심의 궁극적인 목표는 동북아에서 창출되는 물류관련 부가가치를 우리가 흡수하는 것인데 물류관련 영역 중 부가가치 흡수가 크고 가장 경쟁력 있는 영역으로 컨테이너항만 서비스업이 손꼽히고 있다. 따라서 이제는 항만개발이 수요에 항상 후행함으로써 불가피하게 초래되었던 막대한 국가적 손실을 사전에 방지하고 수요에 선행해 공급이 이루어짐으로써 신규 수요도 함께 창출해 나갈 수 있도록 개발계획이 수립되어야 할 것이다. 아울러 양적인 공급측면보다 서비스수요를 충분히 충족시킬 수 있는 시설과 운영시스템을 확보하여 항만의 경쟁력을 높이는 질적 측면에 개발의 초점을 맞추어 나가야 한다.



그러나 항만개발에 대한 주위여건이 이렇듯 호의적으로 변하고 있음에도 예상 당국의 항만개발투자에 대한 판단기준은 여전히 엄격하다. 공공재적 특성이 많아서인지 항만은 우리나라 경제의 대외의존도가 2001년 기준 83.4%에 이르고 수출입화물의 99.7%가 항만에서 처리되고 있는 현실에 비추어 아직도 제대로 된 평가를 받고 있지 못하는 듯하다. 이것은 항만시설이 초기 투자비중이 높음에다 투자의 회수기간이 장기간이고 불확실해 수익성이 별로 없는 것으로 평가받는 것 또한 원인이며, 항만을 단순히 화물수송의 일부 종속시설물과 같이 단절된 개념으로 파악하는데 그 원인을 찾을 수 있다.

21세기 국가발전을 선도해 나갈 새로운 동력원으로서 국민경제를 지탱하는 기간산업의 하나로 항만의 중요성이 제대로 인식되기 위해서는 항만개발의 논거가 될 수 있는 경제적 타당성 평가결과의 신뢰성이 충분히 확보될 수 있어야 한다. 이는 경제성 평가 산정의 바탕인 물동량 수요의 합리적인 예측에서부터 객관적인 편익항목의 설정과 편익 및 비용의 산출과정이 투명하고 설득력 있게 이루어짐으로써 정책당국 및 일반국민 모두가 평가결과를 인정할 수 있어야 함을 의미한다.

### 3. 경제적 타당성 평가항목의 개선 필요성

이상에서 살펴본 여러 변화요인들은 경제성 평가와 관련된 편익과 비용항목에 상당한 영향을 미칠 수 있다. 물론 이와 같은 변화요인이 모두 경제성 평가항목의 설정과 산출방식을 근본적으로 달리해야 하는 원인이 될 수는 없으나 일부 편익항목의 개선 여부에 따라 평가결과에 미치는 영향은 사뭇 다르게 나타날 수 있음을 의미한다.

따라서 향후 경제성 평가결과에 대한 신뢰와 가치를 높이기 위해서는 평가과정에서 이와 관련한 여러 변화요인들이 충분히 반영될 수 있어야 한다.

우선, 항만건설기술의 발달은 공사기간을 단축시켜 비용을 절감시키고, 항만시설의 안전성 및 효율성을 제고시킴으로써 사후 유지·보수비용을 대폭 낮추는 역할을 할 수 있다. 이는 결과적으로 소요 공사비를 줄여 항만개발의 경제성을 제고시키는 효과로 나타날 것이다.

또한, 하역시스템 및 하역장비의 발달은 단위당 하역생산성을 향상시켜 선사에 대해서는 선박의 접안시간 단축을 통해 재항비용을 절감하게 하고 화주에게는 수송시간을 단축시켜 상품의 유통비용 절감과 회전율을 높일 수 있다. 이러한 요인

들은 공사 완공 후 부두 운영시 선석당 물동량 처리의 기준이 되는 부두별 적절 하역능력의 산정에 반영될 수 있어야 한다. 그러나 보다 급격한 기술 진보와 항만 간 서비스경쟁이 심화될 경우 하역장비의 교체 연한이 내구 연수보다 훨씬 빨라질 수 있음도 고려되어야 할 것이다.

최근 항만개발에 대한 정부의 지속적인 투자로 일부 전용부두의 경우 항만시설 확보율이 상당히 개선되어가고 있음을 언급한 바 있다. 따라서 과거 극심한 항만 적체로 인한 비용손실이 부선후역에 의거한 편익산출을 정당화 시켜줄 수 있었으나 하역기기와 하역시스템이 발달하고 체선율이 많이 감소되고 있는 현 상황에서 항만에 입항한 선박이 체증을 피하기 위해 항내에 대기 없이 곧 바로 부선후역을 한다는 가정에는 많은 무리가 따른다.

또한, 우리나라 어느 항만에서건 체선현상을 피하기 위해 부선후역이 실제 이루어진 예를 찾아볼 수 없을 뿐더러 현실적으로도 부선후역에 따른 막대한 비용과 시간을 고려할 때 그 가능성은 희박한 것으로 보아야 한다. 따라서 부선후역과 접안하역과의 차이에 따른 편익항목의 산정방식은 항만개발에 따라 절감할 수 있는 대기시간에 초점이 맞추어져야 할 것이다.

한편, 환적화물이 우리나라 총컨테이너화물에서 차지하는 비중은 2002년 기준 약 35%에 이를 정도로 높아졌다. 그러나 환적화물의 경우 항만시설의 수급상태나 항만서비스의 품질여부에 상관없이 국내항만을 이용할 수밖에 없는 수출입화물과는 편익산정의 방식이 달라져야 할 것으로 보고 있다. 즉 환적화물은 조건이 맞지 않거나 항만시설의 수급상황이 나빠질 경우 언제라도 타 항만으로 전이될 수 있는 특성을 가지고 있기 때문에 이들 화물을 수출입화물과 동일하게 항만개발(with case)에 따른 편익대상 화물로 산정할 수는 없다. 이럴 경우 환적화물을 처리함에 따라 발생하는 수입은 이전 수입으로 대부분 처리되는 수출입화물과는 달리 원가 개념에 기초하여 국가편익으로 산출하되 with case에 따른 편익대상 물동량에서는 이를 제외해야 하는 것이 당연할 것이다.

경제적 타당성의 평가과정과는 직접 관련이 없으나 평가결과에 대한 중요성은 정부의 500억원 이상 SOC사업과 관련한 예비타당성 제도로 한 층 높아진 것이 사실이다. 최근 정부재정사업 및 민간투자사업에 대한 사전평가제도에 대해서 관련 부처간의 이견 및 평가기준에 대한 신뢰성 저하로 인하여 정책집행의 비효율성이 증가하고 있다. 이럴 때일수록 공공사업의 경제적 타당성 평가제도의 개선을 통하여 정책입안자의 판단기준을 명확히 해야 할 필요가 있다.

## 제 3 장 기존 편익항목의 타당성 평가 및 개선방안

### 1. 타 SOC사업의 편익항목 산정방법 및 시사점

#### 1) 도로<sup>6)</sup>

도로의 경우 도로투자사업을 시행함으로써 파생될 수 있는 편익으로 직접편익과 간접편익으로 구분하고 있다(<표 3-1> 참조). 직접편익은 교통시설을 이용하는 교통주체들이 도로사업 시행과 관련하여 직접적으로 얻게되는 편익으로서 차량운행비용절감, 통행시간 절감 등은 화폐가치화하는 과정이 비교적 용이하나 교통쾌적성, 정시성, 안정성 등은 개인적 만족도를 기준을 하기 때문에 화폐가치화에 어려움을 갖는다.

<표 3-1>

도로투자사업에 따른 편익분석 항목

구분	편익분석항목
직접편익	- 통행시간 절감 - 차량운행비용 절감 - 교통사고 감소 - 교통 쾌적성·정시성·안정성 증대 등
간접편익	- 환경비용 감소 - 지역개발효과 - 시장권의 확대 - 지역산업구조 개편 등

한편, 간접편익은 도로사업 시행으로 인한 비이용자들이 얻게되는 파급효과로 지역개발, 시장권 확대, 산업구조 개편 등은 이를 실현하기 위해 도로사업 이외의 분야에 대한 투자가 병행되어야 하므로 계량화에 어려움이 있다.

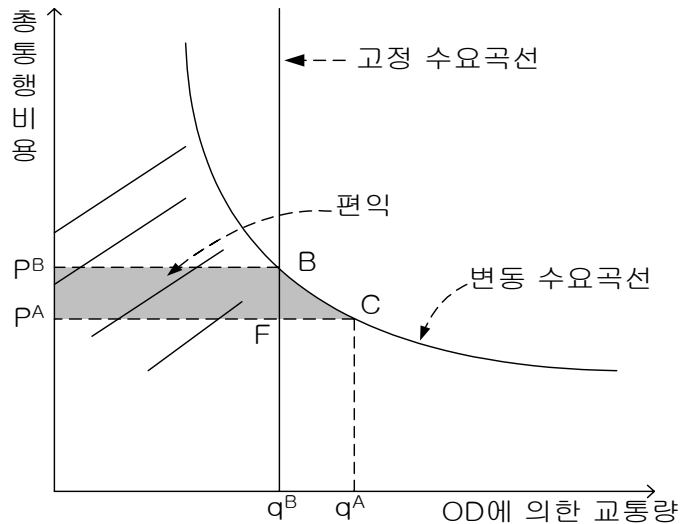
도로부문의 경우 직접편익을 산정할 때는 해당 사업구간을 이용하는 사람들뿐

6) 한국개발연구원, 「도로부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(개정판)」, 2000.12.

만 아니라 도로망 전체 이용자들을 대상으로 해야 하며, 여기서 도로사용자는 차량 운전자 및 승객을 포함하여 분석하고 있다. 따라서 편익의 총량은 <그림 2-1>에서 사다리꼴의 면적으로 계산되는 사용자 잉여 부분이며, 이는 곧 사용자들이 기꺼이 지불하고자 하는 비용과 실제 지불하는 비용간의 차이를 표시하고 있다.

&lt;그림 2-1&gt;

도로사업으로 인한 편익 산출 개념도



통행시간 감소편익은 사업시행으로 인한 통행시간 감소량을 평가기간 동안만큼 산출하여 통행시간 가치를 곱해서 산정하고 있으며, 통행시간 가치는 차량통행시간을 생산활동에 투입했을 때 얻게되는 생산품 또는 다른 용역의 가치를 따져서 얻는 방식을 통해 산정하고 있다. 차량운행 비용 감소편익은 사업 시행으로 인해 도로조건이 달라지는 것을 반영시켜서 연료, 엔진오일, 감가상각비 등을 고려하여 산정하고 있다.

결론적으로 도로부문의 경제성 분석의 편익유형 및 항목은 다양하고 이들 반영 기준 설정과 계량화는 관점에 따라 매우 다를 수 있어 이의 객관화에는 상당한 제약요인이 있기 때문에 도로부문의 경제적 편익항목은 차량운행비용 절감, 통행시간 절감 및 교통사고 감소 등으로 한정하고 있다.

2) 철도<sup>7)</sup>

철도부문의 경우 철도사업에 따른 경제적 편익은 원칙적으로 부정적인 효과의 감소로 정의하고 있다. 예를 들어 사업 전후의 사용자 비용에서 감소가 있었다면 그 감소분만큼이 사업에 따른 편익이 된다는 개념이다.

철도투자사업의 편익은 크게 두가지의 개념으로 발생하고 있다. 우선 도로, 해운 및 항공에서 전환되는 교통수요로 인해 도로구간이나 항만 및 공항에서 발생하는 편익을 포함하고, 다음으로는 철도투자사업으로 인한 철도자체에서 발생하는 편익을 포함시키고 있다.

도로 및 기타 수단에서 발생하는 편익은 궁극적으로 전환교통량이 발생시키는 것으로, 만약 경쟁 관계에 있는 도로사업으로 인하여 철도의 서비스 수준의 상대적 저하에 따라 철도에서 도로에로의 전환교통량이 발생한다면 철도에서 수익의 저하가 초래될 수도 있을 것이다.

그러나 도로 및 기타 수단에서 철도사업으로 전환하는 교통량이 없다면 도로부문의 편익은 계산할 필요가 없다. 이론적으로 철도부문의 편익항목은 다음과 같이 분류할 수 있다(<표 3-2> 참조).

&lt;표 3-2&gt;

철도부문의 편익항목

구분	편익항목	평가기준
직접 편익	차량운행비절감	- 주행속도·교통량에 따른 주행속도별 차량운행비 원단위
	통행시간 절감	- 여객 승객에 대한 시간절감
	교통사고 감소	- 사고 건수별 사상자수와 사상자 1인당 사고비용
	교통쾌적성	-
	정시성	-
	안정성 증대	-
간접 편익	환경비용 감소	- 배출가스, 소음변화량(차량종류 성능, 정비상태 등 영향)
	지역개발효과	-
	시장권의 확대	-
	지역산업 구조개편 등	-

철도부문의 경제적 편익은 직접편익과 간접편익으로 구분하고 있다. 직접편익

7) 한국개발연구원, 「철도부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(개정판)」, 2000.12.

에는 차량운행비절감, 통행시간 절감, 교통사고 감소, 교통쾌적성, 정시성 및 안정성 증대 등이 있으며, 간접편익으로는 환경비용 감소, 지역개발효과, 시장권의 확대 및 지역구조 개편 등이 있다.

철도부문 역시 도로부문과 마찬가지로 계량화가 가능한 직접편익중에서 차량운행비용 절감, 통행시간 절감 및 교통사고 감소 등으로 편익항목을 한정하고 있어 도로부문의 편익항목과 동일하며, 산정방법도 거의 유사하다고 할 수 있다.

### 3) 시사점

도로, 철도 등 타 SOC 사업의 경제적 편익항목을 검토한 결과, 다양한 편익항목이 존재함에도 불구하고 도로나 철도 모두 직접편익항목만을 산출대상으로 하고 있으며, 그 중에서도 산출근거가 객관적이고 명확한 항목만을 대상으로 설정하여 경제성 평가의 신뢰를 충분히 확보하고 있는 것으로 평가할 수 있다.

또한, 도로 및 철도 등 타 SOC사업의 경제적 타당성 평가의 경우 경제적 편익의 평가방법에 있어 평가절차 및 적용기준이 정형화되어 있다는 것을 알 수 있다. 즉 각각의 편익항목에 대한 산출방식은 차종별로 표준화가 이루어져 있으며, 적용계수에 대해서도 표준화되어 있어 투입변수(교통수요 등)만 적용하면 도로 및 철도 부문에 대한 경제적 편익은 간단하게 계산할 수 있으며, 이러한 산출방법의 표준화는 정책입안자의 의사결정을 보다 용이하게 하고 있다는 것을 알 수 있다.

그리고 도로 및 철도부문 모두 사업추진에 따른 환경비용 등의 요인들에 대해서는 산정하지 않고 있어 많은 논란에도 불구하고 여전히 환경비용 혹은 환경편익에 대한 계량화가 용이하지 않음을 보여주고 있다.

## 2. 항만부문 편익항목 산정에 관한 문헌 및 선행연구 고찰

### 1) 경제성 분석의 일반이론

#### (1) 경제적 편익의 개념

비용-편익분석은 1950년 미국의 연방수자원위원회(Federal Inter-agency Committee on Water Resources)에서 수자원 관리를 위하여 강유역 사업들에 대한 타당성 보고

서 작성을 기초로 하여 1958년 현대적 의미의 비용-편익분석방법이 소개되었으며, 이를 계기로 오늘날 정부사업평가의 기초가 마련되었다. 이후 엑스테인(O. Eckstein),<sup>8)</sup> 맥킨(R. N. McKean)<sup>9)</sup> 및 돌프만(R. Dorfman)<sup>10)</sup> 등의 학자들에 의하여 비용-편익분석방법에 대한 확고한 이론적인 토대가 마련되었다고 할 수 있다.

1970년대 들어와서는 UN, OECD 및 IBRD 등에서 비용-편익분석의 기법을 발전시켜 이를 후진국의 개발계획 또는 개발프로젝트 등의 분석에 광범위하게 적용함으로써 비용-편익분석의 발전에 크게 공헌하였다.

항만투자사업의 부문에서는 1977년 UNCTAD의 “Appraisal of Port Investment”에서 항만투자자에 대한 비용-편익분석방법을 처음으로 시도하였다. 동 보고서에서는 항만투자자에 대한 경제적 편익을 항만당국, 이용자 및 관련산업의 편익으로 구분하고 있다.<sup>11)</sup>

일반적으로 도로·철도·항만 등 공공투자사업에 의한 경제적 편익은 소비자 잉여의 측면에서 접근할 수 있다. 소비자잉여는 이용자의 효용에서 이용자의 비용을 제외한 부분이라고 할 수 있다. 즉 시설의 이용자는 시설을 이용함으로써 효용을 얻고, 그 효용에 상응하는 비용을 지불하게 된다. 시설의 이용자는 지불의사액과 실제로 지불한 비용에 차이가 발생하는 데 이것을 소비자잉여라고 할 수 있다.

이러한 소비자잉여의 개념에서 출발하여 경제적 편익은 결국 소비자 잉여가 증가한 부분이라고 할 수 있다. 즉 항만시설에 대한 투자를 통하여 수요곡선과 공급곡선이 이동하고 수요곡선과 수요자가 실제로 지불하는 가격에서 차이를 나타내는 부분을 편익으로 산정할 수 있다.

<그림 2-2>는 수요자가 지불하는 가격이 변동하는 경우 편익의 변화를 보여주고 있다. 여기에서 W는 항만투자사업을 실시하는 경우의 수요량과 시설의 이용에 따른 사용료를 의미하며, WO는 동사업을 실시하지 않을 경우 수요량과 대체시설의 사용료를 각각 의미하고 있다.

<그림 2-2>의 경우 수요곡선이 변동을 하지 않다는 가정 하에서 새로운 항만이 개발될 경우 기존항만과의 경쟁에 의하여 지불가격이 감소함으로써 발생하는 소비자잉여 즉 경제적 편익을 의미하고 있다. 즉 항만투자사업을 실시하는 경우 수

8) Otto Eckstein, *Water Resources Development : The Economics of Project Evaluation*, Harvard Univ. Press, 1958.

9) Renald N. McKean, *Efficiency in Government Through System Analysis*, New York: Wiley, 1958.

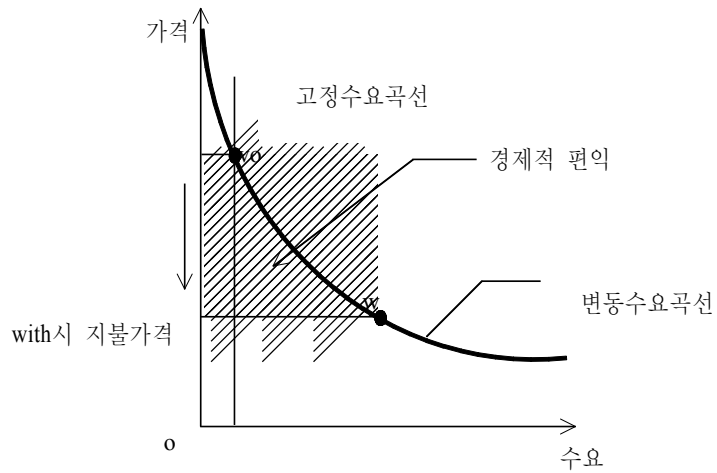
10) Robert Dorfman, *Measuring benefits of Government Investment*, Brookings Institute, 1965.

11) UNCTAD, *Appraisal of Port Investments*, 1977.

송효율화에 의하여 수요자가 지불하는 가격이  $W_0$ 에서  $W$ 로 감소함에 따라 발생하는 편익을 의미한다.

<그림 2-2>

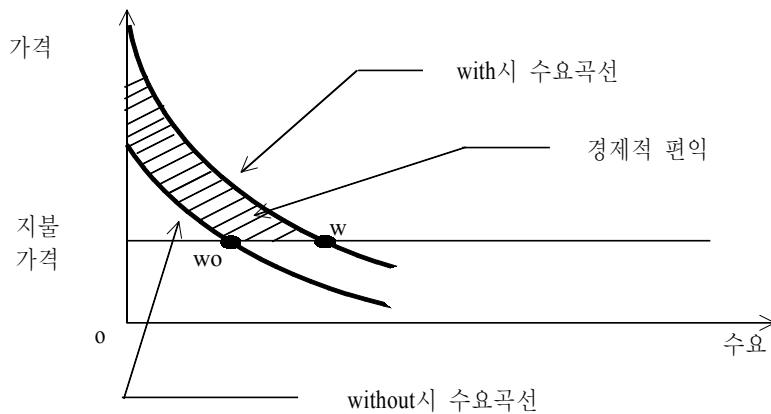
항만개발의 편익(수요불변)



한편 <그림 2-3>은 항만투자사업으로 인하여 수요곡선이 이동하는 경우의 경제적 편익을 나타내고 있다. 이 경우에는 항만투자사업의 실시로 인하여 지불가격이 변동하지 않는 경우로 기술적 외부효과로 인하여 수요곡선이 이동함에 따라 경제적 편익이 발생하는 것을 의미하고 있다.

<그림 2-3>

항만개발의 편익(지불가격 불변)





## (2) 비용·편익분석의 기본모형

항만, 도로, 철도 등 공공투자사업의 평가는 비용-편익분석을 활용한 경제적 타당성 평가에 의하여 이루어지고 있다. 특히 공공투자를 통한 국민경제전체에 미치는 파급효과인 경제적 편익에 대해서 높은 관심을 가지고 있다. 따라서 여기에서는 공공투자의 평가방법으로 널리 활용되는 비용-편익분석의 기본모형에 대해서 살펴보았다.

어느 한 사회에  $N$ 수만큼의 구성원이 있다고 가정하고, 이들의 후생함수가  $S = f(U_1, U_2, U_3, \dots, U_j, \dots, U_n)$ 와 같은 형태를 취한다고 가정한다. 여기에서  $S$ 는 한 사회 전체의 후생상태를 의미하고,  $U_j$  ( $j = 1, 2, 3, \dots, n$ )는 개인  $j$ 의 후생을 의미한다고 가정하자.

이러한 후생함수 하에서 정부가 공공투자사업을 통하여 사회후생 상태를  $S_0$ 에서  $S_1$ 으로 증가시키려고 할 때 공공사업에 대한 사회적 가치는 사회구성원 개개인의 후생가치의 합과 동일하다.

$$V = \sum_{j=1}^n V_j, \quad j=1,2,3,\dots,n \quad \text{식(1)}$$

여기에서  $V$ 는 공공사업의 사회적 가치,  $V_j$ 는 개인  $j$ 가 공공사업에서 느끼는 개인의 가치(개인이 지불하고자 하는 의사)를 각각 의미한다.

사회적 가치는 개인적 가치가 변함으로써 변화될 것이며, 개인적 가치의 변화는 시장가격의 변화를 통해 이루어진다고 할 수 있다. 따라서 공공사업의 효과가 재화  $X$ 의 생산을 증대시키고 재화  $Y$ 의 생산을 감소시키는 사업이라고 가정하고, 각 재화의 시장가격  $P_x$ 와  $P_y$ 는 일정하다고 가정할 경우 개인  $j$ 의 공공사업에 대한 가치는 다음과 같이 표시될 수 있을 것이다.

$$V_j = P_x \Delta X_j - P_y \Delta Y_j \quad \text{식(2)}$$

여기에서  $\Delta X_j$ 와  $\Delta Y_j$ 는 개인  $j$ 에 의한  $X$ 재와  $Y$ 재의 소비변화량을 의미한다고 할 수 있다. 이러한 개인의 사회적 가치를 이용하여 공공사업에 대한 사회적 가치를 다시 표현하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 V &= \sum_{j=1}^n V_j = \sum_{j=1}^n (P_x \Delta X_j - P_y \Delta Y_j) \\
 &= P_x \sum_{j=1}^n \Delta X_j - P_y \sum_{j=1}^n \Delta Y_j = P_x \Delta X - P_y \Delta Y \quad \text{식(3)}
 \end{aligned}$$

여기에서  $\Delta X = \sum_{j=1}^n \Delta X_j$ 이고,  $\Delta Y = \sum_{j=1}^n \Delta Y_j$ 를 각각 의미한다.

따라서 위의 식에서 우리가 유추할 수 있는 것은 비용-편익분석이란 공공투자 사업에 의해 발생한 재화의 물리적 총량변화와 이 재화들의 시장가격을 파악하는 것이라고 할 수 있다. 따라서 비용-편익분석에서 시장가격은 통상적으로 고정되어 있는 것으로 가정한다면 물리적 총량변화를 예측하는 것이 필요하다.

## 2) 선행연구 고찰

비용-편익분석의 이론적인 고찰과 더불어 항만투자사업의 경제적 타당성 평가와 관련하여 선행연구를 고찰함으로써 항만투자사업의 경제성 분석 적용에 있어서의 시사점을 도출하였다.

### (1) UNCTAD<sup>12)</sup>

최근과 같은 패턴의 항만투자사업에 대한 경제적 타당성 평가에 관한 연구는 1977년 UNCTAD의 “Appraisal of Port Investment”를 들 수 있다. 동 연구에서는 항만투자사업에 대한 경제적 편익으로 항만운영자, 항만이용자 및 항만관련산업의 편익으로 구분하고 있다(<표 3-3> 참조).

항만당국의 편익으로는 선박 및 화물에 부과하는 항만요율 수입의 증가, 하역수입 증가, 항만개발로 인한 유용한 토지임대료의 증가를 들고 있으며, 항만이용자의 경제적 편익은 내륙수송비 절감, 하역비 절감, 보험비용 절감, 재고에 투자되는 자본비의 이자절감, 선박재항 비용 절감, 대형선박의 입항에 따른 선박운영비용 절감 및 항만이용자 산업분야의 생산량 증가를 들고 있다.

항만개발요소 제공자의 경제적 편익으로는 항만관련 노동자들의 소득증가, 항만관련 산업분야의 소득증가, 승수효과에 의한 편익증가로 구분하고 있다.

---

12) UNCTAD, Op. cit.

&lt;표 3-3&gt;

항만투자사업의 경제적 편익분류

A. 항만당국편익	B. 항만이용자편익	C. 항만개발요소 제공자간접편익
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 선박 및 화물에 부과하는 항만요율수입의 증가</li> <li>· 하역수입 증가</li> <li>· 항만개발로 유용한 토지임대료 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 내륙수송비 절감</li> <li>· 하역비 절감</li> <li>· 보험비용 절감</li> <li>· 재고에 투자되는 자본비의 이자절감</li> <li>· 선박재항 비용 절감</li> <li>· 대형선박의 입항에 따른 선박운영비용 절감</li> <li>· 항만이용자 산업분야의 생산량 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 항만관련 노동자들의 소득 증가</li> <li>· 항만관련 산업분야의 소득 증가</li> <li>· 승수효과에 의한 편익 증가</li> </ul>

자료 : UNCTAD, 「Appraisal of Port Investment」, 1977.

또한, 동 보고서에서는 항만당국을 사기업의 개념으로 보았을 때의 항만당국의 경제적 편익은 재무적 편익에 해당되며, 투입요소제공자 편익은 정확한 계산이 어려울 뿐 아니라 간접적인 것이어서 경제적 비용·편익 분석에서 이용되는 직접적인 사회적 편익은 항만이용자의 경제적 편익만을 고려해야 한다고 주장하고 있다.

## (2) 항만투자의 평가에 관한 가이드라인<sup>13)</sup>

일본의 경우 항만투자의 평가는 항만투자의 효율성 및 공정성을 위하여 사회적·경제적 관점에서 투자의 타당성을 판단하기 위하여 실시하고 있다. 일부 전용항만을 제외하고는 정부재정을 투입하여 정비를 하기 때문에 항만투자를 할 경우 투자의 효율성을 높이기 위하여 사회적·경제적 관점에서 그 타당성을 평가하고 있다.

항만투자의 평가는 사전평가, 재평가 및 사후평가로 구분할 수 있는데 이중에서 사전평가는 개발계획수립 당시의 평가 및 사업채택시 평가로 구분할 수 있다.

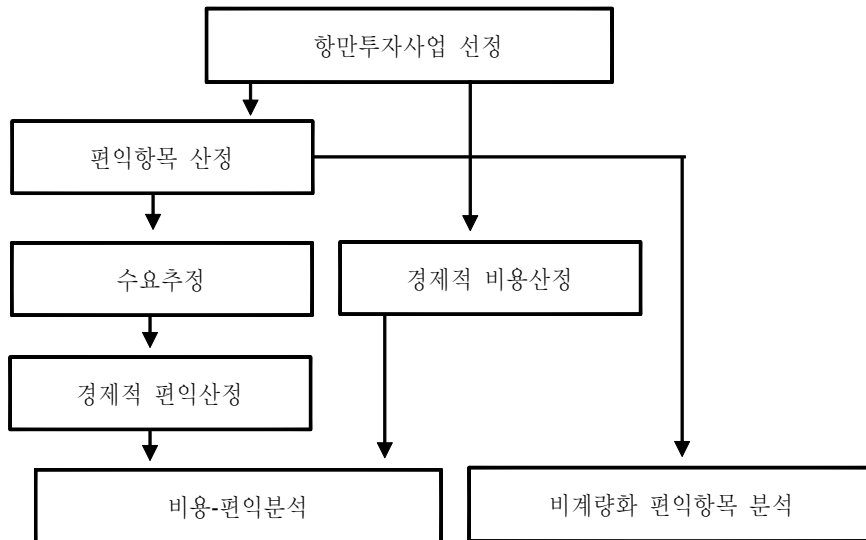
경제성 평가는 특정 기능을 발휘하기 위해서 필요한 전체 시설 중 동일한 시기에 정비하는 시설로 정의하고 있다. 평가대상사업은 항만정비사업, 항만환경정비사업, 부두정비 등 자금대부금사업, 항만사업자금대부금사업, 특정항만정비공사, 항만이용고도화거점시설건급정비사업 및 항만공해방지대책사업 등 20개 평가대상사업으로 구분하고 있다.

13) (재)항만공간고도화센터, 「항만투자의 평가에 관한 가이드라인」, 1999.

항만투자자에 대한 평가는 비용-편익분석, 재무성 분석, 사업주체 결정, 기타 고려 요소를 종합적으로 판단하여 평가하고 있는데 비용-편익분석은 다음과 같은 절차에 의하여 실시하고 있다(<그림 3-4> 참조).

&lt;그림 3-4&gt;

일본의 항만부문 경제성 분석 절차



일본의 경우 우리나라와 동일하게 비용-편익분석의 분석기간은 착공 년에서부터 운영이 종료되는 기간을 대상으로 하고 있으며, 항만투자의 경제적 편익은 크게 이용자, 공급자, 지역사회 및 공공부문으로 분류하고 있다. 이러한 경제적 편익은 20개 평가대상사업에 따라 경제적 편익항목의 선정은 상이하다(<표 3-4> 참조).

국제해상컨테이너터미널의 정비에 따른 경제적 편익항목으로는 육상 및 해상 수송비용의 절감효과, 자동차배출가스의 절감효과를 정량적으로 산정하고, 수송의 신뢰성 향상 및 기존터미널의 혼잡완화효과 등을 정성적으로 평가하고 있다. 그러나 국제해상컨테이너터미널을 제외한 중추항만에 대한 항만투자의 경제적 편익으로는 수송비용의 절감, 기존터미널의 혼잡완화, 도로의 혼잡완화, 배출가스의 감소 등의 평가항목을 고려하여 비용-편익분석을 실시하고 있다.

결국 일본의 경우 항만투자자에 대한 경제적 편익항목의 선정은 평가대상사업인 20개 그룹별로 상이하게 이루어지고 있으며, 육상교통의 혼잡완화 효과를 경제적 편익으로 포함하여 분석하는 것이 특징이다. 특히 환경측면에서 배출가스의 저감

을 계량화시켜 경제적 편익으로 산정하고 있으며, 부두용지 및 하역기계 등에 대해서 운영이 끝나는 시점에서의 잔존가치를 편익으로 계상하고 있다는 것이 우리나라와 상이하다.

&lt;표 3-4&gt;

항만투자의 경제적 편익항목(일본)

편익의 분류	편익항목	편익산정 방법
이용자	수송·이동	· 수송·이동비용의 절감(화물·여객) · 수송의 신뢰성 향상(화물) · 이동의 쾌적성 향상(여객) · 폐기물처분의 적정성(폐기물해면처리분장) · 자연재해시 긴급물자 수송비용의 절감 · 자연재해 이후 수송비용의 증대방지
	교류	· 교류기회의 증가 · 해양자원 교류기회의 증대
	환경	· 항만취업자의 노동환경 개선 · 여객의 항만이용환경의 개선
	안전	· 해난사고의 감소 · 선박정박의 안전성 향상 · 육상교통사고의 감소
	업무	· 업무의 효율화 · 업무기회의 증가
공급자	수익성	· 사업주체의 수익
지역사회	수송	· 기존시설의 혼잡완화 · 도로의 혼잡완화
	환경	· 지역환경혼잡완화 · 자연환경의 혼잡완화 · 양호한 경관의 형성 · 신규토지의 창출 · 공해방지
	안전	· 방치된 선박의 처리에 의한 손실경감
	지역경제	· 항만이용산업의 고용·소득 증대 · 항만관련산업의 고용·소득 증대 · 건설공사에 의한 고용·소득 증대 · 지역산업의 안정·발전 · 산업의 국제경쟁력 제고 · 자연재해 이후 복구 지원
공공부문	조세	· 지방세·국세의 증대

(3) 항만부문사업의 예비타당성 표준지침 연구<sup>14)</sup>

항만투자사업에 대한 경제적 편익은 추정 화물량을 처리할 수 있도록 항만시설을 개발할 경우와 현재의 시설을 그대로 유지할 경우와의 처리비용의 차이를 의미한다. 항만투자사업으로 인한 경제적 편익은 항만시설을 확장함으로써 발생하는 비용의 절감효과와 그에 따른 부수적인 효과를 편익으로 간주하고 있다.

항만투자의 경제적 편익은 이용자 편익과 지역사회 및 지역경제의 편익, 공공부문의 효과로 구분할 수 있으며, 이 모든 편익을 계량화하여 화폐가치화 하는 것이 현실적으로 힘들기 때문에 계량화가 가능한 편익만을 산정하고 있다(<표 3-5> 참조).

이용자측면의 경제적 편익은 선사측면에서는 선박대기비용과 선박재항비용 절감편익이 있고, 화주측면에서는 하역비용 및 내륙운송비용절감, 화물운송시간의 단축편익이외에도 신규로 조성된 토지의 활용도에 따른 토지조성효과가 있다.

지역사회의 편익은 간접적인 편익으로서 지역경제의 파급효과 등을 정책적인 측면에서 산정하며, 공공부문의 조세수입 증가효과를 기대할 수 있다. 그러나 조세수입은 경제부문간의 이전소득으로서 실제적인 자원의 변화가 발생하는 것이 아니기 때문에 이를 제외하고 있다.

&lt;표 3-5&gt;

항만투자사업의 경제적 편익항목

분 류	편익항목	편익산정 방법
이용자	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 선박대기비용 절감효과</li> <li>• 선박재항비용 절감효과</li> <li>• 하역비용 절감효과</li> <li>• 내륙운송비용 절감효과</li> <li>• 화물운송시간가치 절감효과</li> <li>• 토지조성효과</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 항만체증 완화</li> <li>• 하역생산성 제고</li> <li>• 하역생산성 제고</li> <li>• 화물운송거리 단축</li> <li>• 교통혼잡완화효과</li> <li>• 체증완화 및 생산성제고</li> <li>• 신규토지조성의 효용</li> </ul>
지역 사회	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건설부문의 고용·소득증대</li> <li>• 관련산업의 고용·소득증대</li> <li>• 지역산업의 안정·발전</li> <li>• 산업의 국제경쟁력 제고</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 파급효과로 산정</li> </ul>
공공 부문	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지방세·국세의 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이전지출</li> </ul>

14) 한국개발연구원, 「항만부문사업의 예비타당성 표준지침 연구(개정판)」, 2001.

항만투자사업의 편익은 모든 항만시설물이 유기적으로 운영될 때 나타날 수 있는 경제적 편익으로 항만운영중의 유지준설이나 투기장 호안 건설 등과 같은 개별사업의 경우에도 당해 시설물의 투자가 이루어지지 않을 경우 발생할 수 있는 항만체증, 하역생산성 감소 등의 비효율이 당해 시설투자로 개선될 수 있기 때문에 개별시설 투자사업의 경우에도 상기와 같은 편익항목을 산출하여 경제성을 분석할 수 있다.

지금까지 우리나라 항만투자사업의 경우 주로 항만이용자의 경제적 편익을 위주로 사업을 평가하였다고 볼 수 있다. 특히 편익항목의 핵심인 선박대기비용의 절감효과는 산출과정의 복잡성 및 난해성으로 인하여 재항비용 절감효과 및 하역비용 절감효과로 대체 사용하였다.

#### (4) 시사점

1977년 UNCTAD의 연구 이후 항만투자사업에 대해 산출되는 경제적 편익항목에 별다른 차이가 없다. 그 동안 세계 해운항만의 환경은 선박대형화, 항만건설 및 하역기술의 진보, 선사간 전략적 제휴 등과 같은 요인들로 인하여 급격하게 변화하고 있음에도 불구하고 경제적 편익의 산정항목이 별로 변화되지 않고 있다는 것이다.

우리나라의 경제적 편익항목 산정이 거의 개별항만사업별로 독립적으로 이루어지고 있는 것에 비해 일본의 경우 개별사업위주뿐만 아니라 장기계획상의 개발계획 및 정비계획을 통하여 일체적으로 분석되기도 하는 것이 하나의 차이점이라고 할 있다.

또한, 일본은 동일한 컨테이너터미널이더라도 수출입화물을 처리하는 항만과 연안화물을 처리하는 항만으로 구분하여 각기 상이한 경제적 편익항목을 산정하여 적용하는 등 부두종류별로 산출되는 편익항목의 선택이 비교적 잘 정립되어 있다.

지금까지 계량화가 곤란한 간접적인 편익항목에 대한 근거나 산출방법에 대한 이론은 많이 제시되고 있으나, 이들 항목이 실제 계량화되어 경제성 분석에 적용된 사례는 찾아볼 수 없다는 것이다.

### 3. 기존 편익항목의 타당성 검토

#### 1) 선박대기비용 절감효과

선박의 대기비용은 추정된 단위 선박당 대기시간을 근거로 산출할 수 있는데, 대기시간 추정방법으로는 선박 입출항 실적을 조사하여 단순히 평균대기시간을 산출하는 방법, 대기행렬이론(queueing theory)을 이용하여 이론적 확률분포와 실제분포를 통계검정(goodness-of-fit test) 함으로써 추정하는 방법, 실제분포를 이용하여거나 이론분포를 재생시켜 시뮬레이션모형으로 추정하는 방법 등을 통하여 계량화가 가능하다.<sup>15)</sup>

항만에서의 선박 입·출항 형태는 일반적으로 대기행렬 시스템과 거의 흡사하므로 대기행렬이론을 이용하여 선박의 대기비용을 추정하는 것이 바람직하다고 할 수 있다. 다만 선박대기행렬모형의 경우 스케줄을 조정하여 입항하는 정기선선박에 대해서는 적용타당성이 없으므로 실제분포 또는 이론분포를 재생시켜 시뮬레이션모형으로 추정하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

대기비용을 산출하기 위해서는 우선 대기행렬이론을 이용하여 평균대기시간을 산출해야 하며, 평균대기시간을 산출하는 과정은 다음과 같은 과정을 통하여 산출할 수 있다.

##### (1) 선박의 도착시간 확률분포 파악

선박의 입출항 실적을 조사한 후 도착간 시간간의 확률분포를 도출해야 하며, 구해진 확률분포의 형태모수(shape parameter)를 결정하기 위해서는 이론상의 분포인 얼랑분포(erlangian distribution)의 누적분포함수(cummulative distribution function : cdf)를 이용하여 적합도검정( $\chi^2$ -test)을 실시해야 한다.

얼랑분포의 누적분포함수(cdf)는 식(5)와 같다.

$$F(b) = \int_0^b f(t)dt = 1 - e^{-k*\lambda*b} \left[ \sum_{n=1}^k * b^{k-n} \right] \quad \text{식(5)}$$

여기서,  $k$  : 형태모수(shape parameter),  $\lambda$  : 도착률

15) 장성용, “항만개발투자의 경제적 평가방법에 관한 연구”, 『해운산업연구』, 제28호, 1987. p. 63.



## (2) 선박에 대한 서비스시간의 확률분포 파악

서비스시간의 확률분포를 구하여 Parameter결정을 하기 위해  $\chi^2$ -test 실시해야 한다.

## (3) System 형태결정

위 두 식에서 검정한 확률분포와 선석수를 이용하여 행렬 system 형태를 구분하면 다음과 같다.

- (a)  $M/M/C$  : 대기행렬 system 중 가장 기본적인 형태로서 도착간 시간분포는 지수분포(즉 Erlang  $k=1$ ), 서비스 시간분포도 지수분포인 형태
- (b)  $M/E_k/C$  : 도착간 시간분포는 지수분포이며 서비스 시간분포는 Parameter= $k$ 인 일량분포형태
- (c)  $E_m/M/C$  : 도착간 시간분포는 Parameter= $m$ 인 일량분포이며 서비스 시간분포는 지수분포인 형태
- (d)  $E_m/E_k/C$  : 도착간 시간분포와 서비스 시간분포 모두 Parameter가 각각  $m$ 과  $k$ 인 일량분포 형태

## (4) 대기시간 계산

확정된 시스템 형태에 따라 대기행렬이론의 일반식을 이용하여 단위시간 당 평균대기척수( $L_q$ ), 단위선박당 평균대기시간( $W_q$ ), 부두접안율( $p$ ), 단위선박당 평균서비스시간에 대한 평균대기시간의 비율( $WRS$ )을 구하여 대기시간을 추정할 수 있다. 이를 식으로 나타내면 식(6) ~ 식(10)과 같이 표현할 수 있다.

$$WT_t = ST_t \times WRS_t \quad \text{식(6)}$$

$$WT'_t = ST'_t \times WRS'_t \quad \text{식(7)}$$

$$WTC_t = WT_t \times PC \quad \text{식(8)}$$

$$WTC_t = WT'_t \times PC \quad \text{식(9)}$$

$$RWTC_t = WTC'_t - WTC_t \quad \text{식(10)}$$

여기에서  $WT_t(WT_t')$ 는  $t$ 년도의 with--Case(Without-Case)의 대기시간을,  $ST_t(ST_t')$ 는  $t$ 년도의 With-Case(Without-Case)서비스 시간을,  $WRSt(WRSt')$ 는  $t$ 년도의 With-case(Without-Case)서비스 시간에 대한 평균대기시간의 비율,  $WTC_t(WTC_t')$ 는  $t$ 년도의 with-Case(Without-Case)의 대기비용,  $PC$ 는 표준선박의 단위시간당 재항비용,  $RWTC_t$ 는  $t$ 년도의 대기비용 절감효과를 각각 의미한다.

이러한 과정을 거쳐 with-Case와 without-Case시 각각의 총 대기비용을 산출하여 그 차액을 구함으로써 선박대기비용의 절감효과를 산정할 수 있다.

이상과 같은 대기비용 절감효과의 산정을 위해서는 선박의 도착시간 및 항만서비스 시간에 대한 확률분포를 통해 대기시간을 산출해야 하나 정확한 확률분포를 산출하기 어렵고 자료확보의 곤란으로 시뮬레이션도 여의치가 않은 것 또한 사실이다. 따라서 이를 실제 분석에 적용한 예가 없으며 지금까지 대기시간 절감효과를 선박재항비용 절감효과 및 하역비용 절감효과로 대체하여 분석하였다.

따라서 선박의 도착시간간격과 서비스 시간에 대한 합리적인 확률분포를 부두종류별로 설정하여 선석운영수에 따른 대기시간비율과 선석점유율간의 관계를 파악함으로써 대기시간을 산정하는 것이 필요하다. 즉 항만개발에 따른 대기시간의 증감에 초점을 맞추어 편익을 산출하는 방안을 모색해야 할 것이다.

## 2) 선박재항비용 절감효과

선박재항비용은 선박이 선석에 접안하여 서비스를 받는 동안 발생하는 비용으로서 하역생산성을 제고시킬 때 비용절감효과가 발생하게 된다. 항만개발이 이루어지지 않는 Without Case에서는 현재부두의 처리능력을 초과하는 화물이 부선하역됨으로써 With Case의 경우보다 생산성이 낮은 것이 일반적이라고 할 수 있다. 즉 Without Case에서는 물동량을 처리하는 데 걸리는 시간이 길어지고 이로 인하여 선박의 재항시간 및 비용이 With Case보다 증가하는 현상이 발생하게 된다. 따라서 선박재항비용의 절감효과는 식(11)과 같이 표현할 수 있다.

$$BC_t = PC \left( \frac{P'_{1t}}{TPD'_{1t}} + \frac{P'_{2t}}{TPD'_{2t}} \right) - PC \left( \frac{P_{1t}}{TPD_{1t}} + \frac{P_{2t}}{TPD_{2t}} \right) \quad \text{식(11)}$$

여기에서,  $BC_t$ 는 선박재항비용 절감효과,  $PC$ 는 표준선박의 1일 재항비용,  $P_{1t}(P'_{1t})$  : with Case(Without Case)의  $t$ 년도 선석에서의 처리물동량,  $P_{2t}(P'_{2t})$  : with

Case(Without Case)의  $t$ 년도 부선에 의한 처리물동량,  $TPD_{1t}(TPD'_{1t})$  : With Case(Without Case)의 선석당 1일 하역생산성,  $TPD_{2t}(TPD'_{2t})$  : With Case(Without Case)의 부선당 1일 하역생산성을 각각 의미하고 있다.

이러한 재항비용 절감효과는 지금까지 항만투자사업에 대한 대표적인 경제적 편익항목으로 사용되어 왔으나, 해운항만의 환경변화로 인하여 편익산정의 전제 조건이 현실에 맞지 않고 있다. 즉 산정식에서는 부선하역을 가정하고 있으나 아직 국내에서 부선하역이 실행된 예가 없으며, 현실적으로도 실현가능성이 희박하다. 또한 지금까지 재항비용절감액을 산출하기 위해 미리 가정한 부선의 1일 하역생산성의 객관성 여부와 시간에 따라 변화가능성이 높은 표준선형의 일일재항비용을 특정시점의 것으로 획일화시키는 것에 대해 논란의 여지가 있다.

### 3) 하역비용 절감효과

하역비용 절감효과는 해당항만의 개발이 시행되지 않을 경우(Without Case)와 개발될 경우(With Case)에 해상하역비용과 접안하역비용간의 차이로 인하여 발생되는 편익을 의미한다. 즉 접안하역의 경우 선박에서 육상으로 직접적인 하역이 가능하므로 1회의 하역작업이 발생하는데 비해 해상하역의 경우에는 선상에서 부선에 하역하여 이동한 후 다시 육상으로 하역함으로써 접안하역에 비해 부선요금과 부선양적요금이 추가적으로 발생하게 된다.

Without Case에서는 초과물량을 부선작업에 의해 하역하거나 인근 항만으로 전이하여 처리해야 한다. 그러나 화물의 특성, 항만 배후지 여건 등을 고려하여 다른 비용을 감안하더라도 그 항만을 통과해야만 하는 고정화물(fixed cargo)의 경우 비용이 증가하게 된다.<sup>16)</sup>

하역비용 절감효과를 산정함에 있어서 고정화물의 경우 현행 하역능력을 초과한 물동량에 대해서는 부선작업을 행하는 대안을 설정하여 With Case의 하역비용과 without Case의 부선작업이 포함된 하역비용과의 차이를 구하면 하역비용 절감효과를 산출할 수 있다. 따라서 하역비용 절감효과를 수식으로 표현하면 식(12)과 같다.

16) 한편, 잡화, 컨테이너 등의 화물은 인근의 항만시설을 이용할 수 있기 때문에 유통화물(transferable cargo)이라 한다.

$$BH_t = (P'_{1t} \times H'_{1t} + P'_{2t} \times H'_{2t}) - (P_{1t} \times H_{1t} + P_{2t} \times H_{2t}) \quad \text{식(12)}$$

여기에서,  $BH_t$ 는 하역비용 절감효과,  $P_{1t}(P'_{1t})$ 는 With Case(Without Case)  $t$ 년도 선석에서의 처리물동량,  $P_{2t}(P'_{2t})$ 는 with Case(Without Case)  $t$ 년도 부선 처리물동량,  $H_{1t}(H'_{1t})$ 는 with Case(Without Case)의 접안하역시 톤당 하역비용,  $H_{2t}(H'_{2t})$ 는 With Case(Without Case)의 부선하역시 톤당 하역비용을 각각 의미한다.

접안하역과 부선하역의 톤당하역비용은 해양수산부에서 매년도 발행하는 항만 하역요금표의 품목별 하역요금을 준용하여 계산하였으나, 향후 하역요금의 자율화로 인하여 발표되지 않을 가능성이 크다. 따라서 향후 항만투자사업의 경제성 분석에 현재의 산정방법을 가지고 적용할 경우 분석자의 주관이 개입될 소지가 많고, 사업대상터미널의 특수여건이 분석에 포함됨으로써 판단기준의 신뢰성과 객관성을 상실할 우려가 있을 수 있다.

따라서 본 연구에서는 체선 및 체화비용을 산정한 후에 이를 절감되는 대기시간에 적용하는 방법으로 편익산출을 변경함으로써 편익산출의 초점을 부선하역에 따른 추가적인 비용부담에서 대기시간으로 변경하여 분석을 하였다.

#### 4) 내륙수송비용 절감효과

내륙수송비용 절감효과는 운송비용 절감효과와 교통혼잡 완화효과로 구분할 수 있다. 우선, 운송비용 절감효과는 철도, 공로 등의 수송수단에 따라 상이하기 때문에 화물특성이나 수송거리 등을 고려하여 수송수단과 표준수송량을 결정해 사용해야 한다. 도로수송의 화물운송요율은 한국하주협의회에서 매년 발표하는 물류요금이 있으나 이는 시장가격으로 가변성이 높아 경제적 편익을 산출하기에는 부적절한 것으로 판단된다. 따라서 도로부문 표준지침에서 제시하는 차량운행비를 근거로 한 차량운행비용 절감효과를 산출하는 것이 적절할 것이다.

또한, 혼잡비용 완화효과는 신규항만의 건설 또는 항만 고유기능의 변화로 이용 화물이 재배치된 결과 육상수송로의 혼잡이 재편되는 과정에서 발생하는 것이나 실제 항만투자사업부문에서 이에 따른 편익(혹은 비용)을 산정한 사례는 없다. 그러나 항만개발에 따라 배후도로에 미치는 교통혼잡비용은 화물의 유통특성상 컨테이너화물을 제외하고는 그리 크지 않을 것으로 추정되고 있다.

### 5) 내륙화물운송시간가치

화물의 시간가치비용이란 화물운송시간의 가치인데 화주가 화물의 운송시간을 단축하기 위해 지불하고자 하는 비용으로 수송시간을 화폐가치로 전환할 경우 한 계대체율(MRS)이 바로 단위시간당 시간비용 또는 시간가치를 의미한다. 화물의 운송시간가치는 항만이 개발되지 않을 경우의 총수송화물의 평균지연시간에 화물의 시간당 가치를 곱하여 산출할 수 있을 것이다.

그러나 우리나라의 경우 항만에서 수출입화물의 시간가치 비용을 적용한 사례는 없고 자칫 편익의 산출이 주관적으로 나타날 수 있다. 그러나 일본의 경우 수출입컨테이너화물의 시간비용 원단위는 수출컨테이너의 경우 2,700엔/TEU, 4,100엔/FEU이며, 수입컨테이너의 경우 1,400엔/TEU, 2,100엔/FEU를 적용하고 있다.

### 6) 토지조성효과

토지조성효과는 조성된 토지의 활용도에 따라 활용시설의 단위 면적당 부가가치 창출액을 기준으로 산정하게 되는데 대개 시설의 활용계획이 수립되지 않은 것이 일반적이므로 토지의 조성원가에 근거한 분양가나 인근의 공시지가를 기준으로 편익을 산출하고 있다. 기준면적은 도로, 녹지 등 공공부지로 활용되는 면적을 제외한 부지만으로 편익을 산정하고 있다.

## 4. 편익항목의 대체가능성 검토

### 1) 체선·체화비용의 절감효과

#### (1) 기존 연구문헌 검토

이영혁·김세영<sup>17)</sup>은 수출입화물만을 대상으로 부산항과 인천항의 선박체증과 부산 시내 및 경부·경인고속도로의 차량체증에 따른 국민경제적 후생손실을 산출하였다. 수송체증비용은 항만의 경우 선박비용, 화물의 시간비용, 순 운임손실 등, 도로의 경우 차량운행비용, 화물의 시간비용, 순 운임손실 등을 산출하였다. 추정

17) 이영혁·김세영, “우리나라 수출입화물의 수송체증비용 추정”, 「해운산업연구원」, 1991.

방법은 수요곡선을 추정하지 않고 공급측면, 즉 해당 교통시설(항만 또는 도로)을 이용하는 선박 또는 차량의 비용부담과 수송화물의 시간비용만을 분석하여 산출하였으며, 화물의 시간비용 산출시 정액법과 정률법을 동시에 사용하였다.

장영태·김성귀<sup>18)</sup>(1990)는 Goss와 Mann(1977)<sup>19)</sup>의 연구방법론을 근간으로 우리나라 선사의 자료를 활용하여 우리나라 항만에서의 체선·체화비용을 추정하였다. 선박과 화물의 종류는 컨테이너, 산물, 액체화물, 일반잡화 등으로 구분하였으며, 선박 재항시간비용은 대기함으로써 발생하는 선박의 장기기회비용 관점에서, 화물은 재항에 따른 금융비용 등을 고려하여 추정하였다. 추정결과, 1만톤급 선박이 화물을 70% 적재한 상태에서 1일 대기할 경우 총 재항비용은 컨테이너선박 10,487천원, 일반화물선 6,511천원, 액체화물선 6,213천원, 산물선 2,893천원 순으로 나타났다.

한국해양수산개발원(2002)은 「항만산업의 경제적 파급효과에 관한 연구」에서 장영태·김성귀(1991)의 연구논문과 Goss and Mann(1977)의 연구방법을 토대로 우리나라 항만의 체선·체화에 따른 경제적 비용을 산정하였다. 동연구에서는 선종을 컨테이너선, 일반화물선, 산물선, 액체화물선으로 분류하고 각 톤급별 체항비용을 산출하였는데 하루 체항비용은 5만톤급 선박의 경우 컨테이너선 50,860천원, 일반화물선 17,542천원, 산물선 10,834천원, 액체화물선 25,853천원으로 나타났다.

또한, 동 연구에서는 체선현상이 심한 국내 8개 항만(부산, 인천, 광양, 울산, 동해, 군산, 목포, 포항)의 전산자료를 이용하여 1년간(2000년 기준) 우리나라 항만의 체선·체화의 경제적 비용을 추정하였는데 체선·체화로 인해 연간 총 691억원의 직접적인 비용이 발생하는 것으로 분석하였다.

김창곤 등<sup>20)</sup>은 선박의 형태별 구분을 통해 포항항 부두 대기시스템의 서비스시간에 대해 분석하였으며, 장영태<sup>21)</sup>는 인천항 일반부두, 포항항 원료부두 및 울산항 원유부두를 대상으로 선박의 입출항 분포형태를 분석하였고, 박병인<sup>22)</sup>은 체선

18) 장영태·김성귀, “선박체항시간비용의 추정에 관한 연구”, 「한국해양연구원」, 1992.4.

19) Goss, R.O. and Mann, M.C., “The cost of ship's time”, 「Advances in Maritime Economics」, edited by Goss, R.O., Cambridge University Press, 1977.

20) 김창곤·홍동희·최종희, “항만대기 시스템에서의 서비스시간의 통계적 검증에 대한 연구”, 「해양정책연구」, 제12권, 1997, pp.205~215.

21) 장영태, “우리나라 주요 수출입 항만에서의 선박 입출항 시간분포 추정에 관한 연구”, 「한국해양학회」, 제19호, 1994, pp.389~429.

22) 박병인, “이질적 복수서버를 갖는 혼잡 컨테이너터미널의 선박관련 시간분포 추정”, 「해양정책연구」, 제13권, 1998, pp.171~184.

이 매우 심했던 1989년의 자성대(BCTOC) 자료를 이용하여 혼잡한 컨테이너터미널의 선박도착 시간분포와 서비스시간 분포를 추정하였다.

1977년 Goss와 Mann이 선박시간비용 산출방법론 및 연구결과를 발표한 것이 체선·체화비용 산정을 위한 중심이론 및 방법론으로 발전되었으며, 1985년 World Bank에서 Goss 등의 이론 및 방법론에 근거하여 SHIPCOST라는 컴퓨터 프로그램을 개발하여 각 국에 보급한 뒤로 세계적으로 널리 사용되어 왔다.

Goss와 Mann은 장기기회비용(long-run opportunity cost)의 개념을 이용하여 1970년 기준 영국 항만에서의 체선·체화비용을 추정하였다. 선박재항비용은 선박을 유조선, 산물선, 일반화물선, 겸용선, 컨테이너선, Roll-on Roll-off선, LASH선 등으로 구분하여 추정하였고, 체화비용은 화물을 일반화물, 산물, 액체화물, 컨테이너화물로 구분하여 추정하였다.

Jansson과 Shneerson<sup>23)</sup>(1982)은 체선, 체화에 대한 구분 없이 과도한 시설이용에 따른 부정적인 효과를 혼잡비용(congestion cost)으로, 실질수요가 시설능력을 초과함으로써 과도한 혼잡이 발생하여 초래되는 효과를 대기비용(queueing cost)으로 구분하였으며, 구체적으로는 화물처리비용, 선박 서비스시간의 증가로 나타나는 효과를 혼잡비용으로 간주하였다.

## (2) 이론적 고찰

따라서 본 연구에서는 Goss and Mann(1977)의 방법론을 근간으로 하고, 한국해양수산개발원(2002)의 「항만산업의 경제적 파급효과에 관한 연구」를 참고하여 2002년 기준으로 국내 항만의 체선, 체화에 의한 경제적 비용을 산출하였다.

Goss and Mann(1977)의 논문에서는 선박의 장기기회비용을 이용하여 하루당 체선비용을 추정하였는데, 선박시간의 장기기회비용(LROC)이란 자본비(CC)와 운영비(OC), 그리고 재항시 일일 연료비(FC)를 합한 값으로 정의하고 있으며, 산정식은 다음과 같다.

$$LROC = \frac{CC + OC}{350} + FC \quad \text{식(13)}$$

한편,  $C_0$ 를 초기투자자본비,  $r$ 을 할인율이라고 할 때 선박의 연간 자본비용(CC)

23) Jansson, J.O. and Shneerson, D., 「Port Economics」, MIT Press, 1982, p.52.

을 산출하는 식은 식(14)<sup>24)</sup>와 같다.

$$CC = \frac{C_0 \cdot r}{1 - (1 + r)^{-n}} \quad \text{식(14)}$$

결국 선박의 연간자본비는 선박의 운영에서 얻을 수 있는 수입에서 현금비용을 제한 값임을 알 수 있다.<sup>25)</sup>

#### ① 선박 체선시 운영비용(OC)

체선시 운영비용은 재항시 연료비(Fuel 'hotel load'),<sup>26)</sup> 선원비,<sup>27)</sup> 선용품비, 보험료, 수리비, administration<sup>28)</sup>비로 구성된다. 또한, 항만이용료(port charges)<sup>29)</sup>와 양하/적하 비용<sup>30)</sup>은 운영비에서 제외시키는 것으로 가정한다.

24) 선박의 연간자본비용 산출식의 도출과정은 다음과 같다. 우선  $A_i$ 를  $i$ 년도의 현금수입(cash revenues)에서 현금비용(cash costs)를 제한 것. 즉  $A_i = P \cdot Q_i - C_{ci}$  라 하자. 이때  $P$ 는 해당선박 화물의 톤당 운송가격,  $Q_i$ 는  $i$ 년도에 해당선박이 운반한 화물의 총톤수,  $C_{ci}$ 는  $i$ 년도에 선박의 운항도중 발생한 해당선박의 현금비용<sup>1)</sup>이라고 하면,

$$NPV = 0 = \left[ \sum_{i=1}^n A_i (1 + r)^{-i} \right] - C_0 \quad \text{식(1)}$$

식(1)을 도출할 수 있다. 또한, 계산의 단순화를 위해  $Q_i$ ,  $C_{ci}$ 를 매년 동일하다고 가정하면 식(1)은 식(2)와 같이 고쳐 쓸 수 있다.

$$NPV = 0 = \left[ \sum_{i=1}^n (P \cdot Q - C_c) (1 + r)^{-i} \right] - C_0 \quad \text{식(2)}$$

다시 식(2)를  $A_i = P \cdot Q_i - C_{ci}$ 에 대입하여 정리하면  $A_i = \frac{C_0 \cdot r}{1 - (1 + r)^{-n}}$  식을 도출할 수 있다.

25) 재정학에서는 이것을 '자본의 사용자 비용'이라고 한다.

26) 선박 정지시 전기, 펌프, 그 외 선박 설비의 가동을 위해 드는 연료, 또는 항내에서 양하/적하 작업이 없을 때 소비하는 연료비

27) 선원비 중 급료는 매년 임금인상률을 고려하여 다음과 같이 설정한다. 단 여기서 임금인상률은 경제성장률 3%를 적용한다.

$$PV = W \left[ \frac{1 - \left( \frac{1+g}{1+r} \right)^n}{r-g} \right]$$

여기에서  $W$  : 원년 임금,  $r$  : 할인율,  $g$  : 성장률,  $n$  : 선박의 내용년수

28) 이 비용은 일반사무소 운영에 드는 비용, 해안 근무진들의 월급 등이 포함되나 전체 운영비에서 차지하는 비중은 미미하다.

29) 항만이용료는 항만마다 그 값이 다르고, 항만에서 소요되는 시간이나 물자의 사회적 비용과 관련이 크게 없으므로 제외시킨다.

30) 양하/적하 비용은 시간과 관련이 없으므로 제외시킨다.



선종과 선급에 따라 자본비와 운영비, 그리고 재항시 연료비를 산정하여 장기기회비용을 계산한 후 다음 계량모형을 통해 장기기회비용과 선급의 관계를 추정하는 모형은 식(15)와 같다.

$$Y = aX^b + \varepsilon_1 \quad \text{식(15)}$$

여기에서 Y는 선박 일일당 장기기회비용(LROC), X는 선급(DWT),  $\varepsilon_1 \sim i.i.d N(0, \sigma^2)$ 을 각각 의미한다.

식(15)는 대형선박일수록 그 선박의 운영비용이 줄어드는 ‘규모의 경제’를 고려한 것으로는 선박의 보험료는 규모의 경제에 해당되지 않는 것으로 가정한 모형이다. 자본비용 또한 규모의 경제가 성립하나 그 관계는 운영비용만큼 분명하지는 않다.

## ② 체화비용추정모형 설정

Goss & Mann(1977) 논문에서는 체화비용 산정시 다음 세 가지 사항을 고려하였다. 첫째, 운송의 신속성과 정시성을 요구하는 화물과 그렇지 않은 화물로 구분하여 비용을 차등하여 적용하였다. 즉 운송의 신속성과 정시성을 요구하는 화물들은 다른 운송수단(예;비행기)을 이용하거나, 유사시를 대비한 자체적 프로그램을 운영하여 위험을 피할 수 있으므로 체화비용 산정시 고려하지 않아도 무방하다는 것이다.

둘째, 체선현상에 의한 화물운송의 지체에 따라 보험료를 차등하여 적용하였다는 것이다. 즉 화물운송의 위험은 그 기간보다는 양하/적하시 발생하므로 체화비용을 산정시 고려하지 않아도 무방하다는 것이다.

마지막으로 화물을 위한 자본조달 방법에는 내부조달과 외부조달이 있으며, 외부조달은 내부조달에 비해 각종 거래비용(예; 이자비용, 조달시간)이 발생하지만 두가지 조달방법 모두 자본의 사회적 비용 관점에서는 동일하다고 가정하였다.

이러한 기본가정하에서 일일당 체화비용을 산정하는 식은 식(16)과 같이 표현하였다.

$$\text{일일당 체화비용} = \frac{\text{화물의 가치} \times \text{사회적할인율(혹은 시장수익률)}}{365} \quad \text{식(16)}$$

### (3) 체선·체화비용 추정

#### ① 추정의 전제조건

##### 가. 적용 할인율

사회적 할인율은 자원의 기회비용, 즉 투자사업에 사용된 자본이 다른 투자사업에 사용되었을 경우 얻을 수 있는 수익을 추정할 수 있을 뿐 아니라 사람에 따라 혹은 사회에 따라 그리고 시대에 따라 다를 수 있는 시간의 객관적 가치를 나타낸다고 할 수 있다.

할인율 개념의 적용에 있어서는 많은 이견이 있으나 항만개발투자사업이 정부에 의해 주도되는 경우에는 사회적 할인율을, 민간자본에 의해 추진되는 경우에는 시장이자율에 근거한 재무적 할인율을 적용하는 것이 일반적이다.

사회적 할인율은 통상 시장이자율보다 낮은 수준으로 책정되는데 그 이유는 사회적 할인율을 사용하여 사업타당성을 평가하는 주체는 주로 정부가 되며 정부로서는 미래사업의 중요성이 더 높게 평가되어야 하기 때문이다. 한편, 민간투자사업에서 적용되는 시장이자율은 예상 타인자본 조달비용 및 향후 금리변동성, 투자자들이 고려하는 자기자본에 대한 기회비용, 사업의 종류와 규모 및 지리적 입지 등을 감안하여 결정한다.

본 연구에서는 시장수익률의 경우 금융약정이 종료된 타 민간투자사업의 수익률 수준 및 사업특성과 지금까지 실시협약이 체결된 국내 항만민간투자사업의 평균투자수익률을 고려하여 세후 불변 수익률 기준으로 9.18%를 적용하고<sup>31)</sup>, 사회적 할인율의 경우 한국개발연구원(2001)의 「항만부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(개정판)」에서 제시한 7.5%의 할인율을 적용하여 분석하였다.

##### 나. 선박의 수명

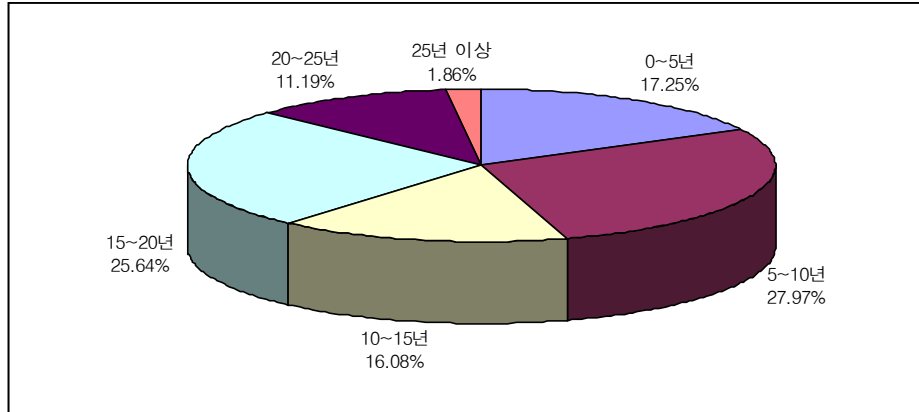
선령은 선박의 진수 이후의 년 수로 계산되는데 이 때부터 해수의 작용으로 부식이 일어나기 때문이다. 선박의 진수 후 10년까지를 신조선, 10년 이상 20년까지를 중고선, 20년 이상을 노후선이라 하는데 선사에 따라 선령 30년 이상 선박을 운항하는 경우도 있다.

화물선의 경우 경제적으로 사용되는 연한은 25년이며, 보통 이 기간동안 선박의 건조비를 환수하고 있는 점을 고려하여(감가상각기간), 본 연구에서는 선박의 경

31) 지금까지 실시협약이 체결된 국내 항만민간투자사업의 평균투자수익률은 세후 불변 기준으로 9.18%인데 이것은 과거에 비해 하향 안정화되고 있는 실세금리 수준 및 민간투자사업에 대한 저변 확대 등을 고려한 수준이라 할 수 있다.

제수명을 25년으로 가정하였으나, 실제로 우리나라 선박의 경우 2001년 기준으로 선령 25년 이상 선박은 1.86%에 불과한 것으로 나타났다(<그림 3-1> 참조).

<그림 3-1> 우리나라 국적 외항선 선령별 선박보유 현황(2001년 12월 31일)



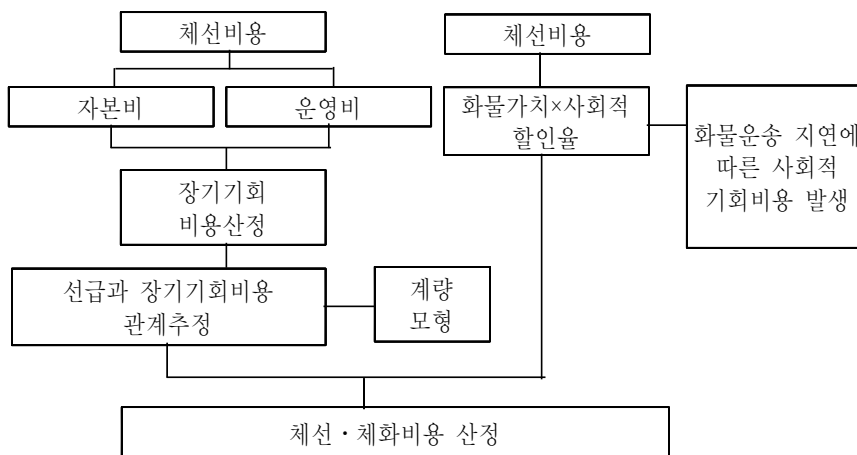
자료: 한국해양수산개발원, 「해운통계요람」, 2002.

## ② 추정과정

앞에서 소개한 Goss and Mann(1977)의 방법론을 토대로 한국해양수산개발원(2002)의 「항만산업의 경제적 파급효과에 관한 연구」를 참고하여 <그림 3-2>의 순서흐름에 따라 우리나라 항만의 체선·체화비용을 산정하였다.

<그림 3-2>

체선·체화비용 추정 순서도



다만 한국해양수산개발연구원(2002)의 연구에서는 선종을 컨테이너선, 일반화물선, 산화물선, 액체화물선으로 분류하여 체선·체화비용을 산출하였으나, 본 연구에서는 액체화물선은 제외한 나머지 선종에 대해서 분석을 하였다.

### ③ 체선비용 추정모형

#### 가. 자료

선박의 자본비와 체선시 운영비는 한국해양수산개발원(2002)의 데이터를 기본적으로 이용하여 다음 사항을 고려하여 데이터를 재조정하였다. 첫째, 본 연구에서는 기존 연구의 데이터가 2000년 기준금액이므로 2002년 평균대미달러환율과 물가지수를 이용하여 2002년 기준금액으로 환산하였다. 둘째, 기존 연구의 분류기준에 따라 표본선박의 선종은 컨테이너선, 일반화물선, 산물선으로 분류하였다.<sup>32)</sup> 셋째, 선원비중 급료데이터를 Goss and Mann(1977)에서는 인금인상률을 고려하여 재조정 하였으나 본 연구에서는 설문조사를 통해 취득한 선원비를 대신 사용하였다. 마지막으로 표본간의 심각한 편차에 의한 표본정보의 왜곡을 막기 위해 일반화물선과 산화물선의 경우 표본에서 편차(bias)를 각각 1개 및 3개를 제거하였다.

#### 나. 계량모형 추정결과

Goss & Mann(1977)의 추정모형을 식(17)과 같은 선형 모형으로 변환시켰다.

$$\ln y = a + b \ln x + \varepsilon_2 \quad \text{식(17)}$$

여기에서,  $y$ : 선박의 장기기회비용(LROC),  $x$ : 선박의 톤급(DWT),  $\varepsilon_2 \sim i.i.d N(0, \sigma_2^2)$  따라서 통상최소자승법(OLS)을 이용하여 컨테이너선, 일반화물선, 산물선으로 구분한 선박의 장기기회비용을 선박의 톤수에 대해 추정한 결과는 <표 3-6>과 같다.

추정결과  $R^2$ 의 값이 0.96, 0.65 및 0.81로 나타나 설명력이 높은 것으로 나타났으며, 더빈-와트슨(D-W) 값 역시 1.67, 1.77 및 1.71로 나타나 다중공선성이 없는 것으로 추정되었다.

컨테이너선, 일반화물선 및 산화물선의 추정계수는 0.8336, 0.4307 및 0.5778로 각각 추정되었다. 이는 컨테이너선의 경우 선형이 대형화될수록 선박의 장기기회

32) 컨테이너선은 풀컨테이너, 세미컨테이너로 구분하였으며, 일반화물선은 일반화물선, 핫코일선 등으로 분류하였다. 또한, 산물선은 광탄선, 원목선, 산화물선 등으로 분류하였다.

비용은 일반화물선이나 산화물선에 비하여 더 크게 증가하는 것으로 해석할 수 있다.

&lt;표 3-6&gt;

회귀 결과 요약

구 분	추정식	R <sup>2</sup>	D-W	표본수
컨테이너선	$LROC = 8.108368 + 0.833649\ln(DWT)$ (43.05405) (42.98032)	0.96	1.67	62
일반화물선	$LROC = 11.25811 + 0.430773\ln(DWT)$ (35.44334) (11.61732)	0.65	1.77	74
산화물선	$LROC = 9.932150 + 0.577879\ln(DWT)$ (20.21701) (12.97593)	0.81	1.71	41

주 : 괄호안의 수치는 t-통계량임.

#### ④ 체화비용 추정모형

##### 가. 자료

체화비용 추정관련 데이터는 「무역통계연보(2002)」와 한국해양수산개발원 자체조사데이터를 이용하였다. 무역통계연보의 수출입 물량은 M/T단위로 집계되지만 현재 이를 R/T단위로 바꾸어 주는 표준 환산계수가 없는 상태이다. 따라서 본 연구에서는 이점을 고려하여 수출입 금액은 「무역통계연보(2002)」를,<sup>33)</sup> 수출입 물동량은 한국해양수산개발원 자체데이터를 이용하였다.

또한, 무역통계연보는 HS체계(Harmonized Commodity Description and Coding System)를 근거로 총 21부 99류로 품목을 구분하고 있고, 해양수산통계연보는 관세청의 품목 분류를 32개로 재구성하였으므로 무역통계연보의 99개 품목을 해양수산통계연보의 32개 품목으로 조정하였다.

컨테이너 화물의 품목별 화물량은 「무역통계연보(2002)」 상의 품목별 컨테이너 화물 비중을 해양수산개발원 자체데이터의 품목별 화물량으로 곱하여 R/T단위로 변환시켜 사용하였다.

33) 「무역통계연보(2002)」는 항만과 공항에서 집계된 수출입 물량 및 금액을 합산한 것이므로 본 연구에서는 이중 항공화물을 제외하고 항만을 통한 수출입 물량과 금액만을 이용하였다. 참고로 2002년 항공화물의 수출입 금액 비중은 우리나라 전체 수출입 금액의 31.1%(수입 33.4%, 수출29.1%)를 차지하고 있다.

#### 나. 수출입화물의 체화비용 추정방법

선박의 지체에 의해서 발생하는 재화가치가 사회적 할인율(혹은 시장 수익률)만큼 손실된다는 Goss & Mann의 체화비용 산정방법을 이용하여 컨테이너화물, 일반화물, 산화물에 대한 우리나라 수출입 화물의 톤당 체화비용(일일단위)을 추정하였다.

일일당 체화비용은 ‘화물별 톤당가치×사회적할인율(시장 수익률)/365일’에 의해서 산정하고, 시간당 체화비용은 일일당 체화비용을 24시간으로 나누어 산정할 수 있다.

사회적 할인율의 적용을 통해 산출한 화물의 톤당 체화비용을 보면, 일반화물이 153.3원으로 가장 높았으며 컨테이너화물 148.52원, 산화물 13.26원 순으로 나타났다(<표 3-7> 참조).

<표 3-7>

항만을 통한 수출입 화물별 수송량 및 금액

품 목	수송량	금 액 (백만원)	톤당가치 (원)	일일당 체화비용(원)	시간당 체화비용(원)
컨테이너화물	175,309	126,175,243	722,811	148.52	6.19
일반화물	121,116	90,358,779	746,042	153.30	6.39
산화물	149,531	9,647,520	64,519	13.26	0.55
합 계	445,956	226,720,542	508,392	104.46	4.35

일반화물의 톤당 체화비용이 컨테이너화물보다 높은 이유는 고 부가가치 컨테이너화물이 주로 항공편을 통해 수송되고 비교적 가치가 낮은 컨테이너화물들이 선박을 통해 수송되고 있는 현실을 반영한 것이라고 할 수 있다.

#### ⑤ 컨테이너용기 비용 추정

컨테이너화물의 체화비용은 화물의 시간당 가치와 컨테이너화물 용기의 기회비용을 합산해야 한다. 따라서 본 연구에서는 한국해양수산개발원(2002)에서 제시한 다음과 같은 방법으로 컨테이너용기의 시간비용을 계산하였다.

우선 컨테이너 용기 구입가격에 내용연수와 사회적 할인율을 적용하여 연간자본비용을 구하고, 연간자본비용과 연간운영유지비를 합산하여 연간기회비용을 추정하였다. 이러한 연간기회비용을 365일로 나누어 컨테이너 용기의 일일당 재항

시간비용을 산출하였다. 다만 한국해양수산개발원(2002)에서 조사한 컨테이너용기 구입가격이 US\$ 단위의 2000년 가격이므로 이를 2002년 대미평균환율과 국내 물가지수를 이용하여 2002년 가격으로 환산하여 산정하였으며, 컨테이너용기의 구입가격 및 운영유지비는 <표 3-8>과 같다.

<표 3-8> 컨테이너용기 구입가격 및 운영유지비

단위 : 달러

구 분	20feet	40feet	비고
구입가격	1,450	2,320	2000년구입가격
내용연수	15	15	
연간유지비	128	204	일반컨테이너

컨테이너용기의 연간기회비용은 20피트의 경우 33만 4,204원, 40피트는 53만 3,690원으로 산정되었다. 또한 컨테이너용기의 일일당 기회비용은 20피트의 경우 916원, 40피트는 1,462원으로 산정되었다(<표 3-9> 참조). 또한 시간당 기회비용은 20피트와 40피트의 경우 각각 38원과 61원으로 산정되었다.

<표 3-9> 컨테이너용기 재항시간비용

단위 : 원

구 분	20 feet	40 feet	비고
자본비용	168,449	269,519	연간자본비용
운영비용	165,755	264,172	연간유지비
연간기회비용	334,204	533,690	자본비+유지비
일일당 기회비용	916	1,462	연간비용/365
시간당 기회비용	38	61	일비용/24

주 : 1) 2002년 대미평균환율 1251.24원/US\$ 적용.

2) 구입가격과 연간유지비가 2000년 가격이므로 물가지수를 이용하여 2002년 가격으로 환산.

이상에서 컨테이너용기의 기회비용을 계산하였으면 이를 컨테이너화물의 시간비용과 합산해서 컨테이너화물의 체화비용을 산정하였다. 컨테이너화물의 일일당 체화비용은 TEU당 4,455원, 시간당 체화비용은 186원으로 산정되었다(<표 3-10>

참조).

&lt;표 3-10&gt;

## 컨테이너화물 체화비용

단위 : 원

구 분	TEU	비고
일일당 화물비용	3,540	톤당 컨화물체화비용×TEU당 화물중량
컨용기비용	916	-
컨화물비용(하루당)	4,455	화물+용기
컨화물비용(시간당)	186	(화물+용기)/24

주 : 2002년 수출입 컨테이너화물의 중량(R/T단위)를 수출입 컨테이너(적·공함) 갯수로 나눈 결과 1TEU당 23.83R/T로 환산됨.

## ⑥ 선종별, 톤급별 체선·체화비용 추정 결과

컨테이너의 경우 컨테이너용기의 기회비용을 고려하면서 컨테이너화물의 재항 비용을 TEU 단위로 계산한 반면, 컨테이너선의 체선비용은 DWT로 도출하였으므로 환산계수를 이용하여 TEU를 DWT로 환산하여 산정하였다.<sup>34)</sup>

또한 각 선박들이 70%의 화물을 적재하였다고 가정하여 1만~5만DWT급 선박들의 체선·체화비용을 산정한 결과는 <표 3-11~13>과 같다. 5만톤급 기준으로 컨테이너선의 일일당 체선·체화비용은 4,092만원, 일반화물선 1,356만원, 산물선 1,153만원으로 각각 산정되었다.

&lt;표 3-11&gt;

## 컨테이너선의 체선·체화비용

단위 : 천원

선 급		체선비용		체화비용		체선·체화비용		비 고
DWT	TEU	일일당	시간당	일일당	시간당	일일당	시간당	
1만톤	863	7,178	299	2,692	112	9,870	411	· TEU 환산계수 이용 · 체화비용 = 화물 기 회 비용×선급× 0.7
2만톤	1,726	12,793	533	5,384	224	18,177	757	
3만톤	2,590	17,938	747	8,077	337	26,014	1,084	
4만톤	3,453	22,799	950	10,769	449	33,568	1,399	
5만톤	4,316	27,461	1,144	13,461	561	40,922	1,705	

34) Maritime Economics( 1999)에서 제시한 폴컨테이너선의 G/T당 DWT 값을 적용하여 우리나라 국적선사의 폴컨테이너선의 총 톤수(G/T단위)를 DWT단위로 환산하였다. 우리나라 국적선사의 폴컨테이너선의 총 적재능력(TEU단위)을 총 톤수(DWT단위)를 나누어 TEU당 DWT를 추정한 결과 TEU당 11.58DWT로 산정되었다.



&lt;표 3-12&gt;

## 일반화물선의 체선·체화비용

단위 : 천원

선 급	체선비용		체화비용		체선·체화비용		비 고
	일일당	시간당	일일당	시간당	일일당	시간당	
1만톤	4,097	171	1,073	45	5,170	215	· 체화비용 = 화물기 회비용 ×선급×0.7
2만톤	5,522	230	2,146	89	7,668	320	
3만톤	6,576	274	3,219	134	9,795	408	
4만톤	7,444	310	4,292	179	11,736	489	
5만톤	8,195	341	5,365	224	13,560	565	

&lt;표 3-13&gt;

## 산물선의 체선·체화비용

단위 : 천원

선 급	체선비용		체화비용		체선·체화비용		비 고
	일일당	시간당	일일당	시간당	일일당	시간당	
1만톤	4,217	176	93	4	4,310	180	· 체화비용 = 화물기 회비용×선급×0.7
2만톤	6,295	262	186	8	6,480	270	
3만톤	7,957	332	278	12	8,235	343	
4만톤	9,396	392	371	16	9,767	407	
5만톤	10,689	445	464	19	11,153	465	

## (4) 하역비용 및 체선·체화비용의 절감효과 비교

## ① 부선후역과 대기시간

체선·체화비용의 절감효과는 적정능력을 초과해 발생한 물동량을 처리해야 할 부두가 개발되지 않았을 경우 당해 화물을 실은 선박이 접안하역을 위해 계속 대기할 경우를 산정한 것이며, 하역비용 절감효과는 대기 없이 곧장 부선후역을 실행하는 것을 가정한 것이다.

본 절에서는 부선후역을 실행할 경우 발생하는 접안하역과의 비용차이만큼 대기시간에 따른 체선·체화비용이 같아지기 위해서는 선박이 얼마나 대기해야 하는지 그 시간을 비교해 보았다.

## ② 부선후역으로 인한 추가비용(부선후역비-접안하역비) 산정

본 연구에서는 체선·체화비용을 컨테이너, 일반화물, 산화물 (액체화물은 제외)로 나누어 산정하였으므로 부선후역에 따른 추가비용 산정을 위해서 항만하역

요금표(2002.3.20)상의 품목도 이에 맞추어 다음과 같이 세 부류로 구분하여 분석하였다(<표 3-14> 참조)

&lt;표 3-14&gt;

**품목별 분류**

분 류	항만하역요금표 품목
컨테이너 화물	컨테이너(20'형, 개당)
일반화물	팔레트화물, 프레스링, 백컨테이너, 포장물, 상자물, 베일물, 다발화물, 냉동품, 냉장품, 선어, 생피, 생동물, 잡화류, 차량, 오토바이, 중장비, 주정, 석, 석재 기계류 및 부속품, 금속 전자전기제품, 사진·의료기구 철제품, 고철
산화물	미송, 나왕, 제재, 전주, 침목, 목, 티크목, 묘목류, 광석류, 비료, 코우크스, 석탄류, 소금, 양곡류(밀, 옥수수, 쌀, 수수, 보리, 콩), 사료부원료, 원당, 기타산화물

주 : 쉬(찬것)은 품목분류에서 제외시킴.

항만하역요금표에서 제시한 각 품목들의 부선양적 요금과 예부선 요금을 이용하여 컨테이너화물, 일반화물, 산화물 별로 부선하역에 따른 톤당 추가비용을 산정하였다. 부선하역의 톤당 준비용은 각 화물에 속하는 품목들의 비용을 모두 합한 후 그 품목들의 개수만큼 나눈 평균값으로 하였다. 그 결과 부선하역으로 인한 추가비용은 컨테이너화물 62,446원(TEU당), 일반화물 7,184원(톤당), 산화물 5,368(톤당)으로 나타났다.

### ③ 체선·체화비용과 부선하역으로 인한 추가비용 비교

#### 가. 가정

전술한 바와 같이 부선하역의 대상은 기존부두의 적정하역능력을 초과한 화물에 국한되지만 체선·체화비용의 산정대상은 여기에 기존 부두의 물동량까지 모두 포함된다. 만약 기존항만의 연간 적정하역능력이 300만톤인데 비해 실제 처리해야하는 화물량이 연간 400만톤이라면 부선하역의 대상은 신규개발 수요인 100만톤이지만 체선·체화의 대상은 400만톤이 모두 포함된다. 따라서 본 연구에서는 체선·체화비용과 부선하역으로 인한 추가비용을 비교하기 위해 다음과 같은 가상의 경우를 설정하여 분석하였다(<표 3-15> 참조).

&lt;표 3-15&gt;

체선·체화비용과 부선하역으로 인한 추가비용 비교시 가정

기존항만 적정처리량	초과 처리량	체선·체화 대상 화물량	부선하역 대상 화물량	신규항만의 적정 처리량
100	100	200	100	100
200		300		
300		400		

주 : 여기서 체선·체화비용은 시간당 비용임

## 나. 비교 결과

본 연구에서는 부선하역에 따라 추가로 소요되는 시간비용은 고려하지 않았으므로 실제 예상되는 대기시간은 이번 결과보다 다소 높을 것으로 예상된다. 신규개발규모가 기존 항만의 규모와 같을 때(적정 처리량=100) 부선하역으로 인한 추가비용과 같아지는 체선·체화비용의 대기시간은 컨테이너선이 46~55시간, 일반화물선 117~223시간, 산화물선 105~202시간으로, 최근 체선 선박(12시간 이상을 대기한 선박)을 대상으로 집계한(2002년 평균체선율은 3.9%) 우리나라의 연평균 체선시간 36~41시간의 최고 5배에 이를 것으로 예상된다(<표 3-16~18> 참조).

신규개발규모가 기존항만의 1/3인 경우에도 컨테이너부두를 제외하곤 대체로 우리나라 평균체선시간의 1.5~3배 정도로 높게 나타났다. 신규부두에 비해 기존항만의 규모가 클수록 초과물동량 처리를 위한 선석접안율의 상승을 적게하여 대기비용이 낮아지는 현상까지 고려할 경우 체선·체화비용이 부선하역에 따른 추가비용에 도달하기 위해서는 더 많은 대기시간을 필요로 할 것이다.

현실적으로 이 정도의 대기시간이라면 비용절감을 위해 어떤 선박이던 기항을 회피하거나 타 항만으로 기항지를 변경하는 식의 대안을 찾을 것이며 동일한 비용이 소요되는 부선하역은 당연히 기피할 것으로 예상된다.

따라서 부선하역에 의거 산출된 기존의 하역비용 절감효과를 대기시간의 차이에 따른 체선·체화비용 절감효과로 대체할 경우 편익이 대폭 축소될 것으로 예상된다.

&lt;표 3-16&gt; 컨테이너선 체선·체화비용과 부선후역 비용이 같아지는 대기 시간

단위 : 천원, 시간

구분	시간당 체선·체화 비용	부선후역으로 인한 추가비용	체선·체화비용 = 부선후역에 따른 추가비용(시간)		
			기존항만 적정처리량		
			100	200	300
1만톤급	411	37,733	46	31	23
2만톤급	757	75,466	50	33	25
3만톤급	1,084	113,199	52	35	26
4만톤급	1,399	150,932	53	36	27
5만톤급	1,705	188,664	55	37	28

&lt;표 3-17&gt; 일반화물선 체선·체화비용과 부선후역 비용이 같아지는 대기 시간

단위 : 천원, 시간

구분	시간당 체선·체화 비용	부선후역으로 인한 추가비용	체선·체화비용 = 부선후역에 따른 추가비용(시간)		
			초과처리량		
			100	200	300
1만톤급	215	50,286	117	78	58
2만톤급	320	100,572	157	105	79
3만톤급	408	150,857	185	123	92
4만톤급	489	201,143	206	137	103
5만톤급	565	251,429	223	148	111

&lt;표 3-18&gt; 산화물선 체선·체화비용과 부선후역 비용이 같아지는 대기 시간

단위 : 천원, 시간

구분	시간당 체선·체화 비용	부선후역으로 인한 추가비용	체선·체화비용 = 부선후역에 따른 추가비용(시간)		
			초과처리량		
			100	200	300
1만톤급	180	37,576	105	70	52
2만톤급	270	75,152	139	93	70
3만톤급	343	112,728	164	110	82
4만톤급	407	150,304	185	123	92
5만톤급	465	187,880	202	135	101

## (5) 편익대상 체선시간의 산정

### ① 편익대상 체선시간의 정의

통상적으로 체선이라 함은 선박의 재항시간(ship's time in port)이 항만에서의 여러 요인으로 인하여 예정보다 길어지는 것을 의미함. 해양수산부는 12시간 이상 대기한 선박에 대해서만 체선으로 인정하여 이를 체선척수와 체선시간의 집계에 포함시키고 있는데 이것은 부두가 일정한 선석점유율을 유지하는 한 불규칙하게 항계 내에 입항한 선박이 안벽에 접안하여 항만서비스를 받기 위해서는 기본적으로 얼마간의 시간을 대기하는 것이 불가피한 것으로 간주하고 있기 때문이다.

그러나 실제 경제적 관점에서는 선박이 접안을 위해 1분이라도 대기하였다면 이를 체선으로 간주하는 것이 보다 합리적일 것이다. 즉 선석점유율의 정도에 상관없이 대기시간은 불필요한 경제적 손실을 초래하는 것으로 가장 이상적인 상태는 선박이 접안을 위해 항만에서 대기하는 현상이 전혀 발생하지 않아야 한다는 것이다.

제2장에서 언급한 바와 같이 최근 우리나라의 체선현상은 상당히 완화되고 있으나 체선선박의 대기시간은 별로 나아지지 않고 있다. 1999년 입항선박 대비 체선척수 비율인 체선율은 5.2%였으나 2002년에는 3.9%로 낮아졌으며 입항척수가 증가하고 있음에도 불구하고 체선척수는 같은 기간 2.832척에서 2.615척으로 감소하였다. 특히 체선현상이 가장 극심하였던 인천과 동해항의 경우 체선율이 1999년 각각 16.7%와 19.6%에서 2002년에는 6.4%와 2.9%로 크게 향상됨으로써 그 동안 적극적인 항만개발과 항만운영의 효율화를 통한 하역능력의 증대에 기울였던 노력이 그 효과를 나타내고 있는 것으로 평가할 수 있다.

반면 체선선박의 평균 체선일수는 같은 기간 동안 1.6일을 전후해 거의 정체상태에 놓여 있다. 컨테이너화물이 대종인 부산항의 경우 같은 기간 2.3일에서 1.2일로 대폭 낮아진 경우를 제외하곤 전국적으로 체선일수의 감소현상은 나타나지 않고 있는데 이것은 하역능력의 향상과 운영의 효율화에도 불구하고 입항선박의 계절적 편중현상과 선형의 대형화로 인한 선박당 접안시간의 상승 등이 그 원인으로 지적되고 있다.

그러나 본 연구에서 편익을 산정하기 위한 체선시간의 대상은 일반적인 체선 혹은 대기시간 자체를 의미하는 것은 아니다. 초과수요로 인해 항만이 개발되어야 할 곳에 항만이 개발되지 않는다면 그 수요는 기존 항만에서 처리될 수밖에 없으

며, 기존 항만의 하역능력에 영향을 미치는 여러 요인들이 동일하다고 가정할 경우 초과수요를 처리하기 위해 기존 항만은 선석가동률을 높여야만 한다. 선석점유률을 높일 경우 선박대기율은 이와 연계해 올라갈 수밖에 없으며, 이때 선박대기율이 높아짐으로써 추가적으로 늘어날 선박대기시간을 본 연구에서는 편익대상 체선시간으로 정의하였다.

## ② 체선시간 산정을 위한 기본전제

체선시간의 산정을 위해서는 우선 도착시간 간격과 항만서비스시간 분포에 대한 확률모형, 즉 대기행렬모형을 설정해야 한다. 이것은 과거 항만서비스시간에 대한 선박대기시간의 허용비율과 선석점유율과의 관계를 파악해야만 선석점유율 상승에 따른 추가적인 대기시간을 산출해 낼 수 있기 때문이다. 이때 선박의 대기시간비율은 입항선박의 평균접안시간에 대한 평균대기시간을 의미하며, 접안시간은 선박의 양·적하 작업시간 외에 접안 선석에 다른 선박의 접안을 불가능하게 하는 모든 시간요소를 포함하고 있다.

대기행렬분포는 선박 도착시간의 정기적, 비정기적 특성에 따라 컨테이너부두와 비컨테이너부두로 구분하여 추정하되 비컨테이너부두는 도착예정시간의 예상가능정도에 따라 다시 일반부두와 전용부두로 구분하였다. 본 연구에서 컨테이너부두를 구분한 것은 과거 UNCTAD<sup>35)</sup>(1985)의 대기행렬모형이 가정하고 있던 선박의 입항과 서비스시간이 무작위(random)로 결정된다는 기본가정이 엄격한 스케줄이 요구되는 현재의 컨테이너전용부두의 운영방식에 적용되기 어렵기 때문이다.<sup>36)</sup>

양창호·김창곤·배종욱(2001)은 최근까지 우리나라 항만기본계획의 규모를 정하는데 사용되어온 UNCTAD(1985)에서 작성한 선박 대기시간비율표<sup>37)</sup>는 단지 선석점유율과 선석수에 의해 서비스시간에 대한 선박 대기시간비율을 구할 수 있게 함으로써 흔히 서비스수준으로 정의되는 선박 대기시간비율을 정책적으로 결정할 경우 선석점유율을 쉽게 구할 수 있는 편리성 때문에 자주 활용되어 왔다고 주장하고 있다.

그러나 동 연구는 UNCTAD의 대기시간비율표가 산출표로 활용하는데 몇 가지

35) UNCTAD, 「Port Development」, 1985.

36) 양창호 · 김창곤 · 배종욱, 「컨테이너터미널 선석처리능력 추정방안에 관한 연구」, 2001.11

37) 선박의 대기시간비율은 (입항선박의 대기시간)/(입항선박의 접안시간)을 의미한다.

문제점이 있음을 지적했는데 첫째, 컨테이너부두의 경우 전술하였던 비율표 작성의 통계적 가정한 선박 도착시간분포와 안벽에서의 서비스시간분포가 무작위성의 가정한 i.i.d(independent identically distributed)에 따르지 않는다는 것, 둘째, 실제 나타난 해당 평균대기시간의 실적치가 UNCTAD의 표에 의한 결과보다 매우 낮게 나타나고 있다는 것이다. 셋째, UNCTAD의 모형이 도착분포와 서비스시간분포의 무작위성을 가정하고 Erlang-2 분포를 따르는 것으로 전제하였기 때문에 무작위성을 가진 분포일 경우라도 정수 k-개의 지수분포로 구성되는 Erlang 분포가 아닐 경우 등 선박 대기시간비율표를 사용할 수 없다는 점이다.

그럼에도 양창호·김창곤·배종욱(2001)<sup>38)</sup>은 컨테이너부두를 대상으로 선석수별 선석점유율과 대기시간간의 관계를 규명해 줄 수 있는 적합한 확률분포를 찾지 못하였으며 대신 선석점유율에 따른 대기시간비율을 시뮬레이션을 통해 산출하였다. 본 연구에서는 컨테이너부두의 시설부족과 물동량의 계절적인 편중현상에 따른 체선현상이 심화될 경우 컨테이너부두일지라도 도착시간간의 분포가 일부 무작위적 특성을 보일 수밖에 없고 항만의 적정하역능력 산정시 가정한 허용 대기시간 대비 선석점유율의 가정을 Erlang분포에 따랐음에 유의하였다.

또한 타당성 분석시마다 절감 가능한 대기시간을 산정하기 위해 시뮬레이션을 해야하는 번거로움을 피하고 Erlang분포가 일부 작위성을 고려하고 있음(시뮬레이션분포와 Erlang분포의 그림 형태는 크게 다르지 않음)을 고려해 컨테이너부두에서의 대기시간비율을 기존에 UNCTAD가 제시한 분포에 따르는 것으로 가정하였다(<표 3-19> 참조).

<표 3-19>  $E_2/E_2/n$  대기행렬 모형에 따른 대기시간 비율표(컨테이너부두 및 전용부두)

선석 점유율	선석수							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0.10	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.15	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.20	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	0.09	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

38) 전계서, p. 75.

$E_2/E_2/n$  대기행렬 모형에 따른 대기시간 비율표(컨테이너부두 및 전용부두)(계속)

선석 점유율	선석수							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0.30	0.13	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.35	0.17	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0.24	0.06	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
0.45	0.30	0.09	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
0.50	0.39	0.12	0.05	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00
0.55	0.49	0.16	0.07	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01
0.60	0.63	0.22	0.11	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01
0.65	0.80	0.30	0.16	0.09	0.06	0.05	0.03	0.02
0.70	1.04	0.41	0.23	0.14	0.10	0.07	0.05	0.04
0.75	1.38	0.58	0.32	0.21	0.14	0.11	0.08	0.07
0.80	1.87	0.83	0.46	0.33	0.23	0.19	0.14	0.12
0.85	2.80	1.30	0.75	0.55	0.39	0.34	0.26	0.22
0.90	4.36	2.00	1.20	0.92	0.65	0.57	0.44	0.40

자료 : UNCTAD, 「Port Development」, 1985, p.220.

비컨테이너부두에 대해서는 UNCTAD(1985)<sup>39)</sup>에서 제시한 선박도착시간 간격과 서비스시간의 무작위적 특성을 강하게 보이고 있는 일반부두의 경우 부두에서의 선박도착간 시간분포형태에 대해 지수분포( $M/E_2/n$ )를 적용하고, 컨테이너부두와 같이 어느 정도 도착시간의 정시성을 보이고 있는 전용부두의 경우 Erlang-2분포( $E_2/E_2/n$ )를 따르는 것으로 가정하였다(<표 3-20> 참조).<sup>40)</sup>

39) 전계서, p.220

40) 비컨테이너부두의 경우 한국해양수산개발원(1998)은 UNCTAD(1985)에서 권고한 허용대기율 범위내인 10~20%의 대기율을 기준으로 적정능력 산정시 50~60%의 선석점안률을 적용하였다. 즉 대기행렬모형에 의하여 선석 수가 많을수록 동일한 점안률 하에서 대기시간이 감소하는 특성을 감안하여 선석 수가 1인 부두의 경우 선석점안률은 50%, 선석 수가 2인 경우 점안률은 55%, 선석 수가 3 이상의 부두에는 60%의 선석점안률을 적용하여 분석하였다.



&lt;표 3-20&gt;

M/E<sub>2</sub>/n 대기행렬 모형에 따른 대기시간 비율표(일반부두)

선석 점유율	선 석 수									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.30	0.32	0.08	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.34	0.37	0.10	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
0.49	0.69	0.23	0.10	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01
0.50	0.72	0.24	0.11	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01
0.55	0.88	0.31	0.15	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01
0.56	0.91	0.33	0.16	0.10	0.06	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01
0.60	1.08	0.42	0.20	0.13	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02
0.62	1.18	0.47	0.23	0.15	0.10	0.07	0.06	0.04	0.03	0.03
0.65	1.34	0.53	0.29	0.19	0.12	0.09	0.07	0.05	0.04	0.04
0.66	1.40	0.60	0.31	0.20	0.13	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04
0.69	1.62	0.70	0.38	0.25	0.17	0.13	0.10	0.08	0.06	0.05
0.70	1.70	0.72	0.42	0.27	0.19	0.14	0.11	0.09	0.07	0.06
0.71	1.80	0.78	0.44	0.29	0.20	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07
0.74	2.08	0.93	0.54	0.36	0.26	0.20	0.16	0.13	0.10	0.09
0.75	2.20	1.00	0.59	0.39	0.28	0.22	0.17	0.14	0.11	0.10
0.76	2.31	1.08	0.63	0.42	0.30	0.24	0.19	0.15	0.13	0.11
0.78	2.59	1.23	0.73	0.49	0.36	0.28	0.23	0.19	0.16	0.13
0.79	2.75	1.30	0.79	0.53	0.40	0.31	0.25	0.21	0.17	0.15
0.81	3.17	1.50	0.92	0.63	0.47	0.38	0.30	0.24	0.21	0.19
0.83	3.75	1.85	1.08	0.74	0.57	0.47	0.38	0.31	0.26	0.23
0.85	4.40	2.05	1.28	0.90	0.70	0.56	0.46	0.38	0.32	0.29
0.90	6.60	3.20	2.00	1.43	1.12	0.92	0.76	0.64	0.56	0.49

자료 : UNCTAD, Port Development, 1985, p.221.

## ③ 편익대상 체선시간 산정

편익대상 체선시간은 기존 부두의 적정능력을 초과한 물동량을 처리해야 할 부

두가 개발되지 못하였을 경우(without case) 기존 부두에서 물동량이 처리되어야 하는 것을 원칙으로 한다. 적정능력을 초과해 물동량을 처리해야 하는 기존 부두는 선석의 하역능력을 높이기 위해 이에 영향을 미치는 기타 요인들을 동일한 것으로 간주하고 기존에 설정되었던 선석점유율만을 상승시킬 수 있는 것으로 가정하였다.

다만 선석점유율의 상승가능한계는 대기율표에 설정된 상한선인 90%까지로 설정하였고, 선석점유율을 높임으로써 발생하는 선석대기시간의 증가 분을 편익대상 체선시간으로 간주하였다. 이 때 편익 산출시 체선시간을 적용받는 대상은 신규수요 뿐만 아니라 당해 항만에서 처리되는 모든 물동량이 포함되는 것으로 가정하였다.

부두개발이 이루어지지 않았을 경우 신규물동량이 처리되어야 하는 항만은 기본적으로 신규항만이 소속된 같은 지역 혹은 같은 항계 내의 항만을 지칭하나, 기존의 항만에서 선석점유율을 90%까지 올려도 처리가 될 수 없거나 아예 동 종의 화물을 처리할 수 있는 부두가 부재할 경우 물동량은 과거의 물동량 처리형태를 분석하여 비용 면에서 가장 유리한 곳에서 처리되는 것으로 가정하였다.

선박 대기시간비율을 산출하기 위해서는 연속하여 운영되는 선석 수를 가정하여야 하는데 우리나라에서 독립적인 단위로 운영되는 컨테이너부두와 일반화물부두의 선석 수는 각각 평균 1.9개와 2.4개로 대략 2개 선석 정도이다. 따라서 컨테이너부두와 일반화물부두의 평균운영 선석 수는 이를 고려하여 2개로 가정하여 분석하였다. 전용부두의 경우 평균운영 선석 수가 9.3개로 나온 것은 포항항과 광양항의 부두운영이 거의 포항제철에 의해 직영되고 있기 때문인 것으로 파악된다(<표 3-21> 참조).

그러나 실제 이들 부두에서는 철재, 유연탄, 철광석, 시멘트 등 다양한 화물이 거의 전용 처리되고 있으며 전용부두별 평균적으로 운영되는 선석 수는 1~3개 정도로 추정되고 있기 때문에 본 연구에서는 전용부두의 경우도 평균 운영 선석 수를 2개로 가정하였다.

선박 대기시간비율이 결정되면 대기시간은 각 선종별 선형별로 산출된 집안시간에 대기시간비율을 곱하여 산출할 수 있다.

&lt;표 3-21&gt;

부두 운영사 현황 및 운영 선석 수

부두	전용/ 비전용	항만 또는 부두명	TOC수	참여업체수 (A)	선석수 (B)	평균운영선석수 (B/A)
컨테이너	전용	자성대	1	1	5	5.0
		신선대	1	1	4	4.0
		감만	4	4	4	1.0
		신감만	1	1	3	3.0
		우암	1	1	3	3.0
		감천	1	1	2	2.0
		광양1단계	4	4	4	1.0
		광양2단계	2	2	4	2.0
		울산	1	1	2	2.0
소계			16	16	31	1.9
비컨테이너	일반	부산항	6	12	25	2.1
		인천항	8	12	34	2.8
		평택항	2	2	3	1.5
		여수항	3	3	3	1
		마산항	2	6	13	2.2
		울산항	5	6	23	3.8
		군산항	4	6	14	2.3
		군산항	4	6	14	2.3
소계			34	53	129	2.4
비컨테이너	전용	평택항	1	1	2	2.0
		포항항	1	1	17	17.0
		광양항	1	1	9	9.0
계			3	3	28	9.3

## 2) 환적화물 유지효과

UNCTAD의 정의에 따르면 컨테이너화물의 환적(Transshipment)은 “화물의 이적 (transfer of goods)”으로 표현될 수 있으며, 구체적으로 “A라는 지점에서 선적된 화물이 C라는 지점으로 운송되는 도중에 B라는 지점에서 일단 양화된 후 다른 선박”에 선적되어 운송되는 것으로 정의하고 있다.

환적화물을 처리하는 환적항은 주로 피더 항로와 연계되어 있는 기간항로

(Trunk Route)를 운항하는 대형 모선이 기항하는 항만을 말하며, 따라서 세계적으로 대부분의 환적항은 중심항(Hub-Port)의 기능을 수행하고 있다. 최근 들어 선박의 대형화와 화물운송의 정시성 확보를 위해 운항선사들이 기항항만의 수를 줄이려 하기 때문에 중심항의 환적화물 유치경쟁은 더욱 심화되고 있는 실정이다.

이러한 환적화물의 유치에 의한 경제적 편익은 직접효과 및 파생효과로 구분할 수 있다. 환적화물의 유치에 따른 직접효과는 정부재정수입의 증대, 항만운행사(터미널), 선사대리점, 선용품공급업체, 선박대리점 등 항만관련산업의 수입증대를 들 수 있으며, 파생효과는 전후방 관련산업의 고용증대를 들 수 있다.

그러나 항만개발사업의 경제적 타당성 평가에서는 환적화물의 유치에 따른 편익항목으로는 정부재정수입, 항만운행사 등 항만관련산업의 수입증대 등 직접효과만을 고려하여 분석하였다.

### (1) 정부재정수입의 증대

환적화물의 유치에 따른 정부재정수입의 증대는 크게 접안료, 화물입출항료 및 선박입출항료의 증대를 들 수 있다.<sup>41)</sup> 최근 광양항의 활성화를 위하여 정부에서는 광양항의 환적화물에 대해서 면제조항을 새로이 규정하여 접안료를 면제하고 있으나 경제성 분석에서는 이러한 단기적인 정책을 고려하지 않고 항만시설사용료 규정을 적용하는 것을 원칙으로 하였다.

#### ① 접안료

접안료는 외곽시설중 선박의 계류가 가능한 시설 즉 계류시설을 이용하는 경우 부과하는 요율로 컨테이너전용부두는 한국컨테이너부두공단, 일반부두의 접안료는 부산지방해양수산청이 징수하고 있다. 일반적으로 150톤을 초과하는 외항선의 접안료 기본료는 10톤·12시간당 340원을 부과하고 있으며, 초과사용료는 10톤·1시간당 28.4원을 부과하고 있다.

1999~2001년 3년동안 한국컨테이너부두공단이 징수한 접안료 및 컨테이너물동량을 조사한 결과, 최근 3개년의 접안료 평균징수금액은 5,309백만원으로 TEU당 1,163원으로 산정되었다(<표 3-22> 참조).<sup>42)</sup>

41) 「무역항의항만시설사용및사용료예관한규정」에서는 항만시설을 사용하는 경우 화물입출항료, 선박입출항료 및 접안료 등을 부과하고 있다.

42) 접안료는 선박을 기준으로 부과하므로 선박척수와 접안예상 시간을 산정하는 것이 필요하나, 선박의 평균적재량과 장래 하역생산성 제고 효과 등 추정변수가 많고, 그에 따른 오류

&lt;표 3-22&gt;

접안료 징수실적 및 컨테이너물동량 추이

터미널	접안료(백만원)			컨테이너물동량(천TEU)		
	1999	2000	2001	1999	2000	2001
자성대	1,116	1,413	1,263	1,007	1,434	1,272
신선대	1,449	1,724	1,860	1,177	1,282	1,320
감 만	1,593	2,160	2,421	1,398	1,769	1,923
우 암	298	287	344	349	312	448
합 계	4,456	5,884	5,888	3,931	4,797	4,963
3개년 평균	5,309			4,564		

주 : 생산성과 화물운송패턴이 유사한 컨테이너터미널을 대상으로 하였으며 일반부두는 제외하였음.

## ② 선박입출항료 및 화물입출항료

선박입출항료도 선박톤수를 기준으로 부과하고 있으나, 접안료 산정의 경우와 유사한 이유로 화물량(TEU)을 기준으로 분석하였다. 즉 1999년~2001년 3년간의 부산항 입출항선박의 평균 접안료 부과실적<sup>43)</sup> 10,454백만원대비 선박입출항료 14,150백만원을 비교하여 적용하였으며, 비교 결과 평균 1.35배로 선박입출항료가 많은 것으로 조사되었다.

따라서 TEU기준 선박입출항료는 약 1,574원을 적용하였으며, 화물입출항료는 환적화물에 대해서 TEU당 4,200원을 부과하고 있다.

## (2) 항만운영회사의 순수입 증대효과

환적화물의 유치에 따른 항만운영회사의 순수입 증대효과를 분석하기 위하여 본 타당성조사에서는 전세계 주요 터미널운영업체의 TEU당 순이익을 적용하여 산정하였다.<sup>44)</sup>

2001년 기준 전세계 주요 컨테이너터미널운영업체의 TEU당 순이익은 25.9달러로 산정되었으며, 여기에 환율 1,200원을 적용한 31,080원을 적용하여 터미널운영

가 발생할 가능성이 있어 최근의 실적을 토대로 TEU당 접안료를 산정하였다.

43) 접안료는 부산지방해양수산청과 한국컨테이너부두공단이 징수한 금액을 합산한 것을 의미한다.

44) 환적화물의 유치에 따른 직접효과는 터미널운영업체, 선사대리점 등의 매출증대를 들 수 있다. 해양수산부의 “항만산업의 경제적 파급효과에 관한 연구”(2002)에 따르면, 환적화물의 유치에 따른 직접효과는 총 20만 3,721원에 이르는 것으로 조사되었다. 그러나 이 직접 효과에는 비용부문이 포함되어 있어 순수한 편익으로 간주하기는 어렵다.

사의 순이익으로 추정하였다(<표 3-23> 참조).

<표 3-23>

**세계 주요 컨테이너터미널운영업체의 TEU당 순이익**

단위 : 백만TEU, \$/TEU

운영사	처리물동량	TEU당 순이익
HPH	27.0	27.50
PSA	19.1	30.65
P&O Ports	9.8	16.98
Eurogate	8.6	2.49
CSXWT	2.4	29.58
Dragados	2.3	11.25
OOCL	1.0	49.29
ICTSI	1.0	13.60
TEU당 순이익(평균)	-	25.90

자료 : Drewry, 「Global Container Terminals」, 2002.

**(3) 관련서비스산업의 수입증대효과**

한편, 항만관련 서비스산업의 수입증대효과를 추정하기 위하여 우선 표준선형 2,700TEU급을 대상으로 분석하였다. 2,700TEU급을 기준으로 할 경우 부산항 입출항시 발생하는 선박관련 경비(컨테이너세 등 화물관련 경비 제외)는 약 146백만원으로 추정되었다. 이들 항목중에서 선박입항료 및 접안료를 제외한 경비는 141백만원으로 추정되었다.<sup>45)</sup>

2002년 감만부두의 총입항척수는 1,643척이며, 컨테이너물동량은 2,261천TEU로 척당 평균 1,376TEU를 처리한 것으로 나타나 척당 평균처리량으로 경비를 나누면 항만관련산업에서 TEU당 102,964원의 매출액이 발생하는 것으로 나타났다. 여기에 항만관련사업의 평균수익률 8.9%를<sup>46)</sup> 적용하여 TEU당 순이익을 산정한 결과, 9,164원으로 나타나 이를 적용하여 환적화물 유치에 따른 항만관련산업의 수입증대효과를 산정하는 기준으로 설정하였다.

45) 해양수산부, 「항만산업의 경제적 파급효과에 관한 연구」, 2002. 10.

46) 통계청, 「운수업통계조사보고서2001」, 2002. 11.

### 3) 보관료 관련 비용 절감효과

항만에서의 체증은 육상에서의 추가비용을 초래할 수 있다. 즉 해상에서의 체증 현상은 육상에서 화물의 보관 기간의 지체로 이어져 화물 보관비용을 증가시키고, 또한 항만 배후야드 공간부족으로 인해 화물의 보관장소가 부두 밖으로 옮겨질 경우 셔틀비용을 추가로 발생하게 된다. 따라서 체증현상이 심각한 기존항만의 여건을 개선시키기 위해 신규항만을 개발할 경우 해상에서는 물론 육상에서 발생할 수 있는 체화에 따른 보관관련 비용도 절감할 수 있을 것이다.

보관관련 비용절감효과에는 대기시간의 감소에 따른 **over-storage**비용 감소효과와 보관장소의 이동에 따른 추가적인 셔틀비용의 감소효과로 구분할 수 있다.

우선 **over-storage** 비용 감소효과는 무료장치기간을 초과하는 기간에 대해서 절감할 수 있는 보관비용으로 정의할 수 있다. 한편, 셔틀비용 감소효과는 일반적으로 항내 체증현상에 의해 적기에 하역작업을 할 수 없을 경우 항내·외의 보관장소에 임시 보관하였다가 본선작업을 행할 수 밖에 없는 상황에서 발생하는 화물운반비로 정의할 수 있다. 예를 들어 부산신항을 이용하는 컨테이너 화물의 경우 on-dock 야드공간 부족시 양산 ICD로의 보관장소 변경이 불가피하므로 신항과 양산 ICD와의 셔틀비용으로 산출할 수 있다.

### 4) 환경비용 절감효과

일반적으로 항만개발사업은 바다를 매립하여 건설하는 것이 대부분이기 때문에 갯벌, 해양수질, 해수욕장 등 해양환경자원에 대해서 부(-)의 영향을 미치고 있다. 특히 오늘날에는 환경에 대한 일반국민들의 관심이 증가됨에 따라 개발보다는 보전측면에 주안점을 두고 있는 것이 사실이다.

따라서 항만개발로 인한 해양환경자원의 질적 악화를 고려할 경우 환경악화를 유발하는 사업추진보다는 사업추진을 안하는 것이 현실적인 대안이라고 할 수 있을 것이다.

그러나 사회·경제적 측면에서 보면 항만개발사업이 지연될 경우 국가물류비의 상승을 초래하고 이러한 국가물류비의 상승은 기업의 국제경쟁력을 떨어뜨리고, 국제경쟁력 저하는 국내 재화의 국제가격경쟁력을 떨어뜨려 궁극적으로 국민생활수준의 질적 저하를 유발한다.

또한, 국민생활수준의 저하는 실업률을 증가시킴과 동시에 범죄 등 각종 사회적인 문제를 유발할 수 있는 가능성을 배제할 수 없다는 측면에서 사업추진의 타당성이 있을 것으로 판단할 수 있다.

그러므로 개발사업을 추진하되 최대한 환경에 미치는 부정적인 효과를 최소화할 수 있는 대책을 수립한 이후에 추진하는 것이 바람직할 것이다. 항만개발로 인한 부정적인 효과를 최소화할 수 있는 환경영향 저감방안은 기본계획 및 실시계획 수립시에 별도로 환경영향평가를 통해 마련되고 있기 때문에 별문제는 없을 것으로 판단된다.

또한, 항만개발사업이 환경에 부정적인 영향만을 미친다고는 단정할 수만은 없다. 오늘날 지구상의 대기오염 등 환경을 악화시키는 대부분의 오염원이 자동차 등 수송수단임을 감안할 경우 항만개발사업은 도로수송의 일정부분을 분담함으로써 도로수송에 의한 환경오염을 어느 정도 완화시키는 효과도 있을 것으로 판단된다. 2000년 기준으로 전국의 대기오염물질 중 자동차에서 발생시키는 대기오염물질의 비중은 전체의 40%를 차지하고 있는 것으로 나타났다(<표 3-24> 참조).

&lt;표 3-24&gt;

자동차의 대기오염물질 배출현황(2000)

단위 : 톤/년

구분	CO	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	TSP	PM10	VOC	합계
전국(a)	806,012	943,302	500,875	106,875	78,151	646,523	3,081,738
자동차(b)	649,181	423,349	8,254	26,287	26,287	103,858	1,237,216
비중(b/a)	81%	45%	2%	25%	34%	16%	40%

한편, 도로수송과 해상수송의 환경비용을 비교한 연구결과를 보면, 톤-km당 도로수송은 264원의 환경비용이 발생하는 반면에 연안해운 즉 해상수송은 30원에 불과한 것으로 나타났다(<표 3-25> 참조).<sup>47)</sup>

따라서 항만개발을 통한 수송수요의 전환은 환경비용의 절감효과를 가져올 것으로 판단할 수 있다. 물론 환경비용에는 대기오염뿐만 아니라 소음, 폐기물오염 등 매우 광범위하지만 항만개발사업의 경제적 타당성 평가에서는 비교적 계량화

47) 신승식·이호춘, 「운송수단별 환경비용 추정과 시사점 : 도로수송과 연안해운을 중심으로」, 한국해양수산개발원, 2001. 11.



와 오염원별 측정이 용이한 PM, NO<sub>x</sub>, HC 및 CO 등 대기오염물질에 의하여 발생하는 환경비용만을 고려하여 분석하는 것으로 전제로 하였다.

&lt;표 3-25&gt;

도로수송과 연안해운의 단위당 연간 환경비용

구 분	도로수송	연안 해운
환경비용	2조 4,317억원	1조 222억원
톤당 환경비용	6,062원	8,271원
톤-Km당 환경비용	264원	30원

## 5. 경제적 편익항목의 대체

지금까지 기존의 경제적 편익항목 및 산정기준에 대해서 검토한 결과 부선하역을 전제로 한 재항비용 절감효과와 하역비용 절감효과는 선박대기시간의 축소에 따른 선박비용의 절감과 운송화물의 시간가치 상승효과로 대체하는 것이 바람직할 것으로 판단된다(<표 3-26> 참조).

&lt;표 3-26&gt;

경제적 편익항목의 변경내용

기존의 편익항목	본 연구의 편익항목	비고
선박대기비용절감효과	체선시간 절감효과	-
	체화비용 절감효과	
선박재항비용절감효과	제외	체선시간 절감효과로 대체
하역비용 절감효과	제외	체화비용 절감효과로 대체
내륙운송비용 절감효과	화물운송거리 단축효과	-
	교통혼잡 완화효과	-
내륙화물운송시간가치 절감	제외	-
-	환적화물 유치효과	신규편익
-	보관관련 비용절감효과	신규편익
-	환경비용 절감효과	신규편익
토지조성효과	토지조성효과	-

최근 급증하고 있는 환적화물의 경우 유통특성을 고려하여 환적화물의 유치에 따른 경제적 편익을 수출입화물이나 연안화물과는 별도로 산정하는 것이 필요하다. 그 동안의 경제성 분석에서는 수출입 화물과 환적화물을 동일하게 취급하여 분석을 하였으나, 환적화물의 유통 특성상 항만시설이 부족할 경우에는 처리하기 어려운 가변성이 높은 화물이므로 분리해서 분석하는 것이 타당할 것이다.

국민소득의 증가에 따른 쾌적한 환경에 대한 욕구가 증가하는 시대적인 흐름을 반영하여 항만개발사업으로 인한 환경비용 절감효과를 경제적 편익항목으로 고려하여 경우에 따라 타당성 분석시 평가항목에 직접 포함시키는 방안을 모색해야 할 것이다.

## 제 4 장 경제적 편익항목 선정 및 신출방법의 표준화 방안

### 1. 항만투자사업 유형별 경제적 편익항목의 선정

항만투자사업은 취급하는 화물의 종류에 따라 컨테이너 전용부두개발사업, 원유·철강·시멘트 등의 화물을 처리하는 전용부두 개발사업, 컨테이너화 되지 않은 기타 잡화나 목재 혹은 양곡 등의 화물을 혼재 처리하는 일반잡화부두 개발사업으로 구분할 수 있다.

또한, 개발되는 항만의 규모에 따라 부산신항 및 광양항 등 중심항만 개발사업과 평택항, 군장항 등의 지역거점 항만개발사업으로 구분할 수 있으며, 기존의 부두를 확장하거나 혹은 기존 항계선 밖에 새로운 항만을 개발하는 신항개발사업 등으로 항만개발사업의 유형을 분리할 수 있다.

따라서 항만개발사업의 유형에 따라 항만개발에 의하여 발생하는 경제적 편익은 상이할 수밖에 없으며, 따라서 적용되는 편익항목 역시 달라져야 할 것이다.

#### 1) 컨테이너전용부두 개발사업

1970년 이후 해상수송에 있어서 컨테이너화가 급진전됨에 따라 컨테이너선에 의한 해상수송의 중요성은 더욱 높아지고 있으며, 향후에도 이러한 추세는 지속될 것으로 전망되고 있다. 또한, 컨테이너부두에서 발생하는 막대한 규모의 부가가치 창출효과를 고려하여 각국 정부 또는 항만당국은 경쟁적으로 컨테이너전용항만의 개발을 추진하고 있어 인접항만간 경쟁은 더욱 치열해 질 것으로 예상되고 있다. 특히 우리나라가 속해있는 동북아시아 지역은 최근 중국의 급격한 경제성장에 의하여 전세계 컨테이너시장의 핵심적인 지역으로 부상함에 따라 이러한 경쟁은 더욱 치열해지고 있는 상황이다.

따라서 이러한 치열한 경쟁 속에서의 무분별한 개발정책은 시설의 유희화를 초래하여 막대한 금전적 손실을 야기할 가능성도 배제할 수 없다. 항만개발사업에 대한 정확한 경제적 타당성 평가를 통하여 사업의 추진가능성을 면밀히 검토함으

로 자원의 낭비를 사전에 방지하고 투자의 효율성을 제고할 필요가 있다. 즉 항만 개발사업의 유형에 따라 적용되는 경제적 편익항목을 달리하여 평가의 객관성과 신뢰성을 제고해야 할 것이다.

### (1) 중심항(hub port) 개발사업

우리나라는 부산항 및 광양항을 동시에 동북아의 중심항만으로 개발하고자 하는 two-port 시스템 전략을 구축하고 있다. 중심항만에 대한 정확한 정의는 규정되어 있지 않으나 일반적으로 중심항의 구비요건으로 다음과 같은 것들을 들 수 있다.

중심항만이란 싱가포르와 같이 환적기능 위주의 대형항만을 일컫는 hub port를 지칭하는 것으로 로테르담항처럼 광범한 배후지를 가진 항만을 의미하는 load center 등과 구분하기는 하나, 일반적으로 이 양자분만 아니라 pivot port, main port 등을 모두 중심항만을 의미하는 것으로 받아들이는 것이 일반적이라고 할 수 있다. 이외에도 Tang & Kubo(2001)<sup>48)</sup>는 국제성 및 일정수준이상의 화물처리량, 다수의 기항루트 등을 갖춘 항만을 중심항만으로 정의하고 있으며, Tuna(2002)<sup>49)</sup>는 모선이 기항할 수 있는 컨테이너 환적항을, Langen<sup>50)</sup> 등은 기간항로상에 입지하고 선사들의 기항빈도가 높고 5천TEU급 대형선박이 기항하는 항만을 중심항만으로 정의하기도 한다(<표 4-1> 참조).

이상의 정의에서 알 수 있듯이 중심항은 지역거점항과 약간은 다른 의미로 해석할 수 있기 때문에 개발에 따른 파급효과 및 경제적 편익 역시 상이할 것으로 판단된다. 따라서 개발에 따른 경제적 타당성 평가의 경우 발생하는 편익이 상이하기 때문에 3장에서 열거한 경제적 편익중 적용되는 편익항목도 달라야 할 것이다.

48) Tang L., & Kubo M., "A Study on the Possibility to Build a National Hub Port in the Chinese Northern Region and the Influence on Japanese and Korean Ports", *Conference Proceedings of the IAME Annual Conference 2001*, 2001.

49) Tuna O., "The Impact of Hub Ports on the Logistics Strategies of Turkey", *Proceedings of the 2nd International Gwangyang Port Forum and International Conference for the 20th Anniversary of KASS*, 2002.

50) Langen P. W., Eenhuizen J., "A stylised Container Port hierarchy : A theoretical and Empirical Exploration", *Conference Proceedings of the IAME Annual Conference 2002*, 2002.

&lt;표 4-0&gt;

## 중심항만의 정의 및 특징

연구자	중심항만의 정의 및 특징
Tang & Kubo (2001)	· 국제성, 일정수준 이상의 화물처리량, 다수의 기항루트, 배후지와외의 접근성, 터미널 및 지원시설 등
Tuna(2002)	· 모선이 기항할 수 있는 컨테이너 환적항
Langen 외 (2002)	· 기간항로에 입지, 주요 선사들의 높은 기항빈도, 5천TEU급 대형선박 기항가능, 환적화물 비중 60% 이상, 연간 60만TEU 이상의 컨테이너 처리실적

우선 중심항은 한 국가의 수출입 관문항으로서의 역할을 부여할 경우 발생하는 경제적 편익은 대기시간절감효과, 체화비용 절감효과, 화물운송거리단축효과 및 교통혼잡완화효과, 환경비용 절감효과 등을 들 수 있다. 또한, 중심항은 환적화물 처리의 비중이 높는데 환적화물을 유치함으로써 발생하는 부가가치 창출효과중에서 본 연구에서는 직접적인 효과만을 경제적 편익으로 간주하여 평가하였다.

또한 항만개발사업에 의하여 조성되는 부지가 발생할 경우 토지조성효과 또한 경제적 편익으로 간주할 수 있으며, 다만 배후지에 항만배후물류단지가 조성될 경우 이에 대한 기본계획 수립을 바탕으로 경제적 편익을 별도로 산출할 수 있으나 개발계획단계에서는 상세한 토지이용계획의 수립이 거의 안되어 있기 때문에 토지조성효과로 대체하였다.

## (2) 지역거점항만 개발사업

중심항만과 달리 지역거점항만은 인근 배후지역에서 발생하는 물동량을 주로 처리하는 항만으로 연안수송 및 아시아 역내수송에 주로 참여할 것으로 예상된다. 우리나라는 전국 주요 항만을 국토개발계획과 연계하여 권역별로 특화하여 개발하는 것으로 부산항 및 광양항과의 효율적인 물류네트워크의 구축을 통하여 국내 물류비의 절감을 추구하고 있다. 이러한 지역거점항만의 물동량은 대부분 수출입 물동량 및 연안물동량으로 환적화물이 거의 없기 때문에 중심항과 비교하면 그 기능과 역할이 상당히 제한적인 것으로 판단된다.

따라서 중심항에서 적용하는 경제적 편익과는 달라야 할 것이며 동일한 편익항목을 적용하는 경우에도 발생하는 편익의 크기는 양자가 모두 상이할 것으로 예상된다.

## 2) 비컨테이너부두 개발사업

비컨테이너부두 즉 양곡, 잡화 등을 주로 처리하는 일반부두 개발사업의 경우에도 적용되는 편익항목이나 산출과정은 컨테이너부두와는 많이 다를 것으로 예상된다.

일반부두는 주로 양곡, 잡화 등 인근 배후권역에서 발생하는 수요를 충당하기 위하여 수요지에 가까운 지역에 건설되는 것이 일반적이며, 철강부두의 경우 배후권역에 철강관련 산업이 입지하고 있는 경우 이들 기업수요를 충당하기 위하여 가장 가까운 항만에 전용부두를 건설하는 것을 일례로 들 수 있다.

따라서 컨테이너 전용부두에서 적용되는 경제적 편익과는 그 의미가 상당히 다를 것이다. 비컨테이너부두 개발사업의 경우 물동량의 발생원이 인접해 있고 화물의 특성상 부대사업도 수익성이 떨어지기 때문에 대기시간 절감효과 및 체화비용 절감효과 등이 차지하는 편익비중은 컨테이너부두에 비해 훨씬 높을 것이다.

지금까지 항만개발사업의 유형별로 적용가능한 경제적 편익항목의 결과를 정리하면 <표 4-2>와 같다.

<표 4-1>

항만개발사업 유형별 적용가능성 검토

경제적 편익항목	적용가능성		
	컨테이너부두 개발사업		비컨테이너부두 개발사업
	중심항	지역거점항	
제선시간 절감효과	◎	◎	◎
체화비용 절감효과	◎	◎	◎
화물운송거리 단축효과	○	◎	○
교통혼잡 완화효과	○	○	○
환적화물 유지효과	◎	-	-
보관관련 비용절감효과	◎	◎	◎
환경비용 절감효과	○	◎	○
토지조성효과	○	○	○

주 : ◎ : 적용가능성이 큰 항목, ○ : 적용가능성이 작은 경우.

## 2. 경제적 편익 산출방법의 표준화방안

이상에서 검토한 항만개발사업의 유형별로 경제적 편익항목의 적용가능성에

대해서 검토하였으며, 이를 토대로 본 절에서는 경제적 편익항목 산출방법의 표준화방안을 제시하였다. 항만개발사업의 경우 편익항목 산출방법의 표준화가 이루어지지 않을 경우 분석자의 주관에 개입됨으로써 동일한 편익항목을 설정하고도 평가자에 따라 그 결과가 달라져 사업평가에 대한 객관성 및 신뢰도가 저하될 우려가 높다. 이는 SOC개발사업에 대한 판단의 오류로 이어져 국민 경제적인 측면에서 자원의 효율적 배분을 저해하는 요인으로 작용할 것이다.

항만개발사업에 대한 경제적 타당성 평가결과의 객관성 및 신뢰성 확보를 위하여 경제성 분석의 기본적인 전제조건에 대해서 살펴본 다음에 각각의 편익항목에 대한 산출기준 및 산출과정을 제시하였다.

## 1) 전제조건

### (1) 적용대상물동량 및 적정하역능력

항만투자사업의 경제적 타당성 평가에 있어서 가장 중요한 요소 중의 하나가 완공 후 부두 운영시 처리가능한 물동량 수요를 추정하는 것인데 이 과정에서 분석자의 주관에 개입될 소지가 높다.

따라서 본 연구에서는 부두 운영시 처리할 수 있는 선석당 물동량 수요를 기준으로 컨테이너부두 및 일반잡화부두의 적정하역능력을 제시하여 이를 적용하는 것을 원칙으로 하되 적정능력을 초과하여 물동량을 처리할 경우의 경제성은 민감도 분석을 통해 분석하였다.

컨테이너 및 일반잡화 화물을 제외한 화물에 대한 적정하역능력은 한국개발연구원의 “항만부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(개정판)”에서 제시한 적정하역능력을 준용하는 것으로 하였다.

#### ① 컨테이너 전용부두의 적정하역능력

컨테이너 전용부두의 하역능력은 컨테이너 크레인의 처리능력을 기준으로 적정처리능력을 산정하는 방법과 서비스 수준을 기준으로 적정처리능력을 산출하는 방법이 있다.

우선 크레인을 기준으로 한 능력산정은 다음과 같은 산출식에 의하여 산정할 수 있다.

$$\text{안벽능력} = \text{크레인수} \times \text{연간작업가능시간} \times \text{크레인 작업시간율} \times \text{크레인 작업효율} \times \text{단위환산계수} \times \text{Overstow 계수}$$

여기에서 연간작업가능시간은 365일·24시간을 기준으로 하였으며, 크레인 작업시간율은 선석점유율×선박이동계수×크레인가동률, 크레인작업효율은 크레인 설계능력×크레인작업손실조정계수×간섭계수, 단위환산계수는 TEU/VAN 비율을 각각 의미한다.

다음으로 서비스 수준을 기준으로 컨테이너 전용부두의 적정처리능력을 산출하는 방법은 다음과 같다. 즉 “안벽능력 = 선박접안 시간당 하역계수×연간접안시간×단위환산계수”를 이용하여 산정할 수 있다.

여기에서 선박접안 시간당 하역계수는 컨테이너터미널의 평균실적치 반영하였으며, 연간접안시간은 365일×24시간×선박접안률×선박이동계수, 단위환산계수는 TEU/VAN 비율을 각각 적용하여 분석하였다.

그러나 일반적으로 컨테이너 전용부두의 표준하역능력 산정에 있어서는 크레인을 중심으로 한 능력산정 방식이 주로 사용되고 있다. 이에 적정처리능력에 관한 각 요인들의 계수를 설정하고, 이를 근거로 선석당 연간 적정처리능력을 산정한 결과, 2천TEU급 선석의 경우 약 10만 7천TEU, 4천TEU급 선석의 경우 약 30만 4천TEU로 산정되었다(<표 4-3> 참조).

<표 4-2> 선석당 적정처리능력의 산정(크레인능력 중심)

구 분		4,000TEU급	2,000TEU급
컨테이너 크레인 대수(기)		3	2
연간 작업가능시간	연간 작업가능일수	365	365
	1일 작업가능시간	24	24
크레인 작업시간율	선석점유율	0.42	0.26
	선박이동계수	0.9	0.9
크레인 가동률	크레인작업계수	0.95	0.95
	실작업시간율	0.8	0.88
크레인작업효율	크레인설계능력(VAN)	45	35
	크레인작업손실조정계수	0.75	0.75
	간섭계수	0.83	0.9
단위환산계수(TEU/VAN 비율)		1.48	1.36
Overstow 계수		0.97	0.97
선석당 연간 적정처리량(TEU)		303,610	106,817

자료 : 한국해양수산개발원, 「전국항만 적정하역능력 산정」, 1998. 7.

주 : 1) 4,000TEU급은 2선석 1터미널, 2,000TEU급은 1선석 1터미널, 접안대기시간율은 각각 10%로 가정.

2) 2,000TEU급 선석의 컨테이너크레인의 설계능력은 시간당 35VAN을 적용.



또한, 항만투자사업의 경제적 타당성 조사에서는 대표선형을 4,000TEU급으로 가정하는 경우 선석당 하역생산성 30만TEU를 적용하고, 2천TEU급을 가정하는 경우에는 10만 7천TEU를 적용하는 것을 원칙으로 한다.

## ② 일반잡화부두의 적정하역능력

일반잡화선은 1만톤급 미만의 선형이 주종을 이루고 있으며, 2만톤급, 3만톤급, 5만톤급 선박의 순으로 분포를 보이고 있다. 따라서 항만개발사업의 경제적 타당성 평가에서는 대상선박을 3천톤, 5천톤, 1만톤, 2만톤, 3만톤, 5만톤의 6개 선형으로 구분하여 분석하는 것을 전제로 하였다.

또한, 일반잡화부두의 하역능력은 일반잡화에 대한 하역기술의 발달과 팔레트화의 진전 및 잡화포장용기의 다양화 등과 같은 요인에 따라 기준연도 매 5년마다 5%씩 하역효율이 증가하는 것을 전제로 하여 부두의 적정처리물량을 산정하였다.

이러한 전제 하에서 일반잡화부두의 경제적 타당성 평가에 사용되는 일반잡화부두의 적정하역능력은 <표 4-4>와 같다. 2만톤급 기준 일반부두의 적정하역능력은 1선석의 경우 2006년 478천톤에서 2011년에는 503천톤으로 나타났으며, 3선석의 경우 2006년 574천톤에서 2011년에 603천톤으로 증가하는 것으로 산정되었다.

## (2) 사회적 할인율 및 분석기간

### ① 사회적 할인율

비용과 편익의 미래 흐름을 비교하기 위하여 사용되는 할인율은 자원의 기회비용(Opportunity Cost), 즉 투자사업에 사용된 자본이 다른 투자사업에 사용되었을 경우 얻을 수 있는 수익을 추정하게 할 뿐 아니라, 사람에 따라 혹은 사회에 따라 그리고 시대에 따라 다를 수 있는 시간의 객관적인 가치를 나타낸다고 할 수 있다.

경제성 분석에서 적용되는 할인율 개념에 대해서는 많은 이견이 있으나 특정 항만개발투자사업이 정부에 의해 주도되는 경우에는 사회적 할인율의 개념을 적용하고 민간자본에 의해 추진되는 경우에는 시장이자율에 근거한 재무적 할인율을 적용하는 것이 일반적이라고 할 수 있다.

대부분의 국가는 투자사업의 특성에 따른 할인율을 자국의 경제성장률, 물가상승률, 경제적 잠재능력 등을 고려하여 개괄적인 방법으로 정부가 추정하여 사용하고 있는데 일반적으로 개발도상국 사회간접자본의 경우는 7~8% 이상, 선진국의 경우는 보통 5~6% 수준을 적용하는 것이 일반적이다.

&lt;표 3-4&gt;

## 기준연도별 일반잡화부두 적정하역능력

단위 : 천톤

대표선형 (DWT)	기준 연도	선석수1	선석수2	선석수3	선석수4	선석수5	선석수6
		50%	55%	60%	66%	71%	74%
3천톤급	2001	246	270	295	325	349	364
	2006	258	284	310	341	367	382
	2011	272	299	326	359	386	402
5천톤급	2001	283	311	339	373	401	418
	2006	297	3226	356	392	421	439
	2011	312	343	374	411	443	461
1만톤급	2001	381	419	457	503	541	564
	2006	400	440	480	528	568	592
	2011	420	462	504	554	596	622
2만톤급	2001	456	501	547	602	647	675
	2006	478	526	574	631	679	708
	2011	503	553	603	663	714	744
3만톤급	2001	523	576	628	691	743	775
	2006	549	604	659	725	780	813
	2011	577	634	692	761	819	853
5만톤급	2001	582	640	698	768	826	861
	2006	611	672	733	806	867	904
	2011	642	706	770	847	911	950

자료 : 한국개발연구원, 「항만부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(개정판)」, 2001.12.

기획예산처 등의 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 연구」에서는 우리나라의 사회적 할인율을 9~10%(명목기준) 정도로 추정하고 1990년대의 물가상승률을 감안하여 실질할인율을 5%내외로 추정하고 있다.

그러나 항만투자사업의 경제적 타당성 분석에서는 한국개발연구원(2001)의 「항만부문사업의 예비타당성 조사 표준지침연구(개정판)」의 연구결과를 참조로 하여 사회적 할인율 7.5%를 적용하는 것을 전제로 하였다.

## ② 분석기간

경제적 비용과 편익에 대한 추정기간을 설정하는 데 있어서 가장 중요한 요소는 주요 시설 및 장비에 대한 경제적 내용년수(Economic Life)를 결정하는 것으로 추정기간을 장기로 하였을 경우에 동일한 사업의 NPV나 IRR이 높아지는 효과가 나타날 수 있으므로 항만투자 타당성을 의도적으로 높이기 위해 장기의 추정기간을 선정할 가능성이 있다.

따라서 추정기간을 설정하는데 있어서 가장 중요한 요소는 주요 시설 혹은 장비의 경제적 수명(Economic Life)을 결정하는 것이다. 항만투자에서 있어서 주요 시설 및 장비별로 경제적 수명이 각기 다르기 때문에 각 시설의 투자비를 가중치로 하여 평균 경제적 수명(Average Economic Life)을 구하여 추정기간으로 설정하거나, 또 다른 방법으로서 부두시설이 주요 투자사업일 경우 안벽(wharf)의 내용연수 40년을 추정기간으로 하는 방법도 있다.

항만시설의 경제적 내용연수의 추정기간은 사업별로, 투자분석 목적별로 각각 다르게 사용하고 있으며 국내 항만투자평가보고서에서는 통상적으로 20~40년을 기준으로 하고 있다. 또한, 민간투자사업제안서의 경우 분석기간을 이보다 장기인 50년으로 하여 경제적 및 재무적 타당성을 분석하고 있다.

그러나 정확한 장기 수요예측이 어려울 뿐만 아니라 30년 이후에는 예상수익의 현재가치가 영(zero)에 수렴하는 특성이 있기 때문에 항만투자사업의 경제적 타당성 조사에서는 편익의 발생기간을 투자완료 후 30년으로 가정하여 분석하는 것을 원칙으로 한다.

## 2) 경제적 편익 산출방법의 표준화

### (1) 체선시간 절감효과

체선비용은 편익대상 대기시간, 선박의 기회비용 및 예상입항척수 등의 변수를 통하여 산출할 수 있으며, 산정방식은 식(18)과 같다.

$$\text{체선비용} = \text{편익대상 대기시간} \times \text{선박의 기회비용} \times \text{예상입항척수} \quad \text{식(18)}$$

#### ① 편익대상 대기시간

체선비용의 산정을 위한 편익대상 대기시간은 without case와 with case간의 대기시간 차이를 의미하며, 각 경우의 대기시간은 대기율의 정의를 이용하여 계산할 수 있다. 대기율은 대기시간을 접안시간으로 나눈 값이므로 대기시간은 대기율과 접안시간을 곱한 값이 된다. 따라서 대기시간을 구하기 위해서는 대기율과 접안시간이 우선 산출되어야 한다.

적용 대기율은  $E_2/E_2/n$  대기행렬 모형에 따른 대기시간 비율표를 적용하는데 대기율표를 이용하기 위해서는 독립적으로 운영되는 선석 수와 선석접안율을 결정하는 것이 필요하다. 독립 운영단위 선석 수는 제3장에서 밝혔듯이 우리나라에서

독립적으로 운영되는 컨테이너부두와 일반화물부두의 선석 수는 각각 평균 1.9개와 2.4개로 대략 2개 선석정도이므로 2개 선석으로 가정하였다.

접안시간은 제주(bitt)에 첫번째 밧줄이 묶일 때부터 마지막 밧줄이 제주에서 벗어나는 시간을 의미하며 통상 접·이안 준비시간과 하역시간으로 구성된다. 접·이안 준비시간은 선박의 밧줄이 모두 제주에 묶이고(made fast) 하역작업을 준비하는 데에 약 30~40분 정도가 소요되며, 하역작업이 끝난 후 각종 하역장비 및 인원이 철수하고 선박 이안에 필요한 각종 서류를 준비하는 등의 이안 준비시간이 약 20~30분 정도가 소요되어 선종·선형에 큰 차이 없이 평균적으로 1시간 정도가 소요되는 것으로 나타났다.

한편, 하역시간은 접안 선박의 하역량을 시간당 하역생산성으로 나누어 산출할 수 있다. 적당 접안 선박의 하역량은 적당 접안 선박의 하역량은 선형, 선종, 정기선·부정기선 등에 따라 매우 다양하여 일반화된 하역량을 산출하기는 매우 어렵다. 다만, 컨테이너선의 경우 최근 5년간 부산·광양항 컨테이너 전용부두에 입항한 컨테이너선박의 적당 평균하역량을 적용하고, 일반화물과 산화물선은 적재 가능한 화물의 70%를 모든 선형에 균등하게 적용하였다. 시간당 하역생산성은 「항만부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(개정판)」에서 제시한 화물별 하역생산성을 적용하였다.

선석점유율은 선석 2개를 기준으로 with case의 경우 선석점유율을 0.55로 가정하였으며, without case의 경우 기존항만의 적정하역능력 대비 신규 개발 항만의 적정처리능력 비율만큼을 with case의 선석점유율에 가산하여 산정한다.

## ② 선박의 기회비용

지체에 따른 선박의 기회비용은 선박의 자본비와 운영비, 그리고 재항시 연료비로 구성된 선박의 장기기회비용(LROC)을 이용하였다(<표 4-5> 참조). 다만, 이 방법을 이용하려면 선사들을 대상으로 관련비용에 대한 설문조사를 해야 하므로, 매년 5년마다 설문조사를 실시하는 것을 원칙으로 하되 그 사이 연도에 대해서는 물가지수만큼을 연동하여 적용하였다.

LROC 산출시 필요한 사회적 할인율은 “항만부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(개정판)”에서 제시한 7.5%를 준용하며, 선박의 경제수명은 25년으로 하되 필요시 설문조사결과를 바탕으로 매 5년마다 수정하도록 하였다.

&lt;표 4-4&gt;

선박 기회비용 추정시 설문 항목

구분	자본비	운영비	기타
설문조사항목	선박구입가격	선원비, 선용품비, 보험료, 수리비, 일반경비, 연료비	선종, 선형, 선박연령

### ③ 예상입항척수 산정

예상입항척수는 최근 연도의 총 입항척수 대비 처리 물동량 비율과 신규항만의 운영 개시 년도의 비율이 같다고 가정하여 산출하되 입항척수 산정을 위해 적용되는 물동량은 기존 및 대상사업항만의 적정하역능력을 기준으로 하였다. 예상입항척수를 산정하기 위한 방법은 식(19)와 같다.

$$C : S = C_t : S_t \quad \text{식(19)}$$

여기에서  $C$  : 최근 연도 기존항만의 총 화물량

$S$  : 최근 연도 기존항만의 총 입항척수

$C_t$  : 목표 연도 기존+대상사업항만의 적정하역능력

$S_t$  : 목표 연도 기존+ 대상사업항만의 총 입항선박척수

### (2) 체화비용 절감효과

체화비용의 산정방법은 기본적으로 체선비용의 산정방법과 동일하나 다만 선박의 기회비용 및 입항척수 대신 화물의 기회비용 및 화물량을 변수로 사용하였으며, 산정방법은 식(20)과 같다.

$$\text{체화비용} = \text{편익대상 대기시간} \times \text{화물의 기회비용} \times \text{화물량} \quad \text{식(20)}$$

#### ① 화물의 기회비용

지체에 따른 화물의 기회비용은 화물의 가치를 금액으로 계산한 후 이에 사회적 할인율을 적용하여 산정하였다. 화물의 가치 산정을 위해서 물동량은 해양수산부의 「해양수산통계연보」를, 금액은 관세청의 「무역통계연보」를 이용하되 무역통계연보상의 품목을 해양수산통계연보 품목분류기준으로 재분류하였다.

다만, 무역통계연보에서 항공물동량을 제외한 항만물동량의 품목별 금액을 해양수산통계연보의 수출입 물동량과 대비시키고, 화물 운송이 지체되면 화물의 가

치가 사회적 할인율만큼 상실된다는 가정 하에 지연되는 시간만큼 사회적 할인율을 적용하여 화물가치를 순차적으로 감소시켰다.

### ② 적용 물동량

적용 물동량은 기존항만과 대상사업항만의 적정하역능력을 기준으로 산정하였다. 항만의 적정하역능력은 해양수산부(1998)의 「전국 항만적정하역능력 산정」을 이용하였으며, 적용대상 물동량은 기존항만과 대상사업항만의 모든 물동량을 포함하여 분석하였다.

### ③ 편익 대상시간

체화비용의 산정을 위한 편익대상시간은 기본적으로 체선비용 절감효과에서 제시한 방식과 동일하다.

## (3) 화물운송거리 단축효과

### ① 수송거리 산정

항만개발사업으로 인한 화물운송거리 단축효과는 with case의 경우의 화물운송거리가 without case의 화물운송거리보다 단축됨으로써 발생하는 내륙수송비용의 절감효과를 의미한다. 즉 배후권역의 중심지를 기준으로 with 및 without case 각각의 경우에 대해서 이용항만에 대한 육상수송거리를 산정해야 할 것이다.

부산항, 광양항, 인천항 및 평택항 등 주요 항만에 대한 배후권역과의 수송거리를 산정한 결과는 <표 4-6>과 같다.

<표 4-6>

주요 항만과 배후권역의 수송거리

단위 : km

구분		부산항	광양항	인천항	평택항
서울		417.48	368.61	26.23	55.73
경기도	수원	393.85	344.98	33.67	64.76
	안성	361.51	317.25	85.28	23.7
	인천광역시	247.47	391.9	0	68.71
강원도	속초	449.4	606.14	335.37	349.06
	강릉	357.7	508.21	243.67	257.36
	동해	337.4	528.61	264.07	277.76

주요 항만과 배후권역의 수송거리(계속)

단위 : km

구분		부산항	광양항	인천항	평택항
충남	천안	341.54	285.97	160.1	55.21
	논산	333.21	203.93	242.14	137.25
	대전광역시	273.34	238.31	174.13	123.41
충북	청주	306.51	285.07	140.96	90.26
전남	목포	366.7	151.7	352.77	284.62
	광주광역시	239.72	82.98	308.92	251.27
전북	전주	335.89	179.15	236.51	155.1
경남	창원	37.34	119.4	404.01	346.36
	부산광역시	0	156.74	247.47	389.82
경북	구미	173.89	221.73	273.58	215.93
	대구광역시	122.64	204.98	324.83	267.18
	울산광역시	54.8	210.84	421.27	363.62

자료 : 건설교통부, 「고속국도·일반국도 구간거리표」, 2003.

## ② 단위수송비용 산정

우리나라의 경우 화물별 단위수송단가에 대한 통계를 계측하지 않기 때문에 화물종류별 단위수송단가를 산출하는 것은 사실상 어렵다. 다만 컨테이너의 경우 한국하주협의회에서 도로수송에 대한 물류요금을 발표하고 있으나 이는 시장가격으로 가변성이 높아 경제적 편익으로 산출하기에는 부적절하다.

따라서 도로부문 예비타당성조사 표준지침에서 제시하고 있는 차량운행비를 근거로 차량운행비용 절감효과를 산출하는 것이 적절한 것으로 판단되며, 항만물동량의 특성상 소형트럭보다는 8톤 이상의 대형트럭에 의한 수송이 일반적이므로 이를 기준으로 차량운영비를 산출하여 단위수송비용을 산정하였다. 인건비를 포함한 8톤 이상의 총차량운행비는 주행속도 60km를 가정할 경우 274.94원/km으로 나타났으며, 이를 단위수송비용지표의 대리변수로 활용하였다(<표 4-7> 참조).

&lt;표 4-7&gt;

## 대형트럭의 차량운영비

단위 : 원/km

구분	합계	연료비	엔진오일비	타이어비	유지관리비	감가상각비
10	524.26	54.69	9.24	1.89	22.13	173.78
20	439.03	36.63	8.35	2.99	23.58	147.04
30	363.13	28.37	7.45	4.25	25.03	129.22
40	307.74	26.95	6.56	5.82	26.61	109.17
50	278.98	30.43	5.96	7.71	29.39	95.80
60	274.94	34.94	5.37	9.59	31.44	85.77
70	275.20	42.40	5.07	11.64	35.31	77.98
80	285.82	58.05	4.47	14.47	38.70	71.29
90	318.72	60.86	5.07	17.30	42.93	65.28
100	346.19	72.57	5.67	20.76	45.96	60.82

자료 : 한국개발연구원, 「도로부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제3판)」, 2001.

## ③ 화물운송거리 단축효과 산출방법의 표준화

따라서 이러한 지표를 활용하여 항만개발사업에 따른 화물운송거리 단축효과  
의 산정방법은 식(21)과 같다.

$$B_j = \sum_j [(CL(WO)_j * CT(WO)_j) - (CL(W)_j * CT(W)_j)] \times N_j \dots \text{식(21)}$$

여기에서  $B_j$ 는 배후권역  $j$ 의 화물운송거리 단축에 따른 수송편익을,  $N_j$ 는 배후권역  $j$ 의 화물량을 각각 의미한다. 또한,  $CL(WO)_j$ 는 without case의 경우 배후권역  $j$ 와 기존 항만간의 거리,  $CL(W)_j$ 는 with case의 경우 배후권역  $j$ 와 기존 항만간의 거리,  $CT(WO)_j$ 는 without case의 경우 배후권역  $j$ 와 기존 항만간의 단위당차량운행비용 (원/km),  $CT(W)_j$ 는 with case의 경우 배후권역  $j$ 와 신항만간의 단위당차량운행비용 (원/km)을 각각 의미하고 있다.

따라서 항만개발사업에 의하여 단위 배후권역의 화물운송거리 단축효과와 편익을 합산하면 항만개발에 따른 전체 수송편익을 산정할 수 있으며, 이를 식으로 나타내면  $B = \sum_j B_j$  와 같다.



#### (4) 교통혼잡 완화효과

##### ① 교통혼잡비용의 정의

교통혼잡비용은 도로상에서 차량의 혼재로 인한 교통혼잡으로 화물차와 승용차, 버스 등의 서로 다른 주행능력과 차체크기를 가진 차량의 혼재가 심할수록 이들간의 통행마찰로 인해 차량의 속도가 감소하고 혼잡이 증가하게 된다.<sup>51)</sup>

교통혼잡은 도로의 유형에 따라 다른데 일반적으로 고속도로의 경우는 60km/시간 이하일 때를 혼잡으로 간주하고 고속도로는 40km/시간, 지방도는 30km/시간을 혼잡의 기준으로 사용하기도 한다.

일반적으로 교통혼잡비용은 크게 차량운행비용과 시간가치비용으로 구분되며, 차량운행비용은 다시 고정비와 변동비로 구성된다. 고정비에는 운전자의 인건비, 차량의 감가상각비, 보험료, 각종 제세공과금 등이 있고, 변동비에는 연료소모비와 차량의 유지정비비, 엔진오일비, 타이어마모비 등이 있으나 실제로 연료소모비를 제외한 나머지 항목들은 산출하기가 어려워 혼잡비용의 산출에 있어 변동비의 대부분은 제외된다.

시간가치비용은 교통혼잡으로 인하여 발생된 손실시간분의 비용으로서 이를 화폐단위화한 것으로 혼잡이 없을 경우에는 개개인의 경제활동 및 재화창출의 기회가 있으나, 혼잡에 의해 지체된 시간만큼 이러한 기회를 상실하므로 이에 대한 가치비용을 산출한 것을 의미한다.

현재 교통개발연구원에서는 도시부 혼잡비용과 지역간 도로의 혼잡비용으로 구분하고 있으나 본 연구에서는 항만화물의 특성을 감안하여 지역간 도로의 혼잡비용만을 고려하였다.

##### ② 교통혼잡비용의 산출방법

지역간 도로는 고속도로, 국도 및 지방도로 구분되며, 매년 건설교통부에서 발간하고 있는 교통통계연보의 조사지점을 대상으로 교통혼잡비용을 산출하였다. 지역간 도로의 혼잡비용 산출방법은 도로등급별 혼잡기준속도를 설정하고 조사지점별 도로용량분석과 차종별 교통량을 이용한 차량운행속도를 구하여 혼잡시 발생하는 교통혼잡비용을 산출하였다.<sup>52)</sup>

교통혼잡의 기준속도는 서비스 수준 C를 기준으로 하였다. 즉 고속도로의 경우

51) 황상규, 「도시교통혼잡지표의 개발 및 활용방안」, 교통개발연구원, 2002.

52) 김경진·안강기, 「2000 전국교통혼잡비용 산출과 추이분석」, 교통개발연구원, 2001.

4차선 이상에 대해선 80km/h, 2차선이상의 경우에 대해서는 70km/h를 기준으로 하였으며, 국도 및 지방도의 경우에는 60km/h를 기준으로 하였다.

교통혼잡비용을 산정하기 위하여 T는 통행시간, T0는 자유교통류의 통행시간, V는 교통량(배분교통량), C는 교통용량을 각각 의미한다고 할 때 도로상의 운행시간 산정방식은 식(22)와 같다.

$$\text{BPR 공식 : } T = T_0(1 + 0.15(V/C)^4) \quad \text{식(22)}$$

한편, S는 구간운행속도, L은 구간거리, T는 구간운행시간을 각각 의미한다고 할 때 차량운행속도의 산정함수는 식(23)과 같다.

$$S = L/T \quad \text{식(23)}$$

도로구간의 교통용량을 산출하기 위해서는 건설교통부의 도로용량편람에서 4차선 이상 고속도로에 적용하는 교통용량 산출식을 적용하였으며, 산정방법은 식(24)와 같다.

$$SF = C_j \times N \times F_w \times F_{hv} \quad \text{식(24)}$$

이때 SF는 시간당 양방향 교통용량(대수), C<sub>j</sub>는 시간당 최대교통량으로 2,200, N은 차선수, F<sub>w</sub>는 차선폭 및 측방여유 보정계수, F<sub>hv</sub>는 중차량 보정계수를 각각 의미한다.

혼잡시간대는 1일 10시간으로 가정하고, 혼잡시간대의 교통량은 전체 1일 교통량의 약 60%에 해당하는 것으로 가정하여 총 차량의 60%가 혼잡비용을 유발한다고 가정한다. 1일 혼잡시간대에 대한 차종별 연료소모량 및 시간비용을 산출하는 방법은 식(25)와 같다.

$$\begin{aligned} \text{1일 혼잡비용} = & \sum_i \sum_j \text{구간별교통량}_{ij} \times [\text{차종별 유류비}_j \times \text{운행속도 연료소모} \\ & \text{량}_j - \text{기준속도 연료소모량}] + (\text{시간당 운행비}_j + \text{재차인원}_j \times \text{평} \\ & \text{균시간가치비용}) \times (\text{운행시간}_i - \text{기준운행시간}_i) \times 0.6 \end{aligned} \quad \text{식(25)}$$

여기에서 i는 구간, j는 차종을 각각 의미한다.

### ③ 교통혼잡 완화효과

항만개발에 따른 교통혼잡 완화효과는 기존 항만의 화물이 신항만으로 전이되는 과정에서 유발되는 것으로 식(26)에 의하여 산출이 가능하다.

교통혼잡완화효과=(without의 1일 혼잡비용 - with의 1일 혼잡비용)×365

식(26)

### (5) 환적화물 유치효과

환적화물은 수출입 화물과 달리 항만시설 부족현상이 발생하면 유치할 수 없는 특성을 가지고 있기 때문에 충분한 항만시설을 확보하여 환적화물을 유치함에 따라 직·간접적으로 국내경제에 미치는 파급효과가 크다. 환적화물의 유치에 따른 고용증대, 지역경제에 미치는 파급효과 등과 같은 간접효과에 대해서는 지역경제 파급효과에서 분석하고 있기 때문에 항만개발사업의 경제적 타당성 평가를 위한 경제적 편익에서 제외하여 분석하는 것이 일반적이다.

따라서 환적화물의 유치에 따른 경제적 편익으로는 정부재정수입의 증대, 항만 운영사, 선사대리점, 선용품공급업체, 선박대리점 등 항만관련산업의 수입증대만을 고려하여 분석하였다.

#### ① 정부재정수입의 증대

환적화물의 유치에 따른 정부재정수입의 증대항목에는 접안료, 화물입출항료 및 선박입출항료 등을 들 수 있다. 화물입출항료는 해양수산부의 “무역항의항만 시설사용및사용료에 관한 규정”에서 제시하고 있는 금액을 단위당 가격으로 책정하는 것을 원칙으로 한다. 또한 정부가 항만활성화를 위하여 화물입출항료의 면제 또는 감면하는 경우에도 이를 고려하지 않는 것으로 전제하였으며, 본 연구의 사례분석에서는 TEU당 4,200원을 적용하였다.

접안료는 징수하는 기관이 해양수산부와 한국컨테이너부두공단으로 이원화되어 있기 때문에 이를 고려하여 최근 3개년의 평균치를 기준지표로 활용하는 것을 원칙으로 하였다. 컨테이너 전용부두의 경우 3년간의 징수실적과 처리실적을 기준으로 TEU당으로 환산하여 지표로 활용해야 할 것이다. 본 연구에서는 TEU당 1,163원을 적용하여 분석하였다.

선박입출항료도 접안료의 산정기준을 준용하여 지표를 산정해야 할 것이며, 본 연구에서는 TEU당 1,574원을 적용하였다(<표 4-8> 참조).

## ② 항만관련산업의 수입증대

우선 환적화물을 유치함으로써 직접적인 항만운영업체인 터미널운영사의 수입 증대를 고려할 경우 대부분의 수입은 비용을 포함한 시장가격으로 표시되기 때문에 외국의 컨설팅사인 Drewry<sup>53)</sup>에서 발표한 자료를 지표로 활용하였으며, 본 연구에서는 31,080원을 적용하였다.

관련서비스산업의 수입증대효과는 통계청의 “운수업통계조사보고서”를 참조하여 TEU당 순수입을 산정하여 지표로 활용하였다. 본 연구에서는 2,700TEU급 선박을 대상으로 분석한 결과 TEU당 9,164원의 관련산업에서 순수익이 발생하는 것으로 조사되어 이를 적용하여 분석하였다(<표 4-8> 참조).

<표 4-8>

환적화물 유치효과 산출방법

구분		산출방법	산출결과
정부재정 수입 증대	화물입 출항료	무역항의항만시설사용및사용료에 관한 규정	4,200원
	접안료	최근 3개년 평균징수실적/최근 3개년 평 균처리물량	1,163원
	선박입 출항료	(최근 3개년 평균 선박입출항료/최근 3개년 평균접안료)×TEU당 접안료	1,574원
항만관련산업의 수입증대	터미널운영사	-	31,080원
	관련 서비스산업	(입출항경비1)/척당평균 처리량×평균 수익률 <sup>2)</sup>	9,164

주 : 1) 접안료 및 선박입출항료 제외.

2) 항만관련서비스산업의 평균수익률.

## (6) 보관료 관련 절감효과

보관료 관련 비용절감효과는 over-storage 감소효과와 셔틀비용 감소효과로 구분할 수 있다.

### ① over-storage비용의 산정

over-storage비용은 해당 요금결정이 인가제에서 신고제로 바뀐 1999년부터 각 부두 운영사들이 인가제 당시의 가격을 기준으로 매년 비용이나 물가의 변화 등을 고려하여 자율적으로 결정하고 있어 각 항만 운영사들마다 요금체계가 다양하다.

53) Drewry, 「Global Container Terminals : Profit, Performance and prospects」, 2002.

따라서 산정당시 국내 부두운영사들의 요금을 종합적으로 고려한 평균가격을 기준으로 하였다. 또한, 적용 장치기간은 반입·반출화물의 평균 장치기간일수를 조사한 후 무료장치기간을 제외한 기간을 대상으로 하였다.

## ② 셔틀비용의 산정

셔틀비용은 Over-storage비용과 마찬가지로 트럭킹 등 운송회사들이 자율적으로 결정하고 있다. 따라서 셔틀비용을 산정할 때에는 산정당시 국내 운송회사들의 요금을 종합적으로 고려한 평균가격을 기준으로 해야 한다. 적용대상 화물은 수출·입 화물로 구분하여 부두별 직통관 화물을 제외한 나머지 화물을 셔틀비용 산정대상 화물량으로 한다.

## (7) 환경비용 절감효과

항만개발사업의 시행으로 발생하는 환경비용 절감효과는 NOx, PM, CO 및 HC 등과 같은 대기오염물질의 배출 감소를 계량화함으로써 측정이 가능하다. 물론 선박 및 자동차에서 모두 대기오염물질을 배출하는 것은 사실이지만 제3장에서 살펴본 바와 같이 해상수송에 의하여 발생하는 환경비용은 도로수송에 의하여 발생하는 환경비용보다 훨씬 저렴한 것으로 나타났다.

따라서 항만개발사업의 추진으로 수송패턴이 도로수송에서 해상수송으로 전환됨으로써 발생하는 환경비용 절감효과를 고려해야 할 것이다. 수송수단의 패턴전환에 의하여 발생하는 환경비용 절감효과를 계량화하기 위해서는 우선 수송수단별 배출량에 대한 단위당 배출원가를 산정해야 하므로 단위당 배출원가를 제시하면 <표 4-9~10>과 같다.

<표 4-9>

차종별 대기오염 원단위

단위 : 원/g

차종		CO	HC	NOx	PM	합계
승용차	자가용	0.4318	2.6082	2.4923	0	5.5323
	택시	0.12	0.9915	0.9088	0	2.0203
버스	소형	9.4757	133.131	7.7407	32.3288	182.6762
	중형	8.4402	22.2393	9.4667	22.5979	62.7441
	대형	1.5406	11.4624	1.2907	7.9584	22.2521
트럭	소형	6.9054	83.3957	7.3253	30.1151	127.7415
	중형	8.8937	23.4342	9.9754	23.8112	66.1145
	대형	0.987	8.3408	0.9692	5.9818	16.2788

자료 : 한국개발연구원, 「교통부문사업 예비타당성조사의 환경비용추정 연구」, 2002.

&lt;표 4-10&gt;

차종별 주행거리 기준 대기오염비용 원단위

단위 : 원/km

차종		CO	HC	NOx	PM	합계
승용차	자가용	0.5501	1.0094	0.7851	0	2.3446
	택시	0.3798	0.6871	0.5344	0	1.6013
버스	소형	5.4699	9.8926	7.5569	9.8926	32.812
	중형	5.4327	5.8378	2.3351	8.4064	22.012
	대형	5.9558	6.3998	2.5599	9.2158	24.1313
트럭	소형	5.395	9.7573	9.8735	9.7573	34.7831
	중형	5.7246	6.1515	2.4606	8.8581	23.1948
	대형	4.5926	4.935	1.9739	7.1064	18.6079

자료 : 한국개발연구원, 「교통부문사업 예비타당성조사의 환경비용추정 연구」, 2002.

항만개발사업에 따른 환경비용 절감효과를 산정시 적용하는 대상수송단위는 대형트럭을 기준으로 하며, 운송거리는 운송거리단축효과에서 제시한 거리지표를 준용하였다. 이러한 지표를 기준으로 항만개발에 따른 환경비용의 절감효과를 산출하는 방법으로 식(27)과 같다.

$$EB_j = \sum_j [(EL(WO)_j \times ET(WO)_j) - (EL(W)_j \times ET(W)_j)] \times N_j \quad \square \text{식(27)}$$

여기에서  $EB_j$ 는 배후권역  $j$ 의 환경비용 절감편익을,  $N_j$ 는 배후권역  $j$ 의 화물량을 각각 의미한다. 또한,  $EL(WO)_j$ 는 without case의 경우 배후권역  $j$ 와 기존 항만간의 거리,  $EL(W)_j$ 는 with case의 경우 배후권역  $j$ 와 기존 항만간의 거리,  $ET(WO)_j$ 는 without case의 경우 배후권역  $j$ 와 기존 항만간의 단위당환경비용(원/km),  $ET(W)_j$ 는 with case의 경우 배후권역  $j$ 와 신항만간의 단위당환경비용(원/km)을 각각 의미하고 있다.

따라서 항만개발사업에 의하여 단위배후권역의 환경비용 절감효과의 편익을 합산하면 항만개발에 따른 전체 환경비용 절감효과를 산정할 수 있으며, 이를 식으로 나타내면 식(28)과 같다.

$$EB = \sum_j EB_j \quad \square \text{식(28)}$$

### (7) 토지조성효과

항만개발로 인하여 새롭게 조성되는 용지의 경우 일반인들에게 분양하는 경우에는 인근지역의 공시지가 또는 분양가를 이용하여 신규로 조성된 부지의 편익을 산정할 수 있다.

그러나 항만배후물류단지로 조성하여 물류기업을 유치하고자 할 경우에는 배후물류단지 조성에 의하여 파급되는 경제적 편익을 별도로 산정해야 할 것이다. 즉 배후물류단지 조성에 의한 물동량의 추가 증가에 의한 편익, 외화유치를 통한 지역경제의 활성화 등으로 인한 경제적 편익을 별도로 산정하는 것이 필요하다.

## 제 5 장 경제적 비용항목의 표준화 가능성 검토 및 개선방안

### 1. SOC시설투자사업의 비용항목 및 산정방식

#### 1) SOC시설의 비용항목 비교

SOC 시설은 항만을 비롯하여, 도로, 철도(도시철도 포함), 공항, 복합화물터미널 등이 교통시설로서 분류되고 있다. 이들 각 부문에 대한 투자시 경제성분석을 위한 비용은 한국개발연구원에서 부문별 예비타당성조사 표준지침 연구를 통하여 일정한 범위를 설정하고 산정방식을 제시하고 있다.

비용항목은 크게 공사비, 용지보상비, 유지관리비 등으로 구분되며, 사업부문별 특성에 따라 항목별 구성내역과 산정방식이 약간씩 상이한데 이는 사업부문에 따라 일률적이거나, 개괄적인 산정이 불가능한 특수한 분야가 있기 때문이다. 항만의 경우 시공방법, 연약지반 처리방식에 따라 사업비용의 편차가 크기 때문에 타 시설에 비하여 일률적인 원단위 기준을 제시하기에는 많은 어려움이 있다.

#### 2) 타 SOC시설의 비용 산정방식 검토

##### (1) 공사비

도로부문의 경우, 공사비 산출은 구조물 설치구간과 그 외의 일반구간(토공구간)으로 구분하여 수행하며, 구체적으로 일반구간(토공부)공사비, 교량공사비, 터널공사비, IC 및 JC공사비, 영업소 건설비, 휴게소 건설비 등으로 구분하여 산출된다. 공사비 산출의 일반적인 기준은 최근 몇 년간 시행한 유사시설물의 실시설계시 적용했던 평균공사비(제잡비)를 기준<sup>54)</sup>으로 km당으로 산출하되, 부분적으로 물가수준, 시중노임단가, 건설표준품셈, 재정부 회계예규 원가계산에 의한 예정가격

---

54) 천안-논산간 고속도로, 중앙선, 서해안고속도로, 대전-통영간 고속도로, 대전남부순환도로, 중부내륙 고속도로 토공비를 분석하여 적용하고 있다.



작성기준 등을 고려하고 있다.

철도부문의 경우, 공사비는 본선공사비, 정거장공사비, 전철화 및 신호·통신·전력 공사비, 건축공사비 등으로 구분되는데 본선공사비는 설계자료의 평균값을 적용하되, 복선 및 단선에 따라 교량종류별, 터널종류별로 구분하여 제시한다. 정거장공사비의 경우 정거장을 기능별로 분류하여 표준화된 정거장의 시설규모를 산정한 후, 정거장 길이와 폭을 결정하여 개소 당 공사비를 산출하도록 하고 있다. 기타 공사비의 경우, 철도청의 내부자료를 토대로 산정하였으며, 기존 실적을 이용한 평균값을 제시한 것으로 판단된다.

공항부문의 경우 생애주기비용모형(Life Cycle Cost Model)을 이용하여 비용산정지침을 수립하고 있다. 타 부문과는 다르게 건설공사가 시작되기 전에 발생하는 계획 및 연구개발비<sup>55)</sup>를 별도로 하여 비용을 산정하고 있다. 토목공사비, 건축공사비, 항행 안전시설 공사비, 항공등화시설 공사비, 환경시설 공사비, 접근 교통관리 시스템 구축비용으로 구성된다. 기초단가 및 공종별 건설비 적용기준을 보면, 재료·자재 단가는 분석시점의 최근 물자자료를, 노임은 분석기준년도의 시중 주간 작업노임을, 장비단가 산정을 위한 유류대는 분석기준시점에 발행된 물가지의 대리점가를, 장비와 외국 수입장비의 경우 분석기준시점의 환율을 적용하고 있다. 토량 환산계수 및 기타 기준은 분석시점의 건설표준품셈을 적용하고 있다.

## (2) 용지보상비

도로부문의 경우, 지가공시법에 의해 제시된 감정평가를 거쳐 토지보상비를 산출한 후, 실거래가(표본조사를 통해 검증)를 반영하여 보정하도록 한다. 지장물이나 영농지 보상비는 용지보상비에 추가하도록 하고 고속도로 및 일반국도의 기준단가를 신설 및 확장시로 구분하여 제시한다. 기준단가 적용이 여의치 않을 경우 “공시지가의 4.17배의 가격”을 용지보상비로 추정하도록 권고<sup>56)</sup>하고 있으며 휴게소건설에 따른 용지보상비는 9.75억원을 제시하고 있다.

철도부문의 경우 용지보상비에 대한 기준단가를 제시하고 있으나, 대안으로서 “공시지가의 4.17배의 가격”을 용지보상비로 추정하도록 권고<sup>57)</sup>하고 있다.

55) 연구개발비, 각종 영향평가비용, 홍보비용 등을 포함하고 있으며, 일반적으로 공사비에 포함되는 설계·감리비를 계획 및 연구개발비항목에 분류하고 있다.

56) 공공교통시설 개발사업의 투자평가지침(건설교통부 2002-8호)에서는 공시지가의 3배를 적용하도록 하고 있다.

57) 그러나 공공교통시설 개발사업의 투자평가지침에서는 km당 기준단가를 명확하게 제시하고 있다.

공항부문의 경우 한국감정평가협회에서 조사한 표준지역 공시지가를 기준으로 부지 매입비를 적용하도록 제안하고 있으며, 항공기의 특성상 공항시설의 소음피해에 대하여도 피해의 정도에 따라 1종, 2종, 3종으로 구분한 후 각각에 대하여 보상비로 산정하도록 하고 있으며, 피해시설의 이전비용이나 피해를 방지·완충하는 시설의 건설에 필요한 비용을 산정하도록 제시하고 있다.<sup>58)</sup>

### (3) 설계비, 감리비 등 기타비용

도로부문의 경우, 설계비, 감리비 등 기타비용은 엔지니어링사업대가의 기준(과학기술부 공고)에서 제시하고 있는 공사비 비율에 의한 방식을 사용하거나, 설계·감리비를 공사비의 3%로 제시하도록 하고 있다.<sup>59)</sup>

철도부문의 경우, 엔지니어링사업대가의 기준(과학기술부 공고)에서 제시하고 있는 공사비비율에 의한 방식을 적용하며 공항부문의 경우, 설계·감리비에 대한 명확한 기준<sup>60)</sup>을 제시하고 있지 않다.

### (4) 유지관리비

도로부문의 경우, 고속도로는 표준지침에서 고려한 분석대상사업의 집행실적을 기준으로 한국도로공사에서 제시한 개통년도별 표준유지관리를 적용하도록 하고, 국도 및 지방도는 고속도로 총 유지관리비용의 25%, 도시지역 도로는 35%를 적용하도록 하고 있다. 그러나 도로유형, 도로특성, 기타 제반조건에 따른 구체적인 산정방법은 제시하고 있지 않다.

철도부문의 경우, 기존 실적자료를 기초로 역운영비, 구내운영비, 차량운행비, 궤도유지비용, 전철화구간 유지관리비 등에 대하여 고정비 또는 변동비적 성격여부를 판단한 후 경제성 분석시 적용할 유지관리비 수준을 제시하고 있다.

도시철도의 경우, 인건비, 동력비, 차량 및 시설유지보수비, 일반관리비로 유지관리비를 구분한 후 산출하도록 하되, 일반관리비(운영 및 사업관리비용)는 전체 운영비의 7~10% 정도로 계상하고 있다. 차량구입비 및 철도차량운행비는 별도로

58) 공공교통시설개발사업에관한 투자평가지침(건설교통부 2002-8호)에서는 수도권이나 광역시 주변 토지의 경우 공시지가의 150%를, 기타 지역에서는 공시지가의 200%를 적용하도록 하고 있다.

59) 설계·감리비를 공사비의 3%로 제시하도록 하는 것은 공공교통시설개발사업에 대한 투자평가지침(건설교통부 고시 2002-8호)에서 규정하고 있다.

60) 공공교통시설개발사업에관한 투자평가지침(건설교통부 2002-8호)에서는 엔지니어링진행법에 규정된 요율을 적용하도록 하고 있다.

산정하고 있으며, 도로부문과 달리 차량구입비<sup>61)</sup>를 비용에 포함시키고, 잔존가치를 고려하고 있다. 기존의 유지관리비를 유지관리비와 차량운행비를 분리하여 시스템의 유지관리에 해당하는 것은 유지관리비에 포함시키고, 차량운행과 관련된 비용은 철도 차량운행비<sup>62)</sup>로 별도로 산출할 것을 권고하고 있다.

공항부문의 경우 인건비, 재료비,<sup>63)</sup> 경비(간접비)<sup>64)</sup>가 주요 항목으로 제시되고 있다.<sup>65)</sup> 잔존가치를 고려하여 負의 비용으로 적용하고, 예비비의 경우 순공사비와 계획·연구개발비를 합한 사업비의 10%를 적용하도록 하고 있다.

### 3) 항만부문 비용 산정방식

항만투자사업은 정부(해양수산부), 민간투자법상 민간투자자, 항만법상 비관리청항만공사, 컨테이너부두공단에 의하여 수행되고 있다. 경제적 타당성 평가에서 적용하는 사업비용은 항만사업운영을 준비하기 위한 초기사업비와 운영기간중의 유지보수운영비로 구분되는데 초기 사업비는 조사비, 설계비, 공사비, 부대비, 보상비 등이 포함되고 운영기간 중 유지운영비는 사업의 운영시 발생하는 모든 비용이 포함된다.

경제성 분석은 사회적 측면에서의 편익과 비용을 고려하므로, 항만법에 제시되어 있는 건설이자, 시설의 기부채납에 대한 부가가치세, 이윤과 공사비에 포함되는 시공이윤 등은 이전지출로서 경제성 분석상 비용에 포함되지 않는다.

#### (1) 공사비

공사비는 항만기능의 역할수행을 위한 모든 시설물에 대한 건설비용을 포함한다. 기초준설, 안벽, 항로준설 등 토목공사비와 시설의 운영을 위한 운영건물 건축

61) 공공교통시설 개발사업의 투자평가지침(건설교통부 고시 2002-8호)에서는 여객, 화물, 객차, 화차로 구분하여 단가를 제시하고 있다.

62) 공공교통시설개발사업에관한 투자평가지침(건설교통부 고시 2002-8호)에서는 여객 및 화물의 운영비 원가는 유사 노선의 여객 및 화물의 연간 수송원가를 전체 수송량인 인·km, 톤km당 수송원가로 적용하도록 하고 있다.

63) 고장수리용 부속, 소도구, 윤활유, 방수제 등 시스템 유지보수에 소요되는 품목이다.

64) 전기, 가스, 유류, 수도 등 공익설비의 이용비와 시설의 운영을 위해 소요되는 여비 및 교통비 등을 포함하고 있다.

65) 공공교통시설개발사업에관한 투자평가지침(건설교통부 2002-8호)에서는 유지관리비 산정을 분석대상 공항과 유사한 기존공항의 과거 유지관리비를 토대로 포장면적·m당 유지관리비를 산출한 후 추세연장법을 이용하여 기준년도의 유지관리비를 산정하도록 하고 있다.

비와 하역장비비 등 상부시설공사비가 포함된다. 이런 공사비는 『국가를당사자로 하는계약에관한법률시행령』 제9조의 규정에 의한 재료비·노무비·경비·일반관리비 및 이윤으로 구성된다. 그러나 재료비 등의 매입부가가치세와 이윤은 이전 지출로서 공사비 산정시 제외한다.

항만개발사업의 공사비는 지형, 지물, 수심, 파고 등 자연지리적 환경과 시공방법에 따라 많은 편차를 보이고 있어 일률적인 원단위로 제시하기가 어려워, 항만개발전문업체가 산출한 공사비를 산출기준으로 하고 있다. 이 경우 건설재료 및 자재단가기준, 노임단가기준, 장비단가기준은 『건설표준품셈』을 이용하는 것이 타당하나, 예비타당성 수준에서는 인근지 또는 유사지역 사업비 등을 근거로 하여 개략적으로 산정하고 있다. 환율은 분석시점의 환율을 적용한다.

## (2) 조사·설계·감리비

조사비는 항만공사의 시행을 위한 측량비 등 기타 조사비로서 공사비에 포함되지 않은 비용을 의미하며, 설계비는 항만공사의 시행을 위한 설계에 소요되는 비용을 의미한다. 조사설계비는 엔지니어링진흥법 제10조의 규정에 의하여 과학기술부에서 공고한 「엔지니어링사업대가의 기준」을 준용하여 공사비 금액 및 추가업무 비율 및 부가가치세를 합산하여 산정하나 경제성 분석시 부가가치세는 포함하지 않는다.

설계·감리비 효율은 기획 및 설계의 난이도, 비교설계의 유무, 도면 기타 자료작성의 복잡성, 제출자료의 수량 등에 따라 조정할 수 있다.<sup>66)</sup> 공사비 금액에 의한 방식을 적용하는 건설부문의 기본설계, 실시설계, 공사감리업무 단위별 효율은 다음과 같다(<표 5-1> 참조).

한편, 공사비가 효율표의 각 단위 중간에 있을 때의 효율은 직선보간법에 의하여 식(29)와 같이 산정한다.<sup>67)</sup>

$$y = y_1 - \frac{(x - x_2)(y_1 - y_2)}{(x_1 - x_2)} \quad \text{식(29)}$$

여기에서  $x$ 는 당해금액,  $x_1$ 는 큰 금액,  $x_2$ 는 작은 금액,  $y$ 는 당해공사비효율,  $y_1$ 은 작은금액 효율  $y_2$ 는 큰금액 효율을 각각 의미한다.

66) 엔지니어링사업대가의 기준(과학기술부 공고 제2001-116호) 제9조.

67) 엔지니어링사업대가의 기준(과학기술부 공고 2001-116호) 제12조.

&lt;표 5-1&gt;

## 건설부문의 단계별 효율

단위 : %

공사비 \ 효율	업무별 효율(%)			
	기본설계	실시설계	공사감리	계
500억원 이하	1.19	2.39	1.33	4.91
1,000억원 이하	1.18	2.35	1.30	4.83
2,000억원 이하	1.16	2.32	1.28	4.76
3,000억원 이하	1.15	2.29	1.25	4.69
5,000억원 이하	1.13	2.27	1.23	4.63

자료 : 과학기술부, 엔지니어링사업대가의 기준 공고 제2001-116호(2001. 12. 31 개정공고)

주 : 1) 효율표 상으로는 1천만원 이하부터 단계별로 효율이 제시되어 있으나, 항만공사의 경우 500억원 이상 소요되는 공사가 많은 것을 감안하여 작성.

2) “공사감리”는 비상주 감리를 의미함.

그리고, 공사비가 5,000억원을 초과할 경우 적용되는 효율은 식(30)에 의하여 산정한다.<sup>68)</sup>

$$\text{사업효율} = \frac{[\text{기술자의 평균급여액} \times \text{기술자의 소요인원}(1 + \text{제비율})] \times 100}{\text{공사비}} \quad \square \text{식}(29)$$

추가업무범위에 대하여는 실제 업무수행에 소요되는 비용만큼은 별도로 계산하여 합산하며, 업무범위 및 추가업무범위는 아래와 같다(<표 5-2 ~ 3> 참조).<sup>69)</sup>

&lt;표 5-2&gt;

## 항만투자사업의 공사비 효율비율 적용범위

구분	업무범위
기본설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 주요설계수행 지침</li> <li>- 실시설계에 필요한 자료의 수집 및 정비</li> <li>- 설계요강의 결정</li> <li>- 설계지침의 작성</li> <li>- “기본설계등에관한세부시행기준”에서 정하는 사항</li> </ul>

68) 엔지니어링사업대가의 기준(과학기술부 공고 2001-116호) 제13조.

69) 엔지니어링사업대가의 기준(과학기술부 공고 2001-116호) 제10조.

**항만투자사업의 공사비 요율비율 적용범위(계속)**

구분	업무범위
실시설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기본설계 또는 계획의 검토</li> <li>- 실시설계에 필요한 자료의 수집 및 정비</li> <li>- 설계요강의 결정</li> <li>- 도면 및 계산서 작성</li> <li>- 설계지침의 작성</li> <li>- 도면 및 계산서 작성</li> <li>- 시방서 및 예정공정표 작성</li> <li>- 공사수량산출 및 공사비 내역서 작성</li> <li>- “기본설계등에관한세부시행기준”에서 정하는 사항</li> </ul>
공사감리	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시공계획 및 공정표 검토</li> <li>- 시공자가 작성한 시공도 검토</li> <li>- 시공자가 제시하는 시험성과표 검토</li> <li>- 공정 및 기성고 사정</li> <li>- 준공도 검토</li> </ul>

주 : 엔지니어링사업대가의 기준(과학기술부 공고 제2001. 116호) 제8조.

<표 5-3>

**항만투자사업의 추가업무범위 및 소요비용의 범위**

구분	추가업무 및 소요비용의 범위
추가업무 비용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 각종 측량</li> <li>- 각종 조사, 시험 및 검사</li> <li>- 공사감리를 위하여 현장에 근무하는 기술자의 제비용</li> <li>- 위탁자의 요구에 의하거나 기타 수탁자의 책임에 귀속되지 아니하는 사유로 인한 계획의 변동과 같은 추가업무가 부가되었을 때의 비용</li> <li>- 주민의견 수렴 및 각종 인·허가에 필요한 서류작성</li> <li>- 모형제작, 투시도 또는 조감도 작성</li> <li>- 보고서 작성 및 인쇄비</li> <li>- 용지도 작성비 및 보상물 작성비(용지비 및 보상물 감정업무제외)</li> <li>- 계약체결시 과업지시서상의 수량을 초과하여 발주청이 별도로 요구하는 설계도서의 인쇄비 및 복사비</li> <li>- 건설기술관리법 제21조 제4항의 규정에 의한 비용 중 계약상대자의 과실로 인하여 발생한 손해에 대한 손해배상보험료 또는 손해배상 공제료</li> </ul>

한편, 건설교통부가 고시한 “공공교통시설개발사업에 관한 투자평가지침”<sup>70)</sup>에서는 엔지니어링대가의 기준에서 제시하고 있는 것과 달리, 기본설계의 설계 및 감리비의 비율을 줄이고, 실시설계의 업무별 설계·감리비의 비율을 높여 타당성 평가시 적용하도록 하고 있으며, 또한 적용대상시설도 무역항으로 한정하고 있다(<표 5-4> 참조).

<표 5-4> 평가지침상 건설부문의 설계 및 감리비 요율

공사비 요율	업무별 요율(%)			
	기본설계	실시설계	공사감리	계
500억원	0.88(1.19)	2.70(2.39)	1.33	4.91
1,000억원	0.87(1.18)	2.66(2.35)	1.30	4.83
2,000억원	0.85(1.16)	2.63(2.32)	1.28	4.76
3,000억원	0.84(1.15)	2.60(2.29)	1.25	4.69
5,000억원	0.83(1.13)	2.57(2.27)	1.23	4.63

주 : 괄호안은 엔지니어링대가의 기준상 요율임

### (3) 부대비

부대비는 환경영향평가비와 교통영향평가비 및 시공감리비 등을 포함한다.

### (4) 보상비

보상비는 부지매입과 관련된 모든 비용이 포함되는데 그 대상은 토지매입비, 지장물 보상, 임차, 지역권, 광물취득권, 어장 등이다. 단 어업보상비의 경우 산업법 등 관련법률에 규정된 보상기준을 준용한다. 기 취득된 물건은 시장가격이나 공시지가 등을 이용 가격을 산정하고 한국감정평가협회에서 조사한 표준지역 공시지가를 기준으로 용지매입비를 적용하는 것을 원칙으로 하되, 실 거래가(표본조사를 통한 검증)를 반영하여 보정한다.

70) 동 지침은 공공교통시설개발사업의 타당성평가지 적용하는 교통수용의 추정과정·평가항목 및 평가방법 등에 대한 교통투자 관련 표준화된 지침으로서, 교통체계효율화법 제10조 및 동법시행령 제7조에 의하여 작성되어 2001. 1. 18 건설교통부장관 명의로 고시되었다. 그러나 엔지니어링대가의 기준과 다른 점은 동 지침은, 총 사업비가 100억원이상일 경우에 적용하나, 엔지니어링대가의 기준은 공사비를 기준으로 하고 있다. 아울러 동 지침의 경우 적용 대상시설의 범위를 한정하고 있다.

### (5) 유지운영비

유지운영비는 유지보수비와 관리운영비로 구분된다. 유지보수비에는 각 구조물 및 시설의 유지보수비 외에 항로 및 박지의 유지준설비가 포함된다. 시설에 대한 유지보수비는 적기 유지보수에 따른 원활한 시설관리 및 항만시설현대화에 따른 항만생산성 제고 비용을 말하며, 유지준설비는 항내 유지준설에 따른 입·출항선박의 안전 도모 및 항만운영 효율성 제고를 위해 투입되는 비용을 말한다.

유지운영비 산정을 위해서는 자산별 연간 유지보수비율과 운영비비율을 산정하여야 하나 개별적 산정이 어렵고, 시설물 관리운영비 역시 산출하기가 어려운 실정이다. 다만, 시설물 관리운영비의 경우 컨테이너부두는 컨공단의 관리운영비를 통하여 산출할 수 있다. 이런 상황을 고려하여 유지운영비를 과거 적용사례 및 해외사례를 참조하여 일률적으로 사업단계별 투자누계액의 일정비율(2%)을 적용하고<sup>71)</sup>, 단계별 공사 중에는 발생하지 않고 단계별 공사가 완료되어 운영이 시작되는 때부터 발생하는 것으로 한다. 다만, 총 사업비중 설계비와 보상비, 준설공사비를 제외한 금액에 대해서만 적용한다. 유지준설비는 별도로 산출하며(매년도 유지준설량×단위당비용), 하역장비교체비는 최초 장비의 내구연한이 다하는 시점에서 동일한 비용을 산정하여 적용한다.

## 2. 공사비의 표준화 가능성 검토

### 1) 표준화의 필요성

공사비는 『국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률시행령』 제9조의 규정에 의한 재료비·노무비·경비·일반관리비 및 이윤으로 구성되는데 이 중 이윤 및 매입 부가가치세는 이전지출로서 경제성 분석시 비용항목에 포함되지 않으며 토목공사비(매립 및 기초준설, 안벽 등), 상부시설공사비(건축물, 포장, 하역장비 등)등으로 구분된다.

항만공사비에는 항만 기능의 역할 수행을 위한 모든 시설물에 대한 건설비용이 포함되는데 항만 건설을 위한 토목공사비와 건설 후 시설의 유지관리를 위한 유지

71) 공공교통시설개발사업의 투자평가지침(건설교통부 고시 2002-8호)에서는 유지보수비의 적용비율을 3%까지 허용하고 있다.



관리비, 시설의 운영을 위한 건물 건축비와 하역 장비비등 상부 시설 공사비가 포함된다. 이중 토목 공사비는 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령」 제 9조의 규정에 의한 재료비, 노무비, 경비, 일반 관리비, 이윤으로 구성되며 이중 재료비, 노무비, 경비에 대해서는 「건설 표준 품셈」을 이용 건설재료 및 자재단가기준, 노임단가기준, 장비단가기준을 정하고 공사 수량을 산정한 후 토목공사비를 산출하는 것을 원칙으로 하고 있다.

토목 시설물 완공 후 유지관리를 위한 유지관리비는 구조물의 용도, 특성, 재료 등에 따라 차이가 있어 일률적으로 같은 비율을 적용키는 어려우므로 구조물 특성에 따라 차등적으로 유지관리비를 계상하는 것이 바람직하다. 그러나 대개의 경우 UNTAD 보고서에서의 토목구조물별 유지관리비 산정율을 적용하고 있다.

상부시설 공사비는 항만시설물 중에 운영을 위한 건축물과 하역 장비비가 주류를 이룰 것으로 판단되나 주로 건축물은 항만 배후부지 조성시 포함되며 하역장비비는 안벽 시설물 중 전용화된 부두에 국한된다고 할 수 있다. 즉 항만 사업비중 유지관리비와 상부시설 공사비는 구조물의 사용 용도가 정해지면 기준에 따른 일정 비율 또는 견적 등에 의한 시설비를 적용하면 되므로 토목 공사비에 비해서는 일반화되어 있어 적용상 어려움은 없다.

그러나 토목 공사비의 경우는 지역과 지형, 수심, 파고, 지반 등의 환경조건과 시공방법에 따라 많은 차이가 있으므로 일률적으로 공사비 단가를 반영하기가 어렵다. 더욱이 앞에서 설명한 「건설 표준 품셈」을 이용한 공사비의 산출은 어느 정도 기본설계 또는 실시설계가 수행된 상태에서 적용되는 공사비이므로 예비 타당성 조사 단계에서와 같이 공사와 관련된 도면 또는 수량 산출이 되어 있지 않을 경우 적용이 불가능하다.

따라서 본 서에서는 경제성 분석에서의 개략적인 항만공사비의 추산을 위해 다음과 같은 방법을 이용하여 항만 구조물별 토목공사비에 대한 표준비용구간을 설정하고자 한다.

## 2) 방법론

항만공사비의 표준비용구간 설정을 위한 전제조건으로 항만구조물을 안벽, 방파제, 호안으로 구분하였고, 우리나라 지역의 특성을 고려해 서해, 남해, 동해로 지역을 분류해 설계사례와 공사사례를 조사하였다. 공사비와 관련한 지역별 특성

을 살펴보면 서해의 경우는 파고가 적고 지반이 실트질 모래인 반면 조위 차가 크며, 남해는 조위 차는 적으나 연약층이 깊게 분포하고 있고, 동해의 경우 지반 조건은 모래질로서 매우 양호하나 수심이 깊고 파고가 큰 특징이 있다.

사례조사는 전국적으로 서해 19개소, 남해 16개소, 동해 10개소를 대상으로 하여 이들에 대한 공사비 자료를 이용하여 안벽, 물양장, 호안 등 항만시설별 사업비를 추계하였다(<표 5-5> 참조). 또한 연약층의 존재 유무 및 연약층 두께에 따라 공사비의 차이가 크게 발생되므로 수심조건을 고려한 구조물별 사업비를 추산하였다.

&lt;표 5-5&gt;

공사비 추정 사례대상지역 개소

구 조 물	서 해	남 해	동 해
안 벽	5개소	5개소	2개소
물 양 장	4개소	4개소	2개소
방 파 제	2개소	4개소	4개소
호 안	8개소	3개소	2개소

안벽에 대한 구조형식은 케이슨식, 콘크리트블럭식, 잔교식등으로 구분하였고 특히 공사비에 영향이 큰 지반처리공법의 유무를 조사·분석하였는데 지반처리는 사석강제치환, 모래다짐말뚝(SCP), 중공블록 매설치환, 교반혼합처리(DCM)로 구분 정리하였다. 사례 조사된 보고서상의 추정공사비는 모두 2003년 가격 기준으로 환산하였다.

### 3) 구조물 분야별 공사비 단가 검토

#### (1) 안벽 공사단가 검토

서해, 남해, 동해지역으로 구분하여 현재 시설되어 있거나 설계 되어있는 각 지역의 안벽 m당 공사비 조사결과는 <표 5-6>과 같다. 각 지역별, 안벽규모별로 구분하여 안벽공사에 소요되는 m당 공사비 조사자료를 분석한 결과 서해안 2~3만 톤급의 경우 m당 공사비는 개략 92~95백만원 정도이며, 5만톤급의 경우는 139백만원으로 조사되었다(<그림 5-1> 참조).

&lt;표 5-6&gt;

## 안벽 공사비(m당 단가)

단위 :백만원

구 분		구조형식	공사비	기초처리공법	지역
서 해	2만톤급	케이슨식	92	기초굴착	평택
	3만톤급	케이슨식	94	기초굴착	목포
		케이슨식	95	기초굴착	인천
		잔 교 식	139	파일근입	인천
	5만톤급	케이슨식	156	기초굴착	당진
남 해	2만톤급	콘크리트 블럭식	44	기초굴착	진해
		콘크리트 블럭식	54	기초굴착	제주
		콘크리트 블럭식	113	DCM공법 (H=22m)	광양
	5만톤급	잔 교 식	172	파일근입	부산
	8만톤급	케이슨식	223	SCP공법 (H=28m)	부산
	동 해	3만톤급	콘크리트 블럭식	31	기초굴착
2만톤급		콘크리트 블럭식	61	기초굴착	울산

주 : 1) 기초굴착 : 구조물 설치 지반을 굴착하여 기초 마운드를 조성하는 방법.

2) DCM(Deep Cement Mixing) 공법 : 연약지반에 고압으로 시멘트를 주입하여 지반을 강화하는 공법.

3) SCP(Sand Compaction Pile)공법 : 연약지반에 다짐모래 기둥을 조성하여 지반을 강화하는 공법.

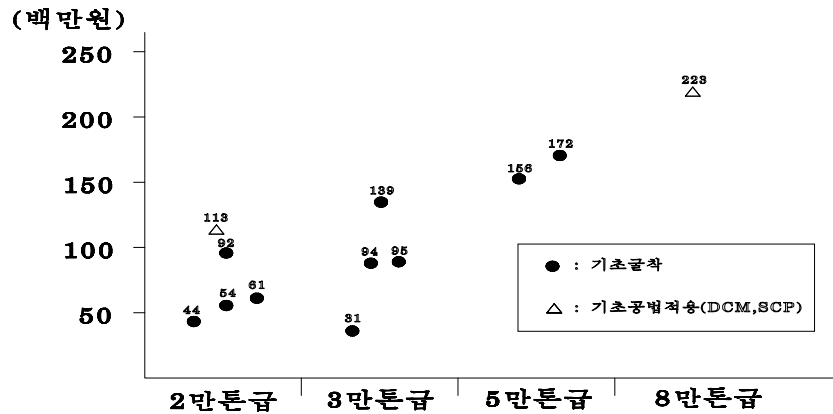
남해안의 경우는 기초처리공법을 적용하지 않은 경우는 44 ~ 54백만원 정도이며, 기초처리공법을 적용하는 경우에는 113 ~ 223백만원으로 연약지반의 유무에 따라 개략 2배에서 4배까지 공사비가 증가하는 것으로 조사되었고, 동해안의 경우는 지반조건이 서해와 남해에 비해 양호하여 31 ~ 61백만원 정도로 가장 작게 소요되는 것으로 조사되었다.

조사결과 서해와 동해지역의 경우는 연약지반상에 안벽을 건설하는 경우가 별로 없었고 대부분 기초굴착 공법을 시행하는 것을 알 수 있었다. 연약지반처리를 고려하지 않을 경우 안벽 1m를 건설하는데 소요되는 공사비는 동해, 남해, 서해의 순으로 증가하는 것을 알 수 있는데 이는 서해지역이 조차가 커 케이슨 등 구조물의 크기가 타지역보다 훨씬 크기 때문이다.

연약지반 처리공법을 적용하는 시설은 대부분 남해안 지역에 분포되어있고 지반처리를 하지 않을 경우에 비해 소요공사비가 크게 증가하여 8만톤급의 경우 m당 최대 223백만원까지 소요되는 것으로 조사되었다.

&lt;그림 5-0&gt;

등급별 안벽 공사비 분포도



## (2) 방파제 공사단가 검토

방파제 공사비의 경우 해당지역의 파랑조건에 가장 큰 영향을 받는다. 또한 안벽과 같이 연약지반의 유무 즉 기초처리공법 적용 여부가 공사비에 큰 영향을 미친다. 조사결과 파고의 크기에 따라 다소 차이는 있으나 방파제 공사비는 남해안 지역이 가장 많이 소요되며 동해안과 서해안은 유사한 것으로 분석되었으며 연약지반처리를 할 경우 파고 크기에 상관없이 공사비가 크게 증가함을 알 수 있다 (<표 5-7> 및 <그림 5-2> 참조).

&lt;표 5-7&gt;

방파제 공사단가(m당 단가)

단위 : 백만원

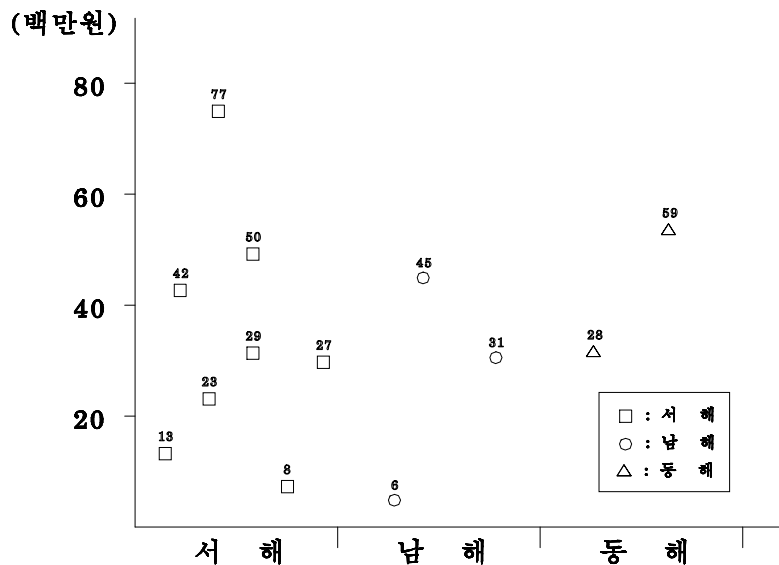
구분	구조형식	파랑조건	공사비	기초처리	비고
서해	사석경사제 + T.T.P 피복	H=4.8m	85	무처리	군산
	"	H=4.2m	90	강제치환	새만금
남해	"	H=2.8m	31	무처리	거제
	"	H=6.3m	103	무처리	제주
	"	H=4.0m	132	SCP 개량(H=30m)	여수
	"	H=7.0m	147	무처리	제주
동해	"	H=1.5m	10	무처리	강문
	"	H=6.4m	90	무처리	울릉도
	"	H=8.0m	94	무처리	삼척
	"	H=6.1m	366	SCP 개량(H=20m)	울산

주 : 1) 강제치환 : 연약지반에 사석을 투하하여 연약지반을 사석으로 치환하는 방법.

2) 토질상황에 따라 다를수 있으나 연약층 깊이가 일정수준 (약10m)이상일 경우는 지반개량이 반드시 필요.

&lt;그림 5-1&gt;

지역별 방파제 공사비 분포도



그런데 서해지역이 파고가 비교적 작음에도 불구하고 동해지역과 유사한 공사비를 나타내는 것은 비록 파고의 크기는 동해에 비해 작지만 조위 차가 커 구조물이 타지역에 비해 큰 것을 사용해야 하기 때문으로 판단된다.

### (3) 호안 공사단가 검토

우리나라의 호안시설은 대부분 사석경사제로서 각 지역별 m당 공사비 조사결과를 분석하면 제체높이에 따라 공사비가 크게 변화되는 것을 알 수 있다. 즉 구조형식이 호안외곽에 T.T.P등을 피복하지 않은 경우는 대부분 호안제체의 높이에 영향을 받는다고 분석할 수 있다.

서해안의 경우 일반적으로 m당 20~30백만원 정도이나 제체높이가 20m까지 올라갈 경우는 m당 50~70백만원까지 상승할 수 있다. 남해의 경우도 마찬가지로 적게는 6백만원에서 30백만원까지 공사비가 분포되며 기초처리를 할 경우 45백만원에 이르는 지역도 있는 것으로 파악되었다(<표 5-8> 및 <그림 5-3> 참조).

&lt;표 5-8&gt;

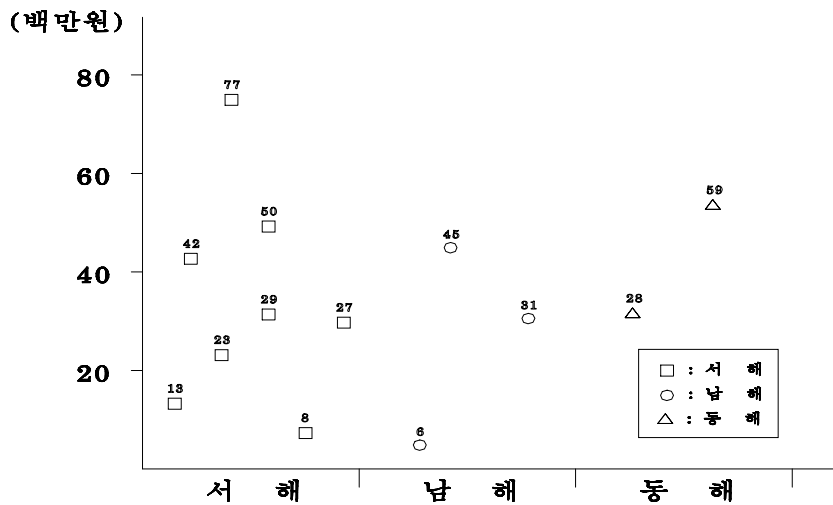
호안 공사단가(m당 단가)

단위 :백만원

구분	구조형식	제체높이	기초처리	공사비	지역
서해	사석경사제	4.5m	강제치환식	8	목포
	사석경사제	7.4m	강제치환식	13	인천
	사석경사제	10.0m	강제치환식	27	목포
	사석경사제	11.5m	강제치환식	23	군산
	사석경사제	11.6m	강제치환식	29	당진
	사석경사제	15.0m	강제치환식	42	인천
	사석경사제	18.7m	강제치환식	50	보령
	사석경사제	21.5m	강제치환식	77	인천
남해	사석경사제	7.5m	강제치환식	6	진해
	사석경사제	12.5m	강제치환식	45	부산
	직립식 (콘크리트블럭)	9.0m	기초굴착	31	부산
동해	사석경사제+ 콘크리트 블럭		무처리	28	목호
	사석경사제+ T.T.P 피복		무처리	59	울산

&lt;그림 5-2&gt;

지역별 호안 공사비 분포도



#### (4) 물양장 공사단가 검토

물양장은 주로 어항지역에 설치되는 구조물로서 안벽에 비해서는 공사규모가 작다. 물양장 건설에 소요되는 m당 공사비는 지반개량 공법을 적용하지 않은 경우는 지역 구분없이 대략 비슷한 분포를 이루고 있다. m당 공사비는 대략 8백만원에서 26백만원의 분포를 이루고 지반개량시는 35~56백만원까지 소요되는 것으로 조사되었는데 안벽에 비해 공사비가 작은 이유는 어항에 설치되는 구조물로 시설 자체가 소규모이기 때문이다(<표 5-9> 및 <그림 5-4> 참조).

&lt;표 5-9&gt;

물양장 공사비(m당 공사단가)

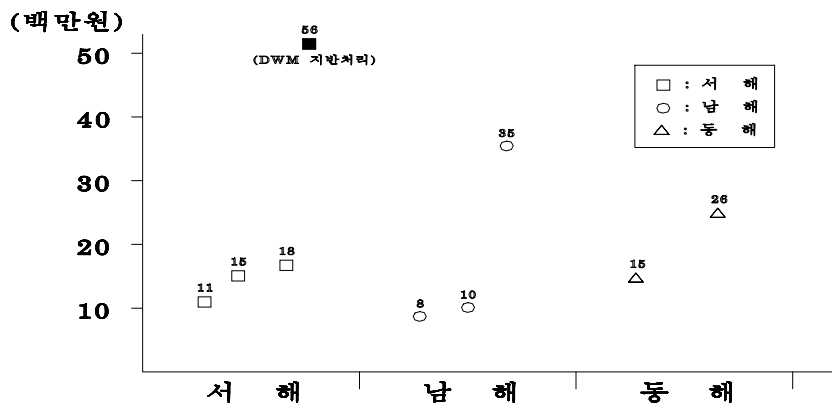
단위 : 백만원

구 분	구조형식	기초처리	공사비	지역
서해	콘크리트블럭식	기초굴착	11	신안
	콘크리트블럭식	기초굴착	15	영광
	콘크리트블럭식	기초굴착	18	고양
	콘크리트블럭식	DWM 공법	56	군산
남해	콘크리트블럭식	기초굴착	8	거제
	콘크리트블럭식	기초굴착	10	통영
	소파블럭식	기초굴착	10	제주
	콘크리트블럭식	기초굴착(H=10m)	35	부산
동해	콘크리트블럭식	기초굴착	15	주문진
	콘크리트블럭식	기초굴착	26	포항

주 : DWM(Deep Wing Mixing) 공법 : 연약지반에 고압으로 시멘트를 주입하여 지반을 강화하는 공법.

&lt;그림 5-3&gt;

지역별 물양장 공사비 분포도



### 3. 구조물별 표준비용구간 설정

본 연구에서는 가정된 표준단면을 기준으로 동해, 남해, 서해 등 지역 구분없이 콘크리트 블록식, 사석경사제식 등의 표준단면을 대상으로 하여 강제치환, 모래말뚝공법, 중공매설치환공법 등 연약지반처리공법을 사용하는 경우에 대하여 연약층두께, 수심조건에 따른 공사비를 추산하였으며 그 결과는 <표 5-10> ~ <표 5-13> 과 같다.

&lt;표 5-10&gt;

안벽 공사비

지반조건	수심조건	공사비	비고
연약층두께가 10m이하	DL (-)5.0미만	3,100 ~3,300만원	
연약층두께가 10m이상	DL (-)5.0이상	4,000 ~4,800만원	
연약층두께가 30~50m	DL (-)5.0이상	8,000 ~8,300만원	

&lt;표 5-11&gt;

안벽 공사비(20,000~50,000DWT)

지반조건	수심조건	공사비	비고
연약층두께가 10m이하	DL (-)5.0미만	3,700 ~4,000만원	
연약층두께가 10m이상	DL (-)5.0이상	4,800 ~5,800만원	
연약층두께가 30~50m	DL (-)5.0이상	9,600 ~10,000만원	

주 : 20,000DWT급 공사비에 20% 할증율 적용.

&lt;표 5-12&gt;

안벽 공사비(50,000DWT 이상)

지반조건	수심조건	공사비	비고
연약층두께가 10m이하	DL (-)5.0미만	6,200 ~6,600만원	
연약층두께가 10m이상	DL (-)5.0이상	8,000 ~9,600만원	
연약층두께가 30~50m	DL (-)5.0이상	16,000 ~16,600만원	

※ 20,000DWT급 공사비에 100% 할증율 적용



&lt;표 5-13&gt;

방파제 공사비

지반조건(연약층두께)		수심조건	공사비	비고
사석 경사제	10m이하	DL (-)5.0이하	3,100 ~ 4,700만원	
	20m이하	DL (-)5.0이상	7,600 ~ 11,000만원	
	30m이하	DL (-)5.0이상	11,200 ~ 13,300만원	
	30~50m	DL (-)5.0이상	17,200 ~ 18,000만원	
직립제	10m이하	DL (-)20.0미만	15,700 ~ 18,200만원	
	20m이하	DL (-)20.0미만	18,900 ~ 24,000만원	

동 자료는 실제 시공, 설계된 구조물의 공사비 조사 자료와는 달리 표준단면을 가정하고 각 연약지반 처리공법별 비교공사비를 산출한 결과로서 지역적 구분없이 개략적인 m당 공사비를 추정할 수 있는 자료이다.

방파제, 안벽, 호안 등의 항만시설물이 장래에는 점점 더 열악한 지역에 들어설 가능성이 높고 이에 따라 대부분 연약지반처리를 수반하게 될 것이므로 동 자료를 통해 개략적인 공사비 소요규모를 추정할 수 있을 것으로 판단된다.

## 4. 운영유지비 적정성 검토

### 1) 검토의 기본방향 및 검토범위

본 연구에서는 그 동안 항만분야에 대한 경제적 타당성 검토 시 비용항목 중 하나인 유지운영비 산출 시 적용하고 있는 단계별투자액의 2%에 대하여 적정성 여부를 검토하기로 한다. 물론, 정확한 운영유지비율을 산정하기 위해서는 자산별로 연간 유지보수비율과 운영비비율을 산정 하여야 하나, 우리나라의 경우 투자된 시설별로 연도별 운영유지비율을 산정 할 수 있는 과거의 자료를 구하기가 어려운 실정이다.

따라서 본 연구에서도 정확한 비율을 산정하기 보다는 항만시설에 대한 자본가치를 추정하고 이에 대하여 현재 투자되고 있는 유지보수비용을 고려함으로써 현재 경제성분석에서 적용하고 있는 유지보수비율의 적정성을 검토하고자 한다.

한편, 본 연구에서 사용하게 될 유지운영비는 국가가 하나의 항만시설을 준공하고 평온하게 사용하게 될 경우에 발생하게 되는 부두 관리 및 운영비로서 개념정

의를 한다. 일반적으로 TOC나 비관리청항만공사를 통한 민간사업자의 부두운영 시 화물의 운반 및 이송 등 사업의 결과 발생하는 유지비용은 운영수익의 일환으로서 고려되는 것으로서 재무성분석시 적용될 수 있으며 경제적 타당성 분석시 적용되는 유지운영비와는 개념적인 차이를 보인다고 할 것이다.

이런 의미에서 유지운영비는 정부가 발생시키는 기본적인 시설의 유지 및 운영에 대한 비용을 중심으로 분석을 하게 될 것이다. 장비비 등은 별도로 산출하게 되므로 본 연구에서의 유지운영비 수준에서는 고려할 필요가 없을 것이다.

이러한 사정을 고려하여 본 연구에서는 항만분야에 대한 총 자본스톡량을 추정한다. 그리고 별도로 순 자본스톡량을 아울러 추정하고, 이들에 대해 연도별 정부의 유지보수예산을 기초로 유지운영비의 적정성 수준을 분석한다.

한편 본 연구에서 추정하게 될 총 자본스톡량 및 순 자본스톡량은 연도별 항만 투자액을 기본으로 하여 산출하므로 단계별 투자액을 기준으로 적용하고 있는 유지운영비 수준에 대한 대체비교 기준으로서 사용해도 무방하다고 판단된다.

연도별 유지보수예산은 한국개발연구원(2001)의 「항만부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(개정판)」에서 제시하고 있듯이 적용비율이 총 사업비 중 설계비, 보상비, 준설공사비, 유지준설비는 제외하고 있으므로 이에 맞추어 정부의 항만유지보수예산액 중 유지준설비를 제외한 금액을 기준으로 적용하고 있다.

아울러 해양수산부에서 파악하고 있는 국유재산대장가액을 고려한 유지보수비용을 추가적으로 검토하였으며, 마지막으로 민간부문에서 투자한 항만시설물에서 발생하고 있는 유지보수비를 본 연구의 분석을 위한 유지보수예산에 포함시켜야 하는지 검토할 것이다.

그리고, 이러한 검토내용을 토대로 현행 경제적 타당성 분석 시 적용되는 유지보수비용의 적정성을 종합적으로 판단할 것이다.

## 2) 정부의 항만유지보수비 검토

### (1) 항만예산현황

정부(해양수산부)에서 집행하는 항만건설 예산은 교통시설특별회계를 통하여 배정되고 있으며, 1999년 이후 연평균 7.5%의 증가율을 보이고 있다.

교통시설특별회계는 사회간접자본시설에 대한 투자 예산을 충당하는 계정으로 도로, 철도, 공항, 항만, 광역교통시설, 대중교통지원 개발을 지원하고 있으며,

건설교통부에서 동 회계를 관리하고 있다. 아울러 교통시설특별회계법시행규칙에서는 도로, 철도, 공항, 광역교통시설, 기타 등으로 SOC시설을 구분하고 각각에 대하여 재원배분비율을 규정하고 있다.

동 시행규칙에 따르면 항만예산의 경우 기타분야에 포함되어 총 배분비율 상한선이 10%이내 수준이나 2003년 예산의 경우 항만분야 예산비중은 총 배분비율의 11.1%를 차지하고 있는데 이는 정부의 동북아 물류중심기지 건설 및 항만개발의 시급성을 고려한 것으로 이해된다.

한편 정부의 항만예산은 주요항만 건설, 일반항만 건설, 9대신항만 건설, 표지시설 등 항만관련건설과, 준설을 포함한 유지보수비, 차관원리금 상환 및 컨테이너부두개발공단에 대한 컨테이너부두개발 지원금으로 구분되고 있다.

구체적으로 1999년 이후 2003년까지 항만예산 중 항만 유지보수예산의 비중은 총 항만예산의 9.3% ~ 11.8%내외이며, 2003년도 유지보수 예산은 1,400억원으로서 전체 항만예산의 9.5%를 차지하고 있다(<표 5-14> 참조).

&lt;표 5-14&gt;

연차별 항만건설 예산현황

단위 : 억원, %

구분	1999	2000	2001	2002	2003	증가율
계(억원, %)	10,243	9,739	10,200	13,059	14,687	7.5
	100.0	100.0	100.0	100.0	(100.0)	
주요항건설	2,102	2,595	2,313	2,758	2,965	7.1
	20.5	26.6	22.7	21.1	20.2	
일반항건설	1,090	1,182	1,206	1,423	1,325	4.0
	10.6	12.1	11.8	10.9	9.0	
유지보수(준설포함)	952	1,000	1,200	1,225	1,400	8.0
	9.3	10.3	11.8	9.4	9.5	
9대신항만	4,372	3,661	3,889	5,400	6,715	8.9
	42.7	37.6	38.1	41.4	45.7	
표지시설	214	224	297	407	548	20.7
	12.82.1	2.3	2.9	3.1	3.7	
차관원리금상환	123	97	77	98	84	△7.3
	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	
컨부두개발지원 등	1,310	980	1,218	1,748	1,650	4.7
	12.8	10.1	11.9	13.4	11.3	
항만건설관련용역	80	-	-	-	-	-
	0.8	-	-	-	-	

자료 : 해양수산부 내부자료

아울러 유지보수비용예산은 관서운영비, 연구개발비, 기본 및 실시설계비, 토지매입비, 시설비, 자산취득비, 항만운영시설소요 예산 등으로 구분되나 실제 예산의 집행은 하나의 항목에서 전체적으로 이루어지고 있다. 유지보수예산 중에서 가장 많은 비중을 차지하고 있는 항목은 항만시설유지보수, 항만유지준설 등에 사용되는 시설비이며, 운영시설 보수를 위한 항만운영시설비, 기본 및 실시설계에 소요되는 설계비와 조직의 운영을 위한 관서운영비가 다음을 차지하고 있다.

1999년 이후 2003년까지 항만 유지보수관련 예산은 연평균 8.0%씩 증가하였으며 이 중 설계비와 관서운영비는 평균증가율을 상회하였으나 상대적으로 절대예산액이 큰 시설비는 4.8%의 증가에 그치고 있는 것으로 분석되었다(<표 5-15> 참조).

&lt;표 5-15&gt;

연차별 유지보수관련 비용 현황(예산기준)

단위 : 백만원, %

구분	1999	2000	2001	2002	2003	평균 증가율	비고
합계 (백만원)	95,238 (100.0)	100,000 (100.0)	120,000 (100.0)	122,500 (100.0)	140,000 (100.0)	8.0	
관서운영비	749 (0.8)	1,105 (1.1)	1,405 (1.2)	1,383 (1.1)	1,283 (0.9)	11.4	일반운영비
연구개발비	2,335 (2.5)	1,820 (1.82)	2,187 (1.8)	1,543 (1.3)	1,642 (1.1)	△6.8	
기본조사 설계비	1,465 (1.5)	3,346 (3.3)	1,958 (1.6)	2,739 (2.2)	2,679 (1.9)	12.8	
실시설계비	2,081 (2.2)	1,405 (1.4)	1,276 (1.1)	1,906 (1.6)	3,173 (2.3)	8.8	
토지매입비	-	30 (0.05)	800 (0.7)	-	-	-	
시설비	88,023 (92.4)	78,803 (78.8)	96,781 (80.6)	92,879 (75.8)	108,512 (77.5)	4.3	· 시설 유지보수 · 항만유지준설
감리비	41 (0.04)	-	176 (0.1)	569 (0.5)	401 (0.3)	56.3	
시설부대비	494 (0.5)	550 (0.6)	220 (0.2)	276 (0.2)	280 (0.2)	△10.7	
자산취득비	50 (0.06)	128 (0.13)	350 (0.3)	-	95 (0.1)	13.7	
항만운영시설	8,997	12,813 (12.8)	14,847 (12.4)	21,205 (17.3)	21,935 (15.7)	19.5	운영시설 보 수

주 : ( )내 숫자는 유지보수관련 예산대비 항목별 비중임.

## (2) 유지운영비 검토

항만개발시 수행하고 있는 예비타당성조사에서 비용항목으로 분석하고 있는 항목은 조사설계비, 공사비, 부대비, 보상비, 유지운영비 등인데 경제성 분석을 위한 유지운영비는 유지보수비와 관리운영비를 포함하고 있다.

그러나 위에서 검토한 정부의 유지운영비 항목의 경우 경제성분석에서 공사비 속에 유지준설비 등을 포함하고 있는데 이 비용은 별도로 경제성분석시 산정하므로 분리되어 검토되어야 한다. 이 경우 유지운영비는 전체 항만예산의 8.3%(2003년)를 차지하고 있는 것으로 나타났다(<표 5-16> 참조).

&lt;표 5-16&gt;

연차별 유지운영비 현황

단위 : 억원, %

구분	1999	2000	2001	2002	2003	연평균 증가율	비고
항만예산	10,243	9,739	10,200	13,059	14,687	7.6	
유지운영비 (항만예산대비)	817 (8.0)	839 (8.6)	997 (9.8)	1,073 (8.2)	1,222 (8.3)	9.8	
관서운영비	7	11	14	14	13	16.7	일반운영비
시설비	746	627	763	776	907	4.2	· 시설유지보수 · 기타보수비
시설부대비	5	6	2	3	3	-	시설부대비
항만운영 시설 등	59	195	218	280	299	77.4	운영시설 기타

## 3) 항만시설 총 자본스톡 대비 유지운영비 검토

### (1) 항만시설 총 자본스톡 추정

항만시설에 대한 유지운영비의 적정성은 항만시설에 대한 자산가치의 추정을 통하여 가능하다. 상술하였듯이 항만에 대한 경제적 타당성 분석시 누적투자액의 2%를 유지운영비로 계상하고 있는데 항만에 대한 누적투자액은 항만의 자산가치로 평가될 수 있으며 자본스톡의 개념으로 치환할 수 있다. 그렇다면 우리나라 항만의 자본스톡을 추정할 수 있다면 연차별로 정부의 유지운영비 수준을 통하여 실제적으로 누적투자액 대비 어느 정도의 일정비율이 유지운영비로서 적정한지

판단할 수 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 1차적으로 유지운영비의 적정성을 검토하기 위하여 항만의 총 자본스톡을 추정한다.

현재 알려진 항만부문에 대한 자산가치의 추정은 많이 있으나 기존의 이론을 개선하면서 가장 최근에 이루어진 자산가치 추정연구는 하헌구·조희덕(2000)연구가 있다. 그리고 이러한 자본스톡에 대한 추정을 바탕으로 2001년에는 지역별 자본스톡 할당에 대한 연구가 추가적으로 이루어졌다.

자본스톡에 대한 연구에 의하면 항만자산가치의 추정은 직접적 추정방법과 간접적 추정방법으로 나뉘어 질 수 있는데 직접적 추계방법은 자본스톡을 직접조사함으로써 이루어는 것이고, 간접적 추계방법은 영구재고법, 기준년도접속법, 다항식기준년도접속법 등을 이용하여 이루어지고 있다.

하헌구·조희덕(2000)의 연구에서는 항만의 자산가치를 다항식기준년도접속법을 변형하여 통계청이 조사한 「국부통계조사보고서(1997)」 상 항만의 자산가치를 기준 년도로 하여 해양수산부에서 발간하고 있는 항만편람의 항만투자액을 근거로 하여 추정하였다. 그리고 동 연구에서는 폐기율이라는 개념을 사용하여 항만의 총 자본스톡을 1997년도 불변가격을 기준으로 1975년부터 1997년까지 추정하였다. 동 연구에서 사용한 항만투자액은 전체 항만투자액의 70%인데, 나머지 30%는 항로준설 등 시설물과 관계없이 유지보수비에 투자되는 비용으로 간주하였기 때문이다.

동 연구에서는 식(31)에 따라 폐기율을 추정하고 추정된 폐기율을 이용하여 기준년도 자본스톡과 연도별 투자액을 접속하여 자본스톡을 추정하는 방법을 사용하였으며 그 식은 (32)와 같다.

$$GK_t = GI_t + (1-r) \cdot GI_{t-1} + (1-r)^2 \cdot GI_{t-2} + \cdots + (1-r)^{s-1} \cdot GI_{t-s+1} + (1-r)^s \cdot GK_{t-s} \quad \text{식(31)}$$

$$GK_t = (1-r) \cdot GK_{t-1} + GI_t \quad \text{식(32)}$$

여기에서, GK는 총 자본스톡, GI는 투자액, t는 기준년도, s는 기준년도간의 시차(연수), r는 기준년도 사이의 폐기율을 각각 의미한다.

그리고 폐기율의 추정식에 대입하여 총 자본스톡 추정모형(32)를 다음과 같이 식(33)으로 변형하여 년 단위로 총 자본스톡을 추정하였다.

$$\begin{aligned}
GK_{t-1} &= (GK_t - GI_t) / (1 - r_1) \\
GK_{t-2} &= (GK_{t-1} - GI_{t-1}) / (1 - r_2) \\
&\vdots \\
&\vdots \\
GK_{t-s+1} &= (GK_{t-s+1} - GI_{t-s+1}) / (1 - r_{t-s+1})
\end{aligned}
\tag{33}$$

한편, 본 연구의 경우 상기 연구에서 사용하고 있는 항만분야 총 자본스톡을 현재 투자되고 있는 유지보수비와 비교·검토하고자 하나 자료의 한계로 인하여 1998년 이후의 유지보수예산에 대한 자료만 있어 1997년 이후에 대한 항만자본스톡의 추가적인 산정이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 추가적인 항만 총 자본스톡 산정을 위해 하헌구·조희덕의 (2000) 연구에서 사용한 모형을 식(34)와 같이 변형하여 2003년까지 총 자본스톡을 추정하였다.

$$\begin{aligned}
GK_{1998} &= (1 - r) \cdot GK_{1997} + GI_{1998} \\
GK_{1999} &= (1 - r) \cdot GK_{1998} + GI_{1999} \\
&\vdots \\
&\vdots \\
&\vdots \\
GK_{2003} &= (1 - r) \cdot GK_{2002} + GI_{2003}
\end{aligned}
\tag{34}$$

그리고 총 자본스톡 산정을 위한 연도별 투자액은 기존 연구의 가정과 같이 매년도 항만투자액의 70%를 적용하였으며, 폐기율<sup>72)</sup>은 상기연구에서 추정한 폐기율중 1988년~1997년도 폐기율인 0.0592<sup>73)</sup>를 적용하였다.

상기 추정식을 통하여 추정한 결과 항만분야 총 자본스톡량은 1998년 46,065억

72) 폐기율은 시설의 내용연수와 관련하여 당해 시설이 어느 정도 폐기되느냐 하는 것으로서 생존율과 관계가 있으며, 미국 아이오와 주립대에서는 폐기시기가 시설의 평균수명원쪽에 있으면 L형, 오른쪽에 있으면 R형, 평균수명과 일치하면 S형으로 구분하였다. 폐기율의 산정은 OG법(초기화법), RR법(폐기율법)을 통하여 할 수 있다. 자세한 내용은 서재환, 「우리나라의 자본스톡추계기법에 관한 고찰」을 참조.

73) 하헌구·조희덕(2000)의 연구에서 변형된 다항식기준년도접속법을 이용하여 1977~1987년, 1987~1997년의 폐기율을 구하였으며, 본 연구에서 적용하고 있는 폐기율은 1987~1997년도의 폐기율을 의미한다.

원, 2000년 54,335억원, 2002년 64,280억원, 2003년 70,756억원으로 나타났다(<표 5-17> 참조).

&lt;표 5-17&gt;

**항만부문 총 자본스톡 추정결과**

단위 : 억원, %

연도	투자액 <sup>1)</sup>	총 자본스톡	투자액 증가율 (전년대비)	총 자본스톡 증가율 (전년대비)
1997	6,514.9	41,400.0	48.8	12.9
1998	7,115.5	46,064.6	9.2	11.3
1999	7,170.1	50,507.7	0.8	9.6
2000	6,817.3	54,334.9	-4.9	7.6
2001	7,490.0	58,608.3	9.9	7.9
2002	9,141.3	64,280.0	22.0	9.7
2003	10,280.9	70,755.5	12.5	10.1

자료 : 통계청, 「1997 국부통계조사보고서, 2000」, 해양수산부 「항만업무편람」 각 년도.

주 : 1) 투자액은 당해연도 전체 투자액의 70%.

2) 「국부통계조사보고서」의 2007년 기준 ‘도로 및 기타 교통설비 등의 물가배율’이 조사되지 않아 경상가격을 적용.

**(2) 항만 총 자본스톡 대비 유지운영비율**

상기 결과를 토대로 항만 총 자본스톡 대비 유지운영비율을 추정한 결과 1998년 이후 유지운영비율은 1.5~1.7수준에서 형성되고 있는 것으로 분석되었다.

&lt;표 5-23&gt;

**항만자본스톡 대비 유지운영비 비율**

단위 : 억원, %

연도	투자액	총 자본스톡(A)	항만유지보수비(B)	비율(B/A)
1997	-	41,404.0	-	-
1998	7,115.5	46,064.6	766	1.7
1999	7,170.1	50,507.7	817	1.6
2000	6,817.3	54,334.9	839	1.5
2001	7,490.0	58,608.3	997	1.7
2002	9,141.3	64,280.0	1,073	1.7
2003	10,280.9	70,755.5	1,222	1.7



한편, 외국항만의 경우 항만의 자산가치대비 유지보수비율은 1.2~2.5수준을 유지하고 있는 것으로 조사된 사례가 있다(<표 5-19> 참조). 하지만 동 사례에서 제시된 유지보수비율이 항만시설에 대한 총 자본스톡에 대한 유지보수비율인지, 감가상각률을 감안한 순 자본스톡대비 유지보수비율인지, 유지보수비용에 유지준설비 및 장비구입비가 제외된 것인지 명확하지 않아 우리나라에서 수행하고 있는 경제적타당성 분석상의 유지보수비율과 정확한 비교에는 어려움이 있다.<sup>74)</sup>

&lt;표 5-19&gt;

외국항만의 유지보수비율

단위 : %

항만명	1999년	2000년
타코마	2.53	2.52
롱비치	1.31	1.37
뉴욕/뉴저지	2.03	1.81
몬트리올	2.17	2.49
런던	1.17	1.44
싱가포르	-	4.72

### (3) 항만 순자본스톡 대비 유지운영비용 검토

항만의 자산가치를 추정하는 추정된 것으로서 항만시설에 대한 감가상각율을 고려한 순 자본스톡이 있는데 위에서 추정된 항만 자본스톡은 총 자본스톡으로서 항만시설에 대한 감가상각률을 고려하지 않고 폐기율만을 고려하여 각 년도 투자액과 폐기율을 제외한 나머지 부분에 대한 자산가치를 합하여 산정한다.

한편, 시설은 일정시기가 지남에 따라 자산가치가 하락하게 되고 하락하는 자산가치를 고려하여 자산에 대한 감가상각을 하게되는데 이 때 감가상각률은 내용연수를 고려하여야 한다. 그런데, 현재 항만유지보수예산은 현재의 시설에 대한 유지보수라고 할 수 있으므로 한편으로는 항만시설에 대한 순 자본스톡에 대하여도 추가적으로 검토해볼 필요는 있다.

항만시설에 대한 순 자본스톡은 아직까지 연구된 사례가 많지 않은 것으로 보인다. 다만, 현진권·권호영(2002)이 우리나라 정부부문에 대한 자본스톡추계시

74) 해양수산부. 「항만시설 유지보수비 배정방법과 기준에 관한 연구」 2001. 6. p368에서 항만 자산가치에 대한 유지보수비율을 제시하고 있으나 부속자료를 보면 유지보수비율에 대한 상세한 목록이 제시되어 있지 않다.

순 자본스톡추계를 위해 자본에 대한 감가상각률을 추정하였는데, 상기 연구에서 추정한 감가상각률은 1968년~1977년 6.5%, 1977년~1987년 9.2%, 1987년~1997년 1.8%이다.<sup>75)</sup> 그런데 감가상각률이 10년주기로 구분된 것은 정부의 자본스톡조사(1968년, 1977년, 1987년, 1997년)자료<sup>76)</sup>를 기초로 하였기 때문이다.

본 연구에서는 1997년도에 정부가 산정한 항만시설에 대한 순 자본스톡을 기준으로 각각의 감가상각률을 적용한 후 매년도 정부의 항만투자액을 더하여 1998년~2003년까지 항만시설에 대한 순 자본스톡을 산출하였다.

그리고 항만시설에 대한 유지운영비율은 감가상각률을 각기 달리하여 적용함으로써 구하였는데, 감가상각률을 1.8%로 적용할 경우(시나리오1), 6.5%로 적용할 경우(시나리오2), 9.2%로 적용할 경우(시나리오3), 평균치인 5.8%로 적용할 경우(시나리오4)로 구분하여 순 자본스톡을 구한 후 이들 값에 유지운영비를 적용하여 유지운영비율을 추산하였다(<표 5-20> 참조).

&lt;표 5-20&gt;

항만시설 순자본스톡 대비 유지운영비율 산정

단위 : 억원, %

구 분		1999	2000	2001	2002	2003
유지보수비(A)		817	839	997	1,073	1,222
시나리오1	순 자본스톡(B)	32,466	34,553	37,327	41,325	45,579
	유지보수비율(B/A)	2.52	2.43	2.67	2.60	2.68
시나리오2	순 자본스톡(C)	31,255	33,225	35,899	39,785	43,890
	유지보수비율(C/A)	2.61	2.53	2.78	2.70	2.78
시나리오3	순 자본스톡(D)	30,560	32,463	35,079	38,900	42,919
	유지보수비율(D/A)	2.67	2.58	2.84	2.76	2.85
시나리오4	순 자본스톡(E)	31,435	33,423	36,112	40,014	44,141
	유지보수비율(E/A)	2.60	2.51	2.76	2.68	2.77

추산결과 시나리오1의 경우 순 자본스톡은 32,466억원~45,579억원, 유지보수비

75) 현진권·권호영(2002)연구에서는 1987~1997년 사이의 감가상각률이 타 기간중의 감가상각률보다 낮아진 것은 실제로 감가상각률이 낮아지기보다 국부통계의 자본스톡과 국민계정의 투자자료로 인한 문제로 파악하고 있으며, 원인을 명확히 밝혀내고 있지는 않다.

76) 이 중 항만시설에 대한 자본스톡조사는 1977년, 1987년, 1997년 등 3회 실시되었다.

율은 2.43 ~ 2.68에서 형성될 것으로 산정되었으며, 시나리오2의 경우 순 자본스톡은 31,255억원 ~ 43,890억원, 유지보수비율은 2.53 ~ 2.78에서 형성될 것으로 산정되었다. 시나리오3의 경우 순 자본스톡은 30,580억원 ~ 42,919억원, 유지보수비율은 2.58 ~ 2.85에서 형성될 것으로 산정되었으며, 시나리오4의 경우 순 자본스톡은 31,435억원 ~ 44,141억원, 유지보수비율은 2.51 ~ 2.77에서 형성될 것으로 산정되었다.

결과적으로 순 자본스톡 대비 유지보수비율은 2.4 ~ 2.9사이에서 형성되고 있는 것으로 나타나 현재의 유지보수비율 보다는 약간 높은 것으로 분석되었다.

#### 4) 국유재산대장가액 대비 유지보수 비율 검토

한편, 정부는 국유재산을 효율적으로 관리하기 위해 1999년부터 국유재산D/B를 구축하고 있는데, 이에 따라 해양수산부에서도 항만시설에 대한 자산관리를 위하여 국유재산대장을 비치하고 자산가액을 관리하고 있다. 국유재산 D/B에서 분류하고 있는 국유재산의 종류는 8가지 영역으로 구분되나 항만시설의 유지보수관리 대상은 건물, 공작물, 선박 등이며 자세한 구성내역은 <표 5-21>과 같다.

<표 5-21>

항만시설 유지보수 관리대상 국유재산의 범위

대상	구성내역
공작물대장	방파제, 파제제 등 외곽시설, 안벽, 물양장, 부선, 함선 등 하역시설, 건물부속 시설, 장치장시설, 담, 울타리 등 구조물, 하역장비, 통신장비, 등대시설, 부표 등 표지시설
건물대장	상옥, 일반창고, CFS, 등대, 관리사무소, 경비초소, 여객터미널, 변전실, 관사, 관제실, 기계실, 항만복지회관 등 기타
선박대장	항만청소선, 순찰선, 여객수송, 표지시설정비선, 수심측량선 등

그리고 국유재산은 각 지방해양수산청에서 관할하고 있으며, 5년마다 한번씩 재정경제부에서 지정하는 방법을 통하여 재산가액을 재산정하도록 하고 있다.

그런데 우리나라 항만시설의 국유재산 가액<sup>77)</sup>은 1996년 19,032억원, 1997년

77) 본 항만시설 국유재산 대장가액은 해양수산부, 「항만시설 유지보수비 배정방법가 기준에 관한 연구(2001)」의 자료 참조.

25,810억원, 1998년 32,181억원, 1999년 36,643억원, 2000년 39,510억원으로 집계되고 있으며 국유재산관리대상상 자산가액은 감가상각을 감안하여 재평가하고 있으나, 집계된 결과를 보면 기존 연구에서 추정한 총 자본스톡과 순 자본스톡의 중간 수준임을 알 수 있다. 즉 총 자본스톡대비 항만시설의 대장가액 비율은 52%~73% 정도인 반면, 순 자본스톡대비 대장가액 비율은 111.3%~118.2%사이인 것으로 나타나고 있다(<표 5-22> 참조). 이러한 현상이 발생하는 원인은 정부의 대장가액이 부정확하거나, 연구에서 추정을 위해 설정한 가정과 실제 감가상각률이 다른 데서 오는 오차라고 볼 수 있다. 다른 한편으로는 그만큼 시설에 대한 정확한 자산 가치 추정이 어렵다는 것을 시사하고 있다.

<표 5-22> 연도별 총자본스톡/순자본스톡 대비 대장가액 비율

단위 : 억원

구분	1996	1997	1998	1999	2000
총자본스톡(A)	36,684	41,400	46,065	50,508	54,335
순자본스톡(B)	-	23,151	28,924	31,435	33,423
대장가액(C)	19,033	25,810	32,181	36,643	39,510
비율(C/A)	51.9	62.3	69.9	72.5	72.7
비율(C/B)	-	111.5	111.3	116.6	118.2

주 : 총자본스톡량 및 순자본스톡량은 추정치임

본 연구에서는 일단 자료의 불확실성에도 불구하고 입수된 자료를 근거로 대장가액 대비 운영유지비용을 검토한바, 검토결과 총 자본스톡 대비 유지보수비율인 1.5~1.7보다 높은 2.1~2.4수준인 것으로 분석되었으나 이 비율은 순자본스톡 대비 유지보수비율인 2.4~2.9보다는 낮은 수준인 것으로 나타났다(<표 5-23> 참조).

<표 5-23> 연도별 항만시설 대장가액

단위 : 억원

구분	1996	1997	1998	1999	2000
대장가액(A)	19,033	25,810	32,181	36,643	39,510
유지보수비(B)	-	-	766	817	839
비율(B/A)	-	-	2.38	2.23	2.12

자료 : 해양수산부, 「항만업무편람」, 각년도.

주 : 유지보수비는 유지준설비를 제외한 금액임.

## 5) 민간의 유지운영비 지출 검토

본 연구에서 검토하고 있는 유지보수비 수준은 정부의 재정투자에 대한 유지보수비예산 및 집행액을 기준으로 하고 있다. 한편, 총 자본스톡 및 순 자본스톡의 개념에는 정부가 직접투자한 항만시설에 대한 자산뿐만이 아니라 민간이 투자한 시설에 대한 가치도 포함되어 있다고 할 수 있는데, 즉 민간이 자기자본으로 건설하는 부두는 정부의 투자액에는 직접적으로 포함되지 않으나 항만의 자산가치에 포함이 되고 이 부두에서 발생하는 유지보수비는 정부의 유지보수비 예산에 포함되어 지출된다고 보아야 할 것이다. 아울러 항만시설에 대한 민간의 유지보수지출은 안벽 등 부두시설에 대한 유지보수비와 창고, 운영건물, 광열비 등에 대하여 발생할 수 있다.

따라서 민간의 유지보수비가 정부의 유지보수비에 포함되어야 할 것인지 민간의 참여형태에 따라 검토되어야 하는데 민간의 항만운영에의 참여는 i) 비 관리청 항만공사를 통한 참여, ii) 부두운영회사제(TOC)를 통한 참여, iii) 컨테이너부두공단의 부두건설 및 임대에서 따른 민간운영사의 참여, iv) 민간투자법에 의한 민간투자사업을 통한 참여 등으로 구분될 수 있다.

### (1) 비관리청항만공사에 의한 민간의 유지보수비 지출

비관리청항만공사에 의한 민간참여는 민간이 자기자본으로 부두를 건설하고 운영을 하되 건설에 소요된 사업비는 운영기간 중 민간이 부두를 이용하면서 지불해야 하는 항만시설사용료를 감면 받음으로써 발생하는 감면액을 총 사업비에서 정산하는 방식으로 보전하고 있으며 아울러 비 관리청 항만공사가 사용하는 부두에 대한 유지보수비는 정부가 매년 정기적으로 안전물진단용역을 실시하여 유지보수 수요를 파악하고 재정으로 지원하게 되며 재정이 부족할 경우 총 사업비에 포함시켜 정산하고 있다.

그러나 대개의 경우 부두의 파손 등은 자주 발생하고 있지 않으며, 유지보수비의 대부분을 정부가 지출하고 있으며, 정부가 유지보수비를 지출할 때에도 민간의 책임여부를 규명하여 민간의 책임으로 발생하는 유지보수비는 민간이 책임지게 하고 있다.

한편, 민간의 유지보수비 지출과 관련하여 상옥, 광열비, 운영건물 등에 소요되는 유지보수비가 정부의 유지보수비에 포함되어야 하는지 의문시 될 수 있는데

이 경우는 민간의 운영활성화에 따라 발생하는 성질의 것으로서 항만시설의 온전한 사용에 따른 유지보수비의 발생이 아닌 운영수입과 상쇄되어야 할 비용으로 판단되며, 조사결과 정부의 재정부족을 이유로 비 관리청 항만공사에 대하여 민간의 사업비로 인정하여 정산한 경우는 최근 3년간 없었던 것으로 나타났다.

종합하면 비관리청 항만공사 부두에서 발생하는 유지보수비는 적정성검토를 위한 유지보수예산에 포함하여 검토하지 않아도 될 것으로 판단된다.

## (2) 부두운영회사(TOC)참여시 민간의 유지보수비 지출

TOC를 통한 참여는 비 관리청항만공사와 달리 정부가 재정으로 부두를 건설하고 민간이 운영을 하는 방식이다. 이때 정부는 부두시설사용료 명목으로 매년도 임대료를 산정하고 1~2년의 단기계약을 통하여 부두사용여부를 결정하고 있다. 그리고 부두시설사용시 발생하는 유지보수비에 대한 지출구조는 비 관리청항만공사에 동일하다. 즉, 일반적인 것은 정부가 정기적으로 안전점검을 실시하여 유지보수를 시행하며(9월~10월경), 민간이 필요할 경우 자체적으로 유지보수를 수행하게 된다.

아울러 유지보수를 시행함에 있어 정부와 민간의 책임을 규명하고 있으며 마찬가지로 민간의 책임에 따른 민간의 유지보수비 지출이나 민간의 필요에 의한 유지보수는 평온한 상태에서의 사용에 따른 유지보수비와는 성질이 다른 운영활성화에 따른 유지보수비로 보아야 할 것이다.

이러한 현황을 종합적으로 고려할 때 부두운영회사에서 지출되는 유지보수비 역시 본 연구에서 가정하고 있는 유지보수예산에 별도로 포함시키지 않아도 될 것으로 판단된다.

## (3) 민간투자법에 의한 민간투자자의 유지보수비 지출

현재 민간투자법에 의한 민간투자자는 모두 BTO방식으로 추진되고 있으며, 부두에 대한 유지보수는 민간이 수행하게 된다. 그런데 아직까지 민간투자사업에 의하여 운영중인 부두가 없으므로 별도로 유지보수비를 포함할 필요가 없을 것으로 판단되며 따라서 본 연구에서 비교기준으로 삼고 있는 유지보수비의 범위에서 제외하기로 한다.

#### (4) 한국컨테이너부두공단의 유지보수비 지출

한국컨테이너부두공단은 컨테이너의 개발 및 운영을 위해 1990년 무자본 특수법인으로 참여하였으며, 정부는 매년 일정금액을 정부보조금으로 지급하고 있다.<sup>78)</sup>

한국컨테이너부두공단에 의한 사업이 경우, 공단에서 1년에 2회 정도 부두시설에 대하여 정밀안전진단을 실시한 후<sup>79)</sup> 2년에 1회 정도 유지보수공사를 해주고 있으며, 운영사는 필요한 경우 한국컨테이너부두공단이 실시하는 유지보수공사기간 중에 부두시설에 대하여 유지보수를 받을 수 있도록 하고 있다. 하지만 이때에도 비관리청항만공사 및 TOC사업자와 마찬가지로 긴급할 경우 자체적으로 유지보수를 수행하고 있으며, 부두의 파손 등의 사유가 발생할 경우 민간의 책임여부를 규명하여 공단이 보수하거나 민간이 보수하도록 하고 있으나, 이 경우에는 일반적인 유지보수비의 지출범위에서 제외된다고 할 것이다. 다만, 한국컨테이너부두공단에서 일상적으로 지출하고 있는 유지보수비는 형식상 정부의 유지보수예산에서 제외되고 있다. 그러나 정부의 항만예산에서 출연금을 포함하여 한국컨테이너부두공단 재정융자금이 매년 일정정도 지급되고 있고, 한국컨테이너부두공단은 정부에서 지원 받은 자금을 전체예산에 편성하여 집행하고 있다.

이 경우, 한국컨테이너부두공단의 부두개발에 재정이 일정부분 투입된다고 볼 수 있으며, 한편으로는 유지보수비 역시 정부재정에서 집행된다고 볼 수 있다. 다만 한국컨테이너부두공단에서 집행되는 유지보수비는 정부의 항만예산 중 유지보수비에 잡히지 않는 것이므로 한국컨테이너부두공단의 유지보수비를 정부의 유지보수예산에 합산하여 유지보수비율을 산정 함이 정확할 것이다.

따라서 한국컨테이너부두공단의 유지보수비 지출정도를 고려할 필요가 있는데 한국컨테이너부두공단의 매년도 항만개발투자비 대비 유지보수비는 1998년 이후 0.35% ~ 0.63%로 증가하다가 2003년도의 경우 1.6%에 달할 것으로 전망된다(<표 5-24> 참조).

여기서 부두 유지보수비가 1%미만인 것은 한국컨테이너부두공단의 부두개발이 아직 20년을 넘지 않았고 상대적으로 부두의 내용연수는 길기 때문에 최근에 와서야 유지보수비가 집행되고 있는 것으로 판단되며, 조금씩 투자비 대비 비율이

78) 2002년도의 경우 정부보조금은 3백억원.

79) 정부의 항만시설에 대한 정밀점검의무는 시설물안전관리특별법에 의함

증가하는 것으로 보아 부두시설의 사용에 따른 유지보수비의 증가를 확인할 수 있다.

<표 5-24> 한국컨테이너부두공단 투자비 및 유지보수비 내역

단위 : 백만원

구분		1998	1999	2000	2001	2002	2003
투자비(A)		132,400	136,800	142,000	158,300	179,500	237,000
유지보수비 (B)	시설관리유지비	466	578	783	844	1,131	3,800
	시설정비유지비	-	1,924	579	1,205	1,981	-
	계	466	2,502	1,362	2,049	3,112	4,100
비율(B/A)		0.35	0.42	0.55	0.53	0.63	1.7

자료 : 한국컨테이너부두공단 각 년도 예산 및 결산서.

주 : 2003년도 유지보수비는 그 동안의 증가액을 고려하여 추정.

#### 6) 민간의 유지운영비 지출을 고려한 유지보수비율 검토

이상에서 검토한 바와 같이 민간에서 지출하는 유지보수비는 4가지 사례가 가능하나 이 중 컨 공단에서 지출하고 있는 유지보수비를 전체 항만자본스톡에 대하여 재정으로 지출되어야 하는 유지보수비용으로 볼 수 있으며, 따라서 아래에서는 공단의 유지보수비를 정부의 유지보수비에 포함하여 유지보수비율을 재검토한다. 1차적으로 컨 공단의 유지보수비를 반영하여 항만자본스톡 대비 유지보수비율을 검토한 결과 1.56% ~ 1.78% 사이에 있는 것으로 나타났다(<표 5-25> 참조).

<표 5-25> 항만자본스톡 대비 유지운영비 비율(민간부문)

단위 : 억원, %

연도	투자액	총자본스톡(A)	항만유지보수비(B)	비율(B/A)
1997	-	41,404.0	-	-
1998	7,115.5	46,064.6	771	1.67
1999	7,170.1	50,507.7	842	1.67
2000	6,817.3	54,334.9	851	1.56
2001	7,490.0	58,608.3	1,018	1.74
2002	9,141.3	64,280.0	1,104	1.72
2003	10,280.9	70,755.5	1,263	1.78



다음으로 항만순자본스톡 대비 유지보수비율을 검토한 바, 최저 2.46% ~ 최고 3.16%수준인 것으로 추정되었다(<표 5-26> 참조).

<표 5-26>

항만시설 순자본스톡대비 유지운영비율

단위 : 억원, %

구분		1999	2000	2001	2002	2003
유지보수비(A)		842	851	1,018	1,104	1,263
시나리오1	순자본스톡(B)	32,466	34,553	37,327	41,325	45,579
	유지보수비율(B/A)	2.59	2.46	2.97	2.67	2.77
시나리오2	순자본스톡(C)	31,255	33,225	35,899	39,785	43,890
	유지보수비율(C/A)	2.69	2.56	3.09	2.77	2.88
시나리오3	순자본스톡(D)	30,560	32,463	35,079	38,900	42,919
	유지보수비율(D/A)	2.76	2.62	3.16	2.84	2.94
시나리오4	순자본스톡(E)	31,435	33,423	36,112	40,014	44,141
	유지보수비율(E/A)	2.68	2.55	3.07	2.76	2.86

## 7) 소결 및 정책제언

본 연구에서는 경제성 분석시 일반적으로 적용되고 있는 유지보수비율(항만시설에 대한 누적투자액의 2%)의 적정성에 대한 검토방법으로 항만시설에 대한 자산가치로서 총 자본스톡과 순 자본스톡을 추정하고 추정값과 정부예산상 유지보수금액을 비교하였다. 아울러 보충적으로 정부의 항만시설에 대한 자산가치를 산정한 국유재산대장의 자산가액을 기준으로 유지보수비율을 검토하였다.

검토결과, 민간분야의 유지보수비를 제외할 경우 산정 범위에 따른 차이는 있지만 유지보수비율은 항만시설 총 자본스톡(자산가치) 대비 1.5% ~ 1.7%, 순 자본스톡 대비 2.4% ~ 2.9% 수준인 것으로 분석되었다. 그러나 현재의 경제성 분석시 이루어지는 유지보수비율이 연도별 투자액에 대하여 적용하고 있음을 고려할 때 유지보수비율의 적정성은 총 자본스톡에 대하여 검토하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

한편, 본 연구에서는 항만시설에 대한 민간의 참여로 인한 유지보수비를 유지보수예산에 포함하여 고려해야 할지를 i) 비관리청항만공사에 의한 민간참여, ii) TOC에 의한 민간참여, iii) 민간투자법에 의한 민간참여, iv) 컨공단에 의한 유지

보수비 지출 등으로 구분하여 개별적으로 개괄적으로 검토하였으며, 이 중 컨공단의 지출에 대하여는 유지보수예산에 포함시켜 검토함이 타당한 것으로 분석되었다. 이에 따라 컨테이너부두공단의 유지보수비용을 정부의 유지보수비용에 포함하여 분석한 결과 항만자산가치 대비 유지보수비율은 연도별로 1.56% ~ 1.78%의 범위에 있는 것으로 나타나 현재 경제성분석시 적용하고 있는 유지보수비율 2%에 약간 미치지 못하고 있는 것으로 분석되었다.

그러나 민간분야에서 발생하는 유지보수비용 중 본 연구에서 자료분류 및 입수의 한계상 검토하지 못하였으나 정부의 유지보수예산에 포함하여 고려할 필요가 있는 금액을 고려하면 전체적인 유지보수비율은 2%에 상당부분 접근하고 있다고 할 수 있어 지금까지 경제적 타당성 분석시 적용하고 있는 유지보수비율은 어느 정도 적정성을 가지고 있다고 할 수 있다.

그러나 좀 더 정확한 유지보수비율을 산출하기 위해서는 여러 가지 다각적인 노력이 필요하다고 판단된다. 예를 들면 항만의 표준 운영유지비를 산정하기 위해서는 정부 소유의 항만에 대해서 실제로 지출되고 있는 항만 운영유지비의 체계적인 분류 및 집계는 필수적인 사항인데 현실적으로 이에 대한 집계 및 분류가 미흡하여 체계적인 통계자료가 없고 따라서 유지보수비의 정확한 지출형태를 알기가 어렵게 되어 있다.

이는 정부의 예산이 집행 될 때 일반기업들처럼 상세한 분류 없이 사용하여 왔고, 예산의 항목간 전용이 이뤄지면서 정확한 자료의 분류가 되지 않았기 때문인 것으로 풀이된다. 따라서 지금부터라도 체계적인 분류에 따른 예산 집행 실적을 관리하는 것이 추후 항만의 표준 운영유지비를 산정할 수 있는 기반이 될 것이라 생각한다.

## 제 6 장 사례분석

### 1. 부산 신항만 서컨테이너 부두 개발사업 (5만톤급 5선석)

본 장에서는 「부산신항 서컨테이너부두 건설사업 예비타당성 조사(2003)」 보고서에서 평가한 서컨테이너 부두 5만톤급 5선석의 경제적 타당성 분석의 결과와 본 연구에서 제시한 평가방식에 따라 산정한 결과와 비교 분석하였다. 예비타당성 조사에서는 기존의 방식대로 부선하역을 전제로 한 편익에 초점을 맞추었는데, 이를 대기시간 절감에 따른 체선·체화비용의 절감 및 보관료관련 비용절감효과로 대체함으로써 본 연구결과의 현실적 적용가능성을 검토하였다.

사례분석에서 적용된 물동량 추정치와 선석의 표준하역능력은 「전국무역항 항만기본계획(2001)」에서 제시한 값을 이용하였으며, 환적화물 전망치는 「부산신항 서컨테이너부두 건설사업 타당성 조사(2003)」에서 제시한 부산신항 전체의 컨테이너물동량 대비 환적화물 비율을 적용하여 산출하였다.

#### 1) 편익부문

##### (1) 체선·체화비용 절감효과

###### ① 편익대상 대기시간

선박의 대기시간은 대기율에 접안시간을 곱하여 산출한다. 대기율을 구하기 위해 E2/E2/n 대기행렬 모형에 따른 대기율표를 이용하였고, 독립운영단위 선석 수를 2개로 가정하였다. 선석점유율은 2012년에 부산항 컨테이너 전용부두가 적정능력만큼을 처리할 때를 0.55로 상정하고 그 이상의 물량을 처리하게 될 경우 적정처리능력 대비 초과처리물동량의 비율만큼 선석점유율이 상승하는 것으로 가정하였다.

선박의 접·이안 준비시간은 1시간으로 하고, 선박의 하역시간은 컨테이너선의 척당 평균 하역량을 선석의 시간당 평균 하역능력으로 나누어 산출하였다. 이때 선박의 척당 평균하역량은 최근 5년간 부산·광양항 실적치인 선형의 45%를 기준

으로 하였으며(<표 6-1>, <표 6-2> 참조), 선박의 시간당 평균하역능력은 「전국무역항 항만 기본계획, (2001)」에서 제시한 표준하역능력을 이용하였다. 그 결과 컨테이너선박의 적당 평균 접안시간은 17.9시간으로 산정되었다(<표 6-3>참조).

&lt;표 6-1&gt;

## 부산·광양항 적당 평균 하역량

단위 : TEU

구 분	1998	1999	2000	2001	2002	계
자 성 대	998	947	1,144	992	1,197	5,278
신 선 대	1,154	1,309	1,475	1,347	1,567	6,852
감 만	1,530	1,647	1,240	1,180	1,376	6,973
신 감 만					953	953
우 암	543	589	562	821	723	3,238
감천한진	1,082	1,198	1,074	1,164	1,454	5,972
광양항 1단계	220	304	300	404	418	1,646
광양항 2단계 1차					210	210
계	5,527	5,994	5,795	5,908	7,898	31,122

자료 : 한국컨테이너부두공단, 「2002년도 컨테이너 화물 유통추이 및 분석, 2003.5」

&lt;표 6-2&gt;

## 부산 광양항 이용선박 평균 규모

단위 : TEU

구 분	1998	1999	2000	2001	2002	계
자 성 대	2,139	2,436	2,672	1,979	2,084	11,310
신 선 대	3,177	3,023	3,246	3,160	2,849	15,455
감 만	2,812	3,352	3,107	3,283	3,152	15,706
신 감 만					1,914	1,914
우 암	814	891	848	1,122	980	4,655
감천한진	215	2,609	2,372	2,488	3,436	11,120
광양항 1단계	2,043	1,775	1,570	1,463	1,512	8,363
광양항 2단계 1차					966	966
계	11,200	14,086	13,815	13,495	16,893	69,489

자료 : 한국컨테이너부두공단, 「2002년도 컨테이너 화물 유통추이 및 분석, 2003.5」

주 : GT단위를 Martin Stopford가 「Maritime Economics, 2nd edition」에서 제시한 1GT당 0.96DWT로 환산하고 이를 다시 1TEU당 11.58DWT로 환산함.

&lt;표 6-3&gt;

컨테이너선 평균 접안시간 산정

선형	선형별 하역량 <sup>1)</sup> (TEU)	C/C당 처리량(A)		C/C 대수 (B)	선형별처리량 (A×B)		선형별 하역시간	선형별 접안시간	선형 구성비 <sup>2)</sup> (%)	평균 접안 시간 <sup>3)</sup>
		TEU	VAN		TEU	VAN				
1만톤미만	194	23.4	17.2	1	23.4	17.2	8.3	9.3	9.3	17.9
1만톤	388	23.4	17.2	1.5	35.1	25.8	11.1	12.1	12.1	
2만톤	777	23.4	17.2	2	46.8	34.4	16.6	17.6	17.6	
3만톤	1,165	23.4	18.5	2.5	58.5	46.3	20.9	21.9	21.9	
4만톤	1,554	27.5	18.5	3	82.5	55.5	19.8	20.8	20.8	
5만톤	1,942	27.5	18.5	3	82.5	55.5	24.5	25.5	25.5	
6만톤	2,331	27.5	18.5	3	82.5	55.5	29.3	30.3	30.3	
7만톤	2,719	27.5	18.5	3	82.5	55.5	34.0	35.0	35.0	
8만톤이상	3,107	27.5	18.5	3	82.5	55.5	38.7	39.7	39.7	

주 : 1) 선형별 하역량은 선형의 45%를 적용함.

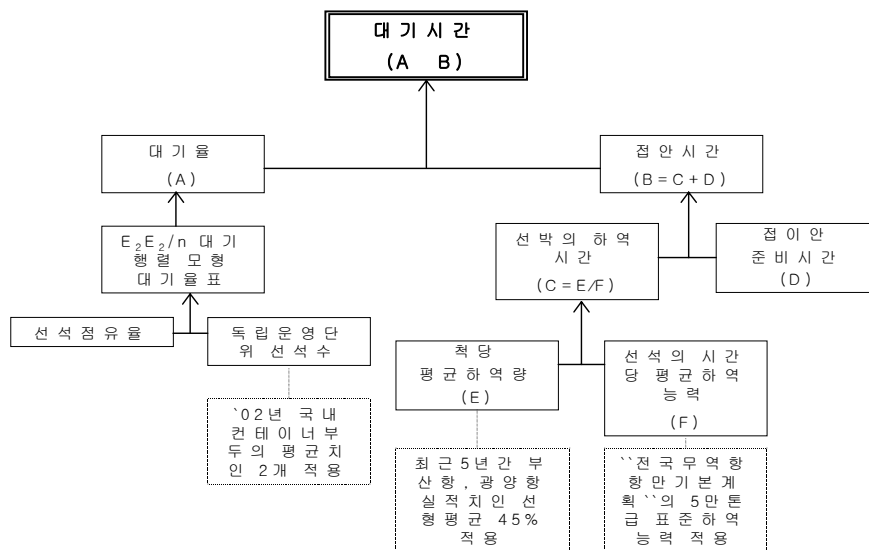
2) 선형구성비는 2002년 부산항 컨테이너 전용부두에 하역을 위해 접안한 컨테이너/세미 컨테이너선들의 선형별 비율임.

3) 접안시간은 선형구성비를 적용하여 가중평균하였음.

이러한 과정을 통해 서컨테이너부두가 개발되었을 경우 산출된 선박당 평균 절감 대기시간(=편익대상 대기시간)은 8.2시간으로 나타났다. 대기시간을 구하기 위한 요소들과 그 순서를 정리하면 <그림 6-1>과 같다.

&lt;그림 6-1&gt;

대기시간 산정 요소와 순서



## ② 체선비용 절감효과 산정

체선비용 절감효과는 컨테이너 선박의 시간당 평균 기회비용에 예상입항척수, 그리고 편익대상 대기시간을 각각 곱하여 계산한다. 컨테이너 선박의 시간당 기회비용은 제3장에서 설명한 바와 같이 선사들에 대한 2002년도 설문조사 자료를 바탕으로 추정하였으며, 선형별 평균 체선비용은 앞서 제시한 2002년 실제 데이터상의 선형구성비로 가중 평균하여 산출하였다. 그 결과 컨테이너 선박의 평균 체선비용은 653천원으로 산정되었다(<표 6-4> 참조).

<표 6-4> 부산항 컨테이너 전용부두의 선형비율과 평균 체선비용(2002)

단위 : 천원, %

구분	1만톤급 미만	1만톤	2만톤	3만톤	4만톤	5만톤	6만톤	7만톤	8만톤급 이상	평균체선 비율
선형별 접안시간	85	297	532	747	950	1,144	1,323	1,505	1,693	653
선형 구성비	12.6	26.3	15.6	10.3	15.6	10.7	2.0	6.3	0.7	

선박의 예상입항척수는 2002년 부산항의 총 컨테이너 처리물동량 대비 컨테이너선 입항척수 비율을 2012년 부산항 컨테이너 전용선석의 총 컨테이너 처리물동량 전망치에 적용하여 산출하였다. 2012년 물동량 전망치는 「전국무역항 항만기본계획(2001)」 상의 수치를 이용하였으며, 이에 따라 2012년 부산항 컨테이너 전용부두의 예상 컨테이너선 입항척수는 10,550척으로 추정되었다.

할인율 7.5%를 적용하여 부산신항 서컨테이너부두가 개발된 후 30년간 발생할 것으로 예상되는 체선비용 감소효과의 현가는 총 3,744억원으로 산정되었다.

## ③ 체화비용 절감효과 산정

체화비용 절감효과는 컨테이너화물의(1TEU 기준) 시간당 기회비용에 2012년 부산항 컨테이너 전용부두 예상 처리 물동량(환적화물 제외분)과 편익대상 대기시간을 각각 곱하여 산출한다. 컨테이너화물의 시간당 기회비용은 해양수산부의 「해양수산통계연보」와 관세청의 「무역통계연보」를 이용하여 TEU당 금액을 산출한 후 이에 사회적 할인율을 적용하여 산출한 191원을 기준으로 하였다.

적용 물동량은 2012년 부산항 적정 컨테이너 처리량(일반부두 제외)에서 환적화

물을 제한 물동량을 대상으로 하였다. 단 환적물동량은 「부산신항 서컨테이너부두 건설사업 예비타당성 조사(2003)」에서 제시한 서컨테이너 부두의 환적물동량 비율을 그대로 적용하여 계산하였다. 그 결과 할인을 7.5%를 적용하여 부산 서컨테이너부두가 개발된 후 30년간 발생할 것으로 예상되는 제화비용 감소효과의 현가는 900억원으로 산정되었다.

## (2) 환적화물 유치효과

환적화물 유치효과는 접안료, 선박 및 화물입출항료(이상 정부재정수입증대분)와 항만운영회사의 순수입 증대효과 및 관련서비스산업의 수입증대효과(이상 직접효과)이며, 이들 항목에 의한 1TEU당 환적화물 유치효과는 47,181원으로 나타났다. 따라서 부산항 서컨테이너부두의 환적화물 유치에 따른 편익을 산정한 결과 완공 후 30년간 환적화물 유치효과의 현가는 1,605억원으로 추정되었다.

## (3) 보관료 관련 절감효과

본 실증분석에서는 보관료 관련 절감효과로 대기시간의 감소에 따른 over-storage 절감효과 및 배후 야적 공간의 부족으로 인한 보관장소의 변경으로 야기되는 셔틀비용 절감효과를 고려하였다. over-storage 절감효과는 부산항 컨테이너 전용부두의 수출입 컨테이너 물동량 전망치에 대해 over-storage 요율을 적용하여 산출하였다.

적용될 수출입 물동량은 컨테이너 물동량 전망치에 2002년 기준 수출입 비율을 적용하여 산정하였다. 적용요율은 2002년 기준 우리나라 수입·수출 적컨테이너의 평균장치기간인 7.5일 및 4.5일을 각각의 장치기간으로 설정한 뒤 무료장치기간인 4일을 제한 기간에 대해 날짜별 요율을 적용하여 산출하였다. 이때 해당 요율은 HBCT와 HGCT의 요율을 적용하고 컨테이너 박스별('20, '40, '45) 요율의 차이는 2002년 우리나라 항만에서 처리된 컨테이너 박스의 구성비를 적용하여 가중 평균하여 산출하였다.

셔틀비용 절감효과는 서컨테이너 전용부두의 적정처리능력 150만 TEU에 대한 부산항 컨테이너 전용부두의 2002년 기준 수입 및 수출화물 비율과 직반출 비율을 적용하여 양산 ICD까지의 셔틀료를 적용하여 추정하였다. 서컨테이너 전용부두의 수출입화물 전망치는 적정처리능력 150만 TEU에서 양산 ICD 셔틀료는 '20기준 45,000원, '40기준 60,000이므로 이를 2002년 우리나라 항만에서 처리된 컨테이너

박스의 구성비를 적용하여 가중 평균한 박스당 52,003원을 적용하였다. 따라서 할인을 7.5%를 적용한 보관료 관련 비용절감효과의 현가는 5,310억원으로 추정되었다.

## 2) 비용부문

제5장에서는 비용항목 중 공사비, 특히 안벽, 방파제, 호안, 그리고 물양장에 대한 지역별(서해, 남해, 동해), 구조물별 사업비와, 지역구분없이 연약지반을 처리할 경우의 구조물별 사업비의 표준구간을 설정한 바 있다. 본 절에서는 비용항목 중 안벽과 호안에 대한 사업비가 앞서 제시한 표준구간 내에 있는지를 살펴보고, 구간과 차이가 있을 경우 그 원인을 검토해 보았다.

안벽 구조물의 경우 연약층이 30m~50m에 이르는 대상사업의 지반조건과 비슷한 조건에 상응하는 비용구간과 비교해 보았다. 그 결과 본 공사비는 1억 8,600만원/m으로, 표준화구간인 1억 6,000만원/m~1억 6,600만원/m 보다 다소 높게 나타났다으며, 동일 선형인 남해안 지역의 부산 감만부두의 안벽공사비인 1억 7,200만원/m와 비교하였을 때에도 1,400만원이 높게 나타났다(<표 6-5> 참조).

호안 구조물의 경우에도 본 공사비가 5,900만원/m 으로 사례조사를 통해 분석된 남해의 부산지역 강제치환식 사석경사제의 공사비인 4,500만원과 비교하였을 때 1,400만원/m 높은 것으로 나타났다.

<표 6-5> 서컨테이너부두 건설시 안벽구조물 공사비와 표준화 비용구간 비교

구분	공사비(m당)	공통점
부산신항서컨테이너 부두	186백만원	선형 50,000DWT 이상 연약층 30m~50m
감만부두	172백만원	
표준화 구간	160~166백만원	

자료 : 한국개발연구원, 「부산신항 서컨테이너부두 건설사업 예비타당성 조사」, 2003. 6.

이와 같이 부산 서컨테이너부두의 안벽과 호안 구조물의 공사비가 표준화 구간이나 비슷한 조건의 다른 지역보다 높은 이유는 여건상 부산 신항 지역이 남해지역에서도 매우 연약한 토질이 깊게 분포되어 있고, 장래확장 등을 감안하여 전면수심을 증대시켰기 때문인 것으로 파악되었다.



### 3) 분석결과 비교

부산신항 서컨테이너부두의 운영시점인 2012년부터 30년간 경제적 타당성을 비교·분석한 결과 본 편익산출방법에 의거한 결과가 「부산신항 서컨테이너부두 건설사업 예비타당성 조사(2003)」의 분석결과보다 편익이 상대적으로 높게 나타났다. 재항비용 절감효과, 하역비용 절감효과 및 환적화물 유치효과로 구성된 기존의 편익이 1조 1,435억원인 반면, 체선·체화비용 절감효과, 환적비용 절감효과, 그리고 보관료 관련 절감효과로 구성된 본 연구의 편익은 현가기준으로 1조 1,559억원으로 추정되었다(<표 6-6> 참조).

기존 연구에서는 편익항목인 부선하역에 따른 재항비용 및 하역비용 절감효과가 각각 6,086억원과 3,744억원으로 두 항목에서 발생한 편익이 총 편익의 86%에 이르는 것으로 분석되었다. 본 연구에서도 이를 대체하는 편익항목인 체선·체화비용 절감효과와 보관료 관련 절감효과가 각각 4,644억원과 5,253억원으로 총 9,897억원의 편익이 발생하여 기존의 절감효과와 큰 차이를 보이지 않았다.

한편 본 공사의 안벽과 호안 공사비가 제5장에서 제시된 표준공사비 구간 및 다른 사례의 공사비와 비교한 결과 모두 높게 나타났는데 이는 기존 연구의 공사비를 낮출 수 있는 요인이 될 수도 있으나, 부산 신항의 열악한 항만개발여건을 감안하면 기존 연구에서 제시된 공사비는 어느 정도 타당성이 있는 것으로 판단된다.

<표 6-6> 부산신항 서컨테이너 개발사업에 대한 경제성 분석결과 비교

단위 : 억원, %

구분		편익현가	비용현가	NPV	B/C ratio
기존연구 결 과	재항비용 절감효과	6,086	10,378	1,059	1.10
	하역비용 절감효과	3,744			
	환적화물 유치효과	1,605			
	계	11,435			
본 연구 결 과	체선비용 절감효과	3,744	"	1,181	1.11
	체화비용 절감효과	900			
	환적화물 유치효과	1,605			
	보관료관련 절감효과	5,310			
	계	11,559			

주 : 1) 현재가치로 환산시 사회적 할인율 7.5% 적용.

2) 보관료관련 절감효과는 over-storage 절감과 서틀비용 절감효과를 의미.

## 2. 광양항 중마동 일반부두 건설사업 (2만톤급 2선석)

본 절에서는 「광양항 중마동 일반부두 건설사업 예비타당성 조사(2001)」 보고서상의 일반부두에 대한 경제성을 실증 분석하여 이를 기존의 분석결과와 비교하였다. 상계서에는 LME 지정창고의 유치여부에 따라 시나리오를 1·2로 나누고, 해당화물의 기중점(O/D) 분석결과에 따라 광양항에 일반화물 전용부두가 들어서지 않을 경우 광양·여수·여천항이나 부산항, 마산항에서 일반화물이 분담 처리되는 것으로 가정하였다(<표 6-7~8> 참조).

<표 6-7> 시나리오별 중마동 일반부두 개발규모 전망

단위 : 선석

구분		2006	2007	2008~2020
개발소요선석	시나리오 1	1	1	2
	시나리오 2	1	1	1

자료 : 한국해양수산개발원, 「광양항 중마동 일반부두 건설사업 예비타당성 조사」, 2001.6.

주 : 개발소요선석 개수는 누적분.

<표 6-8> 중마동 일반부두 미개발시 광양항 일반화물의 인근항만 예상 배분비율

단위 : %

구분	2007	2011	2020
광양·여천·여수항	28	21	21
부산항	72	63	48
마산항	-	16	31
계	100	100	100

자료 : 한국해양수산개발원, 「광양항 중마동 일반부두 건설사업 예비타당성 조사」, 2001.6.

본 연구에서는 LME 지정창고를 유치하여 2007년과 2009년에 각각 2만톤급 1선석을 운영한다는 시나리오 1의 경우를 분석대상으로 삼았으며, without case일 때 해당화물이 인근항만으로 전이된다는 전제를 고려하여 광양·여수·여천항 뿐만 아니라 부산항과 마산항에서 발생하는 체선·체화비용을 합산·산출하여 이를 편익으로 간주하였다.

분석과정에서 필요한 물동량 전망치와 적정하역능력은 「전국무역항 항만기본

계획(2001)」에서 제시한 값을 이용하였으며 일반부두의 하역능력은 5년마다 5%씩 향상된다는 가정을 고려하였다.

## 1) 편익부문

### (1) 체선·체화비용 감소효과

#### ① 편익대상 대기시간

본 연구에서는  $M/E_2/n$  대기행렬 모형에 따른 대기율표를 이용하고 독립운영단위 선석 수를 2개로 가정하였다. 선석점유율은 해당 항만(광양·여수·여천항, 부산항, 마산항)의 일반부두가 적정능력만큼 처리할 때를 0.55로 설정하고 중마동 일반부두가 개발되지 않을 경우 적정처리능력 대비 초과처리물량의 비율만큼 선석점유율이 상승하는 것으로 가정하였다.

표준화 방안에서 언급한 바와 같이 접·이안 준비시간은 1시간으로 하고, 선박의 하역시간은 일반화물선의 적당 평균 하역량을 선형별 평균 하역능력으로 나누어 산출하였다. 이때 선박의 적당 평균하역량은 해당항만의 일반화물 물동량 전망치를 예상 입항척수로 나누어 추정하였으며, 선석의 시간당 평균하역능력은 「전국무역항 항만 기본계획(2001)」에서 제시한 표준하역능력을 이용하였다.

이러한 과정을 통해 중마동에 일반부두가 개발되었을 경우 선박당 평균 절감 대기시간(=편익대상 대기시간)은 2007년~2020년에 광양·여수·여천항이 0.4~0.7시간, 부산항 0.3~0.6시간, 그리고 마산항이 0.5~1시간 사이에 분포할 것으로 예측되었다.

이와 같이 편익대상 대기시간이 낮게 나타난 것은 중마동에 일반부두가 개발되지 않았을 때 전가될 물동량이 광양항 타부두뿐만 아니라 여수·여천항, 부산항, 마산항에 고루 분산된다는 가정 때문으로 파악된다.

#### ② 체선비용 절감효과

일반화물선의 시간당 기회비용은 제3장에서 제시한 대로 1천톤~5만톤까지의 선형별 비용을 산술 평균하여 산출한 적당 22만 5천원을 적용하였으며, 예상입항척수는 2002년 해당항만의 총 일반화물 처리량 대비 일반화물선의 입항척수 비율을 해당항만의 일반화물 물동량 전망치에 적용하여 산출하였다.

할인율 7.5%를 적용하여 중마동 일반부두가 개발된 후 30년간 발생할 것으로 예상되는 체선비용 감소효과의 현가는 317억원으로 추정되었다.

### ③ 체화비용 절감효과

일반화물(톤당)의 시간당 기회비용은 해양수산부의 「해양수산통계연보」와 관세청의 「무역통계연보」를 이용하여 톤당 금액을 산출한 후 이에 사회적 할인율을 적용하여 산출한 6.39원을 적용하였고, 예상처리물동량은 「전국무역항 항만기본계획(2001)」에서 제시한 해당항만의 적정처리능력을 이용하였다. 할인율 7.5%를 적용한 일반부두의 체화비용 감소효과의 현가는 11억원으로 추정되었다.

### (2) 보관료 관련 절감효과

본 사례분석에서는 보관료 관련 절감효과로 over-storage비용 절감효과를 고려하였다. over-storage비용 절감효과는 각 해당항만의 일반화물 물동량 전망치에 해양수산부 고시 ‘무역항의 항만시설사용료 및 사용료에 관한 규정(2002.12)’에서 제시한 화물체화료를 적용하여 산출하였다.

다만 규정에는 외항·내항화물, 외항화물 중 입·출항 화물, 그리고 보관장소에 따라 무료장치기간과 적용요금이 각각 다르게 제시되었지만, 이와 같은 자세한 자료를 확보하기가 사실상 불가능하므로 각 해당요금을 산술 평균한 값을 적용하였다.

또한, 보관료 관련 절감효과로 셔틀비용 감소효과는 대상에서 제외하였다. 제4장에서 제시한 셔틀비용의 정의대로라면 일반화물의 경우에도 셔틀비용이 발생하지만 컨테이너화물과는 달리 대상 화물량과 요금에 대한 객관적이고 정확한 자료를 확보할 수 없었기 때문이다.

할인율 7.5%를 적용한 일반부두의 보관료 관련 절감효과는 2억원으로 극히 미미한 것으로 추정되었다.

## 2) 비용부문

제5장에서 제시한 공사비 표준화구간과 「광양항 중마동 일반부두 건설사업(2001)」에서 제시한 안벽의 공사비를 비교해 본 결과 안벽 구조물의 경우 기존연구의 공사비는 8,100만원/m으로, 표준화 항목에서 제시한 남해안 2만톤급 안벽공사 사례의 공사비구간인 44백만원/m ~ 54백만원/m 보다 다소 높게 나타났다(<표 6-9> 참조).

이처럼 중마동 일반부두의 경우 안벽 공사비가 본 연구의 공사비 표준화 구간을 훨씬 초과한 것으로 나타난 것은 지반처리를 하지 않은 기초 굴착식 단면이기

는 하나, 원 지반이 너무 얇아 굴착하여야 할 범위가 너무 크기 때문인 것으로 판단되었다. 그러나 예비타당성 조사이후 기본설계 단계에서 약 51백만원/m으로 수정되어 실제 적용공사비는 표준화 구간에 근접한 것으로 밝혀졌다.

<표 6-9> 광양항 중마동 일반부두 건설시 안벽구조물 공사비와 표준화 비용구간 비교

구 분	공사비(m당)	공통점
광양항 중마동 일반부두	81백만원	20,000DWT 급 남해안 지역
표준화 구간	44~54 백만원	

자료 : 한국해양수산개발원, 「광양항 중마동 일반부두 건설사업 예비타당성 조사」, 2001.6.

### 3) 분석결과 비교

실증 분석결과 본 연구방법을 이용한 결과가 기존 평가결과보다 편익이 상대적으로 낮게 나타났다. 기존 편익이 929억원인 반면, 부선하역에 따른 재항비용 및 하역비용 절감효과를 체선·체화관련 효과로 대체한 본 연구의 편익은 현가기준으로 769억원으로 추정되었다(<표 6-10> 참조).

<표 6-10> 광양항 중마동 일반부두 개발사업에 경제성 분석결과 비교

단위 : 억원, %

구 분		편익현가	비용현가	NPV	B/C ratio
기존연구 결 과	재항비용 절감효과	269	943	-14	0.98
	하역비용 절감효과	293			
	내륙운송비용 절감효과	342			
	토지조성효과	25			
	계	929			
본 연구 결 과	체선비용 절감효과	317	"	-250	0.74
	체화비용 절감효과	11			
	내륙운송비용 절감효과	342			
	토지조성효과	25			
	보관료관련 절감효과	2			
	계	769			

주 : 현재가치로 환산시 사회적 할인율 7.5% 적용

기존 연구에서는 재항비용 절감효과 269억, 하역비용 절감효과 293억원으로 두 항목에서 총 562억원의 절감효과가 있는 것으로 분석되었으나, 이의 대체항목인 체선·체화비용 절감효과와 보관료관련 절감효과는 각각 317억원 및 2억원으로

재항비용·하역비용 절감효과의 59%인 329억원에 그쳤다. 보관료 관련 절감효과가 2억원에 그친 것은 컨테이너화물과는 달리 일반화물의 화물체화료가 10톤당 평균 112원/일 (1~10일 지체시)로 매우 낮기 때문이다.

### 3. 시사점

본 연구에서 제시된 평가항목과 항목별 산정절차에 의거한 경제적 타당성 평가 결과는 기존의 평가방법에 의한 결과에 비해 과다 혹은 과소 추정된 것으로 나타났다. 기존의 타당성에 대한 결과를 역전시키지는 않았다. 이것은 현실적이지 못한 것으로 인식되고 있는 기존의 평가 방식을 평가수치의 변동에 따른 큰 혼란 없이 대체할 수 있는 가능성을 제시하는 것으로 받아들일 수 있다. 또한 비용 면에서 구조물의 공사비가 두 실증 분석 모두에서 설정된 표준구간을 초과하였으나 각기 충분한 사유를 가지고 있었고 그렇지 않을 경우 실제 실시계획단계에서 공사비가 하향 조정되었음을 고려할 때 설정된 표준비용구간이 어느 정도 신뢰성을 확보하고 있는 것으로 판단되고 있다.

그러나 편익 산정이 지나치게 시간개념에 치우친 관계로 개발될 항만의 규모(혹은 물동량의 크기)에 비해 기존의 항만 혹은 **without case** 때 물동량이 전이될 항만의 규모가 클 경우 편익대상이 되는 절감시간이 대폭 낮아짐으로써 체선·체화에 따른 편익이 과소 추정될 가능성이 있는 것으로 파악되고 있다. 또한 편익 산출을 위해 많은 절차와 단계를 거치는 과정에서 전제조건의 합리성 여부와 미래 불확실성에 따른 위험(risk)이 결과의 신뢰도를 떨어뜨릴 가능성도 배제할 수 없다. 설정된 구조물별 공사비의 표준화 구간은 이미 제시된 비용에 대한 검증자료로서는 활용될 수 있으나 자체적으로 타당한 공사비를 제시할 수 없다는 것도 아쉬운 점으로 지적된다.

이와 함께 기존 편익항목에 대한 보완 혹은 항만경쟁력과 편익을 계량화시킬 수 있는 방안도 지속 검토되어야 할 것이다. 본 연구에서는 부선하역을 전제한 편익항목이 실제보다 과다 혹은 과소 책정되는 경향이 있는지에 대한 판단을 내릴 수는 없다. 다만, 편익항목의 산출근거나 과정이 보다 설득력 있는 항목으로 대체될 수 있기 위해서는 신규 평가항목의 크기나 항목의 다양성에 있어 지속적인 보완이 있어야 할 것으로 판단된다.

## 제 7 장 요약 및 결론

비용-편익분석을 통한 경제적 타당성 평가는 공공투자사업의 시행여부를 결정 짓는 요체라 할 수 있다. 그러나 과거 공공투자사업에 대한 경제적 타당성 평가는 당해 사업을 정당화시켜주기 위한 요식적인 절차에 불과하였다. 비용이 정해지고 편익항목이 설정되고 나면 그 비용을 상쇄하고도 남을 수 있는 편익 산출을 위해 일관성 없는 기준과 임의적인 산출과정이 적용되었다. 즉 편익항목의 설정에서부터 구체적인 수치 도출까지 표준화된 기준이나 지침이 있을 수 없었으며, 그 결과를 객관적으로 입증해야 할 필요도 없었다. 실제 사회간접자본이 크게 부족하였던 과거시절 공공투자사업은 재정부호만 이루어진다면 시행 자체만으로도 경제성을 보장받을 수 있을 만큼 큰 효과를 나타낸 것으로 인정받고 있다.

그러나 상황은 달라지고 있다. 경제가 발전하고 기본적인 사회인프라가 갖추어지기 시작하면서 각 SOC 분야별 투자는 국가 경제적인 차원에서 투자효과별로 우선 순위를 가리기 시작했다. SOC 사업은 도로, 철도, 공항, 항만에서부터 전력, 댐, 상하수도, 통신 등 너무도 종류가 다양하여 해당 사업의 담당부처와 종사자들은 각기 자신들 사업의 중요성을 강조하기 위해 예산 신청전 타당성 조사를 미리 거치게 하는 등 저마다의 노력을 기울이기 시작했다. 그러나 이러한 소관부처별 타당성 조사는 기술적 타당성을 중점적으로 검토하면서 보다 중요하다고 할 수 있는 국민경제적 타당성에 대해서는 소홀히 취급하여 왔으며, 다각적인 경제성 분석이나 정책적인 차원에서의 검토는 여전히 요식적인 행위에 머물렀다.

이에 정부는 '99년 500억 이상의 정부재정 SOC사업의 경우 예비타당성의 실시를 의무화하였고, 그 결과 경제성 평가결과는 사업시행 여부의 절대적 관건이 되고 있다. 즉 각 소관부처에서 올라온 다양한 사업들의 우선순위를 추진함에 있어 객관적인 잣대의 기준이 될 수 있는 유일한 대안으로 경제성 평가결과의 중요성이 더욱 부각되고 있는 것이다.

비용-편익분석을 통한 평가방법에 있어 각 SOC사업영역별로는 각기 나름대로의 경제성 평가방안을 확립하고 있다. 그러나 편익항목의 설정과 산출과정에 이르기까지 바탕 이론에 대한 논리적 타당성과 합리성, 객관성 등 여러 측면에 있어

사업분야별로 많은 수준 차이를 보이고 있다. 예비타당성을 정부로부터 위탁 총괄하고 있는 한국개발연구원(KDI)은 객관적인 지침마련을 통해 이러한 수준 차이를 해소하고 균등한 조건 하에서 사업별 우선순위를 선정할 수 있도록 두 차례에 걸쳐 각 SOC사업 부문별로 경제성 평가와 관련한 표준화된 지침을 연구하였으나 아직 소기의 성과는 거두지 못한 것으로 평가받고 있다.

이러한 상황에서 새 정부 들어 우리나라를 ‘동북아의 물류중심기지로’ 육성한다는 정책을 국가발전전략의 최고 핵심과제로 채택함으로써 이와 연관된 항만개발사업에 대한 투자여건은 그 어느 때보다 우호적으로 변화되고 있다. 그러나 예산당국의 항만개발투자에 대한 잣대는 여전히 엄격하다. 우리나라 경제의 대외의존도가 2001년 기준 83.4%에 이르고 수출입화물의 99.7%가 항만에서 처리되고 있는 현실에 비추어 항만은 아직도 제대로 된 평가를 받고 있지 못하는 듯하다.

따라서 21세기 국가발전을 선도해 나갈 신 동력원으로서 국민경제를 지탱하는 기간산업의 하나로 항만의 중요성이 모두에게 제대로 인식되기 위해서는 항만개발의 논거가 될 수 있는 경제적 타당성 평가이론에 대한 신뢰성 확보가 무엇보다 시급하다 할 것이다.

이와 관련해 본 연구는 국가 전체적인 입장에서 적절한 수준의 항만시설이 유지될 수 있도록 정책판단의 기초자료로서 항만투자사업을 객관적이고 공정하게 평가할 수 있는 경제적 타당성의 평가항목의 설정 및 산출기준을 재정립하기 위해 진행되었다.

편익부문에 있어서는 그 동안 현실적이지 못한 가정에 바탕을 두고 있는 것으로 지적되어온 부선하역에 따른 하역절감효과와 재항비용절감효과 편익을 항만의 추가 개발로 항만에서 절감될 수 있는 시간가치 개념에 초점을 맞추어 체선·체화비용의 절감 및 보관 관련 비용절감효과로 대체하였다. 체선·체화비용 산정에 대한 필요성은 이미 오래 전부터 제기되어 왔었다.

그러나 대기시간 산정을 위한 대기비율과 선석점유율간의 관계를 규명해 줄 수 있는 확률분포함수에 대한 추정상의 난점, 선박 일일당 장기기회비용, 해상화물의 품목별 가치 및 동 화물의 시간가치 추정에 대한 논리적 근거가 마련되지 못해 아직까지 편익으로 구체화되지 못하였었다.

또한, 그 동안 편익 산출시 수출입물동량과 동일하게 취급되어 온 환적화물에 대해서는 이를 별도 항목으로 설정함으로써 환적화물 유치에 따른 중앙정부의 재정수입 및 항만관련산업에 대한 직접적인 수익을 산출하여 이를 편익에 포함시켰



다. 환적화물 유치에 따른 편익은 충분한 항만시설의 확보와 경쟁력 있는 서비스가 제공될 경우이나 발생 가능한 것이며, 이러한 점에서 항만시설의 수급상태나 서비스의 품질여부에 상관없이 어떤 형태로든 국내항만을 이용할 수밖에 없는 국내 수출입화물과는 편익 산정의 방식이 달라야 한다는 논거를 바탕으로 하고 있다.

끊임없이 논란이 일고 있는 환경비용에 대해서는 아직 경제성 평가와 관련하여 여타 항목에 상응할 정도로 환경적 파급효과를 정밀하게 추정할 수 있는 방법이 제대로 개발되지 못한 점과, 여건상 환경에 미치는 사안별로 일관된 비용 추정이 어렵다는 점을 고려하여 이에 대한 편익기준 설정 및 표준화 작업은 아직 시기상조인 것으로 판단되었다.

그렇지만 구체적인 환경비용 추정은 어려우나 “환경영향이 해당 사업의 추진여부에 결정적인 영향을 미칠 가능성이 있는 사업”에 한하여 전문가의 자문을 통해 비용을 산출하는 것이 타당할 것으로 생각된다. 한편 육상에서의 대기오염의 약 40%가 자동차가 원인인 점을 감안하여 항만개발을 통해 해상으로의 수송수요의 전환이 발생할 경우 이를 환경비용 절감편익으로 산출할 수 있는 방안을 설정하였다.

본 연구에서는 최종 설정된 편익항목에 대해 개별적으로 합리적 산출기준 및 산출과정의 표준화를 제시하여 동일 사업, 동일 편익항목에 대해 평가 주체에 상관없이 같은 수치가 도출될 수 있도록 함으로써 관련사업에 평가자의 주관이 개입될 소지를 제거하였다.

비용부문에서는 그간 비용 산정에 많은 논란을 빚어 왔던 공사비 중 지형, 수심, 파고, 지반 등의 환경조건과 시공방법에 따라 많은 비용차이를 보이고 있는 토목공사비에 대해 구조물별(안벽, 방파제, 호안) 토목공사비의 표준비용구간을 설정하였다. 이를 통해 경제성 분석에서의 개략적인 항만공사비의 추산을 가능케 함으로써 공사비 산정의 신뢰도를 높이하고자 하였다.

또한 항만개발과 관련해 완공 후 누적공사비의 2%를 일률적으로 적용하고 있는 유지운영비에 대한 적정성 여부를 항만분야에 대한 추정 자본스톡량 대비 정부 및 민간부문(컨테이너부두공단)의 관련 지출경비에 대한 분석결과를 토대로 판단하였다. 검토결과 항만자산가치 대비 유지보수비율은 연도별로 1.56~1.78%의 범위에 있는 것으로 나타났는데 민간분야에서 발생하는 유지보수비 중 본 연구에서 자료분류 및 입수의 한계상 포함되지 않은 금액을 감안하면 현재 사용하고 있는

전체적인 유지보수비율 2%에 상당부분 근접하고 있는 것으로 파악되었다.

본 연구의 현실적인 적용가능성 여부와 실제 적용시 발생할 지도 모를 문제점들을 파악하기 위해 수행한 실증 분석결과에서는 부산신항 서컨테이너부두의 경우 기존의 분석결과보다 편익이 상대적으로 높게 나왔으나 그 차이는 아주 작은 것으로 추정되었다. 구체적으로는 기존 연구에서의 편익항목인 재항비용·하역비용 절감효과에서 총 9,830억원의 편익이 발생하는 것으로 분석되었는데(총 편익의 86%) 이를 대체하는 편익항목인 체선비용·체화비용 절감효과와 보관료 관련 절감효과에서는 총 9,897억원의 편익이 발생하여 이들간의 차이가 극히 미미함을 알 수 있다.

비용면에서는 안벽과 호안공사비가 본 연구에서 제시한 표준비용구간은 물론 기타 다른 사례의 공사비와 비교해서도 모두 높게 나타났다. 이는 기존연구의 공사비를 낮출 수 있는 요인이 될 수도 있으나 항만을 개발하기에 부산신항이 안고 있는 열악한 여건과 장래 초대형선 입항에 대비한 전면수심의 깊이를 감안할 때 기존 연구에서 제시한 공사비는 어느 정도 타당한 것으로 판단되었다.

광양항의 일반부두의 경우는 앞서 경우와 반대로 기존 분석결과보다 편익이 상대적으로 낮게 나타났다. 기존 연구의 평가에서 재항비용 절감효과, 하역비용 절감효과, 내륙운송비용 절감효과, 그리고 토지조성효과로 구성된 총 편익이 929억원인 반면, 체선·체화비용 절감효과 및 보관료 관련 절감효과로 대체한 본 연구의 편익은 697억원으로 추산되었다(이상 현가기준). 비용부문의 경우 호안을 제외한 안벽의 경우는 기본설계 단계의 공사비를 감안하면 설정된 공사비의 표준구간에 접근한 것으로 판단되었다.

전술한 바와 같이 본 연구에서 제시된 평가항목과 항목별 산정절차에 의거한 경제적 타당성 평가결과 두 실증 분석에서 각각 기존 편익에 비해 과다 또는 과소 추정된 것으로 나타났으나 기존의 경제성 판단결과를 바꿀 정도의 차이는 나지 않았다.

이러한 사실은 이번 경제성 평가 개선방안의 현실적 적용 가능성을 높여주는 것으로 받아들일 수 있다. 특히 편익의 과다 산출 논란을 불러 일으켰던 부산하역의 가정을 제거함으로써 편익산출의 신뢰를 높일 수 있는 기반을 제공하였고, 산출과정을 표준화시킴으로써 편익결과에 대한 객관성과 투명성을 확보하였다. 공사비 산정에 있어서 일관성 시비의 원인이 되었던 항만시설물에 대한 지역별, 환경여건별 사례조사를 통해 안벽, 물양장, 호안 등의 구조물별 표준공사비용 구간

을 설정한 것과 항만에 대한 자본스톡 및 정부재정지출에 대한 분석내역을 바탕으로 그 동안 관례화되다시피 적용되고 있는 공사비 대비 유지보수운영비 비율 2%에 대한 타당성 검증은 관련분야에서는 처음 시도되는 내용이라 할 수 있다.

그러나 본 연구에서 제시된 평가방안이 대기시간의 절감에 맞추어 지면서 편익의 크기가 선석의 독립운영단위 개수와 신규 개발규모 대비 기존의 하역능력의 비율에 지나치게 의존되어 있음이 문제점으로 지적되고 있다. 이번 실증분석에서도 선석의 독립운영단위를 2개에서 1개로 낮추거나 기존의 하역능력을 일정 규모 줄여 계산한 결과 경제성이 큰 폭으로 상승하는 현상이 발생하였다.

특히 편익의 크기가 수요 증가의 절대적인 규모보다 기존 항만의 하역능력에 지나치게 민감하게 반응하는 것은 편익산정의 시스템을 불안정하게 한다. 이것은 대기율과 선석접안률과의 관계를 좌우하는 Erlang 분포가 선석접안률의 일정 수치를 넘었을 때 대기율이 급상승하는 특징을 보이고 있기 때문이다.

따라서 컨테이너선박과 같이 엄격한 스케줄을 요구하거나 항만운영의 효율화로 부두의 하역능력이 상향될 경우 이는 기존의 Erlang 분포를 오른쪽으로 거의 수평 이동시키는 역할을 하게 된다. 이렇게 될 경우 일정 수준까지는 선석접안률이 지금보다 높아지더라도 대기율은 별로 변하지 않게 되며 따라서 항만의 추가 개발로 인한 대기시간의 절감분이 감소되면서 체선·체화로 인한 편익도 자연 줄어들 수밖에 없다. 즉 부선하역을 전제한 하역비용과 재항비용의 절감효과를 체선·체화편익을 비롯한 타 편익항목으로 대체할 경우 향후 편익감소는 불가피해 보이며 이를 보충하기 위해서는 기존 편익항목에 대한 보완은 물론 항만경쟁력과 같은 무형의 편익을 계량화시킬 수 있는 방안이 지속적으로 검토되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

### <국내문헌>

과학기술부, 엔지니어링사업대가의 기준 공고 제2001-116호(2001. 12. 31 개정공고)  
관세청, 「무역통계연보」, 각 호.

김경진·안강기, 「2000 전국교통혼잡비용 산출과 추이분석」, 교통개발연구원,  
2001.

김창곤·홍동희·최종희, “항만대기 시스템에서의 서비스시간의 통계적 검증에  
대한 연구”, 「해양정책연구」, 제12권, 1997.

박병인, “이질적 복수서버를 갖는 혼잡 컨테이너터미널의 선박관련 시간분포 추  
정”, 「해양정책연구」, 제13권 1998.

신승식·이호춘, 「운송수단별 환경비용 추정과 시사점 : 도로수송과 연안해송을  
중심으로」, 한국해양수산개발원, 2001. 11.

양창호·김창곤·배종욱, 「컨테이너터미널 선석처리능력 추정방안에 관한 연  
구」, 한국해양수산개발원, 2001.

이영혁·김세영, 「우리나라 수출입화물의 수송체증비용 추정」, 해운산업연구원,  
1991.

장성용, “항만개발투자의 경제적 평가방법에 관한 연구”, 『해운산업연구』, 제28  
호, 1987. p. 63.

장영태, “우리나라 주요 수출입 항만에서의 선박 입출항 시간분포 추정에 관한 연  
구”, 「한국해운학회」, 제19호, 1994.

장영태·김성귀, 「선박체항시간비용의 추정에 관한 연구」, 한국해양연구원,  
1992.

통계청, 「운수업통계조사보고서2001」, 2002. 11.

\_\_\_\_\_, 「1997 국부통계조사보고서」, 2000.

한국개발연구원, 「교통부문사업 예비타당성조사의 환경비용추정 연구」, 2002.

\_\_\_\_\_, 「도로부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(개정판)」, 2000.

\_\_\_\_\_, 「도로부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제3판)」, 2001.

\_\_\_\_\_, 「부산신항 서컨테이너부두 건설사업 타당성 조사」, 2003.

- \_\_\_\_\_, 「철도부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(개정판)」, 2000.
- \_\_\_\_\_, 「항만부문사업의 예비타당성 표준지침 연구(개정판)」, 2001.
- 한국컨테이너부두공단, 「2002년도 컨테이너 화물 유통추이 및 분석, 2003.5」
- \_\_\_\_\_, 「2002년도 컨테이너화물 유통추이 및 분석」, 2003.
- \_\_\_\_\_, 「부산항 ODCY 이전에 따른 컨테이너화물 유통체계 정비 및 개선방안에 관한 연구」, 2000.
- \_\_\_\_\_, 「한반도 글로벌 물류중심지화 방안 및 추진전략 연구」, 2003. 10.
- 한국해양수산개발원, 「광양항 중마동 일반부두 건설사업 예비타당성 조사」, 2001.
- \_\_\_\_\_, 「전국 항만 적정하역능력 산정」, 1998.
- \_\_\_\_\_, 「전국무역항 항만기본계획」, 2001.
- \_\_\_\_\_, 「전국항만 적정하역능력 산정」, 1998. 7.
- 해양수산부, 「항만산업의 경제적 파급효과에 관한 연구」, 2002.
- \_\_\_\_\_, 「항만산업의 경제적 파급효과에 관한 연구」, 2002.
- \_\_\_\_\_, 「항만시설 유지보수비 배정방법가 기준에 관한 연구」, 2001.
- \_\_\_\_\_, 「해양수산통계연보」, 각연도.
- \_\_\_\_\_, 「해양수산통계연보」, 각호.
- \_\_\_\_\_, 「항만업무편람」각 연도.
- 황상규, 「도시교통혼잡지표의 개발 및 활용방안」, 교통개발연구원, 2002.

#### <외국문헌>

- (재)항만공간고도화센터, 「항만투자의 평가에 관한 가이드라인」, 1999.
- Drewry, “Global Container Terminals : Profit, Performance and prospects”, 2002.
- Goss, R.O. and Mann, M.C., “The cost of ship's time,” *Advances in Maritime Economics*, edited by Goss, R.O., *Cambridge University Press*, 1977.
- Jansson, J.O. and Shneerson, D., *Port Economics*, MIT Press, 1982.
- Langen P. W., Eenhuizen J., “A stylised Container Port hierarchy : A theoretical and Empirical Exploration”, *Conference Proceedings of the IAME Annual Conference 2002*, 2002
- Martin Stopford, *Maritime Economics*, 2nd edition, 1999.
- Otto Eckstein, 「Water Resources Development : The Economics of Project Evaluation」, *Harvard Univ. Press*, 1958.

- Port Development, A Handbook for planners in developing countries, 2nd Edition revised and expanded, United Nations.
- Renald N. McKean, 「Efficiency in Government Through System Analysis」, *New York: Wiley*, 1958.
- Robert Dorfman, 「Measuring benefits of Government Investment」, *Brookings Institute*, 1965.
- Tang L., & Kubo M., “A Study on the Possibility to Build a National Hub Port in the Chinese Northern Region and the Influence on Japanese and Korean Ports”, *Conference Proceedings of the IAME Annual Conference 2001*, 2001.
- Tuna O., “The Impact of Hub Ports on the Logistics Strategies of Turkey”, *Proceedings of the 2nd International Gwangyang Port Forum and International Conference for the 20th Anniversary of KASS*, 2002.
- UNCTAD, 「Appraisal of Port Investments」, 1977.
- \_\_\_\_\_, 「Port Development」, 1985.

---

항만개발사업의 경제적 타당성 평가의 개선방안 연구

---

2003年 12月 26日 印刷

2003年 12月 31日 發行

編輯兼

發行人

發行處

李 廷 旭

韓 國 海 洋 水 產 開 發 院  
서울특별시 서초구 방배3동 1027-4  
수암빌딩

전 화 2105-2700 FAX : 2105-2800

등 록 1984년 8월 6일 제16-80호

---

組版·印刷/서울기획문화사 2272-1533 정가 15,000원

판매 및 보급 : 정부간행물판매센터

Tel : 394-0337, 734-6818