

연구로 해체 자료 구조 설계

Data Structure Design of Decommissioning on the KRR1&2

박희성*, 박승국, 이근우, 정운수, 박진호

한국원자력연구소
대전광역시 유성구 덕진동 150

요 약

연구로 해체 데이터베이스 시스템의 프로토타입을 설계하기 위하여 출력 및 정보분석 항목들을 도출하였고, 출력과 정보분석항목에 필요한 입력항목들을 선정하였다. 해체 업무에 대한 자료흐름도(DFD : Data Flow Diagram)를 작성하여 해체 업무 프로세스에 따른 데이터의 흐름에 대하여 정의하였고, 사용자들의 다양한 요구조건을 종합하여 예비적인 데이터베이스를 설계하기 위해 개체 관계도(ERD)를 이용하여 데이터 모델링을 확정하였다. 완성된 ERD 모델은 데이터의 중복을 예방하기 위한 정규화 작업의 기초 자료로 활용되었으며, ERD 결과를 데이터 구조 목록으로 변환하여 Prototype을 수행하는데 기초 자료로 확보함으로써 데이터베이스 구조를 최적화하였다. 해체 자료의 입력과 해체 정보의 출력 및 분석을 정확하고 빠르게 처리할 수 있도록 User Interface 설계를 완료하였고, 해체 현장으로부터 얻어진 자료를 mini database로 만든 뒤 이들 자료들을 입력한 후 출력과 정보분석에 대하여 Prototype 구현을 완료하였다.

Abstract

In order to design prototype of a decommissioning database, it has extracted output and analysis item and chosen an input component. DFDs(Data Flow Diagram) are used for portraying the overview of the entire system under development to depicting the detailed processing of a single transaction. ERDs(Entity Relationship Diagram) are used to maintain the integrity and prevent the redundancy of data and also make clear relationships between a various of information. The decommissioning database structure optimized as convert the result of ERD into DSL(Data Structure List). Graphic User Interface made plan for many people to access to decommissioning DB easily. Using small database made from the dismantling activities which including radioisotope production laboratory, concrete hot cell, and lead hot cell during midterm period on 2002, A prototype design for decommissioning database have completed successfully.

1. 서론

한국원자력연구소는 1997년 1월 TRIGA 연구로 폐로 사업을 착수하여 1998년 1월부터 제염 해체 설계 업무를 수행하고 있다[1]. 해체 기술 개발을 목표로 한 연구로 해체 데이터베이스 및 해체 공정 전산모사 중장기 연구 과제가 2001년 8월부터 시작되었다. 1 단계 연구 목표인 개념적 모델링 연구가 수행되면서 해체 데이터베이스 설계의 기초가 되는 해체 정보전략계획(ISP: Information Strategy Planning)이 사용자 요구 사항 분석과 해체 데이터베이스 범위 설정 및 해체 정보 분류 체계 등에 대하여 연구가 진행되었다[2]. 1 단계 연구 결과를 토대로 본 논문에서는 해체 데이터베이스 시스템 구축의 전 단계로써 해체 DB 시스템의 프로토타입 구현을 위하여 해체 자료들에 대한 입/출력 및 정보 평가 시스템을 설계하였고, 해체 데이터베이스 구조 설계 및 최적화를 수행하였으며, user interface 설계와 동시에 해체 DB Prototype을 설계하였다. 프로토타입에 사용된 자료는 연구용 원자로 2호기 시설 내 부속시설 및 동위원소 생산실과 콘크리트 핫셀 그리고 납 핫셀을 해체한 후 발생된 데이터를 이용하였으며, 해체 주요 정보 조회는 시설물별 폐기물 발생현황에 대하여 그래프로 표현하였고, 해체 정보분석은 년도별 작업자 투입 대비 실적을 비교 분석할 수 있도록 프로토타입을 구현하였다.

2. 해체 DB 프로토타입 설계 방법

가. 해체 자료 입/출력 및 정보 평가 시스템 설계

해체 데이터베이스에서 사용될 입력 자료는 다음과 같은 4가지 자료를 종합적으로 검토한 뒤 출력 항목과 분석 하고자 하는 해체 정보 항목을 기준으로 하여 선정하였다.

- 해체 데이터베이스 시스템 사용자나 해체 사업 종사자의 요구에 따라 도출된 주요 정보
- 연구로 2호기 부속시설내 동위원소 생산실의 실험실과 콘크리트 핫셀 그리고 납핫셀 등 해체 현장에서 생성되고 있는 작업일보 내용
- 연구로 1, 2호기 제염,해체 인력수급부문 공사월간진도보고서 자료
- 해체 계획서에 제시하고 있는 입력자료

나. 해체 데이터베이스 구조 설계 및 최적화

데이터베이스 개발에 사용되는 데이터 모델링 도구는 Data Flow Diagram(DFD), Data Dictionary, Entity Relationship Diagram(ERD), State Transition Diagram(STD), Structure Chart, Structured Program Flowchart, Process Specification Tools, Warnier-Orr Diagram(WOD), Jackson Diagram을 비롯하여 약 20개 정도가 있다[3]. 이들 대부분은 구조화된 방식을 채택하고 있다. 이 중에서 해체 데이터베이스에서는 ERD와 DFD를 선정하여 해체 데이터들을 모델링 하였다.

개념적인 데이터 모델링 결과를 물리적인 데이터 모델링으로 전환시키기 위해 데이터베이스 구조 목록과 데이터 저장목록으로 변환하였으며, 프로토타입 설계시 기초 데이터로 사용되는 데이터 정의어 생성은 ERWin 3.5 CASE tool을 이용하여 완성하였다.

다. 해체 DB Prototype 설계

대화설계와 레이아웃 설계를 포함한 시스템 구조 설계를 마친 후 데이터베이스 구현을 위해 프로토타입을 구축한다. 프로토타이핑을 수행하는 목적은 프로토타이핑을 통하여 사용자와 시스템을 미리 검증할 수 있으므로 이 후 단계에서의 재 작업이 감소하여 개발 생산성이 향상되며, 사용자 요구를 준수하게 되어 고품질의 시스템을 구축할 수 있다. 프로토타입의 세부작업 절차는 프로토타이핑 대상 선정, 프로토타입 준비 그리고 프로토타이핑 세션 수행으로 구분된다.

- Prototype의 설계 표준을 설정한 후 해체 시스템 설계과정에서 선정된 입력, 출력 및 정보분석 항목 자료를 기초로 하여 Prototype을 수행하였다.
- 수많은 자료들을 양질의 정보로 변환시켜 필요한 상황에 의사결정을 내릴 수 있도록 지원해주기 위해 User Interface를 수행하였다.
- Prototype 설계에 이용된 S/W로는 MS-SQL 언어를 사용하였으며, User Interface 설계와 layout 제작은 Visual Basic 언어를 사용하였다.
- Prototype 수행에 사용된 데이터는 연구용 원자로 2호기 부속시설 중 동위원소 생산실과 납 핫셀 및 콘크리트 핫셀을 해체한 후 발생된 자료를 이용하였다.

3. 결과 및 검토

가. 해체 자료 입/출력 및 정보 평가 시스템 설계

연구로 1, 2호기 해체 활동으로부터 발생하는 수많은 자료들 중 해체 계획과 관리 정보분석에 중요한 결정 인자들을 해체 관리자나 담당자 또는 일반 사용자들이 조회나 검색을 통해 볼 수 있도록 출력항목들을 시설 정보, 작업 정보, 폐기물 및 방사선학적 정보로 구분한 뒤 다음과 같이 선정하였다.

1) 출력 항목

시설정보	작업정보	폐기물 및 방사선학적 정보
<ul style="list-style-type: none"> • 시설물 현황 • 시설물별 폐기물 발생량 • 시설물별 최대 표면 오염도 및 최대 공간 방사선량률 • 시설물별 공기 오염도(시간별) • 시설 내, 외부 방사선량률 	<ul style="list-style-type: none"> • 투입인력 <ul style="list-style-type: none"> - 기관별, 시설별, 기간별, 직종별 • 단위 작업 생산 계수 (단위 작업별 인력 투입 공량) 	<ul style="list-style-type: none"> • 폐기물 종류별 분포 • 방사능 준위별 폐기물 분포 • 폐기물 처리과정별 분포 • 용기별 함유 핵종 분포 • 방사화 물질의 방사능 및 비방사능의 총량과 함유된 핵종 • 액체 폐기물 오염도 분포

2) 해체 정보 분석 항목

연구로 해체활동을 정량적으로 분석하기 위한 정보분석항목을 다음과 같이 선정하였다.

- 비용정보분석 : 장비 및 소요기자재 비용, 해체작업 및 관리비용, 폐기물 관리비용 등을 종합적으로 분석 평가.
- 폐기물 및 방사선/능 정보분석 : 작업자 피폭선량 및 폐기물에 함유된 핵종 등을 평가.

3) 입력 항목

입력자료는 원자력 1, 2호기 부속시설 및 원자로 실과 주변시설에 대하여 시설 정보, 작업 정보, 폐기물 정보, 그리고 방사선학적 정보로 구분하여 세부 항목들을 도출하였다..

- 시설정보
 - 시설명, 위치(건물별, 층별, 위치별, Room별), 재원(규격, 크기), 재료
 - 해체전.후 시설의 사진 또는 영상자료
- 작업정보
 - 작업자 구분 : 감독, 전문가, 방사선안전관리자, 일반작업자, 기타
 - 작업자 개인 정보 : 회사, 직급, 이름, 주민등록번호, 주소, 전화번호
 - 작업자 시간 및 투입 장소 : 시설별, 공정별, 해체 대상물 별
 - 투입 장비 및 해체 비용
 - 작업자 예상 피폭선량 및 작업자 실 피폭선량
- 폐기물정보
 - 폐기물 특성 : 발생시설, 발생일시, 무게
 - 폐기물 종류 : 고체(가연성, 비가연성), 액체, 규제해제 방사성폐기물
 - 폐기물 저장 용기: 용기 종류, 수량, 규격, 지급 승인 날짜, 담당자, 관리 책임자
 - 처리 방법 : 고체폐기물 압축, 제염방법, 자연 증발, 고화, membrane
- 방사선학적 정보
 - 표면 오염도: 공기 오염도, 유리성 오염도(알파 ,베타), 고착성 오염도, 방사능 농도,공간 방사선 선량률
 - 폐기물 내 핵종 분석: 폐기물 종류, 핵종, 농도

나. 해체 데이터베이스 구조 설계 및 최적화

1) 개체관계도(ERD: Entity Relationship Diagram)

해체데이터베이스 구조를 설계하기 위하여 개체 관계도(ERD)를 이용하여 해체 자료를 모델링 하였다(그림 1). 개체 관계도를 그리는 목적은 해체 자료의 무결성과 데이터의 중복에 따른 이상 현상(Anomaly)을 방지하기 위함이며, 개체 관계도는 개체(Entity)와 관계(Relationship)로 구성된

다. 여기서 개체는 사용자 요구사항으로부터 도출된 해체 중요자료를 의미하며, 관계는 일반적으로 1:1, 1:N 또는 N:M 형태를 갖는다. 예를 들면 시설 정보와 폐기물 정보는 1:N의 관계를 갖는데 하나의 시설에서 여러개의 폐기물이 발생함을 의미한다. 그림에서와 같이 연구로 시설의 한 부분을 해체할 경우 시설정보가 가지는 개체는 해체 작업정보와 폐기물 정보와 관계를 가진다. 또한 폐기물 정보는 방사학적 정보, 폐기물 방사학적 정보, 용기 정보, 그리고 방출 핵종 정보와 관계를 지닌다. 하나의 개체에서 발생하는 자료가 여러 정보들간의 관계가 형성되기 때문에 이들의 관계를 명확하게 구분하지 않게 되면 데이터들의 중복성과 무결성 원칙에 위배되기 때문에 데이터베이스의 기능을 저하시키는 원인을 초래할 수 있다. 데이터 구조의 최적화를 위해 다음과 같이 데이터 정규화 과정을 수행하였다.

- 제 1 정규형 : 한 정보에 포함된 속성타입 집합을 분할하여 반복그룹을 갖는 속성타입을 분리

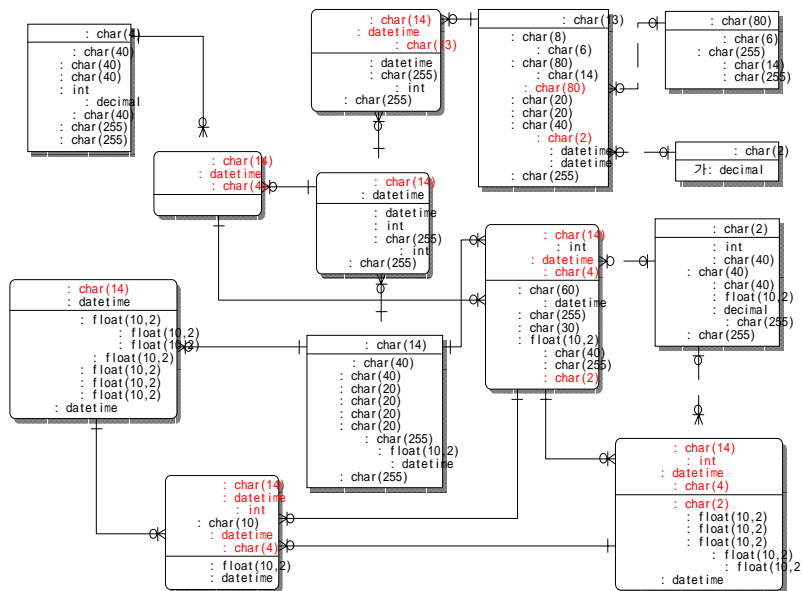


그림 1. 해체 정보들간의 개체 관계도(ERD)

- 제 2 정규형 : 각 정보마다 고유의 key값을 가지게 있는데, 이 key값의 일 부에만 속성타입을 분리
- 제 3 정규형 : 각 정보의 key값이 아닌 다른 속성타입에 종속적인 속성타입을 분리
- 제 4 정규형 : 특정값(또는 범위)을 갖는 경우에만 존재하는 속성타입을 분리

2) 자료흐름도(DFD: Data Flow Diagram)

해체 데이터베이스 시스템 관리자와 해체 담당자 그리고 일반 사용자들이 연구로 해체 활동에서 발생하는 자료들을 입력, 조회, 수정, 삭제하는 일련의 과정을 자료 흐름도(DFD)(그림 2)로 나타내었다. 해체 데이터베이스에서 고려된 자료 흐름도(DFD)는 시스템부터 선정된 4개의 정보들을 포함하고 있으며, 각 정보들은 depth 4의 process를 갖는다.

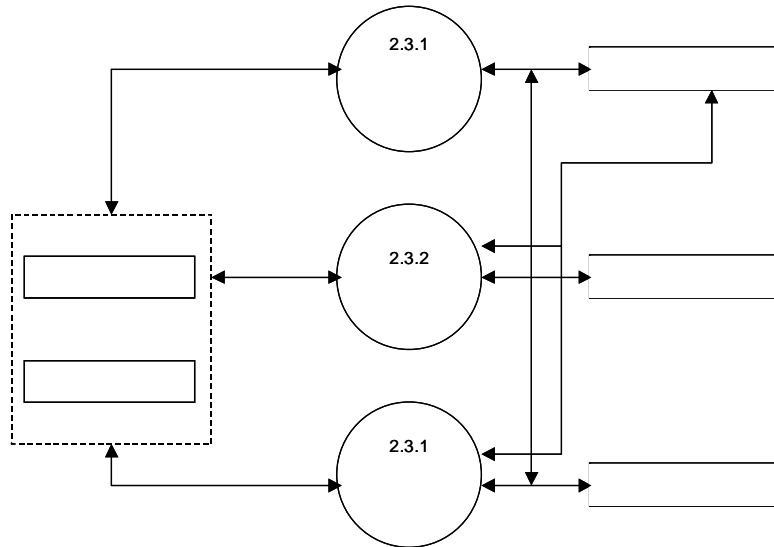


그림 2. 해체 데이터베이스 시스템의 자료 흐름도

3) 데이터구조목록(DSL: Data Structure List)

해체 자료들에 대하여 정규화 과정을 수행한 후 해체 정보들간의 관계도(ERD)를 데이터 구조 목록(DSL)으로 변환하였다. 데이터 구조 목록으로 변환하는데 필요한 기술 요소는 개체 관계도의 변환과 속성 변환 그리고 관계 변환 등이 있다. 개체 관계도 변환은 정의된 개체 타입이 프로그램에 필요한 record 타입으로 변환되는 것을 의미하며, 속성 변환은 프로그램에 필요한 데이터 유형으로 변환이 되고, 관계 변환은 개체와 개체와의 관계가 일대다(1:M)인 경우 다 측의 record 타입에 외부키(Foreign)를 생성한다.

다. 해체 DB Prototype 설계

1) User Interface 설계

사용자의 편의성과 보안성을 위하여 Client/Server 형태로 설계하였으며, 최소한의 접근으로 원하는 정보를 빠르게 찾을 수 있도록 User Interface를 설계하였으며 사용된 도구는 다음 같다.

- 개발언어 : Microsoft Visual Basic
- 운영환경 : Microsoft Windows 2000 Server
- DBMS : Microsoft SQL Server 200

가) 초기화면

초기 화면을 그림 3에 나타내었다. 왼쪽에 위치한 Browser는 해체 대상물인 원자로 1, 2호기 부속시설과 원자로 실 그리고 주변시설들을 나타내고 있으며, 오른쪽 도면을 통해 실제 해당 시설물의 위치를 직접 눈으로 확인할 수 있도록 하였다. 예를 들면 연구로 2호기 부속시설 내 동위원소 생산실 내 132호 실험실을 Browser에서 선택하게되면 오른쪽 도면에서 해당 실험실이 파란색으로 표시가 된다. 132호 실험실의 위치를 확인한 후 132호를 해체하면서 발생된 모든 정보를 보기 원한다면 현 위치에서 마우스를 두 번 클릭하면 구조도 화면이 그림 4와 같이 개략정보로 바뀐다. 이 화면으로부터 132호 실험실에 대한 시설 및 작업자 정보와 방사선학적 및 폐기물 정보에 대한 개략적인 정보를 추적할 수가 있다.



그림 3. 해체 DB 초기화면

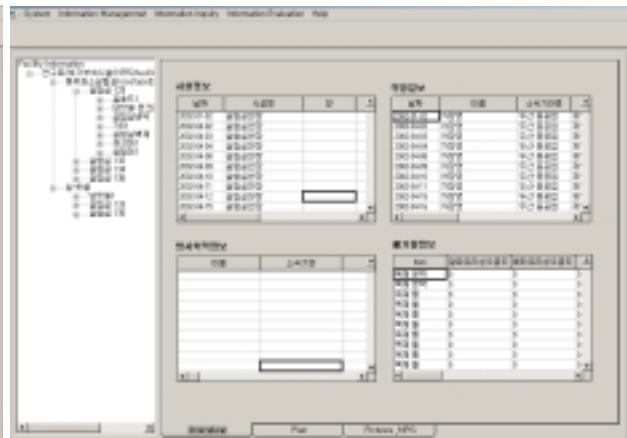


그림 4. 해체 DB 개략 정보화면

나) 해체 자료 입력 화면

메뉴 바 중 해체 정보관리를 선택하게되면 부 메뉴가 나타나게 되는데 예를 들면 이 중 해체 작업관리를 선택하게 되면 그림 5와 같은 화면이 나타나게 된다. 현재 화면에 보이는 자료들은 해체 활동 현장에서 만들어진 엑셀 자료를 해체 DB로 옮겨온 자료들이며, 새로운 자료가 발생하였을 때는 등록 버튼을 누르고 자료를 입력하면 된다. 또한 현 화면에서 하나의 레코드를 double click 하게 되면 그림 6과 같은 화면이 나타나게 되는데, 이 화면에서는 폐기물 종류별로 이미 등록된 자료의 현황을 보여주고 있으며, 새로운 데이터가 있을 경우 대비하여 자료를 입력하도록 되어있

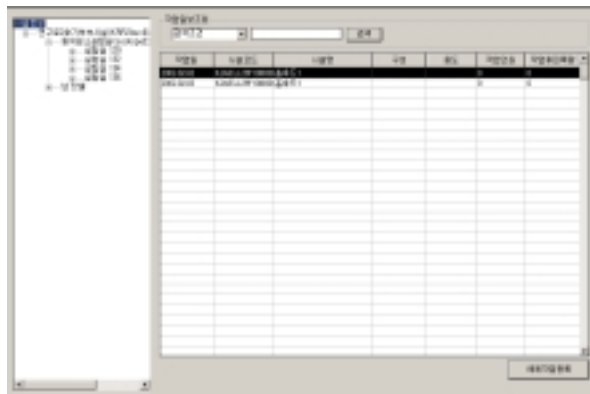


그림 5. 해체 작업 관리 입력 화면

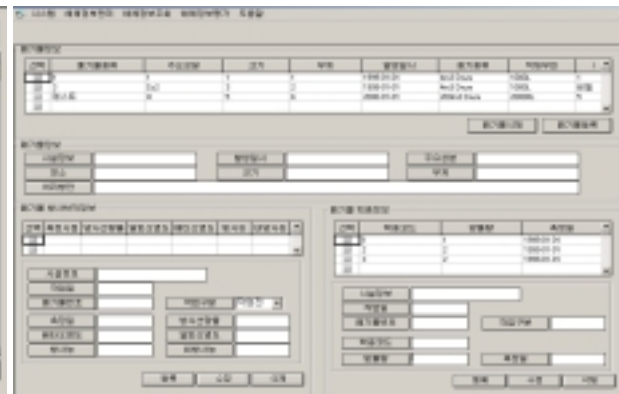


그림 6. 해체 폐기물 정보 입력 화면

다. 나머지 다른 해체 주요 정보들 역시 이러한 방식으로 자료를 입력하게 된다.

다) 해체 정보 출력 화면

그림 7은 동위원소 생산실 내 실험실 132호실의 폐기물 발생 현황을 보여주고 있다. 이 그림에 대한 실제 데이터는 도표 왼쪽에 있는 내용 란에 있다. 해체 데이터 베이스 시스템에서 보여주고자 하는 해체 주요 정보는 해체 대상물별 표면 오염도 현황 및 방사선량률 그리고 폐기물 종류별 현황, 방사능 준위별 현황, 용기별 함유 핵종 등을 고려하고 있다. 이들에 대한 정보를 보기 위해서는 해체정보조회를 선택한 후 해당 정보를 click 하면 오른쪽과 같은 그림이 만들어지게 된다.

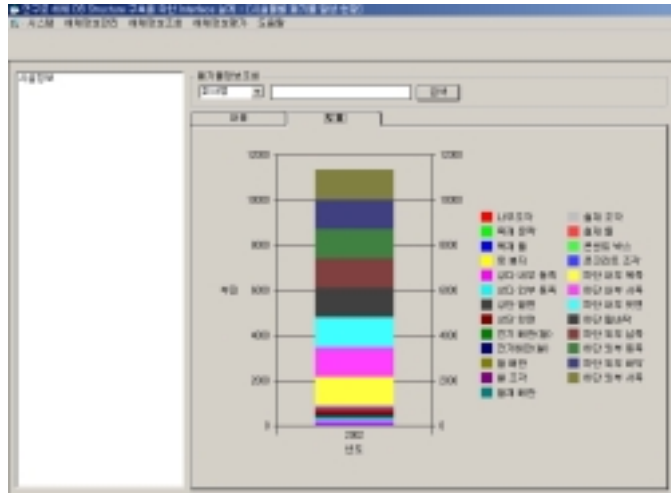


그림 7.폐기물 발생 현황(실험실 132호)

라) 해체 정보 분석 화면

그림 8은 년도별 해체 작업자의 해체 현장 투입 계획 대비 실적 현황을 5개의 직종별로 분포도를 보여주고 있다. 이 그림으로부터 해체 현장에 투입된 해체 작업자의 총 근무 일수를 확인할 수 있기 때문에 이 결과에 이어 작업자의 인건비를 평가할 수 있다.

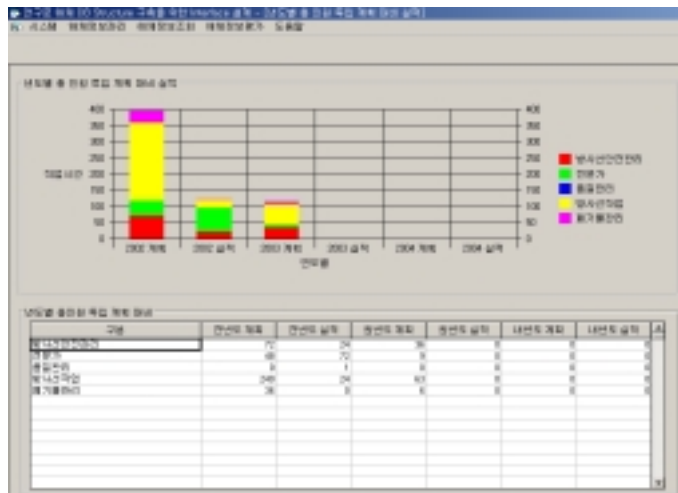


그림 8. 년도별 작업자 투입 계획 대비 실적

4. 결론

해체 데이터베이스 시스템의 프로토타입 구현을 위해 해체 자료관리와 해체 정보분석에 기초 자료로 활용될 수 있는 입·출력 항목을 도출하였으며, 해체 데이터 모델을 정규화 하여 해체 자료의 무결성과 중복 방지의 원칙을 준수하였고, 해체 데이터 흐름도와 개체 관계도를 이용하여 해체 데이터 모델링 및 해체 데이터 구조 목록을 수행하여 해체 데이터베이스 구조 설계를 최적화하였다.

수많은 해체 자료들을 양질의 정보로 변환시켜 필요한 상황에 정확한 의사결정을 내릴 수 있도록 하기 위해 입력, 출력 및 정보분석 항목에 대하여 User Interface를 설계하였고, 연구용 원자로 2호기 부속시설을 해체 한 후 발생된 현장 데이터를 이용하여 Prototype을 구현하였다.

감사

본 연구는 과학기술부의 원자력연구 개발사업의 일환으로 수행되었음.

참고문헌

1. 정기정 외., "연구로 1호기 및 2호기 폐로사업 해체 계획서", KAERI/TR-1654/2000
2. 박희성 외., "연구로 1&2호기 해체 정보 분류 체계 및 개념적 모델링", proceedings of the korea society of information technology applications, pp 85-86, May, 2002
3. John G. Burch, "Systems Analysis, Design, and Implementation", Boyd&Fraser publishing company, 1992