

실물옵션을 활용한 중고선박 가치평가연구

이정우* · 장철호** · 최정석***

A Study on The Investment of The Secondhand BulkShip Using Real Option Model

Lee Chong-Woo · Jang Chul-Ho · Choi Jung-Suk

Abstract

Shipping companies earn profits through cargo transportation, and therefore, investment decisions to purchase ships are more important than anything else. Nevertheless, the cash flow discount method was mainly used in the economic analysis method, which assumes that all situations are static. This study shows that the real option model is useful in the economic analysis of ship investment. This economic analysis took into account the irreversibility of investment and uncertainty of benefits.

In particular, this study used a binary option price determination model among real options. In addition, the simulation was conducted using actual investment data of A shipping company. As a result of the analysis, the investment value of used ships according to the net present value method was analyzed as negative (-), but the investment value in the real option model reflecting the flexibility of decision-making was evaluated as having positive (+) economic feasibility. It was analyzed that economic feasibility is affected by profit volatility and discount rate. Therefore, this study is expected to help shipping companies make more flexible decisions by using the real option model along with the existing net present value method when making ship investment decisions.

Key words: Shipping Industry, Ship investment, Real Option, DCF, Volatility

▷ 논문접수: 2022. 05. 12. ▷ 심사완료: 2022. 06. 29. ▷ 게재확정: 2022. 06. 29.

* 목포해양대학교 해상운송시스템학과 박사과정, 제1저자, topbridge@hanmail.net

** 한국인터넷진흥원 혁신전략단 ESG추진팀 팀장, 공동저자, jchulho@kisa.or.kr

*** 목포해양대학교 해상운송학부 교수, 교신저자, jschoi@mmu.ac.kr

I. 서론

해운업은 해상에서 선박을 이용하여 여객이나 화물을 운송하고 그 대가로 운임을 받거나 이에 부대하는 사업으로 해운사는 이 산업의 기본 매개체인 선박을 적기에 가장 낮은 비용으로 확보하는 것이 가장 큰 과제이다.

최근 해운사의 영업 수익과 직결되는 BDI(Baltic Dry Index) 운임지수¹⁾가 2021년 초 1,200대에서 10월 5,560까지 연초 대비 4배까지 상승한 후 불과 2개월 만에 다시 2,200대로 떨어져 최고점 대비 60% 넘게 하락하는 등 해운시장의 미래 불확실성이 증가하고 있다. 이와 같은 해운 시장에서 해운사의 영업에 근간이 되는 선박 확보를 위한 투자 의사 결정은 자산가치의 하락과 운항 손실로 인한 경영손실로 이어질 수 있으며 더 나아가 해운사 자체의 생존마저 위협할 수 있다.

따라서 본 연구는 해운시장의 미래 불확실성(uncertainty)과 대규모 선박 투자의 비가역성(irreversibility)을 반영하여 해운사 입장에서 선순환적인 의사결정을 할 수 있는 선박 투자의 경제성 분석 모형을 제시하고자 한다. 선박 확보는 크게 신조 선박을 발주하거나 다른 선주의 선박을 일정 기간 임차하는 용선(chartering)²⁾, 그리고 중고선박 구입 등이 있으나 본 연구는 중고선박을 구입하는 경우를 가정한다. 국내 해운사는 발주 후 인수까지 최소 2년 이상이 소요되는 신조 선박과 달리 투자 결정에 따라 바로 시장 투입이 가능하고 진입장벽이 낮아 중고선박을 구입하는 방법을 주로 선호하기 때문이다.

또한 투자 의사 결정의 가치는 전통적인 분석방식인 현금흐름할인법(Discounted Cash Flow)과 미래 불확실성이 높은 환경에서 유연한 의사결정이 가능한 이항옵션가격모형을 활용하여 실제 A 해운사에서 투자를 고려 중인 사업의 데이터로 시뮬레이션하고, 그 결과를 비교 분석한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제II장에서 중고선박에 대한 투자 동향 및 기존 선행연구를 검토하며, 제III장에서 분석에 사용된 모형을 제시하도록 한다. 그리고 제IV장에서는 구체적인 데이터를 활용한 실증분석 시뮬레이션 결과를 제시하고 모형의 민감도를 제시한다. 마지막으로 제V장에서는 결론을 제시한다.

II. 중고선박 투자 동향 및 선행연구

1. 투자 동향

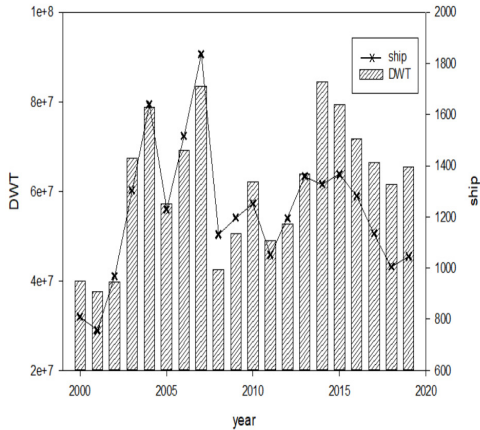
세계 중고선박의 거래는 2003년 중국의 성장과 맞물려 크게 증가하였으며, 2007년 최고치인 1,837건 8,350만 DWT를 달성했다. 그러나 2008년 리먼 브러더스의 파산으로 시작된 미국발 금융위기를 기점으로 낮은 수준을 기록하다 2013년 이후 급등락을 반복하고 있다.

중고선박의 구매는 2007년 기준 그리스 469척, 중국 126척, 한국 115척으로 세계 3위를 기록하였으며, 이는 노르웨이 106척, 독일 92척보다 큰 규모이다.

1) 영국 발틱 해운 거래소가 발표하고 있는 건화물 종합 운임 지수로 세계 해운업계의 경기상황을 나타내는 대표적인 지수이다. 85년 1월 4일 운임 수준을 기준(1,000)으로 석탄, 광석, 곡물 등 포장 없이 벌크선으로 운송하는 화물에 대한 운임을 선박 유형별 화물운임과 선박 임차료 등을 종합하여 산출한다.

2) 용선은 배를 빌리는 일련의 행동을 말하며, 일정 기간 배를 빌리는 기간 용선과 화물운송을 의뢰하는 항해용선이 있으나, 본 연구에서는 기간 용선을 의미한다.

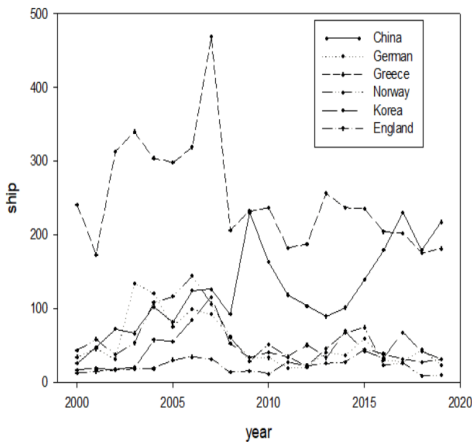
그림 1. 세계 중고선 거래 현황



자료 : KMI, 해운기업의 선박 투자 행태 분석과 대응 방안 (2017, p.57) 재인용

국가별 중고선박 거래량을 상대적으로 비교하기 위해 국가별 총 선대 대비 중고선박 거래 규모 비중을 살펴보면 그리스 15.4%, 한국 11.9%로 세계 2위를 기록하고 있다. 따라서 우리나라는 전체 보유 선박 대비 중고선박의 거래 비중이 커 해운사의 중고선박 선호 경향을 확인할 수 있다.

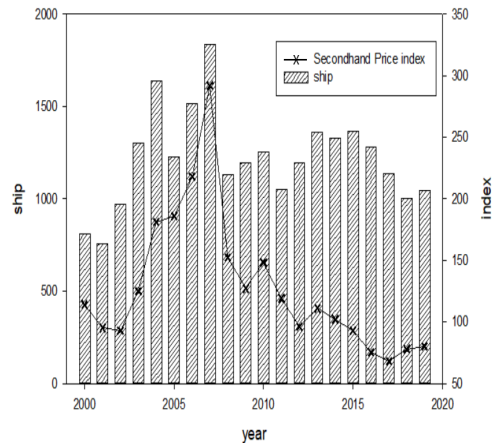
그림 2. 주요 국가별 중고선 거래 현황



자료 : KMI, 해운기업의 선박 투자 행태 분석과 대응 방안 (2017, p.58) 재인용

다음으로 중고선박 가격 추이를 살펴보면 Clarkson Secondhand Price Index는 2002년 이후 상승 추세를 보인다 2007년 고점을 거친 후 최근까지 지속적인 내림세를 보이고 있다. 세계 중고선박 거래량 역시 2007년까지 크게 증가하였으나, 2008년 급격히 감소했다가 크게 증감이 없는 추세를 보이고 있다. 이는 세계 해운사가 2007년까지 추종 매매를 하다가 2008년 글로벌 금융위기 이후 급격히 거래를 줄인 것으로 판단되며, 이에 따라 중고선박의 가격과 거래량이 동조적으로 움직이고 있음을 확인할 수 있다.

그림 3. 세계 중고선 거래와 중고선가 현황



자료 : KMI, 해운기업의 선박 투자 행태 분석과 대응 방안 (2017, p.59) 재인용

2. 선행연구

실물옵션은 국내에서 2000년 초부터 연구가 시작되었다. 초창기 실물옵션이 경제성 평가에 있어 비중있게 활용되지는 못하였으나 시간이 지남에 따라 부동산, 건설, 발전소 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.

본 연구와 동일하게 선박 투자에 대한 실물옵션을 적용한 선행연구로 Bendall et al.(2007)은 신조선 투자와 용선 간 포트폴리오에 관한 연구를 진행하였으

며, Kim et al.(2009)은 이항옵션가격모형을 활용하여 선박 투자가치를 평가하였고, 실물옵션 모형을 경제성 분석에 적용함으로써 변화하는 상황에 유연한 대처가 가능함을 확인하였다. 다음으로 Jinbo et al.(2019)은 해운 시황에 따라 지연 옵션 또는 포기 옵션을 고려하면 순현재가치법에 따른 경제성 분석 결과와 비교할 때 실물옵션 모형이 객관적 타당성이 있음을 확인하였다.

다음으로 항만 투자에 대한 실물옵션을 적용한 선행연구로 황두건·이기환(2007)은 인천국제여객터미널의 가치를 평가하였으며, 실물옵션을 활용한 경제성과 현금흐름할인법을 활용한 경제성 모두 음(-)의 값으로 사업 불가로 분석되었다. 김명희·이기환(2012)은 부산신항 항만배후단지 개발 타당성을 분석하였으며, 옵션가치 평가를 블랙-숄즈, 이항 격자, 몬테카를로 시뮬레이션 모형을 활용하였다. 세 가지 모형을 활용한 경제성 분석 결과, 근소한 차이로 모형 상 큰 차별성이 없는 것을 확인하였다.

해운 이외 다른 분야에서 사업의 경제성을 분석한 선행연구는 다음과 같다. 김경석(2014)은 20년간 운영되는 새만금 수상 태양광 프로젝트를 대상으로 경제성 분석을 진행하였으며, 분석 결과 순현재가치법에 따른 경제성 분석은 음(-)의 결과로 투자 부적격이나, 외부환경에 따른 각종 변화에 대해 유연한 옵션가치를 고려하면 태양광 프로젝트의 수익성이 있는 것으로 분석되었다. 이재철·정성훈(2012)은 호텔 기업을 대상으로 기업가치를 분석하였으며, 부채비율이 낮은 한 기업을 제외하고 호텔 관광사업의 특징인 변동성과 높은 부채비율로 인해 실물옵션 모형이 현금흐름할인법에 비해 우수한 것으로 평가되었다. 건설 및 토목 관련 분야에서는 강동진·송병록·노정현(2012)은 도로 사업의 경제성을 분석하였으며 순현재가치법에 따라 -973억 원으로 그 사업실행 자체가 불가능한 것으로 평가되었으나, 축소, 중단, 연기 등 옵션을 고려하면 98억 원의 수익이 발생하는 것으로 평가되었으며, 박도영·정성훈·손영진·김

주형·김재준(2010)은 이항옵션가격모형을 기본으로 연기 옵션을 고려한 최적의 투자 시점을 제안하였다.

표 1. 실물옵션 모형을 활용한 선행연구

연구자	연구대상
Bendall et al.(2007)	신조 선박과 옵션
Kim et al.(2009)	선박 투자
JINBO et al.(2019)	선박 투자
황두건·이기환(2007)	인천국제여객터미널
김명희·이기환(2012)	부산신항 배후단지
김경석(2014)	수상 태양광 프로젝트
이재철·정성훈(2012)	호텔기업
강동진의(2012)	광주 순환 고속도로
박도영의(2010)	여의도권역 오피스텔

본 연구는 선행연구에서 진행한 경제성 분석을 기초로 하여 해운업에서 현재 가장 수요가 많은 캄사르막스(Kasarmax)급 벌크선³⁾의 중고시장과 BDI 운임지수의 변동 상황을 고려하여, 현금흐름할인법과 실물옵션 중 이항옵션가격모형을 이용한 중고선박의 투자가치를 비교·분석하고 그 결과를 제시한다.

3) 전 세계적으로 포장을 하지 않고 화물 그대로 적재, 운송하는 산적화물 운송의 대부분은 케이프(Cape)급, 파나마스(Pana max)급, 핸디막스(Handy max)급 세 종류의 선박이 맡고 있다. 최근 파나마스 벌크선(Panamax bulk Carrier)은 세계적인 경쟁 압력으로 추가 여분의 화물을 운송할 수 있도록 재화용적(cargo capacity)을 지속해서 늘리고 있으며, 파나마스 벌크선 중에 더 크고 특별하게 건조된 선박을 캄사르막스 벌크선(Kasarmax bulk Carrier)이라 한다. 캄사르막스 벌크선은 서아프리카의 캄사르 항구에 최적화된 선형으로 통상적으로 82,000DWT 사이즈의 선박을 지칭한다.

III. 연구모형

지금까지 중고선박 투자 경제성 분석의 가장 기본적인 모형은 현재 시점의 현금흐름만을 고려한 현금흐름할인법이 일반적이었다. 현금흐름할인법은 투자에 따른 기대 편익과 비용의 차이를 현재 기준으로 비교하여 그 결과가 정(+)의 현금흐름으로 기대되면 투자를 결정하고, 부(-)의 현금흐름으로 기대되면 투자를 포기하게 된다. 이와 같은 현금흐름할인법은 비교적 간단하고 명확하게 사업 투자에 따른 경제적 효과를 판단할 수 있다는 점에서 신규사업의 타당성 분석에 널리 활용되고 있다. 다만, 현금흐름할인법은 미래 불확실성이 지속해서 증가하는 상황에서 유연하게 대처할 수 없다는 단점이 있으며, 특히 선박 투자와 같이 의사결정에 따른 대규모 매몰비용(sunk cost)이 발생하는 비가역적 사업에서는 한계가 있다.

1. 실물옵션

실물옵션을 이용한 중고선박 투자의 경제성 분석 모형은 기존의 현금흐름할인법에 따른 사업의 미래 발생 가능 수익과 비용뿐만 아니라 해당 사업의 투자 여부에 대한 의사 결정권의 가치도 포함한다. 즉, 의사결정권자의 투자 여부에 대한 의사 결정권을 하나의 경제적 가치로 고려하게 된다. 투자에 대한 불확실성이 높아질수록 사업 수익성을 제고 할 기회가 증가하고, 사업 기간이 장기일수록 투자의 옵션가치가 증가하여 현재 시점을 기준으로 투자사업에 대해 예상하지 못한 상황도 선택의 기회로 반영할 수 있어 효과적인 의사결정이 가능하다.

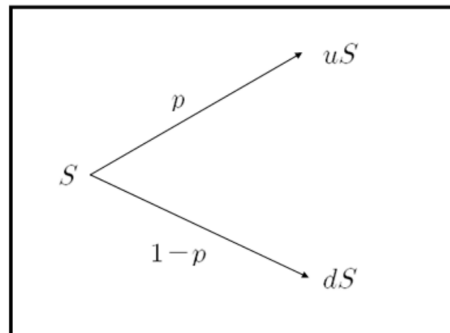
실물옵션 모형을 활용한 분석모형은 블랙-숄즈 모형(Black-Scholes Model), 몬테카를로 모형(Monte Carlo Simulation) 등 다양하나, 본 연구는 Cox, Ross and Rubinstein(1979)의 이항옵션가격모형(Binomial Option Pricing Model)을 활용한다.

중고선박에 투자하는 해운사의 경우 대부분 상장

법인으로 비록 단기 재무제표를 작성하나 자산가치 평가는 1년 1회 이루어진다는 점을 고려하여 중고선박 투자에 대한 가치 역시 1년을 주기로 가격이 변화하며, 이에 따른 옵션가치 변화도 이산적으로 산정된다. 이항옵션가격모형은 이산적 옵션가치의 변화에 따라 사업 투자의 가치를 재평가하게 된다.

본 연구의 대상인 중고선박에 대한 현재 시점에서의 기간당 편익을 S 라고 가정하며, 이때 중고선박의 가치는 1기간 후 가치 상승에 따라 uS 로 상승하거나 가치하락에 따라 dS 로 하락한다고 가정한다.⁴⁾ 또한 uS 로 상승하거나 dS 로 하락할 확률은 각각 P 와 $(1-P)$ 로 가정한다. 이러한 과정을 이항 트리(binomial tree)라고 부르며 그림으로 나타내면 다음과 같다.

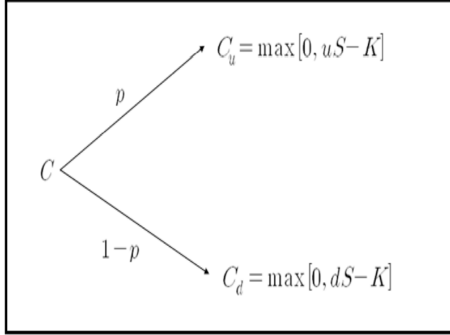
그림 4. 중고선박의 가치변동



중고선박의 투자 비용을 K , 잔존 만기가 1기간 남은 옵션의 가치를 C 라고 가정하면 1기간 후 중고선박 투자의 현재가치가 uS 로 상승한 경우 투자 옵션의 가치는 C_u 가 되며, dS 로 하락한 경우 투자 옵션의 가치는 C_d 가 된다. C_u 와 C_d 는 다음 그림 5와 같다.

4) 앞서 설명한 바와 같이 1기간은 해운사의 자산 재평가 기간인 1년으로 산정한다. 1 기간 후 편익 가치 상승 계수 u 는 $u > 1$ 이며, 편익의 가치하락 계수 d 는 $d < 1$ 로 가정한다.

그림 5. 중고선박 투자 옵션 가치 산정



이 같은 이항 트리 과정으로 수익 측면에서 손익 확대 포지션으로 옵션가치를 산정할 수 있다. 이때 투자비 중 일부 B 을 해운업에 대한 보조금 사업 자본을 활용한 무위험 투자로 진행한다고 가정하며, 이때 무위험 이자율을 r 로 표시하면 1기간 후 이 투자 사업의 가치는 다음 식(1)과 같다.

$$\Delta S_0 + B \begin{cases} \Delta(1+u)S_0 + (1+r)B \\ \Delta(1+d)S_0 + (1+r)B \end{cases} \quad (\text{식 1})$$

이때 (식 1)은 $\Delta \geq 0, B \leq 0, \Delta S_0 \geq |B|$ 를 가정한다. 이때 사업 가치와 옵션이 동일 가치를 가지기 위해서 옵션 만료 시점에 산정된 사업 가치와 옵션가치는 일치해야 하며, 투자 비용의 구성을 위해 Δ 와 B 은 다음과 같이 가정한다.

$$\begin{aligned} \Delta &= \frac{C_u - C_d}{(u-d)S_0}, \\ B &= \frac{(1+u)C_d - (1+d)C_u}{(u-d)(1+r)} \quad (\text{식 2}) \end{aligned}$$

이제 사업 가치와 투자에 따른 옵션의 가치가 균등·균형을 이루기 위해서는 위에서 가정된 변수를 활용하여 (식 3)과 같이 정리된다.

$$\begin{aligned} C &= \frac{C_u - C_d}{(u-d)S_0} S_0 + \frac{(1+u)C_d - (1+d)C_u}{(u-d)(1+r)} \\ &= \left[\left(\frac{r-d}{u-d} \right) C_u + \left(\frac{u-r}{u-d} \right) C_d \right] / (1+r) \quad (\text{식 3}) \end{aligned}$$

식을 간단히 정리하기 위해 $\frac{r-d}{u-d} = p$, $\frac{u-r}{u-d} = (1-p)$ 로 치환하면, (식 4)와 같이 정리된다.

$$C = [pC_u + (1-p)C_d] / (1+r) \quad (\text{식 4})$$

이제 이렇게 계산된 1기간 투자 옵션가치를 투자 기간 전체로 일반화하기 위해 n 기간으로 확대하고 옵션가치가 0인 경우를 제외하면 (식 5)와 같이 정리된다.

$$\begin{aligned} C &= \frac{\sum_n C_j p^j (1-p)^{n-j}}{(1+r)^n} \\ &\times [(1+u)^j (1+d)^{n-j} S_0 - K] \quad (\text{식 5}) \end{aligned}$$

(식 5)에서 $(1+u)^j (1+d)^{n-j} S_0$ 는 j 번째 선박의 순현재가치가 상승한 후 옵션 종료 시점에 도달하는 가치를 의미하며, $(1+u)^j (1+d)^{n-j} S_0 - K$ 는 그 시점의 투자 옵션가치를 나타낸다.

IV. 실증분석

본 연구는 A해운사에서 투자를 고려 중인 캄보디아 최대급 벌크선의 실제 데이터를 기준으로 시뮬레이션하였다. 본 연구에서 제시한 선박 투자의 분석모형은 실물옵션을 활용한 경제성 분석의 일반적인 모형

으로 선박별 투자 특성을 고려하여 각 사업에 활용할 수 있다.

1. 기초자료

1) 사업 대상

A 해운사는 코로나19 이후 세계 경제의 회복과 함께 폭발적으로 늘어나는 해운 물동량과 이에 따른 해운 운임 상승에 대응하기 위해 중고선박 매입을 통해 선복량을 늘릴 계획이다. 이에 2018년 일본 B조선소에서 건조 후 C해운사에 인도되어 활동 중인 82,000DWT의 캄사르막스급 중고벌크선을 매입 대상으로 검토 중이다.

2) 비용

선박 운영 방식은 해운사가 선박매입 후 직접 화물을 수행하거나, 시장 내에서 또 다른 선박 수요자에게 선박을 대선(time charterer out)을 하는 두 방식으로 나누어진다. 선박을 직접 운영하는 것은 연료비, 항비, 추가보험료, 운하 통과비 등 추가 비용이 들어가며, 정확한 숫자를 산정하려면 실제 화물 수행을 통해서만 확인할 수 있다. 그러나 선박 대선은 벌크선 시황에 따라 용선료가 정해지고, 시장의 움직임에 따라 객관적으로 투영된다. 이에 본 연구에서는 중고선박 구입 후 직접 운영하는 방식이 아닌 타 해운사에 대선하는 방식으로 A해운사의 중고선박 운영 비용을 산정하였다. 비용은 크게 초기 선박 투자 비용과 연간 운항비용으로 구성된다. 초기 선박 투자 비용은 선박을 매입하는데 필요한 투자 자본으로 Clarkson Research과 Arrow의 S&P 시장 Report를 이용하여 2021년 4월 성사된 계약 사례를 활용하여 3,200만 달러로 산정하였다. 운항비용은 해운사에서 일반적으로 사용되는 방식인 하이어베이스(hire base)⁵⁾를 기준으로 계산하였다. 운항비용은 다시 크

게 직접 선비와 간접 선비로 구분되는데 직접 선비에는 선원비, 유지보수비, 유회유비, 선박검사비, 선용품비 등 기타비용으로 구성되며, 간접 선비는 보험료, 선박 고정자산세, 지급이자 등으로 구성된다. 그리고 연간 선박 가동 일수는 해운업에서 통상적으로 산정하는 휴향(off hire) 기간 5일을 고려하여 360일로 가정하였으며, 선박에 대해 의무적으로 시행되는 중간·정기 검사(dry dock)가 있는 해에는 추가로 5일을 제외하였다. 따라서 선박 운영 비용은 1일 단위 7,000달러로 산출되었으며, 1년으로 환산하면 약 252만 달러가 소요될 것으로 예상되었다.

3) 편익

본 연구에서는 선박매입 후 다시 대선하는 경우를 가정하였으므로 선박 투자의 편익은 대선에 따른 대가이다. 따라서 선박 투자의 기간 당 총 편익은 연간 운항일 수(N) × 용선료로 정의되며, 기간당 총 편익은 아래 식(6)과 같이 기하학적 브라운니안 운동(Geometric Brownian Motion)의 확률과정을 따른다고 가정한다.

$$dP = \alpha P dt + \sigma P dw, \quad E(dw) = 0, \\ \text{Var}(dw) = dt \quad (\text{식 } 6)$$

여기서 α 는 용선료의 조정계수를 의미하며, σ 는 변동계수(volatility parameter)를 의미한다. 그리고 dw 는 $E(dw) = 0, \text{Var}(dw) = dt$ 인 표준 위너 과정(wiener process)을 따른다고 가정한다.

실물옵션에 따른 경제성 분석을 위해서는 변동계수인 σ 의 추정이 가장 중요한 요소 중 하나이며, 이를 통해 선박 투자의 편익 변동성을 추정한다. 즉, 본 연구에서 선박 투자의 편익 중 연간 운항일 수는 고정값이므로 용선료의 변동이 바로 선박 투자 편익의 변동성과 같다. 용선료의 변동성을 추정하기 위해 비용과 동일하게 Clarkson Research와 Arrow의 S&P 시장 Report의 2016년부터 2021년 8월까지 주간 자

5) 선박을 향해 여부와 관계없이 언제든지 운항시킬 수 있도록 유지하는 데 필요로 하는 1일당 선박 유지비용으로 연간 총비용을 그 선박의 연간 가동 일수로 산출한다.

료를 활용하였으며 dP 를 $\ln(p_t) - \ln(p_{t-1})$, 시차를 1주 단위로 설정하였다. 추정 결과, 용선료의 연간 변동성은 0.4691로 분석되었다.

4) 사업 기간 및 분석 기간

A해운사는 국내 해운업의 통상적인 선박 운영현황을 고려하여 선박매입 후 향후 10년간 운영을 계획하고 있으며, 10년 이후에는 선박을 재매각할 예정이다.⁶⁾ 시간 변동구간(dT)은 1년으로 산정하였으며, 옵션 만기는 선박의 내구성이 지남에 따라 추가 보수비용이 투입되기 전인 5년으로 가정하였다. 선박 투자는 선박 도입 후 안정적인 운영과 이에 따른 마진 확대까지 초기 5년이 가장 중요하기 때문이다.

5) 할인율

사업의 경제성 분석에 있어 다른 중요한 요인 중 하나는 할인율이다. 본 연구에서는 선박 투자의 할인율 산정을 위해 가중평균자본비용(이하 WACC)을 이용하였다. 이를 위해 자기자본 할인율과 타인자본 할인율을 가중평균하여 사업기준의 명목 할인율을 산정하였으며, 계산의 단순화를 위해 기본적인 사항만 고려하였다. 베타는 2011년부터 2020년까지 해운산업의 연평균 베타를 활용하였으며, 무위험 이자율은 같은 기간 국고채 3년물 월평균 시장금리를 사용하였다. 시장위험 프리미엄은 예비타당성조사 수행 총괄 지침의 사회적 할인율인 4.5%를 적용하였다. 그리고 타인자본 금리는 무보증 BBB 회사채 월평균 금리를 사용하였다. WACC는 레버리지 가정에 따라 5.7% ~ 6.3%로 산정되었으며, 본 연구에서는 6.0%를 적용하였다.

6) 중고선가는 세계 경기와 해운 상황에 따라 영향을 받으나, 선령에 따른 중고선가의 변동 추이 및 경제성 등을 고려할 때 국내에서는 신조 후 5년이 지난 선박 즉, 5년 선령의 선박이 가장 많이 도입되고 있으며, 이후 자산가치가 큰 폭으로 하락하는 15년 선령에 매각하는 경우가 일반적이다.

2. 분석 결과

본 연구는 기초자료를 활용해서 중고선박 투자의 경제성 분석을 진행하였다. 옵션은 약정기간의 만기에 권리를 행사할 수 있는 유틸리티 옵션(European option)을 가정하였으며, 옵션가치는 Cox, Ross and Rubinstein(1979)의 이항옵션가격모형을 활용하였다. 따라서 가치 상승의 경우 $u = e^{\sigma\sqrt{dt}}$, 가치하락의 경우 $d = e^{-\sigma\sqrt{dt}} = 1/u$ 로 산출되며, 이때 사업가치가 상승할 확률(P)은 $\frac{e^{rdt} - d}{u - d}$ 로 계산되며, 가치가 하락할 확률은 $1 - P$ 로 계산된다. 연간 변동성과 할인율을 전제로 $u = 1.2510$, $d = 0.7994$ 로 추정되었으며, 이를 활용하여 가치상승확률 $P = 0.7742$, 가치하락확률 $(1 - P) = 0.2258$ 로 분석되었다.

1) 현금흐름할인법 추정 결과

실물옵션을 활용한 선박 투자에 대한 경제성 분석 결과를 살펴보기 전에 선박 투자에 대한 전통적인 방법인 현금흐름할인법에 따른 결과를 간략하게 정리한다. 본 연구의 대상인 중고선박 도입 후 10년간 용선 사업을 운영하고, 이후 해당 선박을 중국 또는 동남아 등에 재판매⁷⁾ 하는 경우를 가정한 순현재가치는 다음 <표 2>와 같다. 도출된 순현재가치는 선박 도입 후 용선 사업에 따른 수익과 재판매에 따른 수익까지를 포함한다.

7) 10년 후 재판매가격은 판매 당시의 해운 경기 상황에 따라 결정될 것이나, 선박의 감가상각 및 2021년 4월 동급, 동령 선박의 시장가격 그리고 일반적인 해운업 실무 관행에 따라 현재 선박 매입금액(3,200만 달러)의 50%인 1,600만 달러로 산정하였다.

표 2. 순현재가치 결과

(단위 : US달러)

구 분	값
현재가치	약 30,545,245
사업 투자비	약 32,000,000
순현재가치	△1,454,755
편익-비용 비율	0.97
내부수익률	△0.56%

현금흐름할인법에 따른 사업의 순현재가치는 약 145만 달러로 평가되었으며, 편익-비용 비율은 0.97로 평가되었다. 또한 내부수익률은 -0.56%로 평가되었다. 따라서 현재가치할인법에 따른 분석 결과는 순현재가치가 0보다 작고 편익-비용 비율이 1보다 작으며, 내부수익률 역시 음(-)의 값으로 도출이 되어 경제성이 없는 것으로 분석되었다. 추가적으로 앞서 제시한 바와 같이 이 분석 결과는 해당 선박을 10년간 옵션 사업으로 운영한 후 중국 등 타 국가로 재판 매되는 경우를 가정하여 분석된 결과이며, 만약 재판 매가 되지 않아 고철로 매각하여 해체(scrape)될 경우에는 사업 가치가 더 낮아질 것이다.

2) 실물옵션 추정 결과

이제 옵션을 고려한 선박 투자사업의 경제성 분석 결과를 살펴보도록 한다. 본 연구의 대상인 선박 투자는 사업 초기 선박 도입을 위한 대규모 자본이 투자되며, 사업에 대한 실행이 결정되면 사업 도중 용선료의 변화 등 심각한 사업 환경변화에 대하여 사업의 현금흐름이 기대를 충족하지 못하는 상황이 발생할지라도 투자금을 회수하지 못하는 비가역성이 있다. 따라서 사업 전반에 걸쳐 철회, 축소 및 확대와 같은 옵션 행사가 불가능하므로 본 연구의 옵션은 유리피언 콜옵션의 성격을 갖게 된다. 또한 비록 사업은 10년을 유지할 것을 고려하나, 사업 투자에

대한 의사결정은 5년으로 한정하도록 한다. 그리고 옵션 만기 시 투자 가치가 없는 경우는 투자 보류를 통해 투자손실이 최소화되는 것을 가정하도록 한다.

선박 투자의 옵션가치는 전진이연과정(rolling forward process)을 통해 우선 미래시점의 투자 편익을 산정하고, 다시 역순순환과정(recursive backward iteration)을 통해 투자 옵션가치를 산정토록 한다. 그 과정은 다음 표 3과 같다.

분석 결과, 운임 변경에 따른 선박 가격이 불확실한 상황에서 투자 옵션가치는 약 1,743만 달러로 평가되었다. 즉, 불확실성하에서 사업 투자금 회수가 불투명한 경우 투자의 가치가 충분히 증가할 때까지 기다리는 투자 의사결정의 유연성 가치가 약 1,743만 달러이다. 따라서 투자 옵션의 가치를 고려한 중고선박의 총 사업 가치는 약 1,597만 달러로 평가되어 경제성이 있는 사업으로 평가할 수 있다.

표 3. 투자 옵션의 역순순환과정

(단위 : US 천달러)

T=1	T=2	T=3	T=4	T=5
17,430	22,068	27,756	34,636	42,812
	6,157	8,430	11,542	15,803
		0	0	0
			0	0
				0

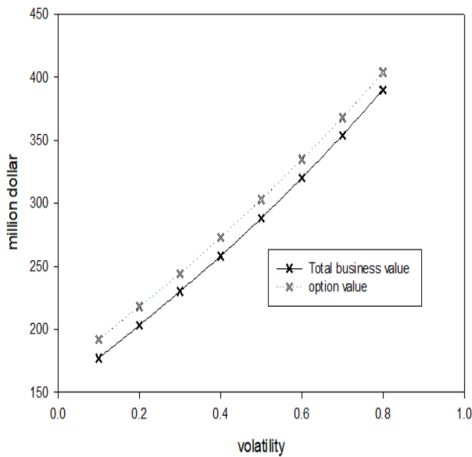
3. 민감도 분석

민감도 분석은 본 연구에서 주요 변수인 변동성(σ)과 할인율(r)을 대상으로 실시하도록 한다. 우선 변동성에 대한 민감도 분석이다. 선박 투자 경제성에 있어 편익의 변동은 옵션가치의 변동과 총사업 가치의 변동에 영향을 주기 때문에 실물옵션 모형에 있어

가장 중요한 변수 중 하나이다. 연간 변동성은 10%에서 80%까지 변화를 가정하였으며, 이에 따른 옵션가치와 총사업의 가치변동은 다음 그림 6과 같다.

변동성이 커질수록 옵션의 가치와 총사업의 가치가 함께 증가함을 확인할 수 있다. 기존의 현금흐름 할인법은 미래 불확실성이 증가하는 상황에서는 투자 가치가 감소하는 반면, 실물옵션을 활용한 경제성 분석에서는 투자의 유연한 의사결정으로 사업의 가치가 향상됨을 확인할 수 있다.

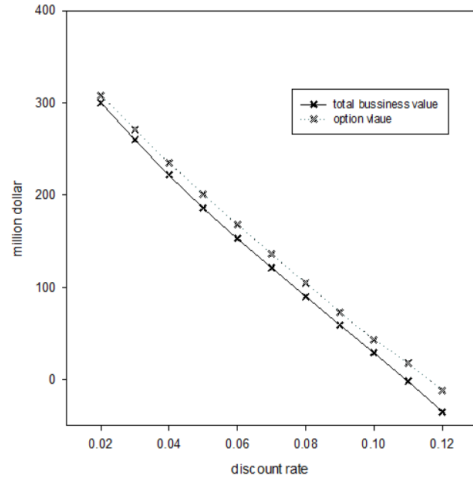
그림 6. 변동성에 대한 민감도 분석
Sensitivity analysis(1)



다음으로 할인율에 대한 민감도 분석이다. 선박 투자의 경우 대규모 투자자금을 100% 자기자본으로 충당할 수 없으므로 금융비용에 대한 부담을 확인하기 위해 할인율 선정이 중요한 의미가 있으며, 사업의 경제성 분석에 큰 영향을 미친다. 할인율에 따른 옵션가치와 총 사업의 가치변동은 다음 그림 7과 같다.

할인율 1%에서 12%까지 증가함에 따라 옵션가치와 총 사업의 가치는 감소하며, 특히 사업의 가치는 할인율이 11%인 경우 음(-)의 경제적 가치를 갖는 것으로 확인되었다.

그림 7. 할인율에 대한 민감도 분석
Sensitivity analysis(2)



V. 결론

해운산업 분야에 있어서 선박 투자는 사업 영위를 위한 고유 수단이나 통상적으로 그 투자 기간이 길고 비가역적인 대규모 비용이 필요하므로 적절한 투자 시기를 판단하여 사업 타당성을 평가하는 것이 무엇보다 중요하다. 그동안 해운산업에서 경제성 분석 시 주로 활용되어진 현금흐름할인법은 미래에 발생할 수 있는 다양한 변동성을 배제하기 때문에 정확한 의사결정에 어려움이 있었다. 따라서 본 연구에서는 모형에 미래 불확실성을 고려할 수 있는 실물 옵션 모형을 이용하여 그 도입에 따른 사업성 여부를 판단하는 또 다른 근거를 제시하였다. 분석 결과, 현금흐름할인법에 따른 순현재가치로 약 145만 달러의 손실이 발생하며, 편익-비용 비율은 0.97, 내부수익률은 -0.56%로 사업 타당성이 없는 것으로 평가되었다. 이에 비해 실물옵션의 투자 옵션가치는 약 1,743만 달러, 총사업은 약 1,597만 달러로 평가되어 경제성이 있는 것으로 평가되었다.

본 연구의 의의와 시사점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 표준 캄사르막스급 중고선박을 대상으로 2021년 4월 현재 실제 선약된 가격과 용선료 데이터를 활용하여 현재 해운시장의 모습을 최대한 반영하였다.

둘째, 해운사의 가장 큰 과제인 선복 확보를 위한 중고선박 도입에 있어 현금흐름할인법과 실물옵션 모형을 각각 사업의 경제성 분석 도구로 사용하였다. 분석 결과, 현재 해운 시장에서는 현금흐름할인법에 따른 경제성이 담보되지 않아 사업을 포기하여야 하나, BDI 운임지수의 변동성을 고려한 실물옵션 분석에서는 사업의 경제성이 있어 해운사로 하여금 선박 투자에 대한 의사결정의 유연성을 확보할 수 있다. 특히 해운업 실무에 있어 그리스와 같은 선진 해운국의 해운사는 중고선박 가격과 BDI 운임지수가 저점인 시점에도 공격적이고 장기적인 투자를 통해 이윤을 창출하고 있으나 국내 대부분 해운사는 현금흐름할인법에 따라 선박 가치가 높은 경우, 즉 해운 시장이 오르는 시점에만 선박 구입에 대한 투자를 검토하고 있어 급변하는 해운시장에 대처하지 못하는 경우가 많다. 따라서 실물옵션을 활용한 경제성 분석을 실무에 적용함으로써 보다 유연한 대응이 가능할 것으로 판단된다.

셋째, 본 연구에서 활용한 실물옵션 중 이항옵션 가격모형은 이해가 쉽고 분석이 간단하여 해운사 내 일반 기획업무에도 쉽게 적용할 수 있어 선박 투자 이외의 다른 신규사업 진출 시 경제성 타당성 분석에 응용할 수 있을 것으로 기대된다.

다만, 본 연구에서 활용한 이항옵션가격모형은 투자대상의 가격 변화를 상승과 하락 두 가지 경우만을 가정하고 이에 따라 투자가치가 이산적으로 변화하기 때문에 시간의 흐름에 따라 연속적으로 변화하는 시장을 반영하는 데 한계가 있다. 이 한계를 극복하기 위해 시간 간격을 최소화하고, 만기를 무한하게 설정하여 최대 근사치를 얻기 위한 추가적인 연구와 보완이 이루어진다면 실무에서 더욱 쉽게 활용

이 가능할 것으로 판단된다. 또한 본 연구는 선박 투자에 대한 의사결정에 있어 동태적으로 변화하는 환경을 반영하기 위해 실물옵션 모형을 활용한 경제성 분석을 제시하였다. 이 과정에서 제시한 A해운사의 사례는 모형 적용을 위한 하나의 예시에 해당한다. 따라서 향후 연구에서는 경영 현장에서 보다 용이하게 응용 및 적용할 수 있도록 일반적인 사례 연구와 분석 도구 톨의 개발이 필요하다.

참고문헌

강동진·송병록·노정현(2012), “실물옵션 기법을 이용한 도로 사업의 경제성 평가”, 국토연구, 제72권, 41-62.
 구태이·유정석(2013), “동적 DCF 및 실물옵션 모형에 의한 부산항(북항) 재개발사업의 가치평가분석”, 한국지역개발학회지, 제25권 제2호, 115-130.
 김정석(2021), “실물옵션을 활용한 새만금 수상태양광 투자사업의 수익성 분석”, 한국건설관리학회, 제22권 제1호, 90-97.
 김정수·박근식·우수한(2014), “해운기업의 선박투자 의사결정 방식에 관한 연구”, 물류학회지, 제24권 제2호, 167-194.
 김명희·이기환(2012), “실물옵션을 이용한 항만배후단지의 가치평가”, 한국항만경제학회, 제3권 제28호, 235-257.
 박도영·정성훈·손영진·김주형·김재준(2010), “이항옵션을 활용한 부동산 개발 사업의 가치평가 및 투자 시점에 관한 연구”, 한국건축학회논문집, 제26권, 107-116.
 배성훈(2020), “인공신경망을 활용한 발틱운임지수(BDI) 예측모형연구”, 중앙대학교 박사학위논문
 양창호(2017), 해운기업의 선박투자 행태 분석과 대응방안, 한국해양수산개발원
 이재철·정성훈(2012), “호텔기업의 가치평가에 관한연구-D CF(현금흐름할인), ROV(실물옵션) 비교분석”, 관광연구저널, 제26권 제6호, 407-420.
 장철호·박호정(2009), “실물옵션을 이용한 공공문화시설의 사회적 경제성 분석”, 한국경제통상학회, 제27권 제2호, 105-125.
 황두건·이기환(2007), “실물옵션과 항만개발의 경제성 평가”, 해운물류연구 제55권, 43-68.

- Bendall, H.B and A.F Stent(2007), Maritime Investment strategies with a Portfolio of Real Options, *Maritime Policy and Management*, 34(5), 441-452.
- Cox, J. C., S.A. Ross, and M. Rubinstein(1979), Option Pricing : A Simplified Approach, *Journal of Financial Economics*, 7, 229-263.
- Dixit, A. and R. Pindyck(1994), *Investment under Uncertainty*, Princeton University Press.
- Jinbo Yin, Yijie Wu and Linjun Lu(2019). Assessment of investment decision in the dry bulk shipping market based on real options thinking and the shipping cycle perspective, *Maritime policy & Management*, 46(3), 330-343.
- Kim, C.Y., D.K. Ryoo, and J.K. Kim(2009), Real option Analysis on Ship Investment valuation, *Journal of Navigation and Port Research*, 33(7), 469-476.
- Trigeogis, L.(2005), Making Use of Real Options Simple ; An Overview and Applications in Flexible/Modular Decision Making, *The Engineering Economist* 50, 25-53.
- Pindyck, R.S.(1988), Irreversible investment, capacity choice and the value of the firm, *American Economic Review*, 78(5), 969-985.

실물옵션을 활용한 중고선박 가치평가연구

장철호 · 이정우 · 최정석

국문요약

해운사는 화물수송을 통해 수입을 창출하며 그 수송의 근간이 되는 선박에 대한 투자의 의사결정이 그 무엇보다 중요하다. 그럼에도 불구하고 기존에는 모든 상황이 정태적으로 고정된 것으로 가정하는 경제성 분석 방법인 현금흐름할인법을 주로 활용하였다. 따라서 본 연구는 선박 투자의 비가역성과 편익의 불확실성을 고려하여 경제성 분석 시 실물옵션 모형이 유용함을 보여주는데 있다. 특히 본 연구는 실물옵션 중 이항옵션가격결정모형을 활용하였으며, A해운사의 실 투자자료를 활용하여 시뮬레이션을 진행하였다. 분석 결과, 현금흐름할인법 중 순현재가치법에 따른 중고선박의 투자가치는 음(-)으로 분석되었으나 의사결정의 유연성을 반영할 수 있는 이항옵션가격결정모형에서의 투자가치는 양(+)의 경제성이 있는 것으로 평가되었다. 또한 선박 투자의 경제성은 수익 변동성과 할인율에 영향을 받는 것으로 나타났다. 이에 해운사의 선박 투자 의사 결정 시 기존 현금흐름할인법과 더불어 실물옵션 모형을 활용하면 보다 유연한 결정을 하는 데 도움이 될 것으로 판단된다.

주제어: 해운회사, 중고선박 투자, 실물옵션, 현금흐름할인법, 변동성