

## 경제성을 고려한 배전계통 설비투자계획 수립모델 개발

김준형\*, 박창호  
한국전력공사 전력연구원

### Development of a Distribution System Investment Planning Model Focused on Economics

Jun-Hyung Kim\*, Changho Park

Korea Electric Power Corporation / Korea Electric Power Research Institute

**Abstract** - Recently, there are two big paradigm shifts in the global electric power industry. First, the maintenance practice is gradually moved from time-based activities to reliability-centered activities. On the other hand, asset management is emerging as a new framework to maximize the efficiency of investments. The two paradigms are mutually exclusive in natural. Thus the power utilities usually chose the investment alternative on the basis of reliability in the past. But today's changed business environment - competition -requires the power utilities to compromise the trade-off of reliability effects and economics of investments. This paper shows what and how to interpret the reliability effects of distribution system investments into financial indicators beneficial for power utilities's managers to make decision on the perspective of corporate value.

#### 1. 서 론

최근 전력산업 구조개편(민영화, 시장개방 등)을 경험한 미국을 비롯한 유럽의 주요 국가에서 공통적으로 나타나는 특징은 바로 기업의 수익성을 강조한다는 점이다. 과거 규제시장에서 설비투자비용은 수명기간 동안 원가회수 개념에 바탕을 둔 요금정책을 통해 안정적으로 회수가 가능하였으나, 경쟁시장의 도입에 따라 경영성과의 불확실성이 매우 증폭되었다. 그 결과 설비투자의 경제성이 기업 경영자의 중요한 이슈로 대두되고 있는 실정이다. 한편 일반적으로 설비투자의 경제성은 계통의 신뢰도와 상충되는 관계를 가지고 있다. 즉, 설비투자의 규모가 증가할수록 계통의 신뢰도는 높아지지만 설비투자 단위당 경제성(△신뢰도/△설비투자비)은 감소하는 양상을 보인다. 따라서 최근 전력산업의 설비투자 분야에서는 설비투자의 경제성 분석을 통해 예산 제약, 정부 규제 등 제약조건을 고려한 최적 설비투자 규모를 찾는 '자산관리'(Asset management)가 중요한 이슈 중 하나로 부각되고 있다.

이와 관련하여 지난 수년 동안 아시아의 많은 전력회사들이 정전시간 최소화라는 목표아래 지나치게 많은 금액을 투자하고 있으나, 실제로 투자규모와 계통신뢰도 간에는 상관관계가 없다는 주장이 있다.[6] 따라서 향후 경쟁시장에서 전력회사의 지속적인 수익성 확보가 중요한 이유로, 대두될 것으로 예상되며, 원가절감을 위한 가장 효과적인 방법 중 하나로 자산관리가 보편화 될 것으로 예상된다. 이에 본 연구에서는 배전계통에 대한 개별 설비투자안의 경제성 평가방법론을 살펴보고, 이를 바탕으로 일반적으로 널리 사용되는 투자프로젝트 우선순위 평가방법론을 활용한 최적 설비투자 포트폴리오 도출방법을 개발하였다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 전력산업에서 자산관리의 목표

전력산업은 대규모 자본이 소요되는 장치산업으로서 전기공급원가에 있어서 설비투자비가 차지하는 비중이 높아 설비투자비의 관리가 기업의 경영성과에 미치는 영향이 매우 크다고 할 수 있다. 한편 국내 전력산업은 2010년까지 대규모 설비투자가 필요할 것으로 전망되며, 이러한 재무적 부담은 한전의 신용등급에 영향을 미칠 정도이다.[5] 이와 같은 경영환경변화는 미국 및 유럽 전력시장에서 보다 뚜렷하게 목격되고 있다. 특히 EDF, E.ON 등과 같은 유럽의 대형 전력회사들은 시장개방에 따른 경쟁력 강화를 위한 수단으로 해외시장 진출, 가스사업으로의 다각화 등의 경쟁전략과 함께 설비투자비에 대한 엄격한 통제를 통한 원가절감에 초점을 맞추고 있다[1,2]. 따라서 국내외적으로 점차 경쟁이 심화되어가고 있는 국내 전력산업에서 자산관리가 기업의 경쟁력 결정을 위한 중요한 수단이 될 것으로 예상된다.

한편 전력산업에서 자산관리의 가장 중요한 목표는 설비투자의 대상/범위, 투자대안의 타당성 평가와 우선순위의 결정 그리고 최적 투자시점의 결정으로 요약할 수 있다. 즉, 어떤 대상설비에 어떤 방식으로 언제

투자할 것인가를 결정할 수 있다면, 자산관리에 필요한 대부분의 해답을 찾았다고 할 수 있다.

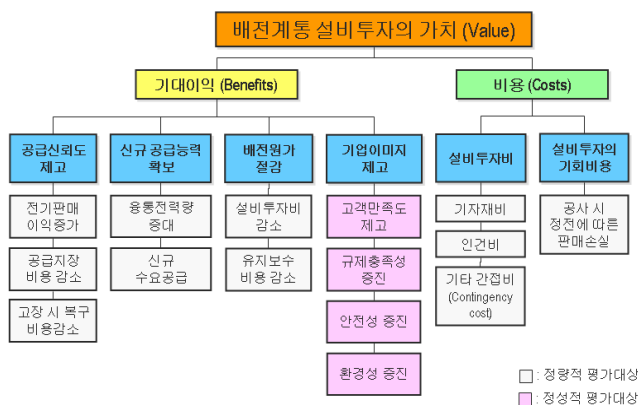
<표 1> 전력설비 투자타당성 평가 시 핵심 고려사항

	내용	비고
투자범위	어떤 설비에 투자할 것인가?	투자대상 선택, 최적 설비투자 설계
투자대안	어떤 방식으로 투자할 것인가?	교체, 수리 등
투자시점	언제 투자할 것인가?	투자연기효과 분석

##### 2.2 배전계통 설비투자 평가요인

일반적으로 자산관리는 투자에 따른 기대이익과 그에 수반되는 비용과 위험을 비교·평가하는 일련의 절차로 구성되어 있으며, 투자의 가치 결정 요인을 결정하는 데서부터 출발한다. 배전계통에 대한 설비투자도 이와 동일한 맥락에서 평가될 수 있다. 다만 일반적인 설비투자 의사결정의 기대이익이 매출액이나 영업이익과 같은 직접적인 화폐적 가치로 평가 가능한 반면, 전력산업의 특성상 기대이익을 합리적으로 측정하기 위해서는 전력판매수입이나 실패비용의 감소와 같은 직접적인 기대이익 이외에 사회적 후생증가, 회피비용과 같은 간접적인 기대이익까지 고려해야 한다.

배전계통의 설비투자는 투자사업분야에 따라 다양한 가치를 지니고 있다. 따라서 투자사업분야에 따라 공통된 가치평가요인이 적용될 수도 있지만, 대부분의 경우 투자성격에 따라 상이한 가치구조를 지니는 것이 일반적이다. 본 연구에서는 배전계통 설비투자의 가치평가에 있어서 범용적으로 적용될 수 있는 평가요인들을 도출하고자 하였으며, 아래의 <그림 1>과 같은 11가지의 정량적 요인과 4가지의 정성적 요인들을 도출하였다. 이 중 경제성 평가를 위해서는 정량적으로 측정이 가능한 공급신뢰도, 신규 공급능력 확보, 배전열가 절감, 설비투자비 및 설비투자의 기회비용의 하위 평가요소를 고려하였다.



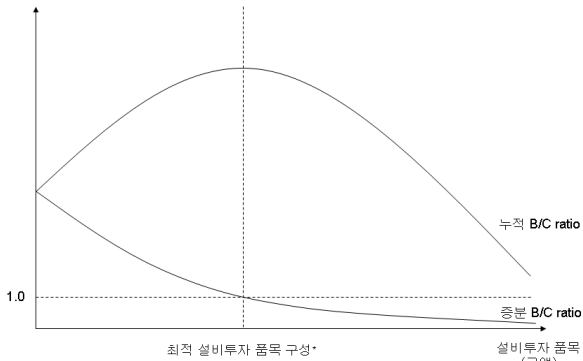
<그림 1> 배전계통 설비투자 경제성 평가를 위한 가치평가 요인

##### 2.3 투자범위의 결정

설비투자의 가치평가요인이 결정되었다면 평가를 위한 틀이 형성된 상태이며 다음 단계로는 투자의 범위(대상과 내용)를 결정해야 한다. 투자대상 - 배전계통의 경우, 특정 선로나 구역 - 의 선정은 기본적으로 설비투자 전후의 신뢰도 분석을 통해 이루어진다.1) 여기에 기업의 정책

1) 실제 배전계통 설비투자 대상선정은 신뢰도 이외에 전기품질, 안전사

적 목표가 반영되어 전체적인 잠정 투자대상안이 결정된다.<sup>2)</sup> 투자대상이 선정되면 해당 투자안의 내용 - 투자안을 구성하는 설비품목 -를 결정해야 하며, 이는 희소한 자원의 투자효율성 측면에서 결정될 수 있다. 즉, 설비투자 대상 내에 존재하는 모든 설비품목에 대하여 증분 B/C ratio를 분석해 보면 아래의 <그림 2>와 같은 관계를 발견할 수 있고 합리적인 의사결정자라면 증분 B/C ratio가 1 이상인 모든 품목에 투자할 것이고, 이 수준에서 해당 설비투자의 B/C ratio는 극대화 될 것이다.



<그림 2> 설비투자에 따른 증분/누적 BC ratio의 관계

증분 B/C ratio(Incremental B/C ratio)란 개별 품목이 추가될 때 발생하는 증분 기대이익과 증분비용을 측정하여 B/C ratio를 측정하는 방법으로 경제학에서 한계개념을 응용한 것으로 다음 (식 1)과 같이 측정할 수 있다.

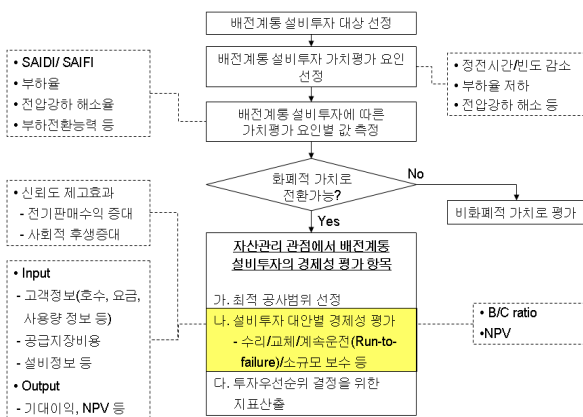
$$\text{Incremental } B/C \text{ ratio} = \frac{\Delta F(R)}{\Delta I} = \frac{\partial F(R)}{\partial I} \quad (\text{식 } 1)$$

단, F(x) : 신뢰도 함수  
R : 투자에 따른 신뢰도 값  
I : 설비투자 금액

### 2.4. 최적 투자대안 결정

최적 투자범위 결정을 통해 하나의 단위 설비투자안 설계를 완료하면 다음 단계로 설비투자의 방법을 결정해야 한다. 일반적으로 배전계통에서 고려되는 설비투자 방법은 교체(Replacement), 수리(Repair), 계속운전(Run-to-failure)과 소규모 보수 등을 생각해 볼 수 있다.

이와 같은 방법 중 최적의 방법을 결정하기 위해서는 각 투자안별로 예상되는 기대효과를 <그림 1>의 틀에 맞춰 기술적인 가치를 정량적으로 측정하여 화폐적 가치로 전환한 다음, 투자에 수반되는 예상비용과의 비교를 통해 경제적 가치를 평가해 보면 된다.



<그림 3> 투자안별 경제성 평가를 통한 최적 투자대안 결정

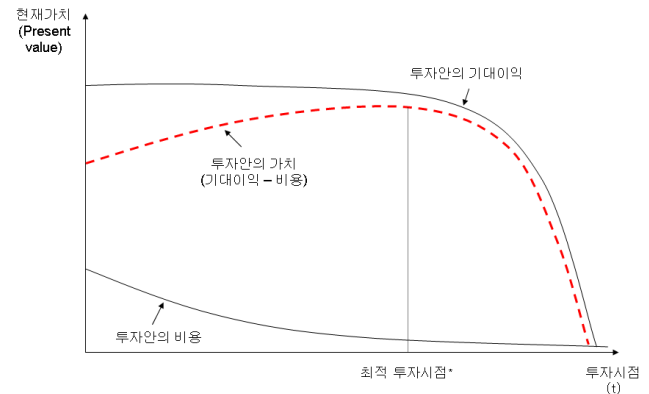
고예방, 고객만족도 등 다양한 요인을 고려해야 하나, 본 연구에서는 설비투자의 기대이익을 경제적 가치로 전환하기 위해서 신뢰도 개선 효과만을 고려하였다.

2) 투자대상의 선정을 위한 방법론은 본 연구의 범위를 벗어나는 것으로 외생적 변수로 간주하였다.

### 2.5. 투자시점의 결정 - 투자연기효과 분석

배전계통 설비투자계획 수립을 위한 마지막 단계로 경제적 가치가 있는 투자안의 최적 투자시점을 결정해야 한다. 경제적으로 가치가 있는 투자안이라도 해당 설비의 특성에 따라 최적 투자시점이 달라질 수 있기 때문이다. 특히 내구연수에 따른 성능저하 정도가 낮은 설비의 경우 <그림 4>에서와 같이 투자시점을 일정 기간 연기하는 것이 오히려 경제적인 경우가 발생한다.

투자연기효과 분석 시 고려해야 할 요인으로는 <그림 1>에서 해당되는 기대이익, 투자비용 이외에 대체수익률과 설비의 성능저하 속도가 있다. 수익률이란 고려중인 설비투자를 연기할 경우 해당 투자금액을 투자할 수 있는 다른 투자안의 수익률로서 해당 투자안의 기회비용을 고려하기 위함이다. 또한 설비의 성능저하 속도는 투자연기에 따른 이익의 감소율을 측정하기 위한 지표로서, 한 가지 주목할만한 사항은 설비 성능저하 속도가 시간적 흐름에 따라 비선형적인 관계를 가지는 경우에 연기효과 분석이 의의를 가진다는 점이다.



<그림 4> 설비 성능저하 속도가 낮은 투자안의 최적 투자시점 평가

## 3. 결 론

지금까지의 배전계통 설비투자는 공급능력 확충에 최우선의 목표를 두었지만 향후 전력산업의 경영환경은 공급의 안정성과 투자의 효율성, 환경성 등 투자의 목적이 점차 다양화 될 것으로 예상된다. 이에 본 연구에서는 경쟁환경의 심화에 따라 최근 전력회사 경영이슈 중 하나로 부각되고 있는 자산관리 개념을 이용하여 배전계통 설비투자계획 수립을 위한 경제적 타당성 평가방법론을 제시하고 있다.

본 연구의 한계점으로는 배전계통 설비투자의 경제적 가치를 평가하는데 목적을 두고 있기 때문에 경제적 가치로 평가가 곤란하거나 객관성을 확보하기 어려운 가치평가 요인의 경우 연구의 범위에서 배제되었다. 따라서 환경성, 고객만족도, 기업이미지 등과 같은 경제적 가치로 전환이 곤란한 가치들을 설비투자 계획수립 과정에 반영하기 위한 방법론 개발에 관한 후속 연구가 필요할 것으로 판단된다.

### [감사의 글]

본 연구는 산업자원부의 전력산업연구개발산업의 지원을 받아 전력연구원 주관으로 수행된 과제임

### [참 고 문 헌]

- [1] EDF, "EDF Group 2005 DOCUMENT DE REFERENCE", EDF, May, 2006
- [2] E.ON, "Delivering Profitable Growth and Performance", E.ON, April, 2007
- [3] H. Lee Willis, "Power Distribution Planning Reference Book", Marcel Dekker, Inc. p.195~203, 2004
- [4] J. Østergaard and A. Norsk Jensen, "Can we delay the replacement of this component? - An asset management approach the question", CIRE2001, 18-21 June 2001, Conference Publication No, 482, 2001
- [5] Moody's, "Analysis - Korea Electric Power Corporation", Moody's Dec. 2006
- [6] Richard Hunter, Ronen Melnik and Leonardo Senni, "What Power Consumers Want", McKinsey Quarterly Number 3, p17-20, 2003
- [7] W. Parkinson, "Distribution Applications of the Asset and Risk Management (ARM) Workstation", Electric Power Research Institute, 2004