

# 소프트웨어 요구사항을 이용한 데이터베이스 설계 사례에 관한 연구

박대유, 이상훈, 김응곤, 염충섭  
고등기술연구원

## A Study on the Database Design using Software Requirement Analysis

Park Dae Yu, Lee Sang Hoon, Kim Eung Gon, Yeom Choong Sub  
Institute for Advanced Engineering  
E-mail : [dypark@iae.re.kr](mailto:dypark@iae.re.kr)

### 요약

본 연구는 중수로형(CANDU<sup>1)</sup>) 원자력발전소의 노심 관리(Nuclear Reactor Core Management) 업무 자동화를 위한 소프트웨어 시스템 개발 사례이다. 중수로형(CANDU) 원자력 발전소의 노심관리 업무자동화 통합시스템을 개발하기 위해서는 현업에서 사용되고 있는 공학적 계산 인자들과 그 결과를 체계적으로 관리하기 위한 데이터베이스의 구축이 우선되어야 한다. 이에 본 연구에서는 원자력발전소의 노심관리 업무에 대해 현업 업무 분석을 통해 사용자의 요구사항을 정확히 분석하고 이를 토대로 업무를 효과적이며 체계적으로 정의한 데이터베이스를 구축하기 위해 IEEE<sup>2)</sup> 830 템플릿 중 소프트웨어 요구사항 분석 방법을 적용하여 현업 프로세스별 입, 출력 사양을 분석하고 각 항목간의 관계를 정의하여 요구사항 분석 단계에서 데이터베이스 설계요소를 효과적으로 도출하기 위한 연구 사례를 소개한다.

### 1. 서론

인터넷을 중심으로 한 컴퓨팅 기술과 정보매체의 운영기술이 발달하면서 오랜 기간 축적되고 정형화된 업무 프로세스에 의해 운영되어오던 원자력발전소와 같은 대규모 산업설비에도 체계적이고 시스템 공학적인 관점의 업무 자동화 및 전산화가 활발히 적용되고 있다. 그러나 보편적인 업무 구조와 달리 엔지니어링 기반의 전문적인 기술지식을 요구하는 원자력 발전소 등과 같은 전문 기술업무 분야는 업무분석에 요구되는 노력과 시간이 많고, 그에 비해 결과물의 활용도가 기대에 미치지 못하

는 문제점을 갖고 있다. 이는 현업의 업무내용과 개선점을 파악하고 사용자의 요구사항을 정확히 분석하여 목표 시스템의 설계 완성도를 높여야 하는 일반적인 시스템 개발 방법론의 프로세스에 있어 사용자 요구사항 분석의 완성도가 떨어지고 그 기간의 소요가 전체 개발기간에 비해 상대적으로 길어지는 원인으로 작용하여 결과적으로 현업에 효과적으로 적용할 수 있는 시스템 개발에 잠재적인 장애 요소로 작용하게 된다. 실제로 시스템 개발 프로세스는 개발 후반부에 발생된 설계오류를 수정하는데 초기 단계에서의 수정에 수십 배에서 수백 배의 노력과 비용이 필요하다[1].

본 연구는 중수로형(CANDU) 원자력 발전소의 노심관리 업무 자동화를 위한 소프트웨어 시스템 개발 사례이다. 중수로형(CANDU) 원자력 발전소

1) CANDU : Canadian Deuterium Uranium 캐나다 중수형 원자로  
2) IEEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers.



방법이 정의되어 있지 않고 각각의 상황에 맞도록 요구사항 분석을 조정해서 사용해야 하며, 일반적으로 요구사항 분석보다는 설계에 치중하여 결국 사용자와의 의사소통에 문제를 갖게 되는 것이 현실이다.

이러한 상황을 극복하기 위해 본 연구에서는 노심관리 업무가 모두 절차서에 의해 수행되고 있어 요구사항 분석을 위한 기초자료가 명확하다는 점과 원자력 발전소의 안전규제를 만족하는 시스템이어야 한다는 점을 고려하여 IEEE 830이 제공하는 소프트웨어 요구사항 템플릿을 이용하여 요구사항 분석을 수행하였다. 실제로, IEEE 830은 미국 원자력규제위원회에서 원자력발전소 안전시스템에 사용되는 소프트웨어 요구사항을 명세하는 템플릿으로 Regulatory Guide 1.17[3]에서 규정하고 있다.

Fig. 2는 IEEE 830에서 제시하는 소프트웨어 요구사항 명세서 템플릿의 개요를 나타낸 것이다.

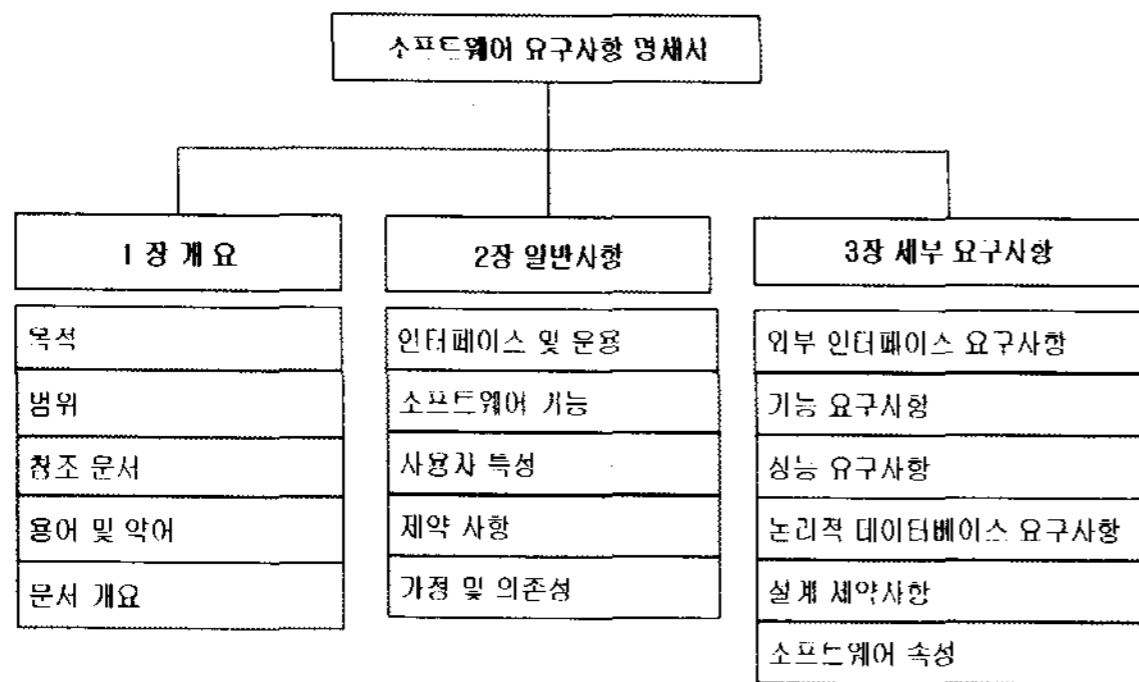


Fig 2. IEEE 830 소프트웨어 요구사항 명세서 템플릿의 개요

본 연구에서는 Fig 2의 템플릿 항목 중 기능 요구사항을 통해 소프트웨어의 모드, 사용자, 객체, 서비스, 입력, 출력을 기능계층 구조 등에 따라 구조화, 계층화 하고자 하였다. 이에 본 연구에서는 각 업무 절차서 별로 요구되는 기능을 체계적으로 추출하기 위해 기능 추출 템플릿을 작성하였다. Table 1이 본 연구에서 작성한 기능 추출 템플릿을 나타낸 것이다. 이 기능 추출 템플릿을 이용하여 각 기능에 대해 데이터의 입, 출력 및 관계, 입력 데이터를 출력 데이터로 변환하기 위해 필요한 프로세스 및 에러처리 등의 내용을 구체적으로 추출하였다. 기능 요구사항 이외에도 성능 요구사항,

보안 및 신뢰성 요구사항, 기타 인터페이스 요구사항들에 대해서도 이 템플릿을 이용하여 추출하였다.

Table 1. 기능 추출 템플릿

목적	절차서를 위주로 한 해당 업무의 목적			
	출처	데이터명	형태	위치
입력 데이터				
프로세스	입력을 출력으로 변환하기 위한 프로세스			
출력 데이터	배포처	출력물명		
	문서			
에러처리	해당 프로세스를 수행할 때 발생할 수 있는 에러에 대한 처리 방법을 기술			

작성한 기능 추출 템플릿을 포함하여 요구사항 분석 명세서 초안을 작성하고, 사용자와 개발자간의 요구사항 명세서 검토, 개발자의 현장 업무 실습을 통한 요구사항 분석 결과 비교, 최종 검토 및 확정을 통해 요구사항 분석을 완료하였다.

목적	결함연료의 위치 탐지를 위해 수행한 DN Scan 결과값을 이용하여 결함 및 결함예상연료를 분석, 관리하기 위한			
입력데이터	출처	데이터명	형태	위치
	Gateway	Rx. PWR FPD( FPH/24) 수행일자 계측기 번호, 측정값	년월일 시:분:초	DTAB 12
출력데이터	배포처	출력물명		
	파일/프린터	DN Scan 결과 파일(LP1, LP2, RP1, RP2) 자료 분석결과물(엑셀 파일 and/or 웹 브라우저 내 결과화면)		
프로세스	1. DN Scan 결과 Import - LP1, RP1, LP2, RP2 2. 수신한 자료를 DN Scan 분석 프로그램을 이용하여 분석한다. 2) DR 계산 $DR(i, j, k) = \frac{DNcount(i, j, k)}{AVG. of DNcount} = \frac{DNcount(i, j, k)}{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n DNcount(i, j, k)}$ $HR(i, j, k) = \frac{DR(i, j, k)}{HDR(i, j, k) + 2 * \sigma(i, j, k)}$ 3) HR 계산 4) HR ≥ 1.05 (결함예상연료)인 채널 발생시 해당 채널들에 대해 분석 차트 및 그래프 생성 3. 결함연료 방출 및 육안검사를 거쳐 결함연료로 판별된 채널을 결함연료 미학에 저장/관리한다.			

Fig 3. 기능 추출 템플릿 작성 사례

Fig 3은 본 연구의 데이터베이스 설계 적용 사례로 노심관리 업무 중 원자로 건전성 검사 업무인 “DN Scan” 업무에 대해 작성한 기능 추출 템플릿이다. 이 기능 추출 템플릿에서는 업무의 목적을 서술하고 원자로 건전성 검사를 수행하기 위해 필요한 자료 및 초기 조건을 입력데이터로 정의하였다. 그리고 원자로 건전성 검사 수행을 순차적으로 프로세싱란에 작성하여 단위 업무별로 개념적 데이터베이스 설계를 수행할 수 있도록 하였으며, 검사 결과를 판단하기 위해 사용되는 판별식을 입력 및 출력 값의 관계와 연결하여 논리적 데이터베이스 설계에 필요한 엔티티(Entity)를 도출하였다.

### 3. 데이터베이스 설계 적용

정보시스템 개발의 일부인 데이터베이스 설계는 시스템 개발 수명주기 방법론을 따른다. 데이터베이스 개발과정에서 이러한 개발 방법론을 따라야 하는 것은 정보 시스템을 구축하기 위해서는 안정적인 데이터의 구축과 관리가 우선적으로 요구되는 조건이기 때문이다. 따라서 과거의 프로세스 중심적, 어플리케이션 로직 중심적, 파일 구조 중심적인 데이터베이스 구조 보다는 현재 사용되고 있는 관계형 데이터베이스를 이용한 데이터 중심적인 시스템 개발 방법론이 발달하게 되었다[4].

Fig 4는 정보시스템 개발 수명주기와 유사한 절차로 진행되는 데이터베이스 개발 수명주기를 도식화한 것이다.

본 연구에서도 Fig 4에 도식화한 데이터베이스 개발 수명 주기방법을 따라 데이터베이스 설계를 수행하고자 하였다. 그러나 요구사항 분석 단계를 통해 데이터베이스 개념 설계 키워드의 도출을 보다 효과적으로 수행하고자 요구사항 분석 템플릿을 보완하여 입, 출력 데이터와 관계 및 데이터간의 프로세스를 명세화한 기능 추출 템플릿을 사용함으로써 데이터베이스 개념 및 논리적 설계를 위한 키워드를 직접 요구사항 분석 단계에서 도출할 수 있도록 하였다.

본 연구에서는 Fig 3에 나타난 원자로 건전성 검사 업무인 “DN Scan” 업무에 대한 기능 추출

템플릿 작성 사례를 이용하여 데이터베이스 설계 적용 사례를 서술하였다.

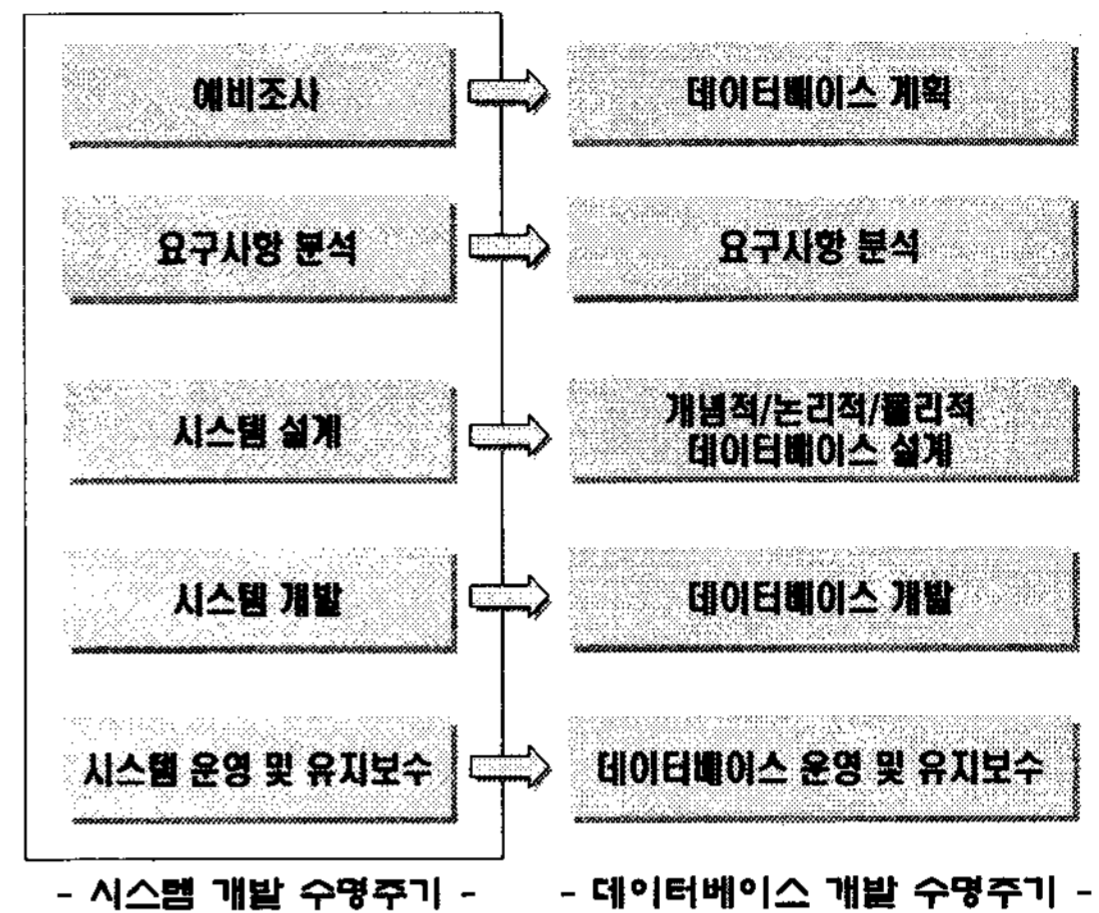


Fig 4. 데이터베이스 개발 수명주기

#### ◎ 개념적 설계

업무관점의 개략적 설계 과정인 데이터베이스 개념 설계는 요구사항 분석의 업무분석단계에서 구성한 노심관리 업무 자동화 체계 구성에 의해 이미 구분되어졌다.

#### ◎ 논리적 설계

개념적 설계 모델을 통해 구성한 데이터베이스 레이아웃을 바탕으로 기능 추출 템플릿을 통해 도출한 키워드와 프로세스를 이용하여 각 테이블 필드로 정의하고 테이블간의 관계(Relation)를 정의하였다.

Fig 5는 노심 관리 업무 중 “DN Scan”에 대해 작성한 논리적 데이터베이스를 나타낸 것이다. 각 테이블의 필드는 기능 추출 템플릿의 입력 데이터와 출력 데이터로부터 도출하였으며, 타원형의 표시는 각 테이블의 필드를 이용하거나 또는 생성하기 위해 필요한 프로세스 즉, 오퍼레이션(Operation)을 정의한 것이다. 또한, 테이블은 기능 추출 템플릿에 명시된 데이터의 이력관리 요구사항을 고려하여 “순번” 필드를 연관(Relation)키로 갖는 5개의 테이블과 기본 운전값을 관리하는 한 개의 테이블로 구성하였다. 그리고 각 테이블의 필드는 관리해야 할 데이터가 “계측기”와 “채널”이라는 키워드를 중심으로 이동한다는 것을 기능 추출 템플릿을 통해 분석할 수 있었으므로 계측기와 채

널을 기준으로 관리할 수 있는 테이블 필드를 구분하여 작성하였다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 중수로형(CANDU) 원자력 발전소의 노심관리 업무 자동화 시스템 설계 사례를 통해 IEEE 830에 따른 개선된 사용자 요구사항 분석방법을 적용하여 노심관리 업무의 데이터베이스 체계 및 설계요소들을 사용자 요구사항 분석단계에서 구체적이고 체계적으로 도출하기 위한 설계방법을 적용하였다.

개선된 요구사항분석을 위해 IEEE 830 템플릿을 수정한 기능 추출 템플릿을 사용하였다. 기능 추출 템플릿을 이용한 요구사항 분석 및 데이터베이스 설계 결과는 사용자와 함께 검토한 결과 기능 추출 템플릿을 통해 작성한 데이터베이스 모델의 활용도가 전체 89개의 테이블 중 80개에 이르렀으며, 입, 출력 데이터를 통해 도출한 테이블 필드(Field)는 누락 없이 모두 사용되었다.

본 사례를 대상으로 수행한 시스템 설계는 전체적인 개발 단계 중 데이터베이스 설계 효율성의 향상을 가져왔으며, 이를 토대로 프로세스 모델링 및 클래스 설계 단계에도 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 판단한다. 또한, 전체 개발 과정 중 야기될 수 있는 설계 오류를 줄이고 개발 결과물의 만족도를 향상 시킬 수 있을 것으로 기대한다.

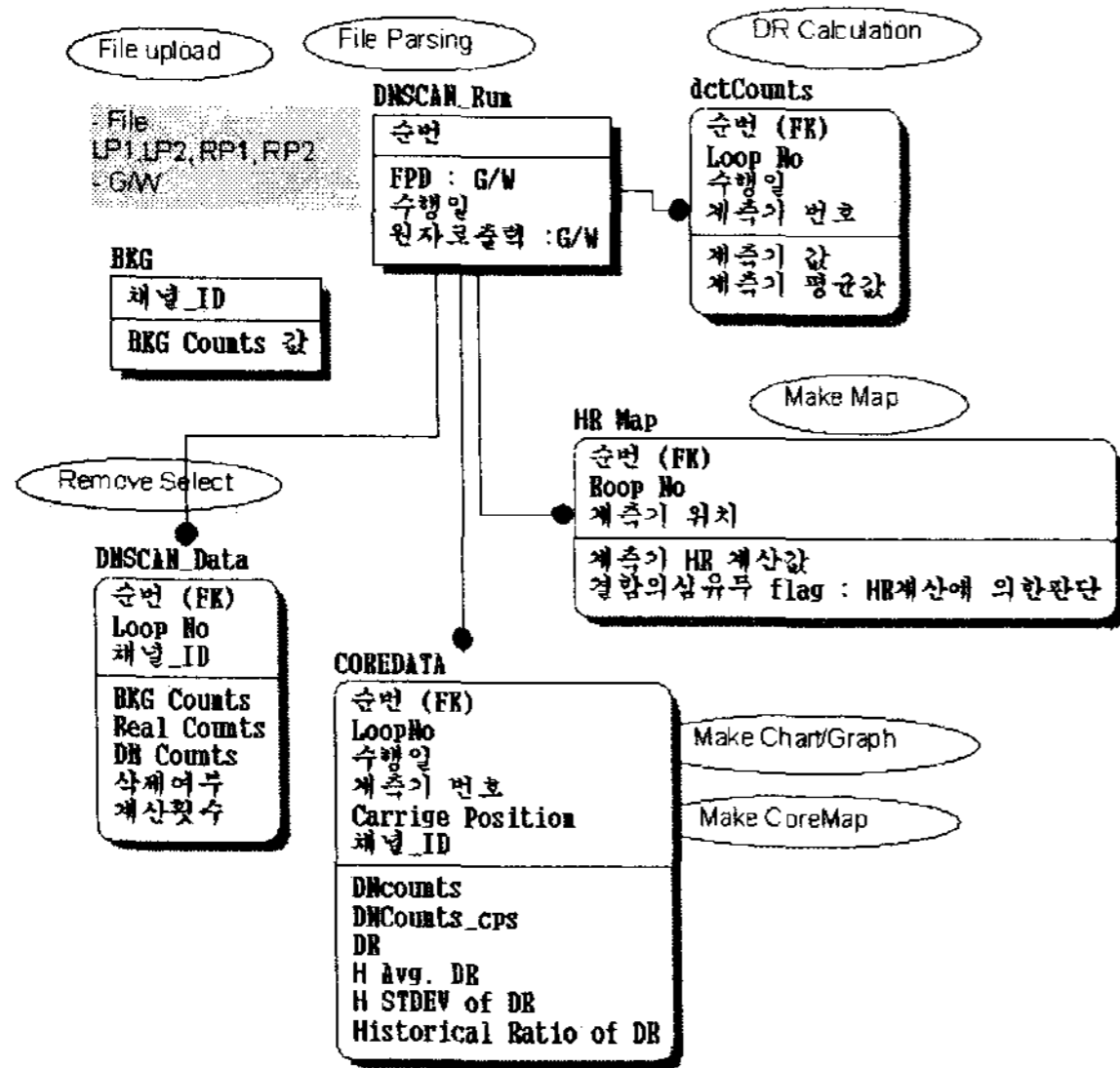


Fig 5. 논리적 데이터베이스 모델

#### ◎ 상세 설계

개념 설계에 의한 데이터 모델은 사용자와의 세부 검토를 통해 확정하였다. 검토과정에서 일부 누락된 테이블 필드의 추가와 새로운 요구사항에 의한 테이블 추가 등의 개정 작업이 수행되었다.

검토과정을 거친 개념설계 모델은 정규화 등의 테이블 정제과정을 통해 Fig 6과 같이 상세 데이터베이스 모델로 완성되었다.

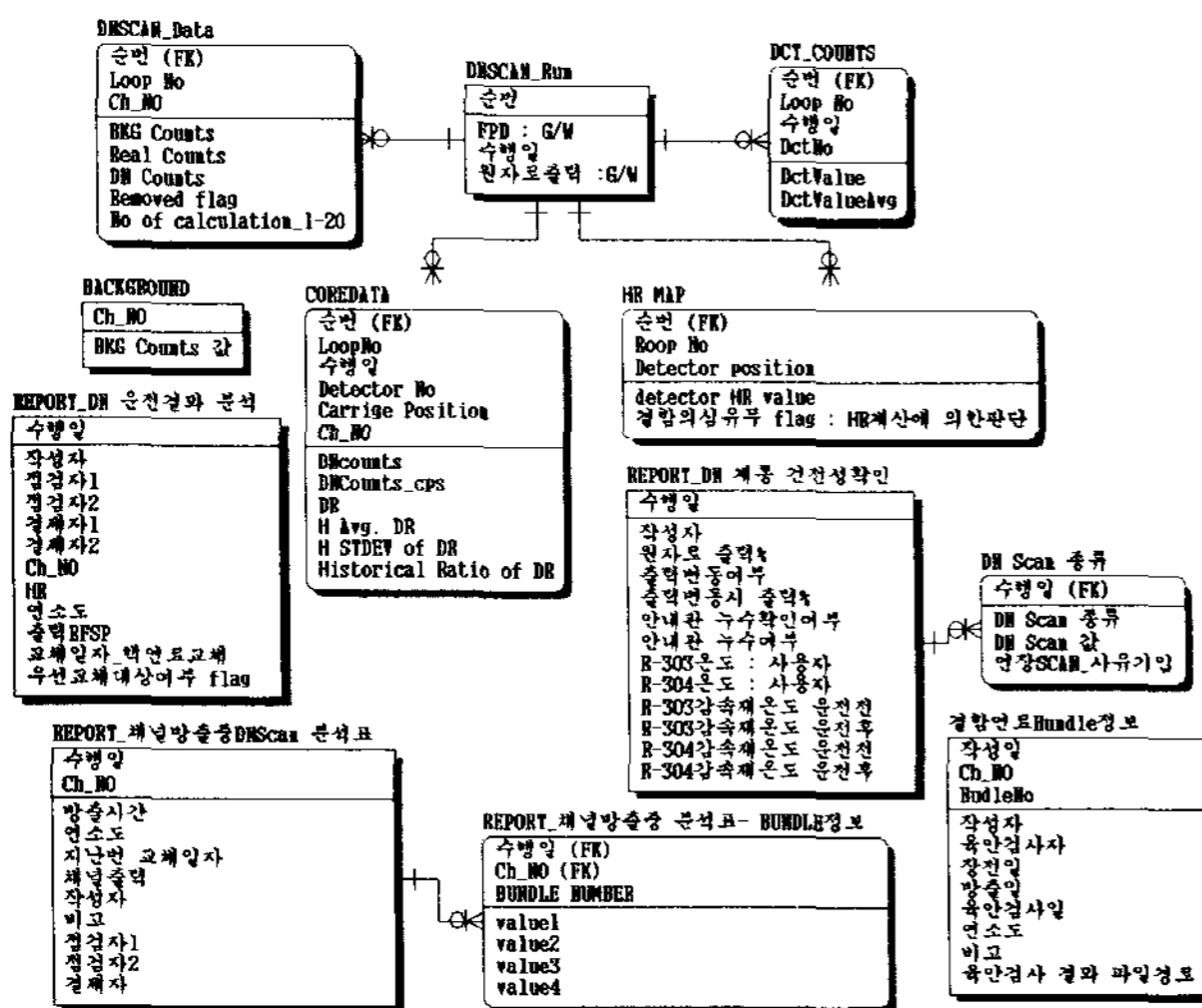


Fig 6. 상세 데이터베이스 모델

#### [참고문헌]

- [1] Error Cost Escalation Through the Project Life Cycle, Bill et al., INCOSE Symposium, 2004
- [2] IEEE Std 830-1998 IEEE Recommended Practice for Software Requirement Specification, IEEE-SA Standard Board, 1998
- [3] "Regulatory Guide 1.171 - Software Unit Testing for Digital Computer Software Used in Safety Systems of Nuclear Power Plants", <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/reg-guides/power-reactors/active/01-171/index.html#book6>, US NRC,
- [4] 데이터베이스 관리, 서길수, 박영사, 2003