

2003 춘계학술발표회 논문집

한국원자력학회

원전 연장운전 경제성평가 방법 비교

Comparison of Economic Evaluation Methodology for the Nuclear Plant Lifetime Extension

송택호, 정일석

한전전력연구원

대전광역시 유성구 문지동 113-16

요 약

원전 수명연장 경제성 평가 방법에는 현재가치액 평가법, 균등화 발전원가 비교법, 단위출력당 판매 수익 비교법 등이 있다. 본 논문에서는 원전 수명연장과 관련된 경제성 평가 방법론을 조사하고 평가 방법론들을 서로 비교하여 보았다. 또한, 현재가치액 평가법, 발전원가 비교법, 단위출력당 판매 수익 비교법을 각각 사용하여 연장운전시 수반되는 투자비의 한도금액(Break Even Point, BEP)을 평가하였으며, 평가결과들을 서로 비교하였다. BEP를 서로 비교한 결과, 현재 가치액 평가법 보다는 균등화 발전 원가 평가 방법이, 그리고 균등화 발전 원가 평가 방법 보다는 단위출력당 판매 수익 비교법이 더 보수성을 띄는 것으로 나타났으며, 연장운전을 위한 투자금액, 평가 대상원전의 이용율, 대체전원의 성능과 더불어 미래에 예측되는 기저부하의 수요량 조사가 경제성 평가에서 보다 중요할 것으로 예측되었다.

Abstract

In connection with economic evaluation of NPP lifetime management, there are lots of methodologies such as Present Worth Calculation, Levelized Unit Energy Cost (LUEC) Calculation, and Market Benefit Comparison methodology. In this paper, Economic evaluation of NPP lifetime management was carried out by using these three methodologies, and the results of each was compared with the other methodologies. With these three methodologies, break even points of investment cost related to life extension of nuclear power plant were calculated. It was turned out to be as a analysis result that LUEC is more conservative than Present Worth Calculation and that Benefit Comparison is more conservative than LUEC, which means that Market Benefit Comparison is the

most conservative methodology, and which means base load demand of the future would be far more important than any other factors such as capacity factor, investment cost of life extension, and performance of replacing power plant.

1. 서론

원전수명관리는 크게 기술적 측면, 인허가 측면, 경제성 측면으로 나눌수 있는데, 기술적 측면에서 원전 설비의 건전성을 유지시켜야 하며, 인허가 측면에서 전체 수명기간에 대해 각종 규제 요건들을 만족시켜야 하며, 경제적 측면에서 이득을 남기어야 한다.

전력연구원이 기 수행한 원전 수명관리 1단계 연구('93.11-'96.11)에서는 배타적인 두 대안의 경제성을 비교하였으며, 현재가치액 평가법을 사용 하였다. 현재가치액 평가법에서는 인허가 수명 종료 이후 원전을 연장운전하는 경우와 그렇지 않은 경우 두 대안의 투자비용 및 이득을 현재가치로 환산하여 비교함으로써 연장운전의 경제성을 평가한다. 이 방법에서는 Westinghouse의 수명연장 경제성 평가 프로그램인 WECON을 기본 모델로 하여 국내 실정에 적합하게 개발한 PLiMEE(plant lifetime economic evaluation) 프로그램을 사용하여 분석하였다[1].

LCMECON(Life Cycle Management Economics) 전산코드는 EPRI Technical Report에 소개되어 있다[2]. LCMECON에서 사용하는 방법은 PLiMEE에서 사용한 방법과 유사하지만 최종결과를 PLiMEE에서는 순이득, 이득비용비로 표시하는 반면에 LCMECON에서는 발전원가로 표시한다. 입력된 모든 값은 실제로 돈이 쓰여지는 해로 물가상승되며 계산결과는 다시 기준년도로 할인된다. 다른 전산코드들이 대체적으로 한가지의 물가상승율을 적용하고 있는 것에 비하여, LCMECON에서는 O&M Cost와 IPP-producer cost에 대해서는 별도의 물가상승율을 독립적으로 적용한다. LCMECON에서는 자본지출항목을 Capital Pool로 관리하여 출력결과에 반영하며, 이 Capital Pool에 대한 자본 상황은 폐로시점에서 이루어지며, 출력결과는 발전원가로 나타난다[2].

PLAN60 Code(EPRI NP-6205-CCML)는 1989년도에 EPRI에서 계획예방정비 경제성 평가를 목적으로 작성된 것이다[3]. 이 전산프로그램에는 계획예방정비에 계획한 모든 Event를 입력시켜 주어야 한다. Event라 함은 Normal Refueling, Mid-cycle planned outage, ISI, Containment Integrated Leak Rate Test, RPV Annealing, User Defined Event 등을 총칭한다. 이 전산프로그램은 보수 정비 프로그램의 최적화 프로그램이라고 볼 수 있으며 원전 계획예방정비 계획수립에 필요한 대안 선택에 필요한 요소들을 고려하고 있다[3].

코발트 함유 기기의 부식으로 인해 기기 중에 함유된 코발트 원소가 용액으로 녹아 나가서 방사화학 반응을 거친 후 Co-60과 같은 강방사능 물질이 생성된다. 코발트 60은 작업자의 피폭량을 증가시키는 중요한 요소 중 하나이다. 따라서 코발트 함유 부품에 대한 비코발트 함유 부품으로의 교체 방안 검토는 경제적, 기술적 측면과 더불어 피폭선량 감소라는 새로운 측면을 제시한다. Cobalt Valve 전산코드는 이러한 측면을 검토하기 위해 탄생되었다. 이 모델을 적용한 발전소는 GPU

Nuclear Corporation's Oyster Creek(BWR), Wolf Creek Nuclear Operating Corporation(PWR), Northern States Power Company's Prairie Island(PWR) 등 이다[4]. 이 전산 프로그램도 경제성 평가와 관련이 있으나 수명연장 경제성 평가와는 거리가 있다.

VTESTER는 원자로 압력용기 노화관리를 위한 경제성 평가 프로그램이다[5]. 원자로 압력용기는 중성자 조사를 받으면서 취화되므로, 수명기간 동안 중성자 조사취화에 대한 노화관리 프로그램이 필요한데, VTESTER를 활용하여 어떤 노화관리 프로그램이 경제적으로 가장 타당한가를 평가할 수 있다. VTESTER는 수목도(influence diagram)를 사용하여 결정론적 측면 뿐만 아니라 확률론적 측면에서 원자로 압력용기 관리전략을 도출하고 우선순위를 결정한다. VTESTER는 크게 조사량감소(Flux Reduction), 차폐(Shielding), 소둔(Thermal Annealing) 세가지 대안을 평가하며, 노화관리 프로그램 시행 비용, 원자로 압력용기 연장수명기간, 가동율 증가량 등을 고려한다[5]. 그러나, VTESTER는 원자로 압력용기의 노화관리 경제성 평가에 국한된다.

PLEBE 전산코드는 9개의 sheet에 입력자료를 입력하며 평가기준년도로 부터 5년간 발생하는 비용 및 이득을 입력하게 되어 있으며 5년 이후에 발생하는 입력사항은 별도의 모듈에서 별도로 입력하도록 전산코드가 구성되어 있다[6]. 1995년 초반에 "Strategic Asset Management(SAM)" 프로젝트를 미국의 한 원전에서 실시하였다. 이 프로젝트는 발전소에 냉각수를 공급하는 Intake Valve 앞에 침니(Silt, 모래보다 미세한 점토)가 쌓이는 것을 제거하기 위한 것이었다. PLEBE 전산프로그램은 특수한 노화관리 방안의 비용을 검토하고 있다. 프로젝트의 성공확률을 결정하기 어렵고 프로젝트를 반만 실행한 후 경과조치를 확인하는 것 등 불확실한 변수에 대한 보증이 어려운 단점이 있다. 그러나 도모하고자 하는 프로젝트에 맞추어 프로그램의 알고리즘 및 데이터를 수정하여 적용할 수만 한다면, 발전소 보수시행 계획 결정에 도움이 될 수 있는 프로그램이다[6].

@ RISK 프로그램에서는 두 가지 기능을 수행하는데, 그것은 변수 값을 random하게 조합하여 value set을 구성하는 sampling기능과 Excel 계산을 반복 재수행하는 iteration 기능이다. @RISK의 해석 결과는 확률함수로 주어진다[7]. 결과가 확률함수로 주어지는 이유는 변수 값을 다음과 같은 정규분포 등 여러 가지 함수로 생성하기 때문이다. @RISK는 다양한 확률함수와 다양한 분석 tool을 제공하고 있으므로, 확률론적 경제성 평가에 활용성이 있다[7].

NAM(Nuclear Asset Managment) 전산코드는 EPRI에서 가장 최근에 개발한 전산코드이다[8]. 이 전산코드에서는 원전수명연장의 경우, 조기폐로의 경우, 설계수명까지 운전하는 경우의 경제성을 비교하며, 원전의 경제성을 발전원가와 시장단가(Market Price) 측면에서 검토한다. 다른 전산프로그램과 비교할 때 특이한 점은 전기요금 변동성(Volatility of Market Price)을 상세 하게 반영한다는 것이며, 출력 결과는 발전소 가치(station value) 이다[8].

PLIMEE는 Westinghouse의 수명연장 경제성 평가 프로그램인 WECON을 기본 모델로 하여 전력연구원에서 국내 실정에 적합하게 개발한 전산프로그램이다. PLIMEE는 동일한 양의 전력을 동일한 신뢰도로 동일한 시점에 공급할 수 있다는 기본 가정에 따라 PLEX(Plant Life Extension) 및 NOPLEX(No Plant Life Extension)의 두 대안에 대한 수명연장 비용이익(PLEX Savings)을 계산하여 이득/

비용(Benefit/Cost)를 산출한다[9].

해외원전 경제성 평가 수행내용 조사를 위해 선택된 해외원전은 CCNPP(Calvert Cliff Nuclear Power Plant)이다. CCNPP는 최근 연장운전을 추진하고 20년 연장운전에 대한 NRC 승인을 받은 발전소이며, K 1호기의 선행 모델 발전소(pilot plant)이다. CCNPP는 원전수명관리의 경제성 평가를 위해 발전원가 비교법을 사용하였다[10]. CCNPP에서는 40년 이전에 발전소를 폐로하는 방안, 40년까지 운전한 후 폐로하는 방안, 60년까지 운전한 후 폐로하는 방안에 대해 각각 발전원가를 년도별로 산출하였다[10].

현재까지 나열한 문헌 조사 결과 중에서 원전 수명관리와 관련하여 개발된 전산 프로그램을 정리 요약하면 아래표 1과 같다.

표 1. 경제성 평가 프로그램 개요

소프트웨어명	개발자	경제성 평가 방법
PLAN60	EPRI	- 발전원가 산출
LCMECON	EPRI	- 발전원가 계산
NAM	EPRI	- 발전소 자산평가 - 현재 가치법의 일종
PLIMEE	전력연구원	- 현재 가치법

문헌조사 결과 원전 수명연장 경제성 평가법으로 대체적으로 현재가치액 평가법과 발전원가 비교법을 사용하고 있다. 본 논문에서는 현재가치액 평가법, 발전원가 비교법, 단위출력당 판매 수익 비교법을 각각 사용하여 연장운전에 대한 경제성을 평가하였으며, 평가결과를 서로 비교하였다. 경제성 평가는 잔존가치를 고려하지 않은 경우를 Case 1로, 토지를 제외한 잔존가치를 고려한 경우를 case 2로, 토지를 포함한 잔존가치를 고려한 경우를 case 3으로 각각 구분하여 평가하였다.

2. 경제성 평가 방법

본 연구에서 사용한 경제성 평가 방법에는 현재가치액 평가법, 발전원가 비교법, 단위출력당 판매 수익 비교법 등이 있다. 현재가치액 평가법은 각 대안별로 발생하는 비용 성분을 현재가치로 환산하여 비교하는 평가방법이며, 발전원가 비교법은 전력생산단가를 계산하여 각 대안을 비교 평가하는 방법이며, 단위출력당 판매 수익 비교법은 판매 이득을 발전소 출력량으로 나누어준 값을 서로 비교하는 방법이다.

가. 현재가치액 평가법

현재가치액 경제성 평가에서는 미국 웨스팅하우스에서 개발한 전산코드 WECON을 기반으로 하여 전력연구원에서 자체 개발한 PLIMEE 전산코드를 사용

하였다[1,2]. 현재가치액 평가에서는 처음에 한 기의 원전을 운영하는 것으로 가정하며 기준년도(Reference Year)에 두 가지의 대안을 상정한다. 이때 기본적으로 두 대안 모두 기존 원전의 인허가 기간 만료 시점과 신규 전원으로의 교체가 필요한 시점에서 같은 신뢰도를 가지고 전력을 공급한다고 가정한다. 첫번째 대안인 PLEX(Plant Life Extension)에서는 기존 원전을 개보수하여 연장운전을 시행하고 신규 대체전원의 건설을 지연시키는 것으로 가정한다. 두번째 대안은 NOPLEX로 이는 기존 원전을 개보수하지 않고 인허가 만료 전에 신규로 대체전원을 건설하는 것이다. 이로부터 두 대안에 대해 비용의 현재를 산출하고 순이득을 구하여 유리한 대안을 계속운영 방안으로 제시하게 된다.

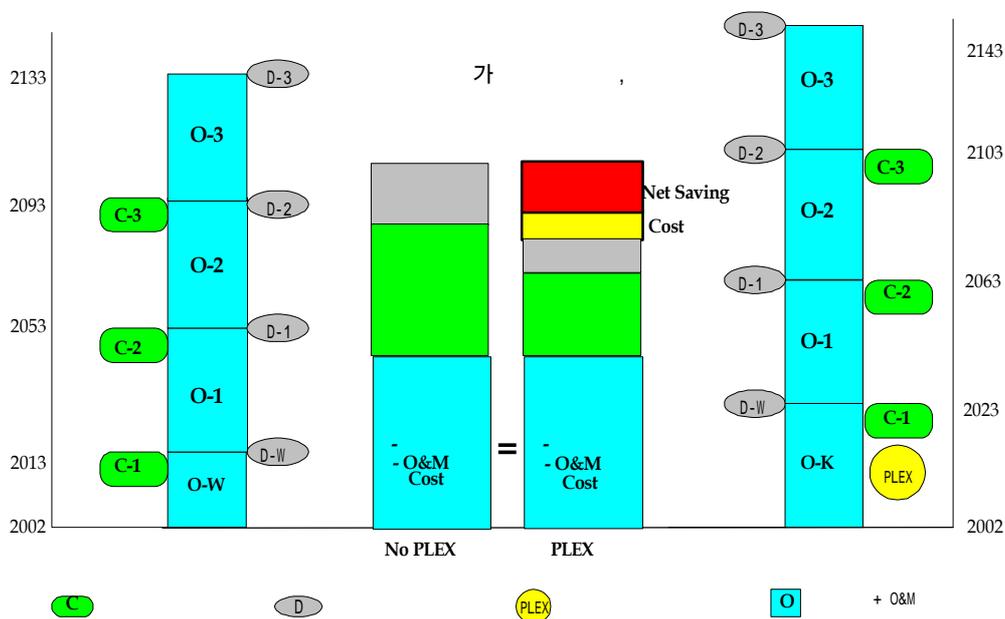


그림 1. 현재가치액 평가법 개요도

PLEX 대안에서는 다음과 같은 연대순 사건들(Chronology Events)을 가지고 있다.

- o 기준년도에 원전이 운전되고 있으며 운전유지비와 연료비를 고려한다. 이 때 기존원전의 설비비용은 반영되지 않는다.

- o 기준 년도에서 시간이 흐른 후 PLEX 역무가 시작된다. PLEX 관련 업무는 정상적인 핵연료 재장전기간이나 보수기간에 병행하여 수행될 수도 있으나, 주요 개 보수 업무 수행을 위해 정상적인 핵연료 장전 및 정기 보수 기간을 연장하여야 할 수도 있다. 따라서 이렇게 추가되는 기간동안 발전량의 손실이 발생하므로 이를 다른 발전원이 보충 시켜야만 한다. 모델에서는 사용자가 PLEX 개보수를 위한 연간 운전정지 일수를 입력시킬 수 있으며 또한 PLEX 업무가 수행되는 기간을 년 수로 입력시킬 수 있다. 이러한 PLEX 관련 개보수업무는 계통성능을 향상시켜 원 전 전체의 성능을 향상시킬 수 있으므로 사용자가 이용률 변화(Capacity Factor Change)와 출력변화(Power Rating Change)를 PLiMEE 입력하여 그 효과를 반영할 수 있다.

o PLEX 업무가 종료된 후 원전은 초기의 설계수명이상 운전하는 것이 허용되며 사업자는 연장운전된 원전을 대체할 전원계획을 입안해야 한다. 연장운전된 원전이 폐로 되기 전에 신규 대체발전소가 건설되어 연장운전중인 원전이 운전종료에 맞추어 가동되어야 한다.

o 신규 발전소가 운전종료 시점에 도달하기 전에 차기 대체원전의 건설 및 상업 운전이 시작되어 발전에 중단이 없어야 한다. 이런 형태로 동일한 송전단 전력을 유지하기 위해 그림 1과 같이 연속적으로 무한히 반복되어 무한 시간대까지 대체원전이 건설, 운영된다[1].

나. 균등화 발전원가 비교법

발전원가에는 실적발전원가와 계획발전원가 두 종류가 있다. 실적 발전원가는 실제의 실적 발전원가이며, 년도별 회계용으로 사용된다. 반면에 계획 발전원가는 발전소의 경제성 평가에 주로 사용되며, 장기간에 걸친 발전원가의 예측에 사용된다.

경제성 평가에는 계획발전원가를 이용하는데 미래의 계획발전원가 추정에는 여러 가지 다른 분석방법이 사용될 수 있다. 일반적으로 인정되는 방법은 수명기간 균등화 비용 접근법이다. 여기서는 경제적 전원 선택에 영향을 미치는 발전소 전체 수명기간 중에 발생하는 모든 비용을 고려한다. 여러 해에 걸쳐 다르게 나타나는 발전비용을 현재시점을 기준으로 할인하여 현재가치로 환산하고 이를 수명기간 전체에 걸친 하나의 대표적 수치인 연금화 비용으로 나타낸 것을 균등화 발전원가라고 한다[3].

신규 발전원간 상대적 경제성을 평가하기 위해 연도별로 불규칙하게 발생하는 비용과 발전량을 화폐의 시간적 가치를 고려하여 발전소 수명기간 전체에 걸친 계획설비의 균등화 발전원가(LGC, Levelized Generation Cost, 혹은 LUEC, Levelized Unit Energy Cost)를 사용하는데, 그 계산식은 다음식 (1)과 같이 나타낼 수 있다 [3].

$$\text{가} = \frac{\sum_{t=1}^{t=te} (cpital_t + OpMa_t + FUEL_t) (1+i)^{-t}}{\sum_{t=1}^{t=te} t} \quad (1)$$

- t = 시간
- te = 발전소 운전 기간
- cpital = 연간 자본 비용
- OpMa = 연간 운전유지비용
- FUEL = 연간 연료 비용
- i = 할인율

위 (1)식의 분자항은 다음 식(2)와 같이 매년 발생하는 연간 발전비용을 수명기간 동안 더해 주는 것이다.

$$\text{년간 발전원가(원)} = \text{자본비(원)} + \text{보수유지비(원)} + \text{핵연료비(원)} \quad (2)$$

그런데 이자를 계산해 주어야 하므로 (2)식에 $(1+i)^{-t}$ 항이 곱해졌다. 분자항은 총 생산하는 전력량(kWh)을 의미하게 된다.

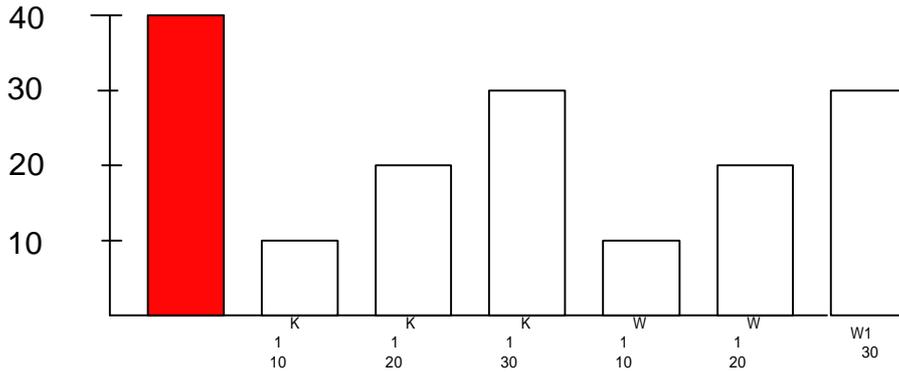


그림 2 균등화 발전원가 평가 개념도

만약 년도별 발전량, 즉 이용율과 소내 전력량이 수명기간 전체에 걸쳐 변화가 없다고 가정하면 균등화 발전원가 계산식은 다음과 같은 간략한 형태로 표시된다[3].

$$\begin{aligned} \text{발전원가(원/kWh)} &= \text{고정비 원가} + \text{변동비 원가} \\ &= \frac{\text{가(원/kWh)} \times (\%)}{8760 \times (\%) \times (1 - (\%))} + (\text{원/kWh}) \quad (3) \end{aligned}$$

고정비율은 건설비, 운전유지비, 기타 법인세 및 보험료 등의 고정분의 합으로 계산되는 값이다. (3)식의 분자항 고정비율은 건설비, 법인세, 보험료 등의 고정비 성분비율과 운전유지비의 고정분율을 모두 포함한 값이 된다. (3)식의 분모항은 총발전량이 이용율과 소내전력율에 따라 달라지므로 이를 반영한 것이라고 볼 수 있으며 8760은 단위보정계수이다. 단위보정계수란, 이용율 및 소내전력율이 연간 나타나는 특성치이므로 365일이 24시간씩 계속되므로 8760시간이 되고 이를 나타낸 수치이다.

그림 2에서 발전원가 비교법은 현재가치액 평가법에 비해 평가방법이 단순하고 간단하여 평가하기가 용이하나, 비교대상의 평가기간이 서로 상이 할뿐만 아니라, 연장운전을 위한 발전소 개보수 정지기간을 고려해 주지 못하는 단점이 있다.

다. 단위출력 판매수익 비교법

이 방법은 발전원가 비교법과 유사하나 발전소 용량을 고려하고 판매 시장가를

고려해 준다는 측면이 있다. 화력발전소나 기력발전소의 경우 침투 부하를 담당할 수 있으며 이 경우 판매 단가는 높아진다. 전력산업 구조개편 이전에는 전기 판매 단가는 전 발전소에 대해 일정하다고 가정할 수 있었다. 전력산업 구조개편으로 기저부하, 중간부하, 침투부하별로 전기판매 수익을 각각 다르게 책정하고 있다. 원자력 발전소의 경우에는 기저부하를 담당한다고 가정할 수 있다. W 1호기를 수명연장하여 운전하는 경우와 연장운전하지 않고 표준형으로 대체 운전하는 경우를 비교 평가 하는 본 경제성 평가에서는 모든 해당 호기가 기저부하를 담당한다고 가정하며, 판매 단가는 동일하다고 가정한다. 그러나 각 호기별 용량차이가 있고 발전단가가 다르므로 단위출력당 판매수익은 달라진다. 판매수익을 평가함으로써 실질적인 회사의 소득을 파악할 수 있고 대용량 발전소와 소용량 발전소의 경제성을 서로 비교해 볼 수 있다.

3. 경제성 평가 입력변수

가. 일반입력변수

계속운영 경제성 평가에 사용된 일반입력변수는 다음표 2와 같다. 입력변수값은 최근의 실적값을 사용하였다. 대체전원으로는 표준형 원전을 적용하였으며, 이용률 및 운전유지율의 경우 최근 7개년도 평균값을 적용하였고, 환율은 1300원/\$를 적용하였으며, 할인율은 8%를 적용하였다[11,12].

표 2. 일반 입력변수

		2002
	%	8.0
가	%	0.0
PLEX	MW	0.2
PLEX	가 /kWh	50
PLEX		49.2
	%	8.39
	%	5.0
	/kW	1,902
		5.5
		40
	%	90.3
	/kW-y	5.447
	/kWh	0.00438
	/kW-y	75.979
가	/kW-y	0.00

나. 평가 대상원전 입력변수

평가 대상원전 입력변수는 다음 표 3과 같다. 발전소 데이터는 최근의 현장데이터를 반영하였으며, 이용률 및 운전유지비는 최근 7년간 평균값을 적용하였다.

표 3. 평가대상원전 입력변수

가	MW	678
가	%	5.0
가	MW	2.0
가	%	84.7
가 Overhaul	/	56
가	/Kw-y	5.447
가	/kWh	0.00303
가	/KW-y	112.93
가 가	/KW-y	0.0
PLEX	%	9.3
PLEX	%	0.0
PLEX	%	0
PLEX		2
PLEX	/	225

4. 경제성 평가 결과

투자한도 금액이란 손익분기점을 의미한다. 손익분기점 예측(break even point analysis) 결과는 다음 표 4와 같다. break even point란 현재가치액 평가법에서는 순이득이 0이 되는 포인트이며, 발전원가 평가법에서 연장운전하지 않고 표준형으로 운영할 경우에 발생하는 균등화 발전원가와 연장운전할 경우 연장운전 대상 발전소에서 발생하는 균등화 발전원가가 동일해 지는 point를 의미하며, 전기판매수익 비교법에서 연간 전기 판매 이득이 서로 동일해 지는 포인트를 의미한다. 현재가치액 평가법에서 break even point는 표준형 원전 대체운영과 비교하여 순이득이 0원이 되는 경우이다. 앞서 언급한 바와 같이 현재가치액 평가에 비하여 균등화 발전원가 평가가 연장운전에 보수적으로 작용한다. 표시금액은 경상가(overnight cost)이다.

표 4. 투자한도금액 예측

계속운영년수	Break Even Point(억원, Overnight Cost)		
	균등화발전원가법 기준		현재가치액 평가법 기준
	전기판매 수익법	균등화 원가법	
10년	3950	4625	4680
20년	5780	6770	6880
30년	6620	7760	7910

전기부하 혹은 기저부하가 증가한다고 가정하고, 가장 보수적으로 보았을 때(연간 발생 이득 기준으로 보았을 때), 평가대상원전은 10년 연장을 위해 3950억원, 20년 연장을 위해 5780억원, 30년 연장을 위해 6620억원 이하로만 투자한다면 표준형 운영보다 경제적이다. 그러나, 전기부하 혹은 기저부하가 현재수준으로 유지된다고 가정하고 균등화 원가 기준으로 생각하면, 10년 연장을 위해 4625억원, 20년 연장을

위해 6770억원, 30년 연장을 위해 7760억원까지 투자할 수 있다. BEP를 서로 비교한 결과, 현재 가치액 평가법 보다는 균등화 발전 원가 평가 방법이, 그리고 균등화 발전원가 평가 방법 보다는 단위 출력당 판매 수익 비교법이 더 보수성을 띄는 것으로 나타났다.

연장운전을 위한 투자금액, 평가 대상원전의 이용율, 대체전원의 성능과 더불어 미래에 예측되는 기저부하의 수요량 조사가 경제성 평가에서 보다 중요할 것으로 예측되었다.

5. 결론

본 논문에서는 평가 대상 원전의 수명을 10년, 20년, 30년 계속하여 연장 운영하였을 경우와 연장하지 않고 폐로시킨 후 표준형으로 대체하여 운영하는 경우의 경제성을 평가하였다.

표준형 대체운영과 비교해서 경제성을 보장 받을 수 있는 연장운전 투자비 한도 금액을 알아보기 위하여 break even point analysis를 수행하였다. 전기부하 혹은 기저부하가 증가한다고 가정하고, 가장 보수적으로 보았을 때(년간 발생 이득 기준으로 보았을 때), 평가 대상 원전은 10년 연장을 위해 3950억원, 20년 연장을 위해 5780억원, 30년 연장을 위해 6620억원 이하로만 투자한다면 표준형 운영보다 경제적이다. 그러나, 전기부하 혹은 기저부하가 현재수준으로 유지된다고 가정하고 균등화 원가 기준으로 생각하면, 10년 연장을 위해 4625억원, 20년 연장을 위해 6770억원, 30년 연장을 위해 7760억원까지 투자할 수 있다. 이와 같은 BEP 비교에서, 현재 가치액 평가법 보다는 균등화 원가 평가 방법이, 그리고 균등화 원가 평가 방법 보다는 단위 출력당 판매 수익 비교법이 더 보수성을 띄는 것으로 나타났다. 연장운전을 위한 투자금액, 평가 대상원전의 이용율, 대체전원의 성능과 더불어 미래에 예측되는 기저부하의 수요량 조사가 경제성 평가에서 보다 중요할 것으로 예측되었다.

참고문헌

- [1] 전력연구원, 원전수명관리 연구(I) 최종보고서, 1996
- [2] J. Andrews, Nuclear Plant Life Cycle Management Economics, EPRI TR-104326, 1995
- [3] C. Negin, plant 60 : A Life Cycle Management Tool, EPRI NP-6205-CCML, 1989
- [4] EPRI TR-107169, An economic analysis of Cobalt valve replacement strategies
- [5] EPRI TR-100465, VTESTER Analysis Manual, 1993
- [6] EPRI TR-106421, Preliminary Engineerig Business Estimate(PLEBE), 1996
- [7] Palisades, Simulation Modeling Using @RISK, 1996
- [8] EPRI TR-106842, Valuation and Management of Nuclear Assets, 1997
- [9] 송택호 외 2인, PLIMEE 전산코드의 작성내용 및 사용방법, Technical Memo, 전력연구원, 1998.
- [10] EPRI TR-104732, Calvert Cliffs Nuclear Power Plant Plant Lifetime Management Study, 1995
- [11] 한진 전원계획처, “전력경제론”, 1994
- [12] 한국전력거래소, “발전설비현황” 2001