

퍼지 연등가 비용법을 이용한 선박의 경제적 교체시기 결정

장운재* · 김종수**

*목포해양대학교대학원, **목포해양대학교 해상운송시스템학부 교수

Determination of Container Ship's Economical Replacement Policy by Fuzzy Annual Equivalent Cost Method

Woon-Jae Jang* · Jong-Soo Keum**

*Graduate school of Mokpo National Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

**Division of Maritime transportation system, Mokpo National Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

요약 : 본 연구는 컨테이너 선박의 경제적 교체주기를 퍼지 연등가 비용법을 이용하여 결정하였다. 특히, 선박의 경제수명의 산출을 위한 비용에는 수많은 애매성이 존재하는데 이러한 애매성을 퍼지수로 표현하였다. 또한 퍼지수를 이용한 퍼지 비용모델을 개발하여 기존의 비용모델 보다 현실적으로 분석하는 방법을 제안하였다. 그리고 제안된 퍼지모델을 이용하여 다양한 크기의 컨테이너선을 대상으로 경제적 수명을 결정하였다.

핵심용어 : 경제적 교체 정책, 퍼지수, 애매성, 퍼지 연등가 비용법, 경제적 수명

Abstract : This paper aims to determination of container ship's economical replacement policy by Fuzzy Annual Equivalent Cost Method. Especially, though there was much vagueness to expense for calculation of container ship's economical life, this paper expressed such vague nature with a fuzzy number. And this paper developed the fuzzy expense model with a fuzzy number, and to analyze more practically than an expense model, was decided economical life-age with an application in a containership of various volumes.

Key words : economical replacement policy, fuzzy number, vagueness, Fuzzy Annual Equivalent Cost Method, economical lifeage

1. 서론

최근 노후화된 장비의 교체시점을 찾는 연구가 활발화되고 있으며 군부대 및 일부 산업체에서는 교체 전담 부서까지 마련되어 있다. 선박 교체의 선택문제에 있어서 여러 가지 논리적인 고려요소가 있으나 경제성에 대한 고려가 무엇보다도 중요할 것이다. 물론 이러한 경제성은 화물의 운송에 따른 운임요금과 선박에 대한 요금을 고려하는 것이 합리적이지만 계획적으로 선박을 발주하여 대체선박의 운용이 가능하다면 선박의 운용요금에 대한 경제성만 고려하는 문제로 된다. 이 경우 선박에 대한 경제적인 수명주기를 분석하여 합리적인 교체계획을 추진한다면 선사의 불필요한 비용에 대한 낭비도 막을 수 있을 것이다.

장비의 경제적 수명을 결정하는 방법으로는 연평균 비용법이 널리 알려져 있으나 최근 연평균 비용법의 단점을 보완한 방법으로 연등가 비용법이 제안되어 이용되고 있다. 한편 연등가 비용법에 있어서 이자율은 장비의 시장가격 및 인플레이션에 따라 비용에는 차이가 있으므로 이러한 물가변동을 함께 고려할 필요가 있다. 또한 현실 데이터에는 상당한 애매성이 포함되어 있어 확정적으로

분석하기에는 한계가 있다. 따라서 경제수명의 결정에 있어서도 이러한 애매성을 반영하여 모델화할 필요가 있다. 이러한 애매성을 반영한 방법으로 확정적인 데이터 값을 퍼지수로 표현하여 모델화하는 방법이 널리 이용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 퍼지수와 모델 선박의 용량을 다양하게 반영 할 수 있는 퍼지회귀모델을 이용하여 간편하고 유연한 퍼지 연등가 비용 모델을 제안하고, 컨테이너선에 적용하여 경제수명을 산출하고자 한다.

2. 장비 수명법과 퍼지수

2.1 물가변동을 고려한 연등가 비용법

일반적으로 컨테이너선의 경제적인 수명을 위한 비용의 고려요소는 신조선의 건조비와 중고선가 및 운영유지비이고, 본 연구에서는 물가변동도 고려하고자 한다.

2.2 퍼지수와 연산법 정의

Zadeh의 확장원리를 이용한 퍼지수 \tilde{N}_1, \tilde{N}_2 퍼지연산은 $N_1^\alpha = [l_1^\alpha, u_1^\alpha], N_2^\alpha = [l_2^\alpha, u_2^\alpha]$,

$$\tilde{N}_1 \otimes \tilde{N}_2 := \{ [\min (l_1^\alpha l_2^\alpha, l_1^\alpha u_2^\alpha, u_1^\alpha l_2^\alpha, u_1^\alpha u_2^\alpha),$$

$$\max (u_1^\alpha u_2^\alpha, u_1^\alpha l_2^\alpha, l_1^\alpha u_2^\alpha, l_1^\alpha l_2^\alpha)], \forall \alpha \in (0, 1] \},$$

* 정희원, jwj98@mmu.ac.kr

061)240-7151

**종신회원, jskeum@mmu.ac.kr

061)240-7075

$$\begin{aligned} \tilde{N}_1 \otimes \tilde{N}_2 &:= \{[\min(l_1^a/u_2^a, l_1^a/l_2^a, u_1^a/u_2^a, u_1^a/l_2^a), \\ &\quad \max(u_1^a/l_2^a, u_1^a/u_2^a, l_1^a/l_2^a, l_1^a/u_2^a)], \forall \alpha \in (0,1)\}, \\ \tilde{N}_1 \oplus \tilde{N}_2 &:= \{[l_1^a + l_2^a, u_1^a + u_2^a], \forall \alpha \in (0,1)\}, \\ \tilde{N}_1 \ominus \tilde{N}_2 &:= \{[l_1^a - u_2^a, u_1^a - l_2^a], \forall \alpha \in (0,1)\} \end{aligned}$$

3. 퍼지 연등가 비용 모델

3.1 퍼지 회귀모델

퍼지 회귀모델에는 여러 가지가 알려져 있으나 일반적으로는 식(1)과 같다.

$$\tilde{Y} = f(x, \tilde{A}) = \tilde{A}_0 \oplus \tilde{A}_1 \otimes x_1 \oplus \dots \oplus \tilde{A}_w \otimes x_w = \tilde{A}^t \otimes x, (1)$$

여기서 $\tilde{A} = (\tilde{A}_0, \dots, \tilde{A}_1, \dots, \tilde{A}_w)^t$ 는 퍼지회귀계수의 벡터이고 $x = (1, x_1, \dots, x_w)^t$ 는 비퍼지 독립변수이다. 따라서, 컨테이너선 O TEU에 대한 n년의 운영비:

$$\tilde{M}_n^o = \{[M_{n,l}^o, M_{n,u}^o], \forall \alpha \in (0,1)\}$$

컨테이너선 O TEU에 대한 선박 건조가격:

$$\tilde{P}^o = \{[P_l^o, P_u^o], \forall \alpha \in (0,1)\}$$

으로 나타낼 수 있다.

3.2 퍼지 연등가 비용모델

위 정의를 기초로 연등가 비용모델을 구간 퍼지수를 이용하여 퍼지모델로 모형화 하면 다음과 같다.

따라서 물가변동을 고려한 컨테이너선 O TEU에 대한 퍼지 연등가 비용모델은 식(2)와 같다.

$$\tilde{E}_n^o = \{ \tilde{P}^o \oplus \sum_{j=1}^n \frac{\tilde{M}_j^o}{(1+\tilde{k})^j} \ominus \frac{\tilde{T}_n^o}{(1+\tilde{k})^n} \} \otimes \frac{\tilde{k}(1+\tilde{k})^n}{(1+\tilde{k})^n - 1} \quad (2)$$

$$\text{단, } \tilde{k} = \{(1 \oplus \tilde{i}) \otimes (1 \oplus \tilde{h})\} - 1$$

을 정의 할 수 있다. 따라서 퍼지 경제수명은

$$\tilde{n}^{o*} = \min \{ \tilde{E}_n^o, i = 1, 2, \dots, n \}$$

를 최소로 하는 값이다.

4. 모델의 적용

4.1 컨테이너선 퍼지 비용 분석

TEU의 변동 X에 대한 운영비 M에 대한 퍼지 회귀식은 식(3)과 같다.

$$\tilde{M} = 2074.7 - (0.063 \pm 0.002)X \quad (3)$$

TEU의 변동 X에 대한 신조선 가격 P는 식(4)과 같다.

$$\tilde{P} = 11217544 + (10825 \pm 1158)X \quad (4)$$

4.2 퍼지 연등가 비용모델에 의한 경제수명 결정

다양한 컨테이너선의 용량에 따른 경제수명을 분석하면 Table 3과 같다.

Table 3. α -level set of ship's economical life

α	1,000 TEU	5,000 TEU	10,000 TEU
1.0	[17]	[19]	[22]
0.9	[17,15]	[19,17]	[22,18]
0.8	[17,14]	[19,16]	[22,17]
0.7	[17,14]	[18,15]	[22,16]
0.6	[16,13]	[18,14]	[21,15]
0.5	[16,13]	[18,13]	[21,14]
0.4	[16,12]	[18,13]	[21,13]
0.3	[16,12]	[18,12]	[21,13]
0.2	[16,11]	[18,12]	[21,12]
0.1	[16,11]	[17,12]	[20,12]
0.0	[16,11]	[17,11]	[20,11]

Table 3에서 보이는 바와 같이 컨테이너선의 용량이 증가함에 따라 경제수명은 증가하는 것으로 나타났다. 이것은 컨테이너의 용량이 증가됨에 따라 단위당 운영비는 감소되기 때문이다. 또한, 식(3), 식(4)에서 보이는 바와 같이 컨테이너선 용량이 증가함에 따라 운영비의 증가폭보다 중고가의 증가폭이 크기 때문이다.

이러한 결과로 볼 때 컨테이너선의 용량증가에 따라 경제수명의 변동폭도 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 퍼지 연등가 비용모델은 의사결정자가 적절한 α 를 결정하여 경제수명을 분석할 수 있는 보다 유연한 모델임을 알 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 퍼지수와 모델 선박의 용량을 다양하게 반영 할 수 있는 퍼지회귀모델을 이용하여 간편하고 유연한 퍼지 연등가 비용 모델을 구축하였다. 그리고 컨테이너선에 적용하여 컨테이너선의 경제적인 수명을 분석하였다.

그 결과 $\alpha=0.5$ 일때 퍼지수의 중간값으로 경제수명을 나타내면 5000TEU 선박의 경우 경제수명은 15.5년, 10,000TEU 선박의 경우 경제수명은 17.5년으로 나타났다. 따라서 컨테이너선이 증가함에 따라 경제수명은 증가하는 것으로 나타났다.

참고문헌

- [1] 김태현(1999), 다수의 도전 장비 존재시 최적 교체 정책 결정을 위한 동적 계획 모형, 고려대학교대학원 석사학위논문.
- [2] 박두진·김현·나철수·남기찬(2005), 정기선 선박 확보를 위한 Space Cartering의 경제성에 관한 연구, 한국항해항만학회지, 제29권 2호.
- [3] 下條哲司(1986), 配船の經營科學, 成山堂書店.
- [4] H.C.Chang(2004), An application of fuzzy set theory to EOQ model with imperfect quality item, *computers& operation research* 31.