

방사성 고체폐기물 관리를 위한 데이터베이스 활용

Implementation of a Management Applied Program
for Solid Radioactive Waste

이영희, 김태국, 강일식, 조한석, 손종식,
한국원자력연구소
대전광역시 유성구 덕진동 150

요 약

한국원자력연구소의 방사성 고체폐기물은 하나로의 운전, 방사성동위원소 생산 및 핵연료주기 시설인 조사후 시험시설, 조사재 시험시설 및 방사성폐기물처리시설의 운영과정에서 혹은 방사성 동위원소를 이용하는 각실험실 등에서 발생한다. 이들 방사성 고체폐기물의 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. 본 연구는 연구소에서 발생하는 방사성폐기물의 발생현황과 이를 수집하여 분류하고 관리하는 과정을 분석하여 도식화한 결과와 이를 토대로 폐기물관리 업무에 맞는 데이터 입출력 프로그램을 설계하여 서류와 인적, 물적 자원의 절약을 도모하고 방사성폐기물에 대한 추적관리 및 처리의 효율성을 향상시키며 정확하고 신속한 정보를 제공하여 방사성폐기물의 물질수지연구에 이바지 할 수 있다.

Abstract

Solid Radioactive wastes are generated from the Post-irradiated Fuel Examination Facility, the Irradiated Material Examination Facility, the Research Reactor, and the laboratories at Kaeri. A data collection of a solid 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. 서론

연구소내의 원자로 및 동위원소 생산시설, 조사후 시험시설, 조사재 시험시설, 화학분석시설 및 각 연구실에서 발생하는 방사성 고체폐기물은 전량 수거하여 안전하게 처리 및 저장하고 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. 그중 고체폐기물은 종류 및 방사능 준위에 따라 고준위폐기물 저장고, 중저준위폐기물 저장고 및 극저준위 폐기물 저장고에 각각 저장하며 고체폐기물의 처리 공정으로는 압축처리공정, 과쇄공정 및 절단 처리공정이 있다. 이러한 일련의 고체 폐기물 처리와 저장관리 현황을 분석하고 과거 문서상의 내용을 데이터화 한 후 발생 특성과 처리/저장관리 상에서 발생하는 데이터를 확보하여 방사성폐기물의 재고기록을 유지하고 물질수지 연구에 활용하고자 데이터베이스와 연동되는 응용프로그램을 구현하였다.

2. 방사성 고체폐기물의 수집, 처리 및 저장관리

가. 방사성 고체폐기물 수집

각 연구부서 및 시설에서 발생하는 고체폐기물은 방사능 준위와 성분에 따라 분류 수집되며 고체폐기물의 표면선량율에 따라 0.2 R/hr 이하를 저준위, 0.2~2 R/hr를 중준위, 2 R/hr 이상을 고준위폐기물로 분류하며 성분에 따라 가연성, 비가연압축성, 비압축성으로 구분한다. 가연성 고체폐기물은 종이류, 섬유류, 플라스틱류, 고무류를 말하며, 비가연압축성 고체폐기물은 알루미늄, 함석, 깡통등 금속류와 초자류로 부피감소가 가능한 물질이며, 비압축성 고체폐기물은 탄소강, stainless강 등 금속류와 시멘트, 돌, 토양등 비금속류를 말한다.

분류된 발생 폐기물은 관리규정의 수집, 포장지침에 따라 고체폐기물은200ℓ용량의 개방형 볼트식 원통형 드럼용기(DOT 17H,Φ571mmx 834mmH) 2~3개의 소포장 단위로 분리, 수집한 후 각 수집물에 꼬리표를 부착하여 넣는다. 포장이 완료된 후 포장용기에 방사선량율, 종류, 주요핵종, 폐기물의 양, 내용물, 폐기일시, 발생시설책임자 및 발생부서를 기록한 방사성폐기물 표지를 작성하여 부착한다.

나. 방사성 고체폐기물의 접수

방사성폐기물 발생부서로부터 폐기물의 관리의뢰 요청시에는 저장고 현장에서 직접 접수를 받기 전에 폐기물담당자가 관리의뢰부서의 현장에서 폐기물의 분류, 수집 및 제출서류의 작성 등 전반적인 폐기물 관리상태를 사전에 검사하고 또한 지도하고 있다. 이에 따라 폐기물의 원활한 관리와 건전성을 확보하고 또한 발생량의 저감화를 기할 수 있다. 고체폐기물은 표1의 방사능 준위 구분에 따라 각저장고에 저장되고 표2의 기준에 따라 분류하여 포장하여 저장하여야 한다. 방사성 고체폐기물의 관리절차와 관리흐름을 도식화 하여 그림 1, 2에 나타내었다.

다. 방사성폐기물 저장고

(1) 고준위 고체폐기물 저장고

Monolith는 고준위고체폐기물(HASW)의 저장고로 고준위 고체폐기물이 자연감쇄(decay)하는 동안 저장하는데 사용된다. 고준위 고체폐기물은 7, 8년후 다시 중준위고체폐기물(MASW) 또는 저준위고체폐기물(LASW)로 분류되어 처리시설에서 방사능 준위와 성분에 따라 처리하게 된다. Monolith는 콘크리트 구조물로서 162개의 well에는 7개의 강철드럼 (Φ

400mm x 500mm)을 채울 수 있으며 따라서 저장용량은 1,134 드럼이다.

(2)중저준위 고체폐기물 저장고

처리시설에서 처리되어 중준위로 분류된 폐기물과 저준위고체폐기물(LASW) 200ℓ 드럼을 저장하며 설치되어 있는 2ton crane으로 높이 4단까지 저장할 수 있다. 저장용량은 총 2,985드럼이며 각 단별 적재용량은 다음과 같다.

저준위 Level 1 : 12 x 57 = 684
Level 2 : 11 x 57 = 627
Level 3 : 10 x 57 = 570
Level 4 : 9 x 56 = 504

2,385

중준위 600

(3)극저준위 고체폐기물 저장고

극저준위 저장고는 `88년 신축된 가로 16m, 세로 22m의 철근 콘크리트 구조에 높이 7.8m의 저장고로 저장용량은 약 2,500 드럼이다.

라. 방사성 고체폐기물 처리공정

(1)압축처리공정

압축성 고체폐기물이나 페드럼등을 압축하여 부피를 줄이는 공정으로서 압축용량 60톤의 압축기를 운용하고 있다.

(2)절단처리공정

부피가 큰 금속성폐기물은 포장 및 저장관리의 어려움이있다. 이들 금속성폐기물을 절단하여 200ℓ드럼에 포장하기 위하여 플라즈마 절단기를 사용하고 있다.

(3)파쇄공정

액체폐기물의 운반용기로 사용되는 20ℓ P.E. 용기는 원상태대로 200ℓ 드럼에 포장할 경우 한 개의 드럼에 4개의 P.E. 용기 밖에 포장하지 못하여 비효율적이였다. 이를 파쇄기(Shreder)를 이용하여 잘게 파쇄하여 드럼에 포장한다.

3. 고체 폐기물 관리 업무영역을 고려한 관리항목 선정

원자력 연구소의 고체폐기물 관리를 위하여 고체폐기물의 수집, 처리, 저장에 이르는 과정을 구성하는 테이블들을 데이터베이스로 관리하고자 발생정보, 저장정보, 처리정보등 다양한 항목을 도출하고 각항에 상세한 세부공정별 관리항목을 추가하여 흐름도를 작성하여 공정흐름 절차에 따라 관리하고자할 데이터를 선정하였다.(그림 3)

4. 고체 폐기물 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. DB Server를 이용한 전반적인 폐기물관리 시스템 구성도는 그림.4에, 그리고 Logical 및 Physical 시스템 구성도는 그림 5와 6에 각각 나타내었다.

나. 각 화면 프로그램 구현

고체폐기물의 발생시 발생자가 고체폐기물 의뢰화면을 작성하는 것을 시작으로 수집, 등록 작업을 거침으로 폐기물 담당자의 확인이 이루어지고 여기서 폐기물의 상세한 내용이 기록되어 보관되어진다. 고체폐기물의 처리화면에서는 고체폐기물의 압축/감용/재포장등 처리과정을 기록하고 관리하기위한 일련의 입력이 이루어진다. 이렇게 입력되어 보관된자료들은 고체폐기물이 최종적으로 처분장으로 이송되어질때 함께 제출해야 할 데이터 이므로 철저한 기록관리가 필요하다.

5. 결 론

방사성폐기물 관리 시스템 및 데이터베이스 설계에 대한 연구결과의 활용에 있어서 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 데이터 베이스를 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.

참고 문헌

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 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

표 1 방사성 고체폐기물의 특성 및 분류

| 준 위 | 구 분 | 고체폐기물 표면선량율, D (mSv / hr) | | |
|--------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| 극저준위 저 준 위 중 준 위 고 준 위 (알 파) | VL LL ML HL a | - $D < 2$ $2 \leq D < 20$ $20 \leq D$ a- Activity (KBq/m ²) | | |
| 종 류 | C IC NC | 가연압축성 비가연압축성 비압축성 | SR SF L SS | 폐수지 폐필터 세탁폐기물 폐기선원 |

표 2 방사성 폐기물의 분류기준

| 구 분 | 종 류 |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 가 연 성 | <ul style="list-style-type: none"> - 종이류 : 휴지, 흡수지, 종이컵 - 섬유류 : 작업복, 면장갑, 솜, 걸레 - 플라스틱류 : 호스, 튜브, 샘플용기 - 고무류 : 고무장갑 |
| 비 가 연 압 축 성 | <ul style="list-style-type: none"> - 유리류 : 비커, 시양병, Test tube - 도자기류 : 용기 - 함석류 : 함석, 캔, 알루미늄 박스 |
| 비 압 축 성 | <ul style="list-style-type: none"> - 금속류 : 공구, 소형장치, 주사바늘, 가위, 칼 - 목재류 : 각목 - 기타 : 토사, 콘크리트 |
| 폐 수 지 | <ul style="list-style-type: none"> - 이온교환수지 |
| 폐 필 터 | <ul style="list-style-type: none"> - 고성능 필터(HEPA Filter), 활성탄 필터 |
| 세 탁 폐 기 물 | <ul style="list-style-type: none"> - 작업복, 방호복, 가운 |
| 폐 기 선 원 | <ul style="list-style-type: none"> - 밀봉선원류, 선원내장기기 |
| 유 기 용 액 | <ul style="list-style-type: none"> - 용제류 : 알코올, 아세톤, 톨루엔 |
| 무기용액 | <ul style="list-style-type: none"> - 각종 염류가 용해된 물 |



Fig. 1 방사성 폐기물 관리절차

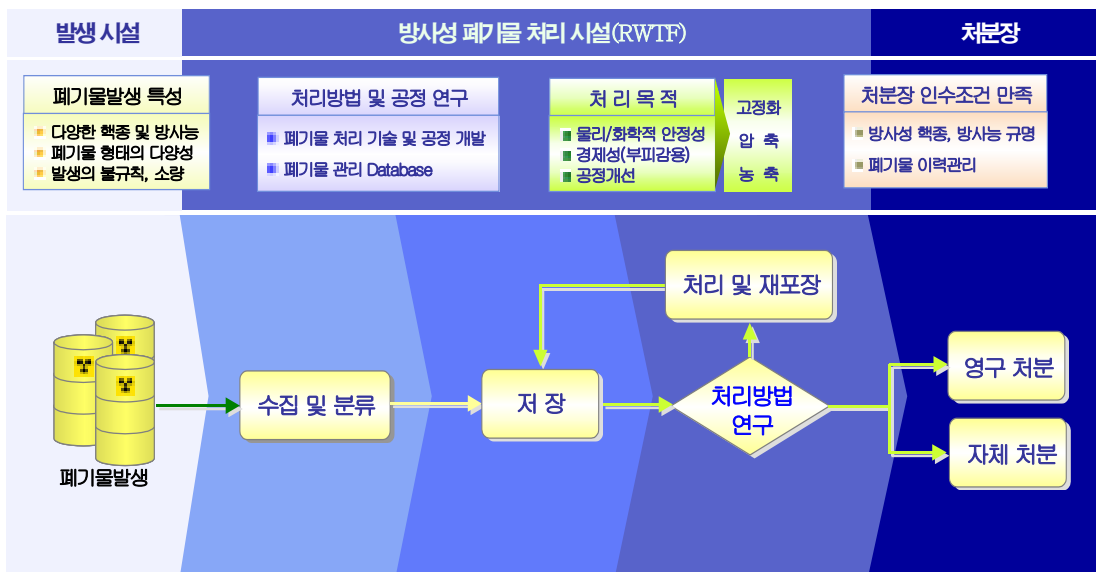


Fig. 2 방사성 폐기물 관리 흐름도

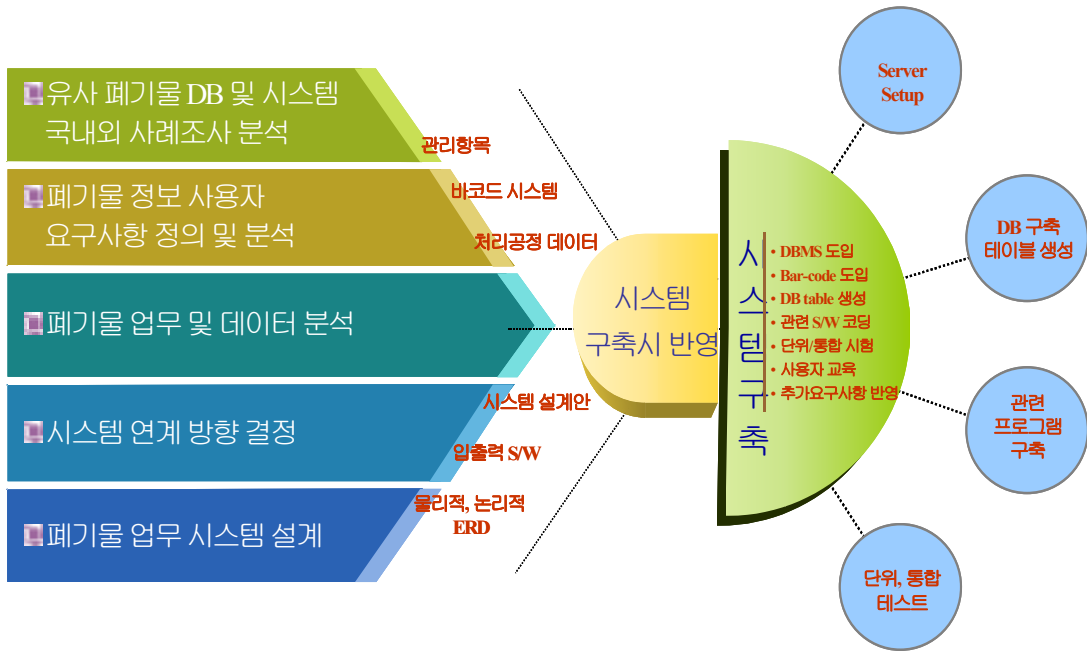


Fig. 3 고체폐기물의 관리체계

연구소폐기물 정보관리 시스템 구축

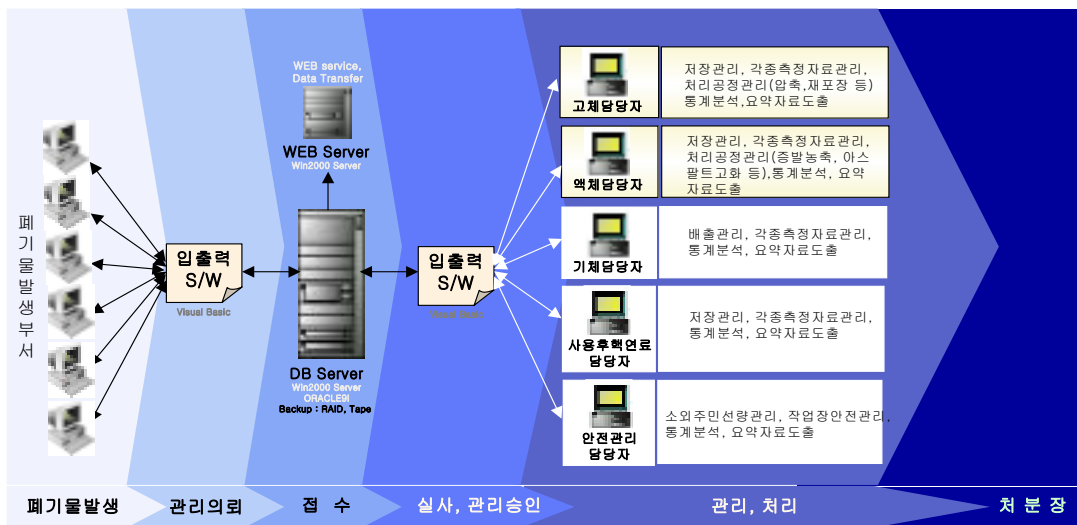


Fig. 4 시스템 개념도

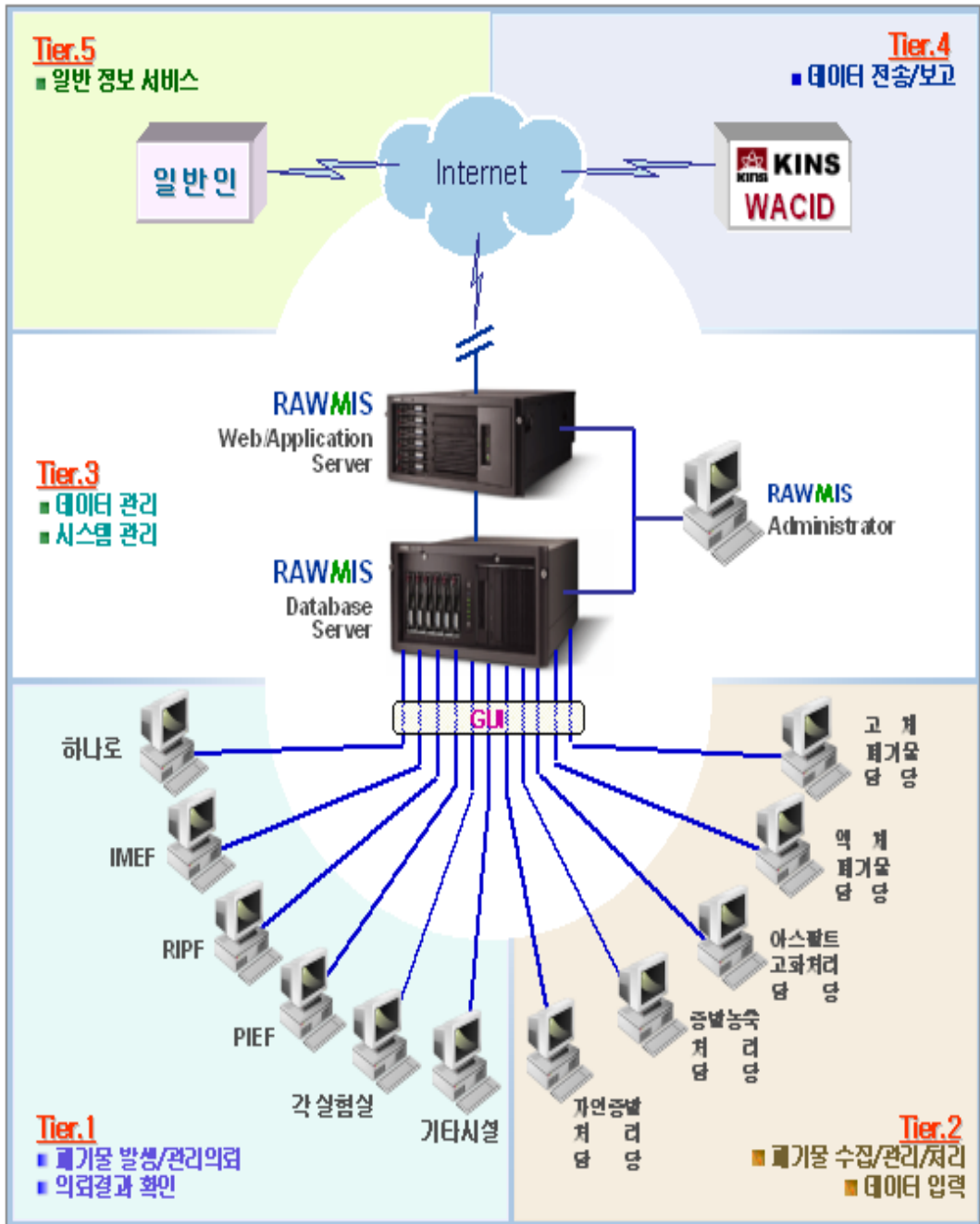


Fig. 5 시스템 구성도(Logical)

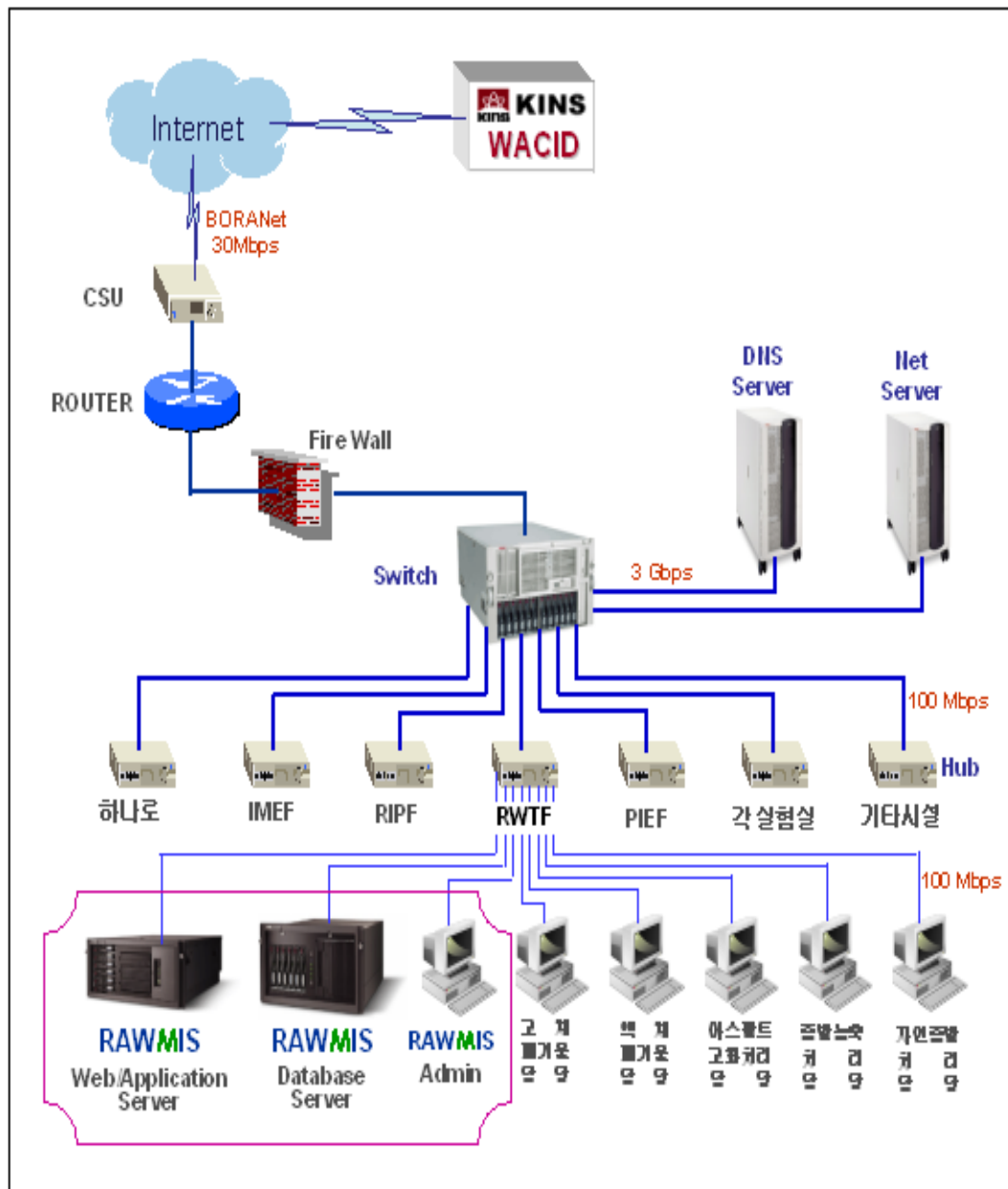


Fig. 6 시스템 구성도(Physical)

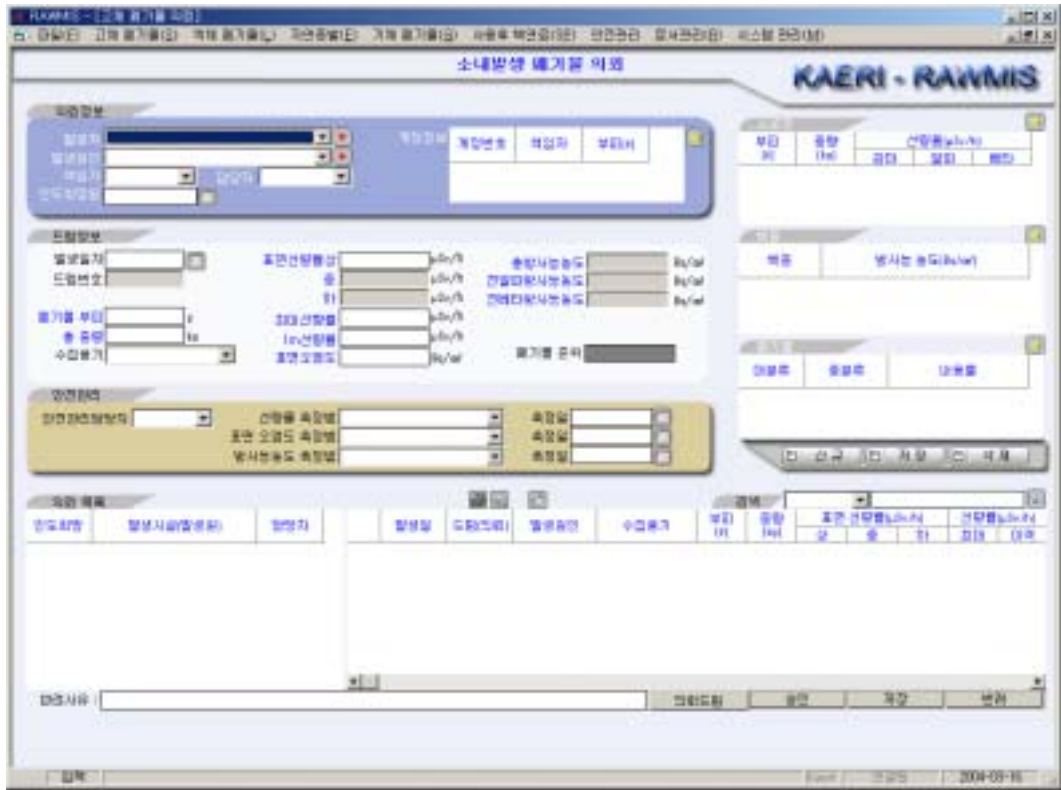


Fig. 7 폐기물 처리 의뢰 화면

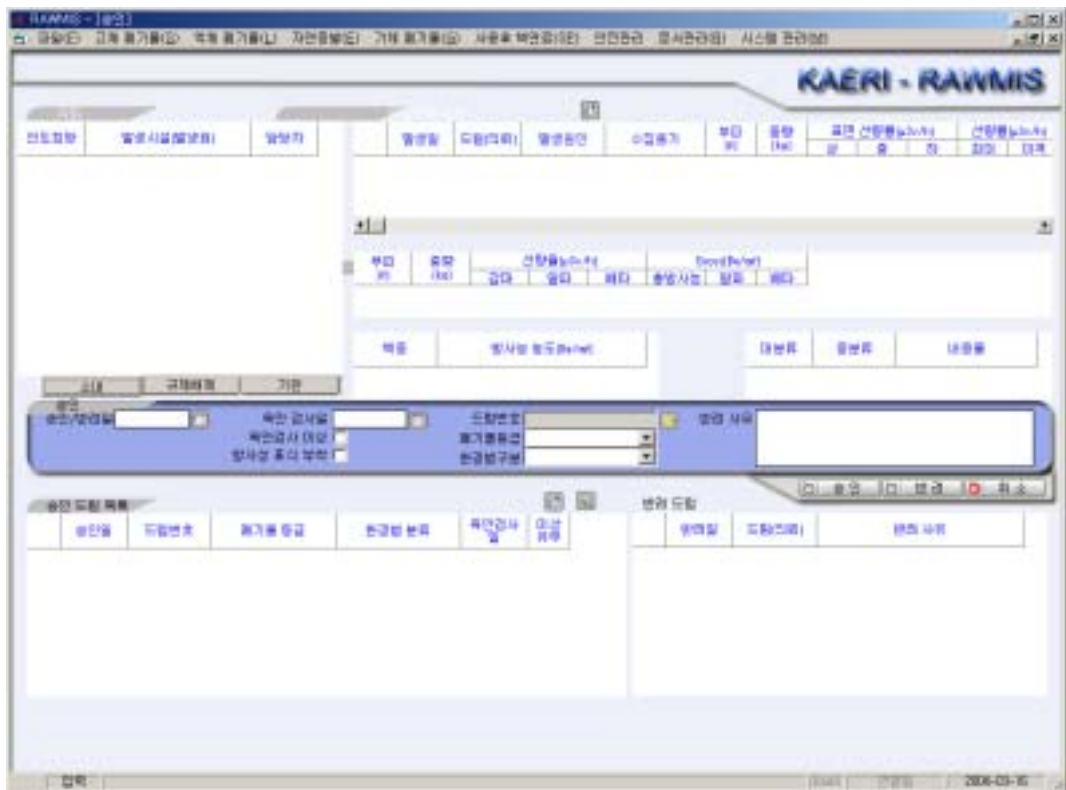


Fig. 8 폐기물 의뢰 승인 화면



Fig. 9 폐기물 저장 화면

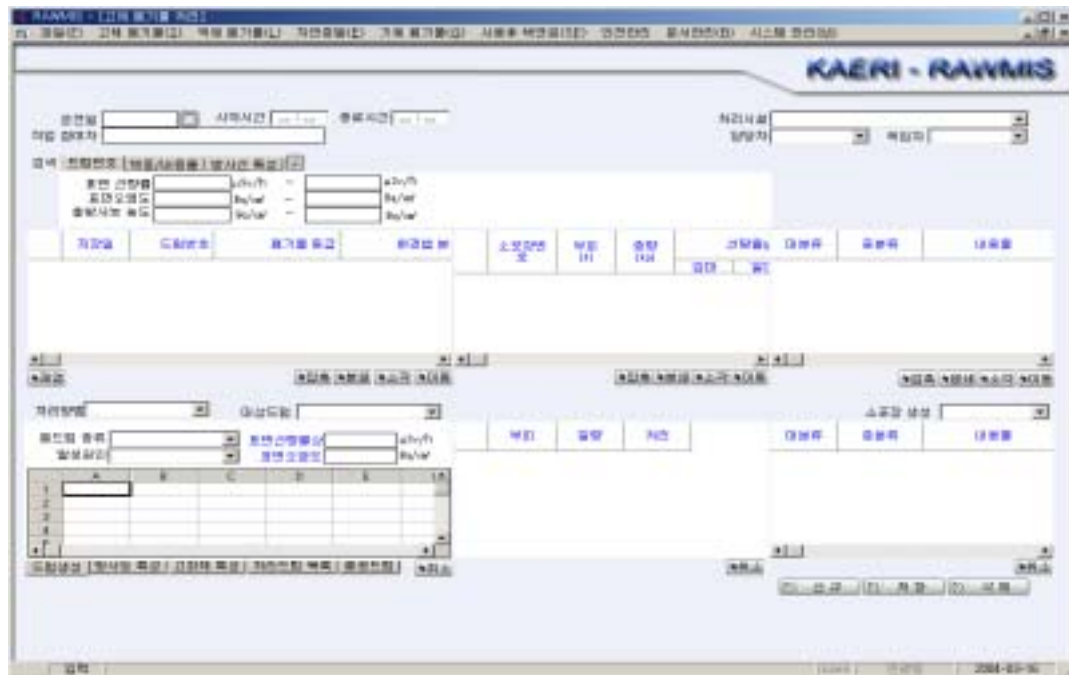


Fig. 10 고체폐기물 처리화면