

# 실증분석을 통한 대형선의 운항 경제성에 관한 연구 -컨테이너선을 중심으로-

송용석\* · 김현\*\* · 정승호\*\*\* · 남기찬\*\*\*\*

\*,\*\*,\*\*\*한국해양대학교 대학원, \*\*\*\*한국해양대학교 물류시스템공학과 교수

## A Study on the Economical Efficiency of Mega Container Ship's Operation by Empirical Analysis : Primarily on Container Ship

Yong-Seok, Song\* · Hyun, Kim\*\* · Seung-Ho, Jung\*\*\* · Ki-Chan, Nam\*\*\*\*

\*,\*\*\*Graduate school of Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

\*\*Researcher, Korea Telecom Construction Co., Ltd. Busan 611-839, Korea

\*\*\*\*Professor, Department of Logistics, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

**요 약** : 해상 구간에서의 선박 운항과 관련된 단위 비용이 선박 대형화에 비례하여 감소한다는 규모의 경제에 근거하여 최근 8,000 TEU급 선박이 운항을 개시하였고, 10,000 TEU급 이상 초대형선(mega ship)이 설계 단계에 있다. 본 연구에서는 운항비, 항만비용, 피더 비용 등에 대한 실증분석을 통하여 대형선의 가항지 축소에 따른 경제성을 분석한다

**핵심용어** : 총 비용, 선박 운항비, 피더비용, 환적화물, 시나리오

**ABSTRACT** : In these days, 8000TEU container ship service launches in shipping service at latest based on the economy of scale, unit cost related with ship operation on ocean decreases in proportion to increase of ship scale and mega ship over 10,000TEU is on planning. This paper is analyzed the economic efficiency for reduction of calling port in the operation cost, port charge, feeder cost, etc by an empirical analysis.

**KEY WORDS** : Total Cost, Vessel Operation Cost, Feeder Charge, Transshipment Cargo, Leasing Fee, a scenario

### 1. 서 론

최근 세계 경제 규모가 커짐에 따라 컨테이너 선박 대형화가 빠르게 진전되면서 선형의 다양화가 확대되고 있다. 즉, 기존 피더선, 파나막스 선, 포스트 파나막스 선 등에 더하여 최근 8,000 TEU급 선박이 운항을 개시하였고, 10,000급 이상 초대형선(mega ship)이 설계 단계에 있다. 이는 해상 구간에서의 선박 운항과 관련된 단위 비용이 선박 대형화에 비례하여 감소한다는 규모의 경제에 근거하여 추진되고 있다.

2003년 6월부터 8,000 TEU급 컨테이너선이 상업운항을 개시함에 따라 전세계 해운시장은 이른바 '초대형 컨테이너선의 시대'가 시작되었다고 할 수 있다. 전세계적으로는 2003년 현재 24척의 8,000 TEU급 컨테이너선이 발주된 상태이며, 이러한 추

세라면 향후 5년 후에는 주력선박이 8,000 TEU급 선박이 되어 컨테이너선은 향후 10년 이내 12,000 TEU까지 선박이 초대형화될 수 있을 것으로 전망되고 있다.

초대형선의 운항과 관련된 연구로는 McLellan(1997), Cullinane(1999), Gilman(1999)의 연구를 들 수 있다. 그러나 이들 연구들은 선사의 운임수입과 물류비용을 고려된 선사 수익 극대화에 기초하기 보다는 물류비용 분석에만 치중한 한계가 있다.

따라서 본 연구에서는 선사 운송화물에 대하여 항로별로 화물 기종점 분석을 실시하고, 이를 통해 피더운송 비용을 포함한 물류비용과 화물 운임 수입을 총괄적으로 비교·분석하여 초대형선 운항의 경제성에 대하여 평가하고자 한다.

이를 위하여 본 연구에서는 'H'선사의 아시아~유럽, 아시아~미주, 미주~아시아~유럽 등 서비스 노선이 각기 다른 3개 서비스항로를 대상으로 분석을 실시하였다.

\* 대표저자: 송용석(정회원), soyoso@hhu.ac.kr

\*\* 정희원,hyunkim\_kr@yahoo.co.kr, 051)410-4912

\*\*\* navvshjung@hanmail.net, 051)266-7120

\*\*\*\* 종신회원, namchan@hbu.ac.kr, 051)410-4336

## 2. 기존연구 고찰

### 2.1 선박 운항 관련 연구

McLellan(1997)은 기존의 표준 선박인 6,000 TEU 선박 9척이 투입되는 North-West Europe/Far East Service 루트에 1,500 TEU 선박 투입을 가정하여 주 운항 일정(weekly schedule)을 비교하였다.

McLellan의 연구에서는 주어진 조건 내에서 표준 선박의 왕복 항해시간은 64일이 소요되는 반면 15,000 TEU 선박은 84일이 소요되며, 요구되는 선대도 표준 선박은 9척인 반면 초대형 선박은 12척으로 나타났으며, 이를 바탕으로 15,000 TEU 선박은 주 운항 일정을 맞추기 위해서 추가적인 선박이 필요하며, 선박의 크기가 증가할수록 낮아지던 TEU 당 자본 비용은 다시 증가하기 시작할 것이라고 주장하였다.

Cullinane(1999)는 최적의 컨테이너 선박 크기를 평가하기 위하여 TEU 당 일일 고정비용, TEU-mile 당 비용, TEU 당 총 항해비용 (shipping cost) 등 3개의 비용 모형을 개발하였다.

비용은 하역 등 터미널 관련 비용과 피더 및 내륙 수송비용 등을 제외한 선박 운항과 관련된 비용에 한정하여, TEU당 총 비용을 도출을 통해 선박 크기의 변화에 따른 규모의 경제를 비교 분석 하였다. Cullinane의 연구 결과 'Europe-Fareast'와 'trans-Pacific' 항로에서는 8,000 TEU 이상의 선박에 대한 규모의 경제 효과가 있는 것으로 나타났으며, 항로의 길이가 짧은 'trans-Atlantic' 항로에서는 최적 선박 크기가 5,000 ~ 6,000 TEU 정도인 것으로 나타났다.

Gilman(1999)은 기존의 'end to end' 서비스와 'hub and spoke' 서비스 형태의 비용을 비교 평가하기 위하여 로테르담을 중심으로 one port 전략과 multiple port 전략을 비교하는 간단한 분석을 실시하였다. Gilman는 초대형선 운항에 있어서 필수적인 피더 전략에 대해서는 피더선으로의 환적에 상당한 시간이 소요되며, 효율적인 피더 수송 체계를 안정적으로 확보하는 것이 어렵다는 점을 강조하였다. 또한 컨테이너 선박의 규모의 경제 효과는 항만 하역과 전체 운송 네트워크를 고려할 때 10,000 TEU 이상의 선박에서 점점 약화될 것이며, 기존의 'end to end' 서비스(pendulum 형태 포함)는 해상운송의 기본 운항 패턴이 될 것이고, 'hub and spoke' 운영은 전체 운영 형태의 일부분에 그칠 것이라고 주장하였다.

## 3. 운항비용 분석

### 3.1 비용 설명

#### 1) 간접비(Capital Cost)

선박을 소유하는데 필요한 경비를 말하며 선박투자금리, 선박감가상각비, 선박보험료 등으로 선박이 운항하지 않더라도 소요되는 비용으로서 고정비용과 같은 성격이다.

#### 2) 직접비(Runruing Cost)

선박을 운항할 수 있는 상태로 유지하는데 필요한 경비를 말하며 선원비, 윤활유비, 선용품비, 일반관리비, 잡비 등으로 선

박의 운항에 따라 비용이 크게 변동되지 않는 불변 비용(준 고정비용)의 성격이다.

#### 3) 운항비(Voyage Cost)

운항비는 선박을 운항하는데 드는 비용으로서 Operation Cost 라고도 한다. 운항비는 연료비, 화물비, 항비, 선박의 입출항 및 정박시 발생하는 비용과, 대 관청에 대한 수수료, 조세, 공과금 및 기타의 비용으로서 도선료, 예선료, 강취료, Dockage, Harbour Due(입항세) Tonnage Due, Light Due(등대료), Launch Hire, Anchorage, 입출항료, Custom Fee, Agency Fee 등이 있다.

### 3.2 운항원가

선박이 지정된 노선을 운항하는데 드는 최소 비용을 운항원가라고 하며, 운항원가에는 고정비와 변동비가 있다.

#### 1) 1일 고정비

1일 고정비는 연간 발생비용(직접비 + 간접비) ÷ 연간 가동 일수로 산정할 수 있다.

본 연구에서는 1일 고정비 산출을 위하여 2,700, 4,024, 5,300TEU급 선박의 직접비와 간접비에 대한 실제 지출 비용을 조사하였으며, 이를 바탕으로 8,200, 9,000, 10,000TEU급의 1일 고정비를 산출하였는데, 선박들의 각 세부비용은 4,024TEU 선박과 5,300TEU 선박 사이의 비용 비율을 적용하였다. 단, 8,200TEU급 이상의 선박들에 대해서는 선원비, 보험료, 선박수리비, 선용품비, 기타고정비, 일반관리비 등은 동일하다고 가정하였다.

Table 2 선박 선복별 1일 고정비용

구분	선복별 선복량(TEU)							
	2,700	4,024	5,300	8,200	9,000	10,000		
연간 비용 (천원)	운항일수	359	359	365	366	366	366	
	선원비	1,357	1,357	1,363	1,363	1,363	1,363	
	보험료	360	444	547	832	832	832	
	선박수리비	271	630	230	230	230	230	
	선용품비	248	456	369	772	772	772	
	윤활유비	188	252	337	605	810	1,085	
	기타고정비	23	23	22	23	23	23	
	선박상각비	2,659	3,119	3,660	5,038	5,911	6,936	
	영업외 비용	선박별 이자	376	487	830	1,169	1,252	1,391
		영업외공통비	3,771	5,676	7,285	11,733	12,571	13,968
합계		4,147	6,163	8,114	12,902	13,823	15,359	
일반관리비	2,430	3,117	3,999	5,937	7,649	9,855		
연간 총 고정비	9,527	12,786	15,065	6,582	6,582	6,582		
1일 고정비 (원)	26,512	35,579	41,160	22,409	22,687	23,327		
선복당 1일 고정비	9.82	8.84	7.77	7.47	6.89	6.37		
4,024TEU 대비 선복당 1일 고정비 비율	111%	100%	88%	84%	78%	72%		

주 : 선복당 1일 고정비는 1일 고정비÷선복량(TEU)

#### 2) 유류비

선박이 운항하면서 소모하는 유류는 크게 주엔진에 사용되는 유류와 보조엔진에 사용되는 유류로 구분된다. 선박이 운항 중일 때는 주엔진에 사용되는 유류는 주로 항해할 때 많이 소모되며 보조엔진의 유류는 항만에서 대기 또는 하역작업을 할 때 많이 소모된다. 본 연구에서는 Table 2의 선복량과 총톤수를 대상으로 선박이 1일 동안 소모하는 유류의 양을 조사한 것이다. 8,200TEU~10,000TEU 선박의 유류비는 다음과 같이 계

산하였다.

유류비 = 2,700TEU~5300TEU 선박들의 G/T 당 평균 연료 소모량 × 8,200TEU~10,000TEU 선박의 G/T × 톤당 유류비

**Table 3** 선박 제원별 1일당 평균 유류 소모량

(단위 : 톤)

선박량 (TEU)	톤(G/T)	주 엔진 (A)		보조 엔진 (B)		합계 (A+B)	
		항해	항만대기	항해	항만대기	항해	항만대기
2,700	40,500	1247	169	07	20	1255	189
4,024	51,000	157.1	21.3	09	25	1580	238
5,300	65,000	2002	27.1	1.1	32	2014	303
6,400	74,400	2292	31.0	1.3	37	2305	347
8,200	91,500	281.8	38.1	1.6	46	2834	427
9,000	101,000	311.1	42.1	1.8	50	3129	47.1
10,000	111,000	341.9	46.3	2.0	55	3438	51.8

1일 유류비는 2,700TEU 선박이 25,568불, 4,024TEU 선박이 32,196불, 5,300TEU 선박이 41,035불 등이며 10,000TEU급 선박은 70,075불의 유류비가 발생한다.

**Table 4** 선박 제원별 유류 소모량에 따른 유류비

(단위 : 미화 불)

선박량 (TEU)	주 엔진 (A)		보조 엔진 (B)		합계 (A+B)		총 합계
	항해	항만대기	항해	항만대기	항해	항만대기	
2,700	21,907	2,964	182	515	22,089	3,479	25,568
4,024	27,586	3,732	229	649	27,816	4,381	32,196
5,300	35,159	4,757	292	827	35,451	5,583	41,035
6,400	40,243	5,444	335	946	40,578	6,391	46,969
8,400	49,493	6,696	412	1,164	49,904	7,860	57,764
9,000	54,631	7,391	454	1,285	55,086	8,676	63,762
10,000	60,040	8,123	499	1,412	60,540	9,535	70,075

3) 하역비

하역비는 선박이 항만에서 화물을 양·적하(내리고 실는 작업)할 때 발생하는 비용이다. 보통 안벽에서 크레인 사용을 위해 지불되는 선내요금과 선박에 양적하 또는 반출을 위하여 야드에 화물을 임시 장치하기 위해 지불되는 마셜링 요금이 있으며, 이를 합하여 통상 하역비라고 한다.

국내 터미널들은 인접 터미널과의 화물유치를 위한 경쟁관계 때문에 공시된 하역비에 선사 화물량에 따라 일정한 할인율을 적용하여 청구한다. 이와 같은 이유로 본 연구에서 사용하고 자 하는 실제 선사에 청구되는 비용은 대부분 대외비로 분류되어 실제 청구되는 하역비에 대한 자료를 구하는 것은 매우 힘들다. 반면 상하이항은 현재 국가가 직접 개입하여 화물량에 따라 할인율을 명시하고 있으므로 화물 처리량에 따른 하역비는 매우 투명한 편이다. 이러한 상해항은 미래 민자유치 또는 외국 합작 투자 형태로 신규 건설되는 터미널에 대해서는 국내 터미널과 같이 터미널 스스로 할인율을 정할 수 있도록 하고 있기 때문에 할인율에 대한 자료를 구하는 것은 매우 힘들 것으로 판단된다. 특히 Table 4과 같이 항해, 항중, 특수항중 등의 요금 부과할 경우 하역비가 달라지기 때문에 1TEU당 하역비에 대한 기준을 설정하기가 매우 어렵다.

**Table 5** 하역요금의 세부내역

구분	하역기본요금	부대수입
Off-dock	선내인, 마샤링료	확인·항중, 정보변경료, 냉동관리비, 칠도발·도착료, 특수항중, 위험물항중 미선적 발송, 선장개폐료, 경과보관료 등
On-dock	선내인, 마샤링료, 항중, 구내이적, 선장개폐, 보세수수료	정보변경료, 냉동관리비, 칠도발·도착료, 특수항중, 위험물항중, 미선적 발송, 선장개폐료, 경과보관료 등

따라서 본 연구에서는 국내 'S' 터미널의 연간 매출 수입과 처리량을 토대로 하여 복합단가(연간 총 매출액÷총 처리량(TEU))를 산정하였으며, 모든 항만들의 하역비는 'S' 터미널의 복합단가와 동일하다고 가정하였다.

'S' 터미널은 연간 약 128만 TEU를 처리하여 약 681억원의 매출액을 올렸으며, 총 매출액을 총 처리량으로 나눈 결과 1TEU을 처리하였을 때의 복합단가는 53,165원(44.3불)으로 나타났다.

**Table 6** 'S' 터미널의 연간 총 매출액 및 복합단가

(단위 : 원, TEU)

구분	하역기본요금 (백만원)	부대수입 (백만원)	총 매출액 (백만원)	처리량 (TEU)	복합단가 (원)
On-dock	16,705	3,878	20,584	364,000	56,300
Off-dock	29,233	18,349	47,581	918,137	51,241
합계	45,938	22,226	68,165	1,282,137	53,65

4) 항비

항비는 선박이 항내에서 체류하거나 안벽에 접안하여 하역 작업을 하기 위해 발생하는 일련의 비용이다.

항비는 각 항만마다 적용되는 항목과 기준이 매우 상이하다. 부산항의 경우에는 기본적으로 Dockage, Harbor Due, Pilotage, Towage, Line Handling Fee, Bank Commission이 부과되며, Dockage와 Harbor Due는 총톤수(Gross Ton)를 기준으로 부과된다. 상해항의 경우에는 Harbor Due, Tonnage, Quarantine, Pilotage, Towage, Line Handling, Fee, Husbanding Fee 등이 부과되는데 부산항과 동일한 항목인 Harbor Due는 부산항이 총톤수를 기준으로 부과하는 데 비해, 상해항은 순톤수(Net Ton)를 기준으로 부과되고 있다. 특히 Husbanding Fee는 Agency에 지불하는 비용인데 중국이 사회주의 국가라는 특성상 국가에서 화물의 크기와 화물량에 따라 무조건 징수하고 있는 비용이다. 다른 국가들의 항만에서는 선사가 직접 Agency를 선정하거나 선사 직영의 대리점을 통해서 유연하게 지불되는 비용이기도 하다.

다음은 항만별로 항비가 적용 범위이다.

**Table 7** 항만별 항비 적용 범위

항목	부산항	상해항	홍콩항	로테르담항
DOCKAGE	○		○	
HARBOR DUE	○	○		○
PILOTAGE	○	○	○	○
TOWAGE	○	○	○	○
LINE HANDLING	○	○	○	○
BANK COMMISSION	○			
TONNAGE			○	
HUSBANDING FEE		○	○	
QUARANTINE		○		
ENTRANCE/CLEARANCE			○	
FIXED AMOUNT			○	

#### 4. 운송 화물의 기종점 분석

##### 4.1 운항 서비스 특징

###### 1) A 라인

A라인은 미주-아시아-유럽에 서비스를 제공하는 라인으로 기항항만은 SIN(상해) - YIT(연천) - HKG(홍콩) - OSA(오사카) - TYO(도쿄) - LGB(롱비치) - OAK(오클랜드) - TYO(도쿄) - OSA(오사카) - KHH(카오슝) - HKG(홍콩) - SIN(싱가포르) - CMB(콜롬보) - LEH(르와브르) - HAM(함부르크) - RTM(로테르담) - FXT(펠레스투우) - SIN(싱가포르) 등 총 17개 항만을 기항한다. 투입선박은 4,500TEU급 10척, 4,000TEU급 1척, 5,000TEU급 1척 등으로 총 12척이다. 1항차당 소요일수는 84일이며, 1항차당 운항거리는 33,379mile로 해상운송시간은 1,536시간이다.

###### 2) B 라인

B 라인은 미주-아시아에 서비스를 제공하는 라인으로 기항항만은 YIT(연천) - HKG(홍콩) - KHH(카오슝) - PUS(부산) - LGB(롱비치) - OAK(오클랜드) - SEA(시애틀) - PUS(부산) - KHH(카오슝) - YIT(연천) 등 총 9개 항만을 기항한다. 투입선박 5,500TEU급 5척이며, 1항차당 소요일수는 35일, 1항차당 운항거리는 13,601mile로 해상운송시간은 598시간이다.

###### 3) C 라인

C라인은 구주-아시아에 서비스를 제공하는 라인으로 기항항만은 SHA(상해) - XMN(샤먼) - CWN(치완) - HKG(홍콩) - SIN(싱가포르) - HAM(함부르크) - RTM(로테르담) - FXT(펠레스투우) - LEH(르와브르) - SUZ(수에즈) - PKG(포르클랑) - KHH(카오슝) - PUS(부산) - SHA(상해) 등 총 12개 항만에 기항한다. 투입선박은 5,000TEU급 8척이며, 1항차당 소요일수는 56일, 1항차당 운항거리는 22,312mile로 해상운송시간은 974시간이다.

##### 4.2 운항 기종점

###### 1) A 라인

A 라인은 연간 총 534,996VAN의 컨테이너를 운송하였으며, 각 항만별 출발지와 도착지를 조사한 결과 출발지(항)의 화물이 많은 항만은 롱비치(LGB)항이 85,369VAN이며, 도착지(항)의 화물이 많은 항만은 홍콩(HKG)항으로 105,907VAN인 것으로 나타났다.

Table 8 A 라인의 화물 기종점 분석 (단위 : VAN)

구분	HKG	LGB	SIN	HAM	RIM	YIT	TYO	LEH	etc	Total
LEH	1,712	0	1,997	302	29	3,278	608	0	691	8,522
HAM	13,037	0	20,735	0	192	10,757	5,999	0	6,079	56,799
RIM	9,005	0	23,213	0	0	14,342	3,422	0	4,008	54,090
FXT	3,708	0	10,822	0	200	2,453	1,238	0	351	18,842
SIN	1,488	23,391	0	13,441	12,434	2,563	98	8,061	11,750	73,171
YIT	4	28,700	0	0	0	0	396	0	1,978	31,078
HKG	0	23,669	643	14,400	8,836	0	271	7,088	6,538	61,425
OSA	2,044	8,994	2,380	2,124	3,065	0	0	750	5,195	24,522
TYO	1,525	13,231	1,123	1,479	1,600	0	0	438	3,866	23,347
LGB	5,602	0	5,769	0	0	0	6,799	0	13,199	85,369
OAK	8,038	0	1,851	0	428	0	4,356	0	10,180	25,147
KHH	982	397	10,055	8,737	6,353	0	0	2,168	5,572	34,274
CMB	0	0	0	9,424	7,015	0	0	2,791	3,217	22,447
etc	3,827	0	610	3,028	2,928	226	339	238	4,622	15,943
Total	105,907	98,402	79,128	52,966	43,140	33,539	23,836	21,444	77,366	534,996

###### 2) B 라인

B 라인은 연간 총 258,396VAN의 컨테이너를 운송하였으며, 각 항만별 출발지와 도착지를 조사한 결과 출발지(항)의 화물이 많은 항만은 롱비치(LGB)항이 84,204VAN이며, 도착지(항)의 화물이 많은 항만은 롱비치(LGB)항으로 116,324VAN인 것으로 나타났다.

Table 9 B 라인의 화물 기종점 분석

(단위 : VAN)

구분	LGB	PUS	KHH	HKG	OAK	YIT	KAN	SEA	XCG	Total
YIT	18,638	344	42	0	1,345	0	0	1	0	20,770
HKG	19,164	92	80	0	1,889	0	0	16	0	21,241
KHH	24,899	2,279	0	209	2,070	664	0	20	0	30,141
PUS	52,382	0	3,620	1,732	4,043	1,645	518	78	180	64,198
LGB	0	65,901	5,038	5,830	1,046	3,351	1,191	1,207	0	84,204
OAK	0	14,854	1,705	1,822	0	2,445	697	0	0	21,524
SEA	0	9,436	2,170	1,083	0	1,403	0	0	0	14,092
KAN	1,241	391	26	95	114	179	0	0	0	2,226
Total	116,324	98,297	13,292	10,771	10,317	10,297	2,406	1,322	180	258,396

###### 3) C 라인

C 라인은 연간 총 317,197VAN의 컨테이너를 운송하였으며, 각 항만별 출발지와 도착지를 조사한 결과 출발지(항)의 화물이 많은 항만은 로테르담(RTM)항이 47,208 VAN이며, 도착지(항)의 화물이 많은 항만은 함부르크(HAM)항이 67,817 VAN인 것으로 나타났다.

Table 10 C 라인의 화물 기종점 분석

(단위 : VAN)

구분	HAM	SHA	SIN	RIM	HKG	PKG	FXT	LEH	etc	Total
SHA	20,686	0	872	9,243	1,332	0	5,112	2,913	671	40,829
XMN	9,742	0	5,007	8,419	1,345	0	3,311	689	0	28,513
CWN	4,330	0	1,301	2,077	0	0	969	643	0	9,310
HKG	17,304	1,008	855	9,154	0	0	3,537	822	472	33,132
SIN	15,755	2,578	0	12,167	777	0	8,479	2,643	629	43,028
HAM	0	17,782	5,794	49	3,882	7,452	125	91	6,953	42,128
RIM	0	10,919	9,222	0	8,278	8,255	861	1,713	7,960	47,208
FXT	0	9,970	8,069	0	5,149	3,834	0	2,530	12,547	42,129
LEH	0	4,668	6,588	0	3,802	1,604	0	0	0	19,834
PKG	0	587	682	0	706	0	0	0	936	2,911
CTT	0	1	9	0	24	2	0	0	561	597
VLC	0	53	863	0	357	3	0	0	0	1,776
CMB	0	68	2,125	0	926	2,207	0	0	466	5,782
Total	67,817	43,134	41,387	41,109	26,578	23,357	22,384	12,074	34,357	317,197

5. 분석대상 항로의 물류비용과 운임

본 장에서는 4장에서 분석된 A, B, C 항로별 화물의 기종점과 운송 선박의 크기를 바탕으로 물류비용을 도출한다. 단, 1일 고정비는 A항로는 4,024TEU급 선박, B, C 항로는 5,300TEU급 선박을 기준으로 하였다.

5.1 1항차당 고정비

1항차당 고정비는 총 운항일수에 1일당 고정비를 곱하여 산정할 수 있다.

$$1\text{항차당 고정비} = 1\text{항차당 총 운항일수} \times 1\text{일당 고정비}$$

Table 11 1항차당 고정비

구분	총 운항일수(일)	1일당 고정비(불)	1항차당 고정비(불)
A	84	35,579	2,988,636
B	35	41,160	1,440,600
C	56	41,160	2,304,960

5.2 1항차당 유류비용

선박운항을 위한 유류비용은 선박이 순수하게 항해하는데 소모되는 유류와 선박이 항만에서 대기하는데 소모되는 유류로 구분하여 소모되는 유류의 양에 단위당 유류비를 곱하여 산정할 수 있다.

$$\text{유류비} = \text{선박의 순수 총 해상운송일수} \times 1\text{일당 소모되는 유류비용} + \text{선박의 항만 대기일수} \times \text{유류비용}$$

Table 12 운항할 때 발생하는 유류비용

(단위 : 미화 불)

구분	선박 크기	운항 일수	항해 시간	대기 시간	항해 유류비		대기유류비		총유류비
					단가	유류비	단가	유류비	
A	4000	84	640	200	27,816	1,780,224	4,381	87,630	1,867,844
B	5500	35	249	101	35,451	883,321	5,583	56,235	939,616
C	5000	56	406	154	35,451	1,438,720	5,583	86,071	1,524,791

5.3 1항차당 하역비

하역비의 경우 어느 한 항만에서 적하된 컨테이너는 반드시 다른 항만에서 양하를 하여야 하므로 기본 하역비의 2배가 발생한다. 따라서 적하된 컨테이너의 2배에 기본하역비를 곱하거나 또는 적하된 컨테이너에 기본하역비의 2배를 곱하여 산정할 수 있다.

$$\text{하역비} = 1\text{항차당 적하량} \times 44.3\$(53,165\text{원}/\text{TEU}) \times 2$$

Table 13 항로별 1항차당 총 하역비

구분	20ft (Van)	40ft (Van) -(a)	20ft 환산(a×2)	Total (TEU)	1항차당 운송량(TEU)	총 하역비 (불)
A	188,076	346,920	693,840	881,916	16,960	1,502,656
B	54,569	203,827	407,654	462,223	8,889	787,565
C	153,230	163,967	327,934	481,164	9,253	819,816

5.4 항비

항비는 각 기항지의 항비 총합으로 나타나며, 각 항로별 항만의 항만비용은 다음과 같다. 단 C 항로의 경우 수에즈운하를 1회 통과하기 때문에 285,728불의 통과비용이 추가된다.

Table 14 항로별 항만 비용

항로	Port	안티안항	도쿄항	홍콩항	카오슝항
	A항로	항비	26,564	29,308	8,282
A항로	Port	함부르크항	로테르담항	롱비치항	오슬랜드항
	항비	45,420	38,525	27,949	21,120
A항로	Port	싱가포르항	펜레스토우항	람차방	
	항비	14,454	45,406	26,500	
B항로	Port	부산항	안티안항	홍콩항	카오슝항
	항비	18896	38,479	9237	11,460
B항로	Port	롱비치항	오슬랜드항	시애틀항	
	항비	29270	23,426	25727	
C항로	Port	부산항	상해항	샤먼항	치완
	항비	18896	34,063	27386	14,127
	Port	홍콩항	카오슝항	포르클랑	함부르크항
	항비	9237	11,460	4857	54,37
C항로	Port	로테르담항	싱가포르항	펜레스토우항	람차방
	항비	40949	14225	58897	26750

주 : C항로에는 수에즈운하 통과비용 285,728불 추가

5.5 대상 항로별 총 물류비용

5.1~5.2에서 각각 구한 운항비와 유류비, 그리고 하역비를 모두 합한 것은 Table 12와 같다. 여기에서 나타난 것과 같이 'B' 라인의 총물류비가 약 3,355천불로 가장 낮고, 'A' 라인의 총물류비가 6,356천불로 가장 높은 것으로 나타났다.

Table 15 항로별 총 물류비용

(단위 : 미화 불)

구분	1항차당 고정비	유류비	하역비	항비	총 물류비용
A	2,988,636	1,867,844	1,502,656	373,341	6,732,477
B	1,440,600	939,616	787,565	186,851	3,354,632
C	2,304,960	1,524,791	819,816	601,512	5,251,079

5.6. 운임

실질적인 경제성을 평가하기 위해서는 선사가 실제로 징수하는 각 항만간 운임을 적용하여야 하지만, 각 항만간 운임은

선사내부의 대외비로 분류되어 있어서 각 항만 출발지와 도착지간 운임 자료를 구하는 것은 매우 어렵다. 따라서 본 연구에서는 획득 가능한 운임자료를 근거로 하여 단위 운송거리(mile)당 운임(불)을 선정하였으며, 각 항만간 거리에 단위 거리당 운임을 적용하여 경제성을 분석을 하였다. 거리대 운임의 특징을 살펴보면 부산항과의 거리가 가장 가까운 상하이항의 경우 거리가 491mile이면서 운임은 220불로 나타나 거리당 운임이 0.45불/mile로 가장 높고, Hongkong항까지의 거리당 운임은 0.35불/mile인데 비해 2000mile이 넘는 항들의 거리당 운임은 0.23~0.25불/mile로 나타나 거리가 가까울수록 거리당 운임이 비싸고, 거리가 멀수록 거리당 운임이 싼 것으로 나타났다. 더불어 동일한 서비스 라인이라고 하더라도 화물이 운송되는 방향, 즉 Eastbound 인지 Westbound 인지에 따라 운송 요금에 차이가 있다. 이러한 특징은 다음 Fig.1에 잘 나타나 있다. 2003년 4분기를 기준으로 볼 때 아시아와 미주간 운임 중 EB(Eastbound)는 약 1,700불인데 비해, WB(Westbound)는 약 750불이었다.

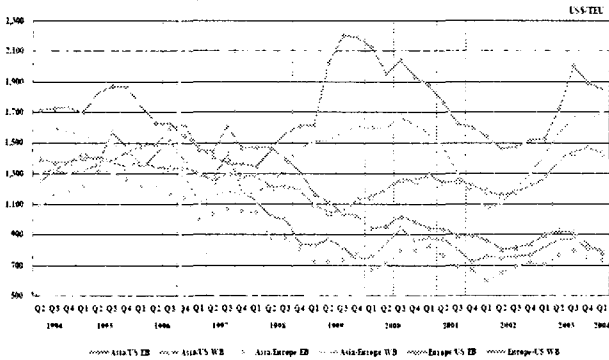


Fig.1 세계 운임 추이

이러한 특징을 반영하기 위하여 본 연구에서는 500mile까지는 운항거리 당 0.45불을 적용하고, 운송거리가 501~2000mile은 운항거리의 0.34불, 2001~3,000mile까지는 운항거리의 0.22불을 적용하였다. 그리고 그 이상의 거리에 대해서는 아시아발-미주항 0.36불/mile, 미주발-아시아항 0.02불/mile, 아시아발-유럽항 0.15불/mile, 유럽발-부산항 0.07불/mile을 적용하였다.

Table 16 항만간 거리 및 운임

출발항	도착항	거리(mile)	운임(불)	거리당 운임(불)	평균(불)
Busan	Shanghai	491	220	0.448	0.448
	Kaohsiung	922	320	0.347	
	Yantian	1,144	370	0.323	0.223
	Hongkong	1,155	410	0.355	
	Singapore	2,593	590	0.228	
	PortKlang	2,703	590	0.218	

## 6. 시나리오 설정 및 경제성 분석

### 6.1 시나리오 설정

시나리오는 현재 운항서비스와 화물량을 기준으로 설정한다. 현재의 운항서비스를 제공하는 항로를 기준으로 동일한 항

로에 10,000TEU급 대형선이 투입하는 것을 가정하여 운임과 물류비용을 비교하여 보았다. 대형선의 경우, 운항비 절감차원에서 기항지를 축소시켜야 한다는 기존연구를 바탕으로 각 항로의 기항지 중 대형선이 기항하는 항만은 화물이 많은 항만을 중심으로 2개~5개로 축소시켰으며, 기항하지 않은 항만의 화물은 기항하는 항만으로 피더 운송된다고 가정하였다.

### 6.2 경제성 분석

본 절에서는 6.1의 시나리오를 바탕으로 기존 선박과 10,000TEU 선박의 경제성을 분석하였다.

단, 대형선에 대한 각 항만의 생산성은 시간당 100Van, 대형선의 속도는 25노트로 가정한다.

#### 1) A 라인

대형선의 운항으로 A 라인의 기항지를 5개로 축소할 경우 해상 항해에 55일, 하역에 9일이 소요되어 총 운항일수는 64일로 기존의 84일에 비해 18일이 단축된다.

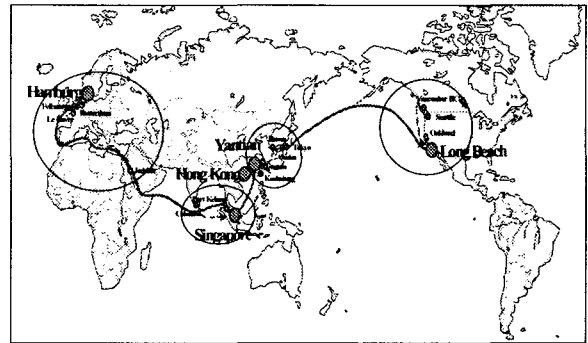


Fig. 2 A라인의 기항지 축소(5개 항)

반면 고정비는 약 409만불, 유류비는 약 342만불로 증가하게 되며, 피더운송을 위한 비용으로 약 206만불이 필요하게 된다. 이 때 총 물류비용은 약 1,157만불로 나타났다.

기항지를 3개로 축소할 경우에도 총 운항일수는 64일로 기존의 84일에 비해 18일이 단축되는 것으로 나타났다.

이 때 고정비와 유류비는 기항지를 5개로 축소시킨 것과 동일하게 발생하지만, 피더비용은 약 598만불로 매우 높다.

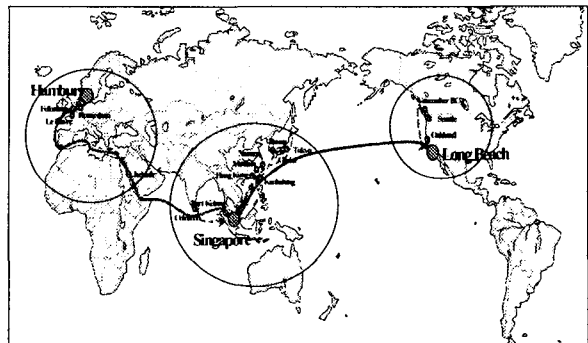


Fig. 3 A라인의 기항지 축소(3개 항)

A 라인의 경우 기존 총 운임수입은 약 1,072만불이며, 총 물류비용은 약 673만불로 1항차당 경제적 이익은 약 398만불로 예상되며, 1일당 이익은 47,417불로 예상되는 반면, 10,000TEU급 대형선을 투입할 경우 5개항으로 축소 운항하게 되면, 1일당 적

자가 -12,770불이 발생하며, 기항지를 3개로 축소할 경우에는 5개항을 운항하는 것보다 적자폭이 더 커지는 것으로 분석되었다.

Table 17 A 라인의 경제성 비교·분석

기존 선박 운항시		10,000TEU급 선박 운항시 (5개항 운항)		10,000TEU급 선박 운항시 (3개항 운항)	
구분	금액(불)	구분	금액(불)	구분	금액(불)
운임수입	10,715,531	운임수입	10,756,379	운임수입	10,966,073
고정비	2,988,636	고정비	4,078,976	고정비	4,078,976
유류비	1,867,844	유류비	3,415,515	유류비	3,415,515
하역비	1,502,666	하역비	1,502,666	하역비	1,502,666
항비	373,341	항비	514,185	항비	436,832
피터비용	0	피터비용	2,062,348	피터비용	5,957,250
물류비용	6,732,477	물류비용	11,573,680	물류비용	15,391,229
경제적이익	3,983,054	경제적이익	-817,302	경제적이익	-4,425,156
운항일수	84	운항일수	64	운항일수	64
1일당 이익	47,417	1일당 이익	-12,770	1일당 이익	-69,143

2) B 라인

대형선의 운항으로 B 라인의 기항지를 3개로 축소할 경우 해상 항해에 21일, 하역에 5일이 소요되어 총 운항일수는 26일로 기존의 35일에 비해 9일이 단축된다.

반면 고정비는 약 166만불, 유류비는 약 132만불로 증가하게 되며, 피터운송을 위한 비용으로 약 40만불이 필요하게 된다. 이 때 총 물류비용은 약 440만불로 나타났다.

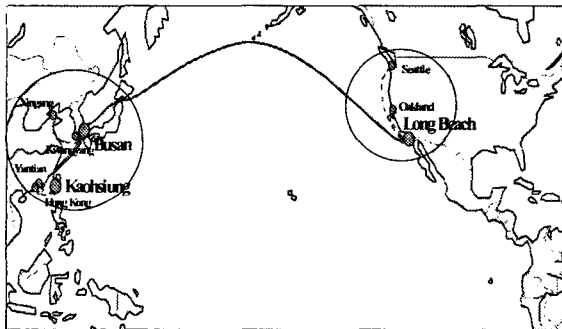


Fig. 4 B라인의 기항지 축소(3개항)

대형선의 운항으로 B 라인의 기항지를 카오슝과 롱비치, 2개로 축소할 경우 해상 항해에 21일, 하역에 5일이 소요되어 총 운항일수는 26일로 기존의 35일에 비해 9일이 단축된다.

반면 고정비는 약 166만불, 유류비는 약 132만불로 증가하게 되며, 피터운송을 위한 비용으로 약 95만불이 필요하게 된다. 이 때, 총 물류비용은 약 490만불로 나타났다.

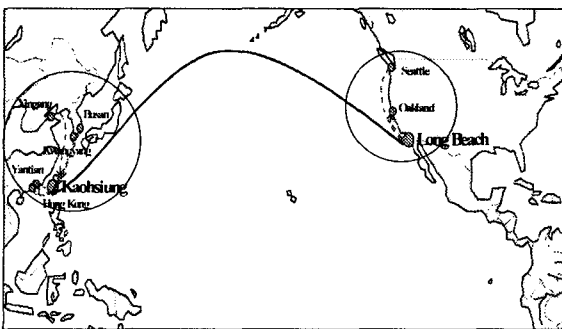


Fig. 5 B라인의 기항지 축소(카오슝-롱비치)

만약 기항지를 부산과 롱비치, 2개로 축소할 경우 해상 항해에 18일, 하역에 5일이 소요되어 총 운항일수는 23일로 기존의 35일에 비해 12일이 단축된다.

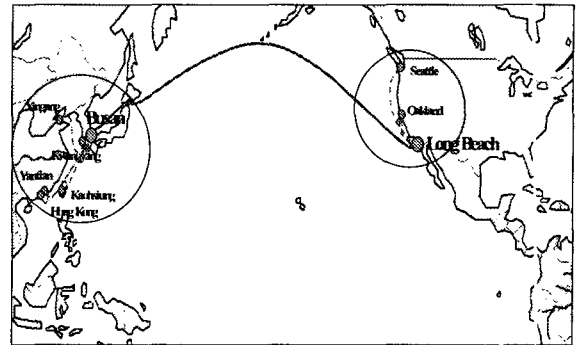


Fig. 6 B라인의 기항지 축소(부산-롱비치)

반면 고정비는 약 146만불, 유류비 약 114만불로 증가하게 되며, 피터운송을 위한 비용으로 약 137만불로 카오슝-롱비치로 기항지를 축소한 것 보다 더 많은 피터비용이 발생하는 것으로 분석되었다. 이 때 총 물류비용은 약 496만불로 나타났다.

기존 총 운임수입은 약 539만불이며, 총 물류비용은 약 335만불로 1항차당 경제적이익은 약 201만불로 예상되며, 1일당 이익은 57,327불로 예상되는 반면, 10,000TEU급 대형선을 투입할 경우 3개항으로 축소 운항하게 되면, 1일당 이익이 35,906불로 낮아지며, 기항지를 카오슝-롱비치, 부산-롱비치 등 2개로 축소할 경우에는 3개항을 운항하는 것보다 이익이 더 낮다. 특히 카오슝-롱비치항간을 운항하는 것보다 부산-롱비치항간을 운항하는 것이 이익이 훨씬 낮은 것으로 나타났다.

Table 18 B라인의 경제성 비교·분석

기존 선박 운항시		대형선 운항시 (3개항 운항)		대형선 운항시 카오슝-롱비치		대형선 운항시 부산-롱비치	
구분	금액(불)	구분	금액(불)	구분	금액(불)	구분	금액(불)
운임수입	5,383,314	운임수입	5,330,335	운임수입	5,614,653	운임수입	4,824,455
고정비	1,400,000	고정비	1,657,084	고정비	1,657,084	고정비	1,457,882
유류비	993,606	유류비	1,319,005	유류비	1,319,005	유류비	1,137,335
하역비	893,816	하역비	893,816	하역비	893,816	하역비	893,816
항비	186,551	항비	211,884	항비	145,789	항비	167,550
피터비용	0	피터비용	399,661	피터비용	954,377	피터비용	1,322,510
물류비용	3,368,883	물류비용	4,367,700	물류비용	4,897,651	물류비용	4,922,533
경제적이익	2,014,431	경제적이익	933,555	경제적이익	773,612	경제적이익	830,977
운항일수	35	운항일수	26	운항일수	26	운항일수	23
1일당 이익	57,327	1일당 이익	35,906	1일당 이익	29,754	1일당 이익	-36,333

3) C 라인

대형선의 운항으로 C 라인의 기항지를 5개로 축소할 경우 해상 항해에 38일, 하역에 6일이 소요되어 총 운항일수는 44일로 기존의 56일에 비해 12일이 단축된다.

반면 고정비는 약 280만불, 유류비는 약 236만불로 증가하게 되며, 피터운송을 위한 비용으로 약 50만불이 필요하게 된다. 이 때 총 물류비용은 약 704만불로 나타났다.

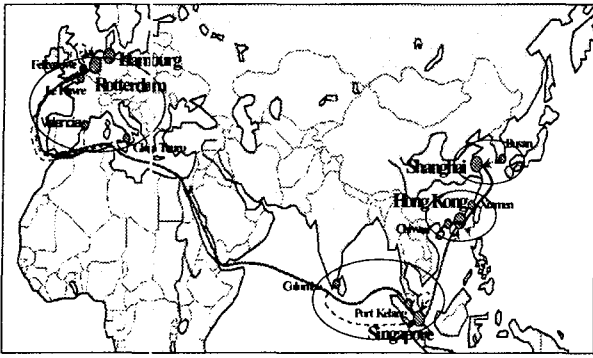


Fig. 7 C라인의 기항지 축소(5개 항)

C 라인인 경우 기존 총 운임수입은 약 590만불이며, 총 물류비용은 525만불로 1항차당 경제적이익은 66만불로 예상되며, 1일당 이익은 11,707불로 예상되는 반면, 10,000TEU급 대형선을 투입할 경우 5개항을 축소 운항하더라도 운임수입은 586만불인데 비해, 물류비용은 704만불로 1항차당 경제적이익은 -117만불로 예상되어 1일당 26,710불의 적자가 예상된다.

Table 19 C라인의 경제성 비교·분석

기존 선박 운항시		10,000TEU급 선박 운항시 (5개항 운항)	
구분	금액(불)	구분	금액(불)
운임수입	5,906,666	운임수입	5,864,984
고정비	2,304,960	고정비	2,804,296
유류비	1,524,791	유류비	2,357,730
하역비	819,816	하역비	819,816
항비	601,512	항비	556,614
피더비용	0	피더비용	501,764
물류비용	5,251,079	물류비용	7,040,220
경제적 이익	655,587	경제적 이익	-1,175,236
운항일수	56	운항일수	44
1일당 이익	11,707	1일당 이익	-26,710

## 8. 결론

H 선사의 3개 라인에 대한 물동량, 운임 등의 자료를 근거로 실증분석을 통해 경제성을 분석하였다. 3개 항로 중 A항로는 미주-아시아-유럽이며, B항로는 미주-아시아, C항로는 유럽-아시아간에 각각 서비스를 제공한다. 분석결과 전반적으로 기항지를 축소할 경우 높은 피더비용으로 인해 경제성이 낮아지는 것으로 분석되었다. 특히, 3개 항로 중 가장 운송거리가 긴 A항로의 경우 기항지를 축소할수록 경제성이 매우 낮아지는 것으로 분석되었다. 반면 운송거리가 비교적 짧은 B항로는 기항지 축소하더라도 일정 수준의 경제성은 있는 것으로 분석되었다. 이로 미루어 볼 때 대형선의 투입은 대륙간 운송이나, 화물이 집중된 항만에만 국한 될 것으로 판단된다. 따라서 비교적 운임구조가 취약한 구주-아시아 항로 보다는 미주-아시아 항로에 대형선 투입이 집중될 것이다.

특히 B항로에서의 분석과 같이 롱비치-부산-카오슝 등 3개 항을 운항하는 것보다 롱비치-카오슝, 롱비치-부산 등 2개항을 운항하는 것이 오히려 비경제적인 것으로 나타남으로서 화물이 일정 수준 이상인 항만에는 대형선이 기항하는 것이 경제적인

을 알 수 있었다. 이러한 결과는 현재 지정학적 위치로 환적화물을 많이 처리하고 있는 부산항은 Local 화물이 급격하게 증가하고 있는 상해항으로 인해 환적항으로서의 기능이 약화될 수 있음을 암시한다.

## 참고 문헌

- [1] 김현, 총 해상운송비용평가를 통한 컨테이너터미널 전대사용료 분석, 항해항만학회지, 제28권 제8호
- [2] 남기찬·곽규석·송용석·김태원·오효진(2004), 선박대형화 및 기항지 축소에 따른 경제성 분석, 한국항해항만학회 2004 춘계학술대회
- [3] 남기찬, 이재현 (2002), 초대형 컨테이너 선박에 대한 이론적인 고찰, 한국항해항만학회지, 제26권 4호, pp.455-463.
- [4] 문성혁·곽규석·남기찬·송용석,(2002) 우리나라 환적 컨테이너화물 유통실태 분석-중국항/발 화물을 중심으로, 대한교통학회지, 제20권 제7호
- [5] 오효진·송용석·김태원·남기찬(2003), 컨테이너 종합운송물류체인 평가를 위한 개념적 모형, 한국항해항만학회 2003 춘계학술대회
- [6] Cullinane, K., Khanna, M. (1999), "Economies of Scale in Large Container Ships", Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 33, Part 2, pp.185-208.
- [7] Gilman, S. (1999), "The Size Economics and Network Efficiency of Large Containerships", International Journal of Maritime Economics, Vol. II, No. 1, pp.1-16.
- [8] McLellan, R. G. (1997), "Bigger vessels: How big is too big", MARIT. POL. MGMT., 1997, Vol. 24, No. 2, pp.193-211.
- [9] Payer, H. (1999), "Feasibility and Practical Implications of Container Ships of 8000 TEU and Beyond", Terminal Operation Conference & Exhibition (TOC), Genoa, June.