

고준위방사성폐기물 처분 관련 자료 관리 해외사례 분석

김민정^{1*} · 박선주² · 김혜림³ · 윤운상⁴ · 박정훈⁵ · 이정환⁶

¹(주)어스이엔지 정보시스템부 차장, ²(주)어스이엔지 정보시스템부 이사,
³(주)어스이엔지 정보시스템부 사원, ⁴(주)어스이엔지 감사, ⁵(주)어스이엔지 대표이사,
⁶한국원자력환경공단 방폐물기술연구원 차장

Analysis of Overseas Data Management Systems for High Level Radioactive Waste Disposal

MinJeong Kim^{1*} · SunJu Park² · HyeRim Kim³ · WoonSang Yoon⁴ · JungHoon Park⁵ · JeongHwan Lee⁶

¹Deputy General Manager, Information & System Division, Earth E&G Co., Ltd.
²Associate Executive Director, Information & System Division, Earth E&G Co., Ltd.
³Staff, Information & System Division, Earth E&G Co., Ltd.
⁴Auditor, Earth E&G Co., Ltd.
⁵C.E.O., Earth E&G Co., Ltd.
⁶Deputy General Manager, Radwaste Technology & Research Institute, Korea Radioactive Waste Agency

Abstract

The vast volumes of data that are generated during site characterization and associated research for the disposal of high-level radioactive waste require effective data management to properly chronicle and archive this information. The Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company, SKB, established the SICADA database for site selection, evaluation, analysis, and modeling. The German Federal Company for Radioactive Waste Disposal, BGE, established ArbeitsDB, a database and document management system, and the ELO data system to manage data collected according to the Repository Site Selection Act. The U.K. Nuclear Waste Services established the Data Management System to manage any research and survey data pertaining to nuclear waste storage and disposal. The U.S. Department of Energy and Office of Civilian Radioactive Waste Management established the Technical Data Management System for data management and subsequent licensing procedures during site characterization surveys. The presented cases undertaken by these national agencies highlight the importance of data quality management and the scalability of data utilization to ensure effective data management. Korea should also pursue the establishment of both a data management concept for radioactive waste disposal that considers data quality management and scalability from a long-term perspective and an associated data management system.

Keywords: spent fuel, high-level radioactive waste, deep disposal, database, data management

OPEN ACCESS

*Corresponding author: MinJeong Kim
E-mail: kmj1438@eartheng.co.kr

Received: 23 May, 2023
Revised: 9 June, 2023
Accepted: 13 June, 2023

© 2023 The Korean Society of Engineering Geology



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

초 록

고준위방사성폐기물 처분을 위한 다양한 조사와 연구를 진행하는 과정에서 막대한 양의 자료가 생산되며 이를 관리하기 위한 자료 관리가 필요하다. 스웨덴의 SKB는 SICADA를 구축하여 부지선정, 평가, 해석, 분석 및 모델링에 활용할 수 있게 하였고, 독일의 BGE는 부지선정법에 따라 자료를 관리하기 위해 데이터베이스 및 문서 관리시스템 ArbeitsDB와 자료시스템 ELO를 구축하였다. 영국의 NWS는 DMS를 구축하여 연구, 조사 자료를 관리할 수 있도록 하였다. 미국의 DOE와 OCRWM은 부지특성화 조사를 진행하면서 자료 관리 및 이후의 인허가 절차를 위하여 TDMS를 구축하였다. 해외사례 조사, 분석을 통해 자료의 품질관리와 자료 활용의 확장성이 자료 관리에 있어 중요한 부분임을 확인할 수 있다. 향후 우리나라도 장기적인 관점에서 자료의 품질관리와 확장성을 고려한 자료 관리 개념을 확립하고 그에 맞춘 자료 관리 시스템 및 체계를 구축해야 할 것이다.

주요어: 사용후핵연료, 고준위방사성폐기물, 심층처분, 데이터베이스, 자료 관리

서론

2021년 12월 산업통상자원부에서 발표한 「제2차 고준위방사성폐기물 관리 기본계획」에 따르면 고준위방사성폐기물 처분을 위한 부지선정은 조사계획수립 후 문헌조사 결과를 기초로 한 부적합지역 우선 배제, 부지공모 및 주민의견 확인, 부지적합성 기본조사, 부지적합성 심층조사, 주민의사 확인 후 최종 부지확정의 5단계의 절차를 거쳐 진행된다(Fig. 1)(MOTIE, 2021).



Fig. 1. Site selection procedure (MOTIE, 2021).

부지선정을 위한 문헌조사와 기본조사, 심층조사 그리고 그와 관련된 연구를 진행하는 과정에서 막대한 양의 자료가 생산되며 이를 저장, 관리하기 위한 데이터베이스 및 시스템이 필요하다. 우리나라보다 먼저 고준위방사성폐기물 처분장 부지를 선정하였거나 부지선정 과정을 진행하고 있는 국가들은 대부분 이러한 자료를 관리하기 위한 자료 관리 시스템을 운영하고 있다. 본 논문에서는 고준위방사성폐기물 처분과 관련하여 스웨덴, 독일, 영국, 미국 등 해외의 자료 관리 사례를 조사, 분석하고자 한다.

해외 고준위방사성폐기물 처분 관련 자료 관리 현황

스웨덴

스웨덴은 원자력 활동법(Nuclear Activities Act, SFS 1984:3), 방사법 방호법(SSI FS 1998:1)에 따라 고준위방사성폐기물 처분을 위한 부지선정 절차를 진행하였다(SFS, 1984; SSI, 1998). 이에 따라 일반 부지선정 조사(general siting studies), 타당성 조사(feasibility studies), 부지조사(site investigations)가 수행되어, 2009년 Forsmark를 처분부지로 선정하

였다(SKB, 2011).

스웨덴에서 고준위방사성폐기물 처분 관련 업무는 SKB(Svensk Kärnbränslehantering Aktiebolag)에서 담당하고 있으며 SKB에서 처분과 관련된 연구, 조사를 통해 얻은 자료는 Fig. 2와 같이 지구과학적 데이터베이스 SICADA(Site Characterization Database)에 수집, 저장되고 있다(SKB, 2000).

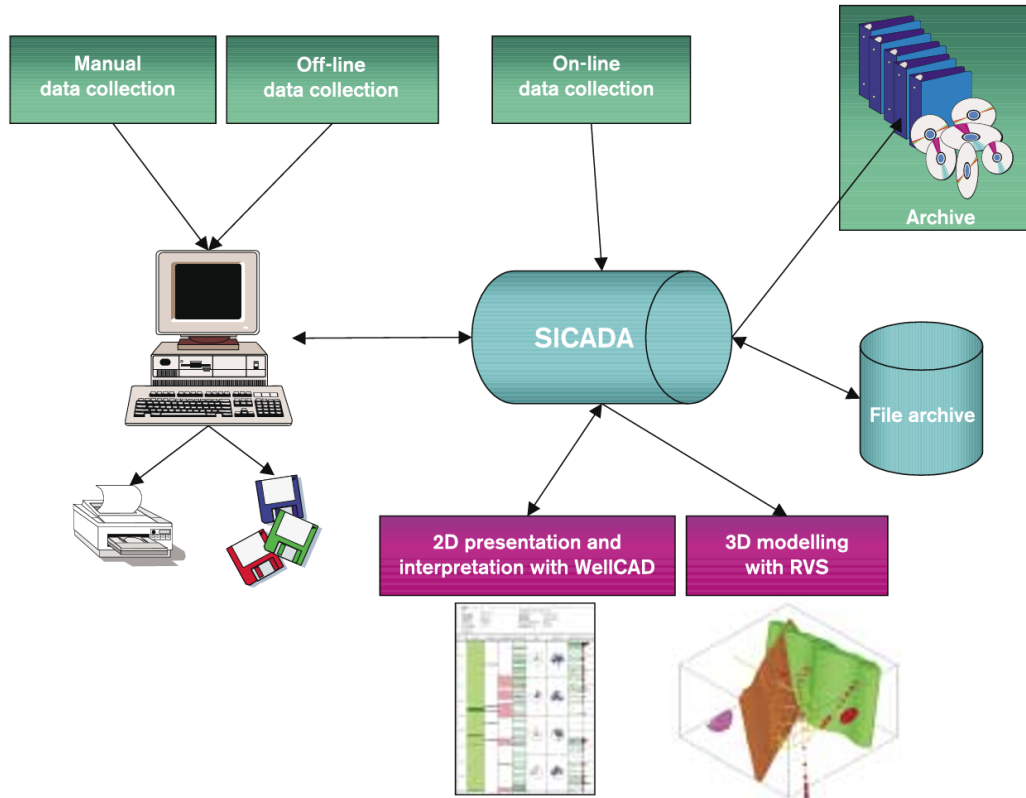


Fig. 2. SKB SICADA database and its associated functions (SKB, 2000).

SICADA에 수집, 저장되는 자료는 총 17종(Biota, Canister technology, Chemistry, Environment, Flow and Transport, Geodesy, Geography, Geology, Geophysics, Geotechnics, Hydro Monitoring System, Hydro chemistry, Hydrology, Material science, Meteorology and Climate, Oceanography, Rock mechanics)(Stigsson, 2019)으로 원칙적으로 모든 자료는 원본 형식으로 저장이 되며, 해석을 위해 허용된 방법으로 가공된 자료도 SICADA에 저장될 수 있다(SKB, 2000). SICADA의 주요 목적은 수집한 자료에 대한 접근은 한 곳에서만 이뤄져야 한다는 것으로 SICADA의 자료는 조사, 분석, 평가, 해석 및 모델링 업무를 수행하는 모든 사용자에게 공유된다. SKB는 SICADA의 자료에 대해서 품질관리를 받은 자료만 저장할 것, 그리고 SKB에서 수행하는 고준위방사성폐기물 처분과 관련된 조사, 모델링, 시뮬레이션에 활용되는 기초 자료는 반드시 SICADA의 자료만을 사용해야만 한다는 것을 기본 원칙으로 하고 있다(SKB, 2000). 그리고 SICADA를 보완하기 위하여 GIS(Geographic Information System) 데이터베이스가 별도로 존재한다. 공간정보를 저장하는 GIS 데이터베이스는 단순한 데이터베이스가 아니라 처리 및 구현 시스템으로 공간 정보 관리 및 모델링에 사용된다(SKB, 2000). 이렇게 구축된 SICADA, GIS 데이터를 활용하여 암반가시화시스템(Rock Visualization System, RVS)를 통해 모델링, 시뮬레이션을 수행할 수 있다(Fig. 3)(SKB, 2015).

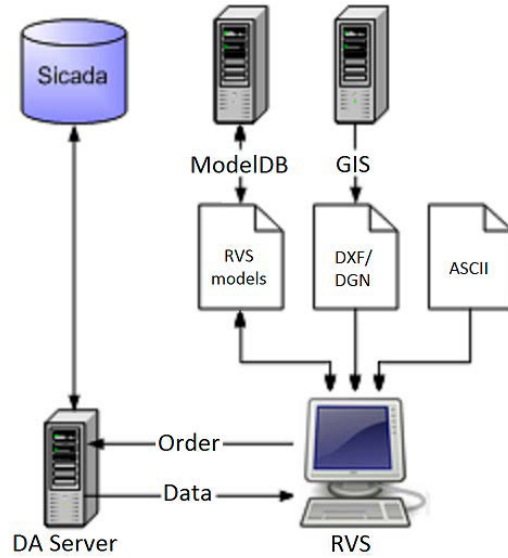


Fig. 3. Data transfer to RVS (SKB, 2015).

SKB는 현재 부지로 선정된 Forsmark에 대한 조사를 토대로 단열대 등의 모델링 기반이 되는 자료를 관리하고 분석하기 위해 FORSIDE(FORsmark Site Interpretative Database Environment)라고 하는 특성 데이터베이스를 개발했다. FOR SIDE는 PostGIS Extension이 포함된 오픈소스 ORDBMS(Object-Relational DataBase Management System)인 PostgreSQL로 개발되어 해석 분석을 지원하는 공간 분석 기능과 지질 및 분리단열망(Discrete Fracture Network, DFN) 모델에 대한 링크를 제공함으로써 Fig. 4와 같이 ‘Cold storage’의 역할을 하는 SICADA와 사용자 사이에 동적이고 쉽게 액세스할 수 있는 링크를 제공하는 ‘Hot storage’의 역할을 한다(SKB, 2021). 현재 FORSIDE v0.1에는 시추 및 단열로그(core, percussion logging, crush zones), 암석 속성, 수리학적 자료, 변형대 및 3D 모델을 위한 공간 자료가 포함된다(SKB, 2021).

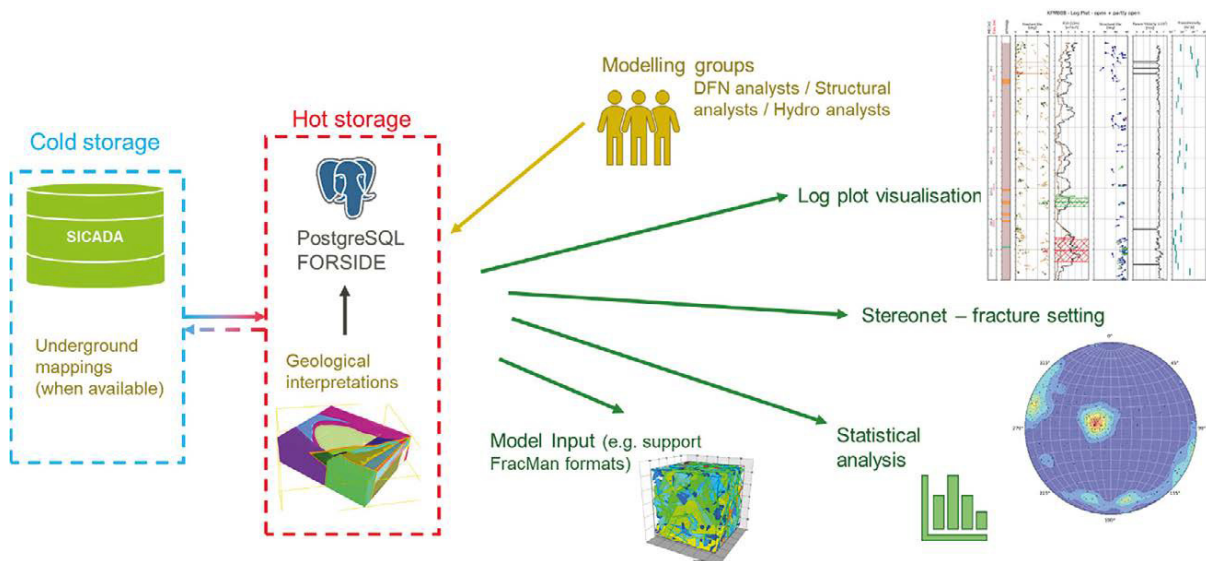


Fig. 4. Flow of information and models between cold storage archives (e.g. SICADA) and modelling groups (SKB, 2021).

독일

독일은 1960년 원자력법(Atomgesetz, AtG) 발효 후 고준위방사성폐기물 처분을 위한 연구를 시작하였으며, 2013년 제정된 부지선정법(Standortauswahlgesetz, StandAG)을 2017년에 개정하면서 본격적으로 부지선정 절차를 시작하였다(WNWR, 2019).

독일은 방사성폐기물 영구처분을 위한 연방협회(Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH, BGE)를 중심으로 부지선정 절차를 진행하고 있으며, StandAG 제12조 3항에 따라 부지선정과 관련된 업무에 필요한 지질자료, 특히 관할 주 지질조사국이 소유한 지질학적 및 수리지질학적 자료는 BGE에게 무료로 사용할 수 있도록 제공되어야 한다(StandAG, 2017). BGE로 제공된 자료는 이를 위해 개발된 데이터베이스 및 문서 관리 시스템 ArbeitsDB를 통해 관리되고 있으며, 제공된 자료 외에 자료 평가 의견이나 해당 자료를 통해 파생될 수 있는 자료도 함께 ArbeitsDB에 저장된다(Fig. 5)(BGE, 2020b, 2021).

Wird die Dateigruppe 2572 zur weiteren Bearbeitung benötigt?

noch ohne Zuweisung
 Ja
 Nein

Datenerfassung-ID	Dateigruppe-ID	DatID	Isolmage	Pfad	Name	Extension
27	2572	23925	DokID_11842115	\VISONG-Modell	profile_isong_3_4_5.cpg	cpg
27	2572	23926	DokID_11842115	\VISONG-Modell	profile_isong_3_4_5.dbf	dbf
27	2572	23927	DokID_11842115	\VISONG-Modell	profile_isong_3_4_5.prj	prj
27	2572	23928	DokID_11842115	\VISONG-Modell	profile_isong_3_4_5.sbn	sbn
27	2572	23929	DokID_11842115	\VISONG-Modell	profile_isong_3_4_5.sbx	sbx
27	2572	23930	DokID_11842115	\VISONG-Modell	profile_isong_3_4_5.shp	shp
27	2572	23931	DokID_11842115	\VISONG-Modell	profile_isong_3_4_5.shp.xml	xml
27	2572	23932	DokID_11842115	\VISONG-Modell	profile_isong_3_4_5.shx	shx

Fig. 5. Screenshot of the ArbeitsDB data management system (BGE, 2021).

제공된 자료 중 디지털화 되어 있지 않은 자료는 ArbeitsDB에 보관된 다음 지리 참조(Georeferencing) 및 벡터화를 진행하게 되고, 모든 디지털 자료는 자료시스템인 ELO(Elektronischer Leitz-Ordner)에 기록되고 수집된다. 자료는 내용 및 형태에 따라 Fig. 6과 같이 GIS 데이터, 3D데이터, Raster map, 연구 및 보고서 등 그 외 모든 형태의 4가지로 분류되고, 그 중 GIS 데이터는 ESRI社의 EnterpriseDB로, 3D 데이터는 AspenTech社의 Epos를 통해 관리한다(BGE, 2020b).

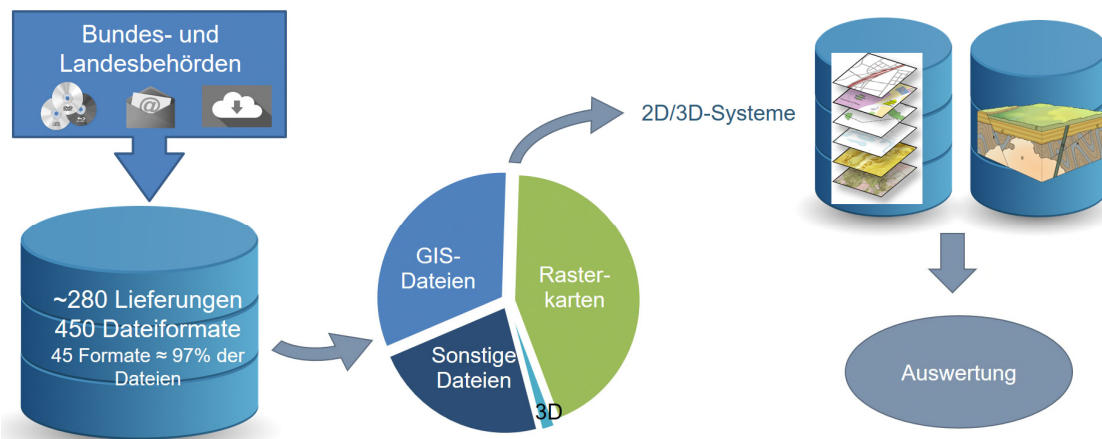


Fig. 6. Data classification for BGE data management (BGE, 2021).

그리고 BGE는 지구과학적 가중치 요건을 적용하기 위한 데이터베이스로 Microsoft社의 Access 기반의 평가모듈을 개발하여 사용하고 있다. 평가모듈은 평가 및 평가 결과 저장, Geosynthese, 기술 전문가 지원, 결과에 대한 접근, 기록(보관) 기능을 포함하고 있다. 평가모듈에 연결된 테이블은 총 144개이며 영역, 요건, 지표자료의 3개의 주요 테이블 외에도 StandAG의 정보를 제공하는 보조 테이블, 평가에 사용되는 참고 자료가 입력된 문헌 및 데이터 테이블, 정렬 테이블이 있으며, 평가모듈의 사용자화면은 Fig. 7과 같다(BGE, 2020a).

Fig. 7. View of the “Areas form” in the evaluation module, which is provided with fictitious entries as an example (BGE, 2020a).

이렇게 고준위방사성폐기물 처분 부지선정을 위해 수집, 사용된 자료는 지질데이터법(Geologiedatengesetz, GeolDG)에 따라 BGE 사이트 및 심층처분시설 부지조사를 위한 정보 플랫폼, 정량화 지도 서비스에 공개되고 있다(Fig. 8).

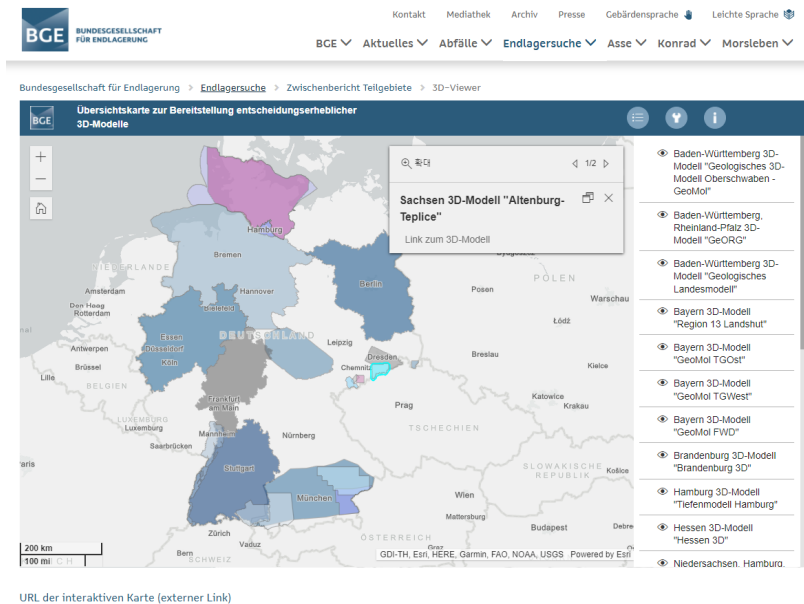
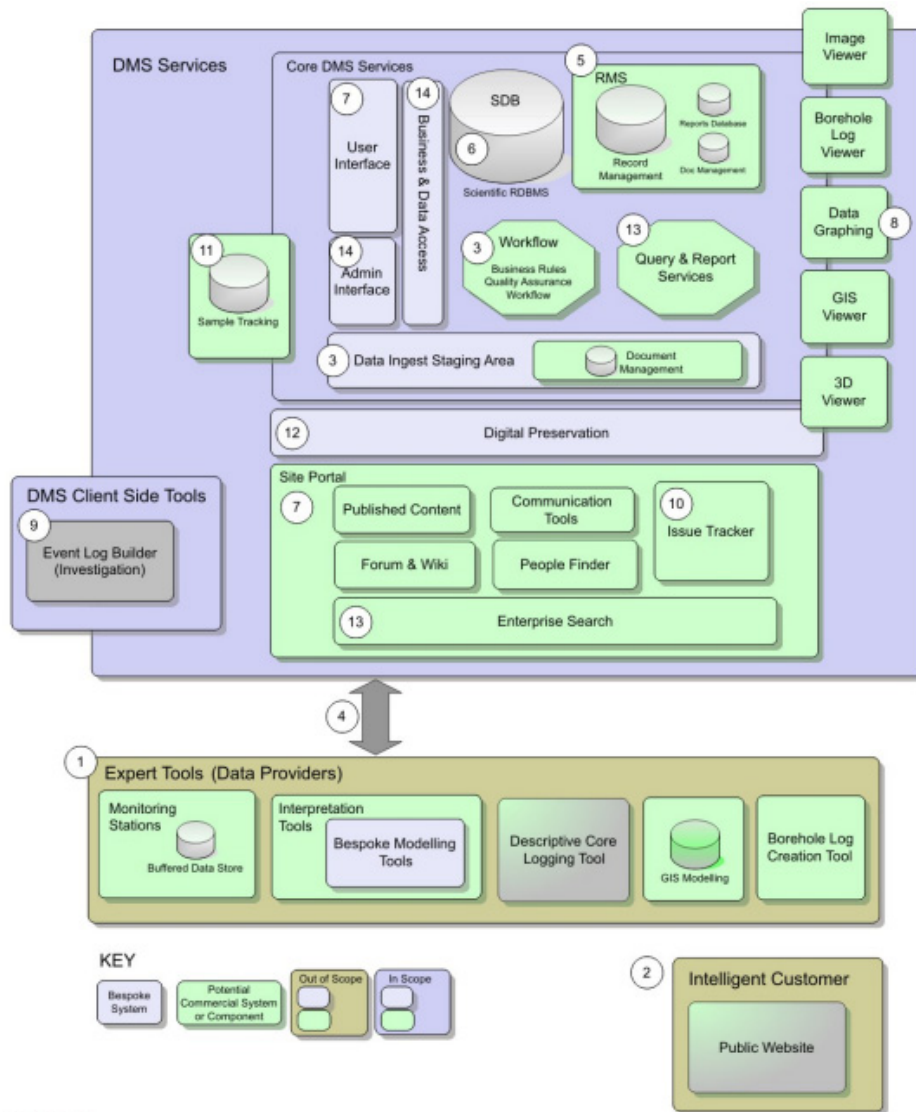


Fig. 8. Overview map for the provision of decision-relevant 3D models (BGE, 2022).

영국

영국은 2008년 고준위방사성폐기물 처분을 위해 백서(the White Paper)를 발간하고(Defra et al., 2008) 관련 업무를 수행할 기관으로 NDA(The Nuclear Decommissioning Authority)를 지정하였으며, NDA는 이를 위해 RWM(Radioactive Waste Management)을 설립했다. 이후 백서는 2014년, 2018년 두 차례에 걸쳐 개정되었으며(CECC, 2014; BEIS, 2018), 2022년 1월 RWM은 NWS(Nuclear Waste Services)로 개편되어 관련 업무를 이어받아 수행하고 있다(NWS, 2022).

NWS는 본격적인 고준위방사성폐기물 지층처분을 위한 연구를 진행하면서 이를 지원하기 위한 자료 관리 시스템(Data Management System, DMS)의 설계와 사양을 개발하는 작업을 진행하였다. 2008년부터 시작한 DMS의 개발은 지표기반의 부지조사 및 그 이후의 부지 특성화를 통한 자료가 환경청(Environment Agency, EA)의 지침에 따라 처분 시설의 안전성을 보장할 수 있도록 저장, 기록되도록 진행되었으며(RWM, 2016), DMS의 개략적인 구조는 Fig. 9와 같다(NDA, 2011).



1493-01-NDA

Fig. 9. Schematic representation of the DMS (NDA, 2011).

DMS의 설계는 기능, 사용의 용이성, 데이터 관리, QA/QC, 표준, 정보 보안과 같은 필수조건을 충족시키는 것을 목표로 한다.

DMS는 기능적으로 측정 및 해석된 매개변수를 포함해야 하며 샘플 추적 기능을 지원해야 하고 부지 전체 이벤트 로그를 유지 관리해야 한다. 또한 사용자가 문제를 제기할 수 있도록 추적시스템이 제공되어야 하며 사용자를 위해 DMS에 대한 원격 접속 및 다중 사용자 접속을 허용해야 한다. 또한 시스템은 특정 정보 수명 주기와 지구과학 조사와 관련된 연결성을 지원해야 한다. 또한 DMS는 데이터 관리와 관련하여 시스템은 내용을 기록으로 관리해야 하고, 데이터 보존을 보장해야 하며, 모든 측정내용은 4차원 위치에 매핑되어야 하고, 설명 정보는 정의된 방법을 사용하여 기록되어야 한다는 것을 필수조건으로 한다(NDA, 2011).

미국

미국은 1982년 제정된 방사성폐기물정책법(Nuclear Waste Policy Act, NWPA, 1983)에 따라 에너지부(Department of Energy, DOE)의 산하기관인 민간방사성폐기물관리국(Office of Civilian Radioactive Waste Management, OCRWM)이 주관기관이 되어 고준위방사성폐기물 처분을 위한 부지선정 절차를 진행하였으며, 1987년 개정 방사성폐기물정책법(Nuclear Waste Policy Amendments Act, NWPAA, 1987)에 따라 네바다주의 Yucca Mountain 부지를 고준위방사성폐기물 처분부지로 선정한 후 부지의 안전성과 신뢰성을 확보하기 위하여 YMP(Yucca Mountain Project)를 시작, 1987년부터 2002년까지 부지특성화 조사를 수행하였다. DOE는 부지특성화 조사 결과를 바탕으로 2008년에 건설 인허가 신청을 의회에 제출하였으나 2009년 Yucca Mountain 부지선정이 부적절하다는 행정부의 판단에 따라 YMP는 중단되었고 OCRWM이 해체되어 관련 업무는 원자력국(Office of Nuclear Energy, NE)으로 이관되었고 현재 미국의 고준위방사성폐기물 처분을 위한 관련 업무는 진행되지 않고 있다(CRS, 2021; GAO, 2021).

YMP 진행 당시 부지특성화 조사를 위한 입력자료로 제공되거나 부지특성화 조사 결과로 얻어진 자료를 관리하기 위하여 OCRWM은 해당 자료를 기술 데이터(Technical Data)로 정의하고, YMP에서 생성 및 사용하는 기술 데이터와 데이터베이스 인덱스를 포함하는 데이터베이스 시스템인 기술 데이터 관리 시스템(Technical Data Management System, TDMS)을 구축하였다. 구축된 TDMS의 구조는 Fig. 10과 같다(OCRWM, 1989; Statler et al., 1992).

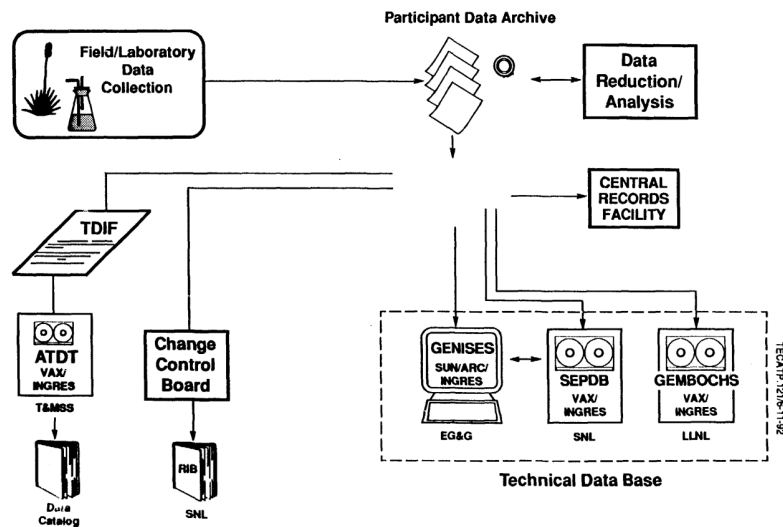


Fig. 10. Technical data management system (Statler et al., 1992).

TDMS는 조사 및 연구, 평가 등을 통해 얻어진 기술 데이터를 Table 1과 같이 주제별로 구분하여 저장하는 TDB(Technical Data Base), 자료의 출처, 사용, 저장위치 등을 추적하기 위한 ATDT(Automated Technical Data Tracking), 자료의 요약 정보를 제공하는 RIB(Reference Information Base) 등으로 구성되어 있다(OCRWM, 1991).

Table 1. Components of the technical database (OCRWM, 1989, 1991)

Database name	Type	Description	Parameter and topic list	Tool
Site and Engineering Properties Database (SEPDB)	Table	Geological, hydrological and rock property data from core sample tests and in situ measurements	Geologic Stratigraphy and Lithology, Thermal/Mechanical Stratigraphy, Geohydrology, Rock Matrix Mineralogy, Fracture Mineralogy, Whole Rock Chemistry, Fracture Chemistry, Geothermal, Chemical Analysis of Water Samples, Rock Physical Properties, Rock Mechanical Properties, Rock Thermal Properties, Faults	INGRES
Geographic Nodal Information Study and Evaluation System (GENISES)	Spatial Data	Descriptive data that are best characterized by spatial or geographic features	Administrative Data, Infrastructure Data, Site Characterization Activities, Physiographic Data, Geologic Data, Hydrographic Data, Biologic Data, Index Map	ARC/INFO
Geologic and Engineering Properties: Bibliography of Chemical Species (GEMBOCHS)	Table	Compositional and thermodynamic data for over 2,000 chemical species associated with Yucca Mountain	Compositional Data for Minerals, Gases, or Aqueous Species, Reaction Data for Aqueous Dissociation of Minerals, Gases, or Aqueous Species, Thermodynamic Data for Minerals, Thermodynamic Data for Gases, Thermodynamic Data for Aqueous Species	EQ3/6, INGRES

미국의 고준위방사성폐기물과 관련된 자료는 개정 방사성폐기물정책법 114(a)(1) c절에 따라 대중에게 공개하게 되어 있으며 10 CFR Part 60의 60.72(a)에 따라 DOE는 지층 처분장 운영 지역의 건설 기록을 미래 세대를 위한 유용성을 보장하는 방식으로 유지해야 하며 건설 기록에는 지하 시설 굴착, 수직 통로 및 시추공에 대한 조사, 지질도와 지질단면도, 침출수의 위치와 양, 기기 위치, 판독값 및 분석 등의 항목을 포함하게 되어 있다(DOE, 1981). 그리고 DOE는 1983년 맺어진 원자력규제위원회(Nuclear Regulatory Commission, NRC)와의 협정 및 1984년의 합의에 따라(OCRWM, 1990) 부지 특성화 조사를 통해 얻은 자료, 분석에 사용한 자료 등을 취합하여 Technical Data Catalog로 정리하여 분기에 한 번 발간하고 이를 후에 이어질 건설 인허가 신청 시 기반 자료로 활용하기 위해 전체적인 기술 데이터의 흐름을 Fig. 11과 같이 설계하였다.

이렇게 구축된 TDMS는 2009년 미국의 Yucca Mountain 부지선정이 백지화되고 관리주체였던 OCRWM이 2010년 해체된 후 데이터 및 검색 시스템, 분석 소프트웨어 및 모델링 결과, 지도, 사진, 비디오 등은 DOE 산하의 유산관리국(Legacy Management, LM)에 이관되어 관리되고 있으며, 지질조사 시료와 실험 표본 등은 NE에서 관리하고 있다(NWTRB, 2013).

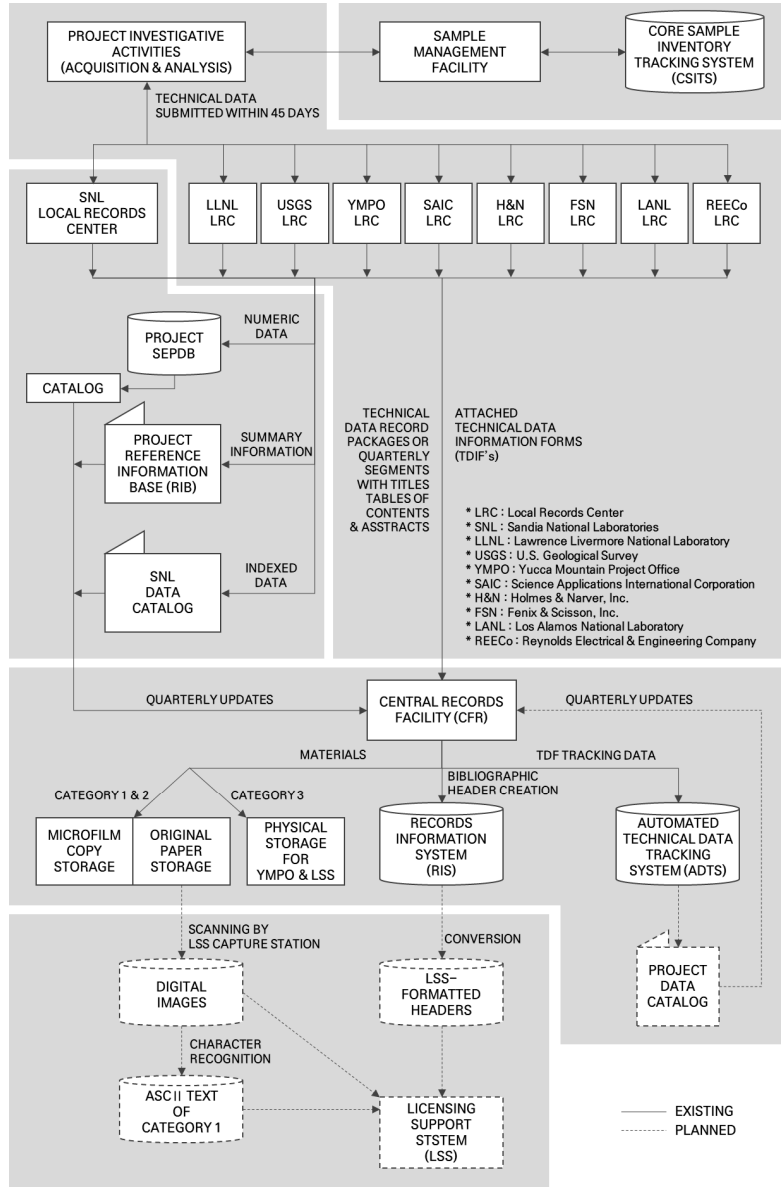


Fig. 11. Technical data flow (modified after Acree and Young, 1991).

결론 및 시사점

고준위방사성폐기물 처분과 관련한 각 나라의 조사 내용과 그 진행 과정에서 발생하는 자료를 보면 다양한 조사를 통해 여러 주제의 다양한 형태를 한 자료가 생성되며 이를 수집, 관리, 활용하기 위해 각 나라의 환경에 맞게 자료를 관리하고 있다.

스웨덴은 품질 보증 절차에 따라 자료를 SICADA에 저장 및 유지관리하며 이 자료만을 부지선정, 평가, 해석, 분석 및 모델링 등에 사용할 수 있고, 독일은 자료수집과 공개와 관련 내용을 법으로 규정함으로써 필요한 자료의 수집, 처리, 관리를 용이하게 하였다. 영국은 데이터 관리에 대한 개념을 정리하고 설계지침을 세움으로써 자료의 신뢰성을 높이고자 하였으며, 미국은 자료 공개 및 관련 자료 기록을 위한 법과 지침을 마련함으로써 처분장의 안전성에 대한 신뢰도를 높이고자

하였고 그에 따라 연구 및 조사를 통해 수집한 자료를 자료의 형태, 주제에 따라 DB를 구축하고 추적할 수 있게 함으로써 자료의 신뢰도를 높였다.

그리고 이렇게 구축된 데이터베이스 및 시스템과 자료는 부지조사 등의 한 단계에만 국한되지 않고 그 후 이어지는 다른 조사, 평가, 모델링, 인허가 절차 등 여러 단계에 폭넓게 반복되어 다양하게 활용되고 있으며, 나아가 처분 시설 운영 및 폐쇄 시에도 유용하게 사용될 수 있음을 확인할 수 있다. 또한 이렇게 각국의 자료 관리를 위한 항목, 기준은 각 나라 상황에 맞게 조금씩 상이하지만, 고준위방사성폐기물 처분 부지에 대한 안전에 대한 신뢰성의 확보를 자료 관리의 중요 목표로 한다는 점은 동일하다.

이번 해외사례의 조사, 분석을 통해 확인할 수 있는 자료 관리와 관련한 시사점은 크게 두 가지로 볼 수 있다.

첫 번째는 자료의 품질관리이다. 자료의 출처와 품질이 보증되지 않은 자료는 그 자료를 바탕으로 생성되는 자료의 신뢰도도 떨어트린다. 이를 위해 스웨덴은 SICADA 사용 기본 원칙을 만들었고 독일은 제공된 자료의 종류와 출처 등을 관리할 수 있는 ArbeitsDB를 구축하였으며 영국은 데이터 관리 및 QA/QC, 표준을 포함하는 자료 관리 개념을 정의하여 그 정의에 맞춰 DMS를 설계하였다. 그리고 미국은 부지특성화 조사와 분석을 통해 얻은 자료의 원본을 확인할 수 있는 ID를 자료마다 부여하여 정리한 Technical Data Catalog를 부지특성화 조사가 진행되는 분기마다 발행하였다.

두 번째는 자료 활용의 확장성이다. 조사나 분석을 통해 수집된 자료는 향후 이어지는 모든 고준위방사성폐기물 처분, 운영 및 폐쇄, 폐쇄 후까지 기반 자료로 활용될 수 있으므로 자료 관리를 위한 데이터베이스 및 시스템 구축 시 자료 활용의 확장성을 고려해야 한다. 스웨덴은 자료 활용과 관련하여 Forsmark로 처분장 부지선정 후 Forsmark에 대한 자료를 위해 기존 저장소인 SICADA와 연결된 새로운 저장소인 FORSIDE를 구축하였고 미국은 부지특성화 조사부터 건설 인허가 신청 절차까지 이어지는 전체적인 기술 데이터의 흐름을 작성하여 과정별로 자료가 효율적으로 활용될 수 있게 하였다.

향후 우리나라도 고준위방사성폐기물 처분을 위한 부지선정 초기부터 처분 시설 건설, 운영, 폐쇄, 폐쇄 후까지 관리단계 전체를 아우르는 장기적인 관점에서 자료의 품질관리와 확장성을 고려한 자료 관리 개념을 확립하고 그에 맞춘 자료 관리 시스템 및 체계를 구축해야 할 것이다.

사사

이 논문은 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 사용후핵연료관리핵심기술개발사업단 및 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행된 연구사업(No. 2021040101003A)의 지원으로 수행되었습니다.

References

- Acree, C.L., Young, S.R., 1991, Definition of technical data and analysis of infrastructure within participant organizations for providing LSS Access, 5-28.
- BEIS, 2018, Implementing geological disposal - working with communities: An updated framework for the long-term management of higher activity radioactive waste.
- BGE, 2020a, Arbeitshilfe zur anwendung der geowissenschaftlichen abwägungskriterien im rahmen von § 13 StandAG (in German).
- BGE, 2020b, Datenbericht ausschliesskriterien gemäß § 22 StandAG, 37-41 (in German).
- BGE, 2021, Verfügbarkeit entscheidungserheblicher geologischer daten, 10-29 (in German).
- BGE, 2022, Overview map for the provision of decision-relevant 3D models, Retrieved from <https://www.bge.de/de/end>

- lagersuche/zwischenbericht-teilgebiete/3d-viewer/ (in German).
- CRS, 2021, Civilian nuclear waste disposal, RL33461, 5-9.
- DECC, 2014, Implementing geological disposal: A framework for the long-term management of higher activity radioactive waste.
- Defra, BERR, Welsh Assembly Government, Department of the Environment Northern Ireland, 2008, Managing radioactive waste safely: A framework for implementing geological disposal.
- DOE, 1981, Disposal of high-level radioactive wastes in geologic repositories, 10 CFR Part 60, Washington, D.C.
- GAO, 2021, Commercial spent nuclear fuel: Congressional action needed to break impasse and develop a permanent disposal solution, GAO-21-603.
- MOTIE (Ministry of Trade, Industry and Energy), 2021, The second basic plan for high-level radioactive waste management (in Korean).
- NDA, 2011, Site characterisation for a geological disposal facility status report: March 2010, NDA/RWMD/057, 42-49.
- NWPA, 1983, Nuclear waste policy act of 1982, Public Law 97-425, 42 USC 10101-10226, Washington, D.C.
- NWPAA, 1987, Amendments to nuclear waste policy act of 1982, Public Law 100-203, Dec. 27, 1987, 100th Congress, Title V, 216-236, Washington, D.C.
- NWS, 2022, Nuclear waste services launches, Retrieved from <https://www.gov.uk/government/news/nuclear-waste-services-launches>.
- NWTRB, 2013, Review of U.S. department of energy activities to preserve records created by the Yucca Mountain repository project, 20-22.
- OCRWM, 1989, Technical data management plan, YMP/88-18.
- OCRWM, 1990, Technical data management plan Revision 1, YMP/88-18.
- OCRWM, 1991, Technical data base handbook, YMP/91-39.
- RWM, 2016, Geological disposal science and technology programme, NDA/RWM/112, 125.
- SFS, 1984, Lag om kärnteknisk verksamhet (nuclear activities act), Stockholm: Ministry of the Environment, SFS 1984:3 (in Swedish).
- SKB, 2000, Geoscientific programme for investigation and evaluation of sites for the deep repository, TR-00-20, 100-102.
- SKB, 2011, Site selection - Siting of the final repository for spent nuclear fuel, R-11-07.
- SKB, 2015, Rock visualization system - Technical description (RVS version 6), R-15-19, 7-10.
- SKB, 2021, Exploratory integration of discrete fracture network models and 1D stress models with data from hydraulic tests for the shallow bedrock at the Forsmark site, R-21-13, 36-37.
- SSI, 1998, The Swedish radiation protection institute's regulations on the protection of human health and the environment in connection with the final management of spent nuclear fuel and nuclear waste, SSI FS 1998:1, Statens strålskydds-institut.
- StandAG, 2017, Gesetz zur suche und auswahl eines standortes für ein endlager für hochradioaktive abfälle (Standort-auswahlgesetz - StandAG) (in German).
- Statler, J., Newbury, C.M., Heitland, G.W., 1992, Technical data management at the Yucca Mountain site characterization project, Annual Nuclear Information and Records Management Association Symposium, San Francisco, CA, United States.
- Stigsson, M., 2019, Structural uncertainties of rock fractures and their effect on flow and tracer transport, Ph.D. Thesis, TRITA-ABE-DLT-1927.
- WNWR, 2019, World nuclear waste report 2019 focus Europe, Berlin & Brussels, Retrieved from <https://worldnuclearwastereport.org/>.