

연구로 해체 정보 데이터베이스 구축을 위한 개념적 데이터 모델링
The Conceptual Data Modelling for the Establishment of the
Decommissioning Database of the KRR-1&2

김희령, 정경환, 이동규, 정운수, 정기정

한국원자력연구소

요 약

연구로 1, 2호기 해체시 발생하는 정보들의 데이터베이스 구축을 위한 개념 설계가 수행되었다. 해체 데이터베이스에 입력되어야 하는 ENTITY와 ATTRIBUTE등이 도출되었으며 각 ENTITY의 UID(Unique Identifier)가 설정되었다. ENTITY는 폐기물(Waste), 해체작업(D&D Work), 해체물(Dismantled Matter), 도구(Tool) 및 저장용기(Storage Container)의 5개로 나누어 이에 대한 ATTRIBUTE를 생성시켰다. 각 ENTITY 들은 발생(Generation), 사용(Usage) 및 저장(Storage)으로 설정된 관계(RELATION)를 사용하여 제약조건(Cardinality Constraint)을 고려하여 관계지어졌다. 각 ENTITY들의 ATTRIBUTE에 대한 Key 타입과 Data 타입이 검토되었으며 Table(Matrix) Mapping을 위한 ER 다이어그램(ENTITY-RELATION Diagram)이 도출되었다.

Abstract

The conceptual design was carried out for the database establishment of the decommissioning of the KRR-1&2. ENTITY and ATTRIBUTE to be input in the decommissioning database were induced and UID(Unique Identifier) for an each ENTITY was selected. The ENTITIES were classified into Waste, D&D Work, Dismantled Matter, Tool and Storage Container. And ATTRIBUTEs for the ENTITY were generated. The relation between ENTITIES was made by using the RELATION of Generation, Usage and Storage with the cardinality constraint. Key and data types of every ENTITY and ATTRIBUTE was investigated and ER modelling for the table mapping was accomplished.

1. 서론

상업용 원자력 발전소와 연구용 원자로, 재처리시설 또는 관련 연구시설 등은 일반적으로 한계수명의 도달, 정치 경제적 사유 또는 안전성 등의 이유로 폐지조치 하게 된다. 현재 세계적으로 80여기 이상의 발전소와 수백 개의 연구시설, 연구로 및 재처리 시설 등이 폐로 중에 있거나 대기중이다[1].

우리나라의 경우 서울 공릉동에 위치한 연구로 1, 2호기는 각각 1962년과 1972년에 가동이 되어 그 동안 원자력관련 연구활동에 크게 이바지한 바 있다. 그러나 연구로 시설의 노후화와 1995년 2월 준공이 된 대전의 하나로가 정상 가동에 들어감에 따라, 연구로 1, 2호기는 1995년 1월과 12월에 각각 운전을 정지하고 1997년부터 제염, 해체 사업을 추진하고 있다[2].

원자력시설의 건설 및 운영에 관한 기록들의 체계적인 정리 및 보존은, 향후 이들의 제염, 해체에 결정적인 영향을 미치게 된다. 특히, 현재 세계적으로 수행되고 있는 원자력시설들의 제염, 해체 사업장에서 겪고 있는 가장 큰 어려움도 바로 이 기록의 유지, 보존 부재에 적지 않게 기인한다. 이는 건설 초기 당시 시설 해체에 대비한 기록 유지 등의 노력이 절대 부족하였기 때문이다[3].

기록 보존관리는 단순히 시설의 건설 및 운영에 그치는 것이 아니라, 시설의 해체 과정에서 발생하는 모든 작업이나 현상들에 대하여도 체계적으로 이루어져야 한다. 이러한 제반 기록 유지는 추후 관련 시설의 건설 및 운영에 기여할 수 있을 뿐만 아니라, 나아가서는 유사시설의 제염, 해체를 효과적으로 추진하는데 결정적인 영향을 미칠 수 있다.

따라서 본 연구에서는 연구로 1, 2호기의 해체 관련 정보 및 자료를 효과적으로 보존관리하기 위한 해체 데이터베이스의 구축의 1단계 과정으로서, 해체시 발생하는 정보에 대한 개념적 데이터 모델링[4]을 수행하고자 한다.

2. 연구로 해체 정보 및 자료 보존관리 체계

해체 정보 및 자료는 일반적으로 개인 PC에서 사용 가능하고 호환성이 양호한 소프트웨어를 사용하여 구축된 Database 관리시스템(DBMS)에 의하여 검색, 판독, 보완 및 수정된다. 그림 1에는 이러한 연구로 1, 2 호기 폐로 기록 및 정보의 저장, 검색, 수정, 보완을 위한 정보 및 자료 보존 관리 체계를 도식적으로 나타내었다[5].

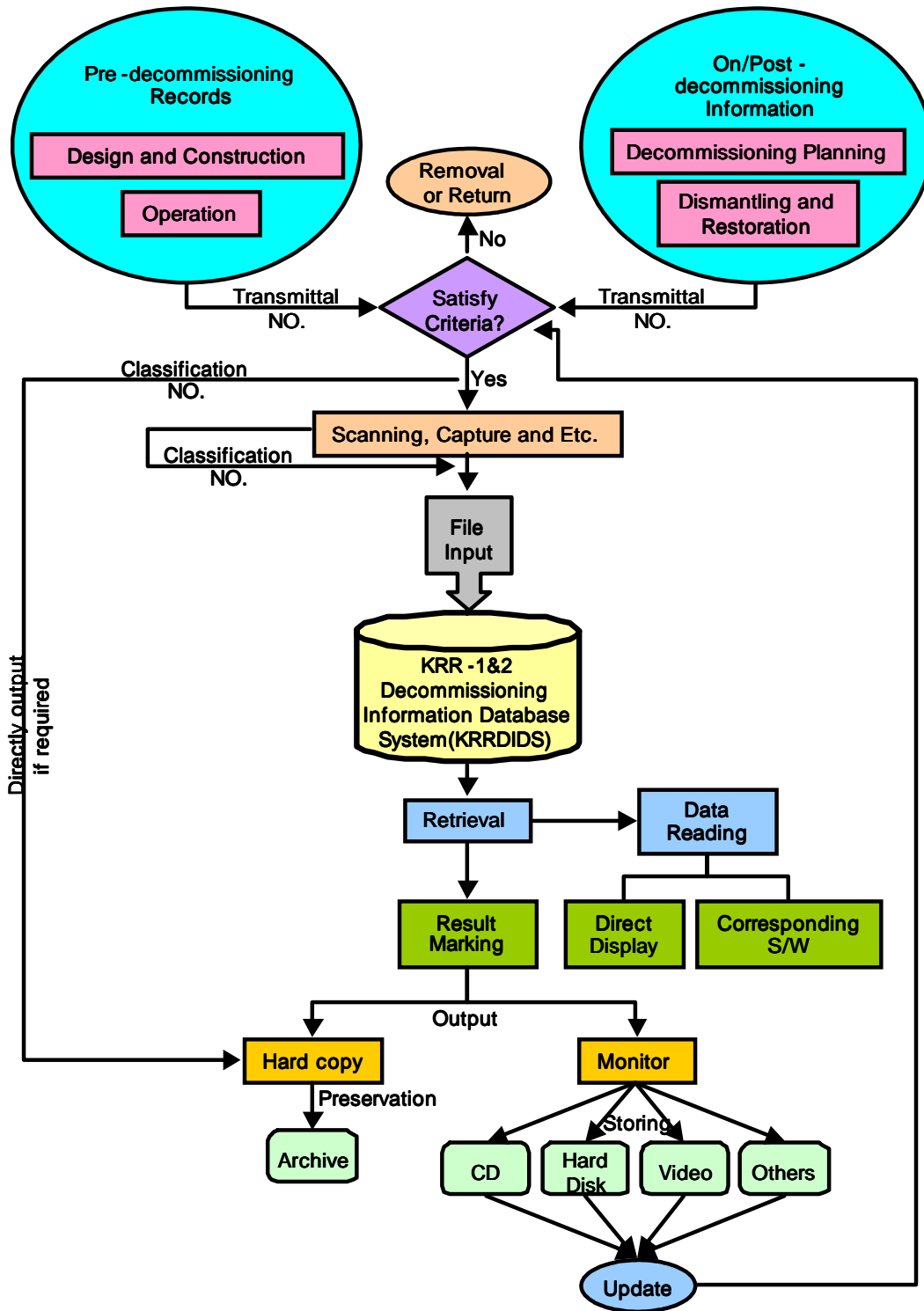


그림 1. 연구로 해체 정보 및 기록 보존 관리 체계 개념도

우선 해체 이전의 자료로는 그림 1에서 알 수 있듯이 연구로 설계도면 및 사진, 운영 및 사고 기록, 각종 보고서, 논문, 회의 및 발표 기록물, 시방서, 방사선학적 조사기록, 그리고 폐기물 관리 기록 등이 있다. 해체시 생산되는 정보는 작업별 분류에 따라 작업 영역의 조사, 설비운전정지, 해체 범위 설정, 비오염 기자재 반출, 작업장 설치, 해체용 장비류의 설치와 같은 준비작업, 제염, 절단, Cleaning, 해체 철거, 폐기물 분류 및 포장, 그리고 작업장 철거, 해체용 장비류의 반출, 해체폐기물의 처분, 최종 정리와 같은 뒷처리 작업으로 나누어진다[6]. 또한 기기별로는 전원반, 배전반, 제어반, 펌프, 열교환기, 배관, 밸브, 덕트, 전선, 보온재 등과 같은 일반기기, 크레인 등과 같은 대형기기, 그리고 철거 및 운반에 필요한 부대기기, 원자로, 원자로 건물 등으로 구분된다[6]. 한편 시설별로는 연구로 1호기, 연구로 2호기 및 부대 시설로 나누어지며, 구성재료에 따라 콘크리트, 알루미늄, 철, 목재 등으로 나누어진다.

그림 1에서 Database화 할 자료는 해체 이전 및 이후로 나누어져 Database 시스템으로 전달된다. 이러한 각각의 정보 또는 자료에 일차적으로 전달번호를 부여하여 추후 구체화될 보존 요건을 만족하는지 판단한다. 보존 요건을 만족할 경우 자료의 형태에 따라 Scanning, 화면 Capture 등의 방법을 사용하여 디지털 형태로 변환하고, 파일로 존재하는 것은 직접 Database 시스템에 입력한다. 이때 파일로 입력되는 모든 자료는 특성에 따라 고유한 분류번호를 부여받게 된다. 그리고 문서로 존재하는 자료가 파일로의 변환 필요 없이 직접 서고 등에 보존될 경우에도 반드시 분류번호를 부여받게 된다.

한편 입력된 파일 자료는 검색 기능을 통하여 작업별, 기기별, 시설별, 기간별, 재료별 선택여부에 따라 자유로이 관독되는데 관독은 Database 시스템 모니터 화면에서 직접 이루어지거나 연결 소프트웨어를 통해서도 수행된다. 이렇게 검색된 결과들은 직접 종이에 프린팅되기도 하고 모니터 상의 출력을 거쳐 CD, 하드디스크 등과 같은 디지털 매체에 저장되기도 한다. 뿐만 아니라 검색 결과의 수정 또는 보완이 필요한 경우, 이를 다시 Database 시스템에 입력하게 된다. 한편, 보존의 가치가 없는 경우에는 자료를 말소하거나 원래 소유주에게 반환한다.

3. 해체 발생 정보에 대한 개념적 데이터 모델링

그림 1의 KRRDIDS는 해체 이전의 자료와 해체 작업을 통하여 발생하는 정보들로 구성된다. 본 연구에서는 이러한 정보자료들 중 해체 작업시 발생할 것으로 예상되는 정보를 대상으로 하여 이들을 분류하고 데이터베이스 설계를 위한 폼으로 나타내었다. 이 때

데이터베이스 설계를 위한 ER(ENTITY-RELATION) 모델링은 오늘날 객체지향/객체관계 데이터베이스 구축시 흔히 사용되는 기법에 따라 수행되었다[4, 7].

우선 연구로 해체시 발생하는 정보는 수정 보완의 소지가 있음에도 불구하고 크게 다음과 같이 다섯 가지로 예상된다(여기서 비용에 관한 요소는 일단 배제됨.).

- 폐기물(Waste)에 관한 정보
- 해체 작업(D&D Work)에 관한 정보
- 해체물(Dismantled Matter)에 대한 정보
- 사용되는 도구(Tool)에 관한 정보
- 폐기물을 저장하기 위한 저장용기(Storage Container)에 관한 정보

따라서 이러한 5가지 정보는 데이터베이스 개념적 모델링의 ENTITY로 설정된다. 우선 폐기물에 관한 정보의 ENTITY를 “폐기물(Waste)”이라고 설정하자. 다음 단계로 Waste라는 ENTITY의 ATTRIBUTE를 설정하여야 한다[4]. 가장 먼저 Waste를 식별할 수 있는 폐기물 번호가 요구된다. 이를 W_ID라고 정의하였다. 이어서 W_ID에 상응하는 폐기물명(W_Name)이 주어지고 폐기물의 발생 날짜(W_Date), 폐기물 발생위치(W_Location), 폐기물량(W_Volume), 방사능(W_Radioactivity), 폐기물 특성(W_Property), 폐기물 상태(W_Phase), 폐기물의 함유 핵종(W_Contained Nuclide) 및 함유수(W_Water Content) 등을 설정할 수 있다.

한편 Waste를 유일하게 나타낼 수 있는 ATTRIBUTE인 W_ID의 Key 속성을 Primary로 부여하고 그렇지 않은 것들의 Key 속성은 Alternate로 부여하였다. 예컨대 폐기물량이 10m³일 경우 이 수치만으로는 Waste가 콘크리트인지 스테인레스 스틸인지 일의적으로 결정할 수 없을 것이므로 폐기물량(W_Volume)은 Primary Key가 될 수 없다. 즉, 각 ATTRIBUTE들의 유일성을 판단하여 Key가 Primary Key(PK)로 부여될 것인지 Alternate Key(AK)로 부여될 것이냐가 결정된다.

또한 각 ATTRIBUTE의 data type는 주로 숫자 내지 문자로 주어지는데 Waste의 경우 W_ID는 숫자로 W_Name은 문자로 지정된다. 그리고 W_ID는 반드시 유일한 어떠한 값을 가지므로 Not Null/Unique의 속성을 가진다.

이러한 방식으로 Waste의 ATTRIBUTE에 대한 속성을 표 1에 나타내었다.

표 1. Waste의 ATTRIBUTE에 대한 속성

Property ATTRIBUTE Name	Key Type	Not Null Unique	Data type
W_ID(폐기물 번호)	PK	NN/U	Number
W_Name(폐기물 이름)	AK	NN	Character
W_Date(발생날짜)	AK	NN	Number
W_Location(발생위치)	AK	NN	Character
W_Volume(발생량)	AK	NN	Number
W_Radioactivity(방사능값)	AK	.	Number
W_Property(특성[가연성, 비가연성,.....])	AK	NN	Character
W_Phase(상태[고체, 슬러지,.....])	AK	NN	Character
W_Contained Nuclide(함유핵종)	AK	.	Character
W_Water Content(함수율)	AK	.	Number

표 1에서 W_ID는 반드시 값이 유일하게 존재하여야 하고 식별의 기능을 가진다. 반면에 W_Name, W_Date, W_Location, W_Volume, W_Property 및 W_Phase 등은 값은 반드시 존재하여야 하지만 유일할 필요까지는 없다. 그리고 W_Radioactivity, W_Contained Nuclide 및 W_Water Content는 그 값이 반드시 존재하지 않아도 된다. 즉, 전혀 방사화되지 않은 폐기물의 경우 그 방사능 값을 0으로 나타내어도 되나 애초부터 값 자체를 부여하지 않아도 된다. 또 함유 핵종이나 함수율 등의 데이터들도 모든 폐기물에 대하여 반드시 나타낼 필요는 없을 것이다.

마찬가지로 해체작업, 도구, 해체물, 저장용기에 대하여 ATTRIBUTE의 속성을 검토 정리해 보면 표 2 ~ 표 5와 같다.

표 2. 해체 작업의 ATTRIBUTE에 대한 속성

Property ATTRIBUTE Name	Key Type	Not Null Unique	Data type
D_Location ID(작업위치 번호)	PK	NN/U	Number
D_Location Name(작업위치 이름)	AK	NN	Character
D_Facility Name(작업 시설 이름)	AK	NN	Character
D_Worker Number(작업인력)	AK	NN	Number
D_Time(작업 시간)	AK	NN	Number
D_Worker Exposure(작업자 피폭량)	AK	.	Number
D_Method(작업방법[절단, 분해,...])	AK	NN	Character

표 2에서 작업방법 ATTRIBUTE는 시설의 한 부분을 해체하더라도 1가지 이상일 수 있으므로 다중 ATTRIBUTE(Multiple ATTRIBUTE)가 됨을 유의해야 한다. 예컨대, 어느 특정 부분 작업시 절단, 분해 등의 2가지 이상의 작업방법이 존재할 수 있다.

표 3. 저장용기의 ATTRIBUTE에 대한 속성

Property ATTRIBUTE Name	Key Type	Not Null Unique	Data type
S_ID(저장용기 번호)	PK	NN/U	Number
S_Level(저장용기내용물의 방사선 준위)	AK	NN	Character
S_Content Name(저장된 폐기물 이름)	AK	NN	Character
S_Date(저장 날짜)	AK	NN	Number
S_Location(저장 위치)	AK	NN	Number

표 4. 해체물의 ATTRIBUTE에 대한 속성

Property ATTRIBUTE Name	Key Type	Not Null Unique	Data type
DM_ID(해체물 번호)	PK	NN/U	Number
DM_Name(해체물 이름)	AK	NN	Character
DM_Part(해체된 부분)	AK	NN	Character

표 5. 도구의 ATTRIBUTE에 대한 속성

Property ATTRIBUTE Name	Key Type	Not Null Unique	Data type
T_ID(사용된 도구 번호)	PK	NN/U	Number
T_Name(사용된 도구 이름)	AK	NN	Character
T_Use(사용된 도구의 용도)	AK	NN	Character

표 1 ~ 표 5에 나타낸 ENTITY들은 서로간에 관계를 가지는데 폐기물(Waste)은 해체 작업(D&D Work)을 통하여 발생되고 해체작업은 폐기물을 발생시킨다. 즉 Waste와 D&D Work는 발생(Generation)이라는 관계를 가진다. 또한 하나의 폐기물은 하나의 작업 으로부터 발생하고 하나의 작업은 여러 개의 폐기물을 발생시킬 수 있다. 따라서 폐기물 과 해체작업의 관계에서의 Cardinality는 N : 1이 될 것이다. 마찬가지로, 해체물과 해체 작업의 Cardinality는 N : 1일 것이며 해체작업과 도구의 관계는 M : N의 Cardinality를 가질 것이다.

그림 2에 각 ENTITY들간의 RELATION을 고려하여 연구로 해체 발생 정보에 대한 개념적 데이터 모델링 결과를 ER 다이어그램을 이용하여 나타내었다. 그림 2에서 폐기물 의 외부반출정보(Taking-Out Information)는 WEAK ENTITY로서 Primary Key를 가지고 있지 않음을 알 수 있다. 즉, 모든 폐기물이 외부로 반출되는 것은 아니므로 여기서는 WEAK ENTITY로 처리하였다.

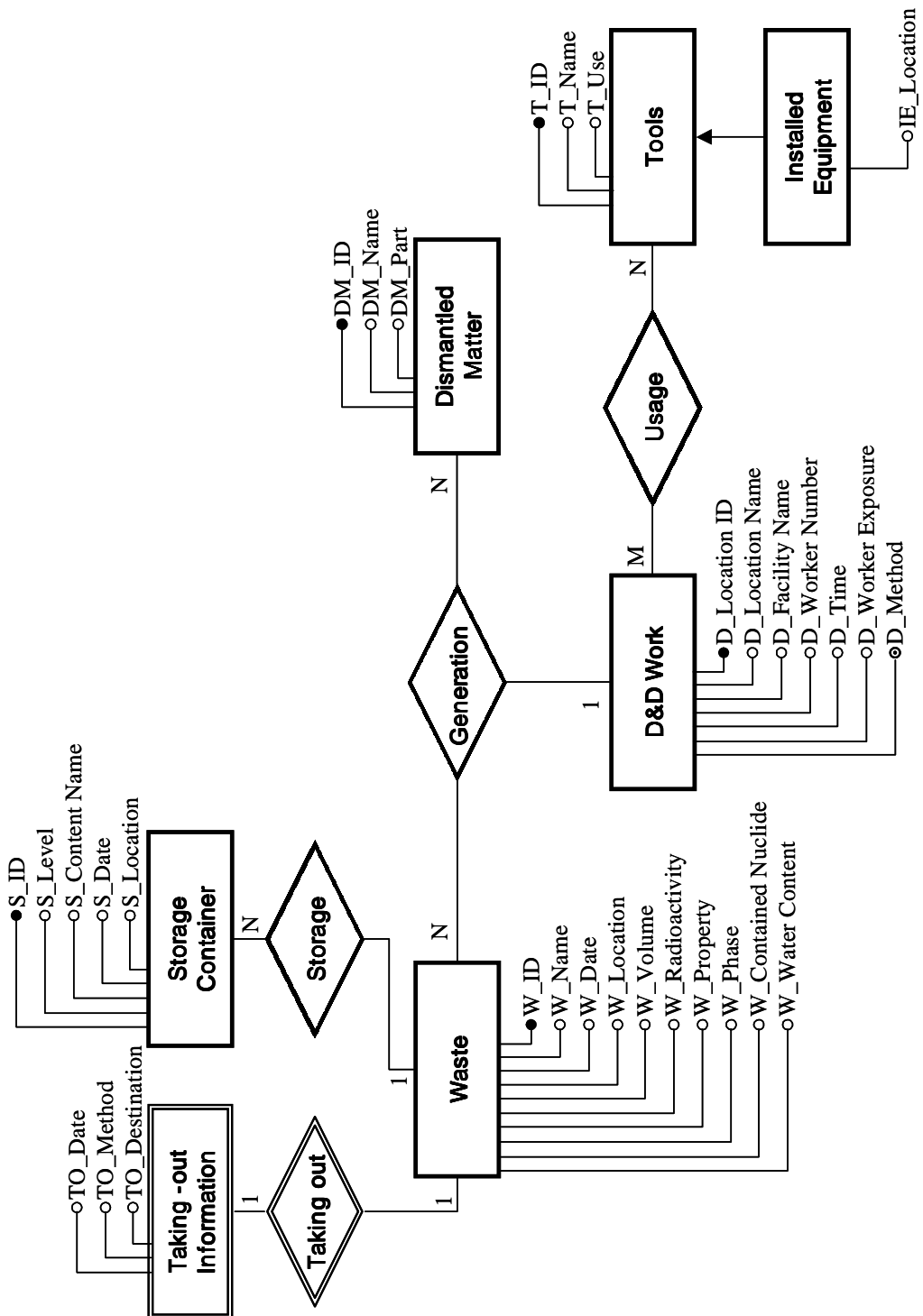


그림 2. 연구로 해체 정보 데이터베이스 설계를 위한 ENTITY-RELATION 모델링

4. 결론 및 향후 계획

연구로 1, 2호기 해체시 발생하는 정보들에 대한 ER 모델링을 수행함으로써 해체 데이터베이스의 논리적 및 물리적 설계 단계로의 진입을 위한 발판을 마련하였다. ENTITY들은 연구로 해체시 실질적으로 발생될 것으로 예상되는 해체 정보의 성격을 포괄적으로 나타낼 수 있는 단어들로 설정되었다. 각 ENTITY의 ATTRIBUTE들은 최종 사용자가 연구로 해체 데이터베이스 시스템으로부터 컴퓨터 화면을 통해 검색하고자 하는 항목의 종류를 예상하여 선정되었다. ATTRIBUTE의 유일성과 존재성을 검토하고 data type을 결정함으로써 Table Mapping을 위한 준비를 끝마쳤다.

향후, 비용정보 등과 같이 본 연구에서 배제된 정보 요소들을 추가하고, ER 모델링 결과를 정제한 후, 실질적인 데이터베이스 설계에 더욱 적합한 형태로 수정할 것이다. 나아가서는 ER 모델링을 최종 수정하여 Mapping 단계를 거침 후, SQL과 같은 데이터베이스 언어를 이용하여 전산화할 계획이다.

후 기

이 연구는 과학기술부의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] *The NEA Co-Operative Programme on Decommissioning*, OECD/NEA, 1996.
- [2] 정기정 외, *연구용 원자로 폐로사업*, KAERI/RR-1993/99, 한국원자력연구소, 2000.
- [3] IAEA, "Record Keeping Criteria and Experience for Decommissioning Purposes", Oct., 1999.
- [4] Raghu Ramakrishnan, *Database Management System*, McGrawHill, 1999.
- [5] 김희령 외 5인, "연구로 1, 2호기 폐로에 관한 기록 보존 및 Database 구축 방안 연구", 한국원자력학회 추계발표회, 대전, 2000.
- [6] Satoshi Yanagihara and et al, "Data Analysis on Dismantling Japan Power Demonstration Reactor and Development of Computer Systems for Planning and Evaluation of Decommissioning Nuclear Facilities", Journal of RANDEC, No. 21, March, 2000.
- [7] <http://gaston.snu.ac.kr/~yjsong/article/view0007.htm>