

## 이지스 구축함(KDX-III) 경제수명분석에 관한 연구\*

윤종준/최봉완\*\*

### 1 서론

#### 1.1 연구목적

'80년대 이후 국방비의 하향 배분추세가 지속되고 전력투자비의 비중이 감소하는데 반해, 신형 무기의 고가화로 첨단 군사력 건설에 막대한 재원이 소요되고 있으며, 이를 운영 유지하는데 소요되는 운영유지비는 계속적으로 증가되고 있는 추세이다.

국방 전력투자사업의 획득사업 중 함정은 복합무기체계로서 탑재되는 장비의 다양화, 시스템의 복잡화, 개발기간의 장기화, 그리고 생산에 막대한 비용이 수반된다. 한국형 이지스급 구축함인 KDX-III(이후 이지스급 구축함(KDX-III))의 경우에도 수천억원의 함 건조비용에 추가하여 탑재장비, 훈련체계, 운영시스템을 고려시에는 0조원의 획득비용이 소요되며, 도태시까지의 장기간 운영유지비를 포함한 수명주기비용(LCC : Life Cycle Cost) 또한 0조원 소요될 것으로 추정된다.

본 연구의 목적은 국내건조 함정인 이지스급 구축함(KDX-III)의 소요제기부터 도태시까지의 수명주기비용 추정을 통한 경제수명 결정에 관한 연구로써, 비용분석 모델인 PRICE를 사용하여 운영유지비용을 포함한 무기체계 수명주기 전반에 대한 객관성 있고 신속한 비용추정을 실시하고, 산출된 비용자료를 분석하여 어느 시기까지가 이지스급 구축함(KDX-III)의 성능에 대한 군의 요구를 가장 경제적으로 충족시킬 수 있는 기간인가를 판단하는데 목적이 있다. 즉 무기체계 획득단계에서 수명주기 비용을 추정하는 방법을 연구하고 이를 사용하여 경제수명을 조기에 결정하는 과학적 접근방법을 제시함으로써 향후, 전력투자사업의 함정획득 사업단계에서 의사결정에 반영하여 국방예산의 효율적 사용을 도모하고자 한다.

\* 본 내용은 '05년도 한국국방경영분석학회 추계학술대회 발표내용을 정리한 것임.

\*\* 해군본부

## 1.2 연구범위 및 방법

본 연구에서는 무기체계 획득 초기단계에서부터 도태시까지의 장기간에 걸쳐 발생하는 수명주기비용에 대한 이론적 고찰을 통해, 국내 조선소에서 0척을 건조하는 이지스급 구축함(KDX-III)함 건조 비용분석 결과를 근거로 수명주기비용을 추정한다.

연구방법은 함 건조업체로 지정된 00조선소에서 제시한 이지스급 구축함(KDX-III)의 비용추정기준 자료와 함정운용 개념서를 통해 획득비, 운영유지비 등 수명주기비용을 PRICE HL과 PRICE TOC 전산모델을 이용하여 추정한다.

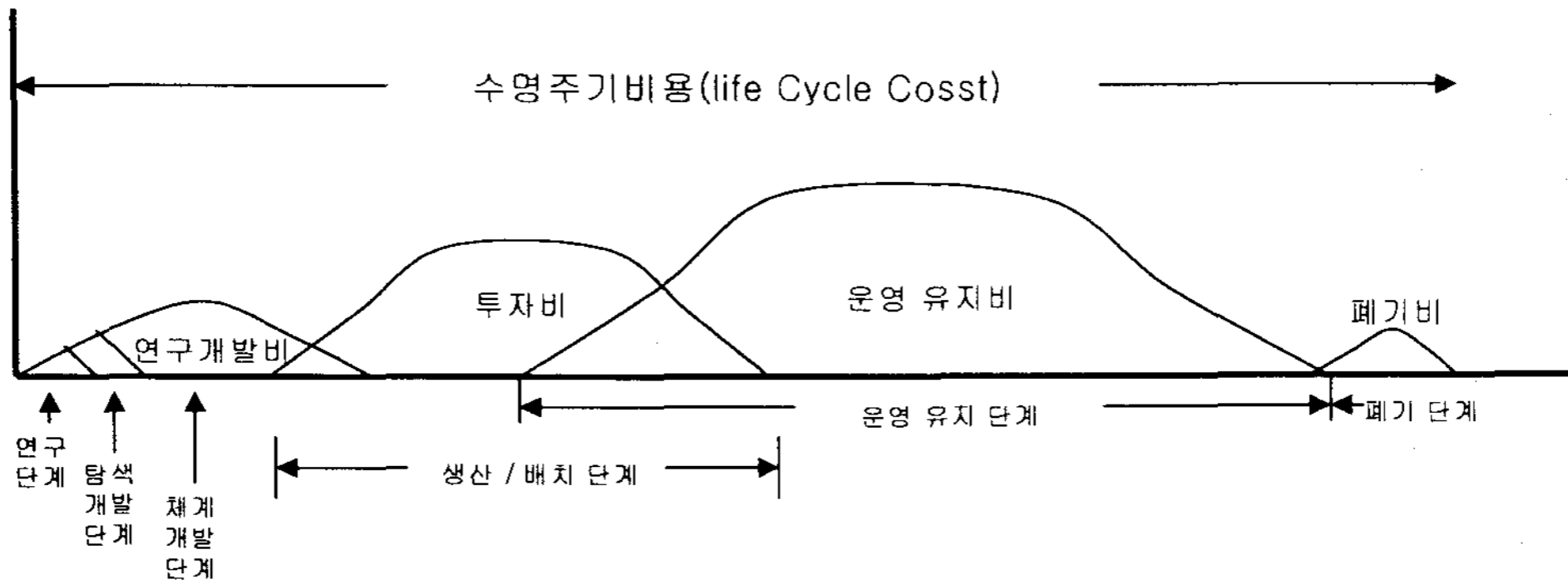
경제수명 결정방법은 경제수명 결정과 관련된 여러 방법 중에서 동일 장비를 계속적으로 사용할 경우 예상되는 총비용의 현재 가치를 연차별 지불되는 등가로 환산하여 등가 연간 비용이 최소가 되는 시점을 경제수명으로 하는 등가 연간비용법을 사용하도록 한다. 이때 비용추정모델에서 산출된 세부 비용분석자료를 활용하여 경제수명을 결정하는데 활용한다.

## 2 이론적 고찰

### 2.1 수명주기비용의 일반적 개념

국방분야에서 비용분석이란 대상 무기체계 및 자동화 정보체계의 획득, 운영유지와 관련된 모든 비용 및 일정을 이해하고 가시화시키기 위한 체계적이며 학문적인 노력을 의미한다.

본 연구에서 다루고자하는 획득사업에 있어서 비용분석의 대상은 획득으로부터 운영 및 폐기에 이르기 까지 발생하는 모든 금전적 지출이다. 즉, 목표로 하는 시스템의 연구, 개발, 획득(생산 또는 구매), 운영, 군수지원, 폐기에 관련된 모든 비용과 이를 뒷받침하기 위한 각종 시설 및 인프라스트럭처의 건설 및 유지비용, 무기체계의 운영유지를 위한 운영요원 및 정비요원 등의 인력확보유지비용, 유류, 탄약, 수리 부품 등의 소모, 생산/배치된 무기체계의 성능개량에 소요되는 비용과 부대 증·창설 관련 비용이 모두 포함된다. 이를 수명주기비용(LCC : Life Cycle Cost) 또는 총 소유비용(TOC : Total Ownership Cost) 이라 한다. <그림 1>은 수명주기비용의 일반적인 분류를 보여준다. 여기에서 수명주기비용은 총 소유비용과 같은 개념이지만 과거 수명주기비용이 주로 무기체계 획득, 운영과 직접 관련된 비용만을 주요 대상으로 해 왔다는 점에서 미국에서는 현재 총 소유비용이라는 용어를 더 많이 사용한다. 미국 국방부 장관 직속의 비용분석조정그룹(CAIG : Cost Analysis Improvement Group)에서는 체계 획득과 관련된 분석에서 사용하는 총 소유비용의 표준양식을 만들어 모든 체계 획득사업에서 이를 준용하고 있다.



<그림 1> 수명주기비용의 일반적인 분류<sup>1)</sup>

박태유<sup>2)</sup>는 수명주기비용 중 운영유지비 기본 항목을 <표 1>과 같이 분류하고 있다. 이 항목은 거의 대부분의 무기체계에서 공통적으로 적용되는 항목이기도 하며, 이 항목은 미국의 CAIG에서 무기체계 수명주기비용 항목으로 규정한 항목과 유사하다. 수명주기비용 분석시 이 항목을 기본으로 하여 분석하고자하는 무기체계에 따라 필요한 항목을 가감할 수 있다.

<표 1> 운영유지비 기본 항목

| 구분    |        | 내용   |
|-------|--------|--|
| 인건비   | 운영 요원비 | 무기체계 운영요원에 대한 제반 급여  |
|       | 정비 요원비 | 창정비를 제외한 제 정비단계에서의 정비요원에 대한 제반급여                                   |
|       | 간접 요원비 | 간접지원 담당요원 등에 대한 제반급여   |
| 소모품비  | 수리 부품비 | 창정비를 제외한 정비활동에 소모된 부품, 공구 및 시험장비 등에 소요된 비용                         |
|       | 유류비    | 체계운영시 소모된 연료, 윤활유 등의 유류 비용   |
|       | 탄약비    | 훈련, 체계검사 등에 소요된 탄약비용   |
| 창정비비  | 창 요원비  | 창정비 담당요원(군사요원 및 민간요원)에 대한 제반 급여                                    |
|       | 창 재료비  | 창정비시 소요되는 재료 및 수리부품비   |
|       | 창 수송비  | 창정비 수행 전후의 수송비   |
| 직접지원비 | 민간 직접비 | 창정비를 제외한 정비단계에서 민간요원 인건비 및 재료비                                     |
|       | 기타 직접비 | 이상의 비용항목에 포함되지 않은 초도보급품 저장관리비, 창정비이하 계단에서의 수송비 등 직접운영지원활동에 소요되는 비용 |
| 간접지원비 | 보충 훈련비 | 군사요원 교체로 인한 보충요원의 교육훈련, 배치에 소요되는 경비                                |
|       | 기타 간접비 | 군사요원의 주거시설 확보비, 군사요원에 대한 의료비 및 기타 간접지원 활동에 소요되는 비용                 |

1) CAIG, "Operating and Cost-Estimating Guide", 1992.

2) 박태유 외, "무기체계 평가분석 방법론", 국방연구원, 1996.

일반적으로 획득사업에서 수명주기비용의 이론적인 분포를 살펴보면 <표 2>에 나타나 있듯이 운영유지비가 차지하는 비율은 획득비의 72%를 차지한다는 연구결과가 있다.

<표 2> 수명주기 비용의 일반적인 분포<sup>3)</sup>

| 획득비(연구개발비 + 투자비) | 운영유지비 |
|------------------|-------|
| 28%              | 72%   |

또한, <표 3>에 나타나 있듯이 수명주기비용은 무기체계의 특성에 따라 초기 획득비용이 많이 들면서 운영유지비가 적게 드는 경우도 있고, 그 반대인 경우도 있지만, 군에서 수행한 몇 가지 무기체계의 수명주기비용 중 운영유지비가 차지하는 비율은 대략 30~60% 사이로 나타나고 있다<sup>4)</sup>.

<표 3> 무기체계별 수명주기비용 중 운영유지비 비율

| 구분     | 기종          | 수명주기비용 중 운영유지비용 비율(%) |
|--------|-------------|-----------------------|
| 전투기    | F-16        | 53                    |
|        | F/A-18      | 50                    |
| 수송기    | CN-235M     | 22                    |
|        | G-222       | 31                    |
| 훈련기    | PC-9        | 27                    |
|        | S-Tucano    | 32                    |
| 항공기    | A           | 63                    |
|        | B           | 60                    |
|        | C           | 56                    |
|        | D           | 68                    |
| 구축함용 포 | OTO         | 17                    |
|        | FMC         | 11                    |
| 합정 엔진  | MTU         | 81                    |
|        | Pielstick   | 81                    |
| 잠수함    | 214         | 18                    |
|        | Scorpion    | 17                    |
| 조준경    | A           | 64                    |
|        | B           | 58                    |
| 광학영상장비 | BF Goodrich | 22                    |
|        | Thales      | 29                    |

3) DSMC, "Acquisition Logistics Guide", 1997.

4) 이호석 외 4명, "무기체계 운영유지비용 분석 방법론 연구", 한국국방연구원, 2002.11, p25.

## 2.2 경제수명의 일반적 개념

### 2.2.1 장비수명의 정의 및 분류

장비수명이란 어떤 장비가 사용에 적합한 특정기간 또는 장비 본래의 성능을 효율적으로 수행할 수 있는 지속 기간을 뜻하며, 장비의 종류 및 수명 결정 기준에 따라 경제수명과 유효수명으로 나눌 수 있다<sup>5)</sup>.

여기서 경제수명이란 장비의 기능에 대한 군의 요구를 가장 경제적으로 충족시킬 수 있는 지속 기간으로 정의할 수 있다. 우리가 장비를 도입할 때는 초기 획득 비용이 많이 들지만 대부분의 장비가 사용기간이 증가함에 따라 장비 유지비용이 점차적으로 누적되어 획득비용을 초과하게 된다. 따라서 장비에 대한 경제성을 판단하여 장비의 가치보다 유지비용의 증가가 더 크다면 이를 교체의 기준으로 삼아야 하는데 이때 장비의 수명이 유지비에 의해 좌우되는 수명을 경제수명이라 한다.

유효수명이란 경제적인 고려 없이 장비의 기능에 대한 군의 요구를 충족시킬 수 있는 지속기간을 말한다. 즉 유지비용의 증가에 관계없이 해당 장비가 군에서 요구하는 성능을 만족시킬 때까지의 기간으로써 장비의 수명이 성능에 좌우되는 장비는 유효수명이 그 장비의 수명이 된다<sup>6)</sup>.

### 2.2.2 함정의 수명주기(Ship Life Cycle) 및 판단기준<sup>7)</sup>

함정의 수명주기는 함정의 일생으로 개념형성, 설계(연구개발), 건조, 운용 및 폐선에 이르기까지 일련의 과정으로 개념형성으로부터 폐선까지 함종에 따라 다르나 대략 20~30여년이 함정의 수명주기이며, 함정 및 함정탑재장비는 경제성이 수명 결정 요소인 장비로 구분된다. 따라서, 함정의 수명은 수백 개의 장비가 종합된 무기체계로서 전장비를 종합적으로 고려한 경제수명을 함정수명 기준으로 결정함이 타당할 것으로 판단된다.

함정의 수명은 여러 가지 요소가 복합적으로 작용하여 장비운용상의 변화를 가져오는 시점으로 결정되며 이에 대한 고려요소로는 전략·전술상의 요소, 장비의 성능저하, 운영유지비의 증가, 진부화의 문제, 군수지원상의 문제, 예산상의 제한 등이 있다.

함정수명 판단기준은 해군본부 및 합참 수준에서 제기된 교체소요 함정에 대해 교체 필요성을 종합적으로 검토한다. 이때 고려되는 판단기준은 다음과 같다.

첫째, 전략·전술상의 판단으로 전략상의 필요성, 대적전력의 우월성 유지의 필

5) 국방관리 연구소, "군용장비 수명 결정 연구", 1980, p.11.

6) 문태동, "PRICE 모델을 이용한 K1A1전차의 경제수명 결정에 관한 연구", 국방대학교 석사 학위논문, p.4.

7) 김용정의 1, "함정수명 판단기준 작성 연구", 1998년도 용역연구 과제 보고서, pp.23~26.

요성, 전술교리상의 불합리 여부, 환경상 불합리 여부 등으로 판단하며 가장 우선적으로 검토해야 한다.

둘째, 군수지원상의 판단으로 함정유지의 기술적인 문제, 부품조달 가능여부 등으로 판단하게 된다. 교체소요에 대한 이 두가지 측면에서의 판단은 정성적으로 이루어지며 다른 문제에 우선하여 소요의 적절여부를 결정하는 기준자료가 된다.

셋째, 예산상 판단으로 유효성 또는 경제성에 의한 판단, 유효성과 경제성을 동시에 고려한 판단 등으로 결정하게 된다.

## 2.3 함정수명 추정방법

### 2.3.1 경제적 측면에서의 수명(Economic Life)

#### 가. 평균시스템 비용법

이 비용법은 연간 평균 투자비와 연간 평균 유지비의 합계로 이루어지는 연간 평균시스템 비용(ASC : Average System Cost)이 최소가 되는 시점을 장비의 경제수명으로 결정하는 방법이다<sup>8)</sup>. 여기서 평균 투자비란 초기 투자비를 사용기간으로 나눈 값으로 사용기간이 증가함에 따라 단위 기간당 투자비가 감소하므로 평균 투자비는 사용기간의 증가에 따라 감소하게되며, 연간 평균 유지비란 사용기간까지 유지비를 누적하여 해당 기간으로 나눈 값으로 대부분의 장비는 사용기간이 증가함에 따라 장비의 노후 및 사고 등으로 인하여 유지비가 점차적으로 증가하므로 연간 평균 유지비는 사용기간이 증가함에 따라 증가한다.

이러한 평균시스템 비용을 수식으로 표현할 때, 장비 사용 기간(n)에 대한 총비용 TC(n)과 n기말까지의 연간 평균시스템 비용 ASC(n)은 다음과 같이 표현할 수 있다<sup>9)</sup>.

$$TC(n) = I + \sum_{j=1}^{\infty} C_j$$

여기서, I : 투자비(장비 구입비)

C<sub>j</sub> : j기말 장비 운영유지비

$$ASC(n) = \frac{TC(n)}{n} = \frac{I}{n} + \frac{\sum_{j=1}^n C_j}{n}$$

이때 평균시스템 비용법에 의한 경제수명 결정은 ASC(n)가 최소가 되는 사용기간 n을 구하는 것이다.

$$ASC(n-1) > ASC(n) < ASC(n+1)$$

8) 전계서, "군용 장비 수명 결정 연구", p.12.

9) William T. Morris, "Engineering Economic Analysis", Virginia Reston Publishing Co., 1976, pp.202~204.

평균 시스템 비용법은 가장 일반적인 방법이라는 장점을 지니고 있지만, 운영유지비 산출시 화폐의 시간적 가치를 고려하지 않고 동일 가치로 가정하여 장기간 사용하는 장비일 경우 절대비교가 곤란하다. 또한, 장비 사용기간이 경과함에 따라 노후되어 장비의 가치도 떨어지게 되는데 이러한 장비의 감가상각비가 고려되지 않는 단점을 지니고 있다.

#### 나. 등가 연간 비용법

등가 연간 비용법<sup>10)</sup>(EAC : Equivalent Annual Cost Method)은 동일 장비를 n기마다 교체 또는 재생하면서 계속 사용할 경우 예상되는 투자비와 유지비의 총비용을 연차별 지불되는 등가비용으로 환산하여 해당년도의 등가 연간 비용이 최소가 되는 시점을 장비의 경제수명으로 결정하는 방법이다. 이때 등가 연간 비용은 자본 회수비와 등가유지비의 합으로 나타낼 수 있으며 이를 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\text{등가연간비용(EAC)} = \text{자본회수비(CR)} + \text{등가유지비(EC)}$$

여기서 자본 회수비(CR : Capital Recovery With Return)란 초기 투자비(I)를 매년 일정한 동일 금액(등가)으로 회수하여 종년에는 그 장비에 투자된 모든 투자비가 회수되게 하는 것으로, 초기 투자비(I)에 자본회수계수(A/P)를 곱하여 표현할 수 있다.

$$CR = I \times \frac{A}{P}$$

이때 자본회수계수는 현가(Present-worth) 비용을 계산하고자 하는 기간까지의 등가 비용으로 환산시키는 계수로써, 기간 평균 이자율(i)에 의해 매년 등가로 지불되는 비용을 A, 그리고 비용의 현재가치를 P라 한다면 자본 회수 계수는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{A}{P} = (1+i)^n \times \frac{i}{(1+i)^n - 1}$$

등가유지비(EC : Equivalence Cost)는 장비 운용 기간에 사용된 유지비를 현가로 환산한 후 당해연도까지 누적하여 이를 등가로 환산한 비용을 말한다. 즉 연도별로 다르게 사용된 유지비를 동일 기준으로 누적하기 위하여 이자율을 적용 현가로 환산한 후 자본회수계수(A/P)를 곱하여 등가로 환산한 비용을 뜻한다. 등가유지비는 다음과 같은 식으로 표현할 수 있다.

10) J. E. Shamblin & G. T. Stevens, "Operations Research 2nd ed.", McGraw-Hill, Inc., 1974, pp.108~112.

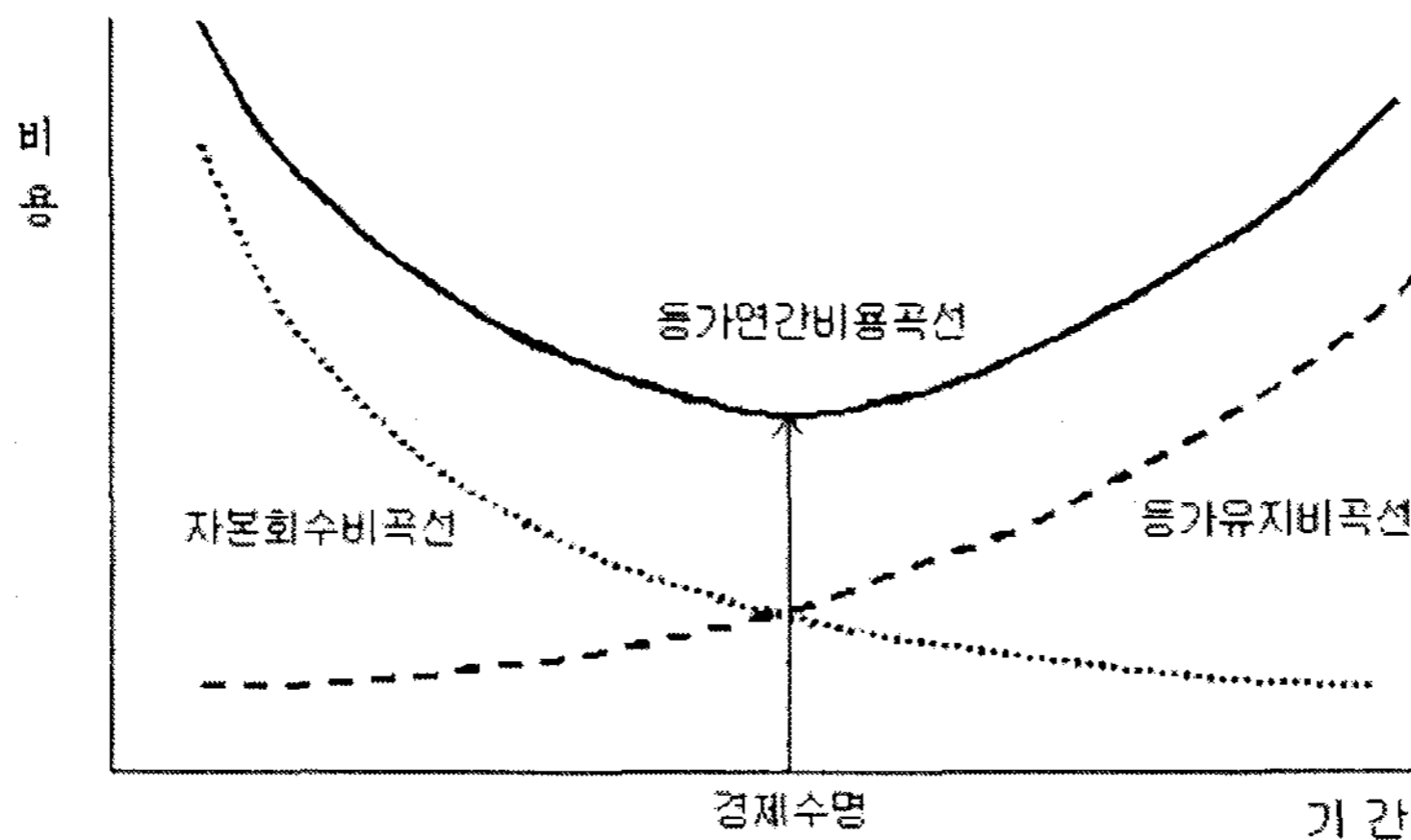
$$EC(n) = \sum_{j=1}^n C_j (1+i)^{j-1} \times \frac{A}{P}$$

여기서,  $C_j$  : j기말 운영 유지비  
 $j$  : 장비 운용 기간

등가연간비용(EAC)은 자본회수비(CR)와 등가유지비(EC)의 합이므로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} EAC(n) &= CR(n) + EC(n) \\ &= \left[ I \times \frac{A}{P} \right] + \left[ \sum_{j=1}^n C_j (1+i)^{j-1} \times \frac{A}{P} \right] \\ &= \left[ I + \sum_{j=1}^n C_j (1+i)^{j-1} \right] \times \frac{A}{P} \\ &= \left[ I + \sum_{j=1}^n C_j (1+i)^{j-1} \right] \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] \end{aligned}$$

계산된 등가 연간 비용으로부터 해당년도 비용이 최소가 되는 시점을 결정하여 경제수명으로 선정하게 되며 이를 도식으로 표현하면 그림과 같다.



<그림 2> 등가 연간 비용 곡선

즉, 자본 회수비는 사용기간이 증가함에 따라 단위 기간당 투자비가 감소하므로 하향곡선을 그리며, 등가 유지비는 장비의 노후화 및 사고 등의 증가로 유지비가 증가하므로 단위 기간당 유지비가 증가하게되어 상향곡선을 그리게 된다. 이때 자본 회수비와 등가 유지비의 합으로 나타나는 등가유지비 곡선은 초기 단위 기간당 유지비의 증가보다 단위 기간당 투자비의 감소가 크기 때문에 하향곡선 형태를 갖



다가 운영기간의 증가에 따른 장비 고장률의 증가 등으로 단위 기간당 등가 유지비가 자본 회수비보다 증가하게 되어 상향하게 되는데 변곡점에서 비용이 최소가 되는 경제수명을 결정할 수 있다.

$$EAC(n-1) > EAC(n) < EAC(n+1)$$

위 식은 등가 연간 비용이 최소가 되는 시점  $n$ 에서 장비의 적정 수명을 결정한다는 것을 의미한다. 등가 연간 비용법은 이자율을 사용하여 화폐의 시간적 가치를 고려하였고, 감가상각비와 미회수 자본이자의 합으로 표현되는 자본 회수비를 사용하여 장비의 가치 변화를 고려함으로써 발전된 경제수명 결정 모델이라 할 수 있다.

### 2.3.2 구조공학적 측면에서의 수명<sup>11)</sup>

함정설계시 구조설계 즉, 각 부위 치수결정(Scantling)은 함정에 적용하는 각종 하중요소를 종합적으로 고려하여 결정하며, 설계하중 및 설계응력에 관한 기준은 해군함정 구조설계 기준으로 보편화된 미해군의 수상함에 대한 구조설계 기준을 기본으로하여 결정한다.

선체에 작용하는 하중은 각 구조물의 기능 및 그 기능을 수행하게 되는 주위 환경에 의해 결정되고, 자연적 환경과 인위적 환경에 따라 구분된다. 또한 선박은 끊임없이 운동을 하고 있으므로 실제로 정적인 하중은 존재하지 않으며, 이러한 하중을 시간의 함수로써 해석적으로 표현하는 것은 거의 불가능하다.

구조공학적인 측면에서 함정수명에 영향을 미치는 요소로서 크게 2가지로 구분될 수 있다.

첫째, 부식에 의한 외판의 침식현상이다.

도장손상에 의한 침식의 정도는 환경에 영향을 받아 극한 상황의 경우 1.4mm/년의 경우도 있으나 일반적으로 0.1~0.2mm/년 정도로서 부식정도가 가장 심한 수면주위의 선체외판의 두께가 10~12mm인 FF, PCC의 경우 최악의 경우 침식으로 인한 선체 파공현상은 최소 50년 이상 소요될 것으로 추정된다. 또한, 선체는 방식용 Paint에 의해 보호되고 있으며, 철선의 경우 상가 주기가 2년으로 도장 손상에 의한 부식이 지속적으로 발생된다고 볼 수 없다. 따라서 부식에 의한 영향은 국부적인 영향을 줄 수 있으나 함정 수명에 영향을 미칠 수 있는 고려사항은 아니다.

둘째, 계속적인 파랑 운동속에 노출됨에 따라 피로축적에 의한 구조재의 피로현상 및 파괴현상이다. 이러한 피로현상은 해석적 표현의 어려움으로 구조설계시 간

11) 정현균, "함정 수명 주기에 관한 연구", 해군대학, 1996, pp.

과돼 왔다. 상선의 경우 장시간 항해에 따른 피로축적에 따라 피로손상 및 파괴에 대한 중요성이 강조되고 있어 외국선급의 경우 상세한 규정을 하고 있는 추세이며, 이를 위해 유한요소법 등을 이용한 구조해석 결과를 통한 피로강도 검토가 점차 구체화 되고 있으나, 군함의 경우 현재 적용하고 있는 구조설계시 고려되는 하중은 기본하중(표준 유동하중, 고정하중, 탱크액체하중, 저장하중)과 해상상태로 인한 하중(주선체 굽힘하중, 파랑하중, 기상하중, 함 운동하중) 등 각종 하중요소 및 안전계수로 경제수명 이내에 피로파괴에 의한 함정수명에 영향을 미칠 정도는 아니다.

구조공학적인 측면에서의 수명은 경제수명 또는 유효수명 기간을 훨씬 초과하므로, 함정수명에 영향을 전체적으로 미치지 않는다고 할 수 있다.

## 2.4 비용분석 전산모델 PRICE

PRICE(Parametric Review of Information for Costing and Evaluation) 모델은 장비의 기술적/물리적 특성 및 운용환경 자료와 과거 유사장비의 비용자료로부터 산출된 경험적요소를 반영하여 연구개발, 생산 및 운영유지비 등을 추정하는 소프트웨어로 1975년에 Lockheed Martin사에 의해 개발된 이래 범용으로 사용되고 있으며, '95년부터 미 국방성 획득사업 비용분석 공식 전산모델로 선정되었고, 우리 군에서는 '02년부터 국방부, 각 군에서 도입하여 현재까지 널리 사용되고 있다.

PRICE 모델은 회귀분석 및 학습효과 이론을 적용하여 과거의 경험 자료를 바탕으로 모수를 추정하여 비용추정관계식(CER)을 찾아내고 이를 기초로 비용을 추정한다. 모델은 하드웨어 개발 및 생산비 추정을 위한 PRICE H, 하드웨어 운영유지비 추정을 위한 PRICE HL, 소프트웨어 비용추정을 위한 PRICE S, 전자부품 비용추정을 위한 PRICE M과 총 소유비용(TOC : Total Ownership Cost) 추정 및 자료의 입·출력을 용이하게 하기 위한 PRICE TOC 등의 보조 소프트웨어가 있다.

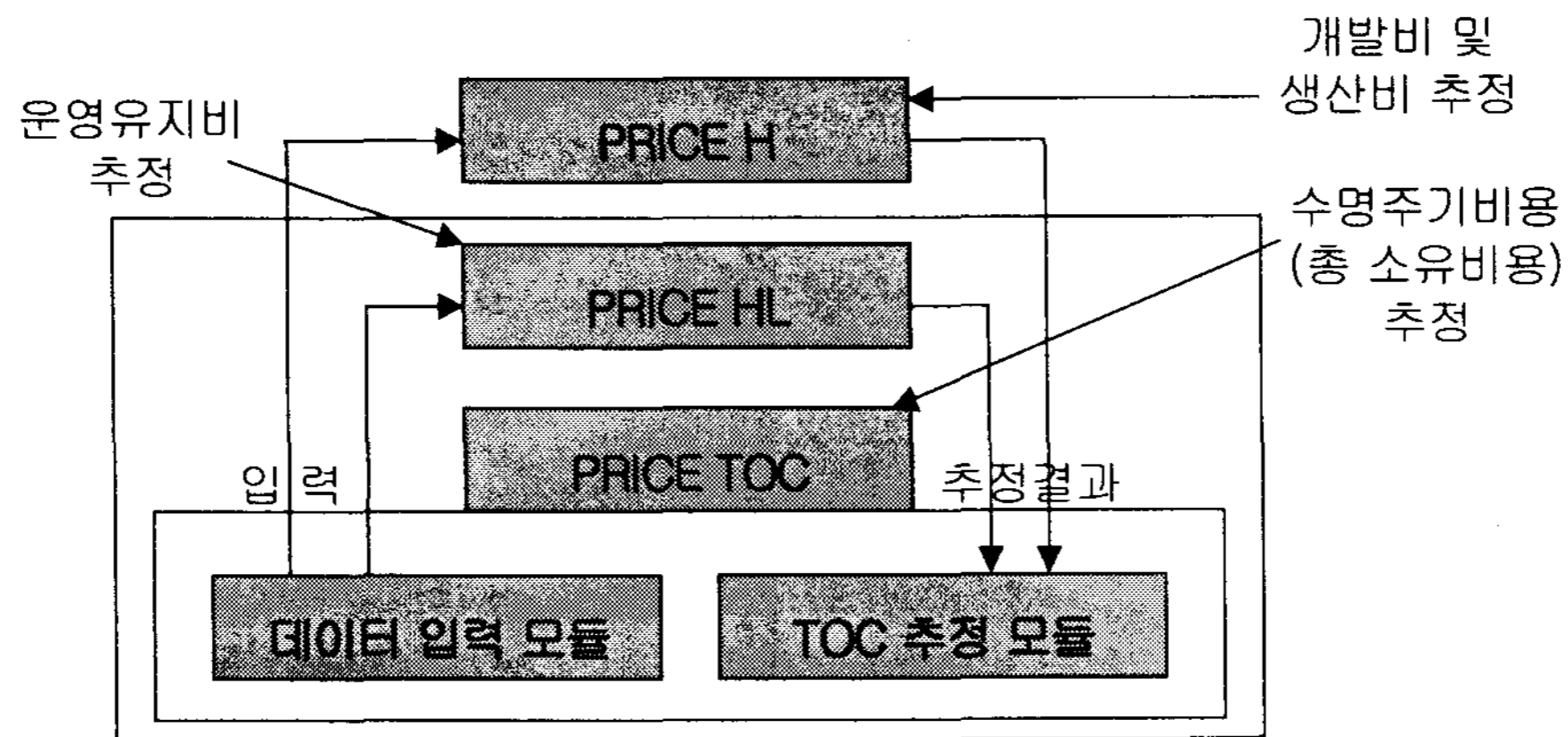
PRICE H 모델은 장비, 기계부품 등의 비용과 일정을 추정하는데 사용되고, 부품, 모듈, 구성품, 하위체계 및 본 체계를 구분하여 개발비용과 양산비용을 추정할 수 있으며, 기본개념은 모형내부에 하드웨어의 중량, 크기 및 기술적 난이도 등과 같은 물리적 특성과 함께 일정변수와 과거 비용자료 등이 입력되어 이들 변수의 통계적 처리를 통해 최초 결과를 산출해 내고 여기서 과거 실적자료와 전문가 의견에 의한 수정단계를 거쳐 보다 현실성 있는 비용추정 결과를 얻을 수 있다.

PRICE HL 모델은 PRICE H 모델과 연계, 또는 독립적으로 운용되어 무기체계

하드웨어(LRU<sup>12</sup>) 및 모듈<sup>13</sup>)에 대한 운영유지비<sup>14</sup>)를 추정할 수 있는 S/W로 비용을 고려한 최적의 정비개념<sup>15</sup>)을 자동으로 찾아주며, 무기체계 설계 및 군수지원요소를 대안별 신속한 선택적 교환(Trade-off) 분석을 통해 운영유지비 최소화 및 군수지원요소 최적화를 가능하게 한다.

PRICE TOC 모델은 무기체계에 대한 수명주기비용을 산출하기 위한 Excel 기반의 S/W로, 미 국방성 CAIG의 표준 운영유지비 구성 요소와 동일하게 설계되었다. 모델은 2가지 모듈, 즉 데이터 입·출력을 용이하게 하기 위한 데이터 입력 모듈과 무기체계에 대한 총 소요비용을 산출하기 위한 TOC 추정 모듈로 구성되어 있고, PRICE H/HL 모델과 연계되어 신속하게 수명주기비용을 산출한다.

비용분석가 입장에서 수명주기비용 추정을 위해서는 PRICE H 및 HL 모델이 상호 연계가 가능하도록 운용에 필요한 충분한 자료와 운용방법을 숙지하고 있어야 한다. 비용분석시 연구개발비용 및 생산비용 추정만 고려한다면 PRICE H 모델만으로도 가능하지만, 연구개발비용, 생산비용, 운영유지비용을 포함한 수명주기비용을 추정하고자 한다면 PRICE HL과 TOC 모델을 이용해야 한다. <그림 3>은 PRICE 모델을 이용하여 비용을 추정하는 모델 운영체계를 도식한 그림이다.



<그림 3> PRICE 모델 운영체계

- 12) LRU(Line Replaceable Unit) : 완제품을 운용 가능한 상태로 복구시키기 위하여 야전(field) 수준에서 탈거 및 교체되는 주요지원 품목이다.
- 13) Module : 고장난 LRU 수리를 위하여 1차적으로 교체되는 차하위 조립체를 말한다.
- 14) 무기체계를 운영, 유지하는데 소요되는 제반비용으로 무기체계의 운영유지를 위한 운영요원 및 정비요원 등의 인력확보유지, 유류, 탄약, 수리 부품 등의 소모, 생산/배치된 무기체계의 성능개량에 소요되는 비용 등이 포함된다.
- 15) PRICE HL 모델에서는 4가지 정비계단(사용자, 부대, 야전, 창)과 3가지의 정비작업(성능검사(합격/불합격), 결합모듈 탐지 및 교체, 결합부품 탐지 및 교체) 유형을 매트릭스로 하여 11가지의 기본작업을 설정하고 이를 조합하여 28가지의 정비개념을 제시하고 있다.

### 3. 선진국 및 아해군 함정수명주기 관리현황

#### 3.1 일본 해군<sup>16)</sup>

일본 자위대 함정은 책정된 함정별 수명을 기준으로 하여 퇴역하나 그 시기는 상황에 따라 변화하며, 함종별 수명기준은 함정건조 및 수리 등에 관한 방위청 훈령 제43호('94. 9. 30)로 규정하고 있다. 규정에 명시된 수명 기간 동안 함정이 보유한 성능 및 기능을 항시 발휘 가능하도록 정비유지를 실시하며 이를 위한 검사, 수리 및 정비에 관한 사항을 별도로 규정하고 있으며, 함종별 수명기준은 표와 같다<sup>17)</sup>.

<표 4> 일본 해상 자위대 함종별 수명기준

| 함 종   |             | 수 명 | 함 종     | 수 명 |
|-------|-------------|-----|---------|-----|
| 호위함   | 수명연장<br>수리전 | 16년 | 해양 관측함  | 20년 |
|       | 수리후         | 24년 | 잠수함 구난함 | 20년 |
| 잠수함   |             | 12년 | 시험함     | 20년 |
| 소해함   |             | 12년 | 보급선     | 20년 |
| 기뢰부설함 |             | 20년 |         |     |
| 유도탄정  |             | 9년  | 연습함     | 20년 |
| 초계정   |             | 12년 | 수송함     | 16년 |

함정의 퇴역절차는 <표 4>에 규정된 수명기간을 초과한 함정은 그 상태에서 어느 정도 성능 및 기능을 보유하고 있는가, 또는 앞으로 몇 년 사용 가능한가 등을 조사하고, 조사결과 본래 임무수행 불가 판정시에는 바로 퇴역처리하지 않고 대부분 용도를 변경하여 특무함, 연습함 등으로 운용한다. 노후화가 현저하고 부품지원 측면, 운용유지비 과다 등 비경제적이라고 판단시에는 퇴역 결정하며, 퇴역후에도 즉시 해체되지 않고 개발무기의 실제 사격표적 등으로 사용한다. 이와같은 함정수명주기 관리로 실제함종별 수명은 호위함 29~30년(호위함 24~25년 / 특무함 4년), 잠수함 19년, 소해정 24년(소해정 15년 / 특무정 또는 지원정 9년) 이다.

#### 3.2 독일 해군<sup>18)</sup>

함정수명 결정요소는 함정의 임무, 장비, 성능개조여부, 운영유지비 예산 등의 문제가 복합적으로 평가되어 결정되며, 함형별 수명기준은 구축함, 호위함, 지원함 및

16) 전게서, "함정 수명 주기에 관한 연구", pp.16~17.

17) 주일무관첩보 제 95-509호(1995.11.16), "주재국 함정설계 및 수명주기 관련자료".

18) 전게서, "함정 수명 주기에 관한 연구", pp.17~19.

모함 20~25년, 고속함, 소해함 15년, 잠수함 20년이다<sup>19)</sup>.

이론상 함정수명은 함형별로 위와 같은 기간을 기준으로 함정획득 및 운용계획을 수립하나, 실제로는 예산상의 문제 등으로 대부분 수명기간을 초과하여 운용하고 있는 실정이며, 최근 함정운용기간 실적에 따르면 <표 5>에서 보는바와 같이 상기 설정된 기준보다 5~10년 이상 추가 연장 운용하고 있는 실정이다.

<표 5> 독일 해군 함정별 실제 운용 기간

| 함 형   |           | 실제 운용기간   |
|-------|-----------|-----------|
| 구 축 함 |           | 30년       |
| 호 위 함 | F-120급    | 20년       |
|       | F-122급    | 30년 운용 예정 |
| 고 속 함 | S-148급    | 28년 운용 예정 |
| 잠 수 함 | 205, 206급 | 25년       |
|       | 206A 급    | 30년 운용 예정 |

함정 퇴역결정 요소는 기본적으로 해군의 인원 운용계획, 함정척수, 임무 등 여러 가지 요소가 복합적으로 작용하며, 함정 퇴역은 함정상태를 참조하되 퇴역 시기는 동급 함정 중 정기수리 계획을 우선적으로 고려하여 결정한다. 퇴역절차는 해군본부에서 해군장기정책에 의해 퇴역계획을 수립하고, 해군 군수사에서 무기체계 관리장교 주관 하에 상기 퇴역계획에 의해 퇴역함을 선정하여 해본에 건의하면 해본에서는 군수사의 건의를 토대로 퇴역함 결정후 퇴역명령 하달하고, 군수사는 이를 집행한다.

### 3.3 한국 해군

한국 해군의 함종별 수명에 대한 기준은 “국방장비목록편람”(국방부 군수국 발간)과 각 함정의 “함정건조 기본지침서(TLR)”상에 명시되어 있으나 그 기준이 상이하게 책정되어 있다. <표 6>은 함정별 수명기준을 나타내며, 표에서 보는바와 같이 함정건조 기본지침서상 수명은 대부분 30년으로 요구하고 있으나, 도태계획 수립, 함정조사(INSURV : Inspection Ship Survey) 등 실제 함정퇴역과 관련된 업무수행시 수명 판단의 기준이 되는 국방 장비 목록상의 수명은 대부분 20년으로 획일적으로 책정되어 있는 실정이다.

함정의 퇴역기준은 퇴역이 요구되는 노후화 함정인 경우 함정조사위원회를 구성하여 함정조사를 실시한 후 함정의 성능 및 상태를 조사한 함정조사 결과보고서

19) 주독일무관첩보 제 95-192호(1995.12.20), “독일 해군 함정 수명주기(Life Cycle) 관련자료 보고”.

와 국방장비 목록상의 수명을 고려하여 도태계획을 수립한다.

여기서 한국해군의 수명주기 관리실태 및 문제점을 짚어보면 다음과 같다. 함정의 도태 및 교체는 국방자원의 가용범위 내에서 최적대안을 선택하여 우선순위에 의거 책정하는 비용대 효과 분석을 통한 계획수립과 임무수행 소요를 동시에 충족시킬 수 있어야 한다. 그러나 현재의 도태 의사결정 방법은 정량적으로 분석한 경제수명 및 경제적 수리한계 등을 고려한 충분한 분석자료에 의해서 함정의 수명을 고려하지 않고 전략·전술적 측면에 너무 치중하고 있으며, 일률적으로 책정된 함종별 수명과 함정조사 결과를 고려하여 도태계획을 수립함으로써 경제수명 초과운용이나 경제적 수리한계 이상의 수리로 운용유지비가 과다하게 소요되거나 조기퇴역 등의 문제점이 발생되고 있어 예산낭비와 전투력 확보상 손실을 초래할 수 있다<sup>20)</sup>.

<표 6> 함정별 수명기준

| 함종 |     | 함정건조<br>기본지침서 | 국방장비<br>목록편람 | 비고  |
|----|-----|---------------|--------------|---|
| A형 | DO  | -             | 20           | POO의 경우<br>함정건조<br>기본지침서상<br>최소 25년으로<br>규정 |
|    | FO  | 30            | 20           |   |
|    | POO | 25 ~ 30       | 20           |   |
|    | PKO | 15 ~ 20       | 20           |   |
|    | KDO | 30            | 20           |   |
| B형 | MOO | 30            | 미등록          |   |
|    | MSO | 30            | "            |   |
| C형 | AOO | 30            | 20           |   |
| D형 | LOO | 30            | 20           |   |
| E형 | ASO | 30            | 20           |   |
| F형 | SOO | -             | 20           |   |

그러므로 함정은 경제적이고 과학적인 군 운용을 위해서 함정 도태시기를 계량적으로 추정하여 기준을 정립하고, 여기에 전략·전술적인 측면 등의 정성적 요소를 고려하여 국방계획 수립시 적용하면 보다 효율적인 국방자원을 분배하고 관리할 수 있을 것이다.

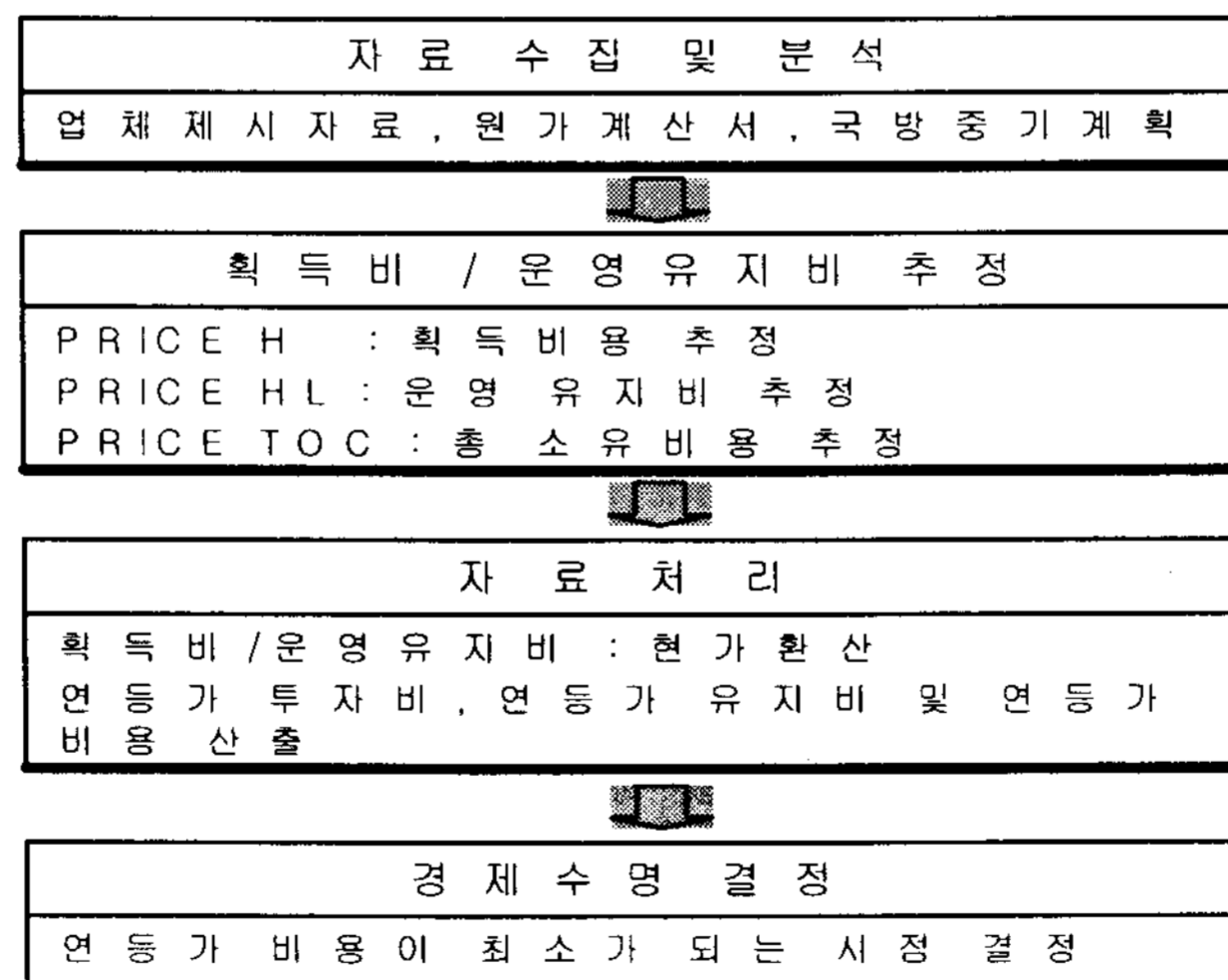
20) 전계서, "함정수명주기에 관한 연구", pp.24~27.

## 4. 이지스 구축함(KDX-III) 수명주기비용/경제 수명 결정

### 4.1 경제수명 결정 절차

본 장은 새로이 건조되어 도입되는 함정에 대한 수명주기 전반의 객관성 있고 신속한 비용추정을 실시하여 그 자료를 바탕으로 어느 시기까지가 함정의 성능에 대한 군의 요구를 가장 경제적으로 충족시킬 수 있는 기간인가를 사전에 판단하는 방법을 이지스 구축함(KDX-III)을 사례로 적용하여 제시하였다. 이전 장에서 제시한 경제수명 결정방법 중 가장 적합하다고 판단된 등가 연간 비용법과 수명주기비용 산출모델인 PRICE 모델을 사례에 적용하여 경제수명을 산출한다.

따라서 이지스 구축함(KDX-III)의 경제수명을 결정하는 연구절차는 우선 PRICE H 모델에 업체제시 자료와 원가계산서 등으로부터 획득한 양산자료를 입력함으로써 장비획득비용을 추정하고, H 모델과 연동된 PRICE HL 모델을 사용하여 연간 운영유지비를 추정하며, TOC 모델을 이용하여 총 소유비용을 산출한다. 모델로부터 산출된 장비 획득비용(I)과 누적 운영유지비를 현가로 환산한 자본회수계수(A/P)를 곱하여 각각 연등가 투자비(CR)와 연등가 운영유지비(EC)를 산출한다. 이후 해당년도까지 연등가 투자비와 연등가 유지비의 합인 연등가비용(EAC)을 연도별로 계산하여 그 비용이 최소가 되는 시점을 이지스 구축함(KDX-III)의 경제수명으로 결정한다. 이 절차를 그림으로 나타내면 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 이지스 구축함 경제수명 결정 절차

### 4.2 이지스 구축함(KDX-III) 운영유지비 추정 및 분석

이지스 구축함(KDX-III)의 경우에는 야전운영 실적자료를 확보할 수 없고, 단지

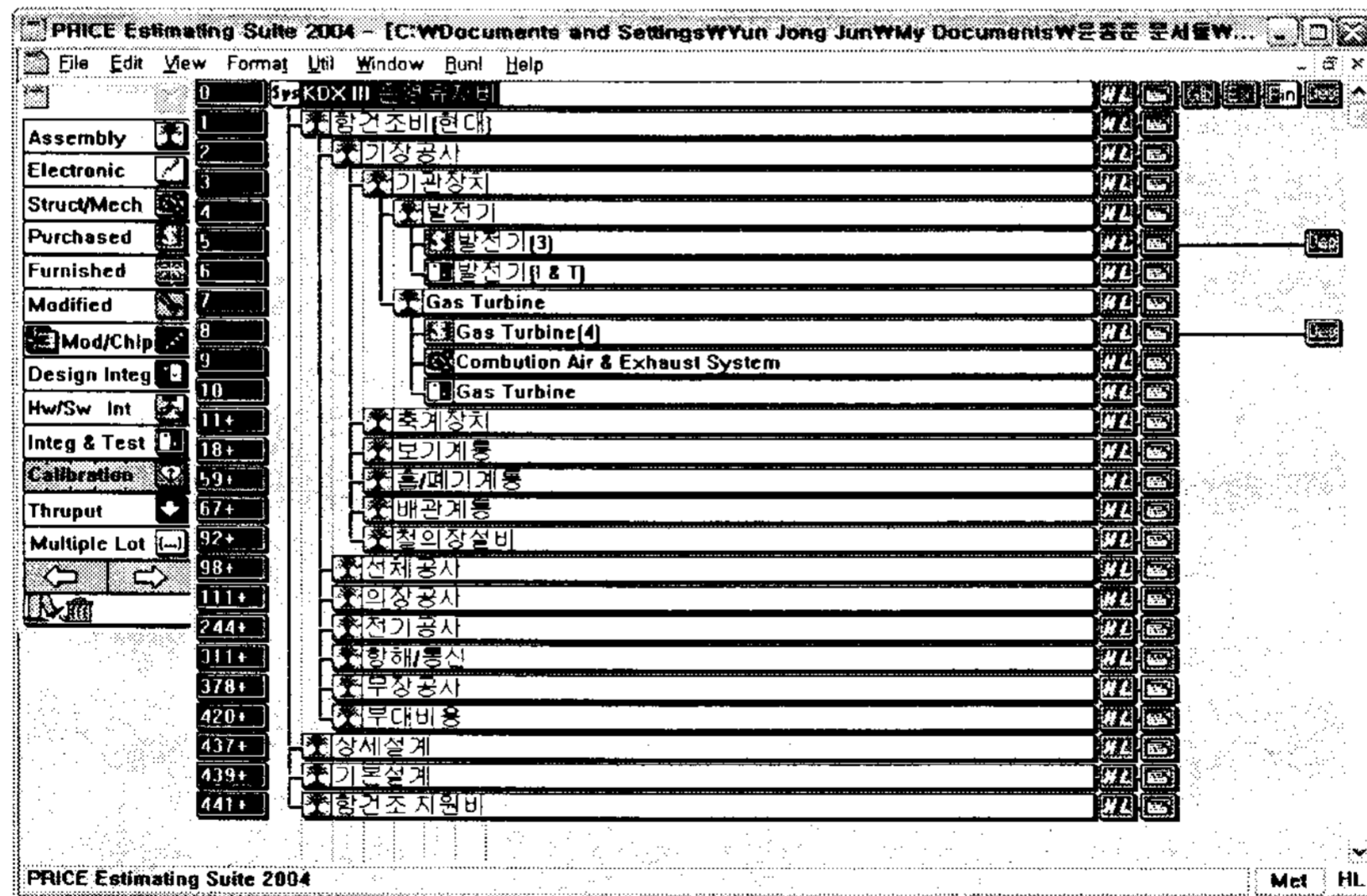
합정 운영개념 및 군수지원 요소만 결정되었기 때문에 PRICE H 모델을 이용 양산비용을 추정하고, PRICE HL 및 PRICE TOC 모델을 이용하여 이지스 구축함(KDX-III) 수명주기비용 즉, 총 소유비용을 추정한다.

#### 4.2.1 양산비용 추정

##### 가. EBS 구성

이지스 구축함(KDX-III)의 양산비용 추정을 위한 PRICE H 모델링은 함 건조와 기본설계, 상세설계, 함 건조 지원비로 나누어 Level 1 단계에서 구성하였고, 하부 Level은 건조업체의 공사별 작업구분에 의해 기장, 선체, 의장, 전기, 항해/통신, 무장공사와 부대비용으로 구성하였다, 그리고 각 공사별 하부구조는 조립체와 조립체를 구성하는 LRU 별로 나열하였다. 이러한 하드웨어 구조인 작업분할구조(WBS)를 기준으로 Level 5까지 445개 EBS를 구성하였다. <그림 5>는 이지스 구축함(KDX-III)의 EBS 구조도를 보여주고 있으며 각 EBS 입력 파라미터는 이지스 구축함(KDX-III) 국내건조업체인 00조선소에서 제공한 입력자료에 의해 구축된 화면이다.

<그림 5> 이지스 구축함(KDX-III) EBS 구조



##### 나. 변수입력 기준

분석을 위해 공통적으로 입력되어야 할 변수로서 Project Properties 화면에서는 고정 환률(Constant YRECON) 및 화폐는 원화를 적용하였다. 경제 기준연도는 2003년 1월로 설정하였다.



Globals Input Sheet 화면에서는 기준연도를 2003년 획득총괄표로 산정하고 기타 입력 자료는 변동 없이 모델 자체의 기본 값(Default)을 사용하였다.

Escalation Input Sheet 화면에서는 기준연도를 2003년 물가상승률표로 산정 및 생산기간인 '00년에서'00년 동안 2% 물가상승률을 적용하였다.

Financial Input Sheet 화면에서는 노동력에 대한 기준시점인 노동기준연도를 2004년 1월로 하였고, 일반관리비율, 노무단가, 간접 노무비율, 이윤율은 업체별로 산정된 값을 적용하였다.

EBS Element 별 개별 구성요소에 대한 입력 자료인 구조중량(WS)은 업체로부터 제시받은 Data를 기본으로 하였으며, 공학적 추정법에 의해 추정된 비용을 참고로 하여 제조복잡도에 대한 보정(Calibration)<sup>21)</sup>을 실시하였다. 그 외 입력변수 중 운용환경(PLTFM)은 1.6을 입력하였고, 생산시작 및 생산종료는 중기계획 생산 연도를 입력하였다.

#### 다. 비용추정 결과

전산모델 PRICE H를 이용하여 추정된 비용 결과는 <표 7>과 같다.

<표 7> 전산모델 비용추정 결과 단위 : 억원

| 구분    | A 사     | B 사     | C 사     |
|-------|---------|---------|---------|
| 상세설계비 | 228.7   | 253.7   | 199.3   |
| 합 건조비 | 3,270.5 | 3,199.6 | 3,026.5 |
| 총계    | 3,499.2 | 3,453.4 | 3,225.8 |

표에서 보는바와 같이 상세설계비 및 합 건조비를 포함하는 적정 총사업비는 3,225.8억원에서 3,499.2억으로 추정되었다.

#### 4.2.2 수명주기비용 추정

PRICE HL의 EBS 구조는 PRICE H EBS와 동일하다. 다만 각 EBS의 입력변수 화면이 달리 구성될 뿐이다. HL의 기본 입력자료는 H로부터 Fill From H(PRICE HL로 변환) 기능을 이용하여 HL 모델의 기본자료(DATA)를 생성하였다.

PRICE HL 모델은 총 158개의 입력항목으로 구성되어 있으며, 이 항목들은 크게

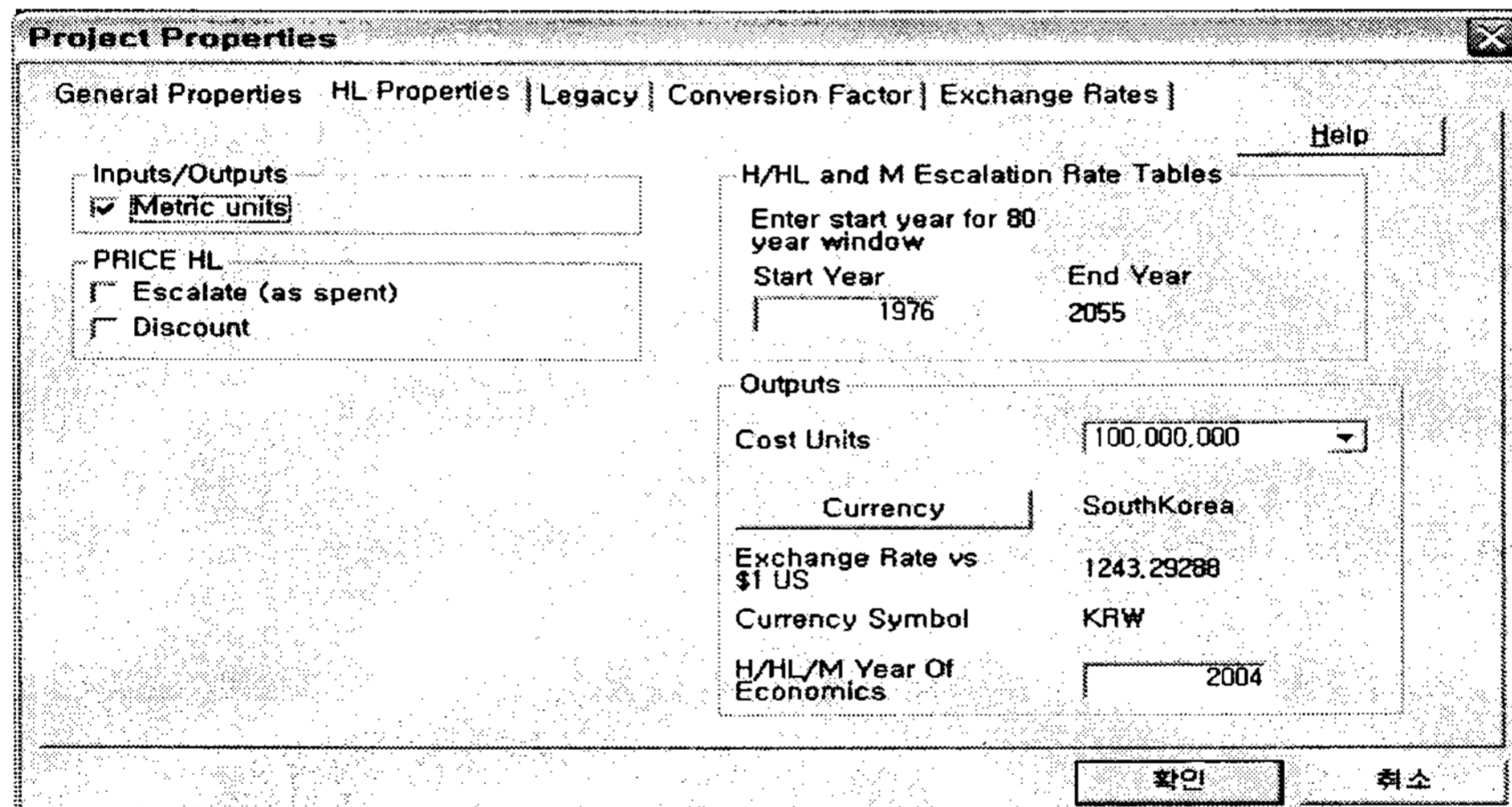
21) 보정(Calibration)이란 실발생비용과 PRICE 추정치를 비교 분석하여 PRICE Model을 한국적 환경과 무기체계 특성에 맞게 조정하여 사용하는 절차와 모델링 기법을 의미한다. 보정은 크게 2가지로 구분하는데 장치별 보정(Product calibration)과 기관보정(Organization calibration)이 있다.

4가지, 즉 프로젝트 기본 환경 설정 정보(Project Properties), 배치 및 운영정보 (Deployment By Theater), 하드웨어 특성 정보(Life Cycle Input), 정비 및 보급 정보(Life Cycle Globals)로 분류된다. 이지스 구축함(KDX-III)의 운영유지비를 추정하기 위한 PRICE HL의 적용절차는 다음과 같이 3단계로 적용된다.

가. 프로젝트 기본 환경 설정 정보, 배치 및 운영정보 입력 : 1단계

(1) 프로젝트 기본 환경 설정 정보

<그림 6>은 PRICE HL로 이지스 구축함(KDX-III)의 운영유지비를 추정하기 위해 초기에 분석을 위한 환경 설정정보를 나타내며, 이는 한국적 환경에 맞추어 분석을 하는데 요구되는 주요 입력사항이다.



<그림 6> 프로젝트 기본환경 설정정보 입력화면

(2) 배치 및 운영 정보

배치자료는 함정이 야전에 배치되어 운용되는 기간, 운용 비율 및 연도별 장비 배치수량 등으로 PRICE HL 모델의 필수 입력요소이다.

이지스 구축함(KDX-III)의 사업추진 및 작전운영개념에 의거하여 운영유지 시작 기준은 1척이 건조되어 해군에 인도되는 시점인 00년 00월, 운영기간은 30년으로 하였다. 연도별 배치계획 및 연간운용비율은 <그림 7>에 나타나 있으며, 현 해군의 수리운영현황을 파악하여 부대/야전 정비 개념을 적용하였고, 부대/야전 보급 장소는 없는 것으로 간주하였다. 창 정비 및 보급 장소는 1개로 설정하였다.

| Year # | Number Locations (ED) | On Time Fraction (OTF) | Theater1 | Theater2 | Theater3 |
|--------|-----------------------|------------------------|----------|----------|----------|
| 1      | 1                     | 0.6425                 |          |          |          |
| 2      | 1                     | 0.6425                 |          |          |          |
| 3      | 2                     | 0.6425                 |          |          |          |
| 4      | 2                     | 0.6425                 |          |          |          |
| 5      | 3                     | 0.6425                 |          |          |          |

<그림 7> 배치 및 운영정보 입력화면

나. 하드웨어 특성 정보 : 2단계

하드웨어 특성 정보와 관련한 입력 값들은 분석 대상 하드웨어의 특성 값(중량, 체적, 수량 및 H/W 종류, 모듈 및 부품 유형의 수), RAM 분석을 통해 도출된 값(MTBF, MTTR 등) 및 비용자료(품목 및 시험장비 획득비 등) 등으로 분류할 수 있으며, 각각의 변수는 획득자료를 사용자가 직접 입력하거나 PRICE H 입력창이 완성되어 있을 경우 Fill From H(PRICE HL로 변환)를 이용하여 HL 모델의 기본자료(DATA)를 생성할 수 있다. 본 연구에서는 기본 입력화면 변수 중 정비와 관련된 8개 변수는 Fill From H를 통해 생성하고, 그 외 관련자료는 업체로부터 획득하여 별도 계산한 후 결과 값을 입력하였다. 8개 변수는 고장간 평균시간(MTBF), LRU의 부대, 일반, 창정비에서 소요되는 평균 수리시간(TF/TI/TD), 모듈의 부대, 일반, 창정비에서 소요되는 평균 수리시간(TMO/TMI/TMD), 그리고 사용자 정비 단계에서 소요되는 평균 수리시간(TRE)변수를 의미한다.

PRICE HL 모델의 하드웨어 특성 정보 입력화면은 <그림 8>과 같다.

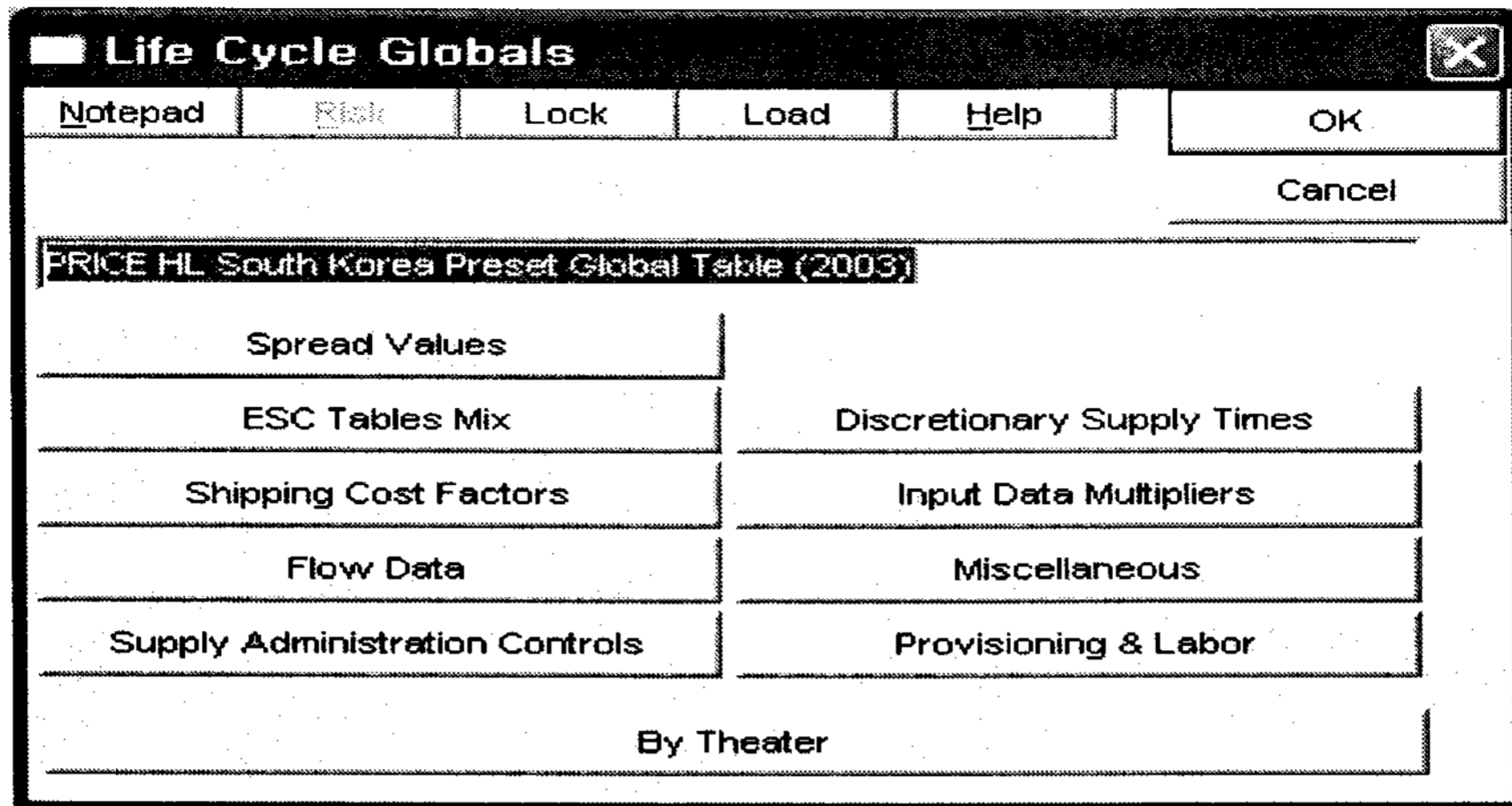
| MTBF   | TF    | TI        | TD           | TMO          | TMI         | TMD  | EE | FN             |
|--------|-------|-----------|--------------|--------------|-------------|------|----|----------------|
| 13367  | 0.65  | 0.65      | 0.65         | 1.33         | 1.33        | 1.33 |    | 3.0            |
| CEND   | CPE   | CUR       | CMR          | TRE          |             |      |    |                |
| 0.00   |       | 0.00      | 347674983.00 | 143160287.00 |             |      |    | 1.00           |
| P      | PP    | FNSP      | CPPE         |              |             |      |    |                |
| 10.000 |       | 129.000   | 0.50         | 74179516.00  |             |      |    | Select All     |
| CFIM   | CFIP  | FTSQF     | FTSQP        |              |             |      |    | Select None    |
| 0.00   |       | 0.00      | 0.000        | 0.000        |             |      |    | Concept Detail |
| TC     | CCOLI | FTSQC     |              |              |             |      |    |                |
| 0.000  |       | 0.00      | 0.000        |              |             |      |    |                |
|        |       | LRU       | MODULE       | PART         |             |      |    |                |
| DSTART | 0     | Prod Cost | 695349966.00 | 409029392.00 | 74179516.00 |      |    |                |
| DEND   | 0     | L Curve   | 1.000        | 1.000        | 1.000       |      |    |                |
| PSTART | 904   | Ref Qty   | 9            | 9            | 9           |      |    |                |
| PEND   | 1108  | Weight    | 30518.000000 | 622.816320   | 2.705351    |      |    |                |
| YRBASE | 2004  | Volume    | 3662.16000   | 74.73796     | 0.32464     |      |    |                |

<그림 8> 하드웨어 특성정보 입력 화면

다. 정비 및 보급 정보 : 3단계

정비 및 보급 정보 관련 입력변수 화면은 9개가 있으며, 이지스 구축함(KDX-III) 운영유지비 추정에서는 수송비 계수(Shipping Cost Factors) 입력화면에 대해서 해당 입력 값을 적용하였으며, 전역 간 고장 및 작업량 비율(Flow Data) 입력화면에서는 전역(Theater)을 한 개로 모델링 하였기 때문에 전역 2, 3은 '0'으로 적용하였다. 보급행정관리(Supply Administration Controls) 입력화면에서는 해군의 경우 창에서 보급관련 업무를 수행하고 있으므로 'Depot'으로 설정하였고, 기타 변수(Miscellaneous) 입력화면에서는 AOFF(가용도 사용통제), CEN(목록화 비용), CAD(목록화 유지비용), YAT(연간마모율), SMF(예방정비 비율) 변수를 계산하여 적용하였다. 그 외 입력변수 화면인 Spread Values, 물가상승률 적용 테이블(ESC Tables Mix), 적정발주 주기(Discretionary Supply Times), 입력변수 승수(Input Data Multipliers), 보급 및 인건비(Provisioning & Labor), 전역구분(By Theater) 등 6개 입력자료는 PRICE HL 모델에서 적용한 default 값을 사용하였다.

PRICE HL 모델의 정비 및 보급정보 입력화면은 <그림 9>와 같다.



<그림 9> 정비 및 보급 정보 입력 화면

#### 4.2.3 수명주기비용 추정

본 절에서는 PRICE HL 모델을 통해 산출된 데이터를 활용하고, PRICE TOC 모델을 적용함으로써 이지스 구축함(KDX-III)의 상세한 운영유지비와 획득비, 즉 총 소유비용을 산출하였다.

이지스 구축함(KDX-III)의 수명주기비용을 추정하기 위해 적용한 총 53개 입력항목과 산출항목에 대해서는 설명을 생략한다.

#### 4.2.4 비용추정 결과 분석

이지스 구축함(KDX-III)의 획득비는 업체에서 제시한 자료를 이용하여 추정한 상세설계비, 함 건조비 등의 양산비용과 그 외 관급으로 탑재되는 무기체계의 직구매비용 등을 포함하여 추정되었다. 그리고 운영유지비는 0척을 30년간 운용할 경우를 기준으로 PRICE HL 모델을 통해 개략적인 운영유지비를 추정하고, 얻어진 결과를 이용하여 PRICE TOC 모델에서 운영유지비와 관련된 인건비, 탄약비, 유류비 등의 자료를 입력하여 수명주기비용 즉, 총 소유비용을 추정하였다.

PRICE TOC 모델로 추정한 결과를 살펴보면 <표 8>에서 보는바와 같이 총 소유비용은 약 63,561.5억원, 0척 함정 획득비는 약 31,885억원, 함정 운영유지비용은 약 31,676.5억원이며, 1척 획득비는 약 10,628.3억원, 1척 운영유지비용은 약 10,558.8억원으로 연간 약 351.9억원인 것으로 추정되었다.

<표 8> 이지스 구축함(KDX-Ⅲ) 운영유지비 추정 결과

| 구 분      | 0척/30년 기준<br>단위 : 억원 | 1척(년 기준)<br>단위 : 억원 |
|----------|----------------------|---------------------|
| 총 소요비용   | 63,561.5             | 21,187.1            |
| 함정 획득비   | 31,885.0             | 10,628.3            |
| 함정 운영유지비 | 31,676.5             | 10,558.8(351.9)     |

총 소요비용의 세부 항목별 추정결과는 <표 9>와 같다. 표에서 보는 바와 같이 1척을 기준할 때 함 승조원 운용요원 인건비는 연간 약 19억 9천만원이며, 정비요원 및 간접지원요원을 포함함 총 인건비는 약 23억 4천만원이 소요될 것으로 추정된다. 장비 운영에 필요한 연료, 전력, 정비 및 물자, 부대훈련 지원을 위한 수송 등에 소요되는 부대 운영비는 연간 약 242억 2천만원이 소요될 것이다. 해군 군수 분야 근무자 등이 많은 관심을 가지고 있는 정비비는 해군 정비단계에 따라 추정된다. 부대정비 단계에서 발생하는 비용은 부대운영비의 소모성 물자 및 수리부속비 항목과 야전정비비, 창정비비, 외주정비비를 포함하여 추정된 정비비는 연간 약 273억 9천만원이다. 야전정비비는 이지스 구축함(KDX-Ⅲ)이 기동함대 전력으로 운용되는 개념에 따라 창에서만 정비하는 것으로 간주하여 비용이 발생하지 않는 것으로 하였다.

<표 9> 세부항목별 이지스 구축함(KDX-III) 운영유지비 추정 결과

| 구분        | 항 목                |               | 0척/30년 운영기준 |          | 1척 기준<br>(억원) | 연간<br>(억원) |   |
|-----------|--------------------|---------------|-------------|----------|---------------|------------|---|
|           |                    |               | 금액(억원)      | 비율       |               |            |   |
| 획득비       | 합정 획득비             |               | 31,885.0    | 50.16    | 10,628.3      | -          |   |
| 운영<br>유지비 | 운영요원 인<br>건비       | 운영요원 인건비      | 1,797.0     | 2.83     | 599           | 19.966     |   |
|           |                    | 정비요원 인건비      | 3.1         | 0.00     | 1.03          | 0.034      |   |
|           |                    | 간접요원 인건비      | 314.2       | 0.49     | 104.7         | 3.491      |   |
|           |                    | 소 계           | 2,114.3     | 3.33     | 704.7         | 23.492     |   |
|           | 부대 운영비             | 연료/전력비        | 4,543.0     | 7.15     | 1,514.3       | 50.477     |   |
|           |                    | 소모성 물자/수리부속비  | 17,093.5    | 26.89    | 5,697.8       | 189.927    |   |
|           |                    | 창 정비 지원비      | 80.2        | 0.13     | 26.7          | 0.891      |   |
|           |                    | 탄약비           | 85.1        | 0.13     | 28.3          | 0.945      |   |
|           |                    | 기타 부대 소모비     | 0.0         | 0.00     | 0.0           | 0.0        |   |
|           |                    | 소 계           | 21,801.8    | 34.30    | 7,267.2       | 242.242    |   |
|           | 야전 정비비             | 야전정비 인건비      | 0.0         | 0.0      | 0.0           | 0.0        |   |
|           |                    | 소모성 물자/수리부속비  | 0.0         | 0.0      | 0.0           | 0.0        |   |
|           |                    | 기타 야전 정비비     | 0.0         | 0.0      | 0.0           | 0.0        |   |
|           |                    | 소 계           | 0.0         | 0.0      | 0.0           | 0.0        |   |
|           | 창 정비비              | 완전분해수리/재작업비   | 7,564.7     | 11.90    | 2,521.5       | 84.052     |   |
|           |                    | 기타 창정비비       | 0.0         | 0.00     | 0.0           | 0.0        |   |
|           |                    | 소 계           | 7,564.7     | 11.90    | 2,521.5       | 84.052     |   |
|           | 외주 정비비             | 초기 계약자 지원비    | 0.0         | 0.00     | 0.0           | 0.0        |   |
|           |                    | 계약자 준수 지원비    | 0.3         | 0.00     | 0.1           | 0.003      |   |
|           |                    | 기타 계약자 지원비    | 0.0         | 0.00     | 0.0           | 0.0        |   |
|           |                    | 소 계           | 0.3         | 0.00     | 0.1           | 0.003      |   |
|           | 유지 지원비             | 지원장비 교체비      | 0.0         | 0.00     | 0.0           | 0.0        |   |
|           |                    | 형상변경된 KIT 획득비 | 0.0         | 0.00     | 0.0           | 0.0        |   |
|           |                    | 기타 고정 투자비     | 0.0         | 0.00     | 0.0           | 0.0        |   |
|           |                    | 기술 지원비        | 42.0        | 0.07     | 14.0          | 0.466      |   |
|           |                    | 소프트웨어 유지보수비   | 0.0         | 0.00     | 0.0           | 0.0        |   |
|           |                    | 시뮬레이터 운영비     | 0.0         | 0.00     | 0.0           | 0.0        |   |
|           |                    | 기타 유지비        | 1.3         | 0.00     | 0.4           | 0.014      |   |
|           | 소 계                | 43.3          | 0.07        | 14.4     | 0.481         |            |   |
|           | 간접 지원비             | 요원 지원비        | 50.0        | 0.08     | 16.6          | 0.555      |   |
|           |                    | 시설 유지비        | 102.0       | 0.16     | 34.0          | 1.133      |   |
|           |                    | 소 계           | 152.0       | 0.24     | 50.6          | 1.688      |   |
|           | 운영유지비              |               | 31,676.5    | 49.84    | 10,558.8      | 351.961    |   |
|           | <b>총 소유비용(TOC)</b> |               |             | 63,561.5 | 100           | 21,187.2   | - |

추정된 이지스 구축함(KDX-III) 운영유지비의 타당성 검증을 위해 2장에서 설명된 연구결과와 개략적으로 비교하였다. 한국국방연구원의 무기체계 운영유지비용 분석 방법론 연구에 의하면 군에서 운영중인 무기체계별로 추정된 운영유지비 비율은 대략 30~60% 사이로 나타났다. 본 연구에서 추정된 이지스 구축함(KDX-III) 1척의 획득비는 약 1조 6천억원, 운영유지비는 약 1조 5천 5백억원으로 운영유지비가 수명주기비용 중 약 49.84%인 것으로 분석되었으므로 추정된 비율은

적정한 것으로 판단된다.

### 4.3 경제수명 판단

#### 4.3.1 등가 투자비 산정

장비에 투자된 자본은 그 장비가 제공하는 서비스에 의해 획득되는 수익과 장비 도태시의 잔존가치에 의해 회수된다고 할 수 있다. 그러나 이지스 구축함과 같은 군용장비의 경우 부여된 임무를 수행할 수 없다면 폐기 장비로써 잔존가치가 없기 때문에 초기 획득 비용 모두를 종년에 회수 할 수 있도록 등가 투자비를 산출하여야 한다. 이지스 구축함의 등가 투자비(CR)는 획득비에 자본회수계수(A/P)를 곱하여 구할 수 있다. 단, 연간 이자율은 단, 연간 이자율(i)은 매년 다르므로 '99년부터 '04년도까지 시장금리 중 콜금리<sup>22)</sup>의 산술평균 4%를 적용하였다. 이자율과 등가유지비 산출식에 의해 누적유지비에 대한 당해년도 등가 유지비를 구하면 <표 10>과 같다.

<표 10> 등가 투자비 산출 결과

단위 : 원

| 운용 기간 | 등가 투자비            | 운용 기간 | 등가 투자비         |
|-------|-------------------|-------|----------------|
| 1     | 1,062,830,000,000 | 16    | 91,190,814,000 |
| 2     | 563,512,466,000   | 17    | 87,364,626,000 |
| 3     | 383,043,932,000   | 18    | 83,963,570,000 |
| 4     | 292,809,665,000   | 19    | 80,881,363,000 |
| 5     | 238,711,618,000   | 20    | 78,224,288,000 |
| 6     | 202,787,964,000   | 21    | 75,779,779,000 |
| 7     | 177,067,478,000   | 22    | 73,547,836,000 |
| 8     | 157,830,255,000   | 23    | 71,528,459,000 |
| 9     | 142,950,635,000   | 24    | 69,721,648,000 |
| 10    | 131,046,939,000   | 25    | 68,021,120,000 |
| 11    | 121,375,186,000   | 26    | 66,533,158,000 |
| 12    | 113,297,678,000   | 27    | 65,045,196,000 |
| 13    | 106,495,566,000   | 28    | 63,769,800,000 |
| 14    | 100,650,001,000   | 29    | 62,600,687,000 |
| 15    | 95,654,700,000    | 30    | 61,431,574,000 |

#### 4.3.2 등가 유지비 산정

등가 연간 비용법을 적용하기 위해서는 장비 운용 기간에 사용된 유지비를 현가

22)

<http://ecos.bok.or.kr/jsp/use/economyinfo/EconomyinfoCtl.jsp?actionType=registerHtmlJFSelect>



(Present-worth)로 환산한 후 당해연도까지의 유지비의 현재 누계에 자본회수계수(A/P)를 곱함으로써 등가 유지비를 산출한다. 이지스 구축함의 연간 유지비는 PRICE HL / TOC 모델을 이용하여 산출하였다. 단, 연간 이자율(i)은 '99년부터 '04년도까지의 시장금리중 콜금리의 산술평균 4%를 적용하였다. 이자율과 등가유지비 산출식에 의해 누적유지비에 대한 당해연도 등가 유지비를 구하면 <표 11>과 같다.

<표 11> 등가 유지비 산출 결과                      단위 : 원

| 운용 기간 | 등가 유지비         | 운용 기간 | 등가 유지비          |
|-------|----------------|-------|-----------------|
| 1     | 36,603,944,000 | 16    | 74,177,413,196  |
| 2     | 39,591,118,662 | 17    | 77,379,207,883  |
| 3     | 41,729,234,213 | 18    | 80,696,480,907  |
| 4     | 43,831,707,206 | 19    | 84,092,246,981  |
| 5     | 45,948,093,316 | 20    | 87,737,185,030  |
| 6     | 48,127,085,213 | 21    | 91,471,002,648  |
| 7     | 50,337,665,061 | 22    | 95,328,703,156  |
| 8     | 52,619,065,413 | 23    | 99,351,463,120  |
| 9     | 54,994,755,156 | 24    | 103,586,925,925 |
| 10    | 57,443,188,224 | 25    | 107,920,937,669 |
| 11    | 60,001,666,160 | 26    | 112,550,960,769 |
| 12    | 62,635,773,513 | 27    | 117,160,841,572 |
| 13    | 65,377,232,459 | 28    | 122,136,780,652 |
| 14    | 68,201,878,035 | 29    | 127,340,121,232 |
| 15    | 71,174,573,491 | 30    | 132,575,986,811 |

#### 4.3.3 경제수명의 결정

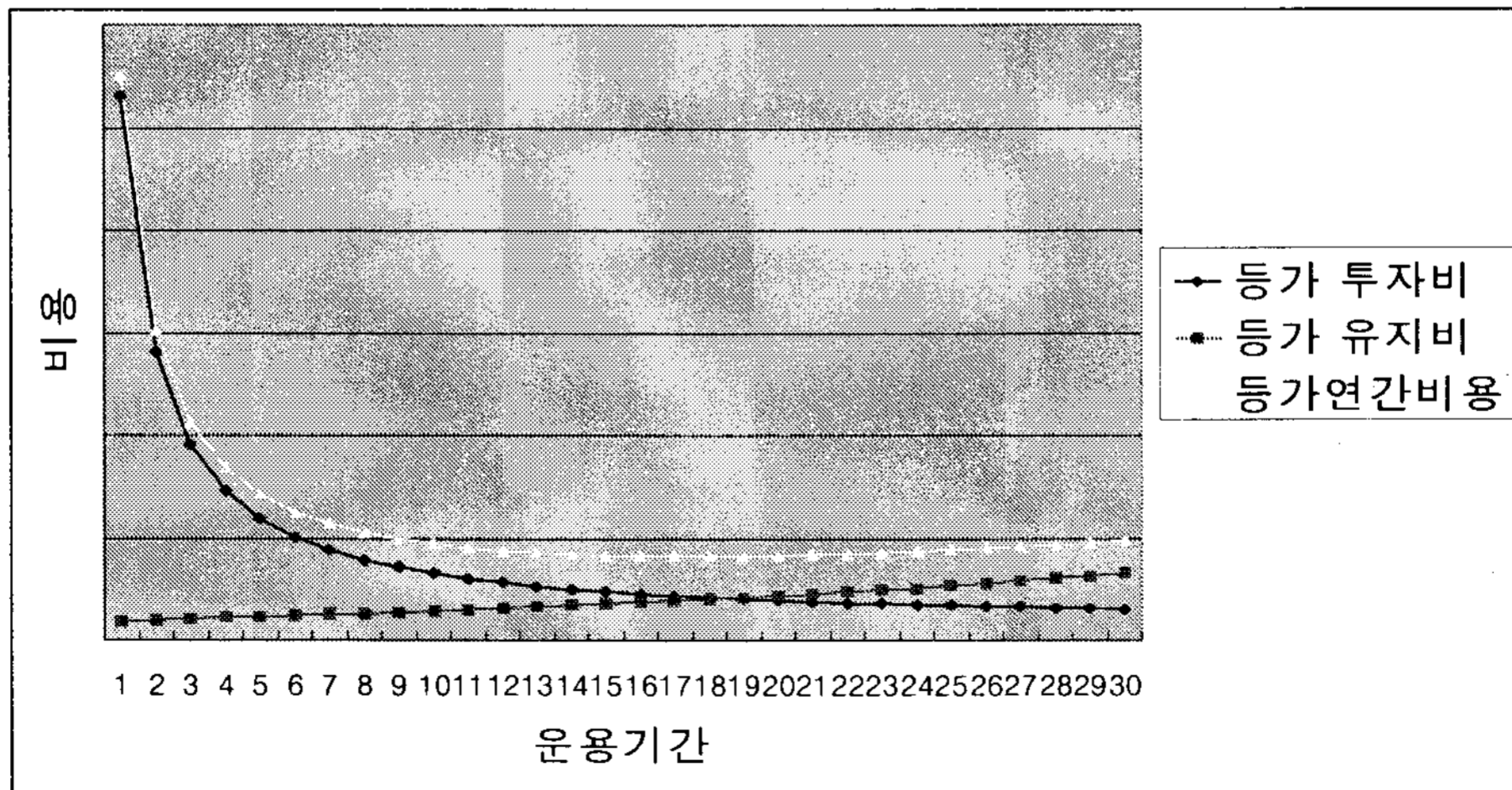
등가 연간비용법을 이용한 장비의 경제수명은 등가 투자비와 등가 유지비의 합인 등가 연간 비용이 최소가 되는 시점 n을 결정하는 것으로, 이지스 구축함의 경제수명은 <표 12>에서 등가 연간 비용이 최소가 되는 시점을 선정함으로써 결정할 수 있다.

<표 12> 등가 연가 비용 산출 결과

단위 : 원

| 운용 기간 | 등가 투자비            | 등가 유지비          | 등가 연간 비용          |
|-------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 1     | 1,062,830,000,000 | 36,603,944,000  | 1,099,433,944,000 |
| 2     | 563,512,466,000   | 39,591,118,662  | 603,103,584,662   |
| ⋮     | ⋮                 | ⋮               | ⋮                 |
| 15    | 95,654,700,000    | 71,174,573,491  | 166,829,273,491   |
| 16    | 91,190,814,000    | 74,177,413,196  | 165,368,227,196   |
| 17    | 87,364,626,000    | 77,379,207,883  | 164,743,833,883   |
| 18    | 83,963,570,000    | 80,696,480,907  | 164,660,050,907   |
| 19    | 80,881,363,000    | 84,092,246,981  | 164,973,609,981   |
| 20    | 78,224,288,000    | 87,737,185,030  | 165,961,473,030   |
| 21    | 75,779,779,000    | 91,471,002,648  | 167,250,781,648   |
| 22    | 73,547,836,000    | 95,328,703,156  | 168,876,539,156   |
| 23    | 71,528,459,000    | 99,351,463,120  | 170,879,922,120   |
| ⋮     | ⋮                 | ⋮               | ⋮                 |
| 29    | 62,600,687,000    | 127,340,121,232 | 189,940,808,232   |
| 30    | 61,431,574,000    | 132,575,986,811 | 194,007,560,811   |

<표 12>로부터 등가 투자비는 장비의 운용기간이 경과함에 따라 계속적으로 감소함을 알 수 있고, 등가유지비는 증가함을 알 수 있으며, 18년에서 등가 연간 비용이 최소가 됨을 알 수 있다. 따라서 경제수명은 18년으로 결정할 수 있으며, 군의 요구를 가장 경제적으로 충족시킬 수 있는 기간은 17~19년으로 추정된다. <그림 10>은 등가 연간 비용 곡선을 나타낸다.



<그림 10> 이지스 구축함 등가 연간 비용 곡선

#### 4.3.4 민감도 분석

경제수명은 비용과 관련되어 판단된 수명으로 대·내외적 금융 환경변화에 의해 크게 영향을 받는다. 따라서 경제여건 변화에 의한 불확실성을 감안하기 위하여 경제수명 결정에 큰 영향을 미치는 요소 중 이자율 변동에 따른 민감도 분석을 실시하였다.

이지스 구축함(KDX-Ⅲ)의 운용기간 중 평균 이자율을 3%에서 6%까지 증가시켰을 때 경제수명을 판단하였다. 그 결과 <표 13>에서 보듯이 경제수명은 이자율이 증가함에 따라 경제수명이 단축됨을 알 수 있었으며, 경제수명은 13년에서 21년까지로 결정할 수 있다.

<표 13> 이자율 변동에 따른 경제수명

| 이자율  | 3%  | 4%  | 5%  | 6%  |
|------|-----|-----|-----|-----|
| 경제수명 | 21년 | 18년 | 15년 | 13년 |

## 5. 결 론

함정 도태시기의 의사결정 방법은 정량적으로 분석된 경제수명 및 경제적 수리한계 등을 고려한 충분한 분석자료에 의해서 함정의 수명을 결정하기보다는 전략·전술적 측면에 치중하거나, 일률적으로 책정된 함종별 수명에 의해 도태시기를 결정함으로써 경제수명 초과운영이나 경제적 수리한계 이상의 수리로 운용유지비가 과다하게 소요되는 등 예산낭비를 초래할 수 있다.

따라서 본 연구는 함정 획득단계에서 경제성 측면을 고려한 함정 경제수명을 추정하기 위한 방법론을 제시한다. 연구 절차는 우선 경제수명 결정에 필요한 수명주기비용의 추정을 위해 PRICE 모델을 이용하여 항목별 비용을 추정하였다. 그리고 추정된 자료를 바탕으로 경제수명 결정 모형 중 적합하다고 판단된 등가 연간 비용법을 적용하여 등가 유지비와 등가 투자비의 합이 최소가 되는 시점을 경제수명으로 결정하였다.

연구 결과를 정리하면, 이지스 구축함(KDX-Ⅲ)의 수명주기비용인 총 소요비용의 추정결과는 이지스 구축함(KDX-Ⅲ) 0척을 30년간 운영할 경우를 기준으로 할 때, 총 소유비용은 약 63,561.5억원, 함정획득비용은 약 31,885억원, 함정운영유지비용은 약 31,676.5억원이며, 척당 총 소요비용은 약 21,187.1억원, 획득비용은 약 10,628.3억원, 함정 운영유지비용은 약 10,558.8 억원, 연간 약 351.9 억원 소요될 것으로 추정되었다. 그리고 추정의 타당성 검증 측면에서 보면, 전체 수명주기비용 중 운영유지비가 차지하는 비율이 49.84%로 나타나 수명주기비용 중 운영유지비가

차지하는 비율적인 면에서는 타당성이 있는 것으로 판단된다.

경제수명을 분석한 결과 경제수명(이자율 4% 일때)은 18년이며 군의 요구를 가장 경제적으로 충족시킬 수 있는 지속기간은 17년에서 19년까지로 판단할 수 있었다. 추정된 한국함정 경제수명을 일본 해군(호위함 16년), 독일 해군(구축/호위함 20~25년)의 유사함정과 비교시 유사하게 추정되었다.

본 연구의 의의는 국방예산의 효율적인 활용에 있으며 연구에서 제시하는 절차에 따라 함정 획득 전에 경제성 평가를 통한 경제수명을 판단할 수 있다면 국방예산에 대한 적정 소요예산을 사전에 계획할 수 있고, 중·장기적으로 함정 교체계획을 수립함으로써 궁극적으로 국방예산 절감에 기여하게 될 것으로 판단된다.