

자유화된 전력시장에서의 공급보장과 원자력 발전의 역할
The Role of Nuclear Power in Securing Stable Electricity Supply
in a Liberalized Electricity Market

이만기, 문기환, 김승수

한국원자력연구소
대전광역시 유성구 덕진동 150

요 약

시장 자유화는 투자 환경의 변화를 초래한다. 경영환경이 불투명해짐에 따라 투자의 선택 가치(option value)의 관점에서 건설기간이 짧고, 자본비용이 저렴한 소형 전원이 선호되는 경향이 있다. 현재의 발전기술 하에서는 이러한 소형 전원은 대부분 화석연료를 이용하고 있는 발전소들이다. 이들 발전소들이 우리나라 발전의 대부분을 담당하게 된다면 이들 화석 연료의 안정적 공급 보장은 매우 중요한 문제로 부각될 것이다. 이러한 상황을 감안하면 연료비의 비중이 적은 원자력 발전의 신규 건설이 지속적으로 필요하다. 이에 대한 방안으로는 현재의 민영화 방안에서와 같이 원자력 부분의 공사가 필요하며 이를 지속시킬 필요가 있다.

Abstract

Market liberalization has an influence on the investment environment. According to the option value analysis, uncertainty in investment decision tends to make small sized power plant more favourable because of its short lead time in construction and of low capital investment. These small sized power plants are largely using fossil fuel under current generation technology. If Korean electric system becomes dependent heavily on fossil fuel fired power plant, stable supply of fossil fuel will be very essential to secure stable electricity supply. Taking into consideration these circumstances, the introduction of additional nuclear power plant is needed, because its fuel cost is small comparing other power options. Therefore, it is required that nuclear sector remain public company as reflected in the current liberalization plan of Korean Electric Power Corporation.

1. 서론

현재의 전력산업 체제는 한국전력공사가 전력의 생산·송전·배전을 모두 담당하고 있는

자연독점의 형태를 갖고 있다. 전력상품의 생산과 소비에서의 효율성을 제고하기 위하여 전력 시장의 자유화가 세계 여러 나라에서 진행되고 있으며 우리나라에서도 전력산업의 민영화를 통한 전력시장의 자유화를 준비하고 있다.

본 연구는 효율성제고를 근본 목적으로 하고 있는 전력시장의 자유화가 우리나라의 전력 공급 보장에 미치는 효과를 원자력 발전을 중심으로 이론적으로 분석하고자 한다. 본 연구에서의 전력공급 보장은 주로 충분한 설비에 의한 공급력 확보 측면에서 다루었다. 전력공급 보장을 확보하기 위해서는 충분한 발전설비에 의한 공급력 확보이외에도 전력 수용가에게로의 안정적 공급, 일차에너지의 안정적 공급확보도 필요한데, 이들에 대하여는 본 연구에서 다루지 않았다.

제2절에서는 단순한 모형과 최근의 투자이론에 기초하여 발전부문에서의 투자 결정이 어떻게 이루어지는 지에 대하여 분석하고, 시장자유화로 인한 투자행동의 변화가 전원구성에 미치는 영향을 검토하였다. 제3절에서는 시장의 자유화가 신규전원의 개발유인에 미치는 영향을 검토하였다. 제4절에서는 전력 pool 시장모형에서의 공급력 확보에 대하여 분석하고, 제5절에서는 결론을 제시하였다.

2. 발전부문의 투자 결정

지금까지의 전원계획은 서로 다른 발전기술의 기술적·경제적 특성을 고려하여 전원의 최적 구성을 구축하는 것을 목적으로 하였으며 이러한 목적을 달성하기 위하여 전원계획을 수립하였다. 전력시장 자유화에 의해 경쟁이 도입되면, 전력산업의 경영환경이 불투명해지고, 이에 따라 전원투자의 결정기준도 변하게 된다.

특정 유형의 발전소가 건설되면 그 특정 연료에 대한 수요도 장기간에 걸쳐 결정되므로 단기간에 특정 연료를 다른 연료로 전환할 수 없는 성질을 갖고 있다. 그럼에도 불구하고, 전력공급시스템은 서로 다른 각종 기술 유형의 발전소로 구성되어 있으므로 연료전환의 유연성이 높은 특징을 갖고 있다.

가. 전원 최적화에 관한 일반적 모형

최적 전원 구성을 위하여 전원계획 수립자는 석탄화력, 가스화력, 원자력 등의 서로 다른 발전기술을 최적으로 조합하여 전력공급계통의 총발전비용 최소화를 도모한다. 이들 발전 기술은 서로 다른 특성을 갖고 있다. 그림 1은 screening curve를 나타낸 것으로 발전설비의 자본비와 운전비를 부하지속곡선에 대비하여 표시한 것이다. 이론적으로는 이 그림으로부터 발전소의 최적 이용 행태의 도출이 가능하다. 높은 자본비용과 낮은 운전비용을 갖고 있는 기술인 원자력발전은 낮은 자본비용과 높은 운전비용을 갖고 있는 기술인 가스발전과 비교하여 높은 가동률로 운전해야 함을 알 수 있다. 이는 원자력발전과 가스발전의 감가상각의 차이에 기인한다. 따라서, 발전설비는 기저부하 전원, 첨두부하 전원, 중간부하 전원으로 구별되는 것이다. 서로 다른 발전기술의 조합이 필요한 이유로는 이와 같은 경제적 이유 이외에도, 발전기술의 운전형태가 서로 다르다는 기술적 이유도 존재한다. 전형적인 기저부하 전원인 원자력발전은 운

전이 신축적이지 못하지만, 첨두부하 전원은 변동의 폭이 큰 수요를 충족시키는데 적절한 높은 신축성을 갖고 있다는 특징이 있다. 전원계획수립에 있어서는 이러한 최적운전 형태를 고려하여 발전시스템 전체 비용의 최소화를 도모하며, 그 결과 서로 다른 각종 발전기술로 전원을 구성하게 된다.

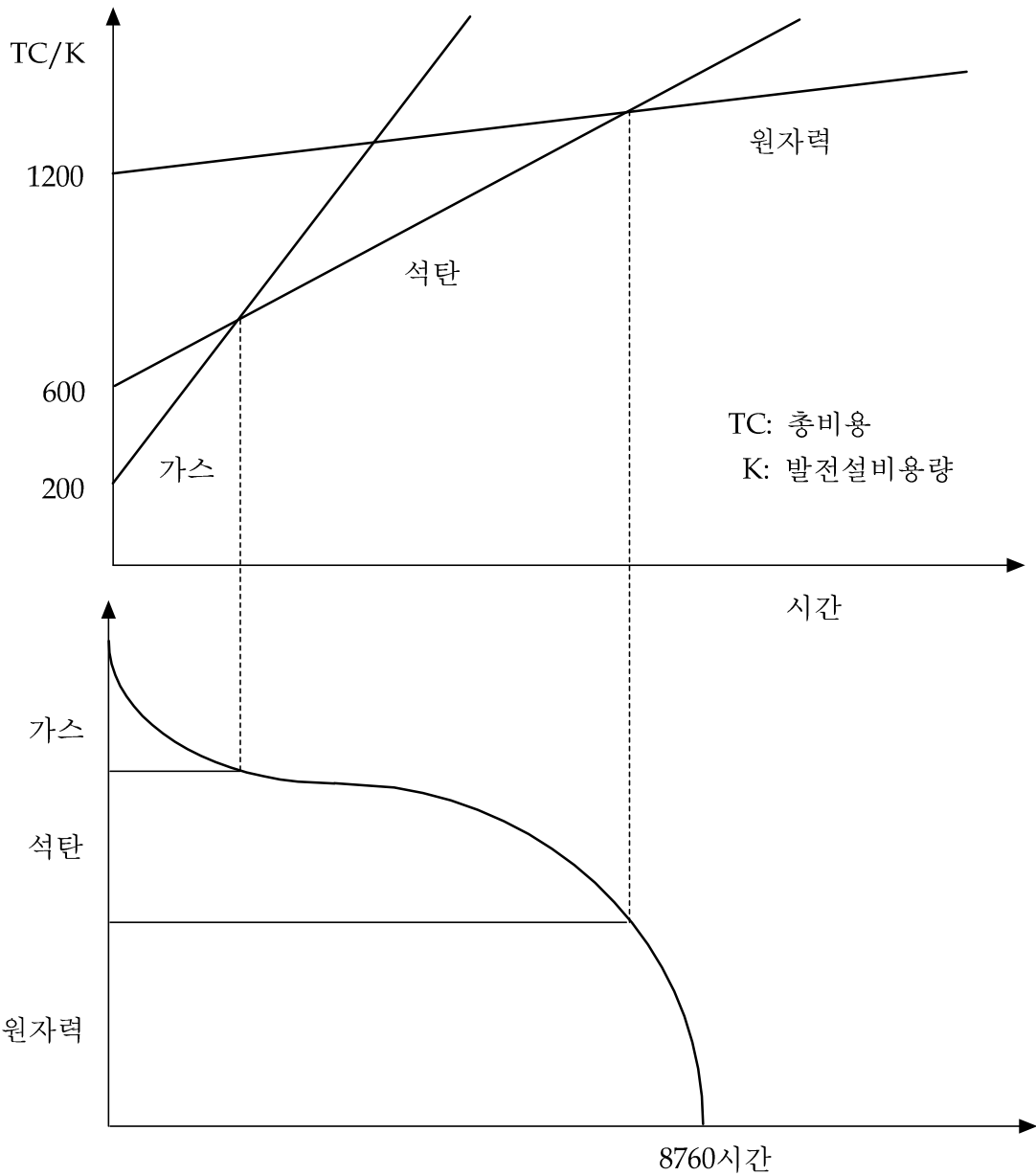


그림 1 Screening curve 방법에 의한 발전설비 투입방법

나. 최근의 투자이론

종래의 투자이론에서는 기업이 투자를 행하기 위해서는 그 투자의 순현재가치(NPV)가 0 이상이 되어야 한다고 생각하였다. 순현재가치란 가장 단순하게 정의하면, 그 투자로 인해 미래에 발생하는 이윤의 현재가치(V)에서 투자비용의 현재가치(I)를 차감한 것이다. 즉, 기업이 투자를 행하는 것은,

$$NPV = V - I > 0$$

가 충족되는 경우인 것이다.

그러나, 최근의 투자이론에서는 NPV가 단순히 陽數가 되는 것만으로는 불충분하며 어떤 일정한 수준의 NPVcrit를 상회할 필요가 있다고 주장한다. 곧, 기업이 투자를 행하기 위해서는

$$NPV = V - I > NPV_{crit} > 0$$

이 충족되어야 한다는 것이다.

NPVcrit는, 투자의 시기에 관한 기회가 존재하는 경우에 양수가 된다.

Project에 대한 투자가 기한부 특허에 의해 보호되고 있는 기술을 활용하는 것이라면, 투자를 미룰 수 없으며 즉시 투자를 행하여야 하지만 일반적인 투자의 경우는 필요하면 투자 시기를 미루는 것이 가능하므로 투자의 시기에 대한 기회는 존재한다고 볼 수 있다.

NPVcrit는 투자결정에서 고려해야만 하는 투자의 기회비용이라고 할 수 있다. 이것은 두 가지의 추가적인 조건을 전제로 한다. 첫 번째 조건은, 투자의 불가역성이 존재한다는 것이다. 이것은 투자가 행해진 후에 투자비용은 매몰비용이 되어 회수할 수 없다는 것이다. 발전설비에 투자되는 자본은 대부분 이러한 성격을 갖고 있다.

두 번째 조건은, 사업을 연기함으로써 투자자가 투자 위험을 경감시킬 수 있다는 것이다. 곧, 그 사업을 둘러싼 장래의 환경에 불확실성이 존재하고 투자가 실패로 끝날 위험성이 있는 경우이다.

NPVcrit는 미래 수입의 불확실성이 높은 경우에는 특별히 중요성이 더해진다. 불확실성이 높다는 것은 특별히 큰 이익뿐만 아니라 큰 손실도 발생할 가능성이 크다는 것이다. 이와 같은 경우에는 투자를 즉시 행하지 않고 “투자의 옵션”(option to invest)을 남겨두고 기다리는 편이 보다 유리하다는 것을 의미한다. 그렇게 함으로써, 투자자는 경영환경이 호전되었어도 투자를 수행하지 못하는 위험을 회피할 수 있기 때문이다. 이와 같이 불확실성 하에서는 “투자의 옵션”이 가치를 갖고 실제의 투자행동에 큰 영향을 미친다고 할 수 있다.

다. Option Value의 개념과 발전설비투자의 기회

“투자의 옵션”을 소유하는 가치, 이른바 option value의 개념에 대하여 상세하게 설명하고 발전설비투자에서의 적용에 대하여 검토하기로 한다.

1) 증권 거래에 있어서 option의 고려방법

앞에서 설명한 것처럼 투자의 성격이 불가역적이며 미루는 것이 가능한 경우, 금융 거래의 call option 이론을 응용하여 투자결정을 설명할 수 있다. Call option이란 “그 보유자에게 일정한 수의 특정 주식을 어떤 날짜에 혹은 그 이전에 어느 일정한 가격으로 구입할 권리를 부여하는 계약”이라고 정의된다. 이 call option은 어디까지나 권리이며 구입해야만 하는 의무는 아니다. 즉, 기일이 되어서(혹은 그 이전에) 주가가 정해진 가격 이상으로 상승하지 않는 한 그 option을 행사하여 주식을 구입할 필요가 없는 것이다. 주식이 그 정한 가격을 초과하여 충분히 가격이 상승하였다고 투자자가 판단하면 option을 행사하면 된다. 이와 같은 call option을 구입하기 위해서는 일정한 프리미엄을 지불해야 하지만, 주식을 직접 구입하지 않고 option을 보유함으로써 투자자는 주가가 하락하여 입게될 손실을 회피할 수 있다. 기본적으로 option은 불확실한 미래에 대한 보험과 같은 것으로 투자를 둘러싼 장래의 환경이 불확실한 한 option 그 자체에 가치가 발생한다. 금융이론의 발전에 의해 이와 같은 가치를 계산하는 방법도 실용화되고 있다.

2) 발전설비의 “투자기회”와 불확실성

금융 거래에서의 option 고려 방법이, 기업의 설비투자의 결정에도 응용 가능하므로, 설비 투자를 계획하고 있는 기업은 call option에 준하는 “투자기회”인 option을 보유하고 있다고 할 수 있다. 설비투자는 장래의 생산활동에 기여하기 위하여 행하는 것으로 그 장래는 항상 불확실하므로, 모든 기업은 불확실성 하에서 투자결정을 행하지 않을 수 없다. 기업은 그 투자의 순현재가치가 충분히 크다면 투자를 행하여 이익을 올릴 수 있지만, 순현재가치가 충분히 크지 않다고 생각되면 거액의 매몰비용 발생을 회피하기 위하여 적절한 비용(곧, 프리미엄)을 지불한다는 것이다.

전기사업도 장래의 다양한 불확실성에 직면하고 있으며 설비투자의 option에는 가치가 있다고 말할 수 있다. 지금까지의 전기사업은 전력수요, 최대전력, 투입요소가격, 특히 연료가격의 불확실성에 직면하여 왔다. 여기에 시장 자유화가 이루어지면 전기사업의 경영환경은 매우 불투명해지므로 전기사업을 둘러싼 불투명성은 더욱 커질 것이다. 또한, 규제정책과 관련하여 건설에 소요되는 비용도 불확실해 진다. 비용의 불확실성은 원자력발전에서 특히 중요하여, 폐로와 폐기물처리 등의 비용에 관하여는 불투명한 부분이 크다. 또한, 환경규제의 강화로 인해 환경보전 대책을 위한 기기·장치 등의 비용에 불확실성이 높아진다. 더구나 경쟁이 도입되면 전기요금의 수준 그 자체가 불확실해 진다. 예를 들면, 영국의 전력 pool 시장에서 전기요금은 매일 매시간 변화한다.

전력시장 자유화가 이루어지면 발전부문의 투자자는 전기사업의 투자 위험에 대하여 매우 민감해지고, 투자 결정의 상당 부분이 장래의 불확실성에 의해 좌우될 것이다. 따라서, 전력시

장의 자유화가 발전설비투자에 미치는 영향을 분석하기 위해서는 불확실성이 투자의 결정에 어떻게 영향을 미치는지를 이해하는 것이 중요하다고 판단된다.

라. 발전설비의 신규투자과 기존설비에의 적용

본 절에서는 option value의 개념에 기초하여 투자행동을 분석한 일련의 연구성과를 검토하고, 자유화된 전력시장에서의 발전설비 투자에 어떻게 적용되는 지에 대하여 개관한다.

1) 신규투자의 시기

Option value 개념에 기초한 기본적인 투자행동 모형의 전제조건으로서 기업은 어떤 project에 대하여 독점적으로 투자를 행할 권리를 가지고 있다는 가정이 필요하다. 불확실성 하에서는 설비투자의 option value, 곧 NPVcrit가 양수가 되므로 기업은 현시점에서 채산성이 있는 것으로 판단되는 투자를 지연시킨다는 것을 최초로 언급한 연구는 McDonald and Siegel[1987]이다. Dixit and Pindyck[1994]는 최적 parameter하에서는 투자 project의 현재가치가 매몰되는 투자비용의 상당한 배가 될 때까지 그 투자를 수행하지 말아야한다는 것을 주장하였다. 또한, 불확실성이 높을수록 option value는 증가하고 더욱이 투자를 지연시키는 것이 보다 경제적이라는 결과도 보여주고 있다.

이러한 기본적인 불확실성 하에서의 투자 행동 모형은 Martzoukos and Teplitz - Sembitzky[1992]에 의해 전기사업에 적용되었다. 그는 발전도상국 등에서 수요 증가가 불확실한 경우를 상정하여 대규모 송전망의 건설 시기를 분석하였다. 적용된 모형은 가장 기본적인 것으로 공급력 조정과 감가상각 등 전기사업에 있어서 중요하다고 생각되는 몇 가지 특성을 무시하고 있다. 그러나, 그러한 확장을 행하여도, 기본적인 결론은 바뀌지 않으며 정도의 차는 있지만, 꽤 큰 option value가 항상 발생하는 것을 이론적으로 확인하였다.

2) 불가역적 경영결단에 대한 관성

Option value의 개념은 신규투자의 결정뿐만 아니라, 기존 project의 일시 휴지 및 폐지의 결정에도 적용할 수 있다. 예상하지 못했던 경영환경의 변화로 인해, 기존의 project가 비효율적으로 되어 손실이 발생하는 경우에는 기존의 project를 일시적으로 휴지 시키든지, 혹은 폐지하여 철거하는 방안도 기업이 고려할 수 있다. 일시 휴지 방안을 선택하면 유지비용이 발생하게 되고, 폐지 방안을 선택하여도 폐지비용이 발생하는데 이들 비용은 생산을 위한 비용이 아니고 매몰비용이므로 이러한 일시휴지 및 폐지 혹은 철거 등의 경영결단은 불가역적이라고 말할 수 있다. 이러한 불가역적인 경영결단을 고려하는 일반적인 모형에서는 기업 행동에 경제적인 관성이 작동한다고 알려져 있다. 곧, 기업은 최적 행동의 결과로서 신규 project에 대하여는 그 순현재가치가 충분히 높게 될 때까지는 투자하지 않는 한편, 기존의 project에 대하여는 그것이 비교적 비효율적이라도, 그 project에 의한 손실이 충분히 크게 될 때까지는 조업을 계속하고 일시휴지 및 폐지는 미룬다고 하는 것이다. 이것은 한번 행한 결정의 결과는 상황에 변화가 생겨도 도로 원상으로 돌이킬 수 없기 때문이다. 기업은 기존의 project에 대하여 이들을 휴지 혹

은 폐지할 option을 보유하고 있다고 생각할 수 있으며, 불확실성 하에서는 그와 같은 option이 陽의 가치를 갖고 있다는 것이다. 이는 기존의 project를 휴지 혹은 폐지하였다가 상황이 호전될 때에 project를 재개하기에는 신규투자정도는 아니지만 매우 많은 비용이 발생하기 때문이다. 비효율적인 project라고 하더라도, 우선 기존설비를 유지함으로써 유지비용은 지불하지만 장래 재개비용과 재투자 비용을 회피할 수 있다.

이러한 기업행동의 경제적 관성의 측면에서 원자력발전의 운전 및 투자에 대하여 해석하면 매우 흥미로운 결과를 얻을 수 있다. CRIEPI/EWI[1997]은 원자력발전은 높은 자본비용뿐만 아니라 폐로·폐기물처분에 관한 불확실성도 존재하기 때문에 경쟁도입 하에서는 신규 투자가 어렵다고 주장하는 한편, 기존 원자력 발전에 관하여는 가변비가 낮으므로 운전을 계속하는 것이 유리하다고 설명하고 있다.

실제로, 자유화가 진행되고 있는 영국에서는 신규 원자력 발전소는 건설되지 않고 있지만, 전력 pool시장에서 기존의 원자력발전은 확실하게 투입되고 있다. Option value의 관점에서 보면, 설령 가변비가 저렴한 원자력발전의 우위성이 약해진다고 하더라도, 불확실성 하에서는 원자력 발전소의 운전에 의한 손실이 상당히 커지지 않는 한, 운전을 계속하는 것이 경제적으로 합리적이다. 원자력발전에 대하여 운전이 있어서는 우위에 있으면서도 추가건설은 하지 않는다는 역설적인 상황도 경제적 관성에 의해 논리적으로 설명할 수 있다.

마. 건설기간과 규모에 관한 적용

지금까지 고려한 투자는 결정의 시점에서 전부 건설된다고 하는 일괄 고정적인 project에 대한 투자였다. 이하에서는 그 가정을 완화시켜 시간에 걸쳐 단계적으로 행하는 투자와 규모에 대한 조정이 가능한 투자를 고려하고 역시 option value에 기초하여 불확실성이 건설기간과 투자규모에 주는 영향을 살펴본다. 이와 같은 측면은 발전설비투자에 있어서 특히 중요하며 불확실성 하에서 어떤 전원이 선택되는 지에 대하여 유익한 시사점을 제공한다.

1) 단계적 투자와 건설기간

대부분의 경우, 투자에는 일정한 기간을 필요로 하고 기업도 단계적으로 투자에 대한 판단을 행하고 있다고 할 수 있다. 특히, 발전설비투자는 지역주민 교섭과 환경 평가 등의 준비기간을 포함하면 10년~ 15년의 기간을 필요로 하는 장기 project이며 그 과정은 몇 개의 단계로 구성되어 있다. 건설기간은 최근 장기화하는 경향이 있는데 전기사업자의 투자결정에 큰 영향을 주고 있다. 건설기간이 길어지면, 설비가 완성되기 전에 전기사업을 둘러싼 상황이 변화할 가능성도 커지기 때문이다. 개발과정의 각 단계에서 일정한 매몰비용이 발생하게 되면, 발전설비의 계획 중, 혹은 건설 중에 project를 계속할 지에 대한 결단을 행해야 할 경우도 발생한다.

Majd and Pindyck[1987]은 단계적으로 행하는 project의 투자 결정을 분석하였다. 이 경우, 기업은 각 시점에 있어서 당기의 매몰비용을 지불하면서 차기 투자를 행할 권리, 즉, option을 사고 있다고 생각한다. 예를 들면, Majd and Pindyck[1987]은 불확실성이 증대하면 NPVcrit가 보다 크게 되어 각 기에 있어서 다음 단계 투자를 보류할 가능성도 커진다는 것이다. 이것은

일괄적 투자분석결과와 일치한다. 더욱이, 투자가 보다 단기간에 완성될수록, 즉, 투자기간의 신축성이 높을 수록, project의 가치는 높아진다는 것을 의미한다. 물론, Majd and Pindyck[1987]이 언급하고 있는 바와 같이 투자기간이 서로 다른 project는 각각 그 가치가 다른 것이 당연한데, 투자가치를 계산하는데 있어서 투자기간이 중요한 요소라는 것은 분명하며, 건설기간의 장기화가 투자 가치에 미치는 영향을 option value의 관점에서 고려할 필요가 있다는 것이다.

이상의 분석은 전기사업에도 적용된다. 같은 규모의 발전소에서도 건설기간이 길어지는 것은 보다 높은 이윤이 요구되는 것이라는 의미이다. 그 결과, 불확실성 하에서는 단기 project가 장기 project보다도 우월하다는 것이다.

2) 투자비용의 불확실성

발전설비투자에 적용할 경우, 투자비용의 불확실성을 고려하는 편이 보다 현실적인 경우도 있다. Pindyck[1993]는 Majd and Pindyck[1987] 모형을 확장하여 비용이 불확실한 경우의 투자 행동을 분석하고 있다. 여기에서는 두 가지 유형의 비용의 불확실성이 미치는 영향을 고려하고 있다. 하나는 기술적 불확실성에 의한 것이고, 또 하나는 건설투자와 기계장비, 토지 등의 투입 요소 비용(가격)의 불확실성이다. 기술적 불확실성은 project 완성까지의 기술적인 문제와 관련되는 불확실성으로서 투자가 진행되지 않는다면 구체적으로 알 수 없다는 성질을 갖고 있다. 이것은 연구개발 투자 등에 있어서는 특히 중요하여 투자 project에 신기술이 관련된 경우에는 반드시 고려해야하는 불확실성이다. 투입요소비용의 불확실성은 문자 그대로, 건설에 있어서 투입되는 자재와 기계장치 등의 요소가격의 변동에 수반하는 불확실성으로 기업이 관리할 수 없는 외생적인 불확실성이다. 최근에는 기계장치 등의 투입요소 비용에 수반되는 불확실성은 규제정책에 있어서의 불확실성에 기인한다는 견해도 있다. Pindyck[1993]은 특히 미국 원자력 발전에 있어서 Three Mile Island 사고 이후의 안전 대책기기 등의 요소 비용의 불확실성은 예측 할 수 없는 규제정책의 변경에 의한 것이라고 지적하고 있다. 환경규제의 변화로 인해 환경 보전을 위한 기기류 비용에 대한 불확실성도 최근 높아지고 있다.

이들 두 가지의 불확실성은 투자 결정에 서로 다른 영향을 미친다. 기술적 불확실성은 투자가 진행됨에 따라 보다 분명해 지는 정보를 주기 때문에 투자를 촉진시킨다. 한편, 요소비용의 불확실성은 기다림으로써 얻을 수 있는 정보의 가치가 증가하기 때문에 투자를 지연시킨다. Pindyck[1993]은 이것을 이론적으로 설명하여 투자결정에 미치는 영향이라는 관점에서는 요소 비용의 불확실성이 기술적 불확실성에 비하여 보다 크다고 주장한다. 따라서, 전체비용의 불확실성은 투자를 지연시킨다.

Pindyck[1993]은 1980년대 미국의 원자력발전에 동 모형을 적용하였는데, 원자력 발전 투자의 결정에는 기술적 불확실성이 상당히 존재함에도 불구하고, 안전대책 기기 등의 요소비용의 불확실성이 투자의 지속 여부를 크게 좌우하였다는 것을 확인하였다. 실제로, 미국의 원자력발전소는 건설도중에 많이 중단되었으며 심지어는 90%가 완성된 원자력발전소도 중단된 예가 있다.

3) 증분투자과 규모의 선택

발전설비 투자에 있어서는 규모의 선택과 설비의 확장에 관한 결정도 중요한 요소이다. Pindyck[1993]은 규모의 선택과 확장에 대한 결정을 한계적 투자 결정을 이용하여 분석하였다. 즉, 추가 1단위의 투자의 현재가치가 그 비용과 일치할 때 최적이며 이를 충족시키도록 투자 규모를 결정한다는 것이다.

추가 투자 1단위의 현재가치는 기업이 가지고 있는 두 가지의 option 가치에 의해 결정된다고 할 수 있다. 하나는 현재 보유하고 있는 설비의 일부(혹은 전부)를 이용하는 option으로, 이 option의 가치는 설비를 보유하고 있는 데 따른 가치라고 할 수 있다. 일정한 설비를 가지고 있는 기업은 수요 변동에 부합하여 설비 이용률을 변화시켜서 생산량을 조정할 수 있는 유연성을 가지고 있다. 보유하는 설비가 크면 생산량의 조정폭도 크게되고 수요의 불확실성에 대하여 기업도 보다 유연하게 대응할 수 있다. 따라서 그 가치는 수요의 불확실성의 증대와 함께 커지고 보다 큰 설비를 보유하도록 하는 유인을 주는 것이다. 다른 하나는 신규로 설비를 확장하는 option이다. 이 option의 가치는 불가역적인 설비확장의 기회비용인데 불확실성의 증대와 함께 커지며 투자를 보류시키는 유인을 준다. 이것은 기본적으로 일괄적인 투자의 option과 동일한 면이다.

Pindyck[1988]은 장래의 수요에 대한 불확실성이 증대하면, 추가투자(설비확장)의 option을 보유하고 있는 가치의 증대가 설비 보유에 따른 가치 증대보다도 더 커지므로, 결과적으로 최적 규모를 축소시키게 된다고 주장한다. 요컨대, 불확실성 하에서의 투자 규모는 작아진다는 것이다. 이러한 현상은 이미 자유화가 진행되고 있는 나라들의 전기사업에서 관찰되고 있다. 예를 들면, 영국에서는 소형 가스 터빈이 대규모 발전소보다도 더 많이 건설되고 있는 경향이 있다.

이상에서는 불확실성 하에서 투자의 option 가치를 고려한 투자행동을 분석하였다. 전력시장 자유화가 발전설비 투자에 미치는 정성적인 영향에 대하여 고찰하였는데, 주요한 시사점은 다음과 같다. 첫 째, 불확실성 하에서의 불가역적인 투자(퇴출시의 폐지도 포함)는 상황이 상당히 호전될 때까지 지연시키는 것이 합리적이라는 것이다. 매몰비용이 큰 발전설비의 신규투자는 미루고, 기존 발전설비는 가능한 한 유지하는 것이 합리적이라는 것이다.

두 번째는, 불확실성하에서는 건설기간과 투자규모에 대하여 유연성을 확보하는 것이 유리하다는 것이다. 발전설비투자에서도 개발기간의 단기화, 설비의 소형화가 진행되고, 건설기간이 긴 대규모 발전설비투자는 위축된다. 이는 가스나 유류를 사용하는 침투부하용 발전기가 차지하는 비율이 높아짐을 의미하는 것이다. 그런데 우리나라의 입장에서는, 이들 연료원은 가격의 변동도 심하고 공급도 안정적이지 못할 가능성이 많으므로, 유사시 전력공급계통의 공급보장의 신뢰성 저하와도 연결될 수 있다.

이와 같이, 전력시장자유화는 기업행동의 변화를 통하여 전원구성에 큰 영향을 미치고, 전원의 최적구성의 수립이 중요한 나라에 있어서 공급보장이라는 문제를 야기할 가능성이 있다.

3. 시장 자유화가 투자 유인에 미치는 영향

전기사업자에게 독점적 지위를 부여해주었던 이유 중의 하나가 전기 공급의 신뢰성 확보이다. 지금까지는 장기전원계획의 수립에 의해 전기공급의 신뢰성 확보를 도모해 왔는데, 전력 시장이 자유화되면 이러한 장기전원계획은 더 이상 수립하기 어렵다. 수요를 충족시킬 수 있는 충분한 발전 설비용량을 확보하기 위해서는 시장 mechanism이 신규용량 추가와 충분한 예비력 확보를 도모할 수 있도록 전기사업자에게 투자 유인을 제공해야 한다.

가. 정보의 조정

전력시장이 자유화되면 발전시장에 참가하는 사업자의 수가 증가하고, 따라서 정보 흐름의 pattern도 바뀐다. 자연 독점적 전력산업구조 하에서는 유일한 하나의 전력 사업자가 전원계획에 책임을 지고 있다. 이 전력사업자는 기존의 발전설비에 관한 상세한 정보를 갖고 있으며, 전력 수요에 대한 예측을 수행하고 신규발전설비용량의 투입을 계획한다. 이러한 일련의 과정이 하나의 전력사업자 내부에서 수행된다.

자유화된 전력시장에서는 이러한 통합적인 조정 기능은 존재하지 않는다. 그러므로 모든 발전사업자가 최적 투자를 위한 모든 정보를 공유하고 있지 않다. 더욱이, 정보의 조정은 각종 거래비용을 초래한다. 이와 같은 통합적 정보 조정기능의 부재로 인해 자유화된 전력시장에서의 의사결정이 독점적 전력산업 구조 하에서의 의사결정보다 반드시 더 바람직한 결과를 보장한다고 볼 수는 없다. 이에 대한 실례로 최근 캘리포니아 주의 전력공급지장 현상을 들 수 있다. 최근 미국의 캘리포니아 주에서는 심각한 전력공급지장 현상을 경험하고 있는데 캘리포니아 주는 1996년에 전력시장의 자유화를 단행하였었다.

나. Risk 부담의 변화

전력시장이 자유화되면 risk 부담의 형태가 바뀔 것으로 예상된다. 기존의 전력공급체제에서는 잘못된 수요예측으로 인한 투자 risk는 기본적으로 수요자에게 전가된다. 따라서 동 체제 하에서는 투자자의 비효율적인 자원배분으로 인한 과잉발전설비 보유의 risk에 대하여 투자자가 상세한 평가를 수행하지 않을 유인이 존재한다.

전력시장이 자유화되면 전원간의 경쟁이 심해지는데, 판매전력량의 과대한 예측과 예측하지 않은 비용의 증가 등으로 인해 요금이 상승하게 된다면, 사업자는 경쟁에서 도태되고, 이미 투자된 비용을 회수할 수 없게 된다. 이러한 risk 부담의 변화로 인해, 투자자는 사업에 대한 평가를 보다 주의 깊게 수행한다. 또한, 투자가 조기에 상각되며 risk가 크지 않은 투자가 선호될 것이다.

4. 전력 pool 시장 모형에서의 투자 결정

전력 pool 시장에서는 서로 다른 전원간의 경쟁이 치열하게 전개되므로, 입찰가격은 단기 한계비용에 기초하여 결정된다. 그러나, 장기적으로는 단기 한계비용에 근거한 가격으로는 총 투자비용을 회수할 수 없을 가능성이 존재한다. 그러므로, 신규전원의 투자 유인을 위한 mechanism을 고려해야 한다.

단순한 침투부하 가격결정 모형에서는 가격이 공급한계비용과 일치하도록 하는 수준에서 공급량을 결정하는 것이 이 전력사업자의 이윤 극대화에 부응한다. 그런데 이러한 공급량을 충분히 공급할 수 있는 발전설비용량을 보유하고 있을 경우에는 가격이 단기 한계비용과 일치하도록 설정할 수 있으나, 발전 설비용량이 충분히 존재하지 않는 경우에는 이러한 가격에 추가적 용량의 가치(premium)를 더해야 한다. 그러므로, 비침투부하 시간대에서는 추가적 발전설비용량의 가치는 0인 반면에 침투부하 시간대에서는 양의 값을 갖는다. Premium의 가치는 수요자의 지불 용의를 반영해야 한다. 수요자의 지불 용의는 정전비용을 반영하여 산출하는데, 이에 대하여는 여러 가지 방법이 있다. 본 연구에서는 England · Wales에서 도입하고 있는 설비가격요소(capacity element: CE)에 관하여 고찰하기로 한다.

전력 수요를 충족시키기 위해 제시된 최고 입찰가격인 계통한계가격(System Marginal Price)와는 별도로, 발전사업자는 설비가격 요소(CE)를 지불 받는다. 설비가격요소(CE)는 30분의 입찰 기간마다 변화하는데 다음과 같이 계산된다.

$$CE = (VOLL - SMP) \times LOLP$$

여기에서,

CE(Capacity Element): 설비가격요소

VOLL(Value Of Lost Load); 정전비용

SMP(System Marginal Price): 계통 한계가격

LOLP(Loss Of Load Probability): 정전확률

수요자의 지불용의를 반영한 VOLL은 당초 kWh당 2 pound로 설정하고, 소매물가지수에 연동하여 변경되도록 하였다. LOLP는 신고된 설비용량의 이용가능성과 미리 예측된 전력수요를 근거로 하여 30분마다 추정된다.

예비력이 충분한 기간에는 LOLP의 값이 낮기 때문에 CE도 낮은 수치를 갖는다. 전력수요가 상승하는 경우에는 발전 시스템은 최대발전설비용량에 근접하게 되고, LOLP는 비선형적으로 상승하여 CE도 상승하므로, 신규전원 투입의 필요성에 관한 신호가 발생한다.

만약에 VOLL이 정확한 지불 용의를 반영한다고 하면, CE는 원칙적으로는 “정확한” 투자 신호가 된다. 그러나, CE는 최적 발전설비 건설을 위한 유인으로서 충분하지 않다는 지적도 있다. 일반적으로 비선형 유인 mechanism은 순환적 행동을 초래하여, 과잉설비 상황은 과소설비 상황으로 바뀌고 이러한 현상이 되풀이된다는 것이다. 이러한 순환적 상황은 단기적 반응, 발전소의 폐쇄와 다른 투자계획에 관한 불충분한 정보에 의해 발생한다. 또한 예비력과 CE는 불완전한 시장에서 발생하는 전략적 행동에 의해 영향을 받는다. 실제로 영국에서는 발전사업자들이 전력가격을 상승시키기 위해서 발전설비의 증설을 의도적으로 억제한 적이 있었다. 그 결

과 전력가격은 급격히 상승하게 되었다.

5. 결 론

시장 자유화는 투자 환경의 변화를 초래한다. 자유화된 전력시장에서는 전원계획의 수립에 의한 종합적 차원의 투자 조정은 존재하지 않는다. 경영환경이 불투명해짐에 따라 투자의 option 가치의 관점에서 건설기간이 짧고, 자본비용이 저렴한 소형 전원이 선호되는 경향이 있다. 현재의 발전기술 하에서는 이러한 소형 전원은 대부분 화석연료를 이용하고 있는 발전소들이다. 이들 발전소들이 우리나라 발전의 대부분을 담당하게 된다면 이들 화석 연료의 안정적 공급 보장은 매우 중요한 문제로 부각될 것이다. 이러한 상황을 감안하면 연료비의 비중이 적은 원자력 발전의 신규 건설이 지속적으로 필요하다. 이에 대한 방안으로는 현재의 민영화 방안과 같이 원자력 부분의 공사가 필요하며 이를 지속시킬 필요가 있다. 또 하나의 방안으로는 건설공기가 짧은 소형 원자로의 도입이다. 이를 위하여 이 분야의 기술개발에 박차를 가할 필요가 있다.

정보 거래에 관한 불완전시장을 전제로 한다면, 충분한 투자계획의 조정이 이루어 질 수 없다. 그러나, 자유화된 전력시장에서는 risk에 대한 의식이 높아지며, 독점시장의 경우에 비하여, 투자자는 사업 평가에 있어서 보다 주의 깊은 판단을 하게 된다. 이와 같은 점이 불완전한 정보취급의 결점을 보완하는 효과를 갖는다.

전력 pool 시장모형에서 결정되는 spot가격은 단기 한계비용에 기초하고 있는데 이 가격은 장기적인 투자비용의 회수를 보증하지 않는다. 이를 보완하기 위해서 England · Wales에서는 SMP에 CE를 부가하고 있다. 자유화 전력시장 모형에서의 중대한 문제점은 과점적 시장구조 하에서의 시장지배력의 행사이다. 전력시장이 효율적인 투자 신호를 제공하기 위해서는 전력사업자의 수가 충분히 많아야 한다는 것이 전제되어야 한다.

참고문헌

CRIEPI/EWI, Liberalization of the Electricity Supply Industry and Nuclear Power Development, written by Masayuki Yajima and Ingo Hensing: ed. Central Research Institute of Electric Power Industry(CRIEPI), Tokyo, 1997.

Dixit A.K, and Pindyck R.S., Investment under Uncertainty, Princeton University Press, 1994.

Majd S., and Pindyck, Robert S.(1987), "Time to Build, Option Values, and Investment Decisions," Journal of Financial Economics, 18, 7-27.

Martzoukos, Spiros H. and Witold Teplitz-Sembitzky(1992), "Optimal Timing of Transmission line investment in the face of uncertain demand, An option valuation approach," Energy Economics, 14, 3-10.

McDonald R., and Siegel,D.R.(1986), "The Value of Waiting to Invest," The Quarterly Journal of Economics, 101, 707-728.

Pindyck, Robert S.(1988), "Irreversible Investment, Capacity Choice, and the value of the Firm," American Economic Review, 78, 969-985.

Pindyck, Robert S.(1993), "Investment of uncertain cost," Journal of Financial Economics, 34, 53-76.