

A study on Economical Evaluation for Alternatives of New Construction or Life Cycle Extension of Nuclear Power Plant

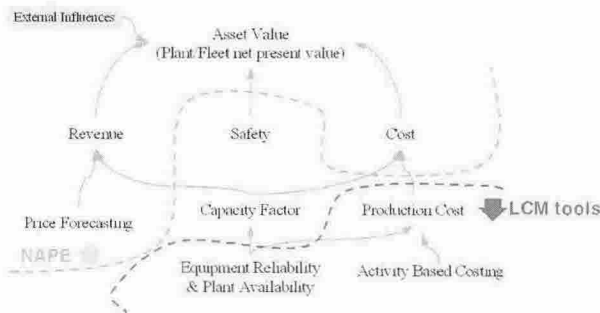
Jae-gurl Lee, Nam-sung Ahn, Young-il Lee
KEPRI

jaelry@kepri.re.kr, Nsahn@kepri.re.kr, yele@kepri.re.kr

1. Introduction

미국이나 프랑스와 같이 원자력발전소를 많이 운영하고 있는 나라들은 이미 오래 전부터 원자력발전소의 수명 관리 (Life Cycle Management:LCM)에 대한 연구와 적용을 시행 하고 있다. 우리나라도 고리 1 호기(2008) 월성 1 호기(2013)와 같이 설계수명이 거의 다된 원자력발전소에 대한 처리 문제가 이슈화 되고 있어 우리나라의 원자력 발전소에 적합한 경제성평가 프로그램의 개발이 필요로 되고 있다.

미국중양전력연구소(EPRI)는 원자력발전소의 가치평가 및 수명관리를 위한 도구로써 Nuclear Asset and Project Evaluator(NAPE)", "LcmPLATO/LcmVALUE" 그리고 "Risk-Informed Asset Management"를 개발하였고 현재는 프랑스 국영전력회사인 EDF 와 공동으로 "Life Cycle Management" 와 "Nuclear Asset Management"에 대한 연구를 수행 중에 있다. 다음의 Figure 1 은 원자력 발전소의 가치평가와 성능 향상에 있어서 NAPE 와 LCM tools 에 대한 영역을 보여 주고 있다.



[Figure 1] Framework of Evaluation for Nuclear Asset

본 논문에서는 NAPE 에서 사용한 경제성평가의 방법론 을 소개하고 가상의 원자력발전소에 대한 수명연장 및 대체전원투입 시나리오를 구성하여 NAPE 로 경제성평가 를 실시한 결과를 소개하였다.

2. Theories of Economical Evaluation in NAPE

재무관리 분야에서 투자 안에 대한 경제성을 분석하는 방법 중에는 (1)Payback period method (2)Accounting rate of return method (3)Net Present value method (4)Internal rate of return method 가 있는데 이들 중 Payback period method 과 Accounting rate of return method 는 시간에 따른 화폐의 가치변화를 고려하지 않은 전통적인 분석방법이기 때문에 장기간의 설비운영에 대한 경제성평가를 해야 하는 원자력 발전소에 대한 평가에는 적합하지 않다. 또한

Internal rate of return method 는 여러 가지 대안을 비교 하는 것 보다는 하나의 안에 대한 평가가 용이하다. 이에 NAPE 에서는 여러 가지 시나리오에 대한 비교평가가 용이하면서 시간에 따른 화폐가치를 고려할 수 있는 Discounted Cash Flow 와 Net Present value method 를 사용하고 있다.

3. Case Study

본 논문에서는 2008 년에 발전소 수명이 종료하는 가상의 발전소를 대상으로 수명연장과 대체전원투입의 대안에 대한 경제성 평가를 시행하였다. 우선 대체전원은 기존원전과 동일한 출력과 특성을 지니는 것으로 가정 하였으며 건설비용은 Overnight Cost 로 고려하였다. 그리고 수명연장 공정은 Steam Generator 교체와 주요 부속교체를 가정 하였고 각 Case 에 대한 개념을 시간상에서 표현하면 다음의 Figure 2 와 같다.

[Figure 2] Concept of Economic Evaluation for Each Case

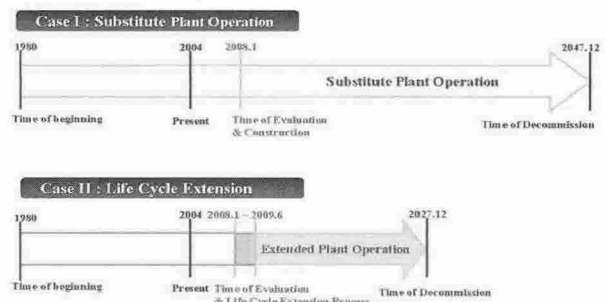
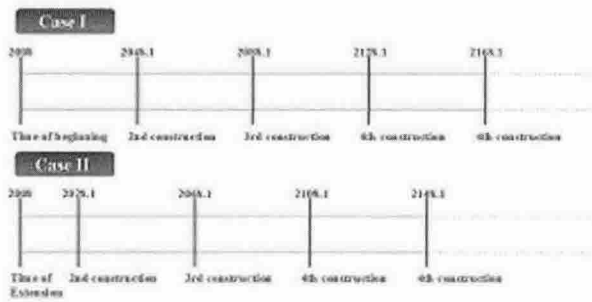
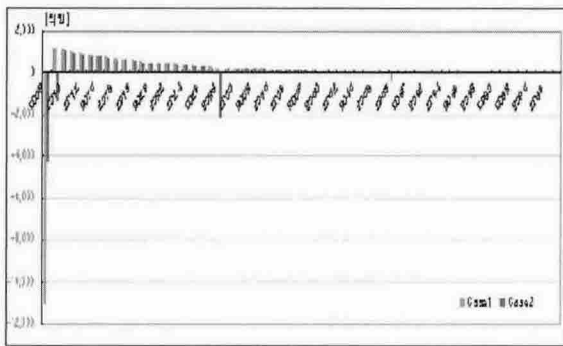


Figure 2 에서와 같이 Case1 과 Case2 의 경우 발전소 수명 종료시점이 차이가 있기 때문에 일반적인 Cash flow 를 이용한 평가방법을 사용하기 어렵다. Cash flow 를 이용한 평가에서 평가대상의 수명주기가 다른 경우는 주기에 대한 최소공배주기까지 평가하여 그 가치에 차이를 비교하는 것이 일반적이지만 본 연구 에서는 발전소의 수명종료 시점이 같아지는 시점이 존재하지 않기 때문에 평가기간을 무한대로 증가시켜 평가하는 방법을 사용했다. 다음의 Figure 3 은 이 개념을 보여주고 있다.



[Figure 3] Evaluation method for not equal period

위와 같은 Case 에 대한 입력데이터는 가상적인 데이터를 사용했으며 이 데이터를 이용하여 NAPE 에 Case1 과 Case2 를 구성하여 계산한 결과는 다음과 같다.



[Figure 4] Discounted Cash flow of Each Case

위의 Discounted Cash Flow 에서 볼 수 있듯이 Case 1 은 2008 년에 큰 규모의 대체전원건설비가 투자가 되었고 원전이 정상적으로 상업운전을 하면서 매년 발생하는 순이익으로 투자비에 대한 회수를 할 수 있고 이러한 과정 은 40 년을 주기로 반복된다. 또한 Case 2 의 경우도 2008 년 부터 1 년 6 개월간의 수명연장공정 동안 수명연장 비용이 투자되고 2009 년 7 월부터 발전소가 정상 운전되어 수익을 발생시키게 된다. 이러한 Discounted Cash flow 를 이용하여 두 Case 에 대한 발전소의 현재 가치를 계산하면 다음의 Table 1 과 같다.

[Table 1] Result of Evaluation

Case 1 [Hundred million won]		Case 2 [Hundred million won]	
2008~2047	292,993	2008~2027	353,460
2048~2087	11,942	2028~2067	59,147
2088~2127	486	2068~2107	2,411
2128~2167	20	2108~2147	98
Total	3665		4981

위의 Table 에서 계산된 Case 별 발전소의 가치에 차이 즉, Net Present Value (NPV)는 1316 억원 이다. 이것은 다시 말해 2008 년도에 기존의 원자력발전소에 대한 수명연장을 시행 하여 운전하는 경우 신규 대체전원을 투입하는 경우 보다 1316 억원의 순이익이 기대되는 것이다.

4. Conclusion

원자력발전소의 수명연장에 대한 문제는 경제성에 대한 평가 뿐만 아니라 안전성, 신뢰성 그리고 전력수급에 대한 다양한 분야에 대한 평가되어 이러한 정보를 바탕으로 최적의 의사결정이 이루어져야 하는 문제이다. 이를 위해서 최근 미국과 프랑스 등 원자력 발전소를 운영하고 있는 나라들에서 많은 연구와 평가가 이루어 지고 있으며 우리 나라에서도 월성 1 호기와 고리 1 호기의 수명연장에 대한 연구와 평가가 시도되고 있다.

이에 본 연구에서는 EPRI 의 원자력발전소 경제성평가 프로그램인 NAPE 를 이용하여 가상적인 원자력발전소의 수명연장과 대체전원투입에 경제성 평가를 실시 하였다.

차후 본 연구는 실제 월성 1 호기와 고리 1 호기에 대한 정확한 데이터와 상황을 고려하여 한국원전에 적합한 평가 방법을 개발하고 이를 통하여 원자력 발전소의 수명연장에 대한 정책결정에 필요한 정보를 제공 할 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

- [1] A Altman, Nuclear Asset & Project Evaluator, EPRI, 2001
- [2] Barker & Sloane, "PWR Pilot Plant Life Extension study at surry unit 1", EPRI, 1987
- [3] A. Lannoy & G. Sliter, "EDF/EPRI Collaboration on Life Cycle Management and Nuclear Asset Management", EDF/EPRI, 2003
- [4] 정일석, "월성 1 호기 수명관리연구(I), 경제성 평가 최종 보고서", KEPRI, 2003