

# 해체 데이터베이스 시스템 및 프로토타입 설계

박희성\*, 박승국\*, 이근우\*, 김영도\*, 서중석\*

H.S Park, S.K Park, K.W Lee, Y.D Kim, J.S Seo

요약 해체 데이터베이스 구조 설계를 위하여 입력과 출력 항목 및 평가 대상 항목을 선정하였다. 해체 활동으로부터 발생하는 수많은 해체 정보들을 코드화하였다. 데이터베이스 구축에 사용되는 설계 도구들을 검토한 후 20 여가지 설계 도구들 중 범용적으로 사용되고 있는 모델링 도구를 이용하여 사용자 요구사항으로부터 도출된 주요 해체 정보들간의 관계를 ERD(Entity Relationship Diagram)를 사용하여 규명하였으며, DFD(Data Flow Diagram)를 이용하여 해체 DB 시스템의 프로세스 흐름을 파악하였다. 해체 데이터베이스 구현의 원활한 진행을 위해 프로토타입을 설계하였다.

## 1. 서론

서울 공릉동에 위치한 연구용 원자로 1호기(TRIGA MARK II)는 1955년 미국이 체네바 국제회의에서 우방국에 원자로 건설을 제의함에 따라, 1958년 12월 General Atomic사와 도입계약을 체결, 1959년 7월에 착공하여 1962년 3월 19일 첫 임계에 도달한 연구용 원자로이다. 본 연구용 원자로는 1969년 초기의 100KW에서 250KW로 용량이 증가하였으나 용량이 더 큰 원자로의 필요성이 대두되어 1972년에 2MW급 연구용 원자로 2호기(TRIGA Mark-III연구로)를 준공 후 가동하였다. 과학기술부는 30MW 급 다목적 연구용 원자로인 하나가 1995년 가동에 들어감에 따라 연구용 원자로 및 주변시설 부지를 제염 해체하기로 결정하였다. 이에 따라 한국원자력 연구소는 1996년 하반기에 연구로 1, 2호기의 제염 해체를 위한 사업계획서를 작성 과학기술부에 제출하였으며, 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 해

체 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 user interface 설계를 위하여 해체 데이터베이스에 사용될 입,출력 데이터 및 평가 항목을 설정하였으며, 데이터베이스 모델링 도구의 일종인 개체관계도(ERD)와 자료 흐름도(DFD)를 선정하여 해체 데이터베이스 구조 설계에 필요한 기초자료를 완성하였다.

## 2. 입,출력 자료 및 평가 항목

### 가. 입력 자료 설계

#### 1) 입력 설계

입력 설계는 일반적으로 3단계 순서로 진행된다. 첫 번째 단계는 입력정보의 확인 단계로서, 정보원에 대한 확인과 데이터 특성의 이해 및 입력항목의 결정 등이다. 두 번째 단계는 입력 방

\* 한국 원자력 연구소

식과 정보 수집 방식 그리고 오류를 체크하는 기본 방식의 결정 단계이고 세 번째 단계는 원시자료와 입력 매체와 같은 입력형식을 결정하는 단계이다.

## 2) 코드

정보를 컴퓨터로 처리하기 위해서는 부호화할 필요가 있으며, 부호화의 수단으로는 코드가 있다. 코드는 사물을 표현하는 기호 또는 부호화된 정보로서 입출력 데이터에 포함되는 여러 항목을 결정하여 코드화하고 컴퓨터에 의한 처리 시스템을 보다 효율적으로 이용, 기계적 처리의 오류 확인 및 데이터의 수정을 용이하게 할 수 있다. 코드의 장점은 입력 데이터들을 코드화함으로써 복잡한 데이터를 간소화할 수 있으며, 데이터간의 식별을 쉽게 할 수 있고, 일정 기준에 의한 데이터를 배열하는데도 편리하다[4]. 코드의 종류로는 순차 코드(sequential code), 구분 순차 코드(block sequential code), 십진 분류 코드(decimal code), 그룹 분류 코드(group classification code), 연상 기호 코드(mnemonic code), 약자 코드(letter type code), 표의 숫자 코드(significant digit code), 특정 행 분류 코드(final digit code), 암호 코드(cryptic code), 바코드(bar code) 등이 있다[5].

## 나. 출력 자료 설계

출력 설계의 목적은 수많은 자료들을 양질의 정보로 변환시켜 필요한 상황에 의사결정을 내릴 수 있도록 지원해주는 데 있다. 양질의 유용 가능한 정보가 되기 위해서는 사용자들이 원하는 정보들을 쉽게 얻을 수 있도록 접근이 용이해야 하며, 적시에 정보를 보여주어야 한다. 따라서 사용자의 입장에서 그들의 특성을 이해하여 사용하고자 하는 목적을 만족시킬 수 있도록 필요한 기능과 필요로 하는 항목과 출력 형태를 확인하여 출력매체와 출력제공주기, 출력방법, 보안을 위한 제한조건 등을 결정한다. 출력 형태로는 크게 문서로 나타내는 레포트와 스크린 출력으로 구분할

수 있다. 일반적으로 많이 사용되는 레포트는 Filter report와 responsibility report 가 있다. 수치 데이터를 스크린상에 나타낼 수 있는 방법은 scatter graph, line graph, bar graph, sectograph 그리고 picture graph 등이 있다. 총량을 분할해서 표현하는 sectograph는 주로 pie chart와 layer chart로 구분하여 사용된다. 또한 기존의 tabular report와 graph를 결합한 table과 matrice 형태가 있다[3].

## 3. 데이터베이스 설계 도구

### 가) 설계 도구

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. 이들 대부분은 구조화된 방식을 채택하고 있다. 이 중에서 해체 데이터베이스에서는 ERD와 DFD를 선정하여 해체 데이터들을 모델링 하였다.

### 1) 개체 관계도 (ERD: Entity Relationship Diagram)

개체(Entity)란 업무 활동을 지원하기 위해 정보가 필요할 때 그것을 표시하는 개념 또는 사람, 사물, 장소, 사건 등을 말하며, 그것을 설명하거나 나타내기 위해 한 개 이상의 속성(attribute)을 가진다. 모든 개체들은 인스턴스(instance)들의 집합을 가지며, 다른 개체의 인스턴스들과 서로 서로 명확하게 구분된다. 다시 말해, 그들의 키는 서로 다른 값을 가진다. 개체간의 관계를 명확하게 하는 것은 업무 분석 전문가와 함께 요구 사항을 검토하는 데 있어서 필수적이며 자료 모형의 총체적인 부분이다. 관계(relationship)이란 업무규칙을 나타내는 두 개의 개체 사이에 포함된

의미있는 관련을 나타내는 것으로 동사 또는 동사절로 표현되고, 두 개의 관계는 개체 사이를 직선으로 연결하여 나타낸다. 개체의 성질중의 하나는 유일하게 식별될 수 있다는 것이다. 이것은 다른 개체의 실제 사례와 항상 유일하게 다르다는 것을 의미하며, 개체가 유일하게 식별될 수 있는 방법은 속성 또는 속성들의 조합에 의해 이루어질 수 있고, 주어진 개체를 유일하게 정의할 수 있는 속성들의 조합을 그 개체의 키(key)로 한다. 개체들간의 관계를 명확하게 하는 방법으로 정규화 과정을 수행하게 된다. 정규화(normalization)란 중복을 제거함으로써 복잡한 자료 구조를 더 간단하고 가장 안정된 형태로 줄이는 과정을 말하며, 모형화할 조직과 관련있는 어떤 주어진 사실을 확인하는 방법을 자료 모형에서는 오직 한번만 가능하다. 정규형태로 알려진 정규화는 엄밀하게 정의된 단계의 연속과정이다. 앞 단계는 마지막 단계보다 더욱 강제적이다. 이 개념은 E.F. CODD의 이론에서 유래되었다. 정규화 형태는 개체의 속성들 사이의 관계를 지배하는 조건들의 집합을 규정짓는다.

## 2) 자료 흐름도(DFD)

시스템에서의 자료의 흐름을 나타내기 위하여 시스템의 분석과정이나 설계과정에서 사용되는 그래픽을 이용한 도표로서 이 자료 흐름도를 이용하면 기본 시스템 도형과 소프트웨어의 세부 기능에 대한 모형을 묘사할 수 있다. 자료 흐름도는 구조적 기법이 사용되기 이전부터 많은 분석가나 프로그래머에 의해 사용되었고, 프로그램의 논리 구조를 표현하는데 가장 널리 알려진 표기법이며, 시스템 흐름도와 프로그램 흐름도가 있다. 이는 구조적 분석 및 설계(SA/SD)기법에서 사용되는 가장 기본적인 시스템 분석도구로서 시스템의 각 부분에서 자료의 흐름과 자료가 입력에서 출력으로 변화할 때까지 처리되는 변환들을 그림으로 표시하는 기법이다. 기본 기호들은 프로세스(process), 흐름(flow), 자료 저장소(data

store)와 단말(terminal)의 4가지 기본요소를 사용한다[4].

## 나) 프로토타이핑(Prototyping)

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 재작업이 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. 일반적인 프로토타입 세션을 그림 1에 나타내었다.

## 4. 결과 및 검토

### 가. 입력 시스템

해체 데이터베이스에서 사용될 입력 자료는 크게 3가지로 구분된다. 현재 연구로 2호기 부속시설 내 동위원소 생산실의 납향셀 해체 현장에서 작성되고 있는 작업일보 내용과 연구로 1, 2호기 제염, 해체 인력수급부문 공사월간진도보고서에 기록된 자료 그리고 해체 계획서에 제시하고 있는 입력자료 등이다. 본 논문에서는 작업일보와 월간진도보고서의 내용을 기본으로 하여 입력 데이터를 선정하였다. 일부 입력자료는 해체 담당자가 해체 DB 시스템에 직접 입력하고, EXCEL 파일로 작성된 입력 자료들은 ODBC방법으로 DB Server로 전이 시킨다.

### 1) 코드

해체 데이터베이스에 사용된 코드로는 조사된 여러 코드들 중 그룹코드를 이용하였다. 그룹 코드는 가장 광범위하게 사용되는 코드로서 대상 항목을 각각 대, 중, 소로 분류하여 코드를 부여하

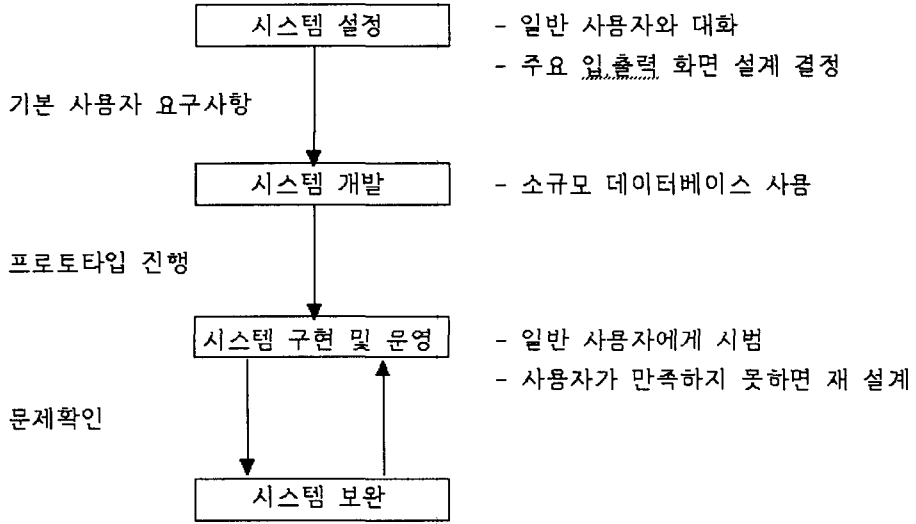


그림 1. 프로토타입 진행 절차

는 방법으로 대상 항목의 분류기준이 명확하고, 대상 항목을 추가시키기 용이하며, 코드의 의미를 이해하기 쉬운 장점을 가지고 있다. 연구로 해체 관련 코드는 다음과 같은 기준으로 설계하였다[5].

1)XXX-(2)XXX-(3)XXX-(4)XX-(5)XX-(6)X-(7)XXX

(1) 시설구분

K2A : 연구로2호기 부속시설(KRR2 Auxiliary Facilities)

K2R : 연구로2호기 원자로실(KRR2 Reactor Hall)

K1R : 연구로1호기 원자로실(KRR1 Reactor Hall)

K1A: 연구로1호기 부속시설(KRR1 Auxiliary Facilities)

YFS : 주변시설(Yard Facilities)

NTF : 신규 및 임시 설치시설(New Temporary Facilities)

(2) 대분류(연구로 2호기 부속시설 예)

IEL : 동위원소 실험실(Isotope Experimental Laboratory)

IPR : 동위원소 생산실(Isotope Production Room)

CHC : 콘크리트 핫셀(Concrete Hot Cell)

LHC : 납 핫셀(Lead Hot Cell)

COR : 복도(Corridors)

WER : 작업자출입구(Worker Entrance)

WIS : 폐기물검사대(Waste Inspection Area)

VES : 환기설비(Ventilation System)

(3) 중분류(연구로 2호기 부속시설 예)

L22: 실험실 122

L37: 실험실 137

D01: 덕트F-1

(4) 소분류

LF: 실험실 바닥

LW: 실험실 벽체

LR: 실험실 천장

표 1. 연구로 2호기 부속시설 해체 대상물 코드(예시)

code	시설구분	대분류	중분류	소분류
K2ACOR000000I000	연구로2호기부속시설	복도		
K2AIELL32T100I000		동위원소실험실	실험실132	실험대1
K2AIELL34T100I000			실험실134	실험대1
K2AIELL36F100I000			실험실136	흡후드1
K2AIELL28LF00I000			실험실128	실험실바닥
K2AIELL30LW00I000			실험실130	실험실벽체
K2AIELL27T100I000			실험실127	실험대1

표 2. 해체 데이터베이스의 주요 출력 항목

	시설정보	작업정보	폐기물 및 방사선학적 정보
출력 항목	시설물 현황 시설물별 폐기물 발생량 해체 대상물별 표면 오염도 해체 대상물별 표면 방사선량률	기관별 투입인력 시설별 투입인력 기간별 투입인력 직종별 투입인력	폐기물 종류별 현황 방사능 준위별 폐기물 현황 폐기물 처리과정별 현황 용기별 함유 핵종 현황 방사화 물질의 방사능 총량 액체 폐기물 오염도 현황 시설 내외부 방사선량률

(5) 세분류(시설 및 공정기준 항목 5열 : 미정) :  
확장을 고려, 일련번호

Server와 Application Server를 통한 Client/Server 체계로 해체 담당자와 일반 사용자들이 이용한다.

(6) 시설물과 폐기물 구분

- O : 원시설물(Original Facility)
- S : 고체 폐기물(Solid Waste)
- G : 기체 폐기물(Gaseous Waste)
- L : 액체 폐기물(Liquid Waste)
- E : 규제면제 폐기물(Exception Waste)

다. 평가 항목

(7) 폐기물 수량 : 일련번호

해체 데이터베이스의 최종 목적은 해체 활동으로부터 발생하는 수많은 자료들을 정리하여 작업자들의 피폭선량을 최소화하거나, 해체 비용들을 최소화시키는데 있다. 평가 항목은 일반 출력설계와는 달리 입력된 자료들을 평가하고자 하는 항목에 맞게 1, 2차 가공한 뒤 일련의 법칙에 의거하여 목표치를 산출해내야 한다. 이러한 자료들은 해체 기술 개발의 의사결정에 도움을 주는 분석 도구로써 활용가치가 크다. 연구로 해체 활동에서 나타나는 여러 자료들 중 주요 평가항목은 다음과 같다.

코드화된 연구로 시설물의 예제를 표 1 에 나타내었다.

나. 출력 시스템

사용자 요구사항과 해체 전문가로부터 도출된 주요 해체 정보[6]들을 대상으로 해체 데이터베이스에서 출력하고자 하는 항목을 표 2 에 나타내었다. 출력 시스템으로는 데이터베이스

- 단위 제염 및 해체 작업별 인건비 산정
- 작업자의 피폭선량 평가
- 작업자 직종에 따른 비용 평가

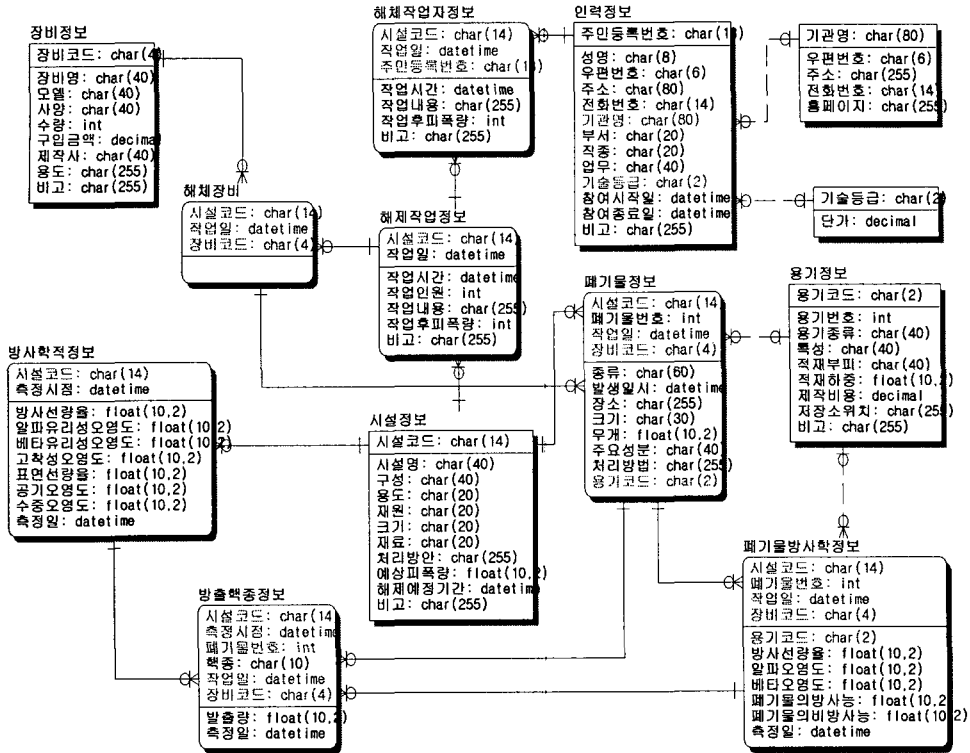


그림 2. 해체 정보들간의 개체 관계도(ERD)

- 예상 인원 대 실제 투입 인원 평가

라. 설계 도구

### 1) 개체 관계도(ERD)

해체 정보들간의 관계를 그림 2에 개체 관계도(ERD)로 나타내었다. 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 때

문에 이들의 관계를 명확하게 구분하지 않게 되면 데이터들의 중복성과 무결성 원칙에 위배되기 때문에 데이터베이스의 기능을 저하시키는 원인을 초래할 수 있다.

### 2) 자료 흐름도(DFD)

해체 데이터베이스 시스템 관리자와 해체 담당자 그리고 일반 사용자들이 연구로 해체 활동에서 발생하는 자료들을 입력, 조회, 수정, 삭제하는 일련의 과정을 하나의 예제로 그림 3에 나타내었다. 해체 데이터베이스에서 고려된 자료 흐름도(DFD)는 시스템부터 선정된 4개의 정보들을 포

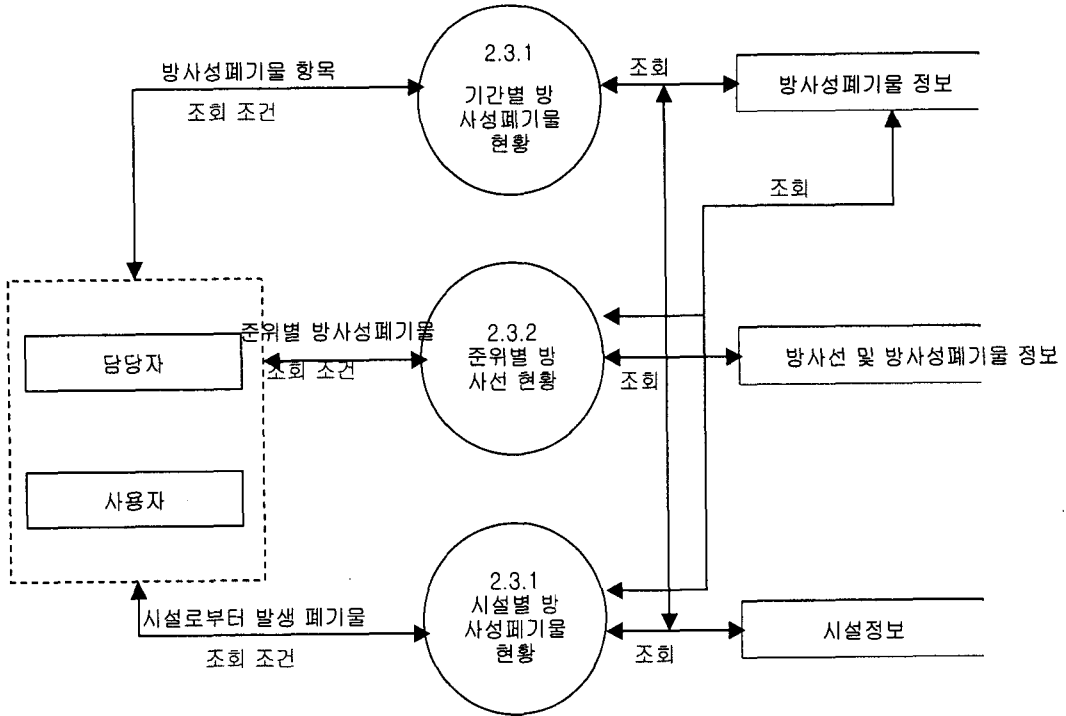


그림 3. 해체 데이터베이스 시스템의 자료 흐름도

함하고 있으며, 각 정보들은 depth 4의 process를 갖는다.

### 3) 프로토타입 설계

해체 데이터베이스 시스템의 원활한 구현을 위하여 다음과 같은 프로토타입 세션을 설정하였다.

- 설치 상태를 먼저 확인한다. 단말장치가 작동하고 있는지, 사용할 시스템이 사용가능한지, 프로토타입을 사용할 수 있는지 점검한다.
- 사용자가 프로토타이핑에 익숙하지 않으면 세션시작시 5~10분간 소개를 한다. 사용자의 전산 경험을 파악한다.
- 세션이 시작되는 동안, 주관적인 사항(예: 인간공학적 측면)에 대해서는 사용자의 의견을 따른다. 객관적, 기술적인 사항(예:사용자가 기술적으로 불가능한 설비를 제안하는 경우)에 대해서는 문제점을 설명한다. 프로토타이핑 세션은 다음 순서로 진행된다.

- 사용자에게 프로토타이핑에 대해 설명한다.
- 주 메뉴를 띄운다.
- 사용자가 시스템을 조작하도록 한다.
- 조작시 발생하는 문제점을 기록한다.
- 문제점을 수정한다. 10분 이내에 해결할 수 있는 문제점은 세션중에 수정하고, 작업량이 많을때는 사용자가 한시간 정도 다른일을 하도록 한다. 한 시간 이상 소요되는 변경사항이 있으면 별도로 일정을 잡는다.
- 사용자가 다시 프로토타이핑을 수행하도록 한다.

### 5. 결론

연구로 해체 기술 개발에서 가장 중요한 목표인 작업자 피폭량과 해체 비용 및 폐기물 량 등을 최소화 하기 위해서는 해체 활동에서 발생하는 수많은 자료들에 대하여 정성적인 평가를 분석해

야 하는데 이의 해결 방안으로 해체 데이터베이스 구축에 대한 연구가 수행되었다. 논리적 모델링 단계에서 이미 선정된 해체 주요 정보들에 대하여 입.출력 시스템을 검토하였고, 해체 데이터베이스에 사용될 입력 및 출력 항목과 평가 항목을 선정하였으며 연구로 해체 대상물에 대한 정보 분류 체계로써 코드를 작성하였다. 또한 여러 모델링 도구들 중 개체 관계도(ERD)를 이용하여 주요 해체 정보들간의 관계를 규명하여 데이터베이스 활용시 가장 중요하게 고려되어야 하는 데이터의 중복성과 무결성 원칙을 고수하였고, 자료 흐름도(DFD)를 통하여 해체 데이터베이스 시스템과 4개의 주요 정보들에 대한 입력, 조회, 수정, 삭제 등 데이터베이스에 필요한 흐름을 포괄적으로 설계하였다.

### 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
4. 유해영, 안종근 공저, "System Analysis and Design", 회중당, 1998
- Regulatory Guide, September 1989, Task DG-1006
5. 서중석 외., "해체 정보 및 자료의 분류 체계 확립", KAERI/CM-558/2001

6. H.S Park, et al., "Scheme of Database Structure on Decommissioning of the Research Reactor", proceedings of the 2nd KOREA-CHINA joint workshop on nuclear waste management, pp. 136-145, Nov., 2001