

物流學博士 學位論文

케미컬 탱커 운영특성에 관한 실증분석

An Analysis of the Characteristics of Chemical
Tanker Operation

指導教授 南 奇 燦

2015年 2月

韓國海洋大學校 大學院

物 流시스템 學 科

남 언 욱

목 차

List of Tables	ii
List of Figures	iii
Abstract	iv
제 1 장 서론	
1.1 연구의 배경 및 목적	1
1.2 연구의 방법 및 구성	2
제 2 장 이론적인 고찰	
2.1 케미컬 탱커 특성	4
2.2 케미컬 탱커 공급 특성	8
2.3 케미컬 탱커 시장 메커니즘	12
2.4 선행 연구 분석	14
제 3 장 케미컬 탱커 운영 특성	
3.1 케미컬 탱커 공급 특성	17
3.2 케미컬 탱커 시장 전망	21
3.3 항만하역의 중요성	25
3.4 연료소비량의 중요성	27
제 4 장 실증분석	
4.1 분석 방법	29
4.2 실증 분석	36
제 5 장 적정 선형 분석	
5.1 선박 기항 특성 분석	42
5.2 운항 특성	50
5.3 화물 특성	57
5.4 비용 특성	65
5.5 적정 선형 시사점	68
제 6 장 결론	
참고문헌	71



표 차 례

[Table 2-1] 케미컬 탱커 시장의 역사적 흐름	5
[Table 2-2] 케미컬 탱커 운용방식	13
[Table 2-3] 케미컬 탱커 운항 특성 관련 선행 연구	15
[Table 3-1] 케미컬 탱커 선복량 추이	18
[Table 3-2] 연비 1% 향상 시 연간 연료비 절감액	28
[Table 4-1] 가설 내용	30
[Table 4-2] “A”선박의 재원	31
[Table 4-3] “B”선박의 재원	31
[Table 4-4] “C”선박의 재원	32
[Table 4-5] 선박별 특성	32
[Table 4-6] 선박 “A” 운항 정보	33
[Table 4-7] 선박 “A” 기술 통계량	33
[Table 4-8] 선박 “B” 운항 정보	34
[Table 4-9] 선박 “B” 기술 통계량	34
[Table 4-10] 선박 “C” 운항 정보	35
[Table 4-11] 선박 “C” 기술 통계량	35
[Table 4-12] 적재율 관련 변수 간 상관분석 결과	36
[Table 4-13] 적재율에 관한 회귀분석 결과	37
[Table 4-14] 재항시간 관련 변수 간 상관분석 결과	38
[Table 4-15] 재항시간에 관한 회귀분석 결과	39
[Table 4-16] 연료소비량 관련 변수 간 상관분석 결과	39
[Table 4-17] 연료소비량에 관한 회귀분석 결과	41
[Table 4-18] 가설 검증 결과	41

[Table 5-1] “A” 선박 기항 특성	42
[Table 5-2] “B”선박 기항 특성	45
[Table 5-3] “C”선박 기항 특성	47
[Table 5-4] 선박별 기항 특성 비교	49
[Table 5-5] “A”선박 운항 특성	50
[Table 5-6] “B”선박 운항 특성	52
[Table 5-7] “C”선박 운항 특성	54
[Table 5-8] 선박별 운항 특성 비교	56
[Table 5-9] “A”선박 화물 특성	57
[Table 5-10] “B”선박 화물 특성	58
[Table 5-11] “C”선박 화물 특성	59
[Table 5-12] 선박별 화물 특성 비교	61
[Table 5-13] “A”선박 비용 특성	61
[Table 5-14] “B”선박 비용 특성	62
[Table 5-15] “C”선박 비용 특성	63
[Table 5-16] 선박별 톤당 비용 비교	64
[Table 5-17] 적정 선형 시사점	66

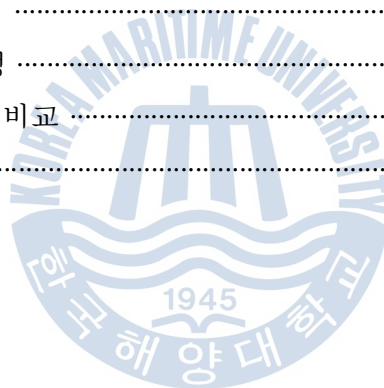


그림 차례

[Fig. 2-1] 케미컬 탱커 분류	4
[Fig. 2-2] 글로벌 케미컬 탱커의 규모 분포(2012)	9
[Fig. 3-1] 케미컬 화물 주요 고객	18
[Fig. 3-2] 주요 케미컬 선사 규모	19
[Fig. 3-3] 교역 루트별 케미컬 탱커 수요	20
[Fig. 3-4] 케미컬 탱커 수요와 공급 현황	21
[Fig. 3-5] 케미컬 탱커 선복량 전망	23
[Fig. 3-6] 케미컬 탱커 파이프라인 시스템	27
[Fig. 5-1] “A”선박 항해 노선	44
[Fig. 5-2] “B”선박 항해 노선	46
[Fig. 5-3] “C”선박 항해 노선	48
[Fig. 5-4] “A”선박 비용별 비중	62
[Fig. 5-5] “B”선박 비용별 비중	63
[Fig. 5-6] “C”선박 비용별 비중	64
[Fig. 5-7] 선박별 톤당 비용 비교	65

An Analysis of the Characteristics of Chemical Tanker Operation

Nam, E.H.

Department of Logistics Systems

The Graduate School of Korea Maritime University

The shipping industry has been influenced by reduced quantity of goods transported vastly. At this moment, this study could be proper to overcome this crisis in some way in shipping industry, especially in chemical tanker market. A positive analysis of management and operation of chemical tanker has not been actively studied internationally and domestically due to relatively its small market, compared to its market value.

This study is dependant on regression analysis. A number of chemical cargo, calling port, sea speed, etc are independent variables, while cargo loading tonnage rate, layday, and fuel consumption rate are dependant variables. Since the chemical tanker is different from crude oil tanker, it should load diverse cargos in many cargo holds at the same voyage, which means that the volume of economy with the single cargo cannot be achieved due to its characteristic diverse cargo and small size. The result of the analysis, relating to the size of chemical tanker, suggests that in Asian market a medium-size chemical tanker is more appropriate relatively.

As a result, for chemical tanker operators and managers, this is very important consequences to make a voyage and stowage plan, a new building or chartering design.

제 1 장 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

1.1.1 연구의 배경과 필요성

케미컬 탱커는 윤활유, 알코올, 파라핀, 나프타 등의 정제 석유 제품을 부정기적으로 운송하는 선박이다. 원유와 달리 이들 제품은 화학공업제품을 생산하는 제조업체가 주 수요처이며 화물의 규모에 비하여 그 중요도가 크다. 선박의 규모는 오일 탱커, 벌크선 등에 비하여 소형선 중심이다. 대륙 간을 운항하는 선박은 2만 톤급 이상이나 지역권내에서 운항하는 선박은 1만 톤 전후이다. 운항의 경우 단거리 운송이 많고 연간 항차 수가 많다. 원유 운반선이 연간 4-5항차를 하는데 비하여 케미컬 탱커는 20 항차를 상회한다.

케미컬 탱커는 원유를 운반하는 일반 탱커선과 달리 여러 종류의 케미컬 화물을 동시에 적재하는 특성이 있다. 이것은 케미컬 화물의 종류가 다양하고 유통단위가 크지 않기 때문에 단일화물 운송을 통해서만 규모의 경제 효과를 얻을 수 없기 때문이다. 단일 항차에 다종의 화물을 적재한다는 것은 곧 여러 항만에 기항하는 것을 의미하기 때문에 케미컬 탱커는 재항시간이 길다. 주요 선사인 오드펠(Odfjell) 회사 선박들은 총 운항시간의 44%를 항만에서 보내는 것으로 나타났다(Hammer, 2013).

1995년 1,208만 톤(GT)으로 세계 전체 상선대에 대한 비중이 2.5%이던 케미컬 탱커 선대는 지속적으로 성장하여 2007년에는 3,676만 톤(GT)에 이르렀으며, 세계 상선대에 대한 비중도 4.7%까지 증대되었다(최중희, 2008). 그러나 학술적으로도 케미컬 탱커 부문의 연구는 극히 미흡한 실정이다. 국외 학술 논문의

경우 Hammer(2013)가 유일하다. 그는 미국 휴스턴에서 동북아 및 아시아지역을 연결하는 항로를 대상으로 스케줄링 모형을 적용하여 최적 선박배정계획을 수립하고 선박 생산성, 비용, CO2 배출의 변화를 분석하였다.

국내 연구로서는 케미컬 탱커의 운항 안전 측면을 다룬 연구(권오한, 2005)가 유일하다. 그는 케미컬 탱커에 적재하는 화물의 위험성과 1994년부터 전 세계적으로 시행되고 있는 PSC(Port State Control) 검사의 선박 운항 상의 요건 등을 배경으로 하여 케미컬 탱커 운항 상의 문제점을 파악하고 개선 방안을 제시하였다. 이외에 Borkowski et al(2011), Kim et al(2010) 등은 일반 선박을 대상으로 선박스피드와 연료소모량을 계량적으로 분석하는 연구를 수행하였다.

1.1.2 연구의 목적

이렇듯 케미컬 탱커의 적재화물 및 기항 항만과 관련되는 운영 특성에 관한 연구는 수행되지 않았다. 따라서 본 논문은 케미컬 탱커를 선정하여 실제 운항 자료를 바탕으로 운영 특성을 분석하고 시사점을 도출하는 것을 목적으로 하였다. 특히 화물창별로 다른 화물을 운송하기 때문에 적재율이 중요시되는 점을 고려하여 화물의 종류 수와 선형이 적재율에 미치는 영향을 분석하였다. 재항 시간 역시 케미컬 탱커 운용에 있어서 주 관심 대상이기 때문에 분석에 포함하였다. 선박운항에 있어서 연료비는 인건비와 함께 가장 중요한 비용 요소이다. 따라서 선박 운항 속도와 연료소비량의 관계를 분석하였다. 또한 적정선형에 대한 시사점을 도출하기 위하여 분석 대상 선박에 대하여 기항특성, 운항특성, 비용특성 등을 세부적으로 분석하였다.

1.2 연구의 방법 및 구성

1.2.1 연구의 방법

이를 위하여 본 논문은 국내 A사가 관리하는 선박들의 1년간 운항 실적 자료를 수집하여 항차 수, 항해일수 분포, 항로 범위, 항차별 화물 종류 수 등의

주요 운항 특성을 집계하고 회귀분석을 실시하였다.

1.2.2 논문의 구성

본 논문의 구성은 다음과 같이 6개의 장으로 이루어져 있다.

제1장은 서론으로 연구의 배경과 필요성, 목적 그리고 연구의 방법 및 구성을 제시했다.

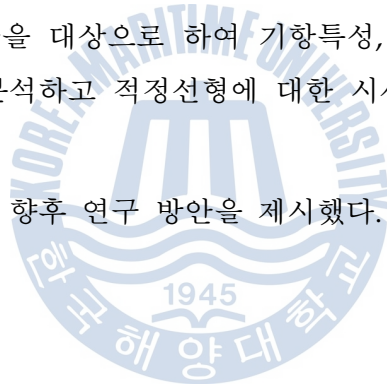
제2장에서는 관련 연구 동향을 파악하기 위해 이론적인 측면과 선행 연구 검토를 수행하였다.

제3장에서는 문헌을 중심으로 케미컬 탱커의 수요와 공급을 중심으로 특성을 살펴보았다.

제4장은 회귀분석 장으로서 주요 케미컬 탱커 운항에 영향을 미치는 요소를 대상으로 회귀분석을 수행하고 설정된 가설을 검증하였다.

제5장은 분석에 선정된 선박들을 대상으로 하여 기항특성, 운항특성, 화물특성, 비용특성 등을 세부적으로 분석하고 적정선형에 대한 시사점을 도출하고자 하였다.

제6장에서는 본 연구의 결론과 향후 연구 방안을 제시했다.

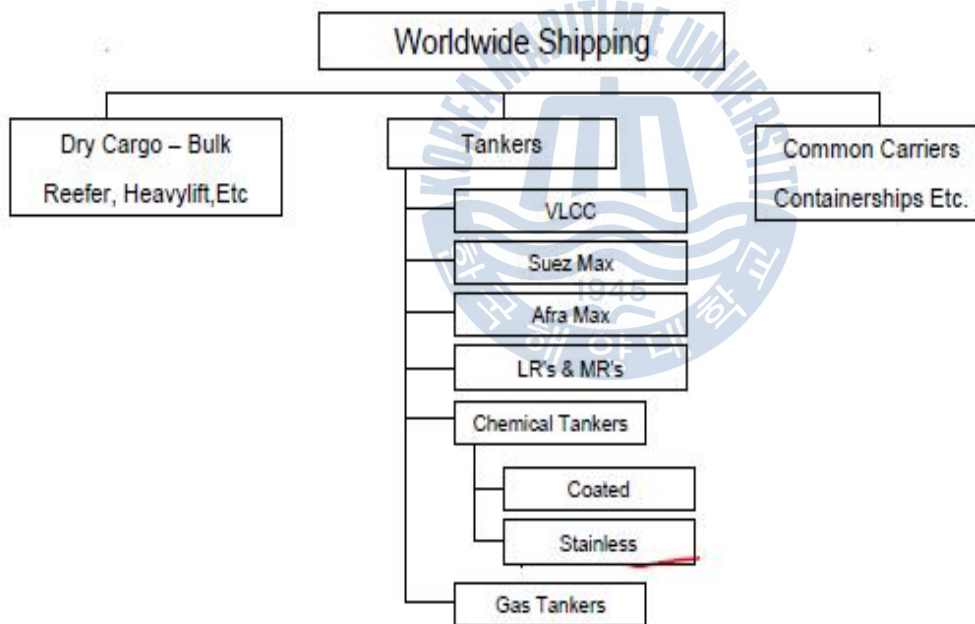


제 2 장 이론적인 고찰

2.1 케미컬 탱커 특성

2.1.1 케미컬 탱커 변천

해운업은 운송하는 화물의 형태에 따라 크게 일반화물과 벌크화물선, 탱커선, 컨테이너선 등으로 분류할 수 있다. 탱커선의 경우 다시 원유를 운송하는 VLCC, 수에즈막스 등의 규모별 선박과 케미컬 탱커 그리고 가스탱커로 구분된다.



[Fig. 2-1] 케미컬 탱커 분류

케미컬 탱커 시장은 아래 표와 같이 태동기, 성장기, 전환기, 성숙기, 변혁기 등의 과정을 거쳐서 오늘에 이르고 있다. 각 단계마다 주역 선박 규모가 바뀌고 시장을 지배하는 메이저들이 변화하는 과정을 겪었다. 우리나라의 경우 성숙기에 해당하는 1990년대에 들어서 빠른 경제성장과 함께 케미컬 시장의 주류에 등장하게 되었다. 현재까지 석유화학제품 산업의 발전과 함께 중국을 중심으로 하는 동북아 지역이 케미컬 탱커 시장의 중심이 되고 있다.

[Table 2-1] 케미컬 탱커 시장의 역사적 흐름

기간	주요 내용	비고
태동기 (1959 -1970)	<ul style="list-style-type: none"> -정재유운반선을 개조한 케미컬 탱커 등장 -오대양 지역에서 유럽으로 식물성 오일과 수지 운송 -과거 드럼통과 일반화물선의 탱크를 이용하여 운송하는 방식에 비해 규모의 경제 달성 -Slot-Nielsen, Odfjell 등의 선주회사 등장 -미국컬프만에서 서유럽간 노선 개설 	
성장기 (1970년대)	<ul style="list-style-type: none"> -최초의 케미컬전용선 등장(탱크별 분리화물 체계, 이중저, 스테인제 탱크 등) -20-30K DWT가 대표 선형으로 대두 -Phillip Bothers, So해 Sho놈 등 케미컬 제품 무역상 등장 -미국 걸프만-북아시아 노선 개설 -Stolt, Odfjell, JOT 등 메이저들에 의한 신조 발주 -70년대 초기 수요 급증, 1차 오일쇼크에 따른 시장 붕괴 등 시장 혼란기 	
전환기 (1980년대)	<ul style="list-style-type: none"> -70년대말 시장 확대에 일본이 새로운 주체로 등장 -원양노선에서 30-40K 규모 선박이 주력으로 등장 -단거리운송에서 6,000DET급 소형선박 등장 -80년대 초반 대규모 신조선 취항 -다수 선주의 부도로 인한 소유구조 변화 및 용선자 등장 -MARPOL 등 제도 및 규제 등장으로 시장 환경 변화 	

<p>성숙기 (1990년대)</p>	<p>-결프전쟁으로 시장상황 악화 -OPA 90으로 인한 규제 강화 -타이완, 한국 등 신흥 경제성장국 등장으로 케미컬 신규 시장 확대 -합병, 통합 등 확대로 BPAmoco, ExxonMobil, Dow-UCC, Odfjell&Seachem Tankers 등 소수 메이저 중심으로 시장 구조 변화 -90년대 중반 완전 스테인레스, 이중 구조 선박으로 선대 교체 -선복과잉, 교역구조 변화, 아시아금융위기 등으로 시장 위축</p>	
<p>변혁기 (21세기)</p>	<p>-Erika, Levoli Sun, Prestige, Bow Mariner 등 대형 해난사고로 규제 강화 -독점방지 강화책 등으로 대형선주들의 위상 약화 및 경쟁 중심의 시장 확대 -글로벌 경기침체와 선복과잉으로 시장 위축 및 합리화 진행</p>	

자료: BLT Chembulk Group(2011) 해당 내용 재정리

2.1.2 시장구조

어떤 시장에서, 구매자는 특정한 상품을 요구하는 플레이어다(Pindyck와 Rubinfeld 2009). 즉, 그들은 시장의 수요 편을 대표한다. 간단히, 구매자는 어떤 특정 항만에서 다른 항만으로 액체 케미컬의 운송을 요구하는 자들이다.

케미컬 운송의 고객은 거의 제조자, 수화자, 무역회사와 배급자 등 네 가지로 나누어진다(Walderhaug와 Hammer 2007). 제조회사들은 특정 상품을 생산하고 그들 이름으로 판매한다. 만일 제조회사가 상품의 운송에 대해 지불하면, 제조자는 케미컬 쉬핑의 수요자다. 동일한 상황에서 특정화물의 수화자가 운송에 대해 지불한다면, 수화자가 수요자이다. 케미컬 운송은 또한 매수 및 재매도 전후와 또는 운송 중의 케미컬 가격에 투자하는 무역회사에 의해 요구된다. 무역회사에 반하여, 배급자는 가끔 거대물량의 케미컬을 매수하여 쉬핑을 통하여 다수의 소규모 매수자들에게 재 배급한다. 운송에 더하여, 배급자들은 가끔 터

미널에 하역된 제품의 저장을 요구하기도 한다(ibid.).

케미컬 운송을 요구하는 회사의 형태와 크기에서 다양함을 볼 수 있다. 구매자들은 셸(Shell) 케미컬과 엑손(Exxon) 케미컬처럼 거대 회사로부터 상품에서 이윤을 취하려고 액체 케미컬을 매수 및 매도하려는 독립적인 시장 투자자들도 있다. 세계적으로는 케미컬 운송의 매수에 관여하는 수백 개의 회사가 있으며 이들이 시장의 수요 편을 대표한다(Walderhaug와 Hammer 2007).

2.1.3 화물 특성

케미컬 쉬핑의 시장을 이해하려면 운송수요가 있는 상품의 성질을 이해해야만 한다. 이것은 중요한데 운송에 사용되는 선박의 디자인에 영향을 줄 뿐만 아니라 시장이 상호 교류하는 방식에도 영향을 끼치기 때문이다. 이것을 3.1에서 시장 메커니즘을 기술할 때 다시 언급할 것이다. 화물로서 운송되는 액체 화물은 유기 화학물, 비유기 화학물, 식물/동물 오일 및 지방, 그리고 당밀 등 대부분 네 가지로 구분된다(Ostenjo 1992). 유기 화학물은 가장 큰 분야로서, 메타놀, 크실렌, 그리고 에틸렌 글리콜로 대변되는 화학제품이다. 2008년에 해상운송이 이루어진 화학물의 48%가 유기화학물이다(Drewery Shipping Consultants 2009). 비유기 화학물은 다른 것들 중, 황산, 가성소다, 인산을 포함하며 2008년 교역의 17.5%를 차지했다. 식물 및 동물오일 및 지방은 시장에서 교역의 26.8%에 이르며 팜오일, 콩기름 및 평지씨기름의 운송을 포함한다. 당밀은 케미컬 운송의 가장 작은 부분이며, 당밀대, 베이스오일 및 당밀 근대 설탕의 운송을 포함한다. 이들 부분에 더하여 케미컬 탱커들은 또한 특별한 제품인 윤활유, 윤활유 첨가제, 알코올은 물론이고 제트연료, 파라핀, 가솔린 또는 나프타와 같은 정제 석유 제품의 운송에 사용된다(Walderhaug and Hammer 2007).

이 같은 케미컬 상품들은 모두 상이한 특성들을 지니고 있다. 어떤 것들은 다른 제품에 반응하여 제품을 망치거나 더 나쁘게 만들며, 올바르게 취급하지 않으면 안전에 위험을 가져 오기도 한다. 또한 어떤 것들은 특정한 온도에서 취급 되어야 하는데 운송에 필요한 액체 상태를 유지하기 위함이다. 국제해사

기구(IMO)에 의해 제시된 일반안전규칙에 더하여, 고객은 부가적인 취급 요구 조건을 가지고 있는데 이는 품질이나 양을 유지하기 위함이다(Walderhaug and Hammer 2007). 예를 들어, 제품을 한 탱크에서 다른 탱크로 두 번 이상(적하 및 양하) 옮기는 것을 허용하지 않고 있으며 이는 환적을 어렵게 한다. 또한 최근에 세계의 환경문제에 대한 관심은 케미컬 탱커 운영에 대한 더욱 강화된 규정의 수요를 가져왔다. 이런 모든 고려들이 특히 케미컬 탱커들에 대한 매우 복잡하고 특화된 운송 시장을 만든다.

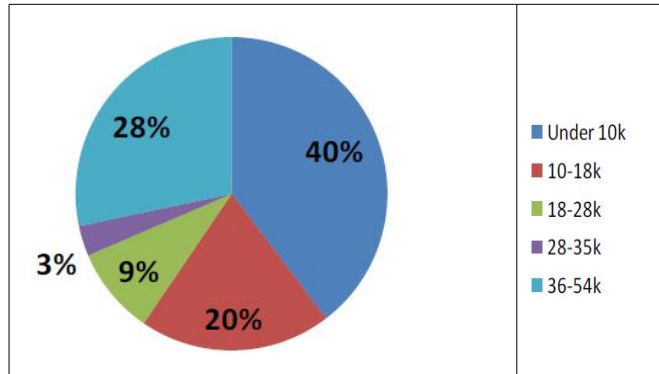
2.2 케미컬 탱커 공급 특성

2.2.1 케미컬 탱커

전술한 바와 같이 최초의 케미컬 탱커들은 1950대 말에 정재유 운반선을 개조하여 등장하였으며, 석유화학 산업의 발달과 함께 케미컬제품 수요가 급증하면서 전용선 등장으로 이어졌다. 2차 세계대전 기간 중 건조된 석유제품 탱커선들은 최초의 케미컬 탱커들로 개조되었다. 최초의 선주들은 이미 오일교역에 참여하고 있었으며 수에즈 운하를 통하여 중동의 산유국으로부터 단거리 해상 운송을 일차적으로 제공했다. 유시설이 소비자 가까이 건설될 때, 운송 수요는 국제 시장을 키웠다. 1960년 대 최초로 설계된 케미컬 탱커들은 한번에 광범위한 화물을 운송할 수 있도록 건조되었다.

탱커선은 벌크상태의 오일이나 다른 액체를 수송할 수 있는 탱크를 갖춘 해상 운송 선박이라고 정의된다. 원유를 운송하는 탱커선들을 규모 별로 재화적화중량(dwt) 320,000톤에서 550,000톤인 Ultra large crude carriers(ULCCs), 120,000톤에서 200,000톤인 Suezmax, 50,000톤에서 80,000톤인 Panamax, 그리고 Handymax, Handysize, 연안선 및 소형선박 등으로 구분된다.

이와 달리 케미컬 탱커는 그 규모가 상대적으로 적다. 최대규모가 36-54K에 해당하며 아래 그림에서 보듯이 전체 케미컬 탱커에서 10K 이하의 소형 선박이 차지하는 비중이 40%로서 가장 높다.



[Fig. 2-2] 글로벌 케미컬 탱커의 규모 분포(2012)

자료 : SPI Marine(2013)

오늘날 특정한 케미컬 또는 몇 가지 케미컬을 동시에 수송하는 능력을 가진 케미컬 탱커들은 물론, 크기 별로 몇 가지 형태가 있다. 케미컬 탱커들은 일반적으로 5가지 유형으로 나누어지는데 즉, 개별 제품 탱커선(Parcel tanker), 케미컬 운반선, 솔벤트 운반선, 특정 케미컬 탱커 및 용융유황 운반선 등이다 (Hanmer, 2013 재인용). 대부분 케미컬 탱커들은 개별 제품을 운송하는 탱커들이다. 개별 제품 탱커선은 개별 파이핑과 탱크에 상이한 액체화물을 수송하도록 설계된 선박이다.

또한 운항 범위에 따라 원양 탱커선과 근해 탱커선으로 구분할 수 있는데, 전자는 크고 장거리 교역 구간에 사용되고, 후자는 다소 작고 주로 연안지역에서 서비스를 제공한다. 케미컬 탱커는 IMO의 관련 규정에 지배를 받으며 케미컬 제품 특성에 부합하게 스테인레스 스틸과, 아연, 에폭시, 또는 마린라인으로 코팅된 탱크를 장착하고 있다.

2.2.2 안전 규제

원유보다 위험성이 높은 케미컬 제품의 특성상 케미컬 탱커는 IMO, MARPOL, IBC 코드 등에 의해 안전에 관한 규제를 받는다. 모든 케미컬 탱커들에 강제된 대표적인 제약은 이중 선체이다. 1992년 MARPOL이 개정되면서

재화중량 5,000톤 이상 탱커선들은 1993년 7월6일 이후 발주된 것에 대해서는 이중 선체를 장치하도록 강제화 되었다. 1995년에는 이러한 규정이 더욱 강화되어 1993년 이전에 건조된 선박들까지 이중 선체 요구에 포함되었다. 이러한 규제는 탱커시장에 엄청난 영향을 미치기 때문에 상당한 기간을 두고 논의되며 도입이 연기되어 왔으나 1999년 12월 프랑스연안에서 발생한 에리카 해난사고로 인하여 IMO 회원국가들은 단일 선체 구조를 가진 선박의 운행을 막았으며 이를 계기로 하여 모든 탱커선들이 오늘날 이중선체를 가지게 되었다.

MARPOL Regulation 13F - "Double Hull" Amendment, 1992

Regulation 13F(Prevention of Oil Pollution in the event of Collision or Stranding)에 Double Hull을 포함하는 개정안이 1992년 3월에 채택되고 1993년 7월에 발효되었음

- 5,000DWT 이상 Tanker는 Double Bottom Tank와 Wing Tank를 반드시 설치
- 5,000DWT 미만 600DWT 이상 Tanker는 Double Bottom Tank와 각각의 Cargo Tank 의 용량이 700cbm을 초과할 수 있음

Erika 호 사건 : 1999년 12월 12일 37,238 DWT Tanker인 Erika호가 프랑스 연안에서 황천으로 인해 두 동강이 나면서 14,000 톤의 기름이 유출되어 대서양 연안을 심각하게 오염시킴. 이 사건은 현존하는 Single Hull Tanker들의 퇴출을 앞당기는 계기가 되었음

2.2.3 에너지효율에 관한 규제1)

선박으로부터 오염방지를 위한 국제협약(MARPOL)에 따라 선박에너지효율을 개선하기 위하여 선박에너지효율설계지수의 계산, 선박에너지효율관리계획서의 비치, 에너지효율검사에 관한 사항 등을 포함하는 내용으로 「해양환경관리법」이 개정(법률 제1597호 2012. 12. 18. 공포, 2013. 1. 1. 시행)됨에 따라 법률에서 위임된 사항과 그 시행에 필요한 사항을 정하기 위하여 해양수산부는 선

1) 정재순(2014)

박에서의 오염방지에 관한 규칙을 개정하였다.

동 개정에서 선박에너지와 관련된 주 내용은 선박에너지효율설계지수 계산 대상 선박의 종류(제30조의2제1항 및 별표 20의2)를 신설하고 선박에너지효율 설계지수 계산 대상선박을 산적(散積)화물선, 가스운반선, 유조선, 컨테이너선, 일반화물선, 냉동화물운반선, 겸용선, 여객선 등 11개 선종(船種)으로 정하였다.

또한 선박에너지효율관리계획서의 비치 대상선박 등(제30조의4 및 별표 20의 4)에 있어서 선박에너지효율관리계획서의 비치 대상 선박을 국제대기오염방지 증서를 발급 받은 선박(시추선 및 플랫폼은 제외)으로 정하고 선박에너지효율 관리계획서의 기재사항 및 작성방법을 구체적으로 정하였다. 이어서 에너지효율검사의 세부 기준을 마련(제46조의 2신설)하여 에너지효율검사의 신청 시기, 신청절차, 검사사항 및 검사방법을 구체적으로 정하고 에너지효율 검사에 합격한 선박의 소유자에게 에너지효율검사증서를 발급하도록 하였다.

2.2.4 선체구조²⁾

선박화물 시스템은 탱크, 펌핑시스템, 파이핑시스템, 벤팅(Venting)시스템, 화물모니터링시스템, 환경통제시스템과 탱크세척 시스템 등으로 구성된다.

IBC코드는 4가지 유형의 화물 탱크를 제공하는데 즉, 독립적 탱크, 통합적 탱크, 중력탱크와 압력탱크이다(Escola Superior Náutica Infante D. Henrique 2011). 독립적 탱크의 영역은 선체구조의 부분이 아니라서 선박 구조강도에 기여치 못한다. 이들 탱크들은 선박구조로부터 탱크구조로 스트레스의 전이를 없애기 위하여 설계되어서 전형적으로 갑판 탱크들이다.

통합적 탱크는 선체구조를 형성하는데 선체를 몇몇 격실로 나누어 독립적인 통합적 탱크를 만든다. 통합적 탱크는 케미컬 탱커들에 사용되는 가장 공통적인 탱크의 형태이다. 중력탱크는 독립적이거나 통합적인데 탱크 상단에 최고 압력 0.7(bar gauge)이 되도록 설계된다. 압력 탱크는 0.7(bar gauge)이 훨씬 넘어서는 압력에 견디도록 설계되어 케미컬 탱커에 혼한 것이 아니다.

2) Hammer(2013)

파이핑시스템은 탱크에 적·양하 작업을 함께하는 것이나 오늘날 케미컬 탱커들은 각 개별탱크별로 파이핑을 분리하는 것이 더욱 일반적이다. 이러한 개별파이핑시스템은 다양한 화학제품을 동시에 운송할 수 있는 능력을 높인다. 분리된 시스템에서 개별탱크는 고수심펌프와 이에 수반된 파이프 시스템을 장착하고 있는데, 이는 화물을 탱크별로 분리하게 된다.

케미컬 탱커들은 탱크세척 시스템을 장착하고 있다. 화물을 양하한 후 탱크는 반드시 다음 화물을 적재하도록 준비되어야만 한다. 이것을 행하는 시스템은 탱크의 크기나 형태 및 자재에 따라 매우 다양하다. 공식적으로 정의된 바는 없으나 두 가지 주요 세척 기준이 있다. 즉 “무색투명”(Water White)기준과 “고순도”(High Purity)기준이다. 무색투명 기준은 탱크를 깨끗하고, 건조되고 약취가 없도록 해야 한다. 그러나 고순도 기준은 화물의 오염이 제품의 손상이나 커다란 안전 위협에 이르게 될 때 요구된다. 또한 고객이 적재 전에 탱크를 시험하고 승인 받기를 요구한다.

2.3 케미컬 탱커 시장 메커니즘

전술한 바와 같이 케미컬 탱커는 부정기선에 해당하며 구매자와 판매자가 특정한 제품의 수송에 대한 가격과 조건을 협상한다. 케미컬 제품의 해상 수송계약은 스팟 용선, 장기화물계약 또는 한 척 또는 수척의 정기용선계약 형태로 이루어진다.

각각의 운용방식은 아래표와 같은 특이점이 있으며 용선자가 처한 상황에 따라 적합한 방법이 사용된다. 고객이 화물을 위해 용선하려는 방식은 고객의 “유형”과 특정한 필요성에 기반한다. 일반적으로 말하면, 스팟 시장은 일회 운송을 요구하는 고객에게 전형적이며, 장기화물계약은 장시간에 걸쳐서 반복적으로 운송이 필요한 고객에게 적합한 형태이다. 반면에 정기용선은 근접 품질 관리가 필요한 더욱 더 큰 고객들에게 일반적인 것이다. 그러나 실제 케미컬 운송계약 형태는 복잡한 양상을 보인다. 케미컬 탱커들은 동시에 상이한 고객들로부터 상이한 화물을 수송할 수 있기 때문에 화물의 규모가 상대적으로 적은

여러명의 화주들의 화물을 조합하여 선박을 채우는 것이 필요하다. 즉, 동일한 선박과 동일한 항로에 다른 고객의 화물을 조합할 수 있다는 것이다. 이것은 흔히 단일 화물로 전체 선박을 채우는 일반적인 탱커선이나 벌크 시장과는 대조된다. 일반적으로 선주는 선박을 장기운송계약을 맺은 화주의 수요를 우선적으로 충족시키지만 나머지 적재 공간은 스팟 시장을 사용하여 채운다.

전술한 선박 규모면에서는 대형선박을 중심으로 장기화물계약이나 정기용선이 많이 이루어지고 중소형 선박은 스팟용선 방식이 많이 사용되는 것이 현실이다.

[Table 2-2] 케미컬 탱커 운용방식

운용방식	주 내용	비고
스팟 용선	<ul style="list-style-type: none"> -단일 화물이나 복수 종류의 화물수송을 위한 단일 항해 용선 -한 지점에서 다른 지점으로 특정 화물의 수송 가격은 스팟 화물 요율로 결정 -단기 중개매매 가능성 활용 	
장기 화물계약	<ul style="list-style-type: none"> -정해진 기간 동안 단일 또는 복수 제품의 수송을 위한 용선주와 선주 사이의 계약 -12개월 또는 24개월 기간 계약이 전형적이며 케미컬운송의 약 50% 차지 -정해진 루트의 정해진 화물을 규칙적으로 운송하는 것이 일반적 -선주는 안정적인 선박운항 보장 	
정기용선	<ul style="list-style-type: none"> -선주는 선박을 통제, 관리하며 용선주는 항만을 선택하고 선박의 진로를 결정 -용선주는 모든 항해 비용을 부담하며 선박 소유주에게 일 단위의 용선료 지불 -용선주가 필요로하는 서비스를 충족시킬 수 있으나 요율변동 등 시장 환경 변화에 대처 미흡 	

2.4 선행 연구 분석

선박의 운영특성에 관한 연구를 살펴보면 일반적으로 분석의 대상이 일반 선박인 경우가 대부분이다. 김태원 외(2005)는 선사의 주요 노선 상에 운영하고 있는 선형들에 대한 총 비용 분석을 통해 최적 선형을 도출하였다.³⁾ 김우진 외(2011)는 Grand Alliance 컨테이너 서비스의 실제 운영 자료 분석을 통해 전용 피더 서비스 도입을 통한 환적의 경제성 효과를 확인하였다.⁴⁾ 김화중 외(2011)는 온실가스 배출량에 대한 제약을 고려하여 선사의 최적 선박 운영 비용, 항로별 선박대수, 운항속도를 산정하였다.⁵⁾ 남기찬 외(2001)는 초대형 컨테이너 선박을 관련문헌 고찰을 통해 선박 설계, 하역시스템, 선박 운영 측면에서 분석하였다.⁶⁾ 박용안 외(2009)는 연안 운송의 국내물류체계와 연관된 선박 운용비용 구조 분석을 통해 연안운송의 경제적 제약 요인에 대해 분석하였다.⁷⁾ 이 외에 김광태 외(2010)와 Borkowski 외(2011) 등은 일반 선박을 대상으로 선박 속도와 연료소모량을 계량적으로 분석하는 연구를 수행하였다. 일반 선박을 대상으로 한 운영특성에 관한 연구는 케미컬 탱커와 같은 특수선의 특수성을 포괄하지 못하므로 이에 대해서는 별도의 연구가 필요할 것으로 사료된다.⁸⁾⁹⁾

케미컬 탱커의 운영특성에 관한 국외 학술 논문의 경우 Hilde Hammer(2013)가 유일하다. 그는 미국 휴스턴에서 동북아 및 아시아지역을 연결하는 항로를 대상으로 스케줄링 모형을 적용하여 최적 선박배정계획을 수립하고 선박 생산성, 비용, CO₂ 배출의 변화를 분석하였다.¹⁰⁾ 국내 연구로서는 케미컬 탱커의 운항 안전 측면을 다룬 연구는 권오한(2005)이 유일하다. 그는 케미컬 탱커에 적재하는 화물의 위험성과 1994년부터 전 세계적으로 시행되고 있는 PSC(Port

3) 김태원, 광규석(2005), pp.421~429

4) 김우진, 신정훈, 장명희(2011), pp.409~418

5) 김화중, 김재곤(2011), pp.49~59

6) 남기찬, 이재현(2001), pp.455~463

7) 박용안, 최기영(2009), pp.321~338

8) 김광태, 유은경, 김서희, 이정욱, 김화중(2010), pp.1~4

9) Borkowski., Tadeusz., Lech Kasyk., & Przemyslaw Kowalak(2011), pp.31~39

10) Hilde Hammer(2013), pp.7

State Control) 검사의 선박 운항상의 요건 등을 배경으로 하여 케미컬 탱커 운항상의 문제점을 파악하고 개선 방안을 제시하였다.¹¹⁾

이렇듯 케미컬 탱커의 운영 특성에 관한 연구 중에서도 적재화물 및 기항 항만과 관련되는 운영 특성에 관한 연구는 수행되지 않았다. 따라서 본 논문은 아시아 시장에서 운항 중인 케미컬 탱커를 선정하여 실제 운항 자료를 바탕으로 운영 특성을 분석하고 시사점을 도출하는 것을 목적으로 하였다. 특히 화물창 별로 다른 화물을 운송하기 때문에 적재율이 중요시되는 점을 고려하여 화물의 종류 수와 선형이 적재율에 미치는 영향을 분석하였다. 재항시간 역시 케미컬 탱커 운용에 있어서 주 관심 대상이기 때문에 분석에 포함하였다. 선박운항에 있어서 연료비는 인건비와 함께 가장 중요한 비용 요소이다. 따라서 선박 운항 속도와 연료소비량의 관계를 분석하였다.

[Table 2-3] 케미컬 탱커 운항 특성 관련 선행 연구

구분	연구자	주요 연구내용 및 결과
일반 선박 관련	김태원 외 (2005)	- 선사의 주요노선 상에 운영하고 있는 선형들에 대한 총 비용 분석을 통하여 최적 선형 도출 - 주요노선을 '유럽-극동 노선', '극동-북미 노선', '유럽극동-북미 노선'으로 구분하여 최적 선형 도출
	김광태 외 (2010)	- 선박의 운항속도 조절과 연료 관리에 관한 연구를 수행 - 혼합정수계획법을 이용하여 연료비, 선박 운항 시간, CO2 배출량 최적화
	김우진 외 (2011)	- Grand Alliance 컨테이너 서비스의 실제 운영 자료 분석 - 전용피더 서비스 도입을 통한 환적의 경제성 효과 확인
	김화중 외 (2011)	- 온실가스 배출량에 대한 제약을 고려 - 선사의 최적 선박 운영 비용, 항로별 선박대수, 운항속도 산정
	남기찬 외 (2002)	- 초대형 컨테이너 선박의 관련문헌 고찰 - 선박 설계, 컨테이너 하역시스템, 선박운영 부분으로 나누어 분석
	박용안 외 (2009)	- 연안 운송의 국내물류체계와 연관된 선박 운용비용 구조 분석 - 기업의 연안운송 경제적 제약 요인 분석

11) 권오환(2005), pp.1~3

	Borkowski 외(2011)	- 선박속도와 연료의 효율적인 소모 간의 관계에 관한 연구를 수행함
케미컬 탱커 관련	권오한 (2005)	- 케미컬 탱커에 적재하는 화물의 위험성과 PSC(Port State Control) 검사의 선박 운항 상의 요건 등 검토 - 케미컬 탱커 운항상의 문제점 파악 및 개선 방안 제시
	Hilde Hammer (2013)	- 미국 휴스턴에서 동북아 및 아시아지역을 연결하는 항로를 대상으로 스케줄링 모형을 적용하여 최적 선박배정계획을 수립 - 선박 생산성, 비용, CO2 배출의 변화를 분석



제 3 장 케미컬 탱커 운영 특성

3.1 케미컬 탱커 공급 특성

3.1.1 선복량 추이

개별제품 탱커선과 케미컬 탱커를 구분하지 않는다면, 케미컬 탱커의 세계 선복량은 전체 47백만 재화중량 톤과 2,700여 척의 선박으로 이루어져 있다 (Rex, et al. 2012).

케미컬 탱커 선단의 선복량 추이는 <표 3.1>에서 보듯이, 2012년에 세계 케미컬 선복량은 전체 4.4% 성장했다. 이것은 2004-2010년 사이 약 14%의 고성장을과는 대조되며 그 원인은 2009년부터 시작된 미국을 중심으로 한 선진국들의 금융위기로 인한 세계 경기침체이다. 또한 2000년대 초반부터 이어진 수요증가와 그로 인한 높은 화물 요율의 지속에 대한 선주들의 기대로 인하여 발주된 신조들이 대거 취항하면서 야기된 선복량 증가가 원인이기도 하다. 실제 2008년과 2009년 사이에 선복량 증가는 19.4%에 달하였다.

3.1.2 시장 특성

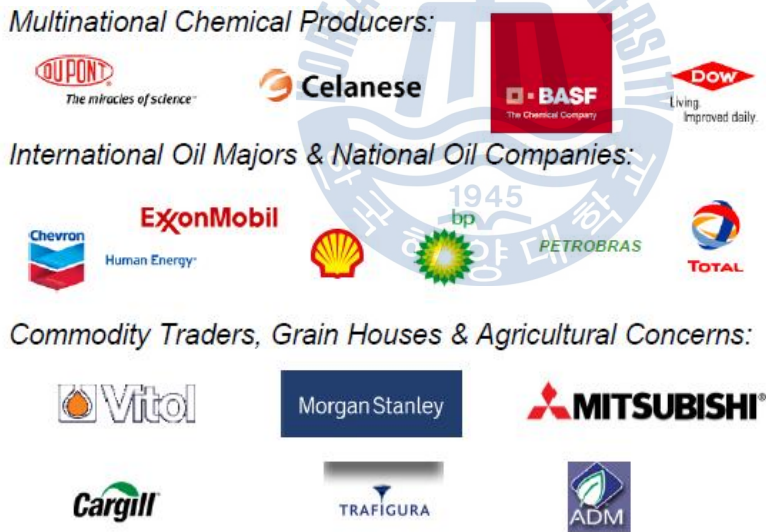
케미컬제품의 주요 고객은 다국적 케미컬제품 제조업체, 글로벌 오일회사 및 주요 국가 오일회사, 케미컬 제품 무역상 및 농산물 관련 주체 등이다(그림 3-1). 제조업체의 경우 DUPONT, DOW 등이 주요 메이저이며, 글로벌 오일기업은 ExxonMobil, Shell, BP, TOTAL 등이 메이저사들이다. 제품을 공급하는 트레이더들은 Vitol, Mitsubishi 등을 들 수 있고 최근 수요가 증가 추세에 있는 곡물 및 농업부문에서는 중소 규모의 업체들이 증가하는 추세이다.

[Table 3-1] 케미컬 탱커 선복량 추이

(단위: 척수, 1,000DWT)

Start of Year	Small		Handysize				Handymax		Total >1,000 dwt	Growth pa.						
	1,000 - 9,999		10,000 - 19,999		20,000 - 29,999		30,000 -39,999				40,000 -49,999		50,000 +			
	No. 000 Dwt		No. 000 Dwt		No. 000 Dwt		No. 000 Dwt		No. 000 Dwt		No. 000Dwt %					
2002	1,136	5,202	320	4,622	112	2,881	208	7,430	116	5,202	5	313	1897	25650	6.0%	
2003	1,166	5,392	340	4,938	117	3,006	217	7,824	145	6,480	5	313	1990	27953	9.0%	
2004	1,210	5,654	367	5,402	121	3,099	250	9,038	179	8,013	5	313	2132	31519	12.8%	
2005	1,246	5,845	394	5,832	125	3,181	282	10,213	221	9,904	6	407	2274	35383	12.3%	
2006	1,305	6,161	435	6,486	134	3,428	305	11,051	260	11,652	22	1341	2461	40120	13.4%	
2007	1,366	6,407	510	7,599	137	3,494	332	12,058	301	13,478	42	2365	2688	45403	13.2%	
2008	1,428	6,742	614	9,138	139	3,525	368	13,417	352	15,815	64	3560	2965	52198	15.0%	
2009	1,535	7,391	771	11,491	145	3,666	400	14,597	406	18,277	12	7	6889	3384	62310	19.4%
2010	1,636	7,994	898	13,441	148	3,731	415	15,156	456	20,559	18	1	9706	3734	70587	13.3%
2011	1,673	8,206	972	14,612	148	3,719	427	15,596	486	21,938	22	6	12099	3932	76171	7.9%
2012	1,708	8,451	1,019	15,373	156	3,913	427	15,586	501	22,630	25	5	13576	4066	79530	4.4%
2013	1,735	8,636	1,037	15,703	160	3,995	419	15,304	518	23,415	27	8	14754	4147	81806	2.9%

자료 : Hammer(2013)



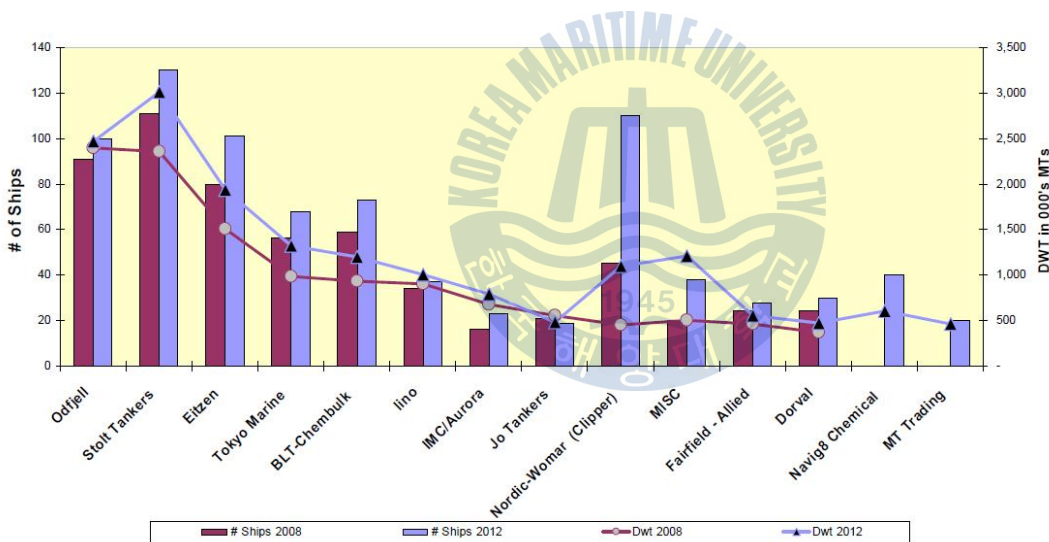
[Fig. 3-1] 케미컬 화물 주요 고객

자료: BLT Chembulk Group(2011)

3.1.3 주요 케미컬 탱커 소유주 및 규모

개별 케미컬 탱커들 뒤에는 전술한 시장을 지배하는 메이저와 함께 선주나 선박 운영자들이 있는데 이들은 선박을 시장에서 이용 가능케 하거나 한편으로 는 해상으로 케미컬 제품을 수송하는 서비스를 제공한다.

오늘날 원양 케미컬 화물시장에서 주요 선박 운영자는 여전히 오프셸과 스톨트 집안이며 이들은 전체에서 약 30%의 시장점유율을 가지고 있다. 다른 운영자들은 도쿄마린, Navig8 케미컬, MISC 등인데 상대적으로 낮은 시장 점유율을 보이고 있다. 과거에는 소수 시장 지배자들이 전체시장을 관장하였으나 오늘날 추세는 소규모 다수의 기업들이 시장에 진입하고 있으나 여전히 다수 시장을 메이저들이 잡고 있다. 실제 아래 그림과 같이 2008년 기준 12개 선사가 총 12.1백만 DWT에 달하는 581척의 선박을 보유하고 있다. 2012년에는 14개사가 총 16.6백만 DWT에 달하는 선박 817척을 소유하였다.



[Fig. 3-2] 주요 케미컬 선사 규모

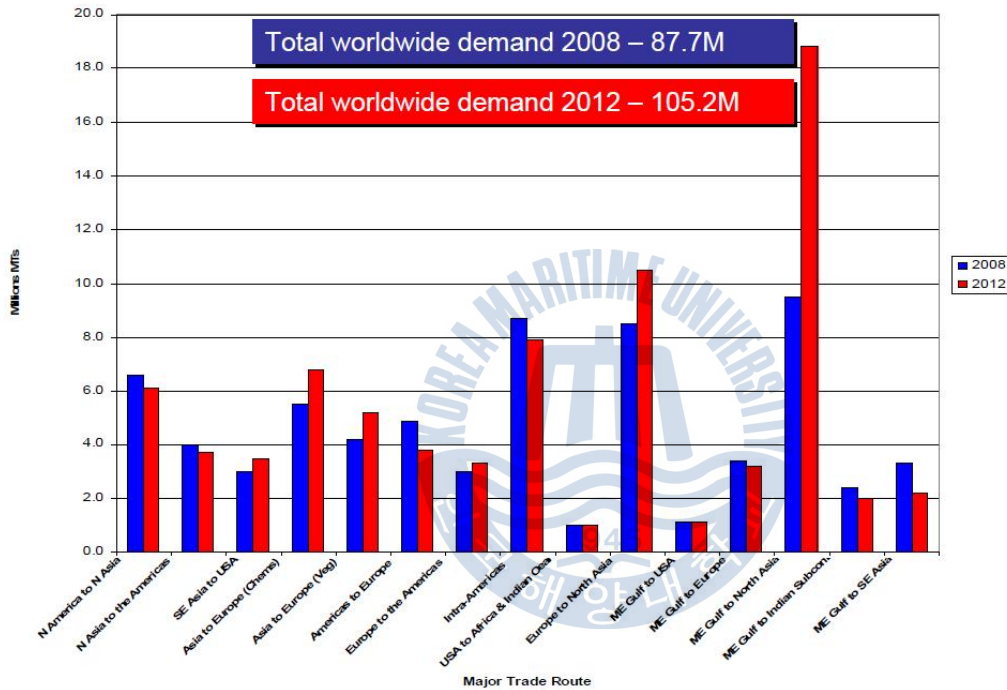
자료: BLT Chembulk Group(2011)

케미컬제품의 주요 트레이드 루트는 ME Gulf-Europe, Europe-North Asia,

Intra-Americas, Asia-Europe, N America-N Asia 등이다. 이 가운데서 중동 걸프지역-북아시아지역간의 교역량이 가장 높으며 2008년 1천만톤 미만에서 2012년 18백만톤 이상으로 급증하였다. 이것은 중국의 빠른 석유화학산업의 발달과 케미컬을 이용한 제품의 생산이 급증한 데 기인한다고 볼 수 있다. 실제 중국은 2011년 그 동안 최대 케미컬시장이던 미국을 추월한 것으로 알려져 있다.

주요 트레이드 루트별 케미컬 탱커의 수요를 보면 2008년 87.7백만톤에서 2012년 105.2백만톤으로 약 20% 증가하였다.

(In millions of metric tons)

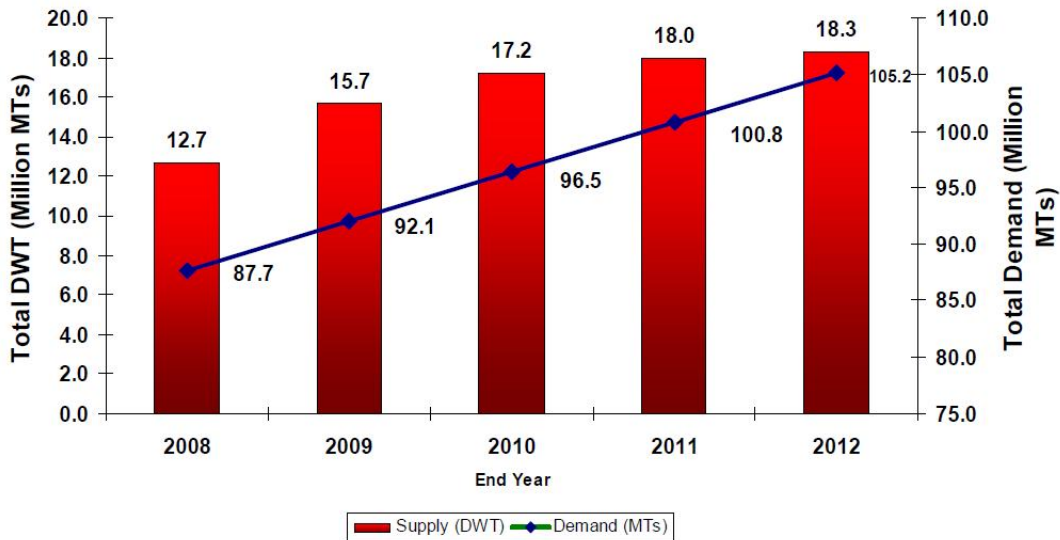


[Fig. 3-3] 교역 루트별 케미컬 탱커 수요

자료: BLT Chembulk Group(2011)

전 세계 케미컬 탱커의 수요와 공급 추세는 공급과 수요의 차이가 점진적으로 좁혀지는 양상을 보여 왔다. 아래 그림에서 보듯이 2010년 이후 선박 공급은 줄어들었으며 반면에 수요는 증가세를 유지하고 있다. 그러나 실무적으로는

선복 과잉 상황이 이어지고 있고 대형 메이저들을 중심으로 합병, 공동운항 등의 합리화 조치가 당분간 지속될 것으로 보고 있다.



[Fig. 3-4] 케미컬 탱커 수요와 공급 현황

자료: BLT Chembulk Group(2011)

3.2 케미컬 탱커 시장 전망¹²⁾

3.2.1 주요시장 전망

전술한 바와 같이 케미컬제품의 주요시장은 중동-아시아와 미국이다. 2012년 아시아지역의 케미컬과 베이스오일 교역량은 4.4% 증가를 보였는데, 중국은 수입의 경우 2011년 38.5M 톤에서 2012년 40.2M 톤으로 5.8% 증가를 보였다. 아시아에서 4개 주요 수출국가들에서, 연중 1.7% 정도의 약한 하락을 보인 일본을 제외하면, 모두 증가추세를 보였다. 중국은 말레이시아, 태국 그리고 인도네시아와 같은 다른 개발 도상국가들로부터 수입도 증가했다.

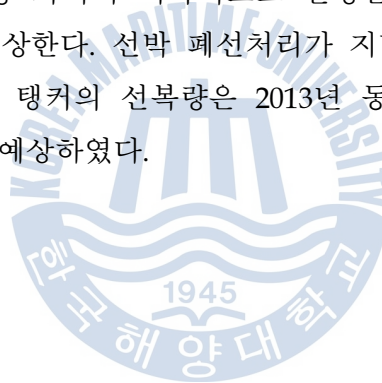
12) SPI Marine(2013) 해당 내용 재정리

사우디의 수출은 2012년 10.8% 증가가 예상되었으며, 수출물량 중 55%는 아시아의 동쪽 방면으로 향하고, 8.3%는 인도로 향하는데, 사실상 인도는 2011년 11%에서 하락하였다.

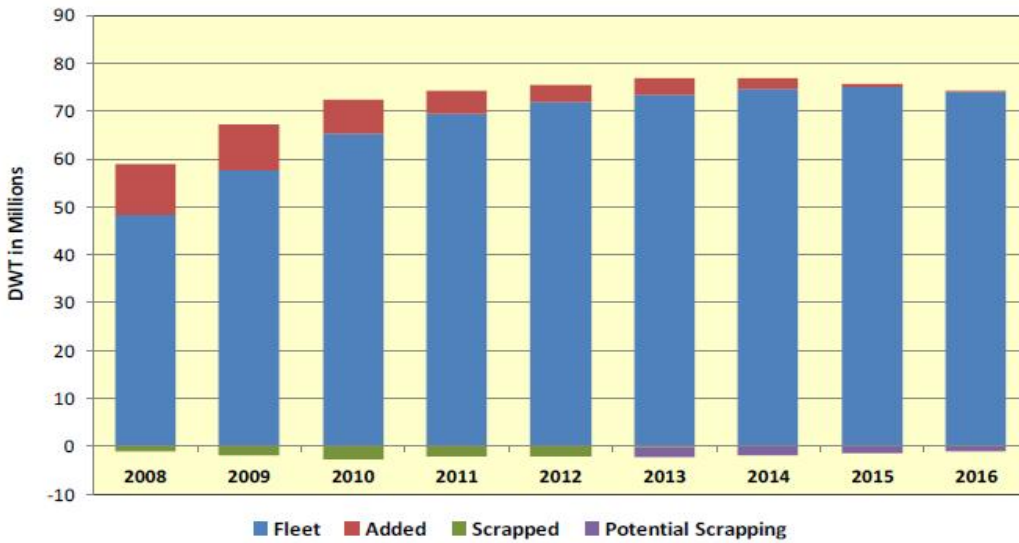
이란으로부터 아시아로 향하는 선적은 EU가 이란에 대한 경제제재에 나서면서 선박 확보의 어려움으로 인하여 거의 정지 상태이다.

미국의 케미컬 수입은 2011년에 26.3%로 높은 증가세를 보였으나, 2012년 약 14.3M 톤으로 안정적이다. 미국 케미컬 수출도 2011년에 16.2% 정도로 상당히 증가했는데, 2012년 약 15.1M 톤으로 안정세를 보이고 있다.

케미컬 탱커의 추가 선복량은 2011년 4,651,058DWT, 2012년 3,358,465DWT로 감소 추세를 보이고 있다. 선박 폐선 처리는 2010년에 2,787,290DWT로 증가했고 2011년 2,151,302DWT, 2012년 2,023,297DWT가 추가로 폐선처리 되었다. 2012년말 기준 세계 선복량의 8%에 해당하는 5.9M DWT가 선령 20년 또는 그 이상 되었다. 이들 선복량은 철강 가격이 지속적으로 안정을 보인다면 추가적으로 폐선처리가 있을 것으로 예상된다. 선박 폐선처리가 지난 2년간과 비슷한 수준을 유지한다면, 세계 케미컬 탱커의 선복량은 2013년 동안 조금 증가하고 2014년 말부터는 줄어들 것으로 예상하였다.



Global Chemical Fleet Development from 2008 to 2016
(Vessel size range upto 53,500dwt)



[Fig. 3-5] 케미컬 탱커 선복량 전망

자료: SPI Marine, 2013

3.2.2 운임 및 비용전망

세계 경제는 여전히 침체되고 있다. 분석가들은 세계가 2014년까지 또는 그보다 더 뒤에까지 금융위기 전에 보여 주었던 경제 활동 비율까지 회복할 것 같지 않다고 전망한다. 중국은 세계에서 두 번째 거대 경제체로 일본을 앞질렀다. 그러나 중국은 연초에 과열을 방지하기 위한 대책을 실행하고 있다. 국제 통화 기금(IMF)은 2012년에 아시아지역의 경제 성장률을 2011년 8.2% 보다 낮은 6.7%로 전망하였다. 이것은 미국이나 유럽과 같은 주요 수출 시장으로부터 수요의 감소 때문이다.

석유화학에 대한 세계의 수요는 특히 신흥 시장에서 증가가 지속되었는데 다른 지역들보다 훨씬 빠른 속도로 나아가고 있다. 세계적으로 케미컬 쉬핑에 대한 수요는 2012년 5%, 2013년 5.7% 증가할 것으로 예측하였다. 이는 2012년 2.3%, 2013년 2% 정도 정가할 것으로 예상된 선복량 증가와 비교된다.

중국의 케미컬 수요는 중국 GDP성장의 연 1.5배 정도로 증가가 예상된다. 중국 GDP 전망에 기반하면, 수요는 2013년에 약 12%정도 증가하고, 남동 아시아 내부교역 선박들이 이 증가부분을 견인할 것으로 보았다.

2013년 전반기 동안은 억제된 운임 효율이 유지되나, 불확실한 수요 전망에도 불구하고, 운임 효율은 2013년을 통하여 회복이 지속될 것으로 기대하였다. 이는 신 건조 선박의 인도 수가 줄어 들고, 선박 폐기처리는 진행되기 때문이다. 아시아 전역에서 더딘 GDP성장에도 불구하고, 매년 수요가 지속되는 것을 목격해 왔는데 이것이 지난 3년간 운임 효율에 전혀 부정적이지 않게 시장에 작용하며 신 건조의 과잉을 흡수해 왔다.

케미컬 탱커에 대한 수요와 공급의 균형이 정점에 이르고 세계 경제가 회복되면, 강한 화물 효율의 상승을 보게 될 것이다. 이것은 지난 활황 기간 동안 이윤을 내었을 때 필요했던 투자의 수준보다 현재 정기용선 투자이익이 낮기 때문이다. 상대적으로 더 작고 정교한 선박들이 많지 않기 때문에, 이 추세는 단거리 해상 수송과 특별한 하역 요구조건을 갖는 더 작고 다양한 등급의 화물과 정유제품에서 가파르게 상승할 것이다.

정기용선 효율은 20,000DWT 스테인레스 탱커선의 1년 기간의 용선료가 U\$12,000/일이었던 2011년 이래 지속적으로 고정되어 왔다. SPI 데이터에 따르면, 2012년 U\$12,600/일로 매우 경미하게 상승했다. 그러나 현재 시장 상황에서 선주들은 12개월 이상의 어떤 것에 얽매이는 것을 회피한다. 특히 다음 3년 정기 용선 효율이 상승 국면을 탈 것이라고 예상하기 때문이다.

그러나 심지어 단지 15%의 상승이 스테인레스 20,000DWT 선박의 정기 용선 효율을 U\$12,400/일 에서 U\$14,200/일로 가져다 줄 것이나, 이것은 2007-08년의 시장 정점 기간 동안 보여주었던 U\$20,000/일 보다 약간 아래인 수준보다는 여전히 훨씬 괴리가 있으며, 선가가 시장의 최고점에 있을 때 건조한 선주에게 이윤을 내기에 필요한 수준보다도 매우 아래에 있다.

케미컬 탱커 운영비용의 경우 탱커선의 공급이 운임의 수요를 넘어선 반면, 병커 비용의 상승은 운임 효율을 높게 유지하도록 해 왔다. 원유가를 견인하는

벙커는 사상 최고치를 유지하고 있으나 2012년 여름부터 벙커는 아주 드라마틱하게 떨어져 선주들에게 협상의 여지를 주었다. 그러나 벙커는 2012년 초에 보여 주었던 최고가로 돌아가지는 않았으나, 이 후 다시 상승했다.

케미컬 탱커 운영비용(OPEX, Operational Expenses)은 2008년부터 2012년까지 21.8%이상 상승했으며 아래와 같은 이유들로 여전히 높게 유지되고 있다.

- 지속적인 고유가 - 2012년 보다 2013년의 평균비용이 훨씬 더 높게 예상
- 드라이 도크비용 61.2% 상승
- 선원비 20.5% 상승
- 선주상호책임보험(P&I)료 15% 상승
- 항만비용과 운하세 상승

3.3 항만하역의 중요성

항만은 모든 종류의 선박과 관련하여 화물을 적양하하고 일시적으로 보관하는 기능을 수행하는 중요한 거점이다. 따라서 항만 하역에 있어서 주요 고려요인은 하역 소요시간이다. 항만의 고객인 선사들은 얼마나 신속하게 하역이 이루어지는가를 항만을 선택하는 주요 요소로 보고 있다. 특히 컨테이너 화물을 운송하는 정기선의 경우 주로 주 단위로 정규서비스를 제공하기 때문에 어느 한 항만에서 지체가 발생하면 다음 이어지는 항만의 일정에 차질을 빚기 때문에 컨테이너 터미널의 생산성 및 신뢰성은 항만 자체의 경쟁력을 좌우하는 요소이기도 하다.

부정기선의 경우 정기선과 달리 비 정규적인 서비스를 제공하지만 항만 하역의 중요성은 동일하다 할 수 있다. 부정기선의 경우 용선 계약 시 정박시간(laytime)이 정해지기 때문에 이를 어길 경우 추가적인 비용이 발생한다.

전술한 바와 같이 케미컬 탱커들은 복잡한 파이핑시스템을 장착하고 있는데 이것은 기본적으로 모든 탱크들을 동시에 적양하가 가능하도록 한다. 적양하

하고자 하는 개별 탱크의 양하 파이프에 부두에 설치된 양하 호스를 연결하고 펌프를 작동하면 육상 측 저장탱크로 화물이 이송되며, 이곳에서 화물은 저장된 후 수요에 따라 다양한 수단을 통하여 최종 수요자에게 이송된다.

그러나 원유탱커와 같이 단일 화물을 하역하는 경우와 비교해서 다종의 케미컬 화물을 양하하는 데는 더 많은 시간이 소요된다. 아래 그림과 같이 케미컬 탱커의 파이프라인은 원유탱커에 비하여 복잡하게 구성되어 있다. 시스템적으로는 모든 탱커들의 화물을 동시에 양하할 수 있지만 현실적으로는 부두 및 육상측의 시스템이 이를 수용할 수 없다. 따라서 화물 종류별로 순차적으로 양하 작업이 이루어지는 경우가 많다. 이것은 결국 하역작업에 소요되는 시간이 길어지는 결과를 가져온다.

이러한 케미컬 탱커의 하역 특성은 선내 탱크 수가 많고 탱크별로 각각 다른 종류의 제품을 운송할 수 있도록 건조된 선박 구조 및 다 품종 화물을 동시에 운송하는 운용특성과도 관련이 있다. 실제 단일 종류의 화물을 운송하는 원유 탱커와 달리 소형 케미컬 탱커의 경우 항차당 평균 2.8종류의 제품을 운송하였다.¹³⁾

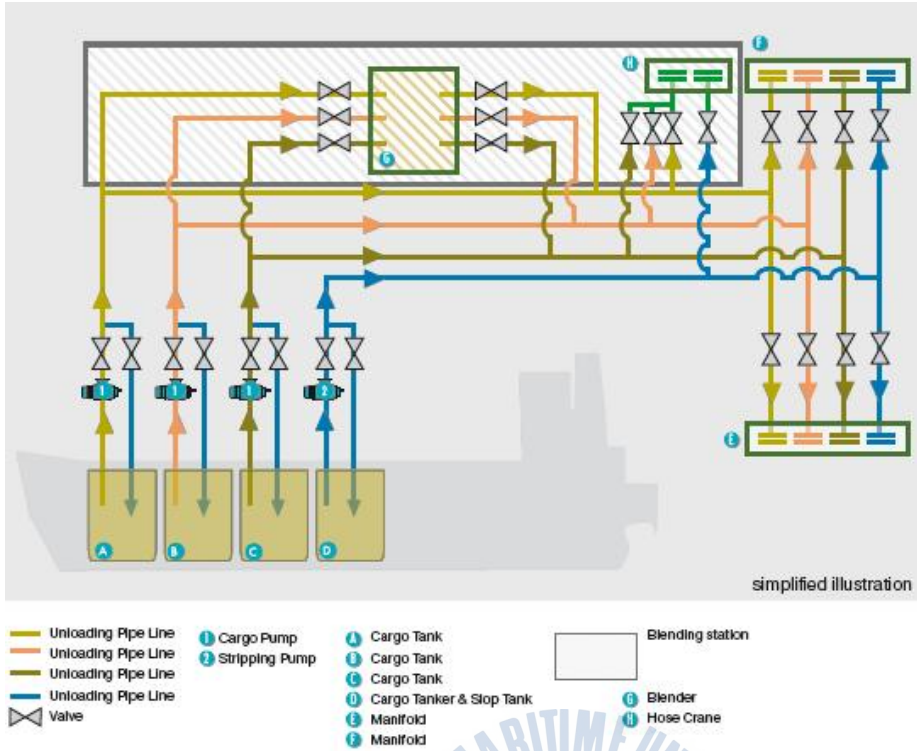
항만하역의 중요성과 관련된 또 다른 측면은 기항 항만 수이다. 원유탱커선의 경우 단일 항만에서 적하하여 단일 항만에서 양하를 하는 것이 일반적이다. 그러나 케미컬 탱커의 경우 연간 29회의 적하와 41회의 양하를 하고 항차당 3.94항에 입항 한 것으로 나타났다.¹⁴⁾

문헌에서는 케미컬 탱커의 경우 총 운항 시간의 약 44%를 항만에서 소비하며, 10%는 항만이 정체되어 바로 접안을 할 수 없어서 접안대기에 소요되는 것으로 밝혔다(Hammer, 2013).

결국 이러한 다품종 동시 운송과 다수항 기항 패턴이 케미컬 탱커 운항에 있어서 항만하역의 중요성을 부각시킨다고 할 수 있다.

13) 본 논문에서 분석 대상으로 한 "A" 선박의 2012년 실제 운항 자료 기준

14) 본 논문에서 분석 대상으로 한 "A" 선박의 2012년 실제 운항 자료 기준



[Fig. 3-6] 케미컬 탱커 파이프라인 시스템

3.4 연료소비량의 중요성

선박 운용은 수입을 좌우하는 화물 효율과 세계 수요규모에 크게 영향을 받으면서 동시에 선박 연료 가격에도 간접적으로 영향을 받는다. 연료비는 선원비와 함께 가장 중요한 항해관련 비용이며 연료로 사용되는 병커 가격은 선박의 운항 속도를 결정하여 탱커선 시장에 영향을 미친다. 병커 가격이 인상되면 항해비용이 증가하여 수익이 감소되기 때문에 이 기간에는 저속 운항을 통하여 비용을 낮추게 된다.

2000년대 들어서 고유가 시대에 들어서면서 국내 조선소 뿐 아니라 전 세계적으로 선박의 에너지효율을 향상시키기 위한 기술개발 노력이 진행되고 있고 일부 기술은 이미 선박에 적용되고 있다. 지난 수십년간 조선업계는 대형화, 운송효율화에 초점을 맞추어 기술개발이 이루어져 왔으며 연비효율 제고는 느린

속도로 발전하여온 것으로 보고 있다. 그러나 IMO의 환경규제가 강화되고 선사들의 비용부담이 증가하면서 에너지효율 제고에 대한 기술개발이 이루어지고 있고 빠르게 신조선 건조에 적용되고 있다.

국내 대형조선소들은 최근 3년간 적용된 기술로 인하여 연비의 10% 향상 효과가 이루어졌다고 하고 해운업계는 실제 운항조건에서 해수의 복잡한 흐름, 화물의 무게, 파도 등 바다의 환경 등에 의하여 연비효율 향상은 이에 크게 미치지 못한다는 주장이다(정재순, 2014).

한국수출입은행(2012)에서는 그린쉽(Green Ship) 기술을 통한 선박의 연비가 1% 향상 시 대형선박의 경우 연간 약 10만~40만 달러(\$)의 연료비를 절감할 수 있는 것으로 분석하였다. 이러한 연비절감액은 연료유의 가격수준에 따라 달라지는데 현재의 시황인 약 600달러를 기준으로 하여 Capesize 벌크선의 경우 9.4만 달러(\$), VLCC는 15만 달러(\$), Post-Panamax 컨테이너선은 35만 달러(\$) 까지 절감되는 것으로 분석하였다.

케미컬 탱커는 다른 선종과 비슷하게 선박 규모가 다양하게 분포되어 있다. 선박의 규모는 연료소모량에 영향을 미치기 때문에 규모에 따른 연료효율성은 선박운항에 있어서 중요한 고려요인이기도 하다.

[Table 3-2] 연비 1% 향상 시 연간 연료비 절감액

(단위: \$)

선종	선형	연료비500\$/톤	연료비600\$/톤	연료비700\$/톤
Bulk	Capesize	78,400	98,040	109,760
	Supramax	42,000	50,400	58,800
Tanker	VLCC	126,000	151,200	176,400
	MR	50,400	60,480	70,560
Container	Post-panamax	294,840	353,800	412,776
	Sub-panamax	123,480	148,176	172,872

주: Clarkson 표준선박을 근거로 계산하였으며 운항일수 280일 기준

자료: 한국수출입은행, 그린쉽 - 조선산업의 새로운 도전과 기회 -, 2012.11

제 4 장 실증분석

4.1 분석 방법

두 연속변수 간의 관계를 평가하는 방법으로는 일반적으로 상관분석과 회귀분석이 사용된다. 두 변수의 관계는 방향과 강도로 설명되는데 방향은 양 혹은 음의 관계이고, 크기는 연관성의 정도를 나타낸다. 상관분석은 두 변수 간의 선형 연관성의 강도를 측정하는 반면 회귀분석은 관찰된 자료를 대표할 수 있는 최적의 선형 연관성을 수리모형으로 표현하는 기법이다.¹⁵⁾ 따라서 본 연구에서는 케미컬 탱커의 운영과 관련된 변수 간의 관계를 평가하기에 적합한 상관분석과 회귀분석을 활용하였다. 분석을 위한 통계패키지로는 SPSS 21을 활용하였다.

회귀분석에서는 선형성 가정이 존재하므로 분석에 활용하는 대부분의 변수가 선형인 반면에 비선형 변수인 속도는 로그를 취하여 단위 속도 변화에 따른 단위 연료소비량의 변화를 살펴보는 회귀식을 도출하였다. 여기서 로그 치환된 종속변수의 모수값은 곧 탄력성을 나타내기 때문에 설명변수에 미치는 영향을 보다 직접적으로 파악할 수 있다.

4.1.1 가설 설정

케미컬 탱커는 원유를 운반하는 일반 탱커 선박과 달리 여러 종류의 케미컬 화물을 동시에 적재하는 특성이 있고 화물창별로 다른 화물을 운송하기 때문에 적재율이 중요시 된다. 또한 재항시간이 전체 운항 시간의 40%대에 달하여서 재항 시간을 줄이는 것이 주 관심사가 된다. 선박운항에 있어서 인건비와 함께

15) 박선일, 오태호(2010), pp.427

가장 중요한 비용 요소는 연료비이기 때문에 타 선종과 같이 연료 소모량이 주 관심사이기도 하다.

따라서 본 논문에서는 케미컬 탱커의 운영에 관해 파악하기 위해 <Table 4-1>같은 가설을 세우고 화물 종류수와 기항 항만수가 적재율에 미치는 영향, 화물 종류수가 재항시간에 미치는 영향 및 선형별 연료소비량에 속도가 미치는 영향을 살펴보기 위해 회귀분석을 실시하였다. 그리고 선박 크기별 특성을 파악하기 위해 3가지 유형의 선박을 분석에 활용하여 시사점을 도출하고자 하였다.

선박에 적재할 수 있는 화물 종류수와 기항항만수가 늘어날수록 수요 대상이 확장되어 적재율이 향상된다는 가정하에 가설 1은 '화물 종류수와 기항 항만수는 적재율에 정(+)'의 영향을 미친다'이다.

선박의 재항시간은 화물의 양, 종류, 적재방식 등에 따라 매우 다양하게 나타난다. 따라서 본 연구에서는 선박의 운영 측면에서 조절이 가능한 변수인 화물 종류수를 활용하여 가설 2, '화물 종류수는 재항시간에 정(+)'의 영향을 미친다.'를 수립한다.

선박 운항시 연료소비량 절감방안으로는 정속 및 저속운항, 과급기 컷-오프 운전, 연료변 개조, 저마찰 선체 외관 도료, 연료첨가제 사용 등의 방법이 알려져 있다.¹⁶⁾ 따라서 가설 3, '속도는 연료소비량에 정(+)'의 영향을 미친다.'를 수립하고 회귀분석을 실시하였다.

[Table 4-1] 가설 내용

연구 가설	가설 내용
가설 1	- 화물 종류수와 기항 항만수는 적재율에 정(+)'의 영향을 미친다.
가설 2	- 화물 종류수는 재항시간에 정(+)'의 영향을 미친다.
가설 3	- 속도는 연료소비량에 정(+)'의 영향을 미친다.

16) 김홍렬, 김부기, 임궁수, 김득봉(2013), pp.53

4.1.2 자료

분석 범위를 아시아시장에 한정하고 2012년 7월부터 2013년 6월까지 운항한 국내 'A' 선사가 관리하는 케미컬 탱커박들 중 크기별로 선박 "A", 선박 "B", 선박 "C"를 분석대상으로 선정하고, 각 선박의 운항 정보 데이터를 표본으로 선정하여 분석을 실시하였다.

[Table 4-2] "A"선박의 재원

Nationality	Panama				
IMO Ship type	Oil & Chemical Tanker, IMO Type II&III				
Class	NK 085433				
Gross Tonnage	7,218 ton				
Net Tonnage	3,884 ton				
Length Over All	124.00 M				
Length B.P	116.07 M				
Breadth	20 M				
Keel to Masterhead	34.44 M				
	Draft&DWT	Draft(m)	Deadweight(ton)	Displacement(ton)	Freeboard(mm)
	Summer	8.771	12,488.87	16,244.17	2,459
	Winter	8.589	10,970.30	14,730.60	2,459
	Tropical	8.771	12,483.87	16,244.17	2,459

[Table 4-3] "B"선박의 재원

Nationality	Panama
IMO Ship type	Oil & Chemical
Class	NK
Gross Tonnage	4,160 ton
Net Tonnage	2,106 ton
Length Over All	105.94 M
Length B.P	99.80 M
Breadth	16.80 M

Keel to Masterhead	38.972 mtr			
Service Speed	13.0 KTS			
Draft&DWT	Draft(m)	Deadweight(ton)	Displacement(ton)	Freeboard(mm)
Summer	6.864	6,576.24	8,983.31	1,361
Winter	6.721	6,362.19	8,769.26	1,504
Tropical	1.361	6,576.24	8,983.31	1,361

[Table 4-4] “C” 선박의 재원

Nationality	Panama			
IMO Ship type	Liquefied Petroleum Gas Carrier			
Class	NK			
Gross Tonnage	3,419 ton			
Net Tonnage	1,026 ton			
Length Over All	97.69 m			
Length B.P	89.90 m			
Breadth	16.00 m			
Service Speed	14.5 KTS			
Draft&DWT	Draft(m)	Deadweight(ton)	Displacement(ton)	Freeboard(mm)
Summer	5.413	3,851.61	6,077.91	1,817
Winter	5.300	3,706.25	5,932.55	1,930
Tropical	5.531	3,852.70	6,079.00	1,699

분석에 활용한 운항 정보 데이터 표본 수는 선박 “A” 59개, 선박 “B” 68개, 선박 “C” 48개이며 해당 선박별 재원은 <Table 7, 8, 9>와 같다.

[Table 4-5] 선박별 특성

구분	총톤수	길이(m)	흘수(m)
선박 “A”	7218	116	8.7
선박 “B”	4160	99.80	8.2
선박 “C”	3419	90	5.5

자료 : ‘A’ 선사(2013), 내부자료

분석에 사용한 변수는 기항 항에서의 재항시간, 항해 적재율, 항해 시 적재 화물 종류수, 항차별 기항 항만수, 항해 속도, 항차별 연료소비량 등이다. 선박

“A”, 선박 “B”, 선박 “C” 각각의 운항 정보는 <Table 4-6>, <Table 4-8>, <Table 4-10>>와 같으며, 기술통계량은 <Table 4-7>, <Table 4-9>, <Table 4-11>과 같다.

[Table 4-6] 선박 “A” 운항 정보

항차	재항시간 (h)	적재율	화물 종류수	기항 항만수	속도 (meter/m)	연료 소비량 (mt/m)
71OT	18	0.80	3	5	0.207	0.0098
71OT	35	0.61	4	4	0.202	0.0133
71OT	128	1.16	5	3	0.172	0.0097
71OT	57	0.40	3	2	0.220	0.0113
71OT	17	0.20	2	1	0.207	0.0087
:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:
80OT	126	0.61	2	2	0.210	0.0105
80OT	47	0.21	1	1	0.270	0.0112
80OT	32	0	0	0	0.320	0.0280
81OT	89	1.42	1	2	0.280	0.0128
81OT	111	0.55	1	1	0.200	0.0118
81OT	39	0	0	0	0.030	0.0013

자료 : ‘A’ 선사(2013), 내부자료

[Table 4-7] 선박 “A” 기술 통계량

구분	N	최소값	최대값	평균	표준편차
재항시간	59	640.00	13050.00	3723.0000	2517.3825
화물종류수	59	1.00	8.00	3.8136	2.4528
연료소비량	59	0.00	0.03	0.0108	0.0043
속도	59	0.03	2.65	0.2653	0.3262
적재율	59	0.00	1.59	0.2525	0.4478

[Table 4-8] 선박 “B” 운항 정보

항차	재항시간 (h)	적재율	화물 종류수	기항 항만수	속도 (meter/m)	연료 소비량 (mt/m)
V-1211	22	0	0	0	0.540	0.0075
V-1211	20	1.20	1	1	0.250	0.0108
V-1211	27	0	0	0	0.180	0.0073
V-1212	45	1.14	1	1	0.280	0.0077
V-1212	54	0	0	0	0.220	0.0083
:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:
V-1306	29	1.20	1	1	0.210	0.0068
V-1306	116	0	0	0	0.270	0.0070
V-1307	15	1.14	1	1	0.320	0.0072
V-1307	20	0	0	0	0.280	0.0070
V-1308	29	1.14	1	1	0.200	0.0050
V-1308	86	0	0	0	0.030	0.0070

자료 : 국내 ‘A’ 선사 내부자료

[Table 4-9] 선박 “B” 기술 통계량

구분	N	최소값	최대값	평균	표준편차
재항시간	68	225.00	11055.00	2891.7206	2314.4687
화물종류수	68	0.00	2.00	1.0147	0.2728
연료소비량	68	0.00	0.14	0.0109	0.0163
속도	68	0.05	0.37	0.1938	0.0567
적재율	68	0.00	1.44	0.568235	0.6085

[Table 4-10] 선박 “C” 운항 정보

항차	재항시간 (h)	적재율	화물 종류수	기항 항만수	속도 (meter/m)	연료 소비량 (mt/m)
Voy-19	56	0.43	1	1	0.210	0.005
Voy-19	35	0	0	0	0.160	0.004
Voy-20	35	0.44	1	1	0.230	0.005
Voy-20	99	0	0	0	0.200	0.006
Voy-21	31	0.44	1	1	0.090	0.005
:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:
Voy-42	36	0.45	1	1	0.230	0.005
Voy-42	25	0	1	0	0.120	0.003
Voy-43	39	0.44	1	1	0.190	0.005
Voy-43	114	0	0	0	0.210	0.005
Voy-44	17	0.44	1	1	0.080	0.006
Voy-44	72	0	0	0	0.090	0.006

자료 : 국내 ‘A’ 선사 내부자료

[Table 4-11] 선박 “C” 기술 통계량

구분	N	최소값	최대값	평균	표준편차
재항시간	48	330.00	14590.00	3549.083	2861.1991
화물종류수	48	0.00	1.00	0.875	0.3342
연료소비량	48	0.00	0.01	0.007	0.0046
속도	48	0.04	0.39	0.178	0.0700
적재율	48	0.00	0.46	0.2349	0.2160

4.2 실증 분석

4.2.1 적재율에 관한 회귀분석

적재율을 종속변수로 하고 독립변수인 화물종류수와 기항항만수가 적재율에 미치는 영향을 살펴보기 위한 회귀분석을 실시하기 이전에 변수간의 상관관계와 독립성을 검증하기 위해 상관분석을 실시하였다. 적재율은 화물 종류수와 기항 항만수 모두에 상관관계를 가지고 있는 것으로 나타났다.

[Table 4-12] 적재율 관련 변수 간 상관분석 결과

구분		적재율	화물 종류수	기항 항만수
적재율	Pearson 상관계수	1	.628**	.527**
	유의확률		.000	.000
화물 종류수	Pearson 상관계수	.628**	1	.756**
	유의확률	.000		.000
기항 항만수	Pearson 상관계수	.527**	.756**	1
	유의확률	.000	.000	

독립변수인 화물종류수가 적재율에 미치는 영향을 살펴보기 위해 회귀분석을 실시하였다. 여기서 선박 "A", 선박 "B", 선박 "C"의 차이점을 살펴보기 위해 각 변수를 더미변수로 적용하였다. 각 변수를 더미변수로 적용하여 분석하는 경우 임의의 변수를 기준으로 분석되며 그 변수는 분석결과에서 제외된다. 적재율에 관한 회귀식은 (1)과 같다.

$$Load_i = B_0 + B_1(Freight_i) + B_2(Port_i) + B_3D_1 + B_4D_2 + B_5D_3 + \epsilon_i \quad (1)$$

$Load_i$: i번째 항차의 적재율

$Port_i$: I번째 항차의 기항항만수

$Freight_i$: i 번째 항차의 화물종류수

D_1 : 선박 "A" 더미

D_2 : 선박 "B" 더미

D_3 : 선박 "C" 더미

ϵ_i : 오차항

적재율에 관한 회귀분석 결과는 <Table 4-13>과 같다. 분석결과 모형 적합도를 나타내는 결정계수가 0.492로서 전반적으로 모형이 적합하며 기항항만수와 화물종류수가 적재율에 정의 영향을 미치는 것으로 나타났으며 회귀계수가 높은 화물종류수의 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 회귀분석의 유의확률 $P < .0001$ 으로서 매우 높은 유의수준을 확보한 것으로 나타났다.

이는 화물종류수나 기항항만수가 증가할수록 적재율이 높아진다는 것을 의미한다. 분석 결과 선박 "A"의 경우 유의확률 P 가 0.771로 유의하지 않은 것으로 나타났다.

선박 "B"의 경우 유의확률 P 가 $<.0001$ 로 유의한 것으로 나타났으며 회귀계수가 0.375로 기항항만수나 화물종류수가 동일한 조건에서는 기준이 되는 더미 변수인 선박 "C"에 비해 적재율이 높다는 것을 의미한다. 회귀분석 결과를 고려해 볼 때 기항항만수와 화물종류수가 동일한 조건에서는 선박 "B"가 선박 "C"에 비해 적재율이 높은 것을 알 수 있다.

[Table 4-13] 적재율에 관한 회귀분석 결과

구분	표준화 회귀계수	표준오차	t 값	Pr > t
화물 종류수	0.243	0.035	6.863	<.0001
기항항만수	0.068	0.032	2.117	0.036
선박 "A"	0.024	0.081	0.291	0.771
선박 "B"	0.375	0.066	5.701	<.0001
$R^2 : 0.492, F : 58.739, P : <.0001$				

4.2.2 재항시간에 관한 회귀분석

재항시간을 종속변수로 사용하여 독립변수인 화물종류수가 미치는 영향을 살펴보기 위한 회귀분석에 앞서 상관 분석을 실시한 결과는 다음 <Table 4-14>와 같다. 분석 결과 재항시간과 화물 종류수 간의 상관관계는 미미한 것으로 나타났다.

[Table 4-14] 재항시간 관련 변수 간 상관분석 결과

구분		재항시간	화물 종류수
재항시간	Pearson 상관계수	1	.023
	유의확률(양쪽)		.750
화물 종류수	Pearson 상관계수	.023	1
	유의확률(양쪽)	.750	

상관분석 결과 재항시간과 화물종류수 간의 상관관계가 극히 낮은 것으로 나타났다지만 검증 차원에서 재항시간을 종속변수로 사용하여 독립변수인 화물종류수가 미치는 영향을 살펴보기 위해 회귀분석을 수행하였다. 그리고 선박 "A", 선박 "B", 선박 "C"의 차이를 살펴보기 위해 각 변수를 더미변수로 적용하였다. 적재율에 관한 회귀식은 (2)와 같다.

$$Time_i = B_0 + B_1(Freight_i) + B_2D_1 + B_3D_2 + B_4D_3 + \epsilon_i \quad (2)$$

$Time_i$: i번째 항차의 재항시간

$Freight_i$: i번째 항차의 화물종류수

D_1 : 선박 "A" 더미

D_2 : 선박 "B" 더미

D_3 : 선박 "C" 더미

ϵ_i : 오차항

분석 결과 모형 적합도를 나타내는 결정계수가 0.123로 설명력이 낮게 나타났다 <Table 4-15>. 선박의 재항시간에는 화물 하역시간 뿐만 아니라 작업 대기시간을 비롯하여 다음 항해를 위한 다양한 관련 작업에 소요되는 시간이 포함되어 있기 때문에 모형 적합도가 낮게 나타난 것으로 사료된다.

[Table 4-15] 재항시간에 관한 회귀분석 결과

구분	표준화 회귀계수	표준오차	t 값	Pr > t
화물종류수	-4.413	3.766	-1.100	0.274
선박 "A"	34.029	10.769	3.160	0.002
선박 "B"	2.682	9.271	0.289	0.773
$R^2 : 0.123, F : 4.596, P : <.005$				

4.2.3 연료소비량에 관한 회귀분석

연료소비량을 종속변수로 사용하여 독립변수인 항해속도가 미치는 영향을 살펴보기 위해 상관분석을 수행하였다. 상관 분석 결과 연료소비량과 항해속도는 피어슨 상관계수가 0.406이므로 양의 상관관계를 가지고 유의확률 $P = <.0001$ 이므로 항해속도가 연료소비량에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

[Table 4-16] 연료소비량 관련 변수 간 상관분석 결과

구분		연료소비량	항해속도
연료소비량	Pearson 상관계수	1	.406**
	유의확률(양쪽)		.000
항해속도	Pearson 상관계수	.406**	1
	유의확률(양쪽)	.000	

연료소비량을 종속변수로 사용하여 독립변수인 항해속도가 미치는 영향을 살펴 보기 위해 회귀분석을 수행하였다. 또한 선박 "A", 선박 "B", 선박 "C"의 차이를 살펴보기 위해 각 변수를 더미변수로 적용하였다. 연료소비량에 관한 회귀식은 (3)과 같다.

$$\ln(Bcom_i) = B_0 + B_1 \ln(Speed_i) + B_2 D_1 + B_3 D_2 + B_4 D_3 + \epsilon_i \quad (3)$$

$\ln(Bcom_i)$: i번째 항해별 시간당 연료소비량

$\ln(Speed_i)$: i번째 항해 속도

D_1 : 선박 "A" 더미

D_2 : 선박 "B" 더미

D_3 : 선박 "C" 더미

ϵ_i : 오차항

회귀 분석결과 모형 적합도를 나타내는 결정계수가 0.430으로 전반적으로 모형이 적합하며 항해 속도는 시간당 연료소비량에 정의 영향이 있는 것으로 나타났다. 회귀분석의 유의확률 $P < .0001$ 으로써 매우 높은 유의수준을 확보한 것으로 나타났다. 이는 항해 속도가 증가할수록 시간당 연료소비량이 증가함을 의미한다. 회귀계수 0.257은 항해속도가 1% 높아지면 연료소비량은 0.257% 높아지는 것으로 해석할 수 있다.

분석결과 선박 "A"와 "B"는 동일한 항해 속도에서 선박 "C"보다 연료소비량이 큰 것을 알 수 있다. 회귀분석 결과를 고려해 볼 때 동일한 항해속도에서는 선박 "A", 선박 "B", 선박 "C" 순으로 시간당 연료소비량이 높게 나타났다.

[Table 4-17] 연료소비량에 관한 회귀분석 결과

구분	표준화 회귀계수	표준오차	t 값	Pr > t
항해속도	0.257	0.064	3.999	<.0001
선박 "A"	0.295	0.615	8.915	<.0001
선박 "B"	0.154	0.344	4.973	<.0001
$R^2 : 0.430, F : 43.032, P : <.0001$				

4.2.4 실증 분석에 따른 시사점

앞서 수립한 가설의 검증 결과는 화물종류수와 기항항만수는 적재율에 정의 영향을 미치는 것으로 나타났고, 화물 종류수와 재항시간은 상관관계가 낮으며, 속도는 연료소비량에 정의 영향을 미치는 것으로 나타났다.

[Table 4-18] 가설 검증 결과

연구가설	가설내용	검증 결과
가설 1	- 화물 종류수와 기항 항만수는 적재율에 정(+)의 영향을 미친다.	채택
가설 2	- 화물 종류수는 재항시간에 정(+)의 영향을 미친다.	기각
가설 3	- 속도는 연료소비량에 정(+)의 영향을 미친다.	채택

이상과 같은 회귀분석 결과는 자료의 한계로 인해 분석 대상이 제한적이라 일반화하기는 힘들지만 본 연구의 분석 대상을 기준으로 비교할 때 동일한 조건에서 적재율이 가장 뛰어나며 시간당 연료소비량이 적당한 선박 "B"가 선박 "A" 및 "C"에 비해 운영 측면에서 효율성이 높은 것으로 사료된다. 이는 자료의 분석 범위가 전술한바와 같이 아시아 시장임을 볼 때, 케미컬 탱커의 운영과 관리에 의미있는 시사점을 준다고 볼 수 있다. 즉 아시아 역내 시장에서는 선박 "A"나 선박 "C"에 비해서는 선박 "B" 정도 규모의 선박을 운영하는 것이 상대적으로 더 적합하다고 할 수 있으며 향후, 선사들의 선박 수급에 시사점이 될 수 있을 것으로 보인다.

제 5장 적정 선형 분석

제4장의 실증분석 결과 'B' 선박이 적재율 등의 측면에서 가장 우수한 것으로 나타났다. 그러나 이러한 실증 분석은 제한된 변수를 대상으로 하였고 일반화를 위한 시사점을 도출하기에는 한계가 있는 것으로 나타났다. 따라서 본 장에서는 적정 선박규모를 검토하기 위하여 세부적인 선박운항 특성 분석을 실시하였다. 분석 대상은 선박기항 특성, 운항 특성, 화물특성 그리고 비용 특성이다. 이러한 분석을 통하여 적정 선형에 대한 시사점을 도출한다.

5.1 선박 기항 특성 분석

5.1.1 "A"선박 기항 특성

선박 기항 특성은 기항 국가와 기항항만, 적양하 항만 수 등을 대상으로 분석하였다. "A" 선박의 경우 연간 총 9개국, 32개 항만에 기항하였으며 적하 및 하역횟수는 각각 29회, 41회로 나타났다. 국가별 기항항만의 경우 중국이 8개항으로 가장 많고 이어서 말레이시아 6개항, 인도네시아 및 한국 각 4개항 순이다.

[Table 5-1] "A" 선박 기항 특성

국가	항만	적하	양하	병커링
China	Xiamen	-	2	1
	Zhangjiagang	-	2	-
	Jiangyin	-	2	-
	Ningbo	-	1	-
	Yangpu	-	1	-
	Zhuhai	-	1	-
	Xiaohudao	-	1	-
	Qin Zhou	1	-	-
	소계	1	10	1

Indonesia	Jakarta	-	1	-
	Ciwandan	-	1	-
	Merak	-	4	-
	Cilacap	3	-	-
	소계	3	6	-
Korea	Ulsan	5	2	1
	Daesan	1	-	-
	Yeosu	3	-	1
	Busan	-	2	-
	소계	9	4	2
Malyasia	Kerteh Terminal	4	1	-
	Kuantan	-	1	-
	Port Klang	-	1	-
	TG Langsat	-	1	-
	Melaka	1	-	-
	Tawau	-	1	-
	소계	5	5	-
Taiwan	Kaohsiung	1	1	-
	Mailiao	2	1	-
	Taichung	-	2	-
	소계	3	4	-
Thailand	Maptaphut	3	1	-
	Bangkok	-	1	-
	소계	3	2	-
Vietnam	Godau	1	-	-
Philippines	Subic Bay	-	1	-
Singapore	Singapore	4	9	7
합계		29	41	10



[Fig. 5-1] "A"선박 항해 노선

5.1.2 “B”선박 기항 특성

“B” 선박의 경우 연간 총 5개국, 17개 항만에 기항하였으며 적하 및 하역횟수는 각각 36회, 35회로 나타났다. 국가별 기항항만의 경우 중국과 일본이 각각 5개항으로 가장 많고 이어서 한국과 대만 3회 순이다.

[Table 5-2] “B”선박 기항 특성

국가	항만	적하	양하	병커링
China	Ningbo	-	9	-
	Jiangyin	-	3	-
	Yizheng	-	6	-
	Zhuhai	-	4	-
	Dalian	-	2	-
	소계		24	
Japan	Chiba	17	-	5
	Sakai	4	-	-
	Shimotsu	5	-	-
	Ishikari	-	1	-
	Tokuyama	5	-	-
	소계	31	1	5
Korea	Yeosu	1	-	1
	Onsan	1	-	-
	Daesan	3	-	-
	소계	5	-	1
Taiwan	Taichung	-	7	1
	Taipei	-	1	-
	Kaohsiung	-	2	2
	소계	-	10	3
Hong Kong	Hong Kong	-	-	4
합계		36	35	13



[Fig. 5-2] "B"선박 항해 노선

5.1.3 “C”선박 기항 특성

“C” 선박의 경우 연간 총 4개국, 13개 항만에 기항하였으며 적하 및 하역횟수는 각각 26회 나타났다. 국가별 기항항만의 경우 일본이 6개항, 중국과 한국이 3개항, 대만이 1개 항으로 나타났다.

[Table 5-3] “C”선박 기항 특성

국가	항만	적하	양하	병커링
China	Taixing	-	12	-
	Zhapu	-	8	-
	Lianyungang	-	1	-
	소계		21	
Japan	Sendai	9	-	-
	Oita	2	-	-
	Ichihara	1	-	-
	Chiba	1	-	-
	Kawasaki	4	-	-
	Mizushima	9	-	-
	소계	26	-	-
Korea	Yeosu	-	-	6
	Busan	-	-	-
	Mokpo	-	-	-
	소계	-	-	6
Taiwan	Kaohsiung	-	5	1
합계		26	26	7



[Fig. 5-3] "C"선박 항해 노선

5.1.4 선박별 기항 특성 비교

이들 3척의 선박의 기항 특성은 아래 표와 같이 정리할 수 있다. 선박의 규모가 커질수록(A->B->C) 기항 국가 수가 증가하였다("A" 32, "B" 17, "C" 13). 그러나 적하의 경우 "B" 선박이 가장 횡수가 많고 양하의 경우 선박이 클수록 많이 나타났다. 이것은 부정기선의 불확실한 수요를 반영한다. 따라서 시장 규모에 따라 투입되는 선형이 다르며 적정 선형은 충분한 분량의 수요 특성자료를 기반으로 검토할 필요성이 있음을 의미하는 것으로 볼 수 있다.

[Table 5-4] 선박별 기항 특성 비교

구분		"A"선박	"B"선박	"C"선박	합계
한국	적하	9	5	-	14
	양하	4	-	-	4
	병커링	2	1	6	9
중국	적하	1	-	-	1
	양하	10	24	21	55
	병커링	1	-	-	1
일본	적하	-	31	26	57
	양하	-	1	-	1
	병커링	-	5	-	5
대만	적하	3	-	-	3
	양하	4	10	5	19
	병커링	-	3	1	4
싱가포르	적하	4	-	-	4
	양하	9	-	-	9
	병커링	7	-	-	7
기타	적하	12	-	-	12
	양하	14	-	-	14
	병커링	-	4	-	4
합계	적하	29	36	26	91
	양하	41	35	26	102
	병커링	10	13	7	30

5.2 운항 특성

5.2.1 "A"선박 운항 특성

선박운항 특성은 항차당 항해거리, 항해시간, 항해 속도, 시간당 연료 소비량 등을 대상으로 분석하였다. "A" 선박의 경우 연간 50회의 항해를 하였으며 항차 당 평균 항해거리는 904마일, 평균 항해시간은 4,325분, 평균 분당 속도는 0.26마일, 시간당 연료 소비량은 0.01136MT로 나타났다.

[Table 5-5] "A"선박 운항 특성

항해	거리(NM)	항해시간(m)	속도(NM/m)	시간당 연료소비량(MT/h)
1	1,601	7,780	0.21	0.01198
2	2,218	10,148	0.22	0.01280
3	2,856	14,155	0.20	0.01036
4	674	2,480	0.27	0.01515
5	2,520	11,235	0.22	0.01057
6	952	4,625	0.21	0.00989
7	100	495	0.20	0.01333
8	1,147	6,650	0.17	0.00974
9	621	2,820	0.22	0.01139
10	710	3,425	0.21	0.00858
11	356	1,800	0.20	0.01725
12	1,051	4,755	0.22	0.00917
13	252	2,370	0.11	0.00898
14	62	275	0.23	0.00229
15	62	275	0.23	0.01015
16	1,549	7,515	0.21	0.01132
17	589	2,480	0.24	0.01629
18	14	215	0.07	0.00600
19	513	2,770	0.19	0.00923
20	327	1,585	0.21	0.01091

21	757	3,780	0.20	0.00860
22	55	250	0.22	0.01080
23	1,671	8,370	0.20	0.00888
24	252	1,195	0.21	0.01372
25	833	3,790	0.22	0.01059
26	356	1,650	0.22	0.01244
27	2,931	13,445	0.22	0.01209
28	463	2,065	0.22	0.01441
29	132	550	0.24	0.01258
30	2,520	12,550	0.20	0.00957
31	210	1,170	0.18	0.00676
32	907	3,575	0.25	0.01295
33	1,322	5,520	0.24	0.01224
34	1,604	8,040	0.20	0.01413
35	663	3,670	0.18	0.01936
36	573	1,965	0.29	0.01760
37	2,520	12,005	0.21	0.01079
38	252	5,250	0.05	0.00622
39	2,052	10,450	0.20	0.01055
40	571	2,355	0.24	0.01286
41	100	405	0.25	0.01165
42	1,501	6,730	0.22	0.01043
43	585	995	0.59	0.00938
44	570	215	2.65	0.00758
45	1,230	5,990	0.21	0.01067
46	321	1,175	0.27	0.01117
47	58	180	0.32	0.02811
48	431	1,530	0.28	0.01295
49	1,558	7,980	0.20	0.01194
50	45	1,585	0.03	0.00142
평균	904	4,325	0.26	0.01136

5.2.2 “B”선박 운항 특성

“B” 선박의 경우 연간 66회의 항해를 하였으며 항차 당 평균 항해거리는 968 마일, 평균 항해시간은 4,689분, 평균 분당 속도는 0.22마일, 시간당 연료 소비량은 0.00936MT로 나타났다.

[Table 5-6] “B”선박 운항 특성

항해	거리(NM)	항해시간(m)	속도(NM/m)	시간당 연료소비량(MT/h)
1	913	3,795	0.24	0.00760
2	862	1,605	0.54	0.01090
3	226	900	0.25	0.00739
4	867	4,855	0.18	0.00783
5	1,020	3,615	0.28	0.00842
6	843	3,825	0.22	0.00514
7	1,114	3,990	0.28	0.00763
8	1,065	5,640	0.19	0.00730
9	1,065	4,920	0.22	0.00818
10	1,242	6,275	0.20	0.00772
11	509	6,355	0.08	0.00466
12	1,202	5,895	0.20	0.00687
13	1,177	5,310	0.22	0.00671
14	509	2,280	0.22	0.00760
15	604	3,000	0.20	0.00731
16	1,220	8,310	0.15	0.00603
17	1,605	7,560	0.21	0.00726
18	1,065	5,200	0.20	0.00703
19	463	1,975	0.23	0.00767
20	491	1,780	0.28	0.00798
21	208	1,800	0.12	0.00351
22	805	3,465	0.23	0.00745
23	805	4,050	0.20	0.00769

24	1,065	4,335	0.25	0.00855
25	1,242	6,900	0.18	0.00696
26	984	4,440	0.22	0.00709
27	926	2,505	0.37	0.00729
28	1,184	4,260	0.28	0.00858
29	1,242	6,345	0.20	0.00691
30	1,184	5,910	0.20	0.00719
31	1,242	6,570	0.19	0.00727
32	1,184	5,880	0.20	0.00715
33	1,065	4,170	0.26	0.01022
34	805	4,005	0.20	0.00793
35	913	3,945	0.23	0.00704
36	1,184	4,125	0.29	0.00873
37	1,631	8,345	0.20	0.00718
38	1,200	5,700	0.21	0.00764
39	750	3,495	0.21	0.00676
40	744	4,310	0.17	0.00971
41	1,242	6,565	0.19	0.00673
42	265	1,260	0.21	0.00687
43	1,155	5,550	0.21	0.00641
44	1,172	7,740	0.15	0.00540
45	1,172	5,035	0.23	0.00793
46	1,631	10,030	0.16	0.00664
47	41	240	0.17	0.01604
48	1,605	6,730	0.24	0.00723
49	1,065	5,430	0.20	0.00674
50	1,065	4,635	0.23	0.00787
51	1,361	7,653	0.18	0.13852
52	1,103	5,130	0.22	0.00764
53	926	3,690	0.25	0.00761
54	712	3,495	0.20	0.00497
55	554	3,705	0.15	0.00765
56	1,027	5,600	0.18	0.00696

57	1,631	8,640	0.19	0.00725
58	41	285	0.14	0.00688
59	1,220	5,480	0.22	0.00670
60	604	2,820	0.21	0.00705
61	806	3,690	0.22	0.00697
62	855	3,550	0.24	0.00702
63	1,114	5,385	0.21	0.00718
64	1,242	6,185	0.20	0.00705
65	984	5,685	0.17	0.00506
66	926	3,680	0.25	0.00709
평균	968	4,689	0.22	0.00936

5.2.3 "C"선박 운항 특성

"C" 선박의 경우 연간 60회의 항해를 하였으며 항차 당 평균 항해거리는 701마일, 평균 항해시간은 4,878분, 평균 분당 속도는 0.17마일, 시간당 연료 소비량은 0.00510MT로 나타났다.

[Table 5-7] "C"선박 운항 특성

항해	거리(NM)	항해시간(m)	속도(NM/m)	시간당 연료소비량(MT)
1	343	1,605	0.21	0.00517
2	784	4,970	0.16	0.00382
3	1,132	5,030	0.23	0.00527
4	1,065	5,280	0.20	0.00599
5	493	5,525	0.09	0.00510
6	561	7,655	0.07	0.00893
7	561	8,980	0.06	0.00334
8	221	4,570	0.05	0.00569
9	517	3,720	0.14	0.00285
10	784	3,930	0.20	0.00584
11	725	9,320	0.08	0.00211

12	493	7,120	0.07	0.00391
13	493	6,050	0.08	0.00529
14	400	3,260	0.12	0.00273
15	321	5,390	0.06	0.00508
16	821	7,350	0.11	0.00561
17	821	10,815	0.08	0.00438
18	821	7,340	0.11	0.00568
19	821	7,230	0.11	0.00533
20	561	5,760	0.10	0.00530
21	517	2,000	0.26	0.00255
22	517	7,154	0.07	0.00312
23	517	2,600	0.20	0.00460
24	713	1,830	0.39	0.00875
25	1,132	4,850	0.23	0.00508
26	517	3,240	0.16	0.00520
27	343	1,425	0.24	0.01340
28	725	3,435	0.21	0.00517
29	1,099	5,210	0.21	0.00574
30	1,099	8,920	0.12	0.00355
31	784	3,245	0.24	0.00549
32	517	2,660	0.19	0.00550
33	221	5,015	0.04	0.00542
34	821	7,665	0.11	0.00563
35	995	12,400	0.08	0.00205
36	689	2,650	0.26	0.00543
37	1,142	5,195	0.22	0.00505
38	1,072	5,410	0.20	0.00547
39	1,068	4,865	0.22	0.00504
40	1,068	5,210	0.20	0.00569
41	466	1,970	0.24	0.00534
42	713	3,920	0.18	0.00497
43	1,065	5,155	0.21	0.00566
44	630	3,050	0.21	0.00517
45	689	2,775	0.25	0.00517
46	517	2,640	0.20	0.00436
47	343	1,450	0.24	0.00464
48	1,099	5,455	0.20	0.00563

49	1,099	4,815	0.23	0.00559
50	748	3,560	0.21	0.00545
51	468	1,990	0.24	0.00517
52	286	1,355	0.21	0.00551
53	784	4,505	0.17	0.00399
54	517	2,735	0.19	0.00460
55	343	1,470	0.23	0.00546
56	784	6,685	0.12	0.00261
57	1,132	6,045	0.19	0.00495
58	1,062	5,045	0.21	0.00547
59	493	6,265	0.08	0.00559
60	561	5,945	0.09	0.00564
평균	701	4,878	0.17	0.00510

5.2.4 선박별 운항 특성 비교

이들 3척 선박의 운항 특성을 비교하면 아래 표와 같다. 평균 항해거리는 선박 크기와 연관성이 나타나지 않으며 반면 평균 항해시간은 선박이 커질수록 짧아지는 것으로 나타났다. 평균 항해 속도는 선박이 커질수록 높아지는 뚜렷한 차이를 보이고 있다. 시간당 평균 연료 소비량 역시 속도와 마찬가지로 선박이 커질수록 높아지는 것으로 나타났다.

[Table 5-8] 선박별 운항 특성 비교

구분	"A"선박	"B"선박	"C"선박
평균 항해거리 (NM)	904	968	701
평균 항해시간 (m)	4,325	4,689	4,878
평균 속도 (NM/m)	0.26	0.22	0.17
평균 시간당 연료소비량 (MT)	0.01136	0.00936	0.00510

5.3 화물 특성

화물특성은 항차별 적재 화물 종류 수, 항차당 항해 회수, 총 적재량, 및 평균 적재량, 총 재항시간, 항만별 평균 재항시간 등을 분석하였다. 재항시간은 5.1절의 기항 특성에 해당하기도 하지만 화물 종류 수와 밀접한 연관성이 있기 때문에 본 절에 포함하였다.

5.3.1 "A"선박 화물 특성

"A"선박의 경우 총 18항차를 수행하는 동안 항차 당 평균 2.83종의 화물을 적재하였다. 항차당 평균 항해 수는 3.94회이다. 항차 당 총 적재량의 평균은 10,331MT이며, 항해 당 평균 적재량은 약 3,190MT이다. 항차 당 평균 재항시간은 14,452분이며 항만별 평균 재항시간은 4,188분으로 나타났다.

[Table 5-9] "A"선박 화물 특성

항차	화물 종류수	항해수	총 적재량(MT)	항해당 평균적재량 (MT)	총 재항시간(m)	항만별 평균재항시간 (m)
1	1	4	4,753	1,188.22	8,225	2,056
2	2	3	9,990	3,330.03	18,157	6,052
3	1	2	8,689	4,344.32	6,735	3,367
4	2	2	7,695	3,847.46	11,850	5,925
5	5	7	13,092	1,870.33	21,280	3,040
6	5	8	16,026	2,003.26	27,185	3,398
7	7	7	14,725	2,103.55	28,570	4,081
8	1	2	10,010	5,004.78	8,685	4,342
9	8	5	18,193	3,638.60	17,770	3,554
10	2	3	11,243	3,747.65	13,265	4,421
11	1	2	11,503	5,751.68	5,305	2,652
12	1	2	9,504	4,751.92	9,155	4,577
13	3	6	8,229	1,371.52	17,650	2,941

14	3	4	9,219	2,304.76	14,900	3,725
15	1	3	10,286	3,428.67	14,420	4,806
16	4	6	6,585	1,097.54	8,735	1,455
17	3	4	11,441	2,860.31	17,675	4,418
18	1	1	4,782	4,781.65	10,580	10,580
평균	2.83	3.94	10,331	3,190.35	14,452	4,188

5.3.2 "B"선박 화물 특성

"B"선박의 경우 총 33항차를 수행하는 동안 항차 당 평균 1.03종의 화물을 적재하였다. 항차당 평균 항해 수는 2.51회이다. 항차 당 총 적재량의 평균은 5,096MT이며, 항해 당 평균 적재량은 약 2,459MT이다. 항차 당 평균 재항시간은 6,550분이며 항만별 평균 재항시간은 3,139분으로 나타났다.

[Table 5-10] "B"선박 화물 특성

항차	화물 종류수	항해수	총 적재량(MT)	항해당 평균적재량 (MT)	총 재항시간(m)	항만별 평균재항시 간 (m)
1	1	2	4,754	2,376.90	9,060	4,530.00
2	1	3	4,996	1,665.26	4,190	1,396.67
3	1	2	4,754	2,376.89	5,985	2,992.50
4	1	2	5,993	2,996.55	3,810	1,905.00
5	1	2	4,995	2,497.57	3,115	1,557.50
6	1	2	5,993	2,996.74	19,215	9,607.50
7	1	3	4,761	1,586.91	2,835	945.00
8	1	2	4,988	2,493.91	13,440	6,720.00
9	1	1	4,992	4,992.04	3,285	3,285.00
10	1	3	5,993	1,997.67	5,605	1,868.33
11	2	3	4,775	1,591.60	10,595	3,531.67
12	1	2	4,989	2,494.65	5,445	2,722.50
13	1	2	4,991	2,495.30	4,245	2,122.50
14	1	2	4,746	2,373.16	11,340	5,670.00
15	1	2	4,994	2,496.93	3,015	1,507.50
16	1	2	4,996	2,498.06	5,070	2,535.00

17	1	2	5,995	2,997.27	5,580	2,790.00
18	1	2	4,752	2,375.90	11,550	5,775.00
19	1	2	5,000	2,500.13	4,225	2,112.50
20	1	2	5,000	2,500.13	8,355	4,177.50
21	1	2	4,755	2,377.58	3,210	1,605.00
22	1	2	4,758	2,379.14	5,950	2,975.00
23	1	2	4,755	2,377.54	2,165	1,082.50
24	1	2	5,245	2,622.46	5,615	2,807.50
25	1	3	6,001	2,000.25	4,655	1,551.67
26	1	2	4,990	2,494.75	4,137	2,068.50
27	1	2	4,750	2,374.95	13,620	6,810.00
28	1	2	4,989	2,494.36	2,770	1,385.00
29	1	2	4,992	2,496.14	7,290	3,645.00
30	1	3	5,986	1,995.25	8,980	2,993.33
31	1	2	4,998	2,498.93	8,735	4,367.50
32	1	2	4,748	2,374.06	2,155	1,077.50
33	1	2	4,748	2,373.78	6,910	3,455.00
평균	1.03	2.15	5,096	2,459.48	6,550	3,138.64

5.3.3 "C"선박 화물 특성

"C"선박의 경우 총 27항차를 수행하는 동안 항차 당 평균 1.0종의 화물을 적재하였다. 항차당 평균 항해 수는 2.41회이다. 항차 당 총 적재량의 평균은 1,512MT이며, 항해 당 평균 적재량은 약 681MT이다. 항차 당 평균 재항시간은 8,232분이며 항만별 평균 재항시간은 3,465분으로 나타났다.

[Table 5-11] "C"선박 화물 특성

항차	화물 종류수	항해수	총 적재량(MT)	항해당 평균적재량 (MT)	총 재항시간(m)	항만별 평균재항시간 (m)
1	1	3	1,502	500.69	12,165	4,055.00
2	1	2	1,509	754.26	8,065	4,032.50
3	1	2	1,508	753.84	3,975	1,987.50
4	1	3	1,507	502.28	4,325	1,441.67
5	1	2	1,503	751.68	4,290	2,145.00
6	1	2	1,507	753.62	6,950	3,475.00

7	1	3	1,507	502.49	15,490	5,163.33
8	1	2	1,507	753.71	3,005	1,502.50
9	1	3	1,506	501.85	17,940	5,980.00
10	1	2	1,505	752.32	5,306	2,653.00
11	1	3	1,506	501.99	6,280	2,093.33
12	1	2	1,506	752.97	4,390	2,195.00
13	1	2	1,506	753.15	3,855	1,927.50
14	1	2	1,507	753.46	9,800	4,900.00
15	1	3	1,507	502.18	6,460	2,153.33
16	1	2	1,507	753.26	9,060	4,530.00
17	1	2	1,502	750.92	15,445	7,722.50
18	1	2	1,573	786.74	4,125	2,062.50
19	1	3	1,508	502.83	19,415	6,471.67
20	1	2	1,570	784.86	6,805	3,402.50
21	1	4	1,501	375.18	11,950	2,987.50
22	1	2	1,501	750.70	4,645	2,322.50
23	1	4	1,500	375.06	10,150	2,537.50
24	1	3	1,551	517.03	7,860	2,620.00
25	1	2	1,511	755.35	9,220	4,610.00
26	1	2	1,506	752.89	5,400	2,700.00
27	1	1	1,505	1,505.17	5,880	5,880.00
평균	1.00	2.41	1,512	681.50	8,232	3,464.86

5.3.4 선박별 화물 특성 비교

비교 대상 3종의 선형의 화물 특성을 분석한 결과 선박이 클수록 적재 화물 수가 증가하는 것으로 나타났으며 또한 항차 당 평균 항해 수 역시 증가하는 것으로 나타났다. 평균 적재량과 항해별 평균 적재량도 선박의 크기에 비례하는 것으로 뚜렷한 차이를 보여주고 있다. 평균 재항시간의 경우 최소형 선박인 "C" 선박이 더 규모가 큰 "B" 선박보다 긴 것으로 나타나서 선박 크기와 관련성이 낮은 것으로 해석된다. 항만별 평균 재항시간 역시 평균 재항시간과 유사한 패턴을 나타냈다.

[Table 5-12] 선박별 화물 특성 비교

구분	"A"선박	"B"선박	"C"선박
평균 화물종류수	2.83	1.03	1
평균 항해수	3.94	2.15	2.41
평균 적재량(MT)	10,331	5,096	1,512
항해별 평균 적재량(MT)	3,190.35	2,459.48	681.5
평균 재항시간(m)	14,452	6,550	8,232
항만별 평균 재항시간(m)	4,188.71	3,138.64	3,464.86

주: 선박 비용은 대외비로 비율만 제시함
 자료 : 'A' 선사(2013), 내부자료

5.4 비용 특성

비교분석 대상 선박의 비용은 선원, 선용품, 부품, 수리, L/O, 검사 등의 항목으로 구분하여 분석하였다.

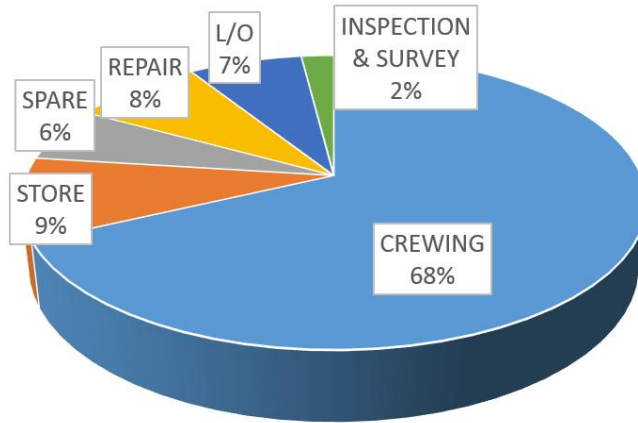
5.4.1 "A"선박 비용 특성

"A" 선박의 경우 총 비용 중 선원비가 68%로 가장 높고 선용품 9%, 수리비 8%순으로 나타났다.

[Table 5-13] "A"선박 비용 특성

구분	총 비용 비율(%)	톤당 비용(\$/ton)
CREWING	68	2.84
STORE	9	7.59
SPARE	6	9.59
REPAIR	8	10.21
L/O	7	7.77
INSPECTION & SURVEY	2	79.64
TOTAL	100	117.64

주: 선박 비용은 대외비로 비율만 제시함
 자료 : 'A' 선사(2013), 내부자료



[Fig. 5-4] "A"선박 비용별 비중

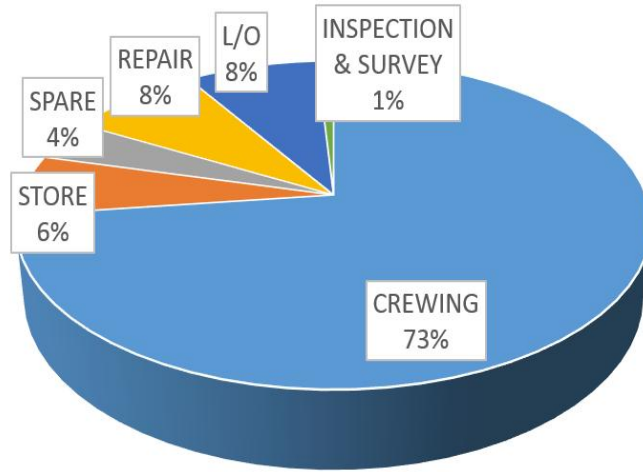
5.4.2 "B"선박 비용 특성

"B" 선박의 경우 역시 총 비용 중 선원비가 73%로 가장 높고 수리 및 L/O 비가 8%, 선용품 6%, 부품 4% 순으로 나타났다.

[Table 5-14] "B"선박 비용 특성

구분	총 비용 비율(%)	톤당 비용(\$/ton)
CREWING	73	2.01
STORE	6	6.43
SPARE	4	14.10
REPAIR	8	9.90
L/O	8	14.33
INSPECTION & SURVEY	1	123.56
TOTAL	100	170.33

주: 선박 비용은 대외비로 비율만 제시함
 자료 : 'A' 선사(2013), 내부자료



[Fig. 5-5] "B"선박 비용별 비중

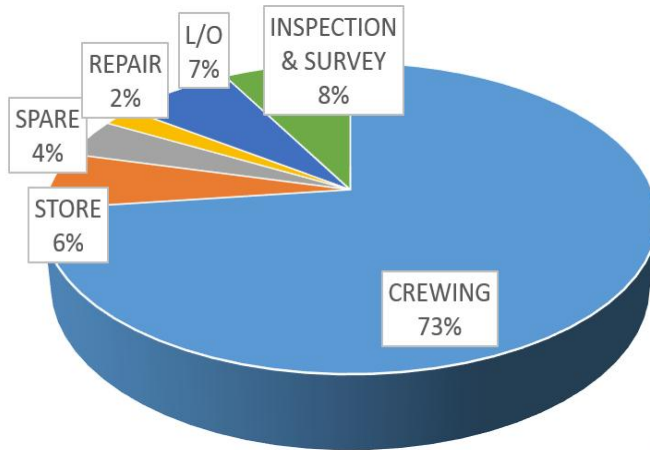
5.4.3 "C"선박 비용 특성

"C" 선박의 경우 역시 총 비용 중 선원비가 73%로 가장 높고 검사비 8%, L/O 7%, 선용품 6% 순으로 나타났다.

[Table 5-15] "C"선박 비용 특성

구분	총 비용 비율(%)	톤당 비용(\$/ton)
CREWING	73	20.69
STORE	6	11.77
SPARE	4	5.61
REPAIR	2	16.07
L/O	7	18.34
INSPECTION & SURVEY	8	200.89
TOTAL	100	273.37

주: 선박 비용은 대외비로 비율만 제시함
 자료 : 'A' 선사(2013), 내부자료



[Fig. 5-6] "C"선박 비용별 비중

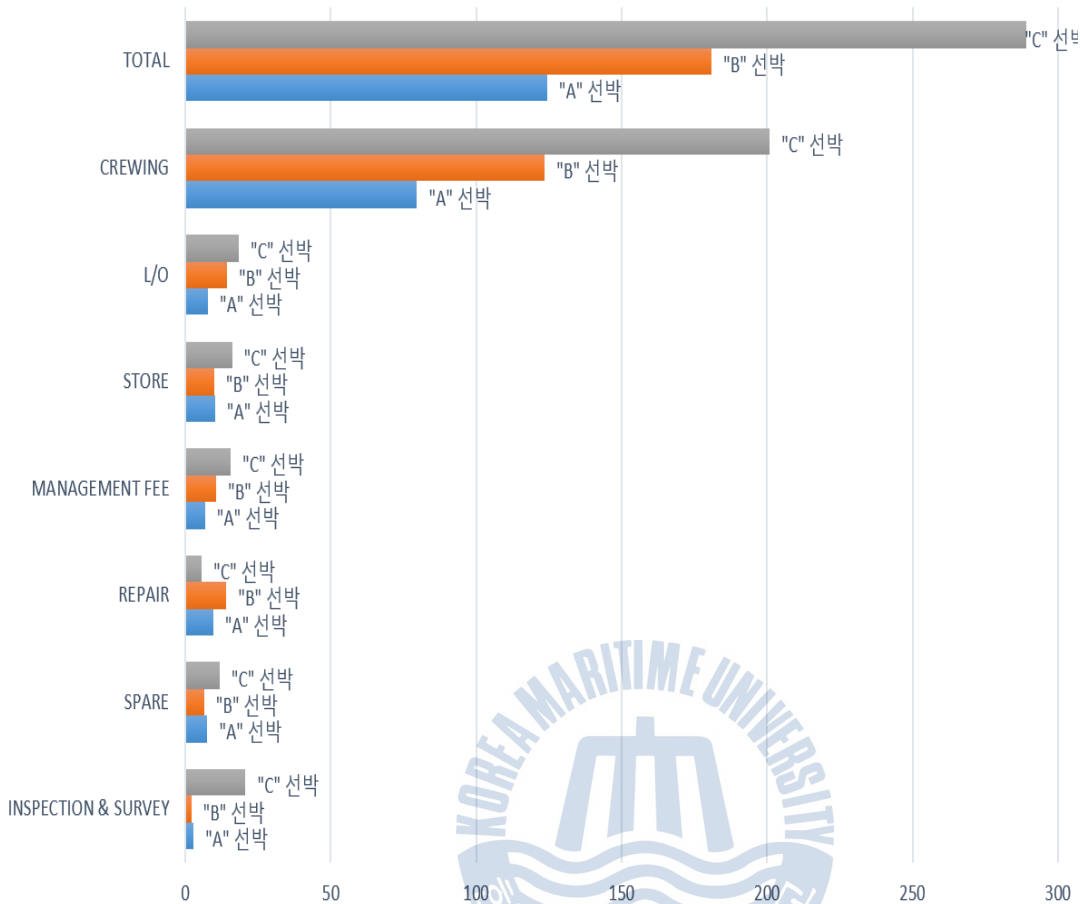
5.4.4 선박별 톤당 비용 비교

선박별 톤당 비용을 살펴보면 선박의 규모가 클수록 규모의 경제가 실현되어 저렴한 비용으로 화물을 운송할 수 있음을 알 수 있다. 총톤수 7,218톤으로 규모가 가장 큰 "A"선박의 경우 톤당 비용이 117.64 달러이고 총톤수 4,160톤인 "B"선박은 170.33달러, 총톤수 3,419톤으로 가장 작은 규모인 "C"선박은 273.37 달러이다.

[Table 5-16] 선박별 톤당 비용 비교

(단위: \$/ton)

구분	"A" 선박	"B" 선박	"C" 선박
INSPECTION & SURVEY	2.84	2.01	20.69
SPARE	7.59	6.43	11.77
REPAIR	9.59	14.10	5.61
STORE	10.21	9.90	16.07
L/O	7.77	14.33	18.34
CREWING	79.64	123.56	200.89
TOTAL	117.64	170.33	273.37



[Fig. 5-7] 선박별 톤당 비용 비교

5.5 적정 선형 시사점

전술한 3.3 케미컬 탱커 시장 메커니즘에서 설명한 바와 같이 케미컬 탱커는, 주로 스팟 시장에서 일회 운송을 요구하는 상이한 고객들로부터 상이한 화물을 운송하는 것이나, 그 시장은 복잡하고 다양하여 단일한 화물을 장기운송계약 형태로 운송하는 등 여러 가지 형태를 띤다.

[Table 5-17] 적정 선형 시사점

구분		"A" 선박	"B" 선박	"C" 선박
기항 특성	적하/년	29회	36회	26회
	양하/년	41회	35회	26회
	기항 항만 수	32	17	13
운항 특성	평균 항해거리(마일)	904	968	701
	평균 항해시간(분)	4,325	4,689	4,878
	평균 속도(마일/분)	0.26	0.22	0.17
	평균 연료소비량(MT/시간)	0.01136	0.00936	0.00510
화물 특성	평균 화물종류 수	2.83	1.03	1
	평균 항해 회수	3.94	2.15	3.41
	평균 적재량(MT)	10,331	5,096	1,512
	항해당 평균 적재량(MT)	3,190	2,459	681
	평균 재항시간(분)	14,452	6,550	8,232
	항만별 평균재항시간(분)	4,188	3,138	3,464
비용 특성	선박 톤당 비용(\$/TON)	117.64	170.33	273.37
	적재화물 톤당 비용(\$/TON)	132	219	696

이와 같은 케미컬 탱커의 선박 운용 측면에서 적정 선형에 대한 시사점을 도출하기 위하여 분석 대상 선박에 대하여 기항특성, 운항 특성, 화물 특성, 비용 특성 등을 세부적으로 분석하였다.

"A" 선박은 앞에서 살펴 본 바와 같이 12,488 DWT에 항해당 평균 적재량은 3,190MT로서, 이는 "B" 선박이 6,576 DWT에 2,459MT보다 절대적 적재량은 크나 선박의 사이즈로 비교하면 아시아 역내 시장에서 선박의 적정규모 선택에서 시사점을 얻을 수 있다.

"C" 선박은 선박 톤당 비용이나 적재화물 톤당 비용 등에서 "A" 및 "B" 선박에 비하며 많은 비용이 드는 것으로 분석되어 이 또한 각 선사들의 신조, 용선, 기존선 구매 등에서 주요 시사점이 될 것으로 보인다.

그러나 선형별로 주요 지표별 차이점을 도출하였음에도 불구하고 적정 선형에 대한 일반적인 시사점을 도출하기에는 한계가 있는 것으로 정리하였다. 이것은 적정선형에 대한 의사결정은 단순히 주요 변수값에 의하여 판단할 문제가 아니라 경영측면에서 고려되어야 할 변수별 가중치가 감안되어야 하기 때문이다. 그러나 본 논문에서 제시된 선형별 특성지표들은 케미컬 탱커 부문의 후속 연구에 좋은 기초가 될 것으로 사료된다.



제 6 장 결론

본 연구는 상대적으로 연구의 관심을 끌지 못하는 케미컬 탱커를 대상으로 하여 선박운영에 있어서 주요 고려 요소인 적재율, 재항시간, 연료소비량 등을 대상으로 실증 분석을 실시하였다. 동남아지역을 시장으로 하는 케미컬 탱커를 규모에 따라 선박 "A"(총톤수 7,218 톤), 선박 "B"(총톤수 4,160 톤), 선박 "C"(총톤수 3,419 톤) 등으로 구분하고 과거 1년간 운항실적 자료를 이용하여 실증 분석에 필요한 자료를 집계하였다.

동시에 문헌 검토를 통하여 케미컬 탱커의 운항 특성을 도출하여 연구의 기초로 삼았다. 주요 특성으로 단일 종류의 화물을 운송하는 원유탱커선에 비하여 케미컬 탱커는 동시에 적재하는 화물의 종류가 많고 당일 항차에서 여러 항만에 기항하는 점을 들 수 있다. 이것은 곧 적재율이 중요하며 또한 재항시간이 길어지는 결과를 가져오기 때문에 케미컬 탱커 운용에 있어서 고려해야 할 중요한 요소로 결정하였다. 지난 수년간 연료비가 상승하고 운임률은 올라가지 않는 상황이 지속되면서 선사들은 연료 소비량을 줄이는 데 관심을 쏟았다. 따라서 본 논문에서는 선형별 연료비 소모 특성을 파악하는 것을 하나의 분석 대상으로 삼았다. 이러한 문헌 검토 결과를 바탕으로 하여 가설을 설정하고 회귀 분석을 통하여 검증하였다.

회귀분석을 실시한 결과 몇 가지 운영상의 특성이 나타났다. 화물 적재율과 관련해서는 화물 종류수와 기항 항만수가 증가할수록 적재율이 높아지는 것으로 나타났다. 선형 측면에서 동일한 조건에서는 선박 "B"(총톤수 4,160 톤)가 선박 "C"(총톤수 3,419 톤) 및 선박 "A"(총톤수 7,218 톤)에 비해 적재율이 높은 것으로 나타났다. 이것은 화물 예약 및 선박 노선계획과 선박 건조 혹은 용선 시 고려할 수 있는 좋은 시사점이 될 수 있을 것이다.

재항시간 분석의 경우 모형 적합도를 나타내는 결정계수가 낮아서 모형이 부적합한 것으로 나타났다. 이것은 재항시간에는 화물 하역시간 외 접안 대기시간, 연료 공급 등 항해 준비에 소요되는 시간이 포함되어 있기 때문으로 사료된다. 향후 연구를 위해서는 재항시간을 하역에 소요되는 순수 재항시간과 기타 시간으로 분리할 필요가 있음을 의미하기도 한다.

항해 속도와 연료소비량은 밀접한 연관성을 가지는 것으로 알려져 있다. 본 논문에서는 그 영향 정도를 수치적으로 파악하기 위하여 로그취환 회귀모형식을 적용하였다. 그 결과 항해 속도의 회귀계수를 통하여 항해속도가 1% 높아지면 연료소비량은 0.257% 높아지는 것으로 파악하였다. 이러한 결과는 향후 이루어질 후속 연구의 비교 대상이 될 수 있어서 실증 연구의 효과성을 높이는 데 기여할 수 있을 것으로 보인다.

마지막으로 선박 운용 측면에서 적정 선형에 대한 시사점을 도출하기 위하여 분석 대상 선박에 대하여 기항특성, 운항특성, 화물특성, 비용특성 등을 세부적으로 분석하여 선형별로 주요 차이점을 다음과 같이 도출하였다. 첫째, 기항특성에서는 선박이 클수록 기항 국가 수가 증가하였으나 적하는 선박 "B"(총톤수 4,160 톤)가 횡수가 많고 양하는 선박이 클수록 많았다. 둘째, 운항특성에서는 평균 항해시간은 선박크기가 클수록 짧게 나타났으나 항해 속도와 연료소비량은 선박이 클수록 높게 나타났다. 셋째, 화물특성에서는 선박이 클수록 적재 화물수가 증가하였으나 항차 당 평균 항해 수는 증가하였다. 그러나 평균 재항시간은 선박이 클수록 짧은 것으로 나타났다. 넷째, 톤당 비용특성은 선박의 규모가 클수록 비용이 적게 들어 규모의 경제가 실현된 것으로 보인다. 따라서 적정선형에 대한 시사점을 다음과 같이 도출할 수 있었다. 즉 선박 "A"(총톤수 7,218 톤)가 톤당 비용특성에서 규모의 경제가 실현된 것을 제외하면 기항특성, 운항특성, 화물특성 등에서 선박 "B"(총톤수 4,160 톤)가 적정규모의 선형임을 알 수 있다. 하지만 이것은 아시아 역내 시장에서 적은 표본 수로 일반적인 시사점을 도출하기에는 한계가 있는 것으로 정리가 된다. 이것은 적정선형에 대한 의사결정은 단순히 주요 변수 값에 의하여 판단할 문제가 아니라 경영측면에서 고려해야 하는 변수별 가중치가 감안되어야 하기 때문이다. 그러나 본 논

문에서 제시된 선형별 특성지표들은 케미컬 탱커 부문의 후속 연구에 좋은 기초가 될 것으로 사료된다.

이상과 같이 본 논문은 케미컬 탱커를 대상으로 선박운용에 있어서 주요 의사결정 문제이기도 한 몇 가지 지표를 대상으로 실증분석을 실시하였다. 학술적으로는 문헌이 극히 빈약한 이 분야의 연구 기반을 다지는 데 다소나마 기여를 한 것으로 평가할 수 있다. 그러나 문헌이 부족한 상황에서 주관적인 판단에 많이 의존하여 연구의 기반을 정리하고 제한된 자료에 기초하여 분석을 수행한 관계로 결과가 기대치에 미치지 못한 측면이 있다. 앞에서 언급한 바와 같이 재항시간 회귀모형의 설명력이 극히 낮은 점이 그 예이다. 또한 적정선형 결정에 있어서 선정된 변수들의 가중치를 고려하지 못한 점도 들 수 있다. 이러한 부족한 점들은 향후 수행될 연구에서 고려되어야 할 점이다.



참고문헌

- 김광태, 유은경, 김서희, 이정욱, 김화중(2010), 「연료비 절감과 CO2 배출 감소를 위한 선박의 운항속도와 연료관리에 관한 연구」, 대한산업공학회 추계학술발표논문집, 2010권, 0호, 『대한산업공학회』, pp.1-4
- 김우진, 신정훈, 장명희(2012), 「전용 피더 서비스 연계를 통한 Grand Alliance 컨테이너 서비스 항로의 운영 개선에 관한 사례 연구 : '극동-북미서안' 컨테이너 서비스 항로를 중심으로」, 한국항해항만학회지, 제36권, 제5호, 『한국항해항만학회』, pp.409-418
- 김태원, 광규석(2005), 「컨테이너선의 총 비용 분석을 통한 노선별 최적선형 도출」, 한국항해항만학회지, 제29권, 제5호, 『한국항해항만학회』, pp.421-429
- 김홍렬, 김부기, 임공수, 김득봉(2013), 「선박 기관의 경제적 운전 에 관한 연구 - 실습선 새누리호를 중심으로」, 해양환경안전학회지, 제19권, 제1호, 『한국해양안전학회』, pp.52-58
- 김화중, 김재곤(2011), 「온실가스배출 규제를 고려한 경제적 선박 운항속도 및 운행대수 결정」, 산업경영시스템학회지, 34(2), 『한국산업경영시스템학회』, pp.49-59
- 권오한(2005), 「케미컬 탱커의 운항실태 분석을 통한 개선방안의 제시」, 한국해양대학교 대학원 석사학위 논문
- 남기찬, 이재현(2002), 「초대형 컨테이너 선박에 대한 이론적인 고찰」, 한국항해항만학회지, 26(4), 『한국항해항만학회』, pp.455-463
- 남언욱, 안영모, 남기찬(2014), 「케미컬 탱커 운영 특성 분석」, 해운물류연구, 83권, 『한국해운물류학회』, pp.741-759
- 박용안, 최기영(2009), 「컨테이너 연안운송의 비용구조와 경제적 제약 분석」, 한국항만경제학회지, 25(3), 『한국항만경제학회』, pp.321-338

- 정재순(2014), 운항선의 에너지 절감 효과성에 관한 연구, 한국해양대학교 해사산업대학원 석사 학위 논문
- 한국수출입은행(2012), 그린쉽 - 조선산업의 새로운 도전과 기회 -, 2012.11
- 한국해양수산개발원(2008), 세계 케미컬 탱커 시장의 최근 동향과 전망
- 최중희(2008), 세계 케미컬 탱커 시장의 최근 동향과 전망, KMI
- BLT Chembulk Group(2011), The Role of the Chemical Tanker in Everyday Life, CMA Luncheon, Stamford, CT, January 27, 2011
- Borkowski, Tadeusz, Lech Kasyk, Przemyslaw Kowalak(2011), "Assessment of Ship's Engine Effective Power Fuel Consumption and Emission Using the Vessel Speed", Journal of KONES Powertrain and Transport, Vol.18, No.2, pp.31-39.
- David A. Schrady, Gordon K. Smyth, Robert B. Vassin(1996), "Predicting Ship Fuel Consumption", Naval Postgraduate School, Monterey, California.
- Drewery Shipping Consultants(2009), Seaborne Chemical Trades and Vessel Demnad.
- Hammer, Hilde(2013), "The Chemical Tanker Market", Master Thesis, Norwegian School of Economics.
- Rex, Christopher, Brian Thorsen, Kenneth Liere Rasmussen, Stinus Nielsen, and Kristine Marie Thogersen(2012), Shipping Market Review: Oktober 2012. Danmarks Skibskredit.
- SPI Marine(2013), Chemical Tanker Market Analysis, A Presentation for IPTA.
- Stopford, Martin(1988), Maritime Economics, London: Routledge.
- Walderhaug and Hammer(2007). Them Chemical Tanker Market. Internal Rapport Unpublished, Bergen: Odfjell Seacam