

'96년도 추계 학술발표회 논문집
한국에너지공학회

원자력의 현재 활동에 수반되는 미래의 책무

정 환삼, 김 현준
한국원자력연구소

요 약

우리나라의 원자력발전소는 1978년 최초의 고리 1호기가 도입, 가동된 이래 1996년 현재 11기의 원전이 가동되고 있어 그 시설규모나 발전량 면에서 공히 세계 10위의 원자력발전국가로 부상하게 되었다. 더욱이 현재 95% 이상의 상용 원전 건설기술 수준 확보와 더불어 건설중이거나 계획중인 원전계획도 활발하게 추진되어 우리나라의 원전개발은 명실상부한 선진국 수준에 이르는 것으로 평가되고 있다.

그러나 우리나라에서 이와 같이 활발하게 이용되고 있는 원전은 현재의 유용성이 막대한 만큼 그 이용에 따르는 미래의 책임과 의무도 크다는 점을 인식하여야 하며, 따라서 본고는 향후 우리나라 원자력 정책수립의 기초자료를 제공하기 위해 원자력 선진국의 원자력산업을 중심으로 원자력활동에 수반되는 미래의 재정적책무에 대한 일부 사례와 논점을 정리한다.

I. 연구 배경

부존자원이 절대적으로 부족한 우리나라의 에너지환경은 매우 우려할만한 수급구조를 보이고 있다. 1차에너지 소비를 기준으로 한 에너지 해외의존도 측면에서는 1986년도의 78.2%에 비해 10년 후인 1995년도에는 96.8%로 더욱 심화되어 매우 불안정한 에너지 공급불안의 요소를 내포하고 있다. 특히 1995년의 전체 수입 에너지원중 석유류의 수입이 차지하는 비중이 금액기준으로 81.9%로 문제의 심각성을 더하고 있다.

이중 원자력의 에너지 집적도가 높다는 점을 감안하여 수입 우리나라의 에너지잠재력을 보면 같은 기간에 있어 에너지 해외의존도는 10% 포인트 정도 낮아져 85.6%로 줄게 된다. 이는 전력이 본원적으로 사용이 매우 편리하며, 공급의 불확실성이 적고, 최종사용자 입장에서 무공해성이 보장되어 점차 그 중요성이 높아질 것이라는 점에 비추어 전력생산에 전적으로 이용되는 원자력의 역할이 중요성을 더하고 있다.

특히 원자력은 한번 개발되면 개발의 학습효과가 높고, 에너지 비축성이 높기 때문에 우리나라, 일본, 프랑스와 같이 에너지 부존자원이 없는 국가에서는 매우 유용한 에너지원으로 사용되고 있으나 본원적으로 갖고 있는 방사성관리의 중요성과 함께 기술과 자본집약적 산업이라는 특성이 있다.

따라서 본 고에서는 이러한 특성을 갖고 있는 원자력이 개발과 가동 등 현재의 활동에 따라 필연적으로 수반되는 가동이 중단되는 미래의 시점에 발생하는 다양한 속성의 책임과 의무를 화폐단위로 계량화한 재정적 책무(책무비용)에 대해 이의 범위와 크기 그리고 이행방법에 대한 사례와 논점들을 OECD 일부 회원국을 중심으로 정리한다.

II. 원자력 활동에 따른 책무비용

원자력 산업은 원자력을 군사적 목적이 아닌 평화적으로 이용하기 시작한 이래, 정부와 마찬가지로 보유하고 있는 시설의 가동중단 시점에서 이용시설의 해체와 운영과 관련되어 발생한 방사성폐기물의 최종처분에 따른 재정적 책무 즉 책무비용을 인식해 왔다. 실제 OECD/NEA 국가들에서는 이러한 재정적 책무를 평가하고 필요한 시점에 이를 시행할 기금의 적립에 대한 다양한 메커니즘들이 연구되어 왔다. 더욱이 여러 OECD 국가에서 발전부문의 규제가 완화되어 가고 전력시장의 개방과 민영화 추세가 이루어지는 배경 속에서 원자력발전의 책무를 평가하기 위한 정보와 해결체계에 관심이 높아지고 있다.

최근 OECD/NEA에서는 이러한 책무의 인식, 보고, 그리고 기금 조성에 대한 NEA국가들의 수행정책들을 조사한 연구 결과를 “Future Financial Liabilities Arising from Nuclear Activities”로 발간하였다. 이 보고서는 원자력의 중대사고에 관련된 원자력의 피해와 손해 배상에 관한 국제 연차총회에서 다루는 민간 손해배상(civil liabilities)의 경우는 제외하고 방사성폐기물의 관리와 처분, 일부국가의 경우에는 사용후핵연료의 재처리, 그리고 시설의 해체들을 포함하고 있다.

이러한 책무는 원자력 시설 운영주체의 현재 활동으로 인해 미래에 당면하게 되는 비용을 통칭하며, 이들 비용은 원자력시설의 건조와 운전과정에서 발생하는 인·허가 기준을 초과하는 범위의 환경영향 혹은 다른 규제의 충족에 필요한 제반 활동이 즉시 혹은 5년 이하의 단기간 내에 완전한 형태로 이루어지지 않을 때 발생한다.

책무의 종류는 크게 원자력시설의 운전에 따른 책무와 운전시설의 가동중단후 폐쇄에 따른 것의 두 가지로 구분되며 일부 국가에 있어서는 제 3의 범주로 “과거(historic)의 활동”이 있기도 하다. 과거의 책무는 과거의 규제 여건을 충족시켜온 행위가 현재의 책무기준에 따라 새로이 문제로 인식되는 행위에 의해 발생하는 것이다. 따라서 이 경우에는 적절한 책무비용의 준비가 되어 있지 않다. 이러한 문제에서 국가는 자국의 원자력 활동에 대해 직·간접적인 책임이 있으므로, 국가는 과거의 책무를 위한 비용을 조성, 관리하는 의무를 지게 된다.

원자력 시설에 관한 책무에는 우라늄광과 선풍 폐기물, 핵연료주기시설, 원자력발전소, 연구용 원자로, 연구실 그리고 방사성동위원소 생산시설과 같은 제반 원자력 시설들을 포함한다. 원자력 시설 해체에 대한 책무비용은 시설의 철거, 장비의 해체, 발생 폐기물의 전처리, 그리고 이들 폐기물의 처분비용들을 포함한다.

핵연료주기에 관한 책무에는 방사성폐기물의 관리와 처분 그리고 국가별 경우에 따라서는 사용후핵연료의 재처리를 포함된다. 특히 재처리 비용은 최초 사용후핵연료의 인출에서부터 재처리과정을 거쳐 마지막 단계로 공정에서 발생된 방사성폐기물의 처리, 처분까지에 소요되는 기간이 길기 때문에 책무의 범주에 속한다.

III. 책무비용의 평가

원자력 활동에 따르는 책무비용의 평가는 각국의 경험에 기초한 실적비용으로 추정하고 있다. 다만 고준위 방사성폐기물의 처분과 같이 일부 산업화 수준에서 아직 수행된 적이 없는 활동에는 추정비용을 사용하고 있으며, 이밖에도 과학적, 기술적, 그리고 경제적 분야의 지식들을 이용해 원자력 활동에 따른 책무비용을 추정한다. 이러한 지식을 바탕으로 방사성폐기물에 대한 최근의 책무비용에는 경제적 비용의 범위를 넘어 윤리적인 문제까지도

포함하고 있는 데 이미 이에 대한 국제적 합의가 거의 이루어지고 있다. 물론 방사성폐기물의 관리와 처분 그리고 해체비용의 추정에 관한 연구는 이미 OECD/NEA를 포함하여 여러 나라에서 독립적으로 혹은 국제적인 형태로 많이 수행되고 있다.

책무비용의 크기와 비용 지불계획 수립의 주요 인자는 각국에서 실제 이용하고 있는 처분장등 원자력시설의 종류와 규모, 그리고 개별 원자력시설에 적용되는 기준과 규제 등이 된다.

발전부문에서 원자력발전소의 폐쇄와 해체에 대한 책무비용의 절대가치는 원전 한기당 수억 불로 평가되고 있으며, 이를 상대가치로 평가하면 원자력발전소 평준화 발전원가의 10% 이하로 평가되고 있다. 반면에 방사성동위원소 생산과 같은 원자력산업 다른 분야의 책무비용의 평가에 따르면 그 절대가치는 일반적으로 적으나 이러한 책무를 기업의 총 수입에 대한 비중으로 보면 오히려 발전부문에 비해 큰 비중을 차지한다.

책무비용의 평가 방법은 기본원리는 동일하나 실제 비용 계산을 위해 적용하고 있는 상세 방법은 국가마다 다르고 심지어는 같은 국가에서도 원자력시설의 운영자마다 다를 수 있다. 따라서 보편적으로 사용되는 방법은 경상가치(current value)법과 순현재가치(net present value)법을 주축으로 하여 이들을 약간씩 변형하여 사용되고 있다. 국가별로는 핀란드, 프랑스, 독일, 일본, 한국 그리고 미국은 경상가치법을 사용하고 캐나다, 스페인, 스웨덴과 영국은 순현재가치법을 사용하고 있다. 개별적인 운영자의 방법 선택은 대상 원자력시설이 가동되고 있는 지역의 관련 법규와 회계준칙에 따라 차이가 있다.

책무비용의 적립 방법은 국가별로 수행되고 있는 정책의 다양성을 반영하고 있다. 어떠한 경우이든 책무의 원인을 제공하고 있는 책무의 발생자는 미래의 책무이행을 위한 기금의 준비와 집행을 위한 필요한 체제를 보유하고 있어야만 한다. 예를 들어 원자력시설의 운영자가 직접 책무를 지고 있는 국가에서는 운영자에게 책무비용의 적립을 요구하고 있으며, 이와 반대로 방사성폐기물의 관리, 처분과 해체와 같은 원자력 활동에 대한 책임이 특별한 기관에 위임되어 있는 국가에서는 이들 수입기관들이 책무의 발생시마다 발생자로부터 요금의 형태로 거두어 적립하는 방법을 취하고 있다. 국가별 사례로는 이러한 양극단의 방식을 적용한 중간 방식들을 취하고 있다.

책무비용의 적립은 원자력 시설이 폐쇄될 때 해체비용과 동일해지는 것을 보장받기 위해 해체의 경우에는 통상 기술적 설계수명 보다 짧은 경제적 수명을 기준으로 하여 이루어진다. 책무를 필요로 하는 저준위폐기물에 대한 책무비용의 평가절차와 적립방식은 국가마다 다르다. 또한 사용후핵연료의 재처리의 경우는 핵연료의 노내 연소후 사용후핵연료가 실제 재처리 되고 그에 대한 비용이 지출될 때까지 재처리의 전과정에 소요되는 비용을 기준으로 한 것이 책무비용으로 적립되고 중준위와 고준위 폐기물에 대한 책무비용도 마찬가지로 그들의 발생 시점에서 중간저장, 전처리 그리고 처분에 따르는 전체 비용 추정치를 반영하여 만들어진다.

책무비용의 적립은 다른 산업에서도 마찬가지로 적용되는 "발생자 지불" 원칙이 적용되어야 한다. 기금의 적립은 책무를 갖는 기관의 장기적인 존속성을 보장할 수 없거나, 그들의 자산총액이 책무비용에 비해 적을 경우에도 지불을 보장할 수 있어야만 한다. 기금이 필요할 때 적절한 사용을 보장하기 위한 집행방법은 나라별로 원자력 시설의 보유형태에 따라 차이가 있다. 따라서 집행방법은 정부의 중앙통제로 이루어지는 관리방식과 개별 운영자의 분산 통제로 이루어지는 관리방식까지 다양하다.

IV. 책무의 이행과 정부의 역할

정부는 원자력시설 운영자가 그들의 책무비용을 부담하도록 하기 위해 필요한 정책과 관련 제도를 갖출 책임이 있다. 이러한 점에서 정부는 통상 책무비용이 발생자에 의해 발생하는 시점에 이를 인지하고 이 문제를 책임지도록 보장하는 역할과 책무 이행을 위한 활동들의 통제와 운영에 대한 책임을 확인하는 역할 그리고 필요시는 언제나 과거의 책무에 대한 책임을 떠맡는 역할들을 수행하여야 한다.

1974년 OECD에 의해 권고된 “발생자 지불” 원칙은 원자력 활동의 전분야에 적용되고 있다. 이 경우 정부는 현재의 이익을 위한 전력 생산과 책무이행에 따르는 활동이 미래의 전력생산에 부정적 영향을 미치지 않는다는 확신을 가질 필요가 있다. 일부 국가의 경우는 오랜 기간 자연생태계와 격리되어 있어야 하는 방사성폐기물의 특성으로 인해 그 처분에 대한 책임을 정부가 맡기도 하고, 혹은 방사성폐기물의 처분과 원자력시설의 해체를 책임질 회사를 설립하기도 한다.

대부분의 국가에서 과거의 책무에 대해서는 특별한 방법의 수립 필요성을 인식하고 있다. 이들 국가는 책무비용의 조성을 위한 정책 혹은 법규가 적절한 기금의 적립에 부적절할 경우나 책무의 발생자에 대한 법적 승계자가 없는 경우 그리고 책무가 정부의 활동에 의해 발생된 경우에 책무를 갖는 것을 당연시한다.

V. 책무이행의 국가별 관리 사례

국가별 책무이행의 사례에 있어, 영국 원자력의 책무비용은 경상 금액을 기준으로 보면 400억 파운드가 넘고 이중 영국의 무역산업부(DTI)는 현재 연간 1억 3천만 파운드를 지불하고 있다. 특히 최근의 기술개발과 경험축적으로 책무비용 추정치의 절감이 이루어지고 있으며 이러한 변화의 예는 영국의 원자력 에너지를 개발해온 AEA의 정부국(Government Division: GD)에서 찾아볼 수 있다. 영국의 GD는 한 때 AEA의 거대한 부서였으나 지금 GD에는 50년 전 시작된 개발 계획의 잔재들만이 남아 있는 곳이다. 이러한 GD의 책무비용은 경상금액을 기준으로 1995년 82억 파운드 수준에서 1996년은 75억 파운드로 줄었으며 이 과정에서 기술의 발달로 많은 프로젝트가 당초 추정예산의 75% 수준에서 완료되었다. 또한 1988년 BNFL은 매년 수행하던 그들의 해체정책, 전략들 그리고 비용에 대한 전반적인 검토를 수행하여 왔다. 그 결과 최근의 검토에 따르면 BNFL은 해체계획에 소요되는 총예산을 26억 달러에서 12%정도를 줄일 것으로 보고하고 있고 Sellafield시설에 관련해서는 기존 폐기물 설비의 공동 관리로 새로운 시설의 신설을 방지하여 그 결과 22개 정도의 해체계획이 당초 예상 비용의 85%만으로 완료되었다. GD와 BNFL 등의 경우와 같이 원자력의 책무비용은 소요기술의 발달과 비용절감 노력으로 당시의 추정치 보다 줄어들 수도 있다. 더욱이 영국의 경우는 이와 같이 책무의 이행에 소요되는 기술들에 대한 자신감을 바탕으로 이를 장차 유망한 산업분야로 까지 여기고 있다.

프랑스의 원자력발전소는 아직은 오래되지 않아서 평균 11년 정도이며 가장 오래된 것도 18년 정도밖에 되지 않아 원자력시설의 해체나 폐기물처리와 같은 책무에 준비할 시간이 많이 남아 있다. 프랑스의 책무비용 추정은 EdF에 의해 체계적으로 이루어져 현재는 거의 정확한 수준으로 평가되고 있는데, 원자력발전소에 있어 이 평가액은 단위 시설용량당 1,600 프랑(FF)으로 추정된다. 이 금액은 건설비의 15% 정도로 이 추정에는 추정비용의 30% 정도의 예비비와 최종처분비도 포함된 것이다. 이 비용의 평가에는 EdF에서 실제 사용되는

원전의 수명기간은 40년으로 하고 있으나 회계규정에 따라 시설의 가동수명을 30년으로 보고 이기간에 대해서만 분산되어진 것이다. 그러나 이 기간도 최근까지 20년을 수명기간으로 보아온 데 비하면 실제 많은 개선이 이루어진 것이다.

프랑스의 총책무비용은 매년 물가상승률을 감안하여 재추정되고 이에 따라 연간 적립금이 조정된다. 1994년 말 EDF의 재무제표에 따르면 추정 총비용 1,000억 FF중 이미 확보된 적립금이 320억 FF임을 나타내고 있고, 재처리와 후행핵연료주기에서 발생된 폐기물 최종처분을 위한 준비금은 990억 FF이며 그중 재처리에서 발생된 비용이 690억 FF를 차지하고 있다.

독일 연방정부는 일부 원자력발전소에 대한 책임을 지고 있다. 국가 연구개발기금으로 지원되는 독일의 연구개발 그리고 실증용 시설들의 해체에 소요되는 책무비용은 67억 마르크(DM)이다. 그러나 상용 원자력시설들의 책무비용은 이보다 훨씬 커서 대형 LWR의 책무비용은 평균발전비 0.125 DM/kWh 이외에 이들 원자력의 책무비용으로 0.0139 DM/kWh가 더 소요되는 것으로 평가하고 있다. 이와 같은 책무의 이행을 위한 자본유보액은 총 300억 DM 수준에 달하고 있다.

VI. 책무이행에 대한 미래의 도전

원자력의 현재 활동에 따르는 미래의 책무이행을 위해서는 기술적, 제도적 그리고 경제적인 문제들을 동시에 해결하여야 한다. 이중 기술적 문제들은 지금의 기술수준으로도 책무를 이행하기에 충분하다. 미래의 도전은 이들을 실제 적용되는 비용을 줄이고, 장기적으로도 안정적으로 이용 가능한 능력을 확보하고, 환경기준의 변경과 같이 변화 가능한 미래의 요구에 적합하도록 개발하는 것이다.

원자력 시설분야의 시설검사 주체가 정부로 되어 있는 경우는 고려대상이 아니나, 민간사로 되어 있는 경우는 책무의 이행 도중에 혹은 그 이전에 적립금이 소진되어 이를 집행할 재원이 없어 문제를 야기할 가능성을 갖고 있다. 비록 원자력산업의 개별 사업자들이 책무이행에 대한 책임감을 갖고 이에 준비하고 있다 하더라도, 정부는 사업자들의 책무이행을 보장할 기금의 조성을 위한 합리적인 계획과 메커니즘의 구축과 같은 적절한 정책의 수립에 노력해야 한다. 원자력산업에 있어 책무비용의 적립과 관리에 대한 투명성은 원자력 활동에 대한 국민들의 수용성을 증대시키는 데 중요한 일익을 담당할 수 있는 것이다.

지금은 비록 이와 같은 현재의 활동에 따라 발생하는 미래의 책무에 대한 국민적 논의가 현대의 다양한 산업군 중에서 원자력 활동에서 야기되는 책무에 집중되는 경향이 있으나, 이는 실제 위험물질과 독성물질을 다루는 비원자력 분야의 많은 산업에서도 비록 규모의 차이가 있기는 하나 같은 문제에 직면하고 있다. 이 경우 원자력 산업에서 이미 적용되고 있는 원칙, 개념, 그리고 적용 사례들이 이들 산업에도 활용 가능할 것이다.