

방사성 액체폐기물 처리공정 관리 응용프로그램 구현

Implementation of a Management Applied Program for Liquid Radioactive Waste Treatment

이영희, 안섬진, 조한석, 손종식,
한국원자력연구소

요 약

한국원자력연구소에서 발생하는 액체폐기물은 환경으로의 무방출 원칙에 따라 탱크에 임시저장 하면서 증발농축의 감용처리를 거쳐 고체화하거나 자연증발시설을 통해 최종 증발 처리를 한다. 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 부피축소와 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 절약에 도모하고 방사성폐기물에 대한 추적관리 및 처리의 효율성을 향상시키며 정확하고 신속한 정보를 제공하여 방사성폐기물의 물질수지연구에 이바지 할 수 있다.

Abstract

A data collection of a liquid radioactive waste treatment process of a research organization became necessary while developing the RAWMIS(Radioactive Waste Management Integration System) 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

연구소내의 원자로 및 동위원소 생산시설, 조사후 시험시설, 조사재 시험시설, 화학분석시설 및 각 연구실에서 발생하는 방사성 액체 및 고체폐기물을 안전하게 처리하고 있다. 방사성 폐기물 처리시설은 증발농축 및 이온교환 설비와 아스팔트 고화설비를 포함한 액체폐기물 처리시설과 압축, 절단설비, Shredder를 포함하는 고체폐기물 처리시설, 오염기기 제염시설 및 오염피복 세탁시설로 구성되어 있다. 그 외에 극저준위 방사성 액체폐기물을 무방출 개념으로 최종처리하기 위한 자연 증발시설과 고체폐기물 저장고가 있다. 수집된 방사성 액체폐기물은 증발농축 처리하고 농축액은 폐 이온교환수지와 함께 혼합하여 아스팔트 고화한 후 고화체는 폐기물 저장고에 저장한다. 증발농축 후 생성된 증기는 응축시켜 이온교환처리로 잔류방사능을 제거시킨 후, 자연증발시설로 수송하여 최종 증발 처리한다. 특히 액체폐기물의 수집과 처리 부분은 몇 가지 공정을 거치며 관리된다. 이러한 일련의 액체 폐기물 처리절차를 분석하고 과거 문서상의 내용을 데이터화 한 후 발생 특성과 처리공정 상에서 발생하는 데이터를 확보하여 방사성폐기물의 재고기록을 유지하고 물질수지 연구에 활용하고자 데이터베이스와 연동되는 응용프로그램을 구현하였다.

2. 액체폐기물 관리 업무영역 분석

연구소내의 하나로, 조사 후 시험시설 및 각 연구실에서 발생하는 방사성 액체폐기물은 성분 및 방사능 농도에 따라 분류되어 폐기물 처리시설내의 각 저장탱크로 저장된다.

가. 방사성 액체 폐기물 접수

폐기물 처리시설의 방사성 폐액 저장계통은 극저준위 폐액 저장탱크($50\text{m}^3 \times 3\text{기}$), 저준위 폐액 저장탱크 ($60\text{m}^3 \times 3\text{기}$), 중준위 및 부식성 폐액 저장 탱크 (20m^3 , 각 1기) 등으로 구성 되어 있다. 폐기물 발생부서중 조사후 시험시설, 하나로 및 조사재 시험시설은 지하 수송관으로 폐액을 수송하며, 기타 연구실 발생 폐액은 20ℓ 용기를 이용하여 처리시설의 각 저장소에 저장한다. 각 발생부서에서 발생된 폐기물은 이송전 화학 분석 및 방사능 분석을 실시한 후 분석 결과에 따라 적합한 저장탱크를 선택하여 저장한다.

나. 방사성 폐액의 저장관리

발생부서로부터 이송되어 저장된 폐액은 각 저장탱크에 설치된 고수위 및 저수위 경보장치, 수위기록계 등을 통해 중앙집중 제어실에서 수위의 변동을 알 수 있다. 담당자는 저장폐액 관리절차에 의하여 매월 저장탱크의 수위변동사항을 기록하고 매 분기 마다 각 저장탱크 폐액의 시료를 채취하여 화학 및 방사능농도 분석을 분석부서에 의뢰한다. 저장된 폐액은 이 분석결과에 따라 적합한 처리공정으로 처리한다.

다. 증발농축 공정

방사성폐기물처리시설의 증발기는 반회분-강제순환식 (Semi-Batch Forced Circulation) 증발기로서 시간당 약 1m^3 의 액체폐기물을 처리한다. 증발기내의 폐액은 처리된 양만큼 자동으로 공급되어 항상 일정한 수위를 유지한다. 순환펌프에 의하여 가열기를 통과한 폐액은 증발기 내에서 기화하여 상부에 설치된 6단의 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 자연증발시설로 수송되어 최종 처리되고

농축액은 아스팔트고화공정으로 보내어 고화처리한다. 증발농축 공정의 흐름을 요약하면 Fig.1과 같다.

라. 아스팔트 고화 처리

아스팔트 고화 장치는 연속적으로 운전이 가능한 박막증발기 형식이며 아스팔트 고화 공정은 크게 6개의 계통(열매체유 순환, 아스팔트 공급, 폐액 및 폐이온교환수지 저장 및 공급, 아스팔트와 폐액의 혼합 및 박막증발, 증발증기 응축, 아스팔트 고화체 포장 및 반출)으로 구성되어 있다. 전 공정의 흐름을 요약하여 나타내면 Fig.2과 같다. 아스팔트 공정으로 처리되는 폐기물은 폐 이온교환수지, 증발농축 폐액, 중준위 폐액 및 부식성 폐액을 처리한다. 아스팔트 고화법은 기본적으로는 가열하여 용융된 아스팔트와 방사성 폐기물을 혼합하여 물에 거의 불용성인 고화체를 제조하는 것이다.

마. 자연증발 처리시설

방사성폐기물 처리시설의 액체폐기물 증발농축처리 공정에서 발생하는 정제액은 방사성핵종, 농도 및 pH를 분석한 후 액체수송차량을 이용하여 총 저장용량이 860m³인 자연증발시설의 지하 저장조에 저장한다. 정제액 및 극저준위 방사성폐기물을 최종 처리하는 자연증발시설에서는 면과 Polyester가 함유된 합성섬유를 증발매체로 하여 외부의 공기를 강제 송풍시켜 증발시킨다. Fig.3은 자연증발공정의 흐름을 요약한 것이다. 전체적인 액체폐기물의 흐름을 요약하면 Fig. 4와 같다.

3. 액체폐기물 관리 업무영역 분석을 고려한 관리항목 선정

앞서 분석된 결과를 토대로 관리공정을 단순화하여 공정별로 데이터베이스로 관리하고자 하는 항목을 도출하였다. 관리항목은 크게 물질정보, 용기정보, 처리정보, 이송정보, 시설정보로 구분되며 Fig.5에서는 공정별 관리항목을 표현하였다. 세부공정별 관리항목을 도출하기 위하여 각 공정을 단순화한 흐름도를 작성 후 공정흐름절차에 따라 관리하고자 할 데이터를 선정하였으며 Fig.6부터 Fig.8까지 표현하였다.

4. 액체폐기물 정보관리 시스템 구축

가. 폐기물 정보관리 DB 서버 구성

운영체제는 Windows 2000 Server, DBMS는 Oracle 9i를 사용하였고 하드웨어는 Web Server와 DB Server로 구성하였으며 응용프로그램은 Microsoft Visual Basic 6을 사용하여 구현하였다.

나. 각 화면 프로그램 구현

액체 폐기물의 발생분류 상 소량으로 용기에 담아 관리되는 폐기물과 발생시설에서 대량으로 발생되어 지하 배관을 통해 이송/관리되는 폐기물을 구분지어 그 정보를 관리하도록 액체 폐기물의 관리의뢰와 수집을 단위수집과 라인수송으로 분리하였다. 또 각 공정에서 측정하는 항목들을 관리하여 공정일지 작성, 자료 경향, 통계 및 현황파악 등에 활용한다. 각 공정별 응용프로그램의 화면은 Fig.9부터 Fig.12에 제시하였다.

5. 결 론

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 방사성 폐기물 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.

참 고 문 헌

1. 김길정 외, “방사성 폐기물 처리시설 운영”, KAERI/MR-387/2002, 한국원자력연구소
2. 이건행, “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 ra-dioactive 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

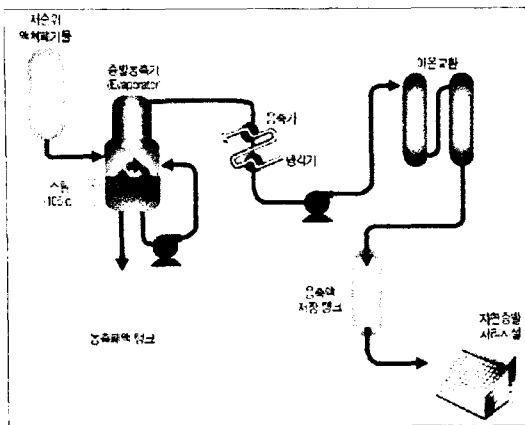


Fig. 1. 증발농축 공정

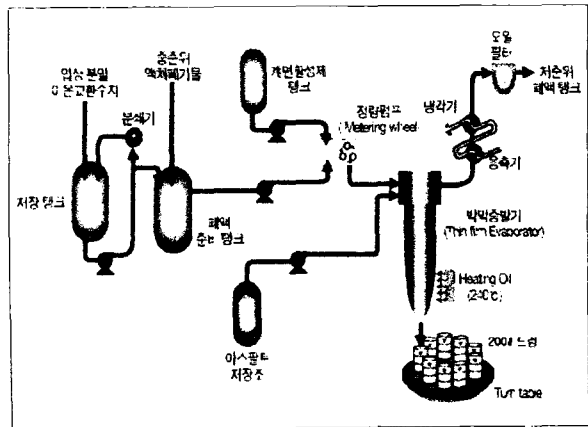


Fig. 2. 아스팔트고화

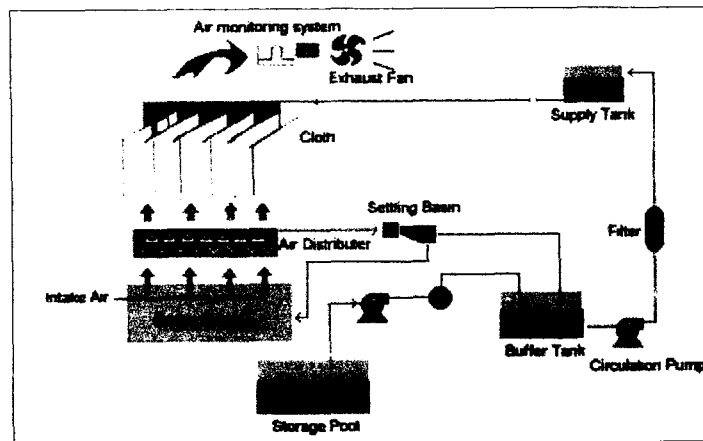


Fig. 3. 자연증발 공정

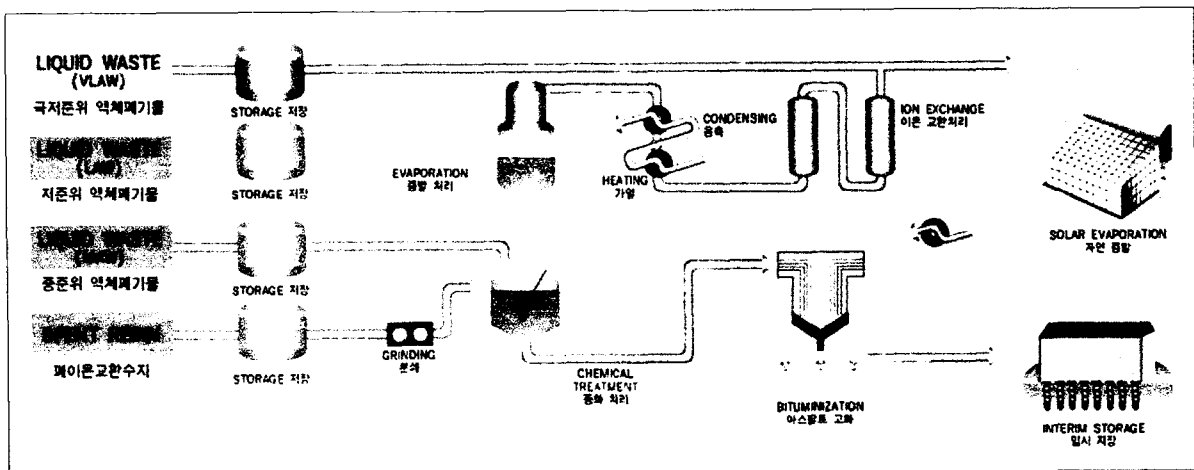


Fig. 4. 액체폐기물의 처리 공정

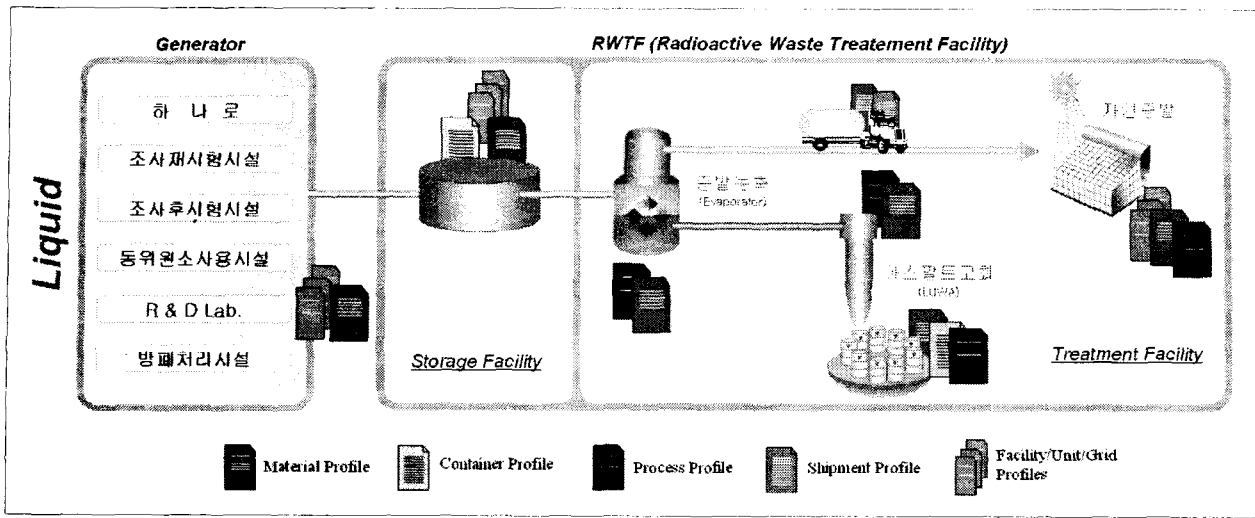


Fig. 5. 공정에 따른 관리항목 선정

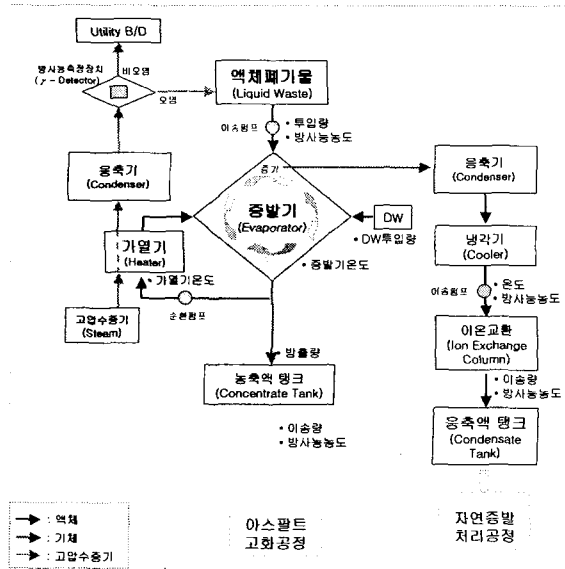


Fig.6 증발농축공정 흐름도

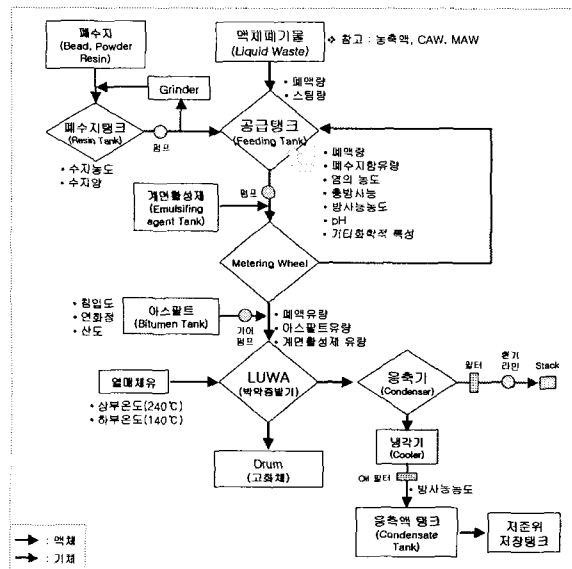


Fig.7 아스팔트고화공정 흐름도

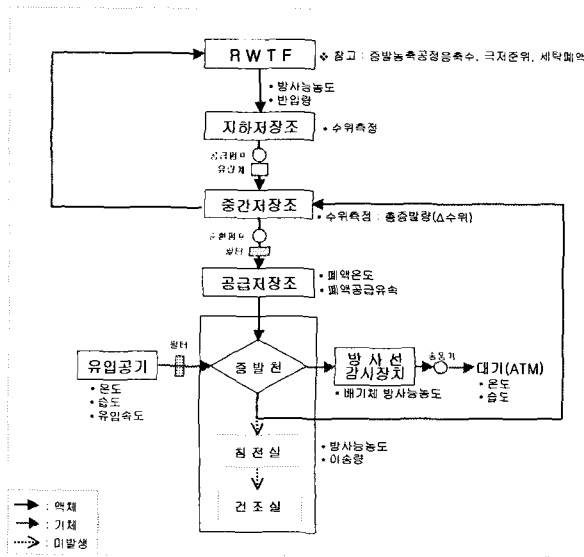


Fig.8 자연증발과정 흐름도

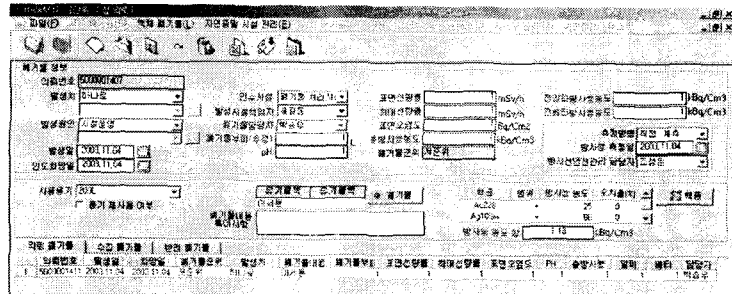


Fig.9 액체 폐기물 관리 의뢰 (단위수집, 라인수송) 화면

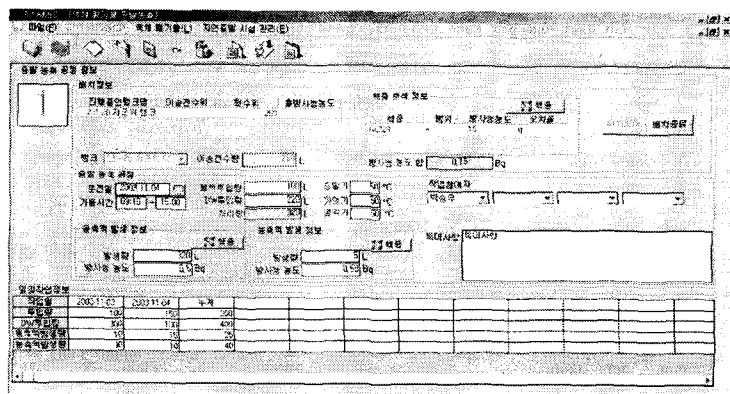


Fig.10 증발농축 공정 화면

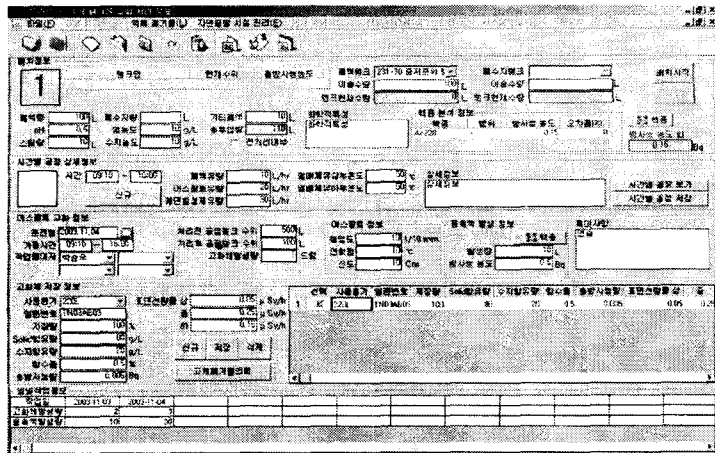


Fig.11 아스팔트 교화 공정 화면

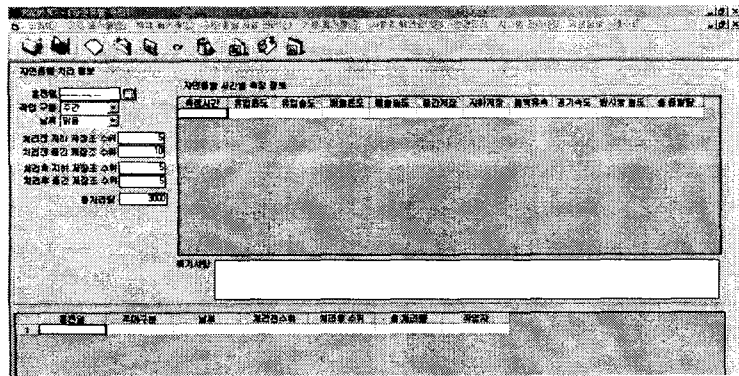


Fig.12 자연증발 공정 화면