한국항해항만학회지 제26권 제4호(항해항만통합권 제4호), pp.383~390, 2002 (ISSN-1598-5725)
Journal of Korean Navigation and Port Research

우리나라 항만에서의 체선·체화 시간비용 재추정

장 영 태* · 성 숙 경**

*한국해양수산개발원 연구위원, **한국해양수산개발원 연구원

Revisit to Estimate the Time Cost of Ships and Cargoes

*Young-Tae Chang** · *Souk-Kyung Sung***

**Policy & Market Analysis Div., Korea Maritime Institute, Seoul, Korea*
***Shipping, Logistics & Port Research Center, Korea Mariitme Institute, Seoul, Korea*

요 약 : 체선·체화시간의 경제적 가치추정은 항만의 투자나 운영효율화를 위한 의사결정에 필요한 가장 기초적이고 중요한 자료이다. 이에 대한 연구는 '70~'80 년대에 걸쳐 Goss와 Mann의 연구와 세계은행을 중심으로 선박과 화물이 가지고 있는 장기기회비용관점 (long-term opportunity cost)에서 추정된 바 있으며 국내에서도 10년 전에 이와 동일한 방법으로 추정된 바 있다. 이 논문의 목적은 10년 전 연구를 최근의 자료를 이용하여 재조사하는 것이다. 국적선 외항선사의 약 47.5%에 해당하는 선박 205척으로부터 입수한 선박관련 소요경비, 무역통계, 해양수산통계 등을 이용하여 체선·체화비용을 추정하였다. 추정결과 저자의 10년 전 연구와 비교하여 액체화물선과 산물선의 체선비용이 증가하였으며 특히 액체화물선의 비용은 두 배 가까이 증가하였다. 이는 고가의 LNG선이 투입됨으로써 선박의 시간당 기회비용을 증가시킨 때문이다. 10년 전과 비교하여 체선·체화의 시간비용이 크게 상승하지 않은 것은 사회적 할인율이 하락한 때문인 것으로 밝혀졌다. 사회적 할인율의 차이에 따른 감도분석이 실시되었다.

핵심용어 : 체선비용, 체화비용

Abstract : *The time cost of ship and cargoes is one of the most important data for decision-making of port investment and operational efficiency. Studies in this area were initiated internationally by Goss and Mann in late 70's and also done in Korea 10 years ago using the same methodology as Goss. The main purpose of this paper is to revisit to estimate the time cost using updated data. The estimation was undertaken sampling data on various investment and operating costs by vessel from 205 vessels, comprising 47.5% of the national fleet in Korea as well as on cargoes from international trade statistics. Compared with the study of 10 years ago, major finding of this research is that time costs of liquid and dry bulk carriers have increased, in case of the former type, showing almost doubled cost increase. The increase is deemed to be caused by very expensive LNG carriers. Lowered social discount rate in this study compared with 10 years ago, in general, has caused the costs to stay at similar level to the previous study. Sensitivity tests were conducted using various social discount rates.*

Key words : *congestion cost*

1. 서 론

우리나라의 무역의존도는 71.9%(2000년 기준)를 넘고 있으며, 수출입화물의 99.7%가 항만을 이용하였다. 그러나 항만시설투자가 상대적으로 저조하여 2000년말 현재 항만시설확보율이 80.7%에 불과하여 시설부족현상을 보이고 있으며 <Table 1> 부산항을 비롯한 대부분의 주요항만에서 체선이 발생하였다.

체선현상은 처음에는 부산항과 인천항에서만 나타났으나 최근에는 전국적으로 확산되고 있는 실정이다. 부산, 인천, 울산, 광양, 포항항 등은 선박 입출항도 많고 적체현상이 심하나 울산, 광양, 포항, 동해, 목포항 등의 체선현상은 대부분 전용부두에서 발생하는 것으로 계절적인 영향을 많이 받기 때문에 가장 문제가 되는 것은 일반화물이 많은 부산항과 인천항에서의 체선현상이다. 부산항은 우리나라 전체 수출화물의 30.8%, 수입화물의 12.9%를, 인천항은 각각 11.4%와 12.2%를 처리하여 물류비용에 미치는 영향이 매우 크다.

Table 1 Port throughput and capability (2000)

(unit : 1,000 ton, %)

구 분	처리실적	시설소요(A)	하역능력(B)	시설확보율(B/A)
전 국	833,579	517,210	417,561	80.7
부산항	117,229	108,147	84,764	78.4
인천항	120,399	80,503	56,590	70.3
광양항	139,476	73,898	73,805	99.9
울산항	151,067	43,023	24,776	57.6
동해항	17,394	16,783	23,035	137.3
군산항	11,787	9,678	7,596	78.5
목포항	6,481	5,552	6,271	113.0
포항항	51,134	50,271	44,542	88.6

주 : 시설소요는 2000년 처리실적에서 유류물동량을 제외한 수치이며 이에 대비되는 하역능력은 1999년말 기준임

* 정회원, ytchang@kmi.re.kr 02)2105-2822
** ssk@kmi.re.kr 02)2105-2828

2000년 각 항만의 체선률은 인천항이 입항척수의 10.9%(평균체선 1.6일), 광양항 6.7%(평균체선 1.6일), 울산항 5.6%(평균체선 1.4일), 부산항 1.0%(평균체선 1.3일) 및 기타항 3.9%(평균체선 1.5일)에 달하였다<Table 2>. 그러나 이러한 체선률도 현재 해양수산부에서는 12시간 이상을 대기한 선박만을 대상으로 체선한 것으로 집계되고 있기 때문에 이론에서 말하는 엄밀한 대기시간 - 즉, 시설이 부족하여 조금이라도 대기하는 시간을 과소평가하고 있다. 또한 정부에서 발표하는 체선비용은 경제적 개념에 기초하여 추정되지 못하고 단지 개략적으로 산정되는 경향이 있으며 체화비용이 누락되고 있다.

체선·체화시간의 경제적 가치추정은 항만의 투자나 운영효율화를 위한 의사결정에 필요한 가장 기초적이고 중요한 자료이다. 이에 대한 연구는 다음절에서 소개되는 바와 같이 '70~80 년대에 걸쳐 Goss와 Mann(1977)의 연구와 세계은행을 중심으로 선박과 화물이 가지고 있는 장기기회비용관점(long-term opportunity cost)에서 추정된 바 있다. 또한 국내에서도 10년 전에 Goss와 Mann의 연구와 동일한 방법론으로 해운회사의 자료를 이용하여 추정된 연구가 국내 학술지에서 소개된 바 있다(장영태·김성귀, 1993). 그 이후 선박과 화물의 경제적 시간가치 연구가 제대로 이루어 진 적이 없었기 때문에 이 논문의 목적은 10년 전 연구를 최근의 자료를 이용하여 재조사하는 것이다.

Table 2 Congestion by port

구 분	부산	인천	광양	울산	동해	군산	목포	포항
입항척수	21,477	6,804	7,633	9,784	462	1,521	366	2,570
체선척수	225	740	515	549	93	23	22	339
체선률(%)	1.0	10.9	6.7	5.6	20.1	1.5	6.0	13.2
체선대기시간	7,096	27,994	19,579	18,883	3,934	693	858	12,201
평균체선시간	31.5	37.8	38.0	34.4	42.3	30.1	39.0	36.0

2. 연구방법론

2.1 선행연구

먼저 외국의 연구를 살펴보면 도로 등 육상수송의 교통체증(congestion) 현상에 대한 연구가 아주 활발히 진행된 것과는 대조적으로 선박 및 화물의 체선·체화에 대한 연구는 별로 이루어지지 않았다. 대표적 연구로는 1977년 Goss와 Mann이 선박시간비용 산출방법론 및 연구결과를 발표한 것이 주된 중심이론 및 방법론으로 발전되었으며, 1985년 World Bank에서 Goss의 이론 및 방법론에 근거하여 SHIPCOST라는 컴퓨터 프로그램을 개발하여 세계 각국에 보급시킨 바 있다. Goss와 Mann은 장기기회비용(long-run opportunity cost)의 개념을 이용하여 1970년 기준 영국 항만에서의 체선·체화비용을 추정하였다. 이들 연구에서는 선박재항비용은 선박을 유조선, 산물선, 일반화물선, 겸용선, 컨테이너선, Roll-on roll-off선, LASH선 등으로 구분하여 추정하였으며 체화비용은 화물을 일반화물, 산물, 액체화물, 컨테이너화물로 구분하여 추정하였다.

Jansson과 Shneerson(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(queuing cost)으로 각각 구분할 것을 주장하였다. 구체적으로는 화물처리비용 및/또는 선박 서비스시간의 증가로 나타나는 효과를 혼잡비용으로 간주하였다. 이들은 이론상 대기시간보다 실제 항만에서 측정된 대기시간은 이용율이 낮더라도 많이 발생할 수 있다는 것을 그림으로 예시하였다.

우리나라에서 항만의 체선·체화현상에 대한 연구는 1990년대 초반부터 시작되었다. 항만의 체선·체화현상은 '80년대 초반부터 발생하고 있었지만 심각한 문제로 인식되기 시작한 것은 부산항의 항만시설부족에 따른 체선발생으로 수출입화물의 적기운송이 어려워진 '80년대 후반부터였다.

이영혁·김세영(1991)은 수출입화물만을 대상으로 부산항과 인천항의 선박체증과 부산시내 및 경부·경인고속도로의 차량체증에 따른 '국민경제적 후생손실' 을 산출하였다. 수송체증비용은 항만의 경우 선박비용, 화물의 시간비용, 순운임손실 등, 도로의 경우 차량운행비용, 화물의 시간비용, 순운임손실 등으로 구분하여 산출되었다. 이들 연구에서는 수요곡선을 추정하지 않고 공급측면 즉, 해당 교통시설(항만 또는 도로)을 이용하는 선박 또는 차량의 비용부담과 수송화물의 시간비용만을 분석하여 산출하였다. 특히 화물의 시간비용 산출에는 정액법과 정률법을 동시 사용하였다. 연구결과, 부산항과 인천항의 체증에 따른 국민경제적 손실은 1990년 기준 연간 약 1,130억~1,530억원으로 추정되었다.

장영태·김성귀(1993)는 Goss와 Mann(1977)의 연구방법론을 근간으로 우리나라 선사의 자료를 활용하여 1990년 기준 우리나라 항만에서의 체선·체화비용을 추정하였다. 선박과 화물의 종류는 컨테이너, 산물, 액체화물, 일반잡화 등으로 구분되었다. 선박 재항시간비용 (체선비용)은 대기함으로써 발생하는 선박의 장기기회비용 관점에서, 화물은 재항에 따른 금융비용등을 고려하여 추정되었다. 이들 연구에서는 Goss와 Mann의 연구와 동일한 방법으로 선박의 재항시간비용은 선박규모와 재항비용이 지수함수적인 관계를 갖는 것으로 가정하여 지수함수식을 설정한 후 이를 log-transformation시켜서 선박규모별 일일당 시간비용을 추정하였다. 화물의 일일당 재항시간비용 (체화비용)은 단위(톤) 무게당 화물의 경제적 가치×사회적할인률÷365일에 의하여 산출되었으며, 이 비용을 다시 24시간으로 나누어 시간당 비용이 산출되었다. 추정결과, 1만톤급 선박이 화물을 70% 적재한 상태에서 1일 대기할 경우 총재항비용은 컨테이너선박 10,487천원, 일반화물선 6,511천원, 액체화물선 6,213천원, 산물선 2,893천원 순으로 나타났다.

이외에 대기행렬이론(Queueing Theory)을 이용하여 이론적 확률분포와 실제분포를 통계검정(Goodness-of-Fit Test)

함으로써 추정하는 방법, 실제분포를 이용하거나 이론분포를 재생시켜 시뮬레이션모형으로 추정하는 방법 등을 이용하여 항만의 체선현상을 분석한 연구가 있으나 경제적 가치를 계량화한 것은 아니었다. 김창곤등(1997)은 선박의 형태별 구분을 통해 포항항 부두 대기시스템의 서비스시간에 대해 분석하였으며, 장영태(1994)는 인천항 일반부두, 포항항 원료부두 및 울산항 원유부두를 대상으로 선박의 입출항 분포형태를 분석하였으며, 박병인(1998)은 체선이 매우 심했던 1989년의 BCTOC 자료를 이용하여 혼잡한 컨테이너터미널의 선박도착시간분포와 서비스시간분포를 추정한 바 있다.

따라서 그동안 국내에서 수행된 연구중 체선·체화비용을 동시에 추정한 연구는 장영태·김성귀의 연구가 유일하였다. 대부분의 국내연구에서 개별항만투자에 대한 경제성분석중 편익항목으로서 선박의 대기비용 및 재항비용 절감효과를 추정하고 있으나 체화의 해소에 따른 비용은 추정되지 못하고 있다. 즉, 항만투자사업시 경제성분석의 일환으로서 당해항만 개발에 따른 선박대기비용, 재항비용 절감효과 등이 추정되어 왔다.

2.2 분석방법론

1) 체선비용 추정방법

Goss와 Mann(1977) 및 장영태·김성귀(1992)의 이론 및 방법론을 중심으로 체선비용을 추정하였다. 동 방법은 일명 잠재가격방법이라고도 일컬어지는데 이는 실제 시장에서 특정 서비스를 제공받는데 드는 가격은 아니다. 잠재가격(shadow price)은 주어진 산출량 수준에서 할인된 수익이 할인된 현금운영비 및 자본비용과 정확히 일치되게 만드는 가격수준을 말한다.

동 방법은 선박의 일일당 장기기회비용(LROC : Long-run opportunity cost)을 DWT에 대해 회귀분석하는 방법으로 추정결과는 선박크기별 일일 및 시간당 비용으로 각각 나타나게 된다.

$$Y = a \cdot X^{b} \qquad (1)$$

Y : 선박 일일당 장기기회비용

X : DWT

선박의 연간가동일수는 350일로 통상 가정되기 때문에 선박의 일일당 장기기회비용은 다음 식에 의해 산출된다[1].

$$\mathrm{LROC} = \frac{CC + OC}{350} + FC \qquad (2)$$

$$= \frac{1}{350}\left[W + SP + INS + MNTN + GA + \left(\frac{C_0 \cdot r}{1-(1+r)^{-n}}\right)\right] + FP$$

먼저 운영비(OC : Operating cost)에 포함되어야 할 항목은 다음과 같다.

- 선원비(W: Wage) : 선원에게 직접 지급되는 급여 외에도 선원을 고용함으로써 발생하는 복리후생비, 퇴직충당금 등을 포함한 제경비
- 선용품비(SP : Stores and Provision): 선박의 항해에 필요한 식량 등 기본 물자 구입비
- 보험료(Insurance) : 선체보험료, P&I 보험료, 기타 공제조합 및 선박관련 보험료
- 수리비(Maintenance cost)
- 항비, 화물비 등을 제외한 일반경비(Genearl cost)
- 재항시 소요되는 연료비(Fuel cost)[2]

이들 생산요소에 대한 가격은 사회적 기회비용(social opportunity cost)을 나타낸다고 가정되며 이는 수요공급에서 독점현상이 없다고 가정하는 것이다. 일반경비항목에서 항비를 제외하는 이유는 이 비용은 관련 자원의 사회적 기회비용과는 별로 관계가 없고 단지 항구에 따라 그 변화가 다양하기 때문이다. 화물처리비용도 시간관련비용이 아니기 때문에 제외되었다.

자본비용(capital charge)은 투자자본비(capital cost)와 동일하게 만들어지도록 선박의 내용연수동안 균등하게 발생하는 연가(constant annuity)로 표현된다. 선박투자비용을 회수하기 위해 자본비용이 계상되면 동일금액의 이 비용들은 현재가치로 환산할 경우 초기 자본비와 동일하게 된다는 개념에 근거한 소위 자본회수계수(capital recovery factor) 이용방법으로 다음과 같은 수식을 이용한다.

$$CC = \frac{C_0}{\frac{1-(1+r)^{-n}}{r}} \qquad (3)$$

CC : 연간자본비용(capital charge)

C_0 : 초기투자 자본비(initial capital cost)

n : 선박의 경제적 내용년수

r : 사회적 할인률

동 방법의 장점은 감각상각비를 계산하고 (이는 비용이 아니라 단지 인위적인 장부상 이전비용임 : book transfer) 이자비용을 별도로 계산해야 되는 번거로움 및 논리적 모순을 피하게 하고 선박의 경제수명 동안 매년 균등한 자본비용을 계상해 줌으로써 선박의 연령에 따라 변화하지 않는 선박시간비용을 산출하게 하는 것이다.

선박의 경제수명은 일반적으로 25년으로 가정되며 잔존가치(scrap value)는 계산에서 제외된다. 이는 25년 후의 잔존가치가 초기 투자비의 아주 적은 부분을 차지할 뿐 아니라 현

1) 식의 자세한 내용은 장영태 · 김성귀, 1993 참조

2) 본 연구에서는 선박의 일일당 장기기회비용을 산출하기 위해 일연료비를 사용하였음

재가치로 환산할 경우 무시해도 될 정도로 미미하기 때문이다.

최근 항만개발투자의 사업타당성 분석 또는 경제적 효과분석에서 사용된 할인율은 대부분 8% 이하인 점을 감안하여 본 연구에서는 사회적 할인율 7.5%를 채택하였다.

모든 가격은 real terms로 계산되기 때문에 인플레이션과는 무관하게 되며 비용항목이 기준년도와 다를 때 기준년도 가격으로 환산하기 위해 생산자물가지수[3]로 조정하였다. 금액으로 표시되어 있는 통계자료는 물가지수 상승률로 나눔으로써 가격변동 효과를 제거할 수 있었다. 본 연구에서는 1995년 기준지수를 이용하여 구입년도에 따른 선박구입가격의 변화를 조정하였다.

2) 체화비용 추정방법

앞에서는 선박이 마치 화물을 싣지 않은 상태에 있는 것처럼 재항시간비용을 추정하였다. 즉, 선박이 싣고 다니는 화물에 대한 대기(재항)비용은 제외되었다. 그러나 선박이 대기하게 되면 선박지체로 인한 체선비용과 선박에 실린 화물로 인한 체화비용이 함께 발생한다. Goss와 Mann의 방법을 적용하여 체화비용 계산에서도 자본의 사회적 기회비용에 사회적 할인율을 반영하여 다음과 같이 구하였다.

$$\text{일일당체화비용} = \frac{\text{화물가치} \times \text{사회적할인율}}{365}$$

$$\text{시간당체화비용} = \frac{\text{화물가치} \times \text{사회적할인율}}{365 \times 24}$$

화물가치는 선박 재항시간비용 산출 기준년도의 해상수출입 물동량 및 금액자료를 토대로 컨테이너화물, 일반잡화, 산화물, 액체화물 등으로 구분하여 수출입금액 대 물동량비율로서 산출되었다. 즉, 기준년도 해상수출입 자료에서 해당품목의 금액을 물동량으로 나누면 단위(톤) 무게당 화물가치가 산출된다. 일례로 해상 액체화물의 수출입금액이 100억이고 물동량이 1억톤이었다면 액체화물 톤당가치는 100억원÷1억톤=100원/톤이 된다.

2.3 자료

1) 선박경비 설문조사

2002년 2월부터 약 1개월간 거양해운 등 한국선주협회 회원사 35개사를 대상으로 국적선 및 BBC/HP에 대한 2000년 기준 소요경비를 설문조사한 결과 우리나라 외항선박의 약 47.5%에 해당하는 25개사의 선박 205척에 대한 자료를 입수하였다<Table 3>.

수집된 표본은 다음과 같이 컨테이너선, 일반화물선, 산물선, 액체화물선 등 4개 그룹으로 구분하였으며, 각각 국적선의 48.1%, 68.2%, 33.8%, 58.5%를 점유하였다.

- 컨테이너선 : 풀컨테이너, 세미컨테이너 등
- 일반화물선 : 일반화물선, 핫코일선 등
- 산물선 : 광탄선, 원목선, 산화물선[4] 등
- 액체화물선 : 유조선, 캐미칼탱커, LNG선 등

Table 3 Composition of sampled vessels in number

(unit : vessel)

구분	컨테이너선	일반화물선	산물선	액체화물선	기타	합계
총선박수	129	110	130	41	22	432
표본수	62	75	44	24	0	205
비중(%)	48.1	68.2	33.8	58.5	0	47.5

2) 체화비용

체화비용 산정은 2000년을 기준으로 하였으며 체화비용 추정을 위한 기초자료로써 해상수출입화물 수송량은 해양수산부의 해양수산통계연보를, 수출입화물가액은 관세청의 무역통계연보를 이용하였다. 해양수산부는 관세청의 품목번호 분류를 32개 품목으로 재구성하고 있으며 이 분석에서는 해양수산부의 품목분류에 의거 수출입화물을 32개 품목으로 구분하였다.

3. 분석결과

3.1 체선비용추정

선박비용과 선박크기는 선박규모의 경제로 인하여 비선형이라고 판단되므로 식(1)을 로그변환한 후 이를 이용하여 선박의 일일당 장기기회비용을 DWT에 대해 회귀분석한 결과 다음과 같은 통계치<Table 4>와 선종별·선박크기별 체선비용<Table 5 및 Table 6>을 산출하였다

Table 4 Regression analysis on time cost by ship type

통계치	컨테이너선	일반화물선	산물선	액체화물선
a	8.074 (42.87)	11.078 (33.53)	9.95 (16.92)	10.479 (19.64)
b	0.834 (42.98)	0.449 (11.66)	0.573 (10.75)	0.603 (10.38)
R^2	0.97	0.65	0.73	0.83
D-W	1.67	1.82	1.42	1.04

주 : 괄호 안은 t 값.

체선비용은 컨테이너선, 액체화물선, 산물선, 일반화물선별로 큰 것으로 나타났으나 컨테이너선과 액체화물선간에는 34,000 DWT까지는 액체화물선의 비용이 다소 크다가 그 후부터는 컨테이너선의 비용이 커지는 것을 알 수 있다<Fig 1>.

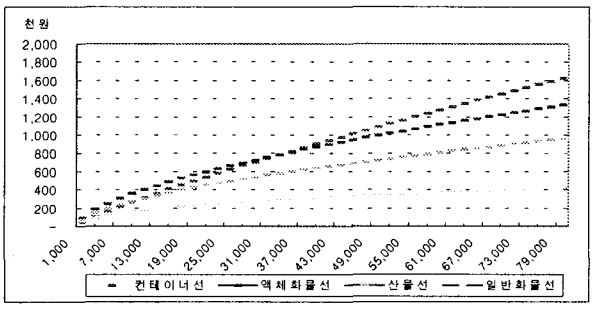

Fig. 1 Hourly time cost by ship type

Table 5 Time cost of container and general cargo vessels (unit : 1,000 Won)

컨테이너선			일반화물선		
선박크기 (DWT)	일일비용	시간당 비용	선박크기 (DWT)	일일비용	시간당 비용
10,000 (650)	6,958	290	3,000	2,357	98
20,000 (1,500)	12,404	517	7,000	3,448	144
30,000 (2,000)	17,395	725	13,000	4,553	190
40,000 (3,000)	22,111	921	20,000	5,524	230
50,000 (4,000)	26,634	1,110	30,000	6,627	276
60,000 (5,000)	31,008	1,292	40,000	7,541	314
70,000 (6,000)	35,262	1,469	50,000	8,336	347

주: 컨테이너선의 경우 ( ) 안은 적재가능한 TEU를 나타냄

Table 6 Time cost of dry and liquid bulk cargo vessels (unit : 1,000 Won)

산물선			액체화물선		
선박크기 (DWT)	일일비용	시간당 비용	선박크기 (DWT)	일일비용	시간당 비용
10,000	4,108	171	10,000	9,183	383
20,000	6,112	255	30,000	17,811	742
30,000	7,710	321	50,000	24,235	1,010
40,000	9,092	379	150,000	47,006	1,959
50,000	10,332	430	200,000	55,910	2,330
75,000	13,034	543	250,000	63,963	2,665
100,000	15,370	640	300,000	71,396	2,975
150,000	19,389	808	350,000	78,351	3,265
200,000	22,864	953	400,000	84,921	3,538
250,000	25,983	1,083	450,000	91,171	3,799
300,000	28,844	1,202	500,000	97,152	4,048

3.2 체화비용추정

2000년 기준 우리나라 해상 수출 · 입화물량은 총 5억 6,960만톤으로 수입 4억 1,882만톤, 수출 1억 5,078만톤이었다. 수출입화물의 금액은 총 375조 3,485억원으로 수입 182조 7,744억원, 수출 192조 5,741억원에 이르렀다. 화물별 톤당 가치는 화물별 수출입가액을 수송량으로 나누어 산출하였다<Table 7>.

Table 7 Import and export in cargo tonnage and value

구분	금액(백만원)	화물량(천톤)	톤당가치(천원)
수입	182,774,386	418,821	436,402
수출	192,574,121	150,778	1,277,204
합계	375,348.507	569,599	658,969

체화비용 산정을 위한 화물분류는 선박의 분류와 동일하게 컨테이너화물, 일반화물, 산화물, 액체화물 등 4개 그룹으로 구분하였다. 수출입화물의 물동량과 금액 가운데 산화물과 액체화물을 구분하는 것은 비교적 용이하나 컨테이너화물과 일반화물을 구분하는 것은 다소 복잡한 과정을 필요로 한다.

이 연구에서는 우선 수출입화물을 컨테이너화물, 일반화물, 산화물 및 액체화물로 구분하고 컨테이너화물, 산화물, 액체화물을 제외한 나머지를 일반화물로 하였다. 컨테이너화물 수송량은 해양수산통계연보에 품목 구분 없이 총량으로 집계되어 있으며 산화물에는 양곡, 무연탄, 유연탄, 원목, 기타광석, 모래, 철광석, 고철 등이 해당된다. 액체화물에는 원유, 석유정제품, 석유가스 등이 해당되며 양곡과 석유가스는 일부 컨테이너로 수송되고 있다.

1) 수출 · 입화물의 경제적 가치

a) 컨테이너화물

2000년 기준 우리나라 컨테이너 수출 · 입화물 수송량은 총 8,251만톤으로 수입 4,046만톤, 수출 4,207만톤이었다. TEU로 환산하면 총 454만개로 수입 343만TEU, 수출 255만TEU이었다. 따라서 1TEU당 화물중량은 18.18톤으로 수입화물 17.76톤, 수출화물 18.18톤인 것으로 추정된다<Table 8>.

Table 8 Container trade in Korea in 2000

구분	수 입		수 출		합 계	
	천TEU	천톤	천TEU	천톤	천TEU	천톤
적	2,278	40,458	2,262	42,056	4,539	82,514
공	1,152	-	287	-	1,439	-
계	3,430	40,458	2,549	42,056	5,978	82,514

자료 : 해양수산부, 해양수산통계연보, 2001.

이처럼 컨테이너화물의 수송량은 해양수산부에 의해 TEU와 톤으로 집계되고 있으나 수출입금액이 집계되어 있는 무역통계연보에는 수출입화물들이 컨테이너로 수송되었는지 일반잡화 상태로 수송되었는지 구분되어 있지 않다. 따라서 다음과 같은 방법으로 컨테이너화물의 경제적 가치를 산출하였다.

첫째, 수출입 컨테이너화물 수송실적에 해양수산개발원에서 산정한 컨테이너화물의 품목별 비중을 곱하여 컨테이너화물을 양곡, 목재, 철재, 자동차, 기타잡화, 유류 등 6개 품목으로 구분하였다.

둘째, 6개 품목중 기타잡화는 농식물성 유지류, 비료, 조제

식품, 어패류 등 17개 품목으로 세분하였다. 품목별 수송량은 2000년 수출입화물 수송실적 중 일반화물의 품목별 수송비중에 의하여 산출하였다. 즉 일반화물의 수입량, 수출량을 각각 100으로 하여 동식물성 유지류, 비료 등의 수송비중을 구하였다.

셋째, 앞에서 구한 품목별 수송량에 화물별 톤당가치를 곱하여 컨테이너화물의 경제적 가치를 산정하였다.

2000년 기준 컨테이너 수출입화물의 경제적 가치는 총 157조 2,007억원이며, 이중 수입화물의 가치는 61조 8,917억원, 수출화물의 가치는 95조 3,090억원이었다. 컨테이너화물의 톤당 가치는 190만원이며 수입화물 153만원, 수출화물 226만원으로 수출화물의 경제적 가치가 수입화물보다 톤당 73만원 정도 높았다<Table 9>.

Table 9 Container trade by cargo type in tonnage and value

수입		수출		합계	
천톤	백만원	천톤	백만원	천톤	백만원
40,458	61,891,714	42,055	95,308,977	82,514	157,200,691

2) 화물의 재항시간비용 (체화비용)

화물별 수송량 및 경제적 가치를 요약하면 <Table 10>과 같다.

Table 10 International cargo trade by major cargo type

품 목	천톤	백만원	톤당 가치
컨테이너화물	82,514	157,200,691	1,905,144
일반화물	123,927	157,689,557	1,280,024
산 화 물	137,915	9,630,852	69,832
액체화물	225,243	50,827,408	224,922
합 계	569,599	375,348,507	658,969

일일당 재항시간비용 (체화비용)은 화물별 톤당가치×사회적 할인율÷365일에 의하여 산출하였으며 시간당 재항시간비용은 일일당 재항시간비용을 24시간으로 나누어 산출하였다. 화물의 시간당 톤당 기회비용은 컨테이너화물이 16원으로 가장 높았으며 일반화물은 11원, 산화물과 액체화물은 1~2원 정도였다<Table 11>.

Table 11 Time cost by cargo type

(unit : Won)

품 목	일일당 화물비용(톤당)	시간당 화물비용(톤당)
컨테이너화물	391	16
일반화물	263	11
산 화 물	14	1
액체화물	46	2

3) 컨테이너용기 비용추정

컨테이너화물의 경우 컨테이너에 내장된 화물의 시간가치 외에 컨테이너용기의 시간비용을 반영해야 한다. 이 연구에서는 20피트와 40피트 컨테이너에 대해 시간비용을 산정하였다. 즉, 컨테이너화물의 톤당 재항비용을 1TEU당 재항비용으로 환산한 후 여기에 컨테이너용기의 재항시간비용을 합해야 비로소 컨테이너화물의 재항시간비용이 산정된다.

컨테이너용기의 재항시간비용은 다음과 같은 과정으로 산출하였다. 먼저 컨테이너용기 구입가격에 내용년수와 사회적 할인율(7.5%)을 적용하여 연간자본비용을 산출하였다. 연간자본비용과 연간운영유지비를 합산하여 연간기회비용을 추정하였으며 연간기회비용을 다시 365일로 나누어 일일당 재항시간비용을 산출하였다.

2000년 기준 우리나라 외항선사의 컨테이너 구입 및 유지비용은 20피트의 경우 각각 US$1,450와 US$128가 소요되었으며, 40피트의 경우 각각 US$2,320와 US$204가 소요되었다<Table 12>. 추정결과 컨테이너용기의 시간당 재항비용은 20피트와 40피트의 경우 각각 37원과 60원으로 산정되었다(Table 13). 따라서 컨테이너용기와 내장된 화물의 각각의 재항시간비용을 합하여 산출한 컨테이너화물의 시간당 비용은 20피트 컨테이너의 경우 334원이었다<Table 14>.

Table 12 Purchase price and maintenance cost of container box

구 분	20피트	40피트
구입가격(USD)	1,450	2,320
내용년수	15	15
연간유지비(USD)	128	204

Table 13 Time cost of container box

(unit : Won)

품 목	20피트	40피트
자본비용	185,721	297,154
운영유지비	144,718	230,644
연간기회비용	330,439	527,799
일일당 기회비용	905.3	1,446.0
시간당 기회비용	37.7	60.3

주 : 2000년 대미평균환율 1,130.61원 적용

Table 14 Time cost of container cargo

(unit : Won)

구분	20피트	40피트
일일당 화물비용	7,117	14,234
컨테이너용기 비용	905	1,446
일일당 컨테이너화물비용	8,022	15,680
시간당 컨테이너화물비용	334	653

3.3 톤급별 체선 · 체화비용 산정

선박의 대기에 따른 체선 · 체화비용은 체선비용과 체화비용의 합으로 나타나는데 컨테이너선의 경우 체선비용은 DWT, 체화비용은 TEU로 추정되었기 때문에 이를 같은 단위로 환산해야 한다. DWT로 표시된 컨테이너선박이 몇 TEU 선적가능한 선박인가를 추정하기 위해 다음과 같은 환산계수를 산출하였다.

- 우리나라 컨테이너선 선복량(A) : 2,287,100DWT
- 우리나라 컨테이너선 선복량(B) : 197,246TEU
- 환산계수(DWT/TEU) = A/B = 11.59

즉, 1만톤급 컨테이너선의 일일체항비용은 다음과 같이 구할 수 있다. (1만톤÷11.59)×8,022원 =6,921,484원 국적 외항선의 73.4%가 5만GT 이상인 점을 감안하여 화물을 70% 적재한 50,000DWT급 선박의 1일 체선, 체화비용을 <Table 15>와 같이 산정하였다. 체선 · 체화비용이 가장 높은 화물은 컨테이너로 1일 비용은 5,089만원으로 추정되었으며, 산화물이 가장 낮은 1,083만원이었다. 컨테이너선의 경우 체선, 체화로 인한 비용 모두 가장 높은 것으로 나타났다.

Table 15 Daily time cost of 50,000DWT vessel

(unit : 1,000 Won)

구 분	체선비용	체화비용	합계
컨테이너	26,634	24,226	50,860
일반화물	8,336	9,206	17,542
산화물	10,332	502	10,834
액체화물	24,235	1,618	25,853

그러나 4만톤급 이하 선박의 경우 약간 상이한 결과를 보이고 있다(<Table 16> 및 <Table 17> 참조). 5만톤급 선박의 경우와 동일하게 체선 · 체화비용이 가장 높은 화물은 컨테이너, 가장 낮은 화물은 산화물이었다. 그러나 화물의 가치를 제외한 체선만으로 인한 손실이 가장 큰 것은 원유, 석유정제품 등을 수송하는 액체화물선으로 나타났다. 이는 선형의 증가에 따른 컨테이너선의 DWT당 자본비용이 액체화물선보다 훨씬 큰 것에 기인한 것으로 판단된다.

Table 16 Daily time cost of 40,000DWT vessel

(unit : 1,000 Won)

구 분	체선비용	체화비용	합계
컨테이너	22,111	19,381	41,492
일반화물	7,541	7,365	14,906
산화물	9,092	402	9,493
액체화물	21,184	1,294	22,478

Table 17 Daily time cost of 30,000DWT vessel

(unit : 1,000 Won)

구 분	체선비용	체화비용	합계
컨테이너	17,395	14,535	31,930
일반화물	6,627	5,523	12,151
산화물	7,710	301	8,011
액체화물	17,810	971	18,781

4. 결 론

지금까지 Goss와 Mann의 연구방법론에 따라 체선 · 체화비용을 추정하였다. 10년 전 장영태와 김성귀의 연구와 비교하여 본 연구에서는 다음과 같은 차이점을 나타내고 있다. 먼저, 과거에는 컨테이너화물과 비컨테이너화물의 분리 추정이 불가능했으나 화물별 컨테이너화율 자료에 힘입어 이 번 연구에서는 분리 추정이 가능해졌다. 다음에는 10년 전 추정결과와 비교하여 액체화물선과 산물선의 체선비용이 증가하였으며 특히 액체화물선의 증가폭은 거의 두 배 가까이 이르렀다. 이는 10년 전에 없던 고가의 LNG선이 투입됨으로써 전체 자료의 경제적 기회비용을 상승시킨 때문이다. 일례로 약 28만 톤급 VLCC의 선박비가 자료에 따르면 약 7-800억 원에 이르나 불과 7만 톤급의 LNG선은 3천 억원에 이르고 있다. 동급의 유조선에 비해 LNG선은 선가가 5-6배에 이름으로써 전체 액체화물선의 체선비용을 대폭 상승시켰다.

컨테이너선의 체선비용은 10년전과 비교하여 대체로 유사하나 2만 톤급 이하에서는 10년 전보다 다소 낮아졌으나 2만 톤급 이상 (1500 TEU급)에서는 다소 증가하였다. 이것은 선박대형화와 더불어 연안 및 원양을 운항하는 선박의 자본비가 상승한 데 기인한 것으로 여겨진다. 일반화물선의 경우에는 10년 전과 거의 유사한 체선비용을 나타내고 있다.

물가상승으로 인한 비용증가에 비해 10년 전보다 우리나라 선박의 체선비용이 예상보다 크게 증가하지 않거나 다소 하락한 경우까지 있는 이유는 주로 10년 전보다 크게 하락한 사회적 할인율에 기인하는 것으로 여겨진다. 10년 전에는 사회적 할인율이 13%가 적용되었으나 이 번 연구에서는 7.5%의 할인율이 적용되었다. 그동안 상대적으로 위축된 경제 성장률로 인하여 우리 자본의 경제사회적 기회비용이 줄어들었기 때문이다. 이와 같이 사회적 할인율이 감소함으로써 시간당 기회비용이 저하되는 현상은 체화비용에서도 잘 나타난다. 즉, 10년 전에 비해 컨테이너 화물 및 일반화물의 시간당 기회비용(체화비용)은 거의 유사하나 산화물과 액체화물은 크게 하락하였다. 산화물의 경우, 10년 전에 일일당 톤당 체화비용이 37원이었으나 이 번 연구에서는 14원으로 하락하였으며 액체화물의 경우에는 72원에서 46원으로 하락하였다. 이는 화물가치가 하락하였기 때문에 올 수 있는 현상이거나 하락한 사회적 할인율 때문인 것으로 여겨진다. 무역통계연보를 비교하면서 화물의 가치를 비교한 결과, 컨테이너화물과 일반화물

의 경우에는 10년 동안에 톤당 가치가 약 84만 원에서 152만 원으로 오히려 약 1.8 배 상승한 것을 알 수 있다. 액체화물의 경우에는 톤당 가치가 약 20만 원에서 22만 원으로 큰 변화가 없었다. 그러나 산화물의 경우에는 톤당 가치가 10년 전에는 약 11만 원이었으나 7만 원으로 하락하여 화물가치의 하락이 체화비용의 하락에도 크게 기여한 것으로 여겨진다. 보다 구체적으로 어느 산화물에서 화물가치가 하락하였는가를 점검하고자 하였으나 10년간의 화물별 집계차이 및 기관별 통계의 불일치 등으로 파악할 수 없었다. 이와 같이 지난 10년 간의 화물가치를 비교할 때, 산화물을 제외하고 체화비용의 하락은 대부분 사회적 할인율이 떨어진데 기인하는 것으로 여겨진다.

끝으로 10년 전 연구와 같이 13%의 사회적 할인율이 적용된다면 체선·체화비용이 어떻게 변화하며 중간인 10%로 된다면 결과가 어떻게 변할 것인가에 대한 민감도분석을 실시하기 위해 앞의 체선·체화 연구방법론에 따라 전 과정을 재추정하였다. 추정결과, 체선비용은 10년 전 연구와 같이 13%를 적용할 경우 대부분의 선박에서 체선비용이 크게 상승하는 것을 알 수 있으며 특히 액체화물선의 경우에는 증가가 더욱 두드러졌다. 체화비용의 경우에도 유사하여 컨테이너 화물의 경우 체화비용은 10년 전보다 약 두 배 가까이 증가하여 역시 화물가치상승을 반영하고 있었다. 액체화물도 다소 상승한 것으로 나타났으나 산화물은 여전히 10년 전보다 낮은 것으로 나타났다. 따라서 지난 10년 동안 우리 무역구조에서 수출입 산화물의 구조에 적지 않은 변화가 있은 것으로 추측되나 이에 대한 분석은 앞서 설명한 바와 같이 자료제약으로 인하여 연구의 한계로 남는다. 또한 실제 대기시간에 대한 분석과 병행이 되면 본 연구가 더욱 의미가 있을 것이나 이는 차후 연구과제로 남는다.

참고문헌

[1] 김창곤·홍동희·최종희(1997), "항만대기시스템에서의 서비스시간의 통계적 검증에 대한 연구," 해양정책연구, 제12권, pp.205-215.

[2] 박병인(1998), "이질적 복수서버를 갖는 혼잡 컨테이너터미널의 선박관련 시간분포 추정," 해양정책연구, 제13권, pp.171-184

[3] 이영혁·김세영(1991), 「우리나라 수출입화물의 수송체증비용 추정」, 해운산업연구원

[4] 장영태·김성귀(1992), 「선박체항시간비용의 추정에 관한 연구」, 한국해양연구원

[5] 장영태·김성귀(1993), "선박체항시간비용의 추정에 관한 연구", 한국해운학회지, 16호, pp. 229-259

[6] 장영태(1994), "우리나라 주요 수출입 항만에서의 선박입출항 시간분포 추정에 관한 연구," 한국해운학회, 제19호, pp.389-429

[7] Goss, R.O. and Mann, M.C.(1977), "The cost of ship's time," *Advances in Maritime Economics*, edited by Goss, R.O., Cambridge University Press.

[8] Jansson, J.O. and Shneerson, D.(1982). *Port Economics*, MIT Press

원고접수일 : 2002년 8월 29일
원고채택일 : 2002년 10월 4일