

## 고리 원자력발전소 1호기의 폐로조치비용 산정

최 왕규\*, 김 승수, 문 제권, 심 준보, 안 병길, 오 원진  
한국원자력연구소 부설 원자력환경관리센터

정 양근, 송 명재  
전력연구원

### 요 약

원자력 발전소의 해체는 방대한 방사성폐기물을 일시적으로 발생시킬 뿐만 아니라 원전 건설비용의 10%에 해당하는 많은 비용이 소요된다. 또한 해체 부지의 재활용 여부는 원전 신규부지의 확보에도 큰 영향을 준다. 대규모 원자력 추진국으로써, 원자력 발전소의 폐로조치 방안들을 체계적으로 검토하여 국내 폐로조치 방안 및 대책을 종합적으로 수립해야할 시점이 되었다. 따라서 본 연구에서는 고리 1호기를 대상으로 하여 DECON, SAFSTOR-1, SAFSTOR-2 (10년), SAFSTOR-2 (30년), SAFSTOR-2 (51.38년), ENTOMB-1, ENTOMB-2 및 ENTOMB-3 등의 폐로방안을 설정하고, 미국에서 원전 폐로비용 평가에 사용 실적이 있는 전산 프로그램을 이용하여 각각의 폐로조치 방안별로 소요비용을 분석하였다. 또한 각 폐로조치 방안의 경제성 비교를 위해서 각각의 폐로조치 방안에 대해 할인된 비용의 결과를 분석하였다.

### 1. 서론

원전 부지의 확보문제 및 발전이 종료된 후 원전시설물 및 부지를 깨끗한 상태로 복구시키려는 목적의 일환으로 원전의 폐로는 원전운영/사업자의 주요 관심사가 되었다. 또한 각국의 원자력관련법에서도 원전의 건설, 운영과 함께 폐로조치는 최종운전종료(경제/기술적 수명종료, 원전사고로 인한 운전종료 등) 일정기간 내에 수행해야하는 의무로 규정함으로써 폐로를 위한 자금의 준비, 방안, 관련기술계획 등에 대해 원전운영자는 신중한 대책을 수립해야만 한다.

폐로조치는 부지 및 부지내의 건물, 기기 등을 방사능에 대한 제약을 받지 않고 재사용 할 수 있게 되는 상태를 궁극적인 목표로 하고 있으며 폐로비용은 폐로조치를 수행하는데 소요되는 모든 비용을 포함한다. 폐로조치 비용의 산정에 영향을 미치는 가장 중요한 외부적 요인은 폐로조치 방법 및 전략인데 산정된 폐로조치 비용은 다시 폐로조치 방법 및 전략의 결정에 영향을 주는 상호 피드백되는 특성을 갖고 있다.

국내원전의 경우 수명기간을 약 30년으로 본다면 2000년대 초부터 국내 최초로 상업운전을 시작한 고리 1호기를 시작으로 순차적인 원전의 폐로조치 사업이 진행 될 것으로 예상된다. 따라서 원자력 발전소의 폐로조치는 21세기 초반에 이르러서는 원전의 이용과 더불어 현실적으로 직면하게 되는 중요한 과제가 될 것이며, 이에 대한 적절한 대응방안 및 조치는 미래의 원자력 개발 및 발전계획의 추진에 많은 영향을 미치게 될 것이다. 원전의 폐로조치는 신규 원자력발전소 건설 및 부지의 재활용성과 관련하여 장기 전원계획의 주요 문제로 대두될 것이며, 방사성 폐기물의 처분 문제와 직결되어 있다. 따라서 대규모 원자력 추진국으로써, 이제는 원자력 발전소의 폐로조치 방안들을 체계적으로 검토하여 국내 폐로조치 방안 및 대책을 종합적으로 수립하여야 하며, 이를 위해서는 우선적으로 폐로조치 관련기술의 개발현황 및 경험을 기초로한 기술적 측면의 파악과 국내원전의 적정 해체비용 산정이 필수적으로 요구된다.

원자력 선진국의 경우 원자력 발전소를 대상으로 폐로조치 비용산정에 대한 많은 경험이 있음에도 불구하고 각국에서 보고되고 있는 예측 폐로조치 비용은 비슷한 원자력 발전소에 대해서도 현격한 차이를 나타내고 있는데, 이는 아직까지 폐로조치 data base의 불확실성이 크고 비용 추정에 사용한 방법론 및 설정된 경제성, 기술적 가정들의 차이와 설비의 특성 차이 등 외에도 해체 규제 기준 등이 다르기 때문으로 알려지고 있다[1,2]. 이러한 시점에서 국내실정에 적합한 폐로조치 방법을 선정하고, 제반 국내의 여건을 감안한 국내 원전의 부지 특성적 (site-specific) 해체비용의 산정이 요구되고 있다.

본 연구에서는 고리 1호기를 대상으로 하여 몇가지 폐로방안을 설정하고, 미국에서 원전 폐로비용 평가에 사용 실적이 있는 전산 프로그램을 이용하여 각각의 폐로조치 방안별로 소요비용을 분석하였으며, 각 폐로조치 방안의 경제성 비교를 위해서 각각의 폐로조치 방안에 대해 할인된 비용의 결과를 분석하였다.

## 2. 폐로조치비용의 산정방법

### 가. 폐로조치비용 산정절차

폐로조치비용은 크게 작업별 비용, 시간종속비용, 부대비용으로 구분할 수 있는데 작업별 비용에는 제염, 철거, 수송, 매립 등의 과정에서 발생하는 비용이 포함되며 시간종속비용은 주계약자 및 발전소의 폐로 관련 종사자와 관련된 비용이 포함된다[3]. \*부대비용에는 중장비 구매, 보건물리, 에너지, 인허가, 보험, 세금 등이 포함된다. 폐로조치비용은 일반적으로 다음과 같은 순서에 의해 추정될 수 있다[4].

첫째, 폐로작업을 발생순서 및 동시진행 가능 작업에 따라 시간대별로 분석한다.

둘째, 각 활동별 비용과 작업기간을 산정한다.

셋째, 순차적 작업과 동시진행 작업을 시각화한다.

넷째, 작업별 소요시간의 함수인 시간종속 비용을 산정한다.

다섯째, 활동별 비용, 시간종속 비용, 예비비 등을 합산한다.

폐로비용 산정에는 이와 같은 기존의 경험에 입각한 유추적 비용추정 외에 직접 폐로 대상 발전소를 방문하여 실사조사를 거치는 상세한 공학적 방법도 이루어지고 있다[5]. 고려하여야 할 폐로조치 비용요소에는 인건비, 기기 및 재료비, 폐기물 처분비와 기타 간접비, 이윤, 세금, 보험료 및 해체된 자재의 잔존가치 등이 있다.

### 나. 폐로조치비용산정 전산프로그램

본 연구에서 사용한 폐로조치비용산정 전산프로그램[6]은 경수형 원자로의 폐로비용산정과 폐로활동 일정을 개발할 목적으로 미국 DOE가 개발한 프로그램에 NUS사가 자체 개발한 바이오염구조물 및 건물의 제거 및 처분 데이터베이스를 결합시킨 것으로서, DOS 환경하에서 가동될 수 있는 주 비용산정 프로그램인 NANS\_K와 상업적으로 사용되는 범용 소프트웨어인 Quattro Pro 및 Microsoft Projects의 활용과 연계되는 구성체계로 되어 있다 (Fig. 1). 본 전산프로그램에 의한 폐로조치비용의 산정시 적용한 방법의 개념적 특성을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 원자력발전소를 오염된 시스템과 오염안된 시스템의 두 부분으로 구분한다.

둘째, 오염된 시스템의 세부적인 요소항목들에 대한 제염, 해체철거 및 처분 등의 비용을 산출(NANS\_K에서 수행)하고,

셋째, 오염 안된 시스템의 건물 및 구조물과 오염이 제거된 건물 및 구조물 등의 제거, 처분비 등을 산출(Quattro Pro에서 수행)한 후,

넷째, 해체공정별 소요시간을 작업 순서별로 종합함으로써 조정된 폐로일정을 개발 (Microsoft Projects에서 수행)하여,

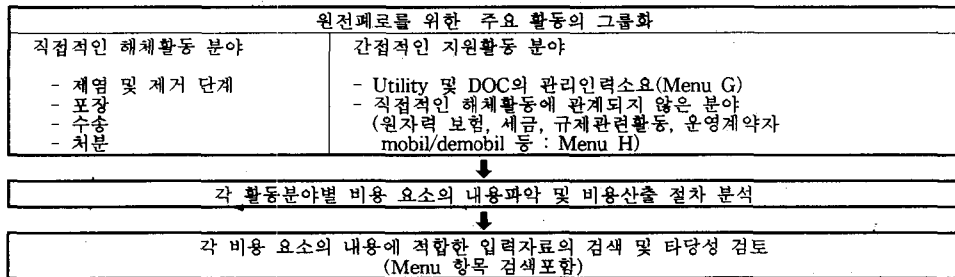
다섯째, 조정된 폐로일정을 NANS\_K에 다시 입력하여 더욱 개선된 원전폐로비용을 산출한다.

본 프로그램에서 산정된 비용에는 오염 및 비오염 시스템의 기기, 배관, 장비의 제거비, 장비비, 제염비, 운송비, 처분비, 비오염 구조물의 철거비와 인건비 등이 포함되어 있다. NANS\_K는 사용자에게 의해 공급되는 장비 및 소모품비, 그리고 재고량 데이터를 사용하여 단위 비용인자를 계산하고, 이 인자들을 운송 및 처분비용 산출 알고리즘과 결합시켜 폐로비용에 대한 최종적인 리포트를 작성해서 보여주고 있으며, 최종적으로 여러 다른 활동들에 대하여 폐로조치 일정을 가시화 시키는 기능을 갖고 있다. 따라서 어떤 특정한 원자력발전소의 폐로비용을 산정하기 위해서는 그 특정 발전소를 대표하는 실용화된 비용인자 또는 특정한 비용인자에 대한 자료를 입력하여야 한다.

### 다. 고리 1호기 폐로조치비용 산정을 위한 입력자료의 산출

#### (1) 주요 작업의 비용산출 과정

비용산정의 핵심적 과정은 대상이 되는 활동과 활동에 관계되는 여러 자원들의 비용 항목을 연계시킴으로써 활동과 비용 항목의 체계도를 작성하는 것이라 할 수 있다. 전산프로그램에 입력되는 자료의 성격과 적정수치를 파악하기 위하여는 다음과 같은 일정한 단계를 거쳐야 한다.



● **제염 및 제거활동**

이 부문에 관련된 내용은 Containment building과 fuel building의 모든 부문(건물, 기자재, components 등)이 연계되어 있으며 주로 실질적인 해체작업의 초기단계에 이루어져 포장 및 수송단계로 질차를 거치게 된다. 제염/제거활동에 대한 비용을 산출하는 방법은 각 단위활동의 단위비용인자(unit cost factors)를 산출한 후 이에 관련된 물량을 추정하여 총제거비용을 도출하게 되는데 단위비용인자의 산출에 관계된 각종의 입력자료가 결과에 결정적인 영향을 주게 된다. 제염/제거 비용산정에서 중요한 요소로는 다음과 같다.

- 작업조 (crew)의 시간당 임금 산정
- 단위작업당 총소요시간의 산정
- 단위작업에 소요되는 재료비의 산정

예로써, 인건비는 작업조의 단위시간당 임금과 단위작업당 소요되는 시간을 곱함으로써 도출되는데 물론 이것은 단위작업에 대한 인건비이고 이후에 전체적인 물량산정을 통하여 총비용이 산출된다. 단위작업에 소요되는 시간의 산출과정을 간단히 표시하면 다음과 같다.

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th style="text-align: left;">순수 작업시간</th></tr> <tr><td style="text-align: left;">- 지지대설치</td></tr> <tr><td style="text-align: left;">- 오염통제시스템 설치</td></tr> <tr><td style="text-align: left;">- 제염/제거작업</td></tr> <tr><td style="text-align: left;">- 이동</td></tr> <tr><td style="text-align: left;">(A) min.</td></tr> </table>	순수 작업시간	- 지지대설치	- 오염통제시스템 설치	- 제염/제거작업	- 이동	(A) min.	X	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th style="text-align: left;">작업난이도</th></tr> <tr><td style="text-align: left;">- Hight adj. (B %)</td></tr> <tr><td style="text-align: left;">- Respir.adj. (C %)</td></tr> <tr><td style="text-align: left;">(1+B+C)</td></tr> </table>	작업난이도	- Hight adj. (B %)	- Respir.adj. (C %)	(1+B+C)	X	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th style="text-align: left;">비생산적 시간</th></tr> <tr><td style="text-align: left;">- ALARA (D %)</td></tr> <tr><td style="text-align: left;">- Suitup/unsuit (E %)</td></tr> <tr><td style="text-align: left;">- breaks(F%)</td></tr> <tr><td style="text-align: left;">(1+D+E+F)</td></tr> </table>	비생산적 시간	- ALARA (D %)	- Suitup/unsuit (E %)	- breaks(F%)	(1+D+E+F)	=	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">단위작업당 총소요시간</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">A(1+B+C)(1+D+E+F) min.</td></tr> </table>	단위작업당 총소요시간	A(1+B+C)(1+D+E+F) min.
순수 작업시간																							
- 지지대설치																							
- 오염통제시스템 설치																							
- 제염/제거작업																							
- 이동																							
(A) min.																							
작업난이도																							
- Hight adj. (B %)																							
- Respir.adj. (C %)																							
(1+B+C)																							
비생산적 시간																							
- ALARA (D %)																							
- Suitup/unsuit (E %)																							
- breaks(F%)																							
(1+D+E+F)																							
단위작업당 총소요시간																							
A(1+B+C)(1+D+E+F) min.																							

● **포장**

해체 철거된 요소나 기자재를 처분장까지 수송하기 위해서는 포장의 단계를 필수적으로 거쳐야 한다. 처분될 방사성물질의 종류 및 정도에 따라서 다양한 종류의 용기가 사용된다. 본 프로그램에서 사용하는 포장용기는 cask liner, container, canister, drum, metal box 등의 형태로 분류된다.

● **수송용 캐스크 및 수송**

처분될 방사성폐기물중의 일부는 고방사능이기 때문에 포장을 완료한후 차폐된 cask에 다시 옮겨져 수송되어야 한다. 이러한 캐스크는 재사용할 수 있고 가격이 매우 높기 때문에 임대하여 사용하는 것이 일반적이다. 따라서 방사성폐기물중의 일부는 캐스크에 다시 넣어져 수송되며 나머지는 포장된 채로 직접 수송되는 체계를 가정하고 있다. 수송용 캐스크를 이용할 경우에는 비용에 있어서 캐스크의 임대료 뿐만 아니라 캐스크 자체의 수송비도 부담해야 하는데 캐스크공급자로부터 캐스크를 조달받고 반납하는 경우의 비용도 고려해야 한다.

● **폐기물 처분비용**

본 프로그램에서 가정하고 있는 방사성폐기물의 처분비용은 크게 Shallow land burial(LLW 처분장)과 Geologic disposal의 두가지로 나뉜다. 저준위폐기물 처분장에서의 비용은 기본적인 처분비용과 추가요금 그리고 특수화물예 대한 특정비용으로 구성되어 있으며 이들의 비용합에 세금 및 규제요금, 유지요금 등의 추가비용이 덧붙여 진다. 그러나 국내의 경우 처분장의 구분 및 처분비용 단가에 대한 참고기준이 없는 상태이므로 폐로조치시 발생되는 모든 폐기물은 정책적으로 국내의 처분방식과 유사하다고 판단되는 스웨덴의 동굴처분 방식에 의한 처분단가를 적용하였다.

(2) **기본 가정**

본 폐로비용은 우리나라 최초의 상업용 원전인 고리 1호기를 대상으로 한 것이며 비용산정의 기본적인 틀은 미국의 폐로비용 산정 과정을 참고로 하였다. 비용 산정에서 필요로 하는 입력자료 및 폐로작업 관련 데이터베이스는 국내에 확립되어 있지 않기 때문에 기본 입력자료를 기준으로 한 조정/전환과정을 수행하는 한편 고리발전소의 실측자료에 근거하여 폐로비용을 도출하였다. 폐로비용산정 프로그램에 Default로 입력되어 있는 자료는 미국의 Trojan (1,175 MWe, 3,500 MWt) 원자력발전소를 기준으로 한 것이며 고리 1호기의 폐로비용산정을 위한 기본가정은 다음과 같다.

- 비용의 산출시점을 1995년 1월로 하였으며(1995년 1월 불변가격) 이를 위해 국내의 자료는 1995년 초의 비용 자료를 적용하였고, Default로 입력되어 있는 자료는 미국의 최근 소비자물가상승률(1993년부터 1995년까지는 약 6%의 물가상승률 가정)을 이용하여 1995년 가격으로 환산하였다.
- 환율은 770 (원/\$)를 적용하였다.
- 분석대상으로 한 폐로방안은 다음과 같다.
  - DECON : 최종운전정지후 즉시 폐로하는 방안임.
  - SAFSTOR 1 : 운전정지후 약 60년까지 휴면기간후 약한 폐로조치
  - SAFSTOR-2(10), (30), (51.38) : Safestorage 기간이 10년, 20년, 51.38년인 SAFESTOR-2
  - ENTOMBMENT 1, 2, 3 : 운전정지후 60년까지 Entomb한후 부지복구
- 폐로작업시 발생하는 방사성폐기물 처분비용은 스웨덴의 동굴처분 방식에 의한 비용을 적용하였다.

- 원자력발전소의 EFPY를 30년으로 가정하여 운전정지후의 방사능준위를 산출하였다.
  - 폐로작업에 필요한 기술과 폐로활동에 관련된 규제정도는 미래의 변화상태를 가정하지 않고 현재의 미국상황을 기준으로 하였다.
  - 폐로작업은 Utility + Contractor에 의해 수행되는 방식을 가정하였다.
  - 오염된 콘크리트 표면제거는 1인치 깊이로, 파이프의 절단길이는 15피트로 가정하였다.
  - 사용후핵연료의 저장/처분 관련비용은 폐로비용에 포함되지 않았다.
  - 사용후핵연료의 S/F Pool로부터 인출시 필요로하는 최소기간은 운전정지후 약 7년으로 가정하였다.
  - 폐로작업의 완료는 부지를 재사용할 수 있는 상태로의 환원까지를 의미하며 제염된 혹은 오염안된 시설물의 완전한 제거를 위한 비용이 모든 폐로전략에 대해 포함되어 있다.
- 본 연구에서 분석대상으로 하고 있는 폐로전략별 특성 및 가정을 비교하면 Table 1과 같다.

### 3. 고리 1호기 폐로조치비용 산정 및 분석

#### 가. 단위 해체작업공정 분석 및 단위비용인자 산정

고리 1호기의 폐로조치 비용의 산정을 위해서 다음과 같은 단위 해체작업 공정에 대해서 인건비, 재료비 및 장비비용이 포함된 단위 비용인자가 산정되었다.

- 오염된 배관의 제거 및 포장
- 오염된 탱크의 배관의 제거 및 포장
- 펌프류 및 소형 기기의 제거 및 포장
- 가압기의 제거 및 포장
- 일차 냉각펌프의 제거 및 포장
- 고압수 세척/표면 진공 작업
- 바이오 콘크리트 벽 및 바닥의 절단
- 오염 콘크리트 벽 및 바닥의 절단
- 생체차폐체의 제거
- 오염 금속표면의 제거 및 포장
- 오염 덕트의 제거 및 포장
- 바닥 철망 제거
- 난간의 개업
- 오염 바닥 배수구 제거

#### 나. 폐로조치 방안별 비용산정

본 연구에서 대상으로한 폐로전략은 DECON, SAFSTOR 전략의 4개, ENTOMBMENT 전략의 3개 등 총 8개이며 모든 비용은 1995년 1월의 가격으로 표시되었다. 주요 결과물로는 첫째, 할인의 개념을 적용하지 않은 폐로전략별 비용인데 추가적으로 파이핑 절단길이(5 피트)와 저준위방사성폐기물 처분비용(2배, 4배)을 변화시켰을 경우의 폐로비용에 대해서도 분석하였다. 둘째로는 경제성평가의 주요 변수인 할인율(2%, 5%, 8%)에 대해서 폐로전략별/기간별 비용지출의 변화를 측정하였다.

#### 가. 기본 폐로조치비용

할인율을 고려하지 않은 경우의 폐로비용으로써 현재의 시점에서 미래의 폐로비용을 단순히 합하는 경우의 비용이다. Table 2~Table 4에 폐로전략별로 기본 폐로조치비용을 요약하였다. 모든 전략에 대해 적용된 예비비 비율은 25%이다.

#### 나. 할인된 폐로비용

서로 다른 시점에 지출되는 비용은 인플레이션(물가상승)에 의한 화폐가치의 감소, 자본의 재투자에 따른 초과기대수익률 등의 요인으로 인하여 일정한 시점을 기준으로 조정하는 작업이 필요하게 된다. 대안의 경제성 평가/비교를 위해서는 지출되는 비용의 크기, 할인율, 물가상승률, 비용분석방법 등의 요인을 합리적으로 결정해야 한다. 즉, 지출비용을 정해진 년도의 불변가격으로 표시하느냐 혹은 지출되는 년도의 경상가격으로 표시하느냐에 따라 할인율의 크기 및 년도별 비용의 크기도 다르게 적용해야 할 것이다. 할인율이 비용의 크기, 자본조달정책, 전략의 상대적 비교 등에 결정적인 영향을 주는 요소임을 고려하여 2%, 5%, 8%의 수치를 각 폐로전략에 대해 적용하였다. 할인의 기준시점은 고리 1호기를 대상으로 할 때 운전정지가 2008년 중반에 이루어진다고 가정하여 폐로계획의 시작시점인 2006년 초로 정하였다. 따라서 할인된 모든 폐로비용은 1995년도의 화폐가치로 표시되고 2006년 초로 현재화된(지출될) 비용을 의미한다. 각각의 폐로조치 방안별 할인된 폐로조치비용은 Table 5에 수록하였다.

산출된 전략별 폐로조치 비용에서 알 수 있듯이 실질할인율이 2% 정도일때는 폐로전략별 비용이 차이가 별로 없고 할인율이 변함에 따라 장기간 safe storage하는 방안이 비교적 우수한 것으로 나타나고 있다. 따라서 폐로정책을 수립하는 관점에서는, 폐로조치 방안별 경제성 비교결과를 참조하고 기간별 소요비용의 규모, 폐로조치 작업 수행에 따른 기술확보 가능성, 방사성폐기물 처분장 계획 등의 제반 요인을 종합적으로

검토하여 결정해야 한다. 특히 방사성폐기물 처분장 확보 및 처분비용의 문제는 폐로계획추진 자체에 커다란 영향을 주며 특히 주변 여건의 악화로 인해 처분비용이 기준 안의 4배로 된다면 폐기물처분비용이 가장 큰 비중을 차지하게 된다.

### 참 고 문 헌

1. OECD/NEA, "Decommissioning of Nuclear Facilities-An Analysis of the Variability of Decommissioning Cost Estimates", OECD/NEA, Paris, 1991.
2. L. Teunckens, et al., "An Analysis of Decommissioning Costs", Proc. Int. Seminar on Decommissioning Policies for Nuclear Facilities", pp.139-151, Paris, Oct., 1991, OECD/NEA (1992).
3. T. S. LaGuardia, "Decommissioning Cost Methodologies", Proc. Int. Seminar on Decommissioning Policies for Nuclear Facilities", pp. 161-167, Paris, Oct., 1991, OECD/NEA (1992).
4. W. J. Manion, "Decommissioning Handbook", DOE/EV/10128-1, U.S.DOE, 1980.
5. R. I. Smith, "Generic Approach to Estimating U.S. Decommissioning Costs", The Energy Journal, Vol.12, pp. 149-156 (1991).
6. NUS, "Decommissioning Software Program NANS\_K User's manual", Halliburton NUS Co., 1994.

Table 1 Comparison of Decommissioning Alternatives

구분	DECON	SAFSTOR (전략1, 전략2)	ENTOMBMENT (전략1, 전략2, 전략3)
기본방향	운전종료후 8.62년까지 오염물질에 대한 모든 폐로조치를 완료하여 부지를 복구.	방사능 오염물질에 대한 특별한 조치를 취하지 않고 Safestorage기간을 거친후(운전종료후 58.3년)에 오염물질 및 시설물을 완전히 제거하여 부지를 복구함.	대부분의 방사성물질을 Contain. bldg.의 아랫부분에 저장(Entomb를 위한 준비기간 동안에 수행)하고 운전종료후 60년(전략 3은 300년)까지의 Entomb기간을 거친후 시설물을 완전히 제거하여 부지를 복구함.
주요특징	운전종료후 6.92년-8.62년 사이에 모든 오염물질을 제거하고 나머지 시설물을 완전히 철거함	Safestorage기간(6.92 - 58.3)이 지난 후에는 오염된 물질 및 시설물을 제거함. 전략 1과 2는 오염된 물질에 대한 가정이 다름. - 전략 1 :Safestorage기간이 지난후에는 RPV, RPV insulation, Bio. shield만 오염물질로 가정함 - 전략 2 :Safestorage기간이 지난후에도 오염물질의 정도가 변함이 없다고 가정함.	Entomb를 위한 준비기간(6.92 - 8.17년) 동안에 대부분의 폐로조치(수송/처분은 제외)를 수행하고 Entomb기간이 지나면(운전종료후 60년, 300년) 모든 오염물질이 제거되었다고 가정하여 남은 시설물을 완전히 철거시킴.. - 전략 1 : RPV, RPV insulation, Bio. shield를 그대로 두고 Entomb기간을 거침. - 전략 2 : 준비기간 동안에 RPV, RPV insulation, Bio. shield를 제거/처분한 후 Entomb기간을 거침. - 전략 3 : 전략 1과 모든 활동이 동일하지만 Entomb기간이 운전종료후 300년까지임.
기타	기간은 1,2,3,4로 구성되어 있으며 기간 4에서 대부분의 폐로작업이 수행됨.	- 전략 2중에서 Safestorage기간(전략 1과 2의 경우 기준은 51.38년)을 10년, 30년으로 했을 경우의 대안을 추가로 설정하였으며 Safestorage기간후의 폐로조치 및 부지복구작업은 Safestorage-2(51.38년)의 경우와 동일함. - 5개의 기간으로 구성됨(DECON에 비해 Safestorage기간 추가).	- 6개의 기간으로 구성됨(DECON에 비해 Entomb를 위한 준비기간과 Entomb기간이 추가). - S/F racks은 Entomb를 위한 준비기간 동안에 제거/처분됨(저장이 어려움).

Table 2 Decommissioning Cost for DECON Option

구분	기준안(\$)	민감도 분석		
		5 피트로 파이프 절단	LLW 처분비용 (155.6 \$/ft3)	LLW 처분비용 (311.2 \$/ft3)
소 계 (예비비 불포함)	150,293,160	154,277,775	162,692,840	187,492,199
총 계 (예비비 포함)	187,866,450	192,847,219	203,366,050	234,365,248

주) 기준안은 15 피트의 길이로 파이프 절단, LLW 처분비용이 77.8 (\$/ft3)임을 가정한 것이다.

Table 3 Decommissioning Cost for SAFSTOR Option

구 분	폐로비용(\$)			
	SAFSTOR-1	SAFSTOR-2(10)	SAFSTOR-2(30)	SAFSTOR-2(51.38)
소 계 (예비비 불포함)	191,606,779	168,178,523	200,486,188	235,019,769
총 계 (예비비포함)	239,508,474	210,223,154	250,607,735	293,774,712

Table 4 Decommissioning Cost for ENTOMBMENT Option

구 분	폐로비용(\$)		
	ENTOMBMENT-1	ENTOMBMENT-2	ENTOMBMENT-3
소 계 (예비비 불포함)	187,437,760	189,347,441	432,900,640
총 계 (예비비 포함)	234,297,200	236,684,301	541,125,800

Table 5 Summary of Discounted Decommissioning Cost

(단위 : US \$)

폐로전략	할인율		
	2%	5%	8%
DECON	163,179,555	134,217,465	112,424,378
SAFSTOR-1	143,090,417	92,621,253	73,887,345
SAFSTOR-2(10)	163,188,033	118,518,689	91,969,991
SAFSTOR-2(30)	160,560,321	101,667,120	77,448,464
SAFSTOR-2(51.38)	158,862,809	95,203,695	74,331,878
ENTOMB-1	154,895,760	109,186,395	88,763,345
ENTOMB-2	156,852,270	110,648,654	89,865,212
ENTOMB-3	158,580,004	107,528,010	88,169,536

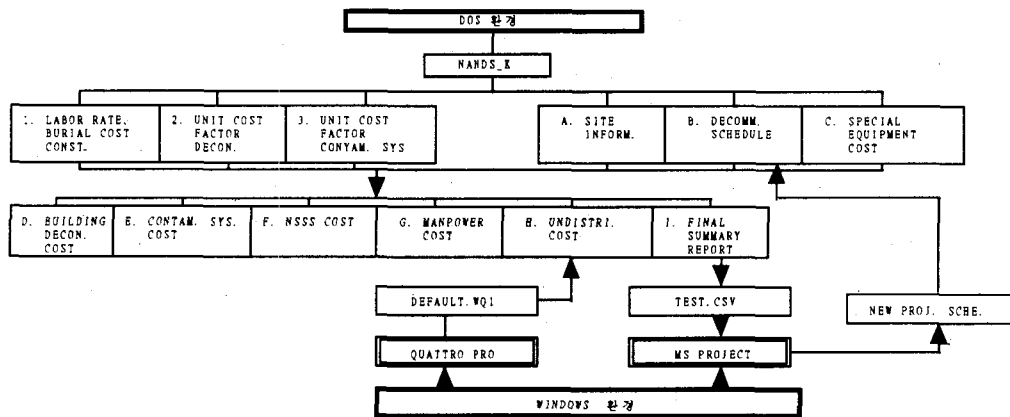


Fig. 1 Structure of Computer Program for Evaluation of Decommissioning Cost