

방사성폐기물 처리공정 데이터분석과 데이터 관리 응용프로그램의 구현

Analysis of Data from Radioactive Wastes Treatment Process and Implementation of a Data Management Applied Program

조한석, 손종식, 김태국, 강일식, 이영희

한국원자력연구소
대전광역시 유성구 덕진동 150

요 약

한국원자력 연구소에서 발생하는 폐기물은 핵종과 형태가 다양하며 불규칙한 시기에 소량씩 발생한다. 폐기물 발생량의 추세와 한정된 저장고 및 처리시설의 현 상황과 처분에 있어서의 폐기물 이력관리의 중요성이 대두되고 폐기물의 효율적 관리를 위한 체계적인 이력관리와 문서관리 및 각종 통계자료를 도출할 수 있는 데이터베이스 시스템의 구축의 일환으로 현재 연구소에서 실시하는 액체와 고체 방사성폐기물의 처리공정상에서의 데이터 확보가 필요하다. 이를 위해 폐기물 발생현황과 처리공정별 데이터를 분석하고 공정의 흐름과정에서 확보하는 데이터를 데이터베이스에 입출력하는 응용프로그램 설계를 완료하였다. 본 연구는 연구소에서 발생하는 방사성폐기물의 발생현황과 이를 수집하여 부피측소와 감용 처리 공정을 거치는 일련의 공정과정을 분석하여 도식화한 결과와 이를 토대로 폐기물처리 업무에 맞는 데이터 입출력 프로그램을 설계 내용을 소개한다. 제한된 환경에서의 실험이 아닌 실제 처리공정상의 데이터는 서류와 인적, 물적 자원의 절약을 도모하고 방사성폐기물에 대한 추적관리 및 처리의 효율성을 향상시키며 정확하고 신속한 정보를 제공하여 방사성폐기물의 물질수지연구에 이바지 할 수 있다.

Abstract

As for the generated radioactive waste, a nuclide and a form are various, and by small quantity occurs the irregular times in KAERI. Record management of an radioactive waste personal history is an important element in disposal. A data collection of a liquid / solid radioactive waste treatment process of a research organization became necessary while developing the RAWMIS which it can generate personal history management for efficient management of a waste, documents, all kinds of statistics. This paper introduces an input and output application program design to do to database with data in the results and a stream process of a treatment that analyzed the waste occurrence present situation and data by treatment process. Data on the actual treatment process that is not limited experiment improve by a document, human traces, saving of material resources and improve with efficiency of tracking about a radioactive waste and a process and give help to radioactive waste material valance and inventory study.

1. 서 론

연구소 발생 폐기물의 특성은 연구, 개발의 목적에 따라 발생 폐기물의 종류 및 형태, 핵종 등이 다양하고 반면에 폐기물 각각에 대한 발생량은 소량이라는 특징을 지닌다. 최근에는 핵주기 관련 시설과 연구개발 과제의 증가로 폐기물의 종류와 발생량이 증가하고 수작업에 의한 폐기물의 효율적 관리가 한계에 도달하고 있으며, 연구소의 발생·저장 중인 방사성폐기물의 관리는 여러 종류의 양식에 의한 수작업으로 관리되어 왔다. 다양한 형태, 다양한 핵종, 각각에 대한 소량의 발생량, 발생시기의 불규칙성 등은 폐기물처리에 어려움을 야기하며 문서와 수작업으로 일관된 폐기물관리 업무의 효율도 저하된다. 따라서 폐기물의 효율적인 처리를 위한 체계적인 이력관리와 효율적인 통계의 필요성이 꾸준히 대두되어 왔으며 국가적인 방사성폐기물의 통합관리 및 폐기물관리에 대한 투명성이라는 시대적 요구는 단위 발생기관의 발생·저장 중인 폐기물의 정확한 통계, 신속한 정보체계의 수립이 선행되어야 한다. 단위 발생기관의 신속하고 정확한 통계는 단위 발생기관의 폐기물처리 대책 수립의 기초자료가 될 뿐만 아니라 국가차원의 방사성폐기물 정책 수립의 자료를 제공한다. 연구개발의 중요성을 요약하면, 발생폐기물의 수집, 이송, 저장, 처리, 적재 등 폐기물의 이력관리는 여러 종류의 양식을 통한 수작업에 의해 처리를 전산화하여 방사성폐기물량 증가에 따른 방대하고 분산된 자료를 체계적, 효율적으로 관리한다. 시스템에 의한 통합 관리는 발생 부서에 대한 서류의 간소화, 인적 물적 자원의 절약이 이루어지며 효율적 통합관리가 가능하여 단위 발생기관의 방사성폐기물 통합 관리업무의 효율성을 제고한다. 또한 폐기물 이력의 관리로 폐기물을 같은 형태, 핵종의 반감기를 고려한 분류 및 처리를 통해 저장드럼의 내용물, 드럼의 일련 번호, 드럼의 저장위치 등이 체계적으로 추적되어 효율적인 폐기물 처리가 가능하다. 고체와 액체 폐기물은 발생되고 수집된 후 임시저장을 거치면서 부피축소와 감용 처리의 과정을 거친 후 고정화된다. 이러한 폐기물 처리절차를 분석하고 과거 문서상의 내용을 데이터화 한 후 발생특성과 처리공정 상에서 발생하는 데이터를 확보하여 방사성폐기물의 재고기록을 유지하고 물질수지 연구에 활용하고자 데이터베이스와 연동되는 응용프로그램을 구현하였다.

2. 폐기물관리 업무영역 분석

연구소의 방사성폐기물 구분은 그 물리적 특성에 따라 고체, 액체, 기체로 분류하며, 현업의 업무 분장 또한 물리적 특성에 따라 나뉘어져 있다. 발생시설은 연구용 원자로인 하나로(HANARO), 동위원소 생산시설(RIPF; Radioactive Isotope Production Facility), 조사재 시험시설(IMEF; Irradiated Material Examination Facility), 조사후 시험시설(PIEF; Post Irradiation Examination Facility), 각 연구실(R&D Lab.) 등으로 분류할 수 있으며, 각 발생시설에서 발생하는 폐기물은 기체를 제외하고 방사성폐기물 처리시설로 수집된다. 기체 방사성폐기물은 해당 시설에서 각 stack에서 HEPA필터와 활성탄 필터를 통해 방출하면서 RMS 방사선감지시스템에 의해 제어된다. 고체폐기물은 발생후 저장고로 이송 후 가연성, 비가연성, 압축성, 비압축성 등의 분류와 표면선량에 따른 준위구분을 거쳐 임시저장을 하면서 처리를 거치게 된다. 처리방법에는 재포장, 적재위치 변경 등의 관리적 처리와 압축, 절단, 조각 등의 부피 감용 처리, 시멘트 고화의 고정화 처리를 거치게 된다. 액체폐기물은 각 발생시설에서 방사성폐기물 처리시설로 지하 파이프라인을 통하여 수집되거나 별도 운반용기에 의해 수집된다. 수집된 액체폐기물은 방사능농도에 따른 준위구분, 무기폐액과 유기폐액으로 구분되는 화학적 분류 등을 통하여 저장탱크에 분류 저장된다. 연구소의 액체폐기물은 환경경로의 무방출 개념에 입각하여 증발농축, 아스팔트고화, 자연증발처리 등을 통하여 고체화를 주목적으로 처리된다.

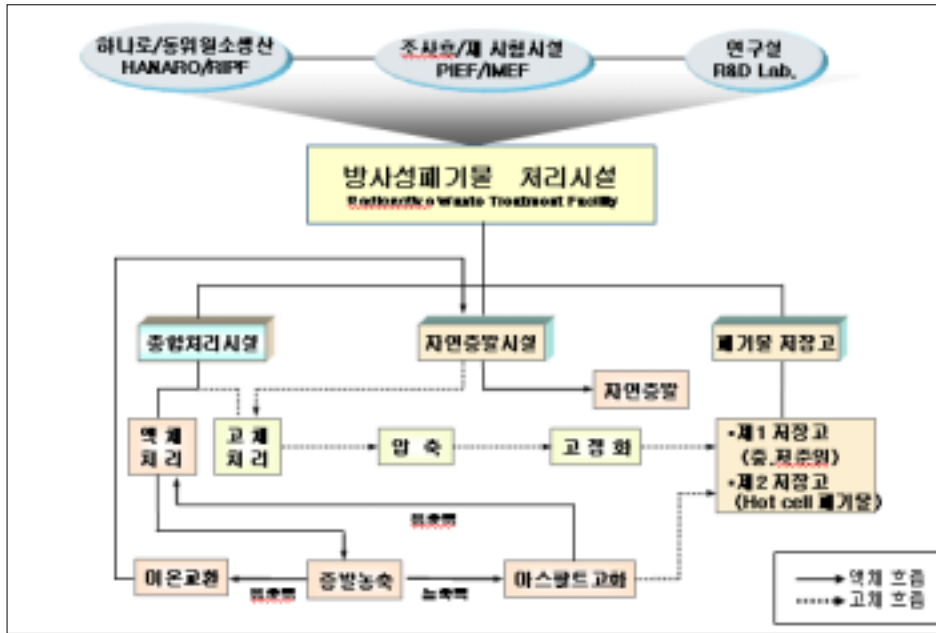


Fig.1 방사성 폐기물 관리 흐름도

2.1 고체폐기물 관리 및 처리 영역 업무 분석

고체폐기물의 수집은 200L 드럼에 가연성과 비가연성의 구분으로 수집하고, 제1저장고와 제2저장고에 표면선량 등급에 따라 저장된다. 고체폐기물은 크게 세가지 분류로 구분하는데, 첫째 표면선량율에 따라 저준위, 중준위, 고준위, 알파(α) 폐기물로 구분하며, 둘째 폐기물의 형태에 따라 가연압축성, 비가연압축성, 비압축성으로 분류된다. 셋째로 폐기물의 성분에 따른 분류로는 폐수지, 폐필터, 토양 등으로 분류하는데 이러한 세가지 분류는 처리를 목적으로 폐기물의 수집단계부터 적용하도록 하고 있다. 수집시 측정하거나 분석을 하는 항목으로는 표면선량율, 1m 이격선량율, 표면오염도, 핵종별방사능 농도, 부피, 중량, 주요 핵종 등이고, 일반 관리항목은 내용물, 발생일시, 발생시설, 육안검사 결과, 저장위치 등이다. 주요처리 공정으로는 제염처리, 부피를 감소하기 위한 압축, 소각, 절단(파쇄), 드럼표면의 부식 또는 내용물의 재분류를 위한 재포장, 비가연성 물질의 고정화를 위한 시멘트 고화 등이 있다. 내부적으로 관리하는 문서로는 방사성폐기물 관리

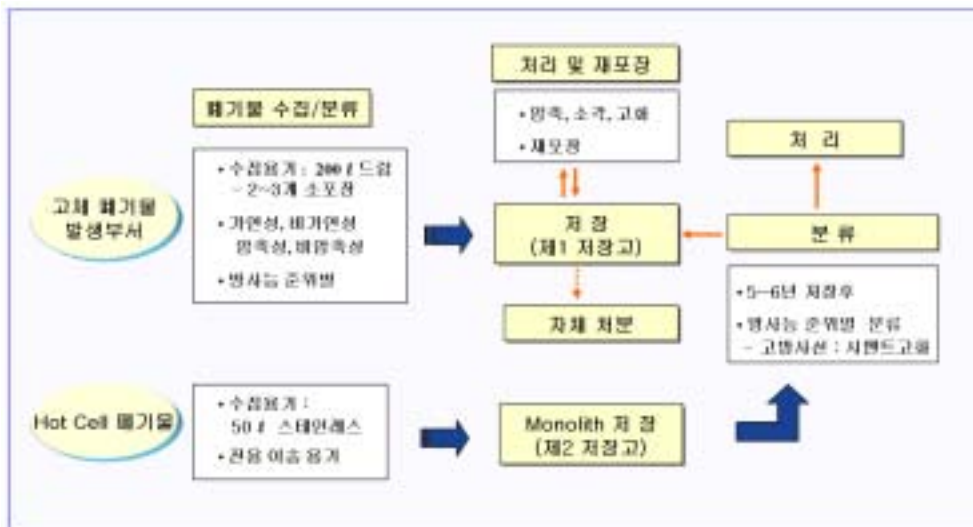


Fig.2 고체폐기물 관리 주요 흐름도

의뢰서, 방사성폐기물(저장, 처리, 운반) 통보계, 기록표, 현장검사일지, 수집대장, 용기신청서, 용기 보유/배포 현황, 작업일지, 방사선 작업 허가서, 저장고 출입대장, 저장폐기물 처리일지, 수집대장 적재위치, 재포장 대장 등이 있다

2.2. 액체폐기물 관리 및 처리 영역 업무 분석

액체폐기물의 수집은 전용용기 혹은 지중에 매설된 이송관을 통하여 펌프로 방사성폐기물의 저장탱크로 이송되며 극저준위 150m³(50m³×3개), 저준위 180m³(60m³×2조), 중준위 20m³(1조), 부식성 폐액탱크 20m³(1조)의 수집저장 탱크가 있다. 각 발생시설에서 수집된 액체폐기물은 폐기물처리시설로 이송하기 전에 자체 수집탱크에서 시료를 채취하여 방사성 핵종과 방사능 농도를 분석하고 폐기물의 분류기준에 따라 방사성준위별로 구분되어 이송한다. 액체폐기물은 감용처리에는 증발농축공정, 아스팔트고화공정, 자연증발공정이 있으며, 증발농축공정은 반회분-강제순환식(Semi-Batch Forced Circulation) 증발기(Evaporator)가 시간당 약 1m³의 액체폐기물을 처리한다. 증발기 내의 폐액은 처리된 양만큼 자동으로 공급되어 항상 일정한 수위를 유지한다. 순환펌프에 의하여 가열기를 통과한 폐액은 증발기 내에서 기화하여 상부에 설치된 6 단의 포종단(Bubble Cap Plate)을 통과하게 되는데 이때 수증기에 포함된 다수의 핵종이 제거된다. 포종단을 지난 수증기는 증발기 최상부의 Demister를 거쳐 응축기와 냉각기를 지나 이온교환기에서 미량의 핵종까지 제거한 후 저장된다. 증발농축공정의 보조계통으로는 이온교환(Ion Exchange Column)계통, 스팀공급계통 및 1차, 2차 냉각계통이 있으며 2차 냉각계통은 시설내의 각 처리공정에 사용되는 1차 냉각계통을 냉각시켜주는 역할을 하며 순환펌프에 의해 열교환기와 옥상의 냉각탑을 순환한다. 폐기물 처리시설에 저장된 저준위 액체폐기물은 중화 및 균일화 과정을 거친 후 증발농축 처리되는데 여기서 발생된 응축액은 이온교환을 거쳐 자연증발시설로 수송되어 최종 처리되고 농축액은 아스팔트 고화공정으로 보내어 고화처리한다. 아스팔트 고화 처리 공정(Bituminization Process)은 폐기물을 물리/화학적으로 안정한 상태로 전환하여 처리, 저장, 처분할 때 안전성을 높이기 위한 목적이 있다. 고화 공정이 간단하고 허용되는 방사능준위가 넓으며 물에 대한 내침출성이 매우 높으며 아스팔트와 폐액이 혼합될 때 혼합과 폐액의 증발이 동시에 일어나기 때문에, 폐기물의 함유량을 높일 수 있다. 아스팔트 고화법은 기본적으로는 가열하여 용융된 아스팔트와 방사성 폐기물을 혼합하여 물에 거의 불용성인 고화체를 제조하는 것이다. 연속적으로 운전이 가능한 박막증발기(LUWA) 형식이며 아스팔트 고화 공정은 열매체유 순환계통, 아스팔트 공급 계통, 폐액 및 폐이온교환수지 저장/공급 계통, 아스팔트와 폐액의 혼합 및 박막증발 계통, 증발증기 응축 계통, 아스팔트 고화체 포장/반출 계통으로 크게 6개로 구성되어 있다. 자연증발 처리공정은 방사성폐기물 처리시설의 액체폐기물 증발농축처리 공정에서 발생하는 정제액을 방사성핵종, 농도 및 pH를 분석한 후 총 저장용량이 860m³인 자연증발시설의 지하 저장조에 액체 탱크 차량을 사용하여 수송한다. 방사성폐기물 처리시설의 증발농축공정에서 발생하는 정제액 및 하나로에서 발생하는 극저준위 방사성폐기물을 최종 처리하는 자연증발시설에서는 면과 Polyester가 함유된 합성섬유를 증발매체로 하여 외부의 공기를 강제 송풍시켜 증발시킨다. 지하 저장조에 저장된 정제액은 정제액 공급펌프를 가동하여 정제액을 중간저장조로 이송한다. 중앙 제어실에서 수위 지시계를 통하여 이송량 및 저장량을 확인한 후 순환펌프를 가동하여 1,032개의 정제액 급수 분배관을 통해 가로 1.2m, 세로 5.4m인 증발천(면적: 11,250m²)으로 흘러보낸다. 증발천은 증발실 상부로부터 하부로 수직으로 설치되어 있으며 하부에는 증발천지지대와 정제액을 중간저장조로 다시 유입시키기 위한 배수관이 설치되어 있다. 장치하단에는 공기필터와 온, 습도측정기가 설치되어 있으며 증발천에 필름형태로 흘러내려 오는 폐액을 하부로부터 유입되는 공기와 접촉시켜 천의 표면에서 증발이 일어나도록 공기를 유입, 배출시키기 위한 송풍기 (96,500m³/hr) 10대를 시설의 최상부에 설치하여 가동함으로써 정제액을 처리하며 자연증발처리과정에서 발생하는 배기체는 외부로 직접



Fig.3 액체폐기물 관리 주요 흐름도

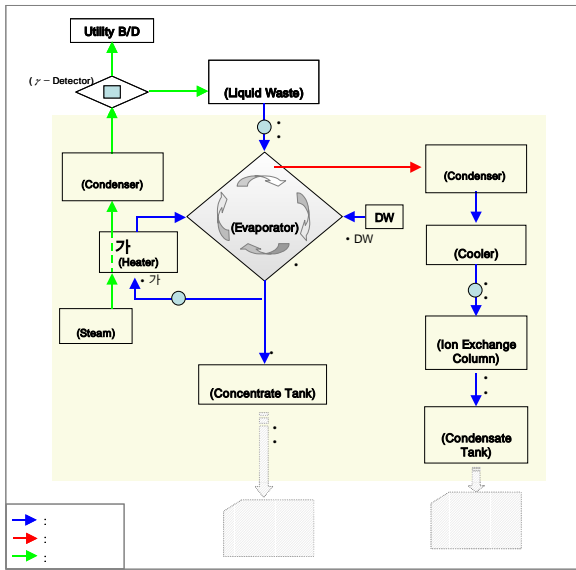


Fig.4 증발농축공정 흐름도

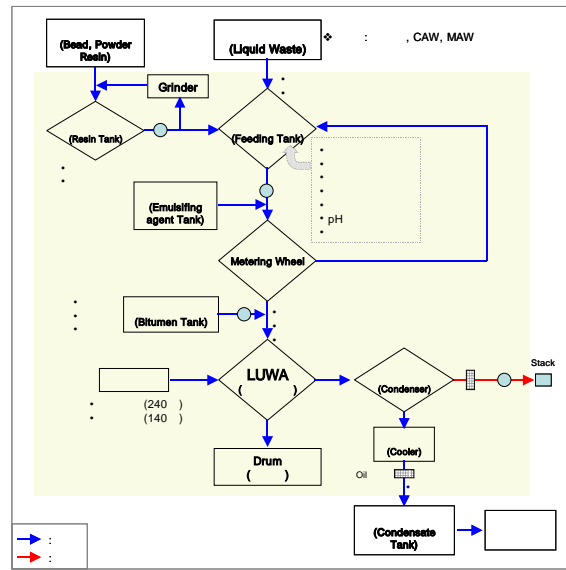


Fig.5 아스팔트고화공정 흐름도

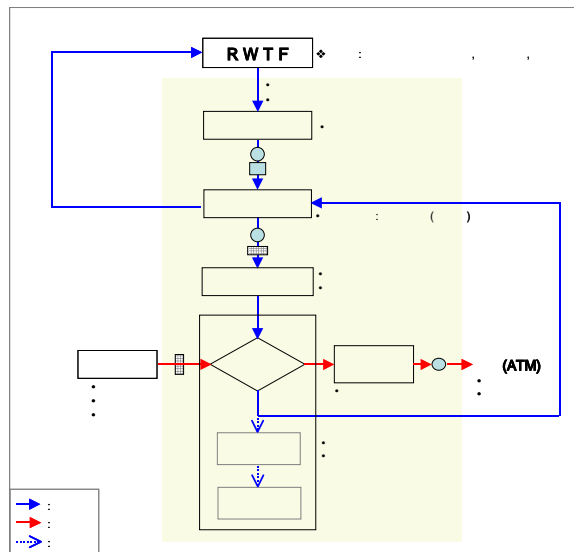


Fig.6 자연증발공정 흐름도

배출되기 때문에 배출기준치 이하로 배출되는지 방사선 연속감시장치를 가동하여 연속으로 Monitoring 하고 있다. 자연증발처리과정에서 증발매체로 사용되는 면과 합성섬유가 포함된 증발천은 직사광선 및 자연증발처리로 인하여 손상되며 노후화되어 교체된 증발천과 처리과정에서

폐액 급수 분배관의 미세한 노즐로 분사하기 위해 순환액 중에 포함되어 있을 미세 입자를 제거하기 위하여 사용된 액체 필터를 교체한 필터 등 고체폐기물을 드럼에 저장한다.을 거쳐 농축된 농축폐액은 아스팔트 고화공정을 통하여 고화폐기물로 처리되고, 방사성 농도가 낮은 응축액은 자연증발시설에서 최종 처리된다. 따라서 연구소에서 주변 하천으로 방류되는 액체폐기물은 없으며 자연증발시설에서 응축액이 증발되면서 점점 방사능 농도가 높아져 기준(약 10-6 μCi/ml)이상이 되면 폐기물 처리시설로 이송되어 다시 증발농축 공정으로 처리한다.

3. 폐기물 업무 데이터 분석

고체폐기물의 내용물에 대한 과거 문서를 데이터화하여 빈도분석(Frequency Analysis)을 한 결과 동일 내용물에 대한 입력오류 및 표기오류의 문제점이 발생되어 내용물의 표기기준안을 마련하였으며 과거 발생한 폐기물 내용물에 대한 빈도수를 고려하여 빈도의 내림차순 정렬을 통해 내용물표기를 코드화하였다. 내용물 코드에 대한 내규상의 분류(가연성, 비가연성 등)를 지원하기 위해 분류체제의 기준을 작성하였다. 또한 바코드 시스템 도입을 검토하여 업무에 활용시 예상되는 절차도 고려하였다. 과거 고체폐기물의 발생을 요약하면 Table.1과 같으며, 드럼당 내용물의 조합에 따른 저장 드럼수는 Table.2에 요약하였다.

Table.1 고체폐기물 발생 분포(2002년 현재)

발생시설별 분포	발생내용물별 분포
○ 폐기물처리시설 : 33.1%	○ 가연성 : 58%
○ 하나로/RI/PIEF : 30.0%	○ 비가연성 : 29%
○ 기타연구실 : 25.3%	○ 필터류 외 : 10%
○ IMEF : 7.2 %	

Table.2 내용물 조합에 따른 저장 드럼수(2002년 현재)

가연성				비가연성			
비닐,면,종이	690	비닐,목재	5	lime	410	페드럼,토양	4
비닐,면	258	목재,종이	5	철재	229	콘크리트,토기	3
비닐	248	비닐,면,고무	4	페드럼	173	유리,토기,철재	3
비닐,신발	158	비닐,면 신발	4	토양	172	필터,철재	3
면	151	비닐,기타	4	콘크리트	70	유리,필터	2
비닐,플라스틱	136	면,신발	4	필터	67	석면,철재	2
기타	127	면,종이,기타	4	토기	55	석면,토기	2
플라스틱	114	플라스틱,신발	4	슬러지	52	페드럼,필터	2
비닐,종이	95	플라스틱,목재	4	우라늄	51	페드럼,우라늄	2
면,종이	95	면,종이,신발	3	기타	37	콘크리트,토기,유리	1
비닐,플라스틱,종이	47	플라스틱	3	폐수지	25	콘크리트,차폐납,철재	1
종이	47	신발	3	석면	23	석면,유리	1
비닐,종이,목재	27	비닐,면,고무,종이	2	페드럼,철재	21	석면,전선	1
비닐,종이,고무	26	비닐,면,신발	2	유리,철재	20	필터,유리,차폐납,철재	1
면,종이	25	비닐,목재,플라스틱	2	철재,토기	14	필터,유리,전선,콘크리트	1
면,고무,종이	16	면,기타	2	필터,기타	9	철재,필터,전선	1
비닐,면,플라스틱	15	면,플라스틱,기타	2	철재,전선	9	철재,우라늄	1
면,플라스틱	13	면,목재,종이	2	유리	8	철재,차폐납,철재	1
플라스틱,종이	12	비닐,면,목재	1	Lime	7	우라늄,기타	1
목재	12	비닐,플라스틱,고무	1	Lime,토양	10	토기,Lime	1
면,플라스틱,종이	10	비닐,신발,플라스틱	1	Zr-Tube	7	페드럼,콘크리트	1
고무,종이	10	비닐,종이,기타	1	철재,전선,유리	6	페드럼,Lime	1
비닐,고무	9	비닐,신발,기타	1	철재,기타	5	기타,슬러지	1
비닐,신발,종이	8	면,고무,종이	1	콘크리트,철재	4	토양,기타,철재	1
비닐,면,기타	7	면,플라스틱,종이	1	유리,토기	4	Zr-tube,철재	1
비닐,면,플라스틱,종이	7	면,플라스틱,목재	1	철재,토양	4		
면,고무	7	면,플라스틱	1	페드럼,유리	4		
플라스틱,고무	7	종이,기타	1				
고무	7	플라스틱,종이,신발	1				
종이,신발	6						

액체폐기물의 발생량은 Table.3에 요약하였으며 발생량의 특성을 요약하면, 하나로/동위원소생산 시설과 조사후시험시설의 발생량이 높은 것으로 나타났고, 유기폐액과 무기폐액의 발생량은 무기 폐액이 대부분 인 것으로 나타났다.

Table.3 액체폐기물 발생 분포

단위: m^3

발생원 \ 연도	1997	1998	1999	2000	2001	2002	계	백분률(%)
하나로	81.94	112		124	142	130	589.94	72.0
동위원소 생산								
조사후 시험시설	6.4	54.1	76.3	25.16	29.4	6.5	197.86	24.2
기타 연구실	0.56	4.16	5.32	10.24	7.86	2.83	30.97	3.8
계	88.9	170.26	81.62	159.4	179.26	139.33	818.77	100.0

4. 폐기물 데이터베이스 연동 프로그램 설계

4.1 폐기물 이력 추적 방법론

폐기물의 이력추적을 위한 방법론은 폐기물의 특정상태에 따른 시작일과 종료일을 부여하여 데이터를 삭제하지 않고 수정, 추가하면서 종료일이 가장 큰 데이터가 현재 상태의 데이터가 되도록 관리하고 그 이외의 데이터는 이력으로 관리하는 일련의 데이터 상태변경에 따른 추적이 가능하도록 유지하는 선분이력관리 방법을 적용하였다.

4.2 개발환경

개발환경은 사례분석의 내용과 전문가 의견을 토대로 안정성과 보안성을 고려하여 결정되었다. 서버의 운영체제(OS; Operating System)은 Microsoft Windows 2000 Server, 데이터베이스 관리 체계(DBMS; Database Management System)으로 ORACLE9i Enterprise Edition, 클라이언트-서버 환경 소프트웨어 개발도구로는 MS Visual Basic 6.0, 데이터베이스의 데이터 관리도구로는 ORACLE Discoverer를 선택하였다. 시스템에서는 서버 로그인, 데이터베이스 로그인, 클라이언트 프로그램 디렉토리 설정, 업무 시스템 분류 등의 시스템 개발 환경을 정의하였다.

4.3 분석결과의 반영

각 공정별 흐름도(Flow chart)를 작성하여 데이터베이스와 연동하는 절차를 도식화하였다.

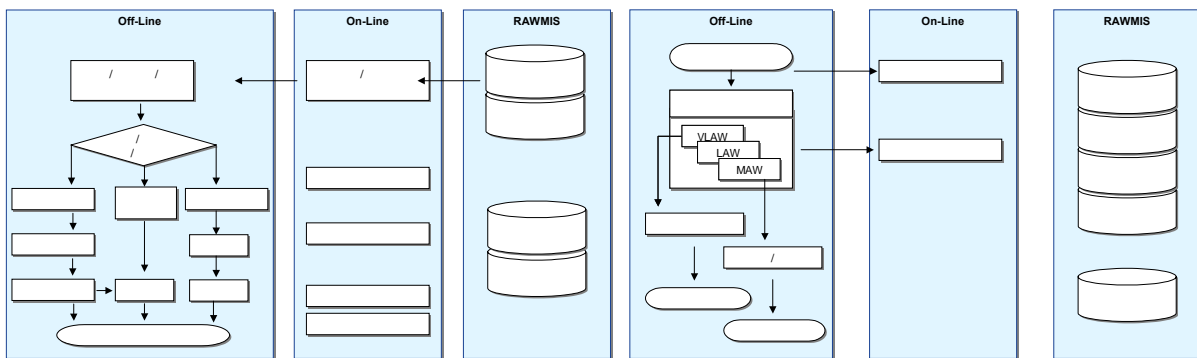


Fig.7 고체폐기물 처리 공정 DB 반영

Fig.8 액체폐기물 처리 공정 DB 반영

4.4 데이터베이스 및 응용프로그램 설계

사례조사, 업무영역 및 데이터 분석을 토대로 설정된 관리항목을 개체(Entry)로 설정하고 객체간의 논리적, 물리적인 관계를 도출하여 데이터의 입·출력 사항을 업무담당자와 결정하는 프로토타입을 설계하였으며 정보 입·출력 응용프로그램을 구현하여 폐기물 업무 담당자와 검토를 마쳤다. 추후 현업의 폐기물 관리 업무나 폐기물 처리시설 확충 등의 사항이 발생 할 수 있으므로 폐기물관리 시스템이 확장 가능하도록 유연한 구조로 설계·구현하였다. 응용프로그램은 사용자 권한 및 코드를 관장하는 시스템관리 모듈, 고체/액체 폐기물 관리를 관장하는 폐기물관리 모듈, 액체폐기물의 증발농축, 아스팔트고화, 자연증발의 처리공정을 관장하는 폐기물처리공정관리 모듈, 내부분서 및 등급(일반출력, 즉시출력, 사용자정의출력)별 보고서출력 등을 관장하는 문서관리 모듈로 구성되었다. 현업에서의 업무분장에 따른 응용프로그램의 등급을 설정하여 각 업무담당자별로 해당 업무에 대한 화면만을 제공하게 된다.

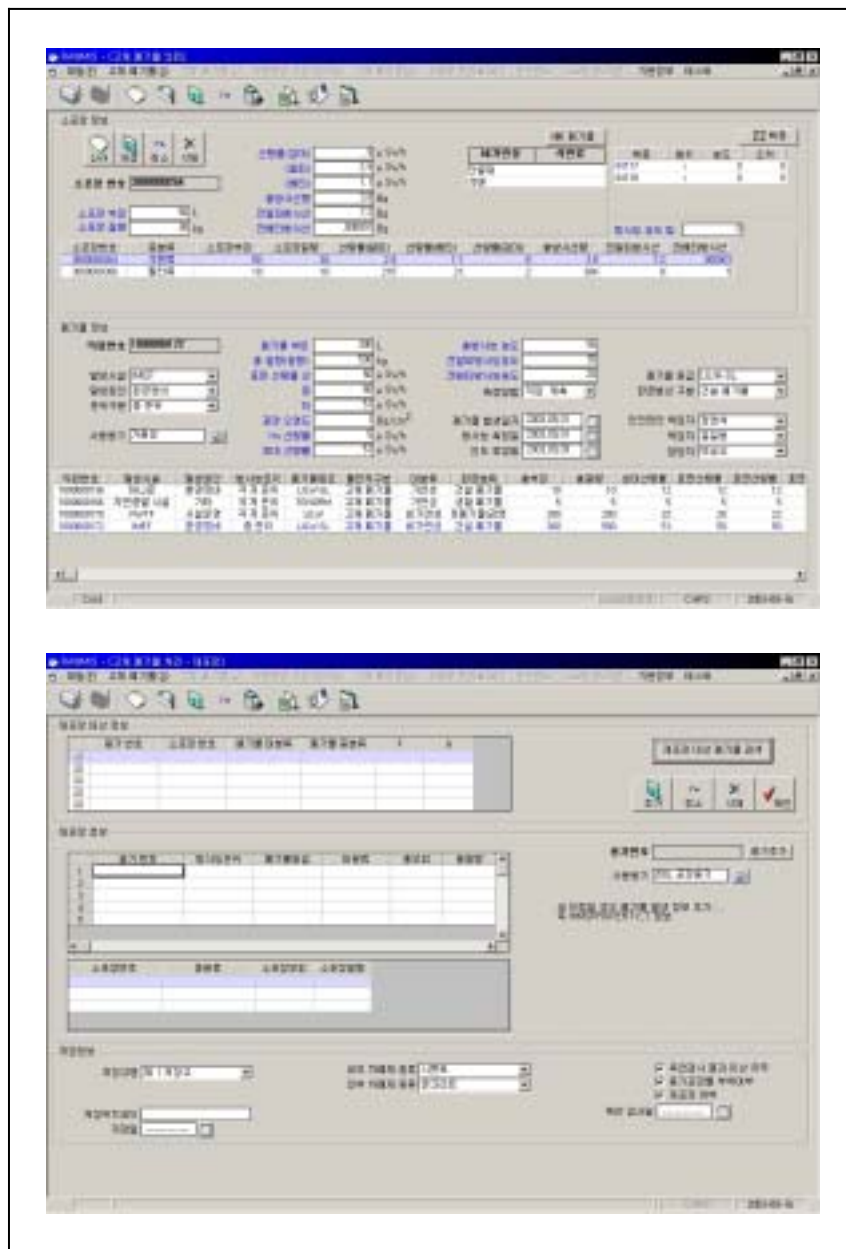


Fig.9 응용프로그램-고체폐기물 처리 관련 화면

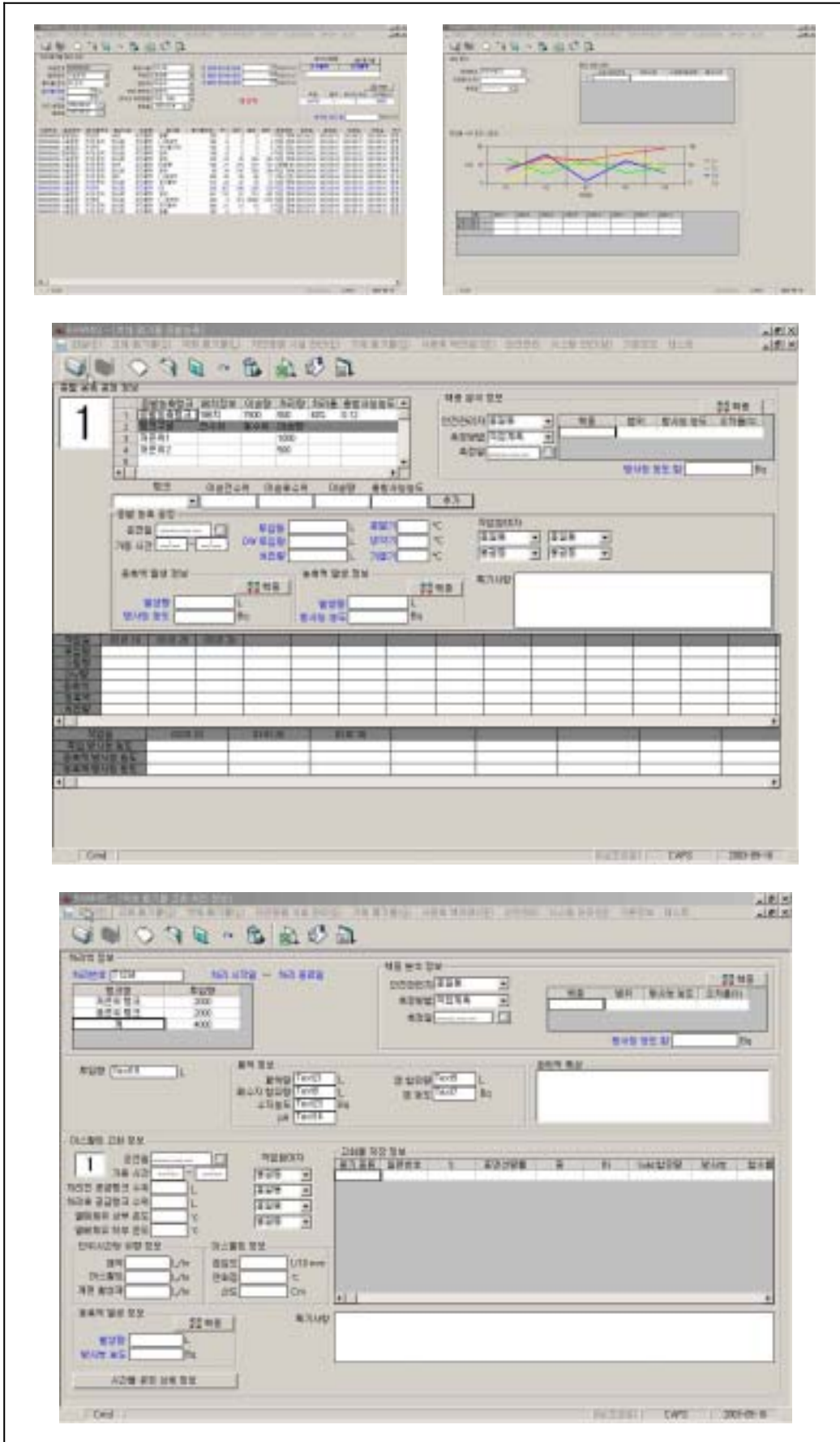


Fig.9 응용프로그램-액체폐기물 처리 관련 화면

5. 결론

방사성폐기물 관리 시스템 및 데이터베이스 설계에 대한 연구결과의 활용에 있어서 과학 기술적 기대 효과로는 연구소에서 발생하는 모든 방사성폐기물의 재고량(inventory) 규명과 물질수지 연구에 처리공정의 데이터를 활용할 수 있다는 것이다. 현업의 담당자가 공정을 운영하면서 실험데이터가 아닌 실제 처리공정상의 데이터를 입출력하는 응용프로그램은 직접적으로 데이터베이스를 제어하고 데이터의 입력과 각종 현황 데이터와 보고서 등의 출력을 원활히 할 수 있도록 데이터베이스와 사용자간의 인터페이스를 제공한다. 특히 현재 국가적으로 추진하고 있는 방사성 폐기물 처분장에 직접적으로 제공이 예상될 자료를 확보할 수 있게 되었다는 점과 함께 그간 관리 체계 미비로 처리공정 및 공정연구에 관련된 자료 수집/정리를 수작업으로 하여 다소 부실했던 방사성폐기물 이력관리 데이터와 관련된 정보관리를 수행할 시스템을 확보할 수 있는 근간이 되어 추후 연구소 폐기물처리시설에서의 다각적인 폐기물처리에 대한 물질수지연구와 공정연구에 근간이 되는 신뢰성 있는 데이터를 제공하고 데이터를 통계적으로 분석, 평가할 수 있는 기반을 마련할 수 있게 되었다.

사 사

본 연구는 과학기술부의 원자력연구기반확충사업 중 “방사성폐기물 안전관리 통합정보시스템의 구현 및 운영” 과제의 일환으로 수행되었습니다.

참고 문헌

1. 김정길 외, “방사성 폐기물 처리시설 운영”, KAERI/MR-387/2002, 한국원자력연구소
2. 이진행, “방사선안전정보체계구축”, 제8회 원자력안전기술정보회의, 한수원(주), 2003
3. 이춘식, “데이터베이스 설계와 구축”, 한빛미디어
4. “방사성폐기물 및 사용후핵연료 안전관리 통합정보시스템 최적체계개발(1단계)”, KINS/HR-477, 한국원자력안전기술원, 2002
5. “방사성폐기물 및 사용후핵연료 안전관리 통합정보시스템 최적체계개발(2단계)”, KINS/HR-477, 한국원자력안전기술원, 2002
6. Kevin Loney, “ORACLE 9i DBA Handbook”, 정보문화사
7. Scott Jesse, “Oracle 9i for Wondows 2000”, 영진닷컴
8. Lick Greenwald, “Oracle Essentials: Oracle 9i, Oracle 8i & Oracl”,e 8, O'REILLY
9. Kerry Watson, “WIPP Waste Information System User’s Guide”, DOE/CBFO 97-2273, Rev.4, Office of National TRU Program, 2002
10. “Waste inventory record keeping system(WIRKS) for the management and disposal of radioactive waste”, IAEA-TECDOC-1222, IAEA, 2001
11. “SWITS data entry and submitted instruction for Hanford Site user”, Hanford Site
12. “Waste Profile Sheets”, Hanford Site
13. “DOE NEWS : Low-level Waste Information Available”, DOE Idaho Operation Office, 1996
14. “Manifest Information Management System(MIMS)”, INEEL
15. “Low-track software-1996”, INEEL
16. R.S.Anderson, “Wiress Handheld Scanners Intergrated with Waste Tracking”, INEEL/CON-2000-00480, INEEL, 2000
17. M.A.ter Huurne, “WIP-III: The Waste Operations Data Management System at AECL’s Chalk River Laboratory”, WM97-36-27, 1997