

방사성폐기물관리 비용 충당금 산정 방법론

The Methodology for Calculation of Radioactive Waste Management Provisions

김재혁, 윤철환, 김정목*, 송명재

한국전력 원자력환경기술원
대전광역시 유성구 덕진동 150
e-mail: jjhkim@kepco.co.kr

*한국전력
서울시 강남구 삼성동 167
e-mail: bhaoj6@kepco.co.kr

요 약

원전 운영결과 필연적으로 발생하는 방사성폐기물의 관리를 위한 재원을 조달하기 위하여 세계 각국은 원전운영자로 하여금 원전사후처리를 위한 자금을 적립토록 법제화하고 있다.

자금 적립을 위해 세계 각국이 채택하고 있는 대표적인 이론적 방법은 Fixed Fee Method, Constant Real Fee Method, Net Discounted Method로 구분할 수 있다. 상기 3가지 방법은 각각 장·단점을 지니고 있어 최적의 방법을 선택할 수 없지만 본 연구에서는 법적 규제의 용이성 및 미래 자금 적립을 위한 기금 성격상 Fixed Fee Method가 보다 합리적인 방법으로 평가하였다.

Abstract

In order to finance the Radioactive Waste Management program every country have regulations that mandate to be reserved the fund for Radioactive Waste Management by NPP utilities. There are 3 theoretical calculation method, Fixed Fee Method, Constant Real Fee Method, Net Discounted Method to reserve the cash for Radioactive Waste Management life cycle costs.

This article shows that Fixed Fee Method is the most reasonable method considering of legal basis or accumulation of fund.

Key Words : Radioactive Waste, Fund, Fee, Provisions

I. 서론

오늘날 원자력 발전은 가장 값싼 청정에너지원으로 평가받고 있지만 발전소 운영 중에 발생하는 방사성폐기물에 대한 사후 처리·처분 문제 때문에 세계 각국은 많은 어려움에 직면하고 있다. 특히, 방사성폐기물의 처리·처분 등은 주로 발전소 운영 종료 후에 발생하는 것으로 발전의 혜택을 향유하는 시점과는 상당한 시간적 차이를 가지고 발생하는 것이다. 따라서 세계 각국은 혜택을 향유하는 세대로 하여금 자금을 적립토록 하여 후세대에 대한 부담을 저감시키는 노력을 기울이고 있다.

우리나라의 경우 1986년 원자력법을 개정하면서 방사성폐기물을 관리하기 위한 자원 확보를 위해 방사성폐기물 관리기금을 설치하였으나 1996년 동 기금에 관한 법은 폐지되었으며, 한전은 1983년부터 전기사업법에 의하여 원전의 해체, 중·저준위 방사성폐기물의 처분, 사용후핵연료의 중간저장 및 처분을 위한 자금을 충당하기 위해 원전사후처리충당금(이하 “충당금”이라 함)에 관한 규정을 법제화한 후 2001년 현재까지 충당금 구성요소에 대한 기준금액 및 물가상승율 등을 반영하여 3차례에 걸쳐 계속 수정하여 적용해 오고 있다.

정부의 기금이나 한전의 충당금은 모두 미래에 발생할 대규모의 자금 지출에 대비하여 현재에 자금을 적립하는 방법으로서 현재의 부담자와 미래의 부담자의 이해관계가 균등하여야 하고 정부 등 이해 관계자가 이해하고 쉽고 간단 명료하여야 할 것이다. 본 연구에서는 이러한 목적을 달성하기 위하여 현재 미국 등에서 방사성폐기물관리기금(fund)¹⁾을 징수하기 위하여 적용하고 있는 방법론을 원용하여 적절한 방사성폐기물관리 program의 원활한 수행을 위해 적립하여야 할 충당금의 합리적인 산정 방법을 모색하여 보고자 한다.

II. 방사성폐기물관리 비용 자원 조달 현황

2.1 외국의 방사성폐기물 자원 조달 방법

각국의 방사성폐기물관리 비용 조달을 위한 방안은 중·저준위 방사성폐기물의 처분, 사용후핵연료 처분, 원전의 해체 등에 따라 각각 구분되어 조달되거나 법령 등에 의해 일괄 징수되고 있으며, 또한 폐기물의 종류·발생량에 따라 차등을 두는 계약을 체결하여 재원을 확보하는 등 각국의 방사성폐기물 발생량 및 사회적·자연적 환

1 미국은 NWPA(Nuclear Waste Policy Act, as Amended 1995)법 Sec. 302(a)의 규정에 의해 Nuclear Waste Fund를 설정하고 1.0 mill/kWh의 Fixed Fee를 동 Fund에 납부토록 강제하고 있다.

경과 방사성폐기물 처분기간 등 여러 가지 요인에 의해 각각 달리 적용하고 있다. 이들 각국의 재원조달을 위한 주요 추진현황을 살펴보면 표 2-1과 같다.

표 2-1 외국의 원전사후처리 재원조달 형태

국가	조달근거	조달방법	부담요율	비고
미 국	방사성폐기물정책법	기금	1 mill/kWh	사용후핵연료, 고준위 방사성폐기물
스웨덴	사용후핵연료재정법	기금	0.019 SEK/kWh	중·저준위 방사성폐기물, 사용후핵연료
프랑스	-	계약	방사성폐기물의 종류와 양에 따라 등산정	발생량과 Activity를 감안하여 방사성폐기물 인수시 결정
독 일	방사성폐기물 처분 시설 건설법	계약	방사성폐기물의 종류와 양에 따라 등 산정	상 동
핀란드	원자력법	기금	0.155 FIM/kWh	중·저준위 방사성폐기물, 사용후핵연료
일 본	-	내부출자	매년 발전량에 따라 일정요율 징수	

출처 : 한전, “방사성폐기물관리사업 참고자료집,” ‘99 원환기-단13, 원자력환경기술원, 1999, p.7-2 내용 일부 수정

2.2 한국의 재원 조달 방법

미래의 지급 의무자로서 한전의 충당금은 개정 전기사업법(2000.12.23 공포) 제94조 제2항의 규정에 의해 원자력발전소의 철거, 원자력발전소 운영중에 발생하는 방사성폐기물의 처분과 사용후핵연료의 중간저장·처분 등에 소요되는 대규모의 자금 지출에 대비하여 발전소 운영기간동안 적립하여야 하는 금액을 말하는 것으로서 다음과 같은 근거에 의해 적립하도록 법제화되어 있다.

- 개정 전기사업법 제94조(상각 등)
- 개정 전기사업법 시행령(안) 제71조(2000.12.24 고시)(원자력발전소 사후처리충당금의 범위 등)
- 전기사업법 시행규칙(안) 제62조(2000.12.24 고시)(원자력발전소 사후처리충당금의 산정기준)

위 법적 규정에 의한 우리나라의 충당금 산정 방법은 발전수 운전기간 또는 폐기

물 발생량을 기준으로 정하고 있으며 구체적 내용을 요약하면 표 2-2와 같다.

표 2-2 원전 사후처리충당금 산식

구 분	내 용
발전소 철거비	$[(161,850\text{백만원} \times \text{물가상승율}) - \text{기적립액}] / \text{잔여가동기간}$
사용후핵연료 처분비	$542,100\text{원/kg} \cdot \text{U} \times \text{누계발생량(kg} \cdot \text{U)} \times \text{물가상승율} - \text{기적립액}$
중·저준위 방사성 폐기물 처분비	$[(652,000\text{원/드림} \times \text{가동기간} \text{ 예상누계발생량(드림)} \times \text{물가상승율}) - \text{기적립액}] / \text{잔여가동기간}$

출처 : 전기사업법 시행규칙 제62조 별표13 참조

III 충당금 산정 결정 요소

충당금 산정액은 부과대상 또는 계산 근거가 되는 Service의 종류가 무엇이냐에 따라 차이가 있다. 처분되는 방사성폐기물이나 사용후핵연료의 중량을 기준으로 산정할 것인가, 혹은 발생하는 전력량을 기준으로 산정할 것인가에 따라 차이가 있다. 또한 부담금을 납부하는 방식(manner)이나 시기(timing)에 따라서도 차이가 발생한다. 일시불로 납부할 것인가 아니면 분할 납부할 것인가에 따라서 차이가 있다. 한편 기 설정된 부담금을 조정할 필요가 있을 경우 부담금을 조정하는 시기나 방법에 따라 부담금액은 차이가 발생하게 된다. 그러나 무엇보다 충당금을 결정하는 가장 중요한 요소는 충당금 산정을 위해 선택한 계산방법에 따라 크게 영향을 받게 된다. 실제적으로 충당금을 부과하는 경우 어느 한가지 방법만을 독립적으로 적용할 수는 없고 2~3가지 방법이 서로 혼합되어 계산에 반영되고 있다.

여기에서 충당금이란 발전용 원자로 운영자에 매년 부담하게 되는 일정한 요율을 의미하는 것이다. 따라서 연구목적의 달성을 위해 본 연구에서는 발전용 원자로 운영자가 매년 부담하게 되는 충당금을 보다 의미가 명확하도록 “부담금 요율” 또는 “Fee”로 혼합 사용토록 한다.

3.1 충당금 부과대상 (Service)

3.1.1 처분되는 방사성폐기물(사용후핵연료 포함)량 기준

처분을 위해 제공되는 방사성폐기물량을 기준으로 충당금을 산정하는 방법이다. 일반적으로 전체 원가(cost)를 완전히 충당하는 수입의 금액을 계산하는 절차는

unit cost를 산출하는 과정을 필요로 한다. unit cost는 cost 산정을 위해 기준이 되는 service 즉 방사성폐기물이 처분을 위해 제공되어 졌을때 제공된 양에 따라 계산되어 지는 것이다.

방사성폐기물의 양을 기준으로 Fee를 산정할 경우 방사성폐기물 영구처분을 위해 발생한 비용에 대해 징수한 수입을 같은 기간에 대응시킴으로써 비용 수입 대응의 원칙을 보다 정확하게 준수할 수 있는 장점이 있다. 그러나 이러한 방법으로 Fee를 산정할 경우 방사성폐기물이 제공되어질 때까지 Fee를 받을 수 없게 되고 따라서 R&D 및 방사성폐기물 영구처분을 위한 시설 건설 등의 자금을 외부로부터 조달하여야 하는 어려움이 있다.

이러한 방법을 해결하기 위해 미국에서는 방사성폐기물 양을 기준으로 산정된 Fee 값을 전력량을 기준으로 한 금액으로 환산하여 이용할 것을 검토하기도 하였다.²⁾

3.1.2 전력량 기준³⁾

Fee 계산을 위한 기준으로 영구처분을 위탁하는 방사성폐기물 양에 관계없이 원자력 발전을 통해 발생하는 전력량을 적용하는 방법이다. 전력량을 기준으로 Fee를 계산할 경우 방사성폐기물 영구처분을 위해 발생하는 비용 특히 운영비 등은 방사성폐기물의 처분량과 비례하는데 이에 대한 고려를 할 수 없는 약점이 있다. 우리나라의 경우처럼 원자로형이 서로 다른 경우(PWR, CANDU)에는 영구처분을 위해 제공되는 방사성폐기물 양과 비례하는 비용을 수입과 정확하게 대응시키기가 더욱 어렵게 된다.

그러나 이러한 방법을 적용할 경우 전력의 혜택을 향유하는 세대에게 Fee를 부과함으로써 수익자 부담원칙에 보다 합리적으로 부합할 수 있고, 방사성폐기물 영구처분을 위한 비용을 사전적으로 확보할 수 있으며 fund balance schedule을 균등하게 유지할 수 있는 장점이 있다. 특히 충당금이나 기금 형성의 목적에도 일치하고 있어 세계 각국에서 널리 채택하고 있는 방법이다.

전력량을 기준으로 Fee를 산정할 경우 처분에 사용되는 비용과 산출되는 전력량은 시차를 가지고 대응되기 때문에 Fee 산정을 위해서는 일정한 기준 시점에서의 할인이 필요하게 된다.

2 미국에서는 1970년대 후반까지 사용후핵연료 량을 기준으로 Fee를 산정 하였다. 그러나 실제적으로 Fee를 걷는 방법은 전력량을 기준으로한 금액으로 환산하여 이용하였다. 이때 고려하게 되는 것이 thermal efficiency와 평균 burnup 수준이다.

3 미국에서는 1980년대 중반에 이르러서 전력량을 기준으로 Fee를 산정하고 있다.

CBO(Congressional Budget Office), Nuclear waste disposal : Achieving adequate financing, 1984

3.2 부담금 납부방식 (manner)

3.2.1 One-time charge 방법

Utility는 각자에게 부과되는 부담금 전액을 일시불로 납부하는 방법이다. 일단 납부한 금액에 대해서는 사후 재조정 사유가 발생하더라도 이를 소급 적용할 수 없도록 하고 있다.

미국에서는 NWPA-1982(Nuclear Waste Policy Act of 1982)법 발효후 90일 이내에 '83년 4월 7일 이전에 존재한 사용후핵연료 및 고준위 고화체 폐기물에 대해 Kg Heavy Metal당 One-time fee를 설정할 것을 규정한 적이 있다.⁴⁾ 그러나 실제적으로 많은 금액을 일시에 납부할 수 없기 때문에 DOE에서는 원칙적으로 One-time charge 방법을 적용하되 일정한 Option하에서 분할 납부도 가능토록 하고 있었다.⁵⁾

One-time charge 방법에 의해 Fee를 납부하는 경우 이후 전 기간에 걸쳐 발생하는 금융 비용 등을 부담하지 않는 장점이 있다. 그러나 사후 보다 정확한 정보를 통해 Fee를 감소시킬 수 있는 미래의 utility에 비해 보다 많은 risk를 부담할 우려가 있다.

3.2.2 Two-part charge 방법

Utility는 R&D 및 방사성폐기물 영구처분 시설 투자 등에 소요되는 자본 비용을 우선적으로 조달하기 위해 제공되는 방사성폐기물의 양에 상응하는 금액중 일정 지분을 initial Fee로서 선지급하고 실제 폐기물을 위탁할 경우에 잔여분을 final Fee로서 부담토록 하는 방법이다. final Fee는 새로운 정보에 의해 보다 정확하게 산정된 전체 Fee에서 initial Fee를 공제한 잔액을 부담토록 하고 있다.

'80년대 초 미국에서는 R&D 비용을 충당하기 위해 initial Fee는 사용후핵연료 제공 5년전에 지급하고 후에 사용후핵연료가 도달할 때 final Fee를 지급토록 하였다. 만약 처분 cost 추정에 대한 변경이 발생할 경우 사용후핵연료 제공시 final Fee를 조정토록 하였다.

Two-part charge 방법은 전술한 One-time charge 방법이 기 지급한 일시불에 대해서 소급 조정의 여지를 전혀 배제해 버린데 반해 보다 정확한 정보에 의해 산정된 최종 Fee를 기준으로 final Fee를 부담케 함으로써 initial Fee를 사후적으로 조정 가능토록 하고 있다.

4 NWPA-1982 (Nuclear Waste Policy Act of 1982), Public Law 97-425, Section 302 (a)

5 미국 DOE(Department of Energy)에서는 법 발효일(cut-off date) 이전에 발생한 사용후핵연료의 재고량 및 현재 원자로에서 운전되고 있는 사용후핵연료 량에 대해서는 3가지 Option에 의거 One-time charge 방법에 따라 Fee를 납부토록 하였다.

3.3.3 On going Fee charge 방법⁶⁾

발생된 전력량에 대해 매년 일정 요율을 Fee로서 부과하는 방법이다. On going Fee charge 방법에 의해 Fee를 부과하는 절차에는 매년 Fee를 조정하는 과정을 포함하고 있다. Fee 조정을 위한 주요 step에는 매년 적용할 수 있는 각각의 사업 요소에 대한 전체 cost data를 모으는 것도 포함하여야 한다. 몇가지 서로 다른 가정하에서 특정 case에 대한 분석을 통해 전체 cost의 추정, 전 사업 기간동안에 발생될 전력량에 대한 예측, 발생할 방사성폐기물 량에 대한 년도별 예측, 설정된 Fee가 전체 cost를 cover 하기에 충분한가를 결정하기 위한 전체 system의 비용과 수입을 분석하고 modeling 하는 절차 등을 포함한다.

On going Fee charge 방법을 채택할 경우 방사성폐기물 제공전에도 R&D 및 방사성폐기물 영구처분을 위해 소요되는 제반 capital cost를 우선적으로 공급 받을 수 있고 운영비 등 필요 경비도 매년 Fee의 수정 등을 통해 원활하게 자금을 조달할 수 있다.

전술한 두가지 방법의 경우 초기에 Fee를 부담하는 utility는 완전한 정보에 의해 Fee를 부담하는 장래의 utility에 비해 불리한 입장에 처하게 되는데 비해 이 방법을 채택할 경우 매년 Fee를 재검토 조정함으로써 특정 utility에게 불리한 상황을 극소화 시킬수 있다. 그러나 이러한 방법을 채택할 경우 발생된 비용에 대해 유입되는 수입과의 사이에 시간적 대응이 이루어지지 않아 화폐에 대한 재평가가 선행되어 져야 한다.

3.3 부담금요율 조정방법

부담금요율을 조정하여야 하는 주된 목적은 Fee의 부과에 따른 재무적 위험을 현재의 utility와 미래의 utility사이에 균등하게 분산시키는(balancing) 일 때문이다. 사실상 장기적이고 기술집약적이며 모험사업(venture-capital)인 방사성폐기물관리 사업은 비용에 대응하는 수입을 정확하게 산정할 수 있을 것 같지 않다. 부담금요율을 조정하기 위한 척도로서는 inflation 율과 조정시기(timing)에 관한 것으로 양분할 수 있다. inflation에 대한 고려는 다음 절의 산정방법론에서 검토할 예정이며 본 절에서는 timing에 관하여서만 언급한다.

3.3.1 정규적 조정

일정한 시간적 간격(interval)을 두고서 Fee를 조정한다. DOE에서는 program cost는 첫번째 영구처분 시설이 건설될 때까지는 변경될 가능성이 많기 때문에 적어도 3년에 한번씩은 Fee를 조정하도록 제안하였다.⁷⁾

6 미국의 NWPA법 section 302(a) 두번째 항목에서는 “Adjustable Fee”란 용어를 사용하고 있다.

7 CBO, op. cit., P.41.

그러나 OCRWM⁸⁾에서는 비록 3년마다 Fee에 대한 조정을 행하더라도 Fee에 대한 검토는 매년 실시토록 하였다. 특히 어떤 시기에 cost나 수입(revenue)에 대한 급격한 변동이 발생하면(주로 Fee에 대한 금액 증가) 검토기간을 단축하여 점차적으로 Fee의 증가를 반영하여야 한다고 주장하였다. 정기적으로 Fee를 조정할 경우 부담금요율에 관한 법(시행령)의 수정 횟수는 감소될 수 있으나 cost나 수입에 대한 계획에 큰 변동이 있을 경우 Fee가 한꺼번에 크게 상승할 우려가 있다.

3.3.2 매년도 조정

미 의회에서는 DOE의 3년 조정안에 대해 매년 Fee를 조정하도록 의결하였다.⁹⁾ 미 의회에서는 Fee의 조정을 위한 기초적인 척도로서 후술하는 바와 같이 inflation율이나 GNP deflator를 사용하였고 이를 통해 적정한 Fee 값을 유지토록 하였다. 매년 증가시키는 Fee의 명목가치는 전 Program 기간중에 발생한 모든 inflation의 영향을 충분히 반영하고 있으며, 장래 발생 가능한 초과 비용을 사전적으로 확보가능토록 하고 있다. 우리나라의 초기 원자력법 시행령도 매년도 소요액을 정부의 2개 부처가 상호 협의하여 결정토록 하였다.

IV 부담금 요율 산정 방법론

4.1 기본 가정

본 연구에서는 자금 적립 성격의 충당금 특성을 반영하여 충당금 산정 방법을 검토하기 위한 기본 가정을 다음과 같이 설정한다.

① Full cost recovery 원칙 : 충당금으로 적립된 자금은 방사성폐기물관리 Program에만 사용하며 발생한 비용은 적립된 수입에 의해 완전히 충당되도록 한다. 즉, 최종적인 현금흐름잔액(final cash(fund) balance)을 zero로 유지토록 한다.

② 수익자 부담원칙 : 방사성폐기물관리 Program을 위해 소요되는 비용은 원칙적으로 방사성폐기물을 발생하는 자가 전액 부담하여야 한다. 그러나 대부분의 방사성폐기물은 원전 이용으로부터 발생하며 원전 이용의 혜택은 현 세대가 향유하고 있으므로 충당금을 위한 재원부담은 궁극적으로 전기를 이용하고 있는 세대가 부담하는 것으로 한다.

③ 충당금 적립액이 비용을 초과하는 경우에는 real rate¹⁰⁾ 비율로 정부 국.공채 등에 투자할 수 있으며 이로부터 발생하는 이자는 충당금 재원으로 다시 산입한다.

8 OCRWM은 Office of Civilian Radioactive Waste Management임. DOE 산하 부서로서 사용후핵연료 관리에 대한 실무부서이다.

9 NWPA, Public Law 97-425, Section 302 (a) (4)항

10 real rate 개념에 관한 구체적 내용은 4.3의 주12의 내용을 참조하기 바란다.

④ 발생하는 비용이 총당금 적립액을 초과하는 경우에는 real rate에 상당하는 이자를 지급하고 차입하는 것으로 가정한다. 지급하는 이자비용은 이후 유입되는 총당금 적립금에서 우선적으로 차감토록 한다.

⑤ 외부로부터의 차입은 가능한한 최소한으로 억제한다.

⑥ 연간 순현금 흐름(수입-지출)은 가능한 최소한으로 유지토록 한다.

4.2 단순 평균법(unit cost method)

4.2.1 회수기간 분석법

방사성폐기물의 영구처분을 위한 program 기간내에 투자된 모든 비용을 회수하기 위해 연간 부담하여야 할 부담금(율)을 Fee로 계산하는 방법을 말한다. 식으로 표시하면 다음과 같다.

$$\text{Fee} = \text{총 비용(전체 cost)} / \text{전체 program 기간(발전소 운전기간)}$$

회수기간 분석법은 계산이 간편하고 이해하기 쉬운 장점이 있다. 그러나 이 방법은 화폐에 대한 시간적 가치를 전혀 고려하지 않고 있을 뿐 아니라 원가 발생의 근거가 되는 service 량에 대해서도 전혀 고려하지 않고 있다. 발생한 전력량이나 영구처분되는 방사성폐기물 양의 정도에 상관없이 매년 똑같은 금액을 일률적으로 부과하고 있는 것이다. 따라서 이 방법은 service의 증감에 비례하는 cost의 영향을 전혀 무시하고 있어 개별적으로 utility가 부담하여야 할 금액을 추정하기 위한 근거를 제시해 주지 못하고 있다.

4.2.2 Lifetime Cost Method

전 Program 기간중에 발생한 총 비용을 수평적으로 합계하고 (기준년도의 불변가액으로 표시) 상기 금액을 동 기간중에 처분하여야 할 service량으로 나눔으로서 Fee를 산정하는 방법이다. 식으로 표시하면

$$\text{Fee} = \text{총 비용(전체 cost)} / \text{전체 service 량(방사성폐기물 량)과 같이 표시된다.}$$

이 방법은 과거부터 회계학상의 평균 단가(unit cost)를 산정하는 방법으로 사용되어 왔다. 이해하기 쉽고 계산 방법이 간편하여 현재까지 광범위하게 사용되고 있다. Lifetime cost method 방법은 제공되는 service 량에 대응하는 수입을 일시불로 계상하는 방법으로 비용·수입 대응의 원칙을 준수하고 있다. 그러나 이 방법에서도 화폐의 시간적 가치를 반영치 못하고 있다.

4.2.3 Capital unit cost method

방사성폐기물의 영구처분을 위해 발생하는 모든 capital cost(자본비용)을 방사성폐기물 처분시설의 capacity(처분되는 방사성폐기물 총량)로 나눈 값을 Fee로 계상한다. 매년 발생하게 되는 operating cost는 그때마다 발생하는 금액만큼 utility에게

추가로 부과하는 방법으로 식으로 표시하면 다음과 같다.

$Fee = \text{총 자본비용(capital cost)} / \text{방사성폐기물 처분시설의 총용량}$

가끔 unit cost는 고정비 성격을 지닌 capital unit cost만을 의미하는 경우가 있다. Fee는 이러한 고정비 성격의 자본 cost만을 회수하고 operating cost는 필요에 따라 발생분만을 부과토록 하는 방법이다.

그러나 이 방법도 화폐에 대한 시간적 가치를 고려하지 않고 있을 뿐 아니라 처분용량에 대한 이용률 및 operating cost를 고려하지 않는 한 unit cost를 대표한다고 할 수는 없다.

전술한 바와 같이 3가지 방법은 전통적으로 단가 및 price 산정을 위한 기법으로 많이 이용되어 오고 있지만 화폐에 대한 시간적 가치를 고려하지 않고 있다는 점에서 부적당하다. 따라서 이후부터는 장기적인 모험사업으로서 반드시 고려하여야 할 화폐에 대한 시간적가치를 고려하는 방법을 중심으로 기술토록 하겠다.

4.3 현금 순환 할인법(Discounted cash flow method)

최종적인 현금흐름(final fund balance)을 zero로 유지하여야 하는 full cost recovery 가정 하에서는 매년마다 수입금으로 들어오는 Fee와 지출되는 비용이 반드시 같을 필요는 없다. 따라서 발생한 비용과 기금으로 들어오는 수입 사이에는 직접적인 대응관계를 유지하지 못한 채 어느 정도의 시차를 가지게 마련이다. 이러한 시차를 해결하기 위해서는 화폐에 대한 시간적 가치를 고려하여 일정한 기준시점으로 할인(discount)할 필요가 있다.

Inflation이 발생하고 있는 상황에서 화폐가치는 시간이 지날수록 하락하고 있으며 서로 다른 시점에서 각각 독립적으로 발생한 비용이나 수입은 동일한 화폐가치를 가지지 못하고 있다. 비교의 목적을 위해 개별적으로 발생한 비용과 수입의 schedule은 동일한 기준년도의 화폐가치로 환산하여 기준년도의 현재가치(present value)로 표시한다. 현재 가치를 표시하기 위해서는 일정율 (이를 "할인율" 또는 "discount rate"라 한다.)에 의해 기준시점으로 할인하여야 하며 이를 현금순환 할인법이라 한다.

현금 순환 할인법에 의해 Fee를 구하는 방법은 다음과 같다. 모든 발생비용의 현재가치는 모든 현금수입의 현재가치와 완전히 일치하여야 하므로

할인된 비용 = 할인된 기금수입

기 금 수 입 = 연간 부담금(Fee : 원/ KWh) * service 량
그런데 매년 부담하여야 할 금액(Fee)은 일정하다고 가정하면

할인된 기금수입 = Fee * 할인된 service 량

따라서

$$\text{할인된 비용} = \text{Fee} * \text{할인된 service 량}$$

그러므로

$$\text{Fee} = \text{할인된 비용} / \text{할인된 service 량}$$

으로 계산된다.

여기서 현금순환 할인율은 할인의 기초가 되는 할인율(discount rate)을 얼마로 할 것이며 할인대상을 어느 것으로 선택할 것인가에 따라 순수할인율법, Constant Real Fee Method, Fixed Fee Method 등으로 구분할 수 있다.¹¹⁾

4.3.1 할인율의 정의

현금순환 할인율에 의하여 Fee를 구할 경우 가장 문제시되고 있는 것은 할인율을 어떻게 계산할 것인가 하는 점이다.

이론적 개념 하에서 본 연구에서 채택하게 될 할인율은 정상적 수익율(nominal rate of return ; actual value of money - 이후 "nominal rate"로 표시)과 실질적 수익율¹²⁾(real rate of return ; real value of money, real interest rate 또는 net inflation 라고도 한다 - 이후 "real rate"로 표시) 및 inflation 율로 구분한다. 계산 공식에 나타난 바와 같이 nominal rate는 통상 real rate와 inflation 율을 합한 총체적 rate를 의미한다.

4.3.2 순수할인율법(Net Discounted Method)

전술한 Fee 산정을 위한 공식중 현재가치로 환산하기 위한 할인율을 nominal rate로 적용하는 방법을 말한다.

전 Program 기간중에 발생한 방사성폐기물 처분 system의 총 비용을 nominal rate로 할인하여 기준년도 화폐가치로 환산한 총 투자액을 구한다. 동 기간중에 생산된 전력량을 비용에 적용한 비율과 똑같은 discount rate로 할인하여 총 수량을 구한다. 위에서 계산 되어진 총 비용을 똑같은 비율로 할인된 총 수량(전력량)으로

11 Johnson(1982)은 각각 NPV(Net Present Value) Method, Real Value of Money Method, Equalized Escalation Method 라고 불렀다.

12 Real rate of return 값의 산정방법 : Fisher effect(Irving Fisher의 공식) 라고도 한다.

$$1 + r = (1 + R)(1 + i)$$

단 r ; nominal rate of return

R ; real rate of return

i ; inflation rate

$$r = R + i + Ri$$

여기서 Ri는 극미하므로 무시할 수 있다.

따라서 $r = R + I$

<Van Horne J.C., Financial management & policy(7ed.), Prentice-Hall, 1986, pp.565-566>

나누어서 부담금 요율 즉 Fee 값을 얻는다. 이를 식으로 표시해 보면

$$\text{Fee} = \Sigma \text{PV}(\text{nominal rate, 비용}) / \Sigma \text{PV}(\text{nominal rate, 전력량}) \text{ 으로 표시된다.}$$

이러한 방법을 통해 구하여진 Fee는 기준년도의 화폐가치로 표시되고 이후 이 Fee 값을 반영한 fund balance 상에서는 inflation이 전혀 반영되지 않게 된다.

순수 할인율법의 실제적 적용은 capital cost 산정시에만 적용되고 처분시설 완료 후 운영되는 경비에는 적용되지 않는다. 즉 inflation은 자본시설 건설의 경우에는 반영할 필요가 없고 단지 시설 건설후 운영의 경우에만 반영하는 것으로 가정하고 있는 방법이다.

4.3.3 Constant Real Fee Method

순수 할인율법에서 적용하고 있는 nominal rate 대신 real rate 값을 discount rate 로 사용하는 방법이다. 식으로 나타내 보면

$$\text{Fee} = \Sigma \text{PV}(\text{real rate, 비용}) / \Sigma \text{PV}(\text{real rate, 전력량}) \text{ 으로 표시된다.}$$

Constant Real Fee Method 방법을 통해 적립하게 될 Fee 값은 방사성폐기물 처분 활동이 진행되는 동안에 소요된 실제적 비용(actual costs ; nominal cost)이 inflation의 영향에 관계없이 미래의 기간동안 계속해서 일정한 inflation율로 escalation 되어 지는 것을 의미한다.

이러한 방법을 통해서 계산된 Fee값은 방사성폐기물 관리의 전 기간에 걸쳐 실질적인 값을 일정하게 유지하게 된다. 즉 Constant Real Fee Method 방법을 통해서 산정된 Fee의 실질적인 값은 시간의 경과에 관계없이 기준년도 불변가격으로 항상 동일한 값으로 표시된다.

이러한 상황은 모든 원가 구성요소가 균등하게 inflation 비율만큼 증가하지 않음에도 불구하고 매년마다 inflation율을 100% 반영하는 조건하에서 Fee의 금액을 증가시키는 결과를 가져오게 된다. 따라서 이러한 방법에서는 기준년도 화폐액으로 인위적으로 낮은 Fee를 계상하고 이후 cost의 현재가치와 수입의 현재가치를 일치시키기 위해 실질적으로 경험한 inflation 비율보다 높은 비율로 escalation 시킴으로서 그 차이를 보상하려 하는 문제점이 있다.

4.3.4 Fixed Fee Method

이 방법은 전술한 순수할인율법과 Constant Real Fee Method를 혼합한 것이다. 비용에 대해서는 real rate로 discount rate를 사용하고 전력량에 대해서는 nominal rate로 discount rate를 채택하는 것이다. 식으로 나타내 보면

$$\text{Fee} = \Sigma \text{PV}(\text{real rate, 비용}) / \Sigma \text{PV}(\text{nominal rate, 전력량}) \text{ 으로 표시된다.}$$

이와같은 방법은 다음과 같은 이론적 근거하에서 채택되고 있다. 즉 비용(원가)은 사실상 처음에 inflation율로 escalation된 후에 nominal rate로 discount 되어야 하

며 수입에 대해서는 당해년도의 화폐가치(nominal value 또는 current value)로 표시 되어야 한다는 것이다.

Fixed Fee Method 방법은 건설기간, 운영기간, 해체기간 동안에 경험할 수 있는 inflation율을 모두 균등한 것으로 가정하고 있다. 이러한 방법은 처음에 받는 명목상의 Fee와 마지막에 받는 명목상의 Fee가 모두 같다는 결과를 가져오게 된다. 이 결과 계산된 Fee 값에는 Program 기간중에 반영되어야 할 escalation 요소를 이미 모두 반영하고 있기 때문에 Program이 진행되는 동안에는 전혀 escalation을 고려할 필요가 없게 된다.

4.4 총 합

전술한 바와같이 Fee를 산정하는 방법은 무척 다양하다. 모험사업(venture business)인 방사성폐기물 처분 사업은 30년 이상의 장기적인 사업인 관계로 화폐에 대한 시간적 가치를 반드시 고려 하여야 한다. 이러한 의미에서 본 절에서는 현금순환 할인법만을 중심으로 그 특성을 비교해 보고자 한다.

현금순환 할인법으로 소개했던 전술한 3 가지 방법은 채택한 할인율의 성격에 따라 서로 다른 Fee 값을 나타내게 된다. 그러나 full cost recovery 가정하에서는 어느 방법을 택하던 최종적인 final fund balance 값은 zero를 유지하여야 한다. 이러한 상황은 결국 Fee에 대한 금액 추정이 서로 다른 escalation에 의해 이루어진다는 사실로서 설명될 수 있다. 즉 전술한 3가지 방법에 의해 산정된 Fee 값은 실질적으로 Fee를 부과하는 과정에서 서로 다른 escalation율을 적용함으로써 최종적인 fund balance가 zero로 향하고 있는 것이다. 물론 이때 Fee를 부과하는 과정에는 매년 fund balance를 구성하게 되는 순이자(초과수입으로 부터 유입되는 이자와 초과지출로 부터 유출되는 이자의 차이)를 포함하고 있다.

이제 전술한 바와 같이 사전적으로 내포되어진 가정사항들을 검토해 보기로 한다.

Constant Real Fee Method 방법은 사전에 낮은 Fee 값을 계상하고 후에 실질적인 Fee 값을 유지하기 위해 계속해서 escalation 시키는 것이다. 이때 escalation시키게 되는 기준은 inflation율을 100% 반영하는 것이다. Fixed Fee Method는 처음부터 escalation 요소를 미리 반영하여 높은 Fee를 산정하고 대신 매년 부담하게 되는 Fee는 한번 설정된 기준 금액으로 계속 일정하게 유지하려는 가정을 내포하고 있다. 순수할인율은 Constant Real Fee Method 방법과 마찬가지로 inflation에 대한 고려를 하고 있다. 그러나 Constant Real Fee Method 방법이 100%의 inflation율을 반영하고 있는데 비해 이보다 낮은 정도의 inflation 율(이론적으로는 real rate 비율)만을 고려하고 있는 방법이다.

Fee를 부과하는 가장 이상적인 방법은 특정 이해관계자에게 유리한 방법이 되어서는 안된다는 사실이다. 뿐만아니라 Fee를 납부하는 utility 사이에도 재무적 위험은 분산되어야 한다. 초기에 Fee를 납부하는 utility에게만 과중한 재무적 부담을 지우거나 혹은 후기에 Fee를 납부하는 utility에게만 과중한 재무적 부담을 지워서도 안된다. 즉 Fee를 부담하는 모든 utility는 수평적이건 수직적이건 모든 재무적 위험을 균등하게 분산(balancing)시켜야 한다. 이론적으로 Fee를 부과하는 가장 합리적인 방법은 연간 fund balance schedule를 zero에 가깝게 유지하는 것이다.

Constant Real Fee Method 방법은 이러한 경우 재무적 위험을 균등화 시키고 있다. 초기의 utility가 부담하는 Fee의 실질적인 값이나 후기의 utility가 부담하는 Fee의 실질적인 값이 완전히 일치하고 있는 것이다. 그러나 현실적으로 Fee를 부과할 경우에는 매년 inflation율을 고려해서 증가시켜야 하는 번잡함이 뒤따른다.

한편 Fixed Fee Method 방법은 초기의 utility에게 과중한 재무적 부담을 지우고 있다. 한번 설정된 Fee 값은 시간의 경과에 관계없이 계속 일정한 금액을 유지하게 되고 화폐의 가치는 시간이 지날수록 감소하고 있다. 따라서 전체 final fund balance를 zero로 유지하여야 한다는 가정 하에서는 초기에 Fee를 납부하는 utility는 후기에 Fee를 납부하는 utility에 비해 보다 많은 Fee를 부담하는 결과가 된다. 그러나 현실적으로 Fee를 부과할 경우에는 inflation에 대한 고려를 할 필요가 없게 되어 업무 처리가 간편하다. 뿐만아니라 법으로 규정할 경우 확정된 일정한 금액을 제시할 수 있어 실무상 채택하기가 가장 용이하다.

순수할인율법에 의해 Fee를 부과하는 방법은 real rate를 적용하여 escalation 시키고 있다. escalation을 낮게 유지하는 것은 투자가 끝난 capital cost 부문의 자산은 inflation의 영향을 받을 여지가 없고 오직 operating cost 부문에 대해서만 inflation의 영향을 반영하여야 한다는 이론이다. 실제적으로 매년 inflation 율을 100% 반영해서 재투자 된다고 가정하는 것은 지나치게 낙관적이라 할 수 있다.

방사성폐기물 처분 사업은 장래 특정 목적을 달성하기 위해 미리 자금을 적립하는 기금 성격으로 운영되고 있다. 따라서 자금은 장래의 지출을 대비해서 미리 확보하여야만 한다. Constant Real Fee Method는 적은 Fee 금액을 매년 inflation 율만큼 escalation 시켜서 final fund balance를 zero로 향하도록 하고 있다. 이러한 가정 하에서는 장래의 지출에 대비한 자금을 미리 확보할 여지가 없게 된다. 반면 Fixed Fee Method는 처음부터 보다 높은 Fee를 부과하고 불확실성이 많은 장래에 부담할 Fee의 실질적인 값을 감소시킴으로써 기금의 성격에 보다 부합되고 있다. 미국에서는 1983년부터 Fixed Fee Method 방법에 의해 Fee를 부과하고 있다. 한편 스웨덴에서는 매년 inflation율을 반영하여 부담금을 조정하고 있지는 않지만 모

든 기금 부담자의 실질 가치를 일정하게 유지하는 것을 목적으로 하고 있으므로 Constant Real Fee Method 방법에 의해 Fee를 계산하는 것으로 분류할 수 있다. 이러한 특징들을 종합해 보면 <표 4.1>과 같다.

표 4.1 현금순환 할인법의 특성 비교표

	Fixed Fee Method	Constant Real Fee Method	순수할인율법
재무적 위험의 balancing	불 량	양 호	중 간
법 규정 가능성	양 호	불 량	불 량
기금의 조정	고정됨	계속적 조정	계속적 조정
기금 특성과 부합성 여부	부 합	불 량	불 량
적용 국가	미 국	스웨 덴	-

V. 결 론

현행 전기사업법에 의한 총당금 산정 방법이나 과거의 원자력법에 의한 방사성폐기물 관리기금의 산정 방법은 모두 cash flow를 반영하여 화폐의 시간적 가치를 고려한 이론적인 부담금 산정 방법과는 거리가 있는 방법들이었다.

본 연구에서는 cash flow를 기초로 하여 화폐에 대한 시간적 가치를 반영한 3가지의 현금순환 할인율 방법을 검토하여 보았다. 최적의 방법은 존재하지 않았지만 각국은 자국의 현실에 가장 적합한 방법을 채택하려고 노력하고 있었다.

우리의 경우 법적 규정이 보다 용이하고 이해하기 쉬우며 미래의 지출에 대비한 기금 성격을 고려할 경우 현재 미국에서 채택하고 있는 Fixed Fee 방법이 보다 타당하리라 생각된다.