

# 국제물류의 주요모드인 컨테이너선의 경제적 교체시기 결정

† 장운재

† 목포해양대학교 해상운송시스템학부

## Determination of Economical Replacement Time for Containerships as the Mode of International Logistics

† Woon-Jae Jang

† Mokpo National Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

**요약** : 본 연구는 컨테이너 선박의 교체시기를 경제적 관점에서 결정하기 위한 것이다. 특히 컨테이너선에서의 경제수명의 산출을 위한 비용자료에는 수많은 애매성이 존재하였다. 이러한 비용자료에 대한 애매성을 표현하기 위해 퍼지수를 이용하였다. 또한 퍼지수를 이용한 퍼지 비용모델을 개발하였고, 기존의 비용모델 보다 더욱 현실적으로 분석하였다. 그리고 다양한 종류의 컨테이너선을 대상으로 제안된 퍼지모델을 이용하여 경제적 수명을 결정하였다.

**핵심용어** : 경제적 교체시기, 애매성, 퍼지수, 퍼지 비용모델, 경제적 수명

**Abstract** : The aim of this paper is to determine the replacement time of containerships in economical viewpoint. Especially, there was a lot of vagueness to the cost data for calculation of an economical life in a containership. For this, a fuzzy number used to express the vague nature about a cost data. This paper developed the fuzzy cost model using fuzzy numbers, and to analyze more practically than the existing cost model. And the proposal model used to decide the economical life about various kinds of containerships.

**Key words** : Economical replacement time, Fuzzy number, Vagueness, Fuzzy cost model, Economical life

## 1. 서론

최근 세계 경기의 회복과 중국의 경제성장 효과 등으로 인해 세계 물동량이 지속적으로 증가하고 있다. 이러한 세계 물동량의 증가는 컨테이너 정기선 부분에서 선복량의 부족을 가져왔다. 선사는 부족한 선복을 확보하기 위해 신조선의 발주와 중고선 구입 및 정기 용선을 통해 선복 부족 문제를 해결하고 있다. 특히 선사가 규모의 경제를 추구함에 따라 단위당 운송원가를 절감할 수 있는 컨테이너선의 대형화가 급진전되고 있다(박 등, 2005). 이러한 선복량의 부족으로 인해 선사의 노후선에 대한 교체계획이 지연되고 있어 선박의 안전사고에 대한 우려도 증대되고 있다.

노후화된 장비의 교체시점을 찾는 연구는 여러 곳에서 찾아 볼 수 있으며 군부대 및 일부 산업체에서는 교체 전담 부서까지 마련되어 있다. 그러나 대개 높은 투자비용과 장비교체에 따른 서비스 중단에 따른 수익의 상실 등으로 인해 상대적으로 장비의 노후화로 인한 유지비의 상승, 수리비의 증가 등과 같은 손실요인에 대한 인식은 아직 미흡하다(김, 1999).

선박 교체시기에 관한 문제에 있어서도 여러 가지 논리적인 고려요소가 있으나 경제성에 대한 고려가 무엇보다도 중요

할 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 수명법을 결정할 수 있는 방법으로는 연평균 비용법이 널리 알려져 있다. 그러나 일반적으로 비용은 애매성을 가지고 있어 확정치보다는 퍼지수로 취급하는 것이 보다 현실적이라 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 퍼지수를 이용한 퍼지 연평균 비용모델을 제안하고 컨테이너 선박에 적용함으로써 컨테이너선의 경제적인 수명을 분석하고자 한다.

## 2. 장비 경제 수명법

### 2.1 장비의 경제적 수명법

장비는 시간이 흐름에 따라 그 기능이 약화되고 최후에는 본래의 기능을 잃게 된다. 어떠한 장비를 폐기하고 새로운 장비로 교체하는 문제는 그것을 교체함으로써 노력, 에너지, 재

† 교신저자 : 장운재(정회원), jwj98@mmu.ac.kr 061)240-7150

료 및 시간을 절약할 수 있는 내부적 요인과 장비는 충분히 쓸 수 있으나 그 장비에 대한 수요 자체가 감소하는 외부적 요인에 의해 결정된다(김, 1999).

내부적 요인은 기능이 저하된 장비를 유지함으로써 운용비 및 유지비가 상승하게 되고 고장을 일으키면 이를 수리하는데 비용이 발생되고, 생산 또는 용역의 기회 손실에서도 수익이 저하하게 된다. 외부적 요인은 생산품의 변경 및 수요의 감소로 그 장비 외의 이유에서 교체되는 것이다.

따라서 장비 교치는 이 같은 기본 가정 설정에 따라 최적 시기를 결정해야 할 것이며 다음과 같은 사항을 검토 내용으로 다루어야 할 것이다.

- 장비의 운영 계획 기간
- 동종 장비에 대한 기술 진보 사항
- 장비의 사용에 따른 수입과 비용의 관계
- 장비의 잔존가치
- 이자율
- 장비의 교체에 따른 자본 제약
- 장비의 지속적인 소요 여부

일반적으로 장비의 최적 교체시기인 경제적 수명을 결정하는 방법은 어느 기준년도에 대해 가격 불변을 가정한 연평균 비용법과 경상가격을 가정한 연등가 비용법이 있다. 이중 연평균 비용법이 경제적 수명을 결정하는데 가장 기본적인 모델로 널리 이용되고 있다. 시설장비에 필요한 비용은 크게 시설장비의 개발 및 구입 등에 필요한 투자비와 시설장비를 운영하는데 필요한 각종 비용인 운영 유지비로 구별된다. 또한 투자비는 연구개발비, 직접투자비로 나누어 볼 수 있다.

일반적으로 투자비는 수명이 길면 길수록 연간 투자비가 낮아지는 반면 장비의 운영유지비는 해가 가면 갈수록 증가한다. 따라서 연간 총비용은 결국 Fig. 1에서 같이 낮아지다가 증가하게 되는데 총비용이 가장 최소가 되는 기간이 바로 경제수명이다.

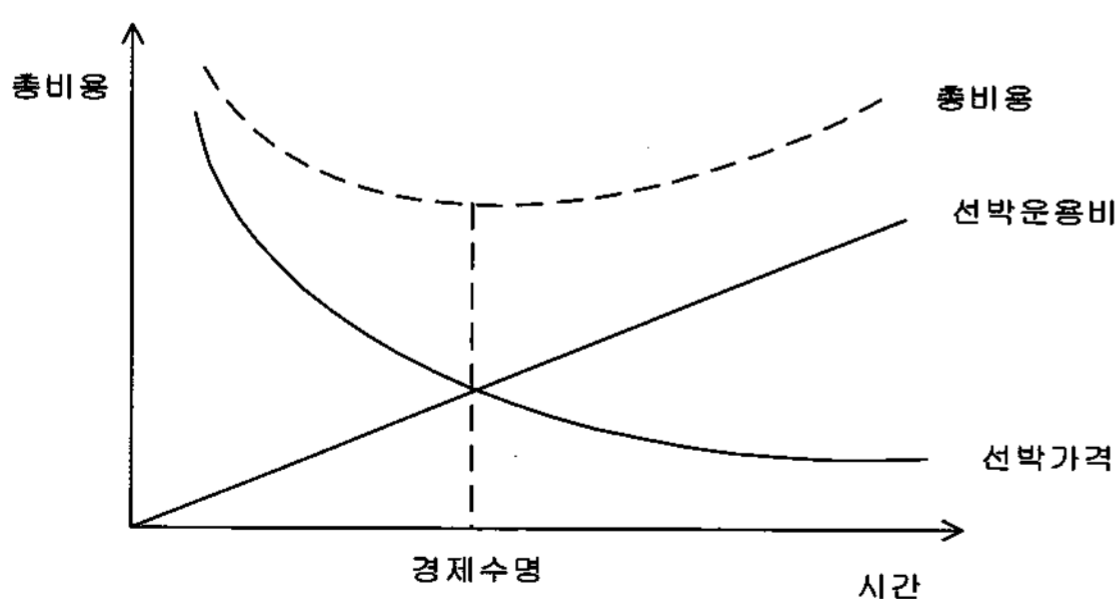


Fig. 1 Ship's economical life

### 2.2 퍼지 경제적 수명법

전통적인 재고모델은 경제적 주문량(Economic order quantity; EOQ)모델이 널리 알려져 있다. 이 모델의 핵심은

재고비는 수량이 증가함에 따라 비용이 증가하는 반면 수송비는 수량이 증가함에 따라 비용이 감소한다. 따라서 연간 총비용은 결국 비용곡선이 낮아지다가 증가하게 되는데 총비용이 가장 최소가 되는 양이 바로 경제적 주문량이 된다. 선박교체 문제에 있어서도 경제적 주문량모델과 같이 선박가격은 최초 건조한 시점 이후부터 시간이 지남에 따라 낮아지게 된다. 그러나 선박을 운용하는 비용은 선체의 수리비 및 유지비 등이 시간이 지남에 따라 증가하기 때문에 전체적인 선박운용비는 증가하게 된다. 따라서 총비용이 최소인 기간이 바로 경제수명이 되는 것이다.

이러한 전통적인 연평균 비용법에서는 모든 비용은 고정된 수로써 가정하고 있다. 그러나 실제 환경은 예측의 불확실성과 데이터 수집의 부적절 등의 많은 불확실성을 가지고 있다. 이러한 전통적인 확률과 통계의 불확실성을 모델에 반영하고자 퍼지셀을 이용한 연구가 이루어지고 있다. 박(1987)은 퍼지수에 의하여 재고비용을 대체하는 모델로 퍼지셀 개념을 사용하였고, 확장이론을 기초로 하여 경제적 주문량을 계산하였다. Chang(2004)은 퍼지 재고모델에 불확실성을 반영한 퍼지 재고모델을 제안하였고, Chen(1996)은 박(1987)의 연구를 참고로 지연 주문비(backorder cost)를 퍼지 재고모델에 반영하여 백오더 퍼지 재고모델을 제안하였다.

이러한 재고모델 및 퍼지 재고모델을 이용하여 장비교체문제에 대해서는 국내·외에서 다수 연구되고 있으나, 선박교체문제에 대한 연구는 거의 미미한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 Chen(1996)의 백오더 퍼지 재고모델의 퍼지화 과정을 응용하여 본 연구의 퍼지 연평균 비용모델로 수식화 하고자 한다.

## 3. 선박의 퍼지 연평균 비용모델

### 3.1 선박의 연평균 비용법

퍼지화에 앞서 선박의 경제수명 결정을 위해 널리 알려져 있는 연평균 비용법에 대해 살펴보고자 한다. 컨테이너선의 연평균 비용법은 선박의 운용비용이 최소가 되는 기간을 최적 교체시기로 결정하는 모형으로 변수의 설명 및 교체시기 결정은 Table 1과 같다.

Table 1 Explain the variables

변수	설 명	변수	설 명
P	선박가격	Q	연평균 선박운영비
n	사용연한	$n^*$	컨테이너선 경제수명
$C_0$	첫해의 운항비	$\tilde{P}$	퍼지 선박가격
$C_N$	첫해의 선박비	$\tilde{O}$	퍼지 연평균 운항비 증가분
O	연평균 운항비 증가분	$\tilde{M}$	퍼지 연평균 선박비 증가분
M	연평균 선박비 증가분	$\tilde{Q}$	퍼지 연평균 선박운영비

연평균 선박운용비  $Q$ 는 첫째의 운항비  $C_0$ 와 선박비  $C_N$ 의 합과 연평균 운항비 증가분  $O$ 와 연평균 선박비 증가분  $M$ 의  $n-1$ 년간의 평균비용의 총합이다. 이것은

$$\begin{aligned} & \frac{1}{N} \left[ \sum_{j=1}^n \{C_0 + (j-1)O + C_m + (j-1)M\} \right] \\ &= C_0 + C_m + \frac{n-1}{2} (O+M) \end{aligned}$$

연평균 비용은 연평균 선박운용비와 평균투자비의 합이다. 즉, 연평균 비용을  $Q$ 라고 하면,

$$Q = \frac{P}{n} + C_0 + C_m + \frac{n-1}{2} (O+M) \quad (1)$$

이때, 경제적 수명은  $Q$ 를 최소화하는  $n^*$ 를 구하면, 다음과 같다. 최소점에서 기울기가 0인 것을 이용하여  $n$ 에 대하여 미분하면 0이 되는 것을 이용한다.

$$\frac{\partial Q}{\partial n} = -\frac{P}{n^2} + \frac{1}{2} (O+M) = 0$$

이 식을 풀면 경제수명은

$$n^* = \sqrt{\frac{2P}{O+M}}$$

이 된다. 한편, 이러한 비용 산출에는 수많은 애매성이 있으므로 확정적으로 나타내는 것보다 비용의 애매성을 고려하여 퍼지수로 나타내는 것이 보다 현실성을 반영한 모델이라 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 퍼지 연평균 비용모델을 제안하고자 한다.

비용의 애매성을 고려하여 퍼지수로 나타내면 식(1)은 식(2)와 같은 형태로 나타낼 수 있다.

$$\tilde{Q} = \frac{\tilde{P}}{n} + C_0 + C_m + \frac{n-1}{2} (\tilde{O} + \tilde{M}) \quad (2)$$

### 3.2 선박의 퍼지 연평균 비용법

연평균 비용모델을 퍼지 모델로 변환하기 전에 퍼지수와 관련연산에 대해 설명하고자 한다. 퍼지수  $\tilde{a}_\alpha$ 는  $0 \leq \alpha \leq 1$ , 퍼지공간  $R = (-\infty, \infty)$ 상  $\alpha$ -레벨 퍼지점이라 부르고  $\tilde{a}_\alpha$  멤버십 함수는

$$\mu_{\tilde{a}_\alpha}(x) = \begin{cases} \alpha, & x = a, \\ 0, & x \neq a, \end{cases}$$

이라 정의한다(Chang, 2004). 또한, 퍼지공간  $R$ 상에 정의된 퍼지셀  $\tilde{A} = (c, a, b, d)$ 는 사다리꼴 퍼지수라고 부르고  $\tilde{A}$ 의 멤버십 함수는 Fig. 2와 식(3)과 같다.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} w(x-c)/(a-c), & c \leq x \leq a, \\ w, & a \leq x \leq b \\ w(x-d)/(b-d), & b \leq x \leq d \\ 0, & \text{otherwise,} \end{cases} \quad (3)$$

단,  $c \leq a \leq b \leq d$

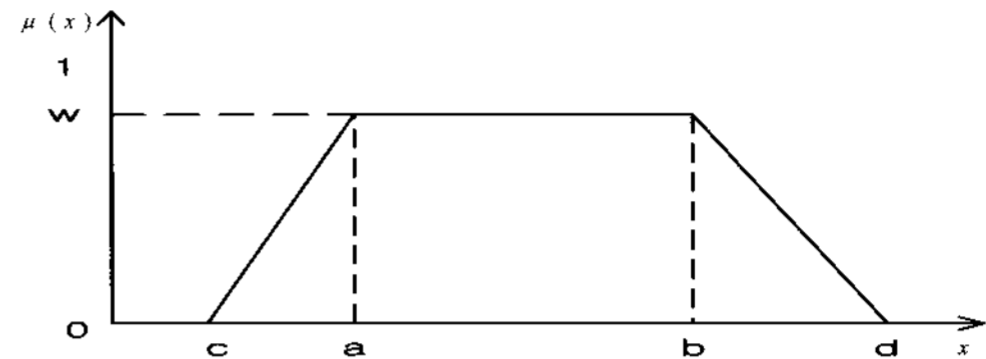


Fig. 2 Trapezoidal fuzzy number

$\tilde{B} = f(\tilde{A}_1, \dots, \tilde{A}_n)$ 를 계산하기 위해, 모든  $\tilde{A}_1, \dots, \tilde{A}_n$ 과  $\tilde{B}$ 는 퍼지수의 확장원리 하에 Fig. 3과 식(4)와 같다.

$$\mu_{\tilde{B}}(y) = \sup_{y = f(x_1, \dots, x_n)} \min_i \mu_{\tilde{A}_i}(x_i)$$

퍼지수  $\tilde{A}_i$ 와  $\tilde{B}$ 는 퍼지수이고 각 멤버십 함수  $\mu_{\tilde{A}_i}, \mu_{\tilde{B}}$ 는  $x_1, \dots, x_n, y$ 의 가능성이다. 여기서 공집합의 상한은 0으로 가정하였다.  $y$ 가  $f(x_1, \dots, x_n)$ 형이 아니면  $\mu_{\tilde{B}}(y) = 0$ 이다.

$\tilde{B} = \tilde{A}_1 \tilde{A}_2$ 의 연산은

$$\mu_{\tilde{B}}(y) = \sup_{y = x_1^* x_2} \min \mu_{\tilde{A}_1}(x_1), \mu_{\tilde{A}_2}(x_2)$$

이 된다. 이 확장원리는 보통의 집합론에서 전개되어진 이론을 확장해 퍼지집합에 적용할 때 필요하다.

한편 실선  $R$ 에서  $n$ 분할 실수  $R^n$ 으로부터 매핑을  $g$ 라 하면  $f_g$ 는 퍼지수에서  $n$ 분할 퍼지수로부터 매핑으로 대칭되고  $n$ 퍼지수는  $\tilde{A} = (c_i, a_i, b_i, d_i; w_i), i = 1, 2, \dots, n$ 이며 각 사다리꼴 족  $F^i$ 에 소속되어 있다.  $R$ 상의 퍼지수  $\tilde{B}$ 는 함수  $g$ 를 통해  $n$ 퍼지수  $\tilde{A}$ 로 나타낼 수 있다.

$$f_g(\tilde{A}_1, \tilde{A}_2, \dots, \tilde{A}_n) = B = (c, s, t, d; w)$$

$$\begin{aligned} & \text{여기서 } w = \min \{w_1, w_2, \dots, w_n\}, \\ & s_i = \min \{x \mid f_{A_i}(x) \geq w\}, t = \max \{x \mid f_{A_i}(x) \geq w\}, \\ & T = \{g(x, x, \dots, x \mid x_i = c_i \text{ or } d_i, i = 1, 2, \dots, n)\}, \\ & T_1 = \{g(x, x, \dots, x \mid x_i = s_i \text{ or } t_i, i = 1, 2, \dots, n)\}, c = \min T, \\ & s = \min T_1, t = \max T_1, d = \max T \end{aligned}$$

단,  $\min T \leq \min T_1$  과  $\max T_1 \leq \max T$

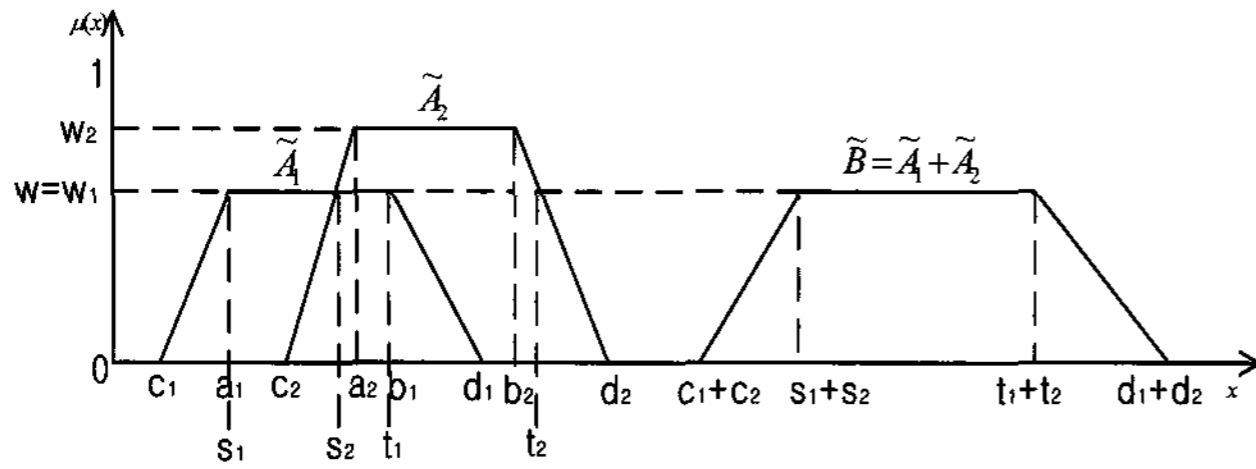


Fig. 3 Addition of two fuzzy number

여기서 퍼지 연평균 비용모델에서도 음이 아닌 모든 수는 확장원리로 정의 할 수 있다.

따라서  $\tilde{A}_1 = (c_1, a_1, b_1, d_1; w_1)$ 과  $\tilde{A}_2 = (c_2, a_2, b_2, d_2; w_2)$ , 그 합은

$$\tilde{A}_1 + \tilde{A}_2 = (c_1 + c_2, s_1 + s_2, t_1 + t_2, d_1 + d_2; w)$$

이 되고, 모든 연산은 Fig. 4와 식(5)에서 보이는 바와 같이 된다.

$$\tilde{A}_1 * \tilde{A}_2 = (c, s, t, d; w)$$

단,  $w = \min \{w_1, w_2\}$ ,  $s_1 = \min \{x \mid f_{A_1}(x) \geq w\}$ ,  
 $s_2 = \min \{x \mid f_{A_2}(x) \geq w\}$ ,  $t_1 = \max \{x \mid f_{A_1}(x) \geq w\}$ ,  
 $t_2 = \max \{x \mid f_{A_2}(x) \geq w\}$ ,  $T = (c_1c_2, c_1d_2, d_1c_2, d_1d_2)$ ,  
 $T_1 = (s_1s_2, s_1t_2, t_1s_2, t_1t_2)$ ,  $c = \min T$ ,  $s = \min T_1$ ,  
 $t = \max T_1$ ,  $d = \max T$

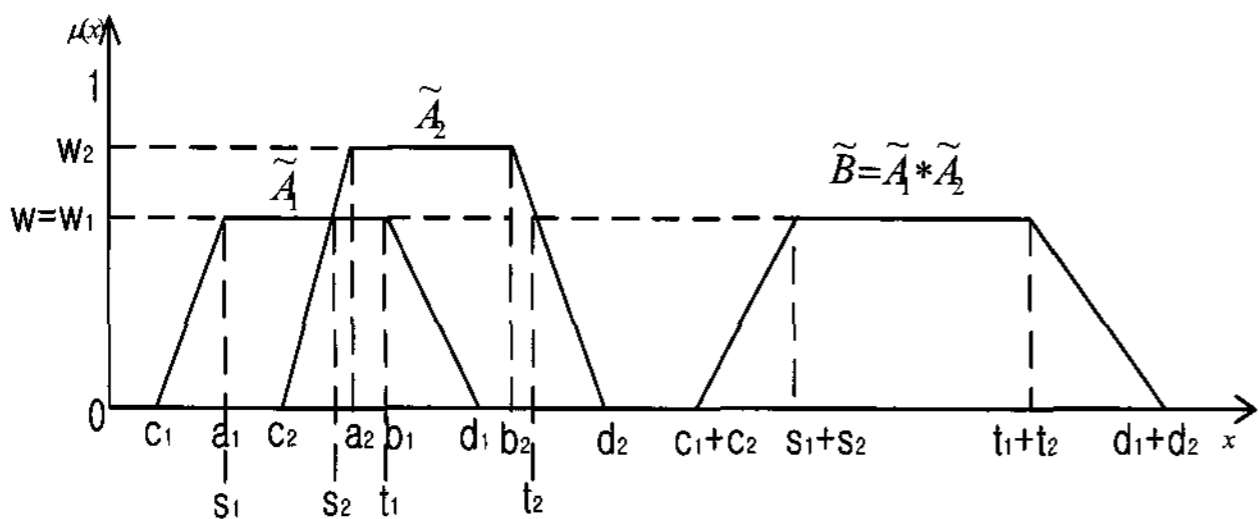


Fig. 4 Multiplication of two fuzzy number

식(2)의  $\tilde{P}$ ,  $\tilde{O}$ ,  $\tilde{M}$  퍼지수는 사다리꼴 멤버쉽 함수로 정의 하면,  $\tilde{P} = (p_1, p_2, p_3, p_4)$ ,  $\tilde{O} = (o_1, o_2, o_3, o_4)$ ,  
 $\tilde{M} = (m_1, m_2, m_3, m_4)$  이다. 확장원리를 이용하여  $\tilde{Q}$ 의 멤버쉽 함수  $\tilde{Q} = (q_1, q_2, q_3, q_4)$ 는

$$q = \frac{p_i}{n} + C_0 + C_m + \frac{n-1}{2}(o_i + m_i); i = 1, 2, 3, 4 \quad (4)$$

$\tilde{Q}$ 의 최소치를 찾기 위해 메디안 규칙을 이용하였다. 메디안  $\tilde{Q}$ 의  $q_m$ 은

$$[(q_m - q_1) + (q_m - q_2)]/2 = [(q_4 - q_m) + (q_3 - q_m)]/2$$

이때  $q_m = (q_1 + q_2 + q_3 + q_4)/4$  가 된다. 모든 실수에 적용 하면 Fig. 5와 같이  $q_m$ 은  $q_2$ 와  $q_3$ 사이에 존재한다. 특별한 경우에는 Fig. 6과 같은 경우도 있을 수 있는데 선박교체 문제와 같은 교체문제에서는 Fig. 5의 경우가 일반적이므로 본 연구에서도 Fig. 5의 경우를 고려한다.

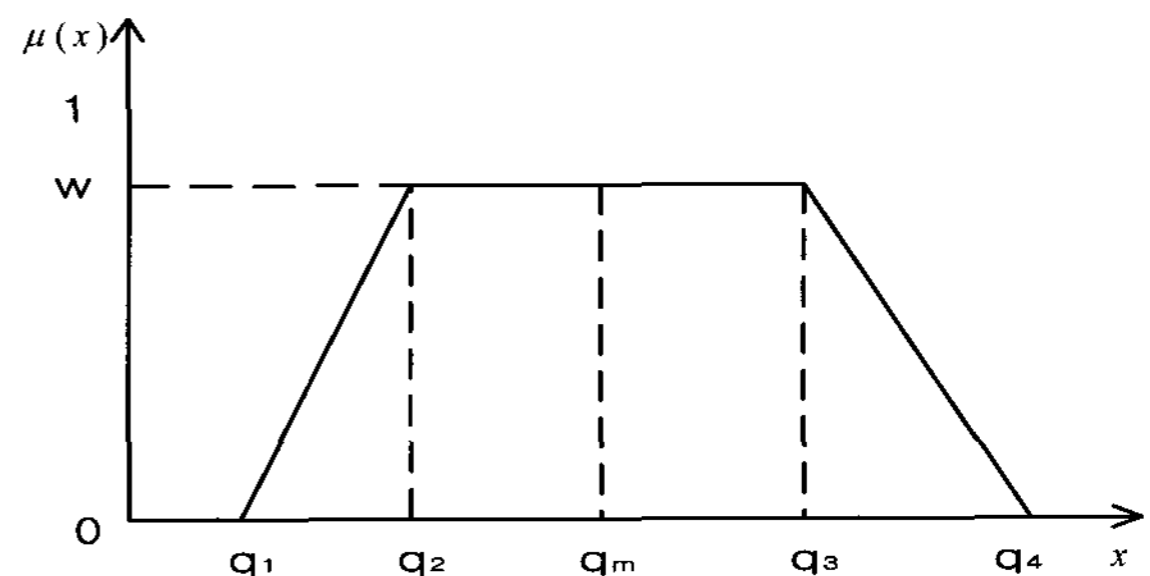


Fig. 5 Median rule(a)

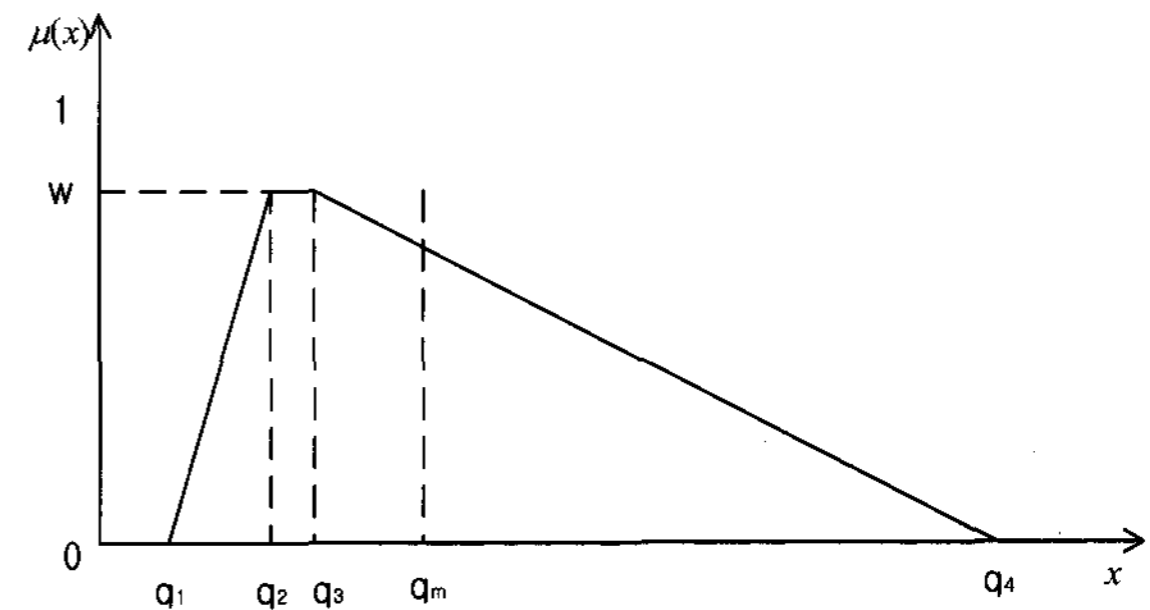


Fig. 6 Median rule(b)

메디안 규칙(Park, 1987)을 사용하면 식(4)는 식(5)로 변형 된다.

$$q_m = \frac{1}{4} \left\{ \sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{n} + C_0 + C_m + \sum_{i=1}^4 \frac{n-1}{2} (o_i + m_i) \right\} \quad (5)$$

식(5)와 n을 유도해  $q_m$ 의 최소치를 찾을 수 있다.

$$\frac{\partial q_m}{\partial n} = \frac{1}{4} \left\{ \sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{n} + \sum_{i=1}^4 \frac{n-1}{2} (o_i + m_i) \right\} \quad (6)$$

$\partial q_m / \partial n = 0$ 이라 하면 최적해는 식(7)과 같다.

$$n = \sqrt{\frac{2 \sum p_i}{\sum o_i + \sum m_i}} \quad (7)$$

여기서 비용함수를 실수로 하면( $p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = P$ ), ( $o_1 = o_2 = o_3 = o_4 = O$ ), ( $m_1 = m_2 = m_3 = m_4 = M$ ) 식(7)은 식(8)과 같다.

$$n^* = \sqrt{\frac{2P}{O+M}} \quad (8)$$

식(8)에 의해 연평균 비용모델은 전형적인 연평균 비용모델로 나타 낼 수 있다.

### 4. 컨테이너 선박의 퍼지 연평균 비용

#### 4.1 컨테이너 선박 비용 분석

선박운용에 관련된 원가의 내역분류에는 다양한 형태가 존재하지만, 크게 선박비와 운항비로 구분하는 것이 일반적이다. 선박비에는 인건비, 수선유지비, 보험료, 선용품비, 일반관리비 등으로 나눌 수 있으며, 운항비에는 연료비와 항비 등으로 구분할 수 있다(下條, 1986).

본 연구에서는 컨테이너선의 경제수명 분석을 위해서 컨테이너선의 경제성을 분석한 박 등(2006)의 자료를 이용하였다(박 등, 2006).

태평양항로를 기준으로 하여 컨테이너선의 연간 선박운용 비용은 Table 2와 같이 나타낼 수 있다.

Table 2 Shipping service tariff

(단위 : 달러)

선박운용비		4,000TEU	6,000TEU	10,000TEU
선박비	인 건 비	850	850	850
	수선유지비	900	1025	1150
	보 험 료	800	1000	1700
	선 용 품 비	250	300	350
	일반관리비	175	175	175
운항비	연 료 비	4284	5722	7269
	항 비	2000	2700	3000
TEU당 비용		2314.75	1962	1449.4

\* 자료: 박 등(2006), “정기선 선복 확보를 위한 Space Cartering의 경제성에 관한 연구”, 한국항해항만학회지, 제30권 8호, pp.663-668.

Table 2에서 보이는 바와 같이 TEU비용이 4,000 TEU에서 2314.75 달러에서 10,000 TEU로 대형화됨에 따라 1449.4 달러로 감소됨을 알 수 있다.

이 Table 2의 자료를 바탕으로 TEU의 변동 X에 대한 운용비 M은 식(9)와 같다.

$$O = 2176.7 - 0.0731X \quad (9)$$

한편, 컨테이너선의 신조선가격은 Table 3과 같다.

Table 3 Container ship's a first hand article price

(단위 : 백만 달러)

연월	1000TEU	2500TEU	4000TEU	7000TEU
2004. 3	20	39	48	80
2004. 5	21	41	49	92
2004. 8	21	42	51	95
2004. 9	22	42	52	95

\* 자료: 박 등(2006), “정기선 선복 확보를 위한 Space Cartering의 경제성에 관한 연구”, 한국항해항만학회지, 제30권 8호, pp.663-668.

Table 3에서 보이는 바와 같이 신조선의 가격은 1,000 TEU일때 20 ~ 22백만 달러에서 7,000 TEU일때 80 ~ 95백만 달러로 TEU가 증가함에 따라 가격이 증가함을 알 수 있다.

따라서 Table 3을 바탕으로 TEU의 변동 X에 대한 신조선 가격 P는 식(10)과 같다.

$$P_{low} = 11467X + 9733 \quad (10)$$

$$P_{high} = 11943X + 9457142$$

#### 4.2 컨테이너 선박 퍼지 연평균 비용모델 분석

선박운용비에 대한 식(9)를 바탕으로 0.01%의 범위내 선박 운용비에 대한 퍼지 데이터를 산출하면 Table 4와 같다.

Table 4 Shipping service tariff by fuzzy number

(단위 : 달러)

TEU	운 용 비				TEU당비용
1,000 TEU	2103.10	2103.60	2103.85	2104.10	2103.66
2,000 TEU	2030.00	2030.50	2030.75	2031.00	2030.56
3,000 TEU	1956.90	1957.40	1957.65	1957.90	1957.46
4,000 TEU	1883.80	1884.30	1884.55	1884.80	1884.36
5,000 TEU	1810.70	1811.20	1811.45	1811.70	1811.26
6,000 TEU	1737.60	1738.10	1738.35	1738.60	1738.16
7,000 TEU	1664.50	1665.00	1665.25	1665.50	1665.06
8,000 TEU	1591.40	1591.90	1592.15	1592.40	1591.96
9,000 TEU	1518.30	1518.80	1519.05	1519.30	1518.86
10,000 TEU	1445.20	1445.70	1445.95	1446.20	1445.76

Table 4에서 보이는 바와 같이 운용비는 1,000 TEU일때 2103.66 달러에서 TEU가 증가함에 따라 10,000 TEU일때 1445.76 달러로 단위당 운용비가 낮아지는 것을 알 수 있다. 따라서 선박운용비의 증가율은 물가 상승율을 고려하여 매년 2.5%씩 증가하는 것으로 가정하였다.

한편, 신조선 가격은 식(10)을 바탕으로 퍼지 데이터를 산

출하면 Table 5와 같다.

Table 5 Container ship's a first hand article price by fuzzy number  
(단위: 달러)

TEU	신조선가격				TEU당선가
1,000 TEU	11476733	20400095	20599857	21400142	18469.21
2,000 TEU	22943733	31962095	32656857	33343142	15113.23
3,000 TEU	34410733	43524095	44713857	45286142	13994.57
4,000 TEU	45877733	55086095	56770857	57229142	13435.24
5,000 TEU	57344733	66648095	68827857	69172142	13099.64
6,000 TEU	68811733	78210095	80884857	81115142	12875.91
7,000 TEU	80278733	89772095	92941857	93058142	12716.10
8,000 TEU	91745733	101334095	104998857	105001142	12596.24
9,000 TEU	103212733	112896095	117055857	116944142	12503.02
10,000 TEU	114679733	124458095	129112857	128887142	12428.45

Table 4, Table 5의 자료를 이용하여 컨테이너선의 경제수명을 산출한 결과 Fig 7과 같이 나타났다.

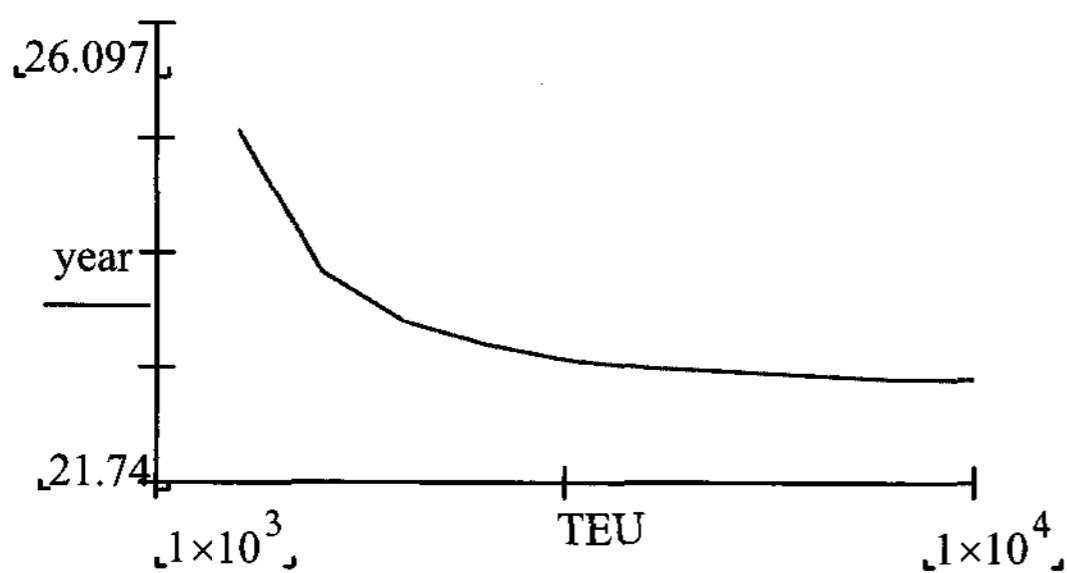


Fig. 7 Container ship's economical operation year

Fig. 7에서 보이는 바와 같이 1,000 TEU의 선박은 26년정도 4,000 TEU의 선박은 22년, 7,000 TEU의 컨테이너선은 21년 10,000 TEU선은 21년 정도 운용하는 것이 가장 경제적인 것으로 나타났다.

TEU가 증가함에 따라 단위당 컨테이너선의 TEU당 비용 및 선박가격이 감소함에도 경제수명이 단축되는 것으로 나타났는데 이것은 TEU의 증가에 따라 선박가격보다 선박운용비의 감소폭이 더 작기 때문에 나타나는 현상이다. 또한 본 연구에서는 선박비보다 운항비에 의해 경제수명의 영향력이 크게 나타나고 있으므로 운항비를 적게하면 할수록 경제수명은 늘어가는 것을 알 수 있다.

## 5. 결 론

선박 교체의 선택문제에 있어서도 앞서 논의한 바와 같이 여러 가지 논리적인 고려요소가 있으나 경제성에 대한 고려가 무엇보다도 중요할 것이다. 장비의 경제적 수명법을 결정할 수 있는 방법으로는 연평균 비용법이 널리 알려져 있으나, 일

반적으로 비용의 산출에 있어서 확정치보다는 퍼지수로 취급하는 것이 보다 현실적이라 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 퍼지수를 이용한 연평균 비용모델을 제안하고, 해상 컨테이너선에 적용함으로써 컨테이너선의 경제적인 수명을 분석하였다. 그 결과 1,000 TEU의 선박은 26년 정도 4,000 TEU의 선박은 22년, 7,000TEU의 컨테이너선은 21년 10,000 TEU선은 21년으로 산출되어 컨테이너선이 대형화됨에 따라 경제수명도 다소 감소하는 것으로 나타났다.

본 연구는 국내에서는 아직 연구가 미비한 선박의 교체주기를 경제성의 관점에서 분석한 연구로 선박 교체주기에 관한 의사결정시 기초자료로 활용 될 가치가 있을 것이다. 향후 연구에서는 기존모델과 퍼지모델의 비교하여 수명의 변화치를 분석하는 연구가 수행되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] 금중수, 장운재(2004), "해양사고 피해규모에 의한 수색 구조구역의 위험수준 평가", 한국항해항만학회지, 제28권 10호. pp. 39-48.
- [2] 김태현(1999), "다수의 도전 장비 존재시 최적 교체 정책 결정을 위한 동적 계획 모형", 고려대학교대학원 석사학위논문.
- [3] 박두진, 김현, 남기찬(2006), "정기선 선복 확보를 위한 Space Cartering의 경제성에 관한 연구", 한국항해항만학회지, 제30권 8호, pp.663-668.
- [4] 下條哲司(1986), "配船の經營科學", 成山堂書店.
- [5] 三木楯彦, 今井昭夫(1988), "國際海上コンテナ輸送の運用計畫に關する考察", 日本航海學會論文集 7 8 号.
- [6] Chang, H. C. (2004), "An application of fuzzy set theory to EOQ model with imperfect quality item", computers & operation research 31, pp.2079-2092.
- [7] Chen, S. H. (1996), "Backorder fuzzy inventory model under function Principle, Information Science 95, pp.71-79.
- [8] Park, K. S. (1987), "Fuzzy-set theoretic interpretation of economic order quantity", IEEE trans. syst, man, cybern. SMC-17(6), pp.1082-1084.

원고접수일 : 2007년 9월 12일

원고채택일 : 2008년 3월 31일