

工學碩士 學位論文

컨테이너선의 총 비용 분석을 통한
노선별 최적선형 도출

Optimal Containership Size by Way
of Total Shipping Cost Analysis

指導教授 郭 圭 錫

2005年 2月

韓國海洋大學校 大學院

物流시스템工學科

金 泰 元

차 례

Abstract

제1장 서론

1.1 연구의 배경 및 목적	1
1.2 연구의 흐름	1

제2장 선행연구 고찰 및 모형설정

2.1 선행연구 고찰	3
1) Cullinane, Khanna and Baird	3
2) Tozer, Penfold	3
3) Wijnolst, Scholtens and Waals	4
4) 국내선사	5
2.2 총 비용 모형	6
2.3 경제성 모형	7

제3장 분석대상 선정 및 비용분석 방법

3.1 분석대상 선정	8
1) 분석대상 지역	8
2) 분석대상 노선	9
3) 분석대상 선박	14
3.2 비용분석 방법	15
1) 자본비용	15
2) 운영비용	16
3) 항해비용	17
4) 항만비용	20
5) 기타비용	23

제4장 총 비용 분석

4.1 유럽-극동 노선	24
4.2 극동-북미 노선	26
4.3 유럽-극동-북미 노선	28

제5장 선형별 경제성 분석

5.1 선형별 평균 적재율	30
5.2 선형별 경제성 분석 및 최적선형 도출	31
1) 유럽-극동 노선	31
2) 극동-북미 노선	33
3) 유럽-극동-북미 노선	35
5.3 대형선박의 경제성 분석	37
1) 대형선의 적재율에 따른 경제성 분석	37
2) 선박 대형화에 따른 선형별 총 비용 분석	38

제6장 결론 및 향후연구방향

6.1 결론	43
6.1 연구의 한계 및 향후연구방향	44
참고문헌	45

표 차 례

<표 2-1> 선행연구에서의 비용 항목 I	3
<표 2-2> 선행연구에서의 비용 항목 II	4
<표 2-3> 선행연구에서의 비용 항목 III	4
<표 2-4> 선행연구에서의 비용 항목 IV	5
<표 3-1> 유럽-극동 노선의 운항 거리 및 소요시간	10
<표 3-2> 극동-북미 노선의 운항 거리 및 소요시간	11
<표 3-3> 유럽-극동-북미 노선의 운항 거리 및 소요시간	13
<표 3-4> 분석 대상 선박 제원	14
<표 3-5> 비용별 산출방법	15
<표 3-6> 선형별 1일 자본비	16
<표 3-7> 선형별 1일 운영비용	17
<표 3-8> 선형별 1일 연료 사용량	18
<표 3-9> 국가별 톤당 연료가격	18
<표 3-10> 선형별 1일 연료비	19
<표 3-11> 운하별 통과 가능 최대선형 규모	19
<표 3-12> 운하별 통과 요금	20
<표 3-13> 항만별 항만요금 적용 항목	21
<표 3-14> 선형별 항만비용	22
<표 3-15> 노선별 총 항만비용	22
<표 3-16> 선형별 1일 기타비용	23
<표 4-1> 유럽-극동 노선의 선형별 총 비용	25
<표 4-2> 극동-북미 노선의 선형별 총 비용	26
<표 4-3> 유럽-극동-북미 노선의 선형별 총 비용	28
<표 5-1> 각 선형별 평균 적재율 및 적재량	30
<표 5-2> 4,000TEU급 선박 대비 총 비용 비율(유럽-극동)	31
<표 5-3> 4,000TEU급 선박 대비 총 비용 비율(극동-북미)	33
<표 5-4> 4,000TEU급 선박 대비 총 비용 비율(유럽-극동-북미)	35
<표 5-5> 선형별 적재율 및 TEU당 비용	37
<표 5-6> 처리 물동량 변화에 따른 선형별 항차 비율	38

그림 차례

<그림 1-1> 연구의 흐름도	2
<그림 2-1> 총 비용 모형	6
<그림 2-2> 경제성 모형	7
<그림 3-1> 분석대상 지역	8
<그림 3-2> 유럽-극동 노선	9
<그림 3-3> 극동-북미 노선	11
<그림 3-4> 유럽-극동-북미 노선	12
<그림 3-5> 6,500TEU급 선박 및 9,000TEU급 선박	14
<그림 4-1> 유럽-극동 노선의 선형별 총 비용	24
<그림 4-2> 유럽-극동 노선의 비용 항목별 평균비율	25
<그림 4-3> 극동-북미 노선의 선형별 총 비용	26
<그림 4-4> 극동-북미 노선의 비용 항목별 평균 비율	27
<그림 4-5> 유럽-극동-북미 노선의 선형별 총 비용	28
<그림 4-6> 유럽-극동-북미 노선의 비용 항목별 평균 비율	29
<그림 5-1> 유럽-극동 노선의 선형별 총 비용 및 TEU당 비용	32
<그림 5-2> 유럽-극동 노선의 선형별 TEU당 비용 및 순위	32
<그림 5-3> 극동-북미 노선의 선형별 총 비용 및 TEU당 비용	34
<그림 5-4> 극동-북미 노선의 선형별 TEU당 비용 및 순위	34
<그림 5-5> 유럽-극동-북미 노선의 선형별 총 비용 및 TEU당 비용	36
<그림 5-6> 유럽-극동-북미 노선의 선형별 TEU당 비용 및 순위	36
<그림 5-7> 유럽-극동 노선의 항차 변화에 따른 총 비용	39
<그림 5-8> 극동-북미 노선의 항차 변화에 따른 총 비용	40
<그림 5-9> 유럽-극동-북미 노선의 항차 변화에 따른 총 비용	40
<그림 5-10> 유럽-극동 노선의 TEU당 비용에 따른 총 비용	41
<그림 5-11> 극동-북미 노선의 TEU당 비용에 따른 총 비용	42
<그림 5-12> 유럽-극동-북미 노선의 TEU당 비용에 따른 총 비용	42

Optimal Containership Size by Way of Total Shipping Cost Analysis

Kim, Taewon

Department of Logistics Engineering,
Graduate School of Korea Maritime University

Abstract

Traditionally, determination of the optimal containership size is the most important factor for competitiveness of shipping companies in the shipping market.

Under this environment, many shipping companies and economists have been studied about the problem.

The objective of this research is to determine the optimal containership size by total shipping cost in the main trunk lines.

Total shipping cost is calculated at the ground of capital cost, vessel operation costs, voyage costs, port charge and miscellaneous cost for 'Europe-Far East', 'Far East-North America' and 'Europe-Far East-North America' services.

Analysis showed that the 6,500TEU containership is an optimal size on the 'Europe-Far East' and 'Europe-Far East-North America' services. And the 8,200TEU containership is an optimal size on the 'Far East-North America' service.

Moreover, if the larger containerships over 8,200TEU class start operation afterward, it would be less competitive in the analyzed 3services.

제1장 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

오늘날 세계 경제는 자유무역의 확산에 따라 국경없는 무한경쟁시대로 접어들고 있다. 이러한 환경 변화는 기업경영의 세계화를 촉진시켜 새로운 기회창출과 더불어 경쟁우위를 확보하지 않으면 경쟁시장에서 도태될 수 밖에 없는 위험을 가져왔다.

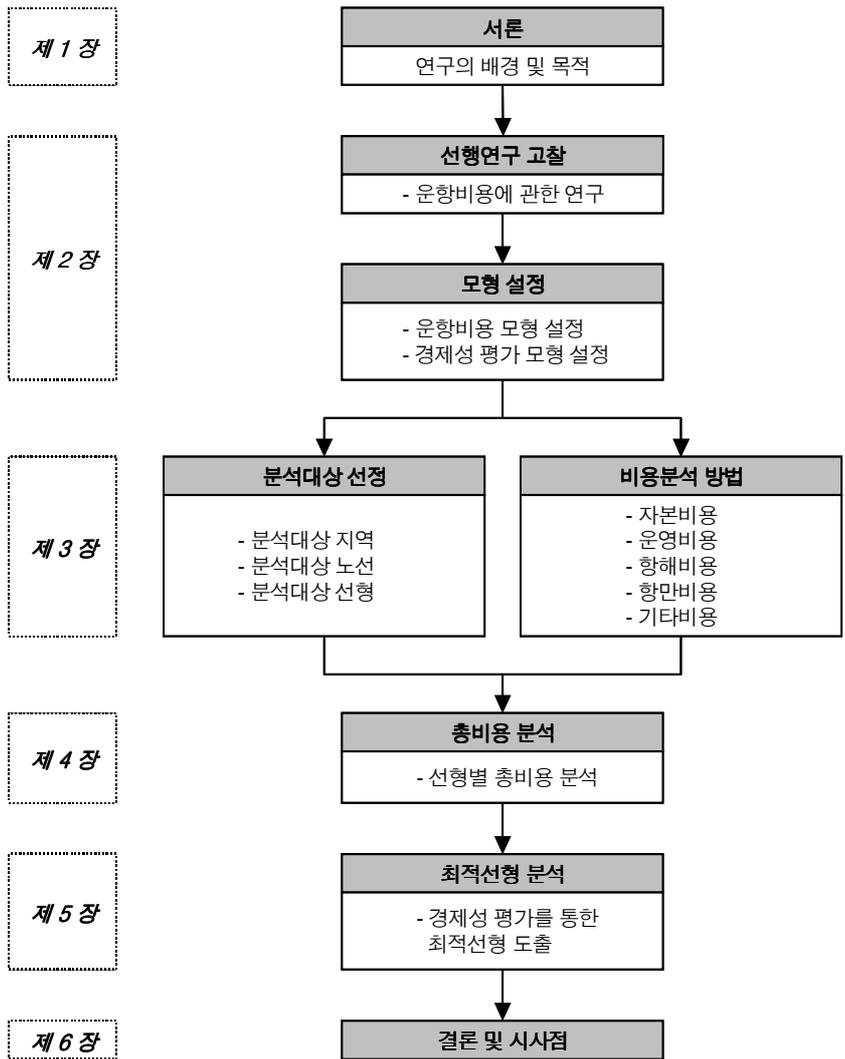
해운·항만의 환경 변화 역시 세계 경제의 환경 변화 흐름과 맥을 같이하고 있다. 컨테이너를 수송하는 정기선사의 경우에도 기업 이익을 극대화하기 위한 비용 절감 방법으로 많은 전략을 수립하고 있으며, 특히 선박의 대형화에 따른 규모의 경제 달성으로 비용절감 효과를 추구하고 있는 실정이다.

이에 따라 대형 정기선사들은 1980년대 보편적으로 운항되었던 3,000TEU급 선박에서 1996년 6,000TEU급 선박을 취항시켰으며, 2004년에는 China Shipping과 CGM·CMA선사에 의해 8,000TEU급 선박이 등장하였다. 또한 조선기술의 발달로 10,000TEU급에서 15,000TEU급 선박의 건조가 가능하다는 주장과 함께 향후 컨테이너선의 대형화는 계속될 전망이다.

따라서 본 논문은 현재 대형 정기선사들이 운영하고 있는 주요 서비스 노선들 중 극동지역을 기점으로 하는 유럽노선과 북미노선을 대상으로 각 선박들의 총비용 및 물동량 대비 비용을 산출하여 노선별 최적 선형을 찾아내는 데 목적이 있다.

1.2 연구의 흐름

노선별 최적선형을 찾아내는 방법으로 본 논문에서는 총 비용 측면으로 접근하였다. 따라서 2장에서는 비용분석 모형 설정을 위한 선행연구 고찰을 실시한 후 선행연구에서 제시된 비용 항목들을 이용한 총 비용 모형 및 경제성 평가 모형을 설정한다. 3장에서는 모형에서 사용될 분석대상인 선형 및 서비스에 대하여 알아본 후, 비용항목별 분석 방법 설명과 함께 이를 토대로 한 1일 단위 비용을 산출한다. 그리고 4장에서는 선박 운항시 발생하는 자본비용, 운영비용, 항해비용, 항만비용, 기타비용을 이용하여 총 비용을 분석하였으며, 마지막으로 5장에서는 각 선형별 물동량 대비 비용에 대한 분석을 한 후 각 노선별 최적선형을 도출한다.



<그림 1-1> 연구의 흐름도

제2장 선행연구 고찰 및 모형설정

2.1 선행연구 고찰

1) Cullinane, Khanna(2000), Baird(2001)

Cullinane, Khanna(2000)와 Baird(2001)는 각각의 연구에서 <표 2-1>과 같은 선박 운항비용들을 제시하여 총 비용을 산출하였는데, 선박 건조비에 의한 자본비와 유지보수비, 보험료, 관리비, 선원비 등이 포함된 운영비가 있으며, 주·보조엔진에 사용되는 연료비와 운할유비 및 항만에서 발생하는 항만비용 등이 제시되었다.

<표 2-1> 선행연구에서의 비용 항목 I

비용항목	비고	대상선박
자본비	선박 건조비 10년 상환율 적용	1,000TEU급~ 10,000TEU급
운영비	유지보수비, 보험료, 관리비, 선원비	
유류비	주·보조엔진 연료비, 운할유	
항만비	유럽, 아시아 항만 평균비용	

자료 : Alfred. J. Baird(2001), "A New Economic Evaluation of the Hub-port versus Multi-port Strategy", IAME Annual Conference 2001 Hong Kong, pp.138~166.

Kevin Cullinane and Mahim Khanna(2000), "Economies of Scale in Large Containership ; Optimal Size and Geographical Implication", Journal of Transport Geography, pp.181~195.

2) Tozer & Penfold(2002)

4,000TEU급에서 12,500TEU급 선박을 대상으로 한 연구에서 해상에서 발생하는 비용 항목을 언급하였다. 먼저 선박 건조비에서 발생하는 자본비용을 제시하였고 선원비, 보험료, 유지보수비, 기타비용이 포함된 운영비용을 제시하였으나 이들의 연구에서는 항만에서 발생하는 비용은 포함되지 않았다.

<표 2-2> 선행연구에서의 비용 항목 II

비용항목	비고	대상선박
자본비	선박건조비에서 상환율 적용	4,000TEU급~
운영비	선원비, 보험료, 유지보수비, 기타비용	12,500TEU급

자료 : David Tozer & Andrew Penfold(2002), "Ultra-Large Container Ships; Designing to the Limit of Current and Projected Terminal Infrastructure Capabilities" , Lloyd's Register Technical Association.

3) Wijnolst, Scholtens & Waals(1999)

18,000TEUs 말라카막스급 선박에 대한 연구에 따르면, 비용항목은 <표 2-3>에서와 같이 자본비용, 운영비용, 항해비용이다. 또한 운영비용의 세부항목으로는 선원비, 유지보수비, 보험료, 관리비, 유회유비, 선용품비, 선박검사비 등을 제시했으며, 항해비용에는 연료비와 항만비, 운하통과비가 포함된다.

특히, 자본비의 경우 초대형선인 말라카막스급임을 감안하여 25년 상환율을 적용하였고, 운영비 중 유지보수비와 보험료, 관리비는 선박건조비의 0.75%, 선박검사비의 경우 0.50%를 적용하였다.

<표 2-3> 선행연구에서의 비용 항목 III

구 분	비용항목	비고	대상선박
자본비	자본비	선박 건조비 25년 상환율 적용	18,000TEU급
운영비	선원비	유럽, 아시아 선사 비율 적용	
	유지보수비	선박건조비 × 0.75%	
	보험료	선박건조비 × 0.75%	
	관리비	선박건조비 × 0.75%	
	유회유비	엔진파워(kw) × 시간 × 0.15%	
	선용품비	1년 평균 100,000USD 적용	
	선박검사비	선박건조비 × 0.50%	
항해비	연료비	-	
	항만비	-	
	운하통과비	-	

자료 : Niko Wijnolst, Marco Scholtens & Frans Waals(1999), "Malacca-Max; The Ultimate Container Carrier" , Delft University Press, pp.54~61.

4) 국내선사(2002)

국내선사의 연구에 제시된 운항비용의 항목으로는 화물변동비, 운항변동비, 운항고정비, 기타고정비로 분류된다. 먼저, 화물변동비의 경우 하역비, 운송비, 장비회송비, 대리점비, 장비비로 구분되며 운항변동비에는 연료비, 항만비가 포함된다. 또한 운항고정비에는 자본비, 수리비, 유회유비, 보험료, 선용품비가 있으며 기타고정비에는 일반관리비, 영업외 비용이 포함된다.

<표 2-4> 선항연구에서의 비용 항목 IV

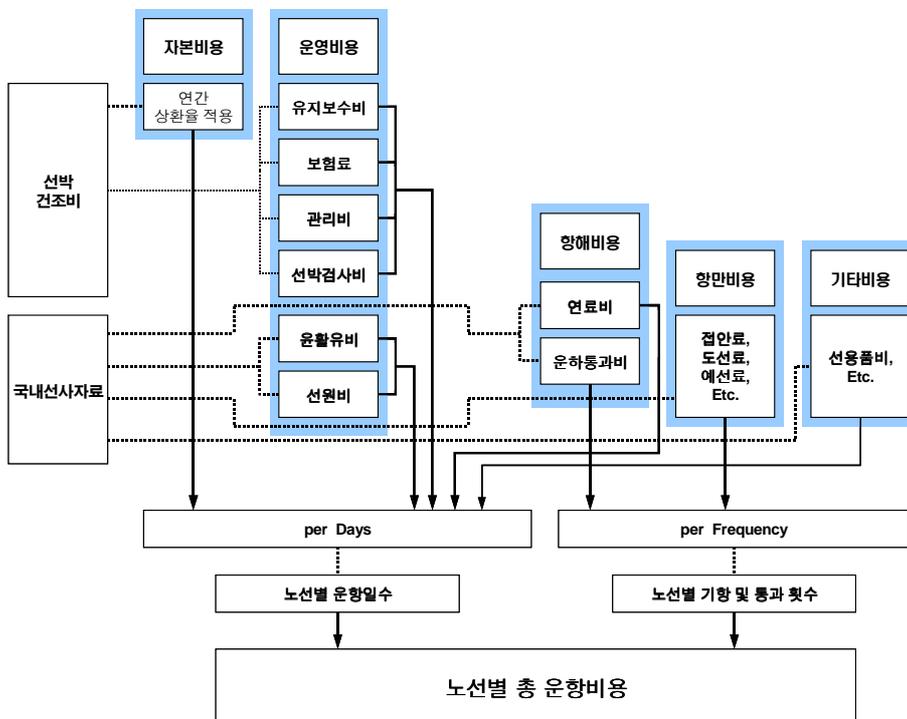
구 분	비용항목	대상선박
화물변동비	하역비, 운송비, 장비회송비, 대리점비, 장비비	4,024TEU급 5,600TEU급 9,000TEU급
운항변동비	연료비, 항만비	
운항고정비	자본비, 수리비, 유회유비, 보험료, 선용품비	
기타고정비	일반관리비, 영업외비용	

자료 : 김종태(2002), “초대형선 출현시대의 한진해운의 전략”, 제2회 광양항 국제 포럼 및 한국해운학회 창립20주년 기념 국제학술대회 발표논문집, pp.145~158.

2.2 총 비용 모형

기존 연구에서 제시된 선박이 운항할 경우 발생하는 비용들을 종합하여 구성한 총 비용 모형은 <그림 2-1>과 같다. 총 비용은 자본비용, 운영비용, 항해비용, 항만비용 그리고 기타비용으로 구성되며, 각 비용별 세부 비용들이 포함되어 있다. 특히 운영비용에는 유지보수비, 보험료, 관리비, 선박검사비, 운할유비, 선원비가 포함되고 항해비용은 연료비, 운하통과비로 구성된다. 또한, 항만비용의 경우, 접안료, 도선료, 예선료 등 각 항만에서 발생하는 비용이 포함된다.

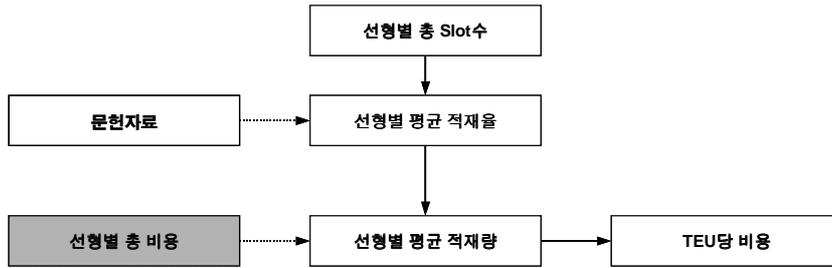
특히 본 논문에서는 항만에서의 비용을 고려할 때 각 항만에서의 하역비용을 제외한 항만 기항 시간 내에 발생하는 선박의 자본비, 운영비, 연료비 등을 산출하여 총 비용 모형에 적용한다.



<그림 2-1> 총 비용 모형

2.3 경제성 모형

선형별 경제성 분석을 실시하기 위하여 먼저 선형별 총 Slot수와 평균 적재율을 이용하여 선형별 평균 적재량을 구하고, 총 비용 모형에 의해 산출된 선형별 총 비용과 선형별 평균 적재량을 통하여 TEU당 비용을 산출한다. 이러한 모형의 흐름도는 <그림 2-2>와 같다.



<그림 2-2> 경제성 모형

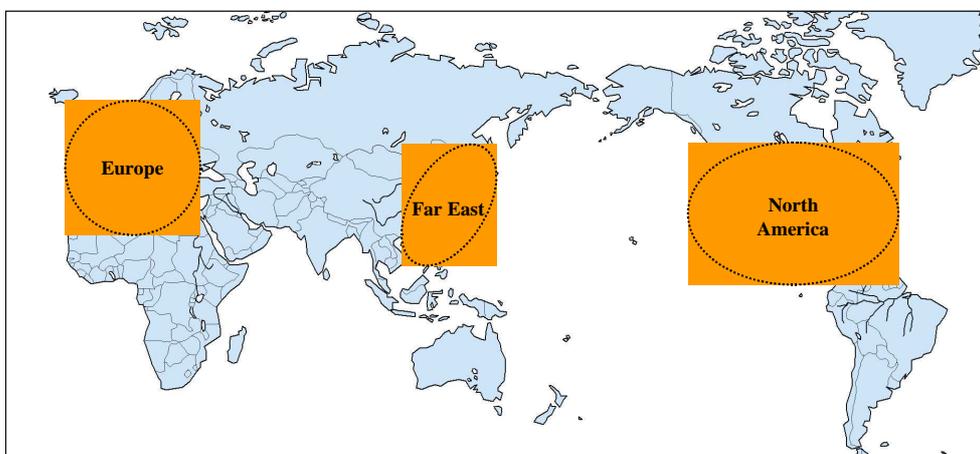
제3장 분석대상 선정 및 비용분석 방법

3.1 분석대상 선정

1) 분석대상 지역

본 논문에서의 분석대상 지역은 유럽, 극동, 북미 지역으로 각 지역간 운영되는 대형 정기선사들의 노선들을 대상으로 하였으며, 피더노선, 피더선박 및 피더항만은 분석대상에서 제외하였다.

또한, 분석대상 지역 내의 항만들은 10,000TEU급 선박까지 접안 및 하역작업이 가능한 것으로 가정하였다.



<그림 3-1> 분석대상 지역

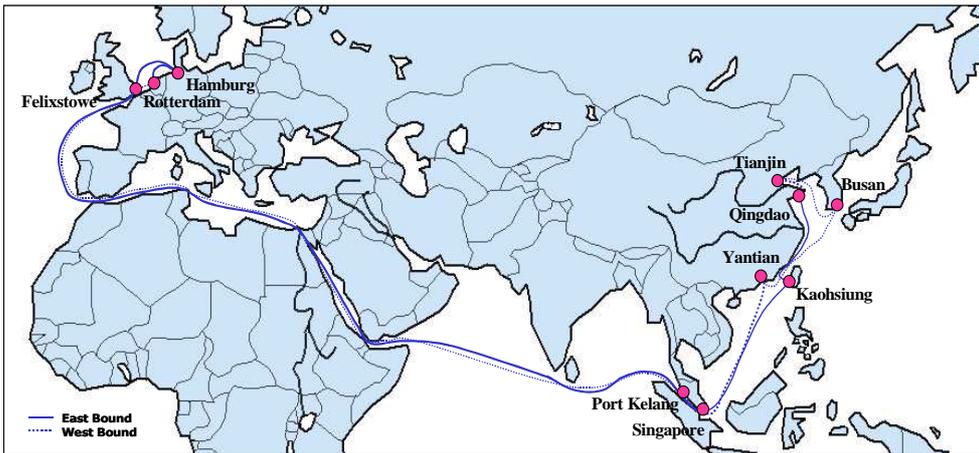
2) 분석대상 노선

분석대상 노선은 현재 대형 정기선사들이 운영하고 있는 노선들 중 유럽-극동간 1개 노선, 극동-북미간 1개 노선 그리고 유럽-극동-북미간 1개의 펜들럼 노선으로 구성된다.

각 노선들의 서비스 루트와 기항 항만과 항만간 운항 거리, 운항 소요시간은 <그림 3-2~4>, <표 3-1~3>과 같으며 각 항만간 운항시간은 25노트의 속력으로 항해하였을 경우를 적용하여 산출하였다.

(1) 유럽-극동 노선

유럽과 극동지역을 기중점으로 하는 총 23,692마일, 39.51일이 소요되는 서비스로서 청도, 텐진, 부산, 연천, 카오슝 등이 포함되며 동남아 지역인 싱가포르와 말레이시아를 경유하여 유럽의 로테르담과 함부르크 펠릭스토우까지 이어진다. 서비스 노선상 수에즈 운하를 통과함에 따라 운하 통과비용이 발생하는 노선이다.



<그림 3-2> 유럽-극동 노선

<표 3-1> 유럽-극동 노선의 운항 거리 및 소요시간

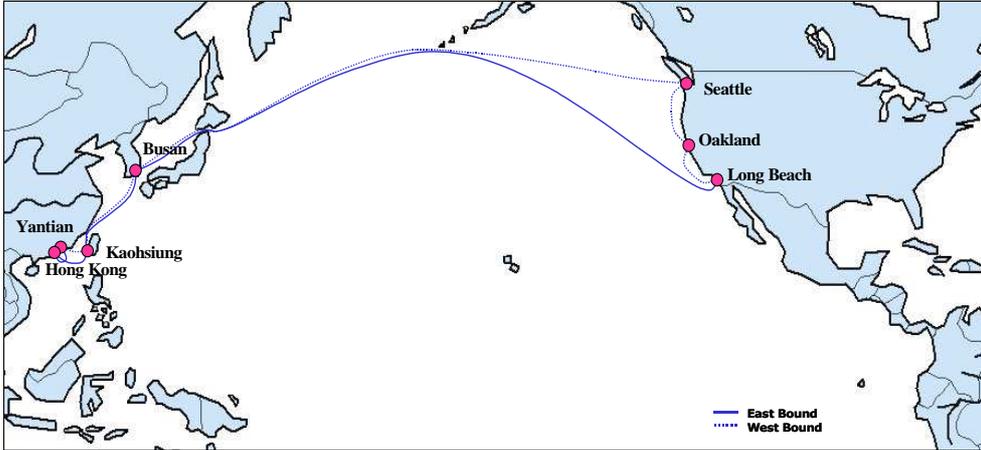
(단위 : mile, days)

구 분	항 만	운항 거리	운항 소요시간
West Bound	Qingdao	-	-
	Tianjin	437	0.73
	Busan	746	1.24
	Yantian	1,149	1.92
	Port Kelang	1,678	2.80
	Rotterdam	8,163	13.61
East Bound	Hamburg	317	0.53
	Felixstowe	362	0.60
	Singapore	8,289	13.82
	Kaohsiung	1,618	2.70
	Qingdao	933	1.56
합 계		23,692	39.51

자료 : Dataloy Systems

(2) 극동-북미 노선

극동과 북미지역을 연결하는 서비스로서 총 13,662마일, 22.78일이 소요된다. 기항하는 항만으로는 극동지역에서는 연천, 홍콩, 카오슝, 부산이며 북미지역에서는 롱비치, 오클랜드, 시애틀의 순서로 기항한다.



<그림 3-3> 극동-북미 노선

<표 3-2> 극동-북미 노선의 운항 거리 및 소요시간

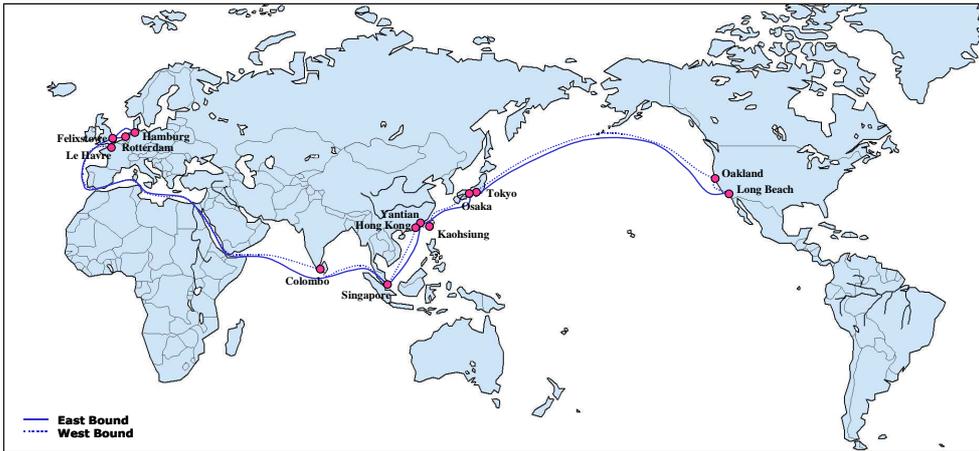
(단위 : mile, days)

구 분	항 만	운항 거리	운항 소요시간
East Bound	Yantian	-	-
	Hong Kong	60	0.10
	Kaohsiung	357	0.60
	Busan	924	1.54
	Long Beach	5,248	8.75
West Bound	Oakland	389	0.65
	Seattle	818	1.36
	Busan	4,600	7.67
	Kaohsiung	924	1.54
	Yantian	342	0.57
합 계		13,662	22.78

자료 : Dataloy Systems

(3) 유럽-극동-북미 노선

유럽과 극동, 북미지역을 연결하는 펜들럼 서비스로서 총 33,864마일, 56.49일이 소요된다. 기항지로서 유럽지역에는 로테르담, 함부르크, 북미지역에서는 오클랜드, 롱비치, 동남아시아지역에서는 싱가포르와 스리랑카의 콜롬보를 경유한다.



<그림 3-4> 유럽-극동-북미 노선

<표 3-3> 유럽-극동-북미 노선의 운항 거리 및 소요시간

(단위 : mile, days)

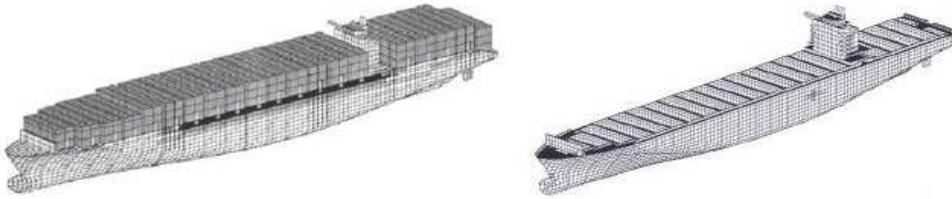
구 분	항 만	운항 거리	운항 소요시간
East Bound	Le Havre	-	-
	Hamburg	507	0.85
	Rotterdam	317	0.53
	Felixstowe	123	0.21
	Singapore	8,289	13.82
	Yantian	1,473	2.46
	Hong Kong	60	0.10
	Osaka	1,396	2.33
	Tokyo	375	0.63
	Long Beach	4,878	8.13
West Bound	Oakland	389	0.65
	Tokyo	4,535	7.56
	Osaka	375	0.63
	Kaohsiung	1,149	1.92
	Hong Kong	357	0.60
	Singapore	1,434	2.39
	Colombo	1,594	2.66
	Le Havre	6,613	11.02
합 계		33,864	56.49

자료 : Dataloy Systems

3) 분석대상 선박

분석대상 선박은 현재 국내 대형 정기선사들이 운영하고 있는 선박을 모델로 하였으며, 대상 선형은 <표 3-4>와 같다. 대상 선형 중 현재 운영되고 있는 선형들은 3,000TEU급~6,500TEU급이었으며, 서비스 속력은 25knot까지 가능한 것으로 나타났다.

또한 본 논문에서는 향후 국내 대형 정기선사들이 서비스 가능한 선형으로서 8,200TEU급 및 9,000TEU급 그리고 10,000TEU급 선형을 분석대상으로 하였다.



<그림 3-5> 6,500TEU급 선박(左) 및 9,000TEU급 선박(右)

<표 3-4> 분석 대상 선박 제원

(단위 : TEUs, ton)

구 분	선형	적용모델	G/T
국내선사 운항선박	3,000	2,959	43,000
	4,000	4,024	51,000
	5,300	5,302	65,000
	5,600	5,600	66,500
	6,500	6,500	74,400
추후 서비스 가능 선박	8,200	8,200	91,500
	9,000	9,000	101,000
	10,000	10,000	111,000

자료 : 국내선사 자료

주 : 8,200TEU급~10,000TEU급은 추정

3.2 비용분석 방법

총 비용을 산출하기 위한 각 비용 항목을 종합하면 <표 3-5>와 같으며, 각 항목별 산출 방법은 기존 문헌자료들을 토대로 하여 재정리하였다. 특히 본 연구에서 운할유비, 선원비, 연료비, 운하통과비, 항만비용 및 기타비용은 국내선사 자료를 이용하여 총 비용에 포함하였다.

<표 3-5> 비용별 산출방법

구분	비용항목	비용 산출방법
자본비용	-	선박건조비의 10년 상환율 적용
운영비용	유지보수비	선박건조비 × 0.75%
	보험료	선박건조비 × 0.75%
	관리비	선박건조비 × 0.75%
	운할유비	국내선사 자료
	선박검사비	선박건조비 × 0.50%
	선원비	국내선사 자료
항해비용	연료비	국내선사 자료
	운하통과비	국내선사 자료
항만비용	항비	국내선사 자료
기타비용	선용품비 등	국내선사 자료

자료 : 선항연구 자료를 토대로 재정리

1) 자본비용

노선별 운항선박의 자본비용은 선박별 건조가격을 통하여 산출한다. 선사가 일반적으로 조선업체에 지불하는 선박건조비에 대한 10년 상환율을 적용하여 1년 10%씩 발생하는 상환금액을 1일 단위로 산정하여 이를 1일 자본비용으로 가정한다(Cullinane, Khanna & Baird).

$$1\text{일 자본비} = (\text{선박건조비} \times 10\%) \div 365$$

<표 3-6> 선형별 1일 자본비

(단위 : TEUs, USD)

선형	선박 건조가격	년간 자본비	1일 자본비
3,000	31,500,000	3,150,000	8,630
4,000	39,000,000	3,900,000	10,685
5,300	54,850,000	5,485,000	15,027
5,600	58,300,000	5,830,000	15,973
6,500	64,000,000	6,400,000	17,534
8,200	77,300,000	7,730,000	21,178
9,000	82,500,000	8,250,000	22,603
10,000	89,000,000	8,900,000	24,384

자료 : Clarkson Research Studies(2002), Container Intelligence 2002. 6.
World Shipyard Monitor(2002).

2) 운영비용

운영비용은 선원비, 유지보수비, 보험료, 일반관리비, 유회유비, 선박검사비로 구성된다. 특히 선원비, 유회유비의 경우 국내선사의 1년간 비용을 이용하여 산출하였다.

선원비, 유회유비를 제외한 운영비용은 각 비용의 1년간 총 비용을 산출한 후 1일 비용으로 환산하여 모형에 적용한다.

(1) 유지보수비, 보험료, 관리비

유지보수비와 보험료 그리고 관리비는 선박건조비의 0.75% 비율이 적용된 비용이 발생하는 것으로 나타났다(Wijnolst & Waals).

$$1일\ 유지보수비 = (선박건조비 \times 0.75\%) \div 365$$

$$1일\ 보험료 = (선박건조비 \times 0.75\%) \div 365$$

$$1일\ 관리비 = (선박건조비 \times 0.75\%) \div 365$$

(2) 선박검사비

선박검사비는 선박건조비의 0.50% 비율이 적용된 비용이 발생하는 것으로 나타났다(Wijnolst & Waals).

$$1\text{일 선박검사비} = (\text{선박건조비} \times 0.50\%) \div 365$$

<표 3-7> 선형별 1일 총 운영비용

(단위 : TEUs, USD)

선형	선원비	유지보수비	보험료	관리비	운할유비	선박검사비	1일 총운영비
3,000	3,734	647	647	647	551	432	6,658
4,000	3,734	801	801	801	696	534	7,368
5,300	3,734	1,127	1,127	1,127	923	751	8,790
5,600	3,734	1,198	1,198	1,198	1,016	799	9,143
6,500	3,734	1,315	1,315	1,315	1,230	877	9,786
8,200	3,734	1,588	1,588	1,588	1,636	1,059	11,194
9,000	3,734	1,695	1,695	1,695	2,175	1,130	12,125
10,000	3,734	1,829	1,829	1,829	2,893	1,219	13,333

주 : 8,200TEU급~10,000TEU급은 추정

선원비 = 국내선사 자료

유지보수비 = (선박건조비 × 0.75%) ÷ 365

보험료 = (선박건조비 × 0.75%) ÷ 365

관리비 = (선박건조비 × 0.75%) ÷ 365

운할유비 = 국내선사 자료

선박검사비 = (선박건조비 × 0.50%) ÷ 365

3) 항해비용

항해비용은 연료비와 운하통과비로 구분되는데, 연료비에는 주엔진 연료와 보조엔진 연료의 가격이 차이가 남에 따라 차등 적용하였으며, 운하통과비는 분석 대상 노선 상에 있는 운하에 대한 통과비를 적용한다.

(1) 연료비

각 노선 및 선박별 사용되는 주엔진과 보조엔진에서의 연료량과 톤당 연료비는 국내선사 자료를 기준으로 적용한다. <표 3-8>은 선형별 1일 연료 사용량을 나타내고 있다.

<표 3-8> 선형별 1일 연료 사용량

(단위 : ton)

구 분 선형(TEU)	주엔진(A)		보조엔진(B)		합계(A+B)	
	at Sea	at Port	at Sea	at Port	at Sea	at Port
3,000	132.45	17.92	0.76	2.14	133.20	20.06
4,000	157.09	21.25	0.90	2.54	157.98	23.79
5,300	200.21	27.09	1.14	3.23	201.35	30.32
5,600	204.83	27.71	1.17	3.31	206.00	31.02
6,500	229.16	31.00	1.31	3.70	230.47	34.70
8,200	281.83	38.13	1.61	4.55	283.44	42.68
9,000	311.09	42.09	1.78	5.03	312.87	47.11
10,000	341.90	46.25	1.95	5.52	343.85	51.78

자료 : 국내선사 자료

주 : 8,200TEU급~10,000TEU급은 추정

연료가격은 주엔진과 보조엔진에 따라 차이가 있으며 주요 노선상에 있는 국가별 톤당 연료가격은 <표 3-9>와 같다. 본 논문에서는 각 국가별 연료가격의 평균가격을 사용한다.

<표 3-9> 국가별 톤당 연료가격

(단위 : USD)

국 가	주엔진	보조엔진
Singapore	170.16	225.79
Korea	175.77	268.24
Japan	184.32	272.42
Hong Kong	180.26	233.13
U.S.	189.02	321.78
Netherland	154.16	212.64
평균 가격	175.61	255.67

자료 : 국내선사 자료

선형별 연료 사용량과 톤당 연료가격을 토대로 선형별 1일 연료비를 산출한다. 선형별 1일간 소요되는 주엔진과 보조엔진의 연료비는 <표 3-10>과 같다.

<표 3-10> 선형별 1일 연료비

(단위 : USD)

구 분 선형(TEU)	주엔진(A)		보조엔진(B)		합계(A+B)	
	at Sea	at Port	at Sea	at Port	at Sea	at Port
3,000	23,259	3,147	193	547	23,452	3,694
4,000	27,586	3,732	229	649	27,816	4,381
5,300	35,159	4,757	292	827	35,451	5,583
5,600	35,970	4,866	299	846	36,269	5,712
6,500	40,243	5,444	335	946	40,578	6,391
8,200	49,493	6,696	412	1,164	49,904	7,860
9,000	54,631	7,391	454	1,285	55,086	8,676
10,000	60,040	8,123	499	1,412	60,540	9,535

주 : 연료비 = 톤당 평균 연료가격 × 1일 연료 사용량

(2) 운하통과비

분석대상 노선인 유럽-극동, 극동-북미, 유럽-극동-북미 노선 상에는 수에즈 운하가 있으며 각 선형별 운하에서 발생하는 통과비용은 국내선사 자료를 기준으로 적용하였다. 또한 각 서비스별 East/West Bound에 따른 왕복 통행을 기준하였다.

<표 3-11> 운하별 통과 가능 최대선형 규모

(단위 : meters, TEUs)

구 분	선박 폭	흘수	통과 가능 선형(max.)
Panamax	32	13.50	3,000
Suezmax	50	17.04	12,000
Malaccamax	60	21.00	18,000

자료 : Niko Wijnolst, Frans Waals, Francois Bello, Yves Gendronneau, Dennie Van Kempen(2000), "Malacca-Max[2]; Container Shipping Network Economy", Delft University Press.

<표 3-12> 운하별 통과 요금

(단위 : TEUs, USD)

선형	수에즈 운하	왕복 요금(×2)
3,000	212,818	425,636
4,000	270,000	540,000
5,300	300,000	600,000
5,600	329,126	658,252
6,500	368,225	736,450
8,200	452,857	905,714
9,000	499,875	999,750
10,000	549,368	1,098,736

자료 : 국내선사 자료에서 추정

주 : 8,200TEU급~10,000TEU급은 추정

4) 항만비용

선박들이 기항하는 항만에서 발생하는 항만비용은 접안료, 도선료, 예선료 등으로 구성되는 항만시설 사용료와 하역비로 구분된다. 그러나 본 연구에서 사용되는 물동량은 각 항만별 양·적하 단위가 아닌 선박의 평균 적재량에 따라 발생하는 물동량을 적용하기 때문에, 하역비는 제외하고 순수 항만시설 사용료만을 항만비용으로 적용한 국내선사 자료를 기준으로 산정한다.

또한, 선박당 1회 기항을 기준으로 하였다. 항만비용에 포함되는 항목들과 각 서비스 상에 있는 항만에서 발생하는 선형별 총 항만비용은 <표 3-13>과 <표 3-14>와 같다.

<표 3-13> 분석 대상 항만별 항만요금 적용 항목

구 분	부산	콜롬보	펠릭스 스토우	함부르크	홍콩	카오슝	르하 브르	롱비치	오클 랜드	오사카	포트 켈랑	청도	로테 르담	시애틀	싱가폴	텐진	도쿄	연천
DOCKAGE	○	○			○	○		○				○			○	○		○
HARBOR DUE	○	○	○	○		○	○			○	○	○	○		○	○	○	○
TONNAGE				○		○		○		○				○		○	○	○
PILOTAGE	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
TOWAGE	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
LINE HANDLING	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
LIGHT DUE		○	○		○						○							
ENTERANCE/ CLEARANCE					○		○	○	○					○				
WATCHMEN SERVICE					○													
HUSBANDING FEE					○	○		○		○		○			○	○		
LAUNCH HIRE					○	○												
ANCHORAGE					○													
QUARANTINE						○										○		○

자료 : 국내선사 자료

<표 3-14> 선형별 항만비용

(단위 : USD)

Port	3,000	4,000	5,300	5,600	6,500	8,200	9,000	10,000
Busan	9,041	13,172	18,896	19,035	19,121	23,516	25,957	28,527
Colombo	5,737	8,326	11,297	11,396	11,822	14,539	16,049	17,638
Felixstowe	29,731	49,639	58,897	52,340	61,194	75,259	83,073	91,298
Hamburg	39,005	48,389	54,137	56,584	67,488	83,000	91,617	100,688
Hong Kong	6,290	8,463	9,237	8,984	11,205	13,780	15,211	16,717
Kaohsiung	7,033	9,269	11,460	11,334	12,879	15,839	17,483	19,214
Le Havre	19,888	25,125	26,750	23,375	34,410	42,319	46,713	51,338
Long Beach	20,550	28,202	29,270	28,648	35,556	43,728	48,268	53,047
Oakland	17,279	20,404	23,426	23,611	29,232	35,950	39,683	43,612
Osaka	26,054	34,802	37,685	37,175	45,079	55,440	61,196	67,255
Port Kelang	2,742	4,099	4,857	4,706	5,446	6,698	7,393	8,125
Qingdao	10,195	13,398	17,076	17,470	19,545	24,037	26,533	29,160
Rotterdam	31,429	37,999	40,949	41,039	54,379	66,877	73,821	81,130
Seattle	17,019	21,207	25,727	23,267	29,448	36,216	39,976	43,934
Singapore	7,637	13,487	14,225	14,225	17,692	21,759	24,018	26,396
Tianjin	19,076	32,088	33,930	34,713	38,837	47,763	52,722	57,942
Tokyo	17,420	29,451	33,881	33,192	37,371	45,960	50,732	55,755
Yantian	22,050	32,068	38,479	30,500	38,152	46,921	51,793	56,921

자료 : 국내선사 자료

<표 3-15> 노선별 총 항만비용

(단위 : USD)

선형	유럽-극동	극동-북미	유럽-극동-북미
3,000	188,135	115,337	307,504
4,000	267,004	155,225	431,824
5,300	309,981	186,853	484,722
5,600	299,415	175,747	465,978
6,500	354,278	207,591	567,806
8,200	435,705	255,303	698,310
9,000	480,942	281,810	770,812
10,000	528,560	309,712	847,130

주 : 각 노선별 기항항만 항만비용의 합

5) 기타비용

선용품비를 포함하는 기타비용은 국내선사의 자료를 이용하였으며, <표 3-16>은 각 선형별 발생하는 기타비용을 나타낸다.

<표 3-16> 선형별 1일 기타비용

(단위 : USD)

선형	기타비용
3,000	838
4,000	1,238
5,300	1,011
5,600	1,225
6,500	1,600
8,200*	1,600
9,000*	1,600
10,000*	1,600

자료 : 국내선사

주 : 8,200TEU급~10,000TEU급은 추정

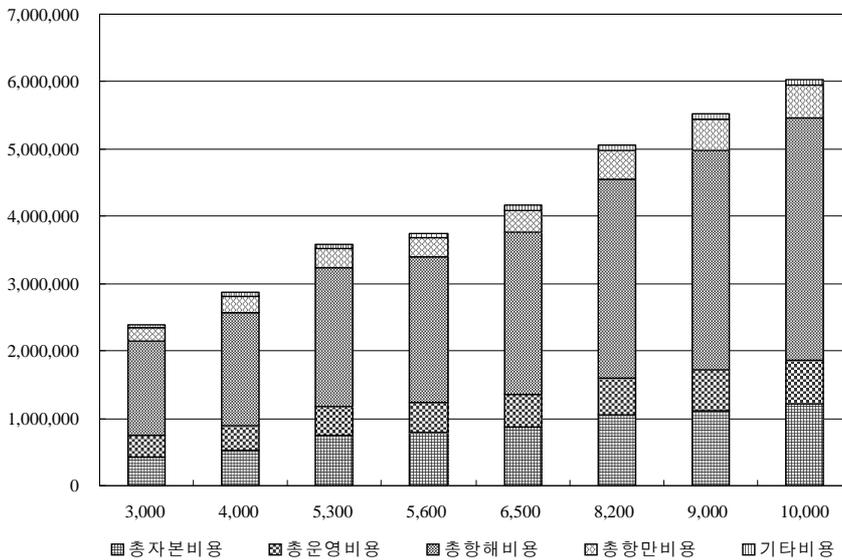
제4장 총 비용 분석

노선별 총 비용 분석에서 각 선형별 총 자본비용, 총 운영비용, 총 항해비용, 기타비용들은 기항 항만에서 발생하는 자본비, 운영비, 연료비 등이 포함되어 산출되었으며, 이러한 비용들은 각 항만 기항 시간을 동일하게 1일 기준으로 가정하여 총 비용에 포함시켰다.

총 비용의 경우 모든 분석대상 서비스에서 선형이 커질수록 높게 나타났으며, 전반적으로 항해비용이 많은 비중을 차지하는 것으로 나타났다.

4.1 유럽-극동 노선

총 비용 모형을 통하여 산출된 유럽-극동 노선의 총 비용은 <그림 4-1> 및 <표 4-1>과 같이 나타났다.



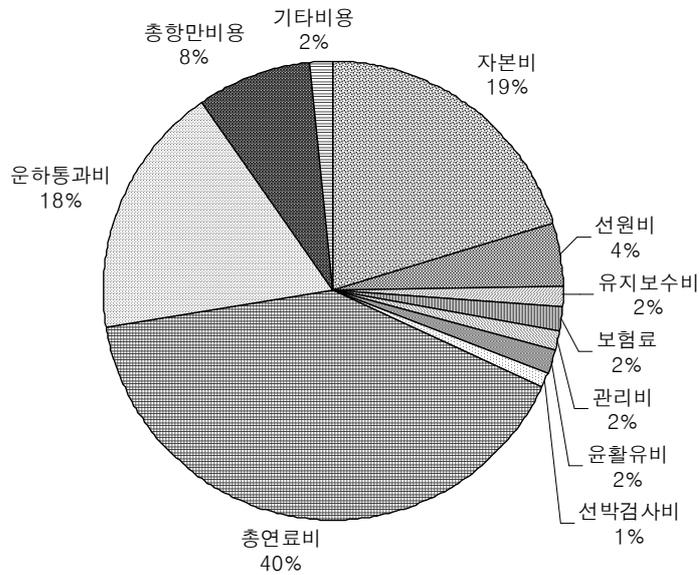
<그림 4-1> 유럽-극동 노선의 선형별 총 비용

선형별 총 비용을 살펴보면, 선박의 규모가 커질수록 비용 역시 늘어나는 것을 알 수 있다. 특히 연료비, 운하통과비 등으로 구성된 항해비용이 총 비용의 절반 이상을 차지하는 것으로 나타났다. 이러한 이유는 유럽-극동 노선상에 있는 수에즈 운하의 통과비용(18%) 발생 때문이다.

<표 4-1> 유럽-극동 노선의 선형별 총 비용

(단위 : USD)

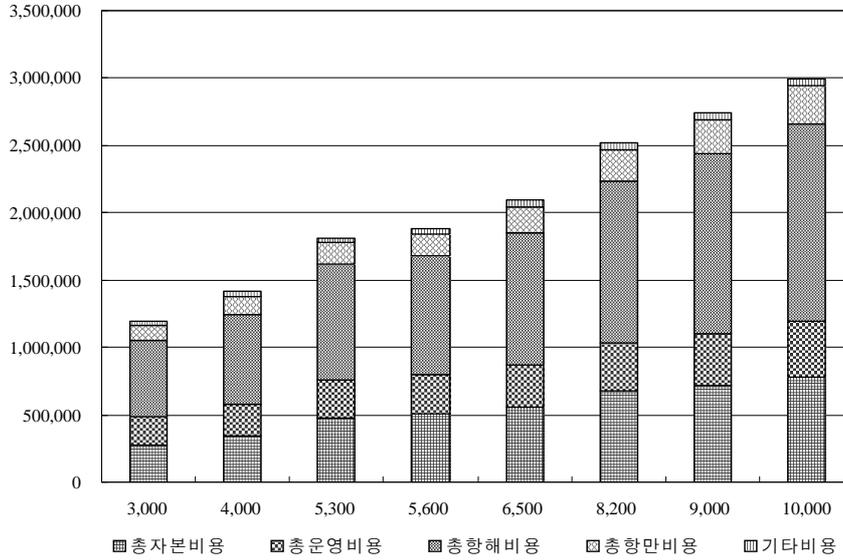
선형	3,000	4,000	5,300	5,600	6,500	8,200	9,000	10,000
비용	2,381,059	2,867,410	3,578,196	3,751,664	4,170,186	5,049,638	5,515,970	6,031,978



<그림 4-2> 유럽-극동 노선의 비용 항목별 평균비율

4.2 극동-북미 노선

총 비용 모형을 통하여 산출된 극동-북미 노선의 총 비용은 <그림 4-3> 및 <표 4-2>와 같이 나타났다.



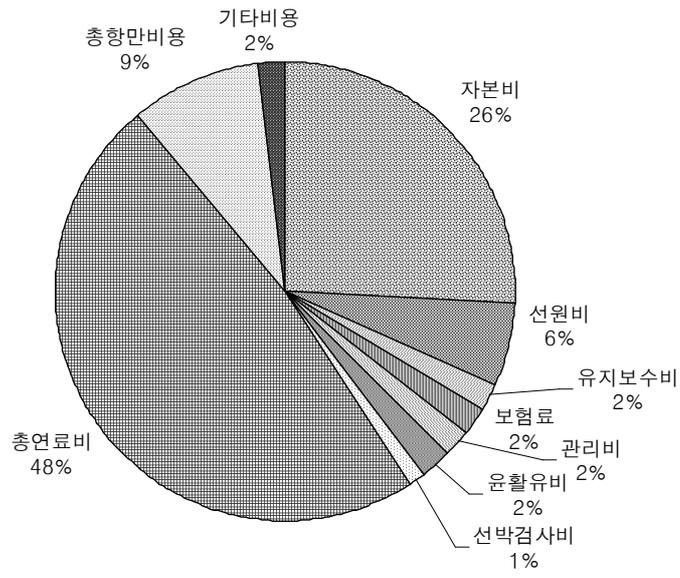
<그림 4-3> 극동-북미 노선의 선형별 총 비용

극동-북미 노선의 경우, 유럽-극동 노선과 마찬가지로 선박이 대형화될수록 비용 역시 증가함을 알 수 있다. 그러나 북미노선의 경우 운하비용이 포함되지 않으므로 연료비만으로 구성된 총 항해비용은 총 비용의 48%를 차지하는 것으로 나타났다.

<표 4-2> 극동-북미 노선의 선형별 총 비용

(단위 : USD)

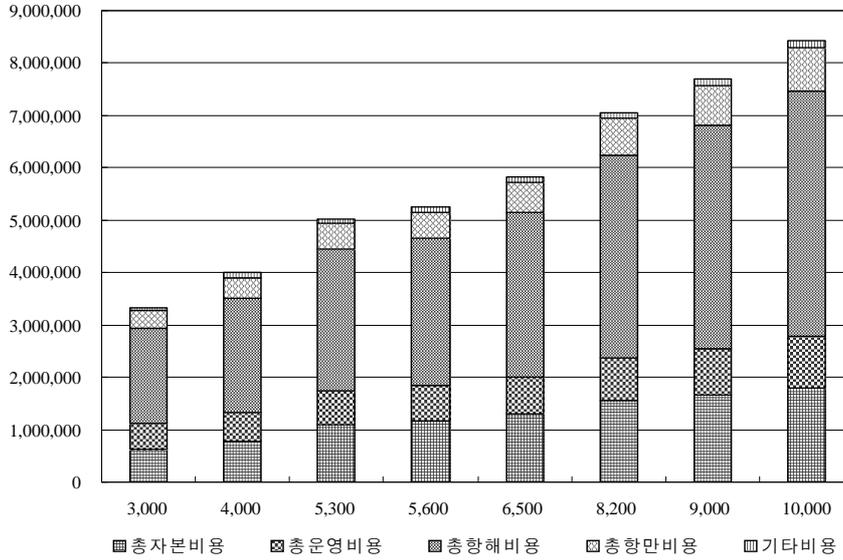
선형	3,000	4,000	5,300	5,600	6,500	8,200	9,000	10,000
비용	1,188,917	1,415,363	1,811,526	1,883,172	2,089,451	2,518,968	2,743,303	2,995,578



<그림 4-4> 극동-북미 노선의 비용 항목별 평균 비율

4.3 유럽-극동-북미 노선

총 비용 모형을 통하여 산출된 유럽-극동-북미 노선의 총 비용은 <그림 4-5> 및 <표 4-3>과 같이 나타났다.



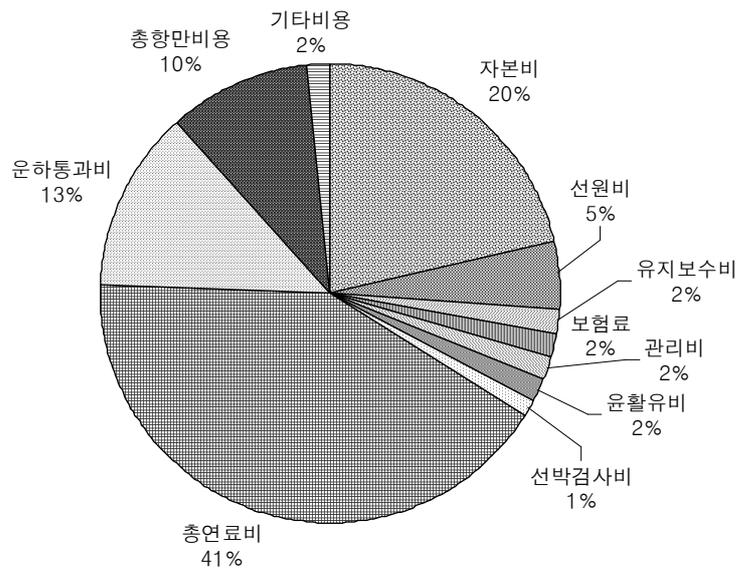
<그림 4-5> 유럽-극동-북미 노선의 선형별 총 비용

유럽-극동-북미간의 펜들럼 노선의 경우, 수에즈 운하의 통과 및 총 운항시간이 길어짐에 따라 총 항해비용이 총 비용의 절반 이상을 차지하였다. 총 연료비와 운하통과비용이 각각 41%, 13%로 나타났다.

<표 4-3> 유럽-극동-북미 노선의 선형별 총 비용

(단위 : USD)

선형	3,000	4,000	5,300	5,600	6,500	8,200	9,000	10,000
비용	3,326,557	3,992,778	5,018,246	5,247,463	5,830,525	7,053,317	7,699,613	8,417,230



<그림 4-6> 유럽-극동-북미 노선의 비용 항목별 평균 비율

제5장 선형별 경제성 분석

5.1 선형별 평균 적재율

박태원, 정봉민(2002)은 시장평균 적재율을 반영하여 4,000TEU급 선형과 5,600TEU급 그리고 9,000TEU급 선형의 평균 적재율을 제시하였다. 본 연구의 분석대상인 4,000TEU~10,000TEU급 선형의 노선별 경제성 분석을 실시하기 위하여 한국해양수산개발원에서 제시한 자료를 토대로 <표 5-1>과 같이 산출하였다.

평균 적재율을 살펴보면, 선박이 대형화될수록 적재율이 감소하는 것을 알 수 있다. 이에 따라, 10,000TEU급 선박의 경우 6,300TEUs가 평균 적재량이 될 것으로 예측된다.

<표 5-1> 각 선형별 평균 적재율 및 적재량

(단위 : TEUs)

선형(A)	평균 적재율(B)	Slot수	평균 적재량(A×B)
3,000	78%	3,000	2,340
4,000	76%	4,000	3,040
5,300	72%	5,300	3,816
5,600	71%	5,600	3,976
6,500	69%	6,500	4,485
8,200	66%	8,200	5,412
9,000	64%	9,000	5,760
10,000	63%	10,000	6,300

자료 : 박태원, 정봉민(2002), “컨테이너선 대형화의 경제적 효과 분석”, 한국해양수산개발원, pp.113~118.

5.2 선형별 경제성 분석 및 최적선형 도출

각 선형별 대상 노선에서의 총 비용과 평균 적재량을 통하여 TEU당 비용을 산출하였다. 또한 선박의 총 Slot당 비용을 산출하여 평균 적재량에 따른 TEU당 비용과 비교 분석하였다.

$$\text{Slot당 비용} = \text{총비용} \div \text{선형별 총 Slot수}$$

$$\text{TEU당 비용} = \text{총비용} \div \text{선형별 평균 적재량}$$

1) 유럽-극동 노선

(1) Slot당 비용

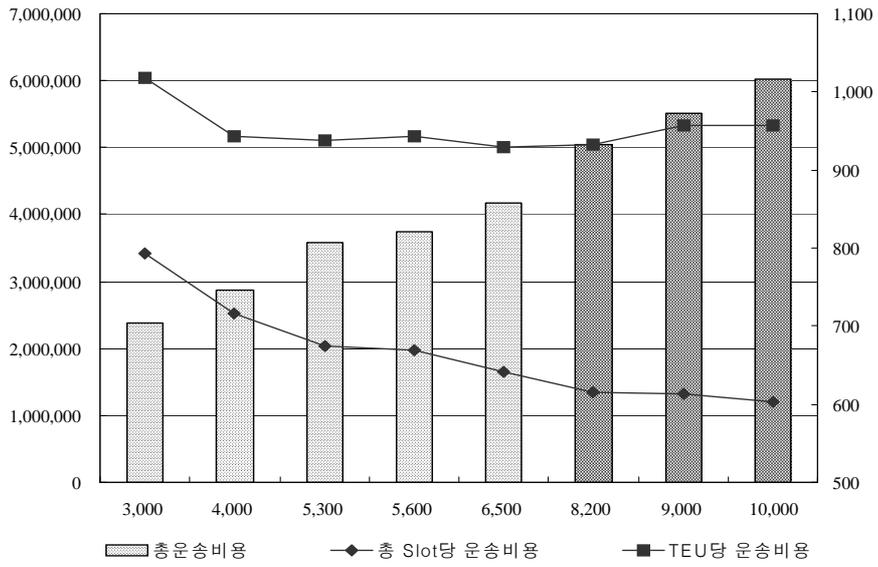
유럽과 극동지역을 연결하는 노선을 살펴보면, 선박의 대형화가 이루어질수록 총 Slot당 비용이 감소하는 것을 알 수 있으며, 주력 선형인 4,000TEU급 선박 대비 그 이상의 선박에 대한 비용을 비교한 결과, 6,500TEU급은 약 14%, 10,000TEU급의 경우 16%의 절감효과가 있는 것으로 나타났다.

<표 5-2> 4,000TEU급 선박 대비 총 비용 비율 및 절감효과(유럽-극동)

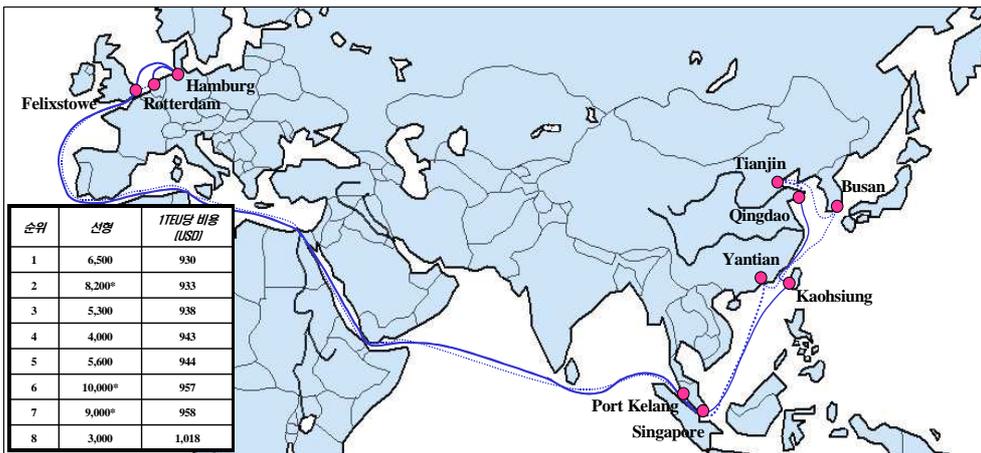
선형	4,000	5,300	5,600	6,500	8,200	9,000	10,000
총 비용 비율	100%	94%	93%	89%	86%	85%	84%
총 비용 절감률	0%	6%	7%	11%	14%	15%	16%

(2) TEU당 비용

또한 이 노선에서의 최적 선형은 현재 운영중인 선박의 경우 6,500TEU급 선박이 1TEU당 930USD로 가장 낮은 비용이 발생하였으며, 8,200TEU급~10,000TEU급 선박이 투입되었을 경우에도 6,500TEU급 선박의 1TEU당 비용이 가장 낮게 발생될 것으로 예상된다.



<그림 5-1> 유럽-극동 노선의 선형별 총 비용 및 TEU당 비용



<그림 5-2> 유럽-극동 노선의 선형별 TEU당 비용 및 순위

주 : *는 향후 운항 가능 선형

2) 극동-북미 노선

(1) Slot당 비용

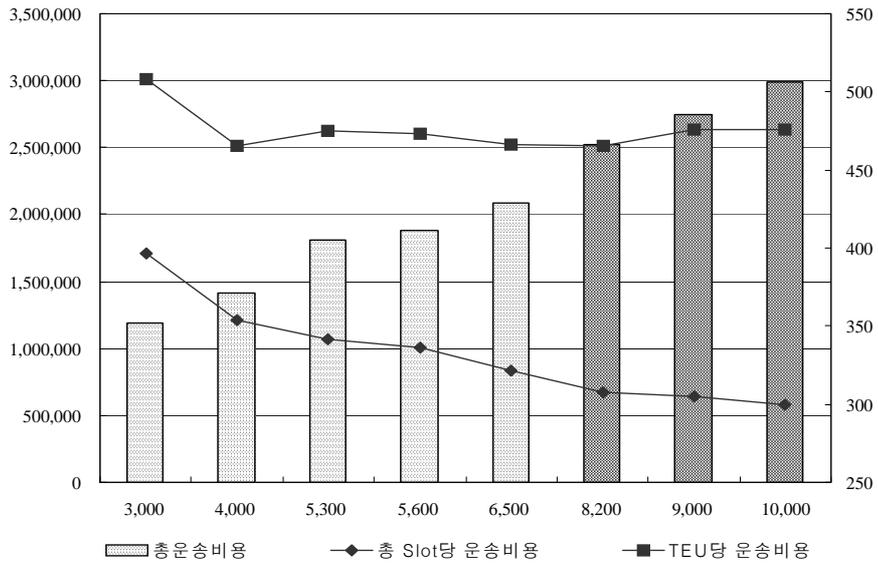
극동과 북미지역을 연결하는 노선 역시, 선박의 대형화에 따른 비용 변화가 나타났다. 특히, Slot당 비용을 살펴보면 4,000TEU급 선박 대비 총 비용의 절감 효과가 6,500TEU급의 경우 9%였으며 10,000TEU급에서는 15%의 비용이 절감되는 것으로 나타났다.

<표 5-3> 4,000TEU급 선박 대비 총 비용 비율 및 절감효과(극동-북미)

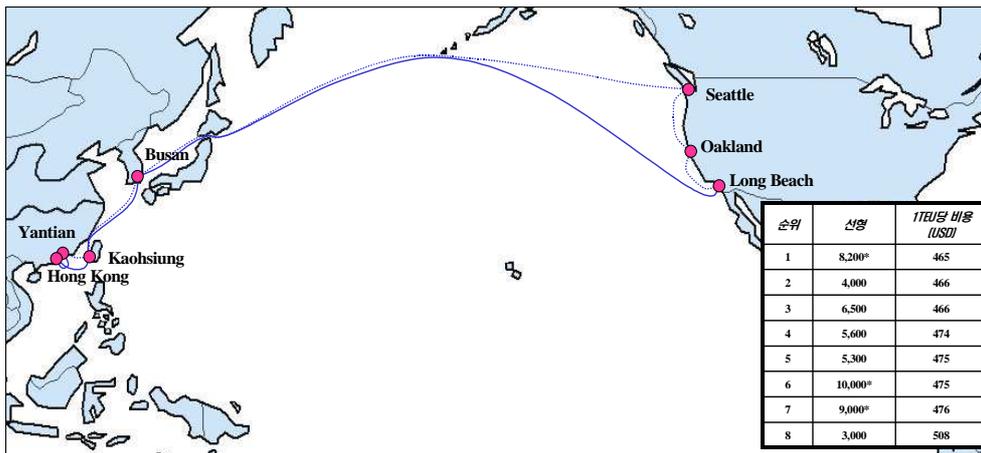
선형	4,000	5,300	5,600	6,500	8,200	9,000	10,000
총 비용 비율	100%	97%	95%	91%	87%	86%	85%
총 비용 절감율	0%	3%	5%	9%	13%	14%	15%

(2) TEU당 비용

극동-북미 노선에서의 최적 선형은 현재 운영중인 선박의 경우 4,000TEU급 선박과 6,500TEU급 선박이 1TEU당 466USD로 가장 낮은 비용이 발생하였으며, 8,200TEU급~10,000TEU급 선박이 투입되었을 경우에는 8,200TEU급 선박이 1TEU당 465USD로 가장 낮은 비용이 발생될 것으로 예상된다.



<그림 5-3> 극동-북미 노선의 선형별 총 비용 및 TEU당 비용



<그림 5-4> 극동-북미노선의 선형별 TEU당 비용 및 순위

- 주 : 1. *는 향후 운항 가능 선형
 2. 2, 3위, 5, 6위의 경우 소수자리 절삭 값

3) 유럽-극동-북미 노선

(1) Slot당 비용

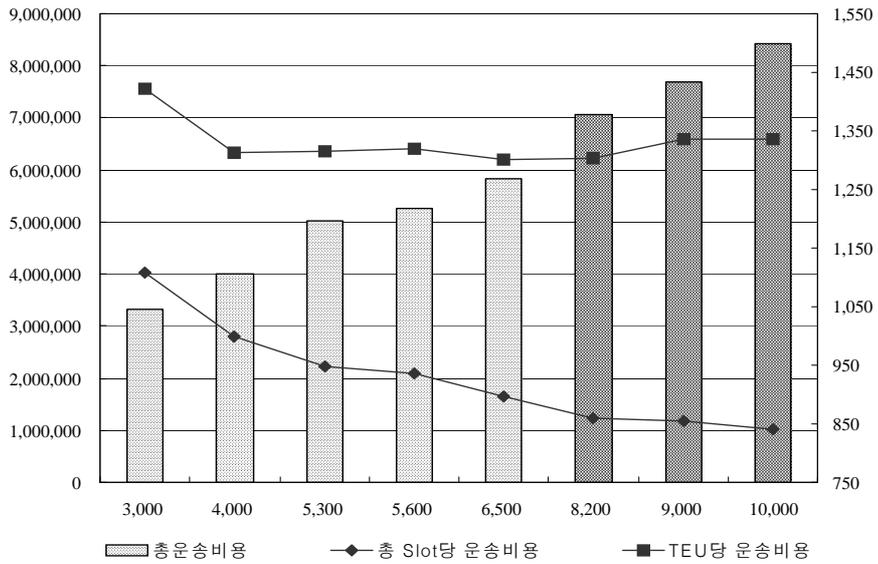
유럽과 극동 그리고 북미지역을 연결하는 펜들럼 서비스의 Slot당 비용을 살펴보면, 4,000TEU급 선박 대비 총 비용의 절감효과가 6,500TEU급의 경우 10%였으며 10,000TEU급에서는 16%였다.

<표 5-4> 4,000TEU급 선박 대비 총 비용 비율 및 절감효과(유럽-극동-북미)

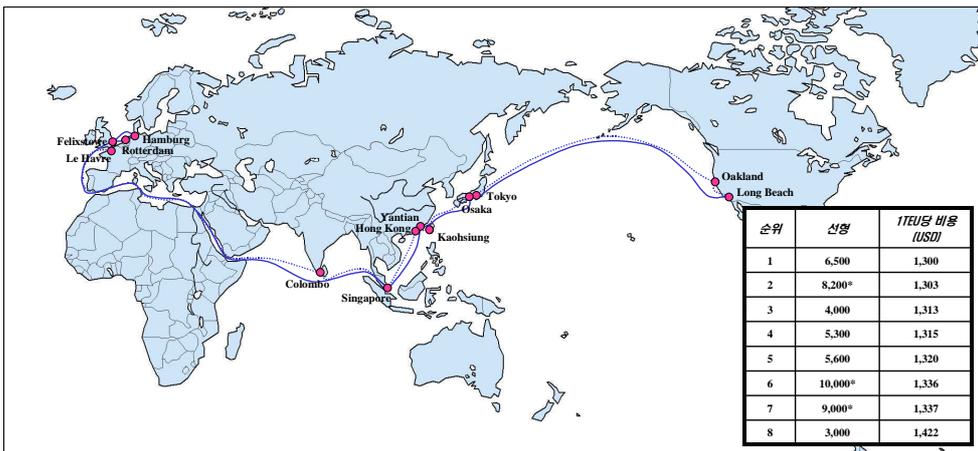
선형	4,000	5,300	5,600	6,500	8,200	9,000	10,000
총 비용 비율	100%	95%	94%	90%	86%	86%	84%
총 비용 절감률	0%	5%	6%	10%	14%	14%	16%

(2) TEU당 비용

펜들럼 노선에서의 최적 선형은 현재 운영중인 선박의 경우 6,500TEU급 선박이 1TEU당 1,300USD로 가장 낮은 비용이 발생하였으며, 다음으로 4,000TEU급 선박이 1,313USD의 비용이 발생하는 것으로 나타났다. 또한, 8,200TEU급~10,000TEU급 선박이 투입되었을 경우에도 6,500TEU급 선박의 1TEU당 비용이 가장 낮게 발생하는 것으로 나타났으며, 다음으로 8,200TEU급 선박이 1,303USD로 낮게 나타났다.



<그림 5-5> 유럽-극동-북미 노선의 선형별 총 비용 및 TEU당 비용



<그림 5-6> 유럽-극동-북미 노선의 선형별 TEU당 비용 및 순위

주 : *는 향후 운항 가능 선형

5.3 선박 대형화에 따른 선형별 경제성 분석

1) 대형선의 적재율에 따른 경제성 분석

분석된 선형들의 Slot당 비용을 살펴보면, 선박의 대형화가 이루어질수록 비용은 감소하는 것으로 나타났다. 또한, 4,000TEU급 대비 그 이상의 선형들간의 비용 절감률은 5,600TEU급에서 10,000TEU급까지 약 10%~15%정도 발생하였다.

그러나 TEU당 비용 분석을 실시한 결과 8,200TEU급을 제외한 대형선형의 경우, 현재 운영중인 선형보다 TEU당 비용이 더 높은 것을 알 수 있었다. 특히, 유럽-극동 노선과 극동-북미 노선 그리고 유럽-극동-북미 노선의 모든 분석대상 노선에서 10,000TEU급과 9,000TEU급 선박은 TEU당 비용에서 각각 6위와 7위를 차지했다. 이러한 이유는, 선박의 대형화가 이루어질수록 늘어나는 총 비용에 비하여 평균 적재율은 감소하기 때문에 나타나는 결과임을 알 수 있다.

특히, <표 5-5>를 살펴보면 대형선박의 TEU당 비용이 다른 선형에 비하여 경쟁력을 가지기 위해서는 선박의 적재율을 9,000TEU급은 64%에서 66%로, 10,000TEU급은 63%에서 65%로 올려야 한다는 것을 알 수 있다.

<표 5-5> 선형별 적재율 및 TEU당 비용

(단위 : %, USD)

선형	유럽-극동	TEU당 비용	극동-북미	TEU당 비용	유럽-극동-북미	TEU당 비용
3,000	0.78	1,018	0.78	508	0.78	1,422
4,000	0.76	943	0.76	466	0.76	1,313
5,300	0.72	938	0.72	475	0.72	1,315
5,600	0.71	944	0.71	474	0.71	1,320
6,500	0.69	930	0.69	466	0.69	1,300
8,200	0.66	933	0.66	465	0.66	1,303
9,000	0.64 → 0.66	929	0.64 → 0.66	462	0.64 → 0.66	1,296
10,000	0.63 → 0.65	928	0.63 → 0.65	461	0.63 → 0.65	1,265

따라서, 선사들이 대형선박을 노선에 투입시키기 위해서는 먼저 물동량을 확보하여야 함을 알 수 있으며, 이러한 물동량 확보를 위한 선사간 집하경쟁이 더

욱 치열하게 전개될 것으로 전망된다.

2) 선박 대형화에 따른 선형별 총 비용 분석

4,000TEU급 등 현재 국내 대형선사들의 주력 선형과 각 노선별 최적선형으로 도출된 6,500TEU급 및 8,200TEU급 선형간의 총 비용을 비교하기 위하여, <표 5-6>과 같이 평균 적재량을 이용하여 선형간 적재량에 따른 항차 비율을 산출하였다. 예를 들어 10,000TEU급 선형의 1항차 운항시 처리하는 평균 물동량인 6,300TEUs를 4,000TEU급 선형이 처리하기 위해서는 2.07항차의 운항이 필요하며, 5,600TEU급 선형이 10,000TEU급 선형의 평균 물동량을 처리하기 위해서는 1.58항차의 운항이 필요하다는 것을 알 수 있다. 또한 산출된 항차 비율은 각 선형의 1항차 운항시 발생하는 총 비용에 적용하여 비교하였다.

<표 5-6> 처리 물동량 변화에 따른 선형별 항차 비율

(단위 : 항차 비율)

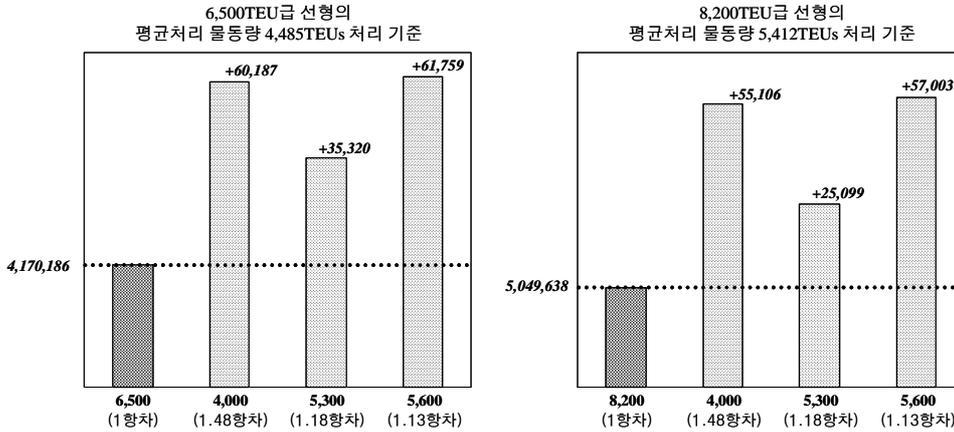
선형	4,000	5,300	5,600	6,500	8,200	9,000	10,000
4,000	-						
5,300	1.26	-					
5,600	1.31	1.04	-				
6,500	1.48	1.18	1.13	-			
8,200	1.78	1.42	1.36	1.21	-		
9,000	1.89	1.51	1.45	1.28	1.06	-	
10,000	2.07*	1.65	1.58	1.40	1.16	1.09	-

주 : *는 10,000TEU급 선박이 1항차에 처리하는 평균물동량을 처리하기 위한 4,000TEU급 선박의 항차 비율

또한 6,500TEU급 선형과 8,200TEU급 선형의 평균 적재량인 4,485TEUs와 5,412TEUs를 4,000TEU급, 5,300TEU급 그리고 5,600TEU급 선형이 처리할 경우 발생하는 비용을 도출하기 위하여 각 선형들의 TEU당 비용을 적용한 총 비용을 비교하였다.

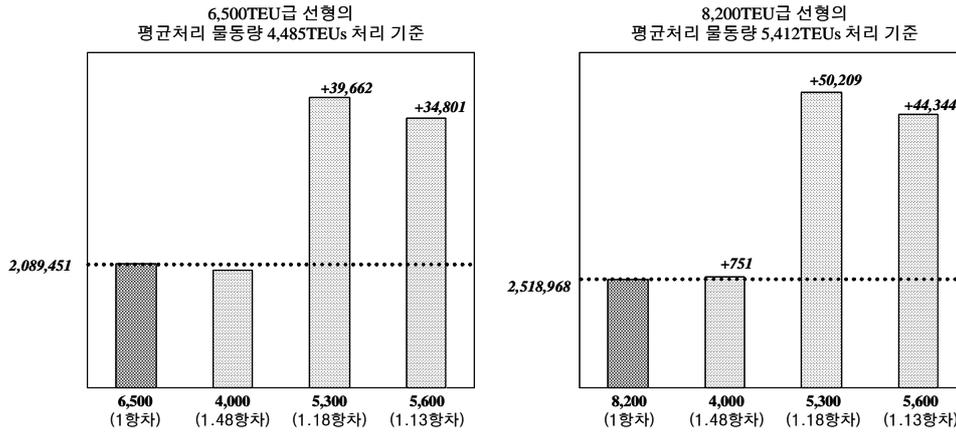
(1) 항차 비율에 따른 총 비용 비교

먼저 각 노선에서 최적선형으로 도출된 6,500TEU급, 8,200TEU급 선형과 현재 국내 대형선사들이 주로 운영하고 있는 4,000TEU~5,600TEU급간의 항차 비율에 따른 총 비용을 비교하였다.



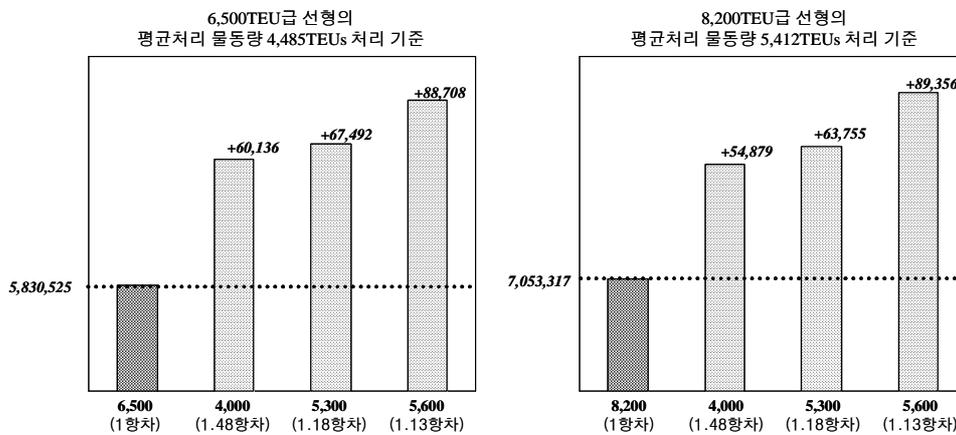
<그림 5-7> 유럽-극동 노선의 항차 변화에 따른 총 비용

유럽과 극동 지역을 연결하는 노선의 경우 6,500TEU급 선형의 1항차 운항시 처리하는 평균 적재량인 4,485TEUs를 4,000TEU급, 5,300TEU급 그리고 5,600TEU급 선형이 처리할 경우 각각 1.48항차, 1.18항차, 1.13항차의 비율로 운항을 하여야 한다. 이때 발생하는 비용을 6,500TEU급 선형이 운항할 때 발생하는 비용과 비교를 하면 4,000TEU급 선형의 경우 60,187USD의 비용이 더 발생되는 것을 알 수 있다. 또한 8,200TEU급 선형과의 비교에서도 4,000TEU급, 5,300TEU급 그리고 5,600TEU급 선형이 8,200TEU급 선형보다 비 경제적인 것으로 나타났다.



<그림 5-8> 극동-북미 노선의 항차 변화에 따른 총 비용

극동-북미 노선의 경우에는 4,000TEU급 선형이 6,500TEU급 선형보다 낮은 비용이 발생되었지만 극동-북미 노선에서의 최적선형이라 할 수 있는 8,200TEU급 선형과의 비교에서는 4,000TEU급 선형이 비경제적인 것으로 나타났다. 또한 8,200TEU급 선형은 5,300TEU급과 5,600TEU급 선형과의 비교에서도 경쟁력이 있는 선형임을 알 수 있다. 비록 6,500TEU급 선형이 4,000TEU급 선형보다 많은 비용이 발생하는 것으로 나타났으나 5,300TEU급, 5,600TEU급 선형과 비교를 하였을 경우 경쟁력이 있는 선형으로 나타났다.



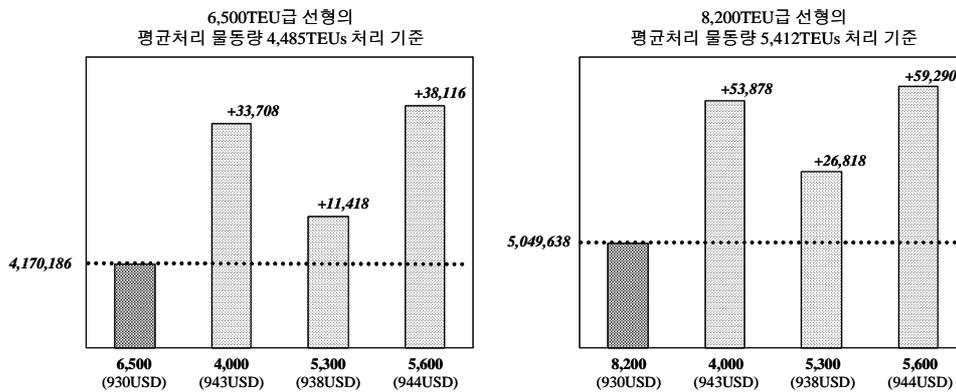
<그림 5-9> 유럽-극동-북미 노선의 항차 변화에 따른 총 비용

한편 유럽과 극동 그리고 북미지역을 연결하는 펜들럼 노선의 경우, TEU당

비용 분석에서 최적으로 나타났던 6,500TEU급 선형이 4,000TEU급, 5,300TEU급 그리고 5,600TEU급 선형과의 비교에서 더 경쟁력이 있는 것으로 나타났다. 또한 8,200TEU급 선형 역시 4,000TEU급, 5,300TEU급 그리고 5,600TEU급 선형과의 비교에서 경쟁력이 있는 선형으로 나타났다.

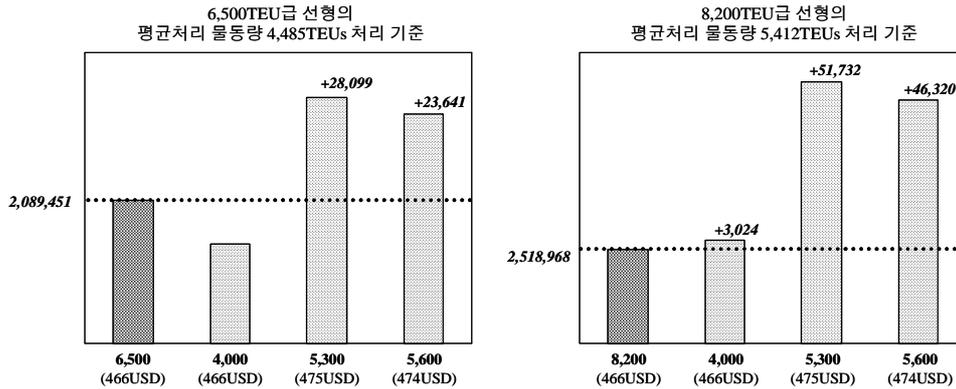
(2) TEU당 비용에 따른 총 비용 비교

각 노선별 발생하는 선형들의 TEU당 비용을 기준으로 6,500TEU급과 8,200TEU급 선형의 평균 적재량을 처리할 경우 발생하는 총 비용을 분석하였다.



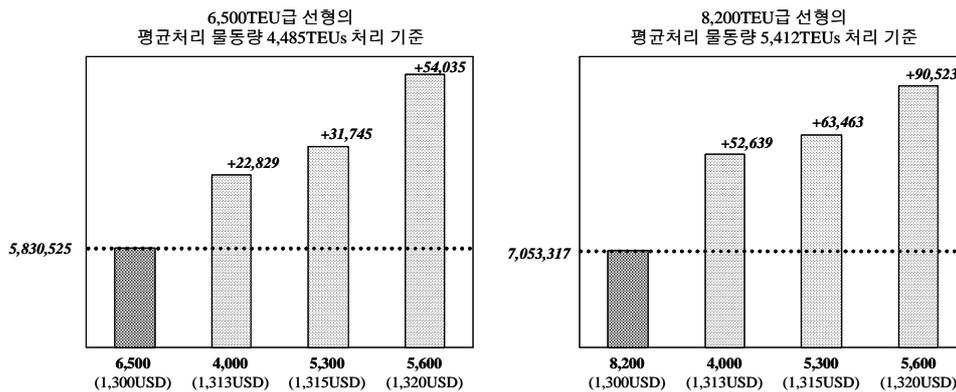
<그림 5-10> 유럽-극동 노선의 TEU당 비용에 따른 총 비용

유럽-극동 노선의 경우, TEU당 비용이 930USD인 6,500TEU급 선형이 4,485TEUs를 처리할 경우 발생하는 총 비용과 4,000TEU급, 5,300TEU급 그리고 5,600TEU급 선형이 4,485TEUs를 처리할 경우 발생하는 총 비용을 비교하면 6,500TEU급 선형이 경쟁력이 있는 선형으로 나타났다. 또한 8,200TEU급 선형과의 비교에서도 4,000TEU급, 5,300TEU급 그리고 5,600TEU급 선형은 비경제적인 선형으로 나타났다.



<그림 5-11> 극동-북미 노선의 TEU당 비용에 따른 총 비용

극동-북미 노선의 경우, 항차 비율에 따른 총 비용 비교에서와 같이 4,000TEU급 선형이 6,500TEU급 선형보다 경쟁력 있는 선형으로 나타났으나 이 노선의 최적선형으로 도출된 8,200TEU급 선형과의 비교에서는 비 경제적인 선형으로 나타났다. 또한 8,200TEU급 선형은 5,300TEU급과 6,500TEU급 선형과의 비교에서도 경쟁력이 있는 선형으로 나타났다.



<그림 5-12> 유럽-극동-북미 노선의 TEU당 비용에 따른 총 비용

유럽-극동-북미 지역을 연결하는 펜들럼 노선에서의 TEU당 비용에 따른 총 비용 비교를 살펴보면 현재 주력 선형인 4,000TEU급, 5,300TEU급 및 5,600TEU급 모두 6,500TEU급과 8,200TEU급 선형에 비해 높은 비용이 발생되는 것을 알 수 있다.

제6장 결론 및 향후연구방향

6.1 결론

본 연구는 대형 정기선사들이 운영하는 서비스 노선별로 최소비용을 발생시키는 선형을 도출하기 위하여, 먼저 총 비용모형과 경제성 평가 모형을 설정하였고, 다음으로 설정된 모형에 투입될 대상 변수들을 선정하여 총 비용 분석과 경제성 평가를 실시하였다. 그리고 경제성 평가를 통하여 산출된 TEU당 비용을 이용하여 각 서비스 노선별 투입되는 선형들 중 가장 최소비용을 발생시키는 선형을 도출하였다.

그 결과를 살펴보면, 먼저 유럽-극동 노선에서는 현재 국내선사가 운영중인 선박의 경우 6,500TEU급 선형이 가장 경쟁력이 있는 것으로 나타났으며, 향후 투입될 가능성이 있는 선형의 경우 8,200TEU급 선박이 6,500TEU급에 이어 낮은 비용이 발생될 것으로 나타났다.

극동-북미 노선의 경우 4,000TEU급 및 6,500TEU급 선형이 가장 낮은 비용을 발생시켰으며, 대형선박이 투입될 경우에는 8,200TEU급 선형이 가장 경쟁력이 있을 선형으로 나타났다. 또한 2004년부터 운항이 시작된 CGM·CMA선사와 China Shipping의 8,200TEU급 및 8,600TEU급 선형 역시 극동과 북미 지역을 연결하는 노선에서 운항하고 있다.

마지막으로, 분석된 유럽-극동-북미 노선인 펜들럼 서비스 역시 현재 운영중인 선박의 경우, 6,500TEU급 선형이 최적선형으로 나타났으며, 대형선박이 투입될 경우 8,200TEU급 선형이 6,500TEU급에 이어 경쟁력이 있는 선형으로 나타났다.

그러나, 현재 발주 중이거나 이미 투입 계획이 이루어진 9,000TEU급 및 10,000TEU급의 초대형 선형의 경우, TEU당 비용에서 8,200TEU급 이하의 선형보다 비경제적인 것으로 나타났다. 이러한 이유는, 선박의 대형화 추세 따라 선복량은 증가하는 반면, 물동량은 함께 증가하지 못하는 것에 있으며, 이러한 공급량 대비 수요량의 부족은 대형선박을 투입하는 선사들간 물동량 확보경쟁을 야기시킬 것으로 전망된다.

또한 선박의 항차 비율에 따른 총 비용을 비교한 결과에서도 각 노선별 최적 선형으로 도출된 6,500TEU급 및 8,200TEU급 선형이 현재 주력 선형으로 평가되고 있는 4,000TEU~5,600TEU급 선형보다 경쟁력이 있는 선형으로 나타났다.

한편, 각 서비스별 항해비용은 선박의 총 비용 중 절반의 비중을 차지하고 있

는 것으로 나타났으며, 특히, 항해비용에 포함되는 운하비용은 유럽-극동 노선의 경우, 총 비용인 3,751,664USD의 약 18%인 658,252USD로서 매우 높은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다.

따라서 대형 정기선사들은 선박의 운영에 있어서 발생하는 비용 항목들을 유기적으로 분석하여 총비용을 최소화함과 동시에 서비스 노선별 최적 선형을 투입하여 선사의 경쟁력을 높이는 전략을 수립하여야 할 것이다.

6.2 연구의 한계 및 향후연구방향

본 연구는 다음과 같은 한계점을 가지고 있다.

첫째, 피더노선이 제외된 점이다. 본 연구에서는 대형 정기선사들이 운영하는 대륙간 기간 노선들만을 대상으로 접근하여 환적항만과 피더항만간의 노선에 대해서는 분석이 이루어지지 않았다.

둘째, 하역비용이 제외된 점이다. 항만에서 발생하는 비용 중 하역비용이 제외되어 실제 항만에서 발생하는 총 비용을 포함하지 못하였다는 점이다.

셋째, 추론된 선박 적재율이 이용된 점이다. 노선상 이동되는 해상 물동량에 대한 자료가 미비하여 기존 연구에서 추론된 선박 적재율을 이용하였다. 따라서 실제적인 선박의 적재량이 이용되지 못한 한계가 있다.

따라서 향후 연구에서는 이러한 한계점들을 보완하여 좀 더 구체적이고 실증적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

1. 김종태(2002), “초대형선 출현시대의 한진해운의 전략”, 제2회 광양항 국제포럼 및 한국해운학회 창립20주년 기념 국제학술대회 발표논문집, pp.145~158.
2. 박태원, 정봉민(2002), “컨테이너선 대형화의 경제적 효과 분석”, 한국해양수산개발원, pp.113~118.
3. Alfred. J. Baird(2001), “A New Economic Evaluation of the Hub-port versus Multi-port Strategy”, IAME Annual Conference 2001 Hong Kong, pp.138~166.
4. Clarkson Research Studies(2002), Container Intelligence 2002. 6.
5. David Tozer & Andrew Penfold(2002), “Ultra-Large Container Ships; Designing to the Limit of Current and Projected Terminal Infrastructure Capabilities”, Lloyd’s Register Technical Association.
6. Drewry Shipping Consultants(2001), “Post-Panamax; The Next Generation”, London.
7. Hans G. Payer(2001), “Technological and Economic Implication of Mega-Container Carriers”, Hamburg.
8. Kevin Cullinane and Mahim Khanna(2000), “Economies of Scale in Large Containership ; Optimal Size and Geographical Implication”, Journal of Transport Geography, pp.181~195.
9. Martin Stopford(1997), “Maritime Economics”, Taylor & Francis Group, pp.151~192.
10. Niko Wijnolst, Frans Waals, Francois Bello, Yves Gendronneau, Dennie Van Kempen(2000), “Malacca-Max[2]; Container Shipping Network Economy”, Delft University Press.
11. Niko Wijnolst, Marco Scholtens & Frans Waals(1999), “Malacca-Max; The Ultimate Container Carrier”, Delft University Press, pp.54~61.
12. World Shipyard Monitor(2002).

감사의 글

부족한 저를 아낌없는 가르침으로 인도해 주신 지도교수님 곽규석 교수님의 河海와 같은 은혜에 감사드립니다. 그리고 대학원 생활동안 많은 가르침을 주셨던 남기찬 교수님께도 감사드립니다. 또한 저의 논문 심사를 맡아 세심한 지도를 아끼지 않으신 신재영 교수님께도 감사드립니다. 재학중에 많은 가르침을 주셨던 이철영 교수님, 신창훈 교수님, 김환성 교수님께도 깊은 감사를 드립니다.

이 논문이 나올 수 있게 많은 도움을 주신 한국국제터미널의 김경찬 선배님, 한진물류연구원의 정태원 박사님, 한국해양수산개발원의 김운수 박사님, 유통모형실험실의 송재영 박사님, 한국허치슨터미널의 이강원, 윤남종 대리님에게도 무한한 감사의 뜻을 전해드립니다. 어려모로 많은 자료를 구해주신 현이 선배님과 현대상선의 김영웅 부장님에게도 감사드립니다. 특히 이 논문의 시작과 끝을 함께 해주었던 근섭이 형에게 깊이 감사드립니다.

대학원 시절 함께 해왔던 연구실 가족들과 많은 선배님들, 동기, 후배님들에게도 감사드립니다. 승호 선배님, 윤수형, 명석이형, 홍걸이형, 용석이형, 상우형, 울성이형, 정흠이형, 두진선배 그리고 동기생인 도연, 형근, 세웅, 진혁, 수남, 훈호에게도 감사드립니다. 또한 부족한 저에게 많은 도움을 주었던 후배들 양순, 정재, 주영, 은석, 여남, 면수, 성수, 정은, 소희, 승화, 효진, 미선에게도 고마움을 전합니다.

못난 선배의 논문이 나올 수 있게 옆에서 묵묵히 지켜봐주며 힘을 주었던 학과의 많은 후배님들에게도 고마운 마음을 전합니다. 문, 성수, 명식, 민건, 태훈, 국형, 진수, 범준, 범수, 성운, 상목, 승환 그리고 한분, 한분 다 나열은 못하지만 모든 햇살 가족 여러분께도 고마움을 전합니다.

마지막으로 지금의 제가 있을 수 있게 키워주시고, 아껴주시고, 가르쳐주신, 그리고 말로는 표현이 안 될 무한한 사랑을 주신 부모님께 이 논문을 바칩니다.