

방사성 폐기물 처분장 부지·환경종합관리를 위한
지리정보 시스템 구축 방안

Strategy of the GIS establishment for Site and Environmental Data
Management for Radioactive Waste Repository

임용수, 박세문, 김창락
한국수력원자력(주), 원자력환경기술원

요 약

방사성 폐기물 처분장의 건설과 안전한 운영을 위해서 정부 관계기관은 인·허가를 위한 관련서류를 요구하고 있다. 이러한 인허가 요건을 만족시키기 위해 일반 및 방사선환경영향 보고서, 부지조사 보고서 및 안전성평가 보고서 등의 방대한 자료가 생산된다. 따라서 이들 자료들은 부지조사 단계에서부터 효율적으로 수집되고 관리되어야 할 필요가 있다. 특히 방사성 폐기물 처분장의 경우에는 처분장 폐쇄 후에도 장기적인 안전성 관리가 요구되는바 감시망의 운영이 필요하며 이를 통해 향후에도 환경 관련 자료들의 지속적인 도출과 함께 시설의 효율적인 관리를 위해 이들 data의 체계적인 수집 및 관리가 요구된다. 이러한 필요성에 따라 원자력환경기술원에서는 데이터베이스와 이러한 데이터베이스를 토대로 전산분석을 수행할 수 있는 SITES (Site Information and Total Environmental Data Management System) 프로그램을 개발하고 있다. 본 논문에서는 SITES 개발을 위해 도출된 지리정보 시스템 구축 방안에 대하여 보고하고자 한다. SITES에 포함될 지리정보시스템 개발의 첫 단계로서 SITES의 데이터베이스 연계를 위한 지리정보시스템의 기본 개념 및 기능과 주제도면의 선정, 관리 및 자료 분석 방안과 함께 개발이 진행 중인 SITES와의 연계방안에 대해서 기술하고자 한다.

Abstract

For the safe management of radwaste repository, data of the site and environment have to be collected and managed systematically. Particularly, for the radwaste repository, which has to be institutionally controlled for a long period after closure, data will be collected and maintained through the monitoring programme. To meet this requirement, a new programme called "Site Information and Total Environmental data management System (SITES)" is being developed.

In this study, as the first stage of GIS(Geographic Information System) development that will be embedded in SITES, the scope and function of GIS are issued. Methodology for the Selection and management of thematic maps is studied as well.

1. 서 론

원자력 발전소를 비롯한 사용 후 핵연료 중간저장 시설, 중·저준위 방사성폐기물 처분장 등의 원자력 관계시설들은 과학기술부 고시 및 환경부 고시 등의 관련 법규에 의거하여 부지 및 환경에 대한 다양한 평가 및 감시들이 이루어져야만 한다. 이러한 부지·환경의 지속적인 감시·평가와 공개는 원자력 관계시설들의 인허가를 위한 법적 요건뿐만 아니라 시설의 효율적 관리와 원자력 산업에 대한 국민 이해 증진을 위해서도 이루어져야 할 것이다.

부지 및 환경 감시 프로그램의 공간적, 시간적 대상 항목의 범위가 커질수록 수집·평가해야 하는 자료의 양이 방대해지며, 효율적인 자료의 관리가 어려워진다. 또한, 부지·환경의 안전성 평가를 위한 자료들은 서로의 복합적인 상관관계에 의해서 원하는 정보를 도출해내는 작업은 기존의 단순한 파일관리 시스템을 통해서만 한계점을 가질 것이다. 특히, 방사성폐기물 처분장의 경우, 건설 및 운영 기간뿐만 아니라, 폐쇄 후 제도적 관리 기간에 대한 지속적인 환경 감시와 평가가 이루어져야 하므로, 부지·환경에 대한 체계적인 데이터베이스의 구축 및 관리가 필요한 실정이다.

한편, 기존의 원자력발전소에 대한 안전성분석보고서 및 환경영향평가 보고서 등의 경우, 시설물 및 지역 정보, 환경정보 등에 대한 공간자료를 도면으로만 관리함으로 인하여, 추가적인 자료의 이용 및 다양한 분석에 있어서 한계점을 가지고 있었다. 특히, 방사성폐기물처분장의 안전성 평가 체계 구축을 위한 항목들은 대부분 공간적인 위치와 관련된 도면 정보와의 연계가 필수적이다. 따라서 공간자료와 속성자료의 통합관리가 가능한 지리정보시스템(GIS)을 도입하거나 데이터베이스를 가시화하는 데이터베이스 관리 프로그램을 개발하여 기존의 속성 데이터베이스와 연동시킴으로서 관련 자료의 효율적인 관리 방안을 모색하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 방사성폐기물 처분장을 비롯한 원자력시설 부지·환경의 지속적이고 효율적인 감시 및 평가를 위한 부지·환경 종합관리 시스템(SITES: Site Information and Total Environmental Database Management System) 개발의 기반연구로써 부지·환경의 종합적인 관리를 위한 지리정보시스템 구축 방안에 대한 내용을 기술하였다. 우선, 지리정보시스템에 입력될 공간 자료인 주제도면의 선정과 분류, 자료 관리 방안, 자료 분석과 출력 방안에 대하여 기술하였다.

2. 지리정보시스템의 구축

지리정보시스템(Geographic Information System)은 공간좌표 또는 지리좌표에 참조된 자료를 다루는 것으로 모든 형태의 정보를 효율적으로 수집, 저장, 갱신, 처리, 분석, 표시하기 위해 구축된 하드웨어, 소프트웨어, 지리자료, 인적자원의 조직체라 정의할 수 있다. 지리정보시스템의 큰 특징은 속성정보에 공간관계를 부여하는 것이다. 각종 야외조사 및 실내시험에서 얻어진 공간자료는 위상관계, 토지이용, 경계영역, 샘플위치 등에 대한 정밀한 지도상의 위치로 표현될 수 있다. 즉, GIS는 공간정보와 속성정보를 연계하고 통합하여 관련 지역에 대한 보다 정밀한 도시 및 연구를 가능하게 한다. 특히, 원자력 시설의 경우, 지리적인 방사선 환경에 대한 모니터링에 있어서 이러한 중요성이 더욱 부각된다. 현재까지 원자력분야에서 지리정보시스템의 도입은 단편적으로 필요성 부각의 차원에서만 이루어진 상태이다. 따라서 본 연구에서는 방사성폐기물 처분장을 비롯한 원자력시설 부지·환경에 대한 감시 및 관리 체계를 구축하기 위하여 이러한 지리정보시스템을 도입하게 되었다.

지리정보시스템의 선정

지리정보시스템의 구축을 위해서는 공간 및 속성(비공간) 자료로 구성된 데이터베이스를 구축하

여야 한다. 하지만, 현재까지의 상용 GIS 제품군의 경우, 공간자료의 도시가 강조된 나머지, 속성 데이터의 관리에 있어서는 미흡한 실정이다. 특히, 도면으로 관리하기 때문에 파일 관리 시스템의 한계점을 그대로 가지고 있으며, 다중 사용자 및 데이터의 호환 등에 있어서 많은 문제점을 가지고 있다. 또한, 대부분의 상용 GIS 제품군은 COM 방식이 아닌 패키지 방식으로 솔루션을 제공하고 있기 때문에, 개발목적에 최적화된 시스템의 설정은 어려운 상황이다. 특히, GIS를 구현하는 가장 큰 목적은 사용자들이 업무를 보다 효율적, 효과적으로 처리할 수 있도록 필요한 정보의 결과물을 제공하는 것이므로, GIS의 활용목적 및 활용분야의 특성에 맞는 데이터베이스 구축이 GIS의 성공적 구현의 중요한 관건이다.

데이터베이스 시스템통합의 핵심이 많은 사용자가 공통의 정보를 공유하는 데 있다고 볼 때, 속성정보와 공간정보 데이터베이스의 통합은 원자력부지에 대한 자료를 통합 관리하는 부지·환경관리 시스템 및 시스템간의 원활한 정보교환 및 업무 능률향상의 기반부 역할을 할 것이다.

본 연구에서는 상용 GIS 제품군을 자료의 호환성, 시스템 개발 용이성, Application 개발 가능성 등을 기준으로 ESRI사의 ArcGIS를 지리정보시스템의 개발 도구로 선정하였다. ArcGIS 제품군을 사용하여, 수집된 원시자료를 공간자료로 변환하며, 이와 별도로 관리시스템의 공간자료 도시를 위한 Application을 개발하고자 하였다.

지리정보시스템 구축 과정

지리정보시스템은 분산된 자료를 통합 분석함으로써 의사결정에 필요한 정보제공을 수행하는 시스템으로 일반적으로 5단계의 과정을 거쳐야 하며 그 과정과 내용은 다음과 같다.

(1) 자료의 수집과 분류

지리정보시스템의 특성상 자료의 종류는 공간 자료와 속성 자료로 구분되고 공간 자료는 대개의 경우 지도 또는 측량을 통해 얻어지며, 최근에는 GPS 기술의 발전으로 과거보다 더욱 세밀한 공간 자료를 표현할 수 있다. 속성 자료는 각종 보고서 및 문헌을 통하여 얻어진다. 지리정보시스템은 수집된 자료에 기반을 두고 정보를 제공하고 있으므로 정보의 신뢰성 및 가치성은 수집된 자료의 신뢰성 및 정확성과 밀접한 관련이 있다.

본 연구에서는 방사성폐기물 처분장을 비롯한 원자력관련 시설의 법령 및 안전성 평가 자료 등에 기반한 SITES 요구분석을 통하여 그림 1과 같은 SITES의 항목을 도출하였고, 이에 기반하여, 도출된 항목을 공간자료와 속성자료로 분류하였다.

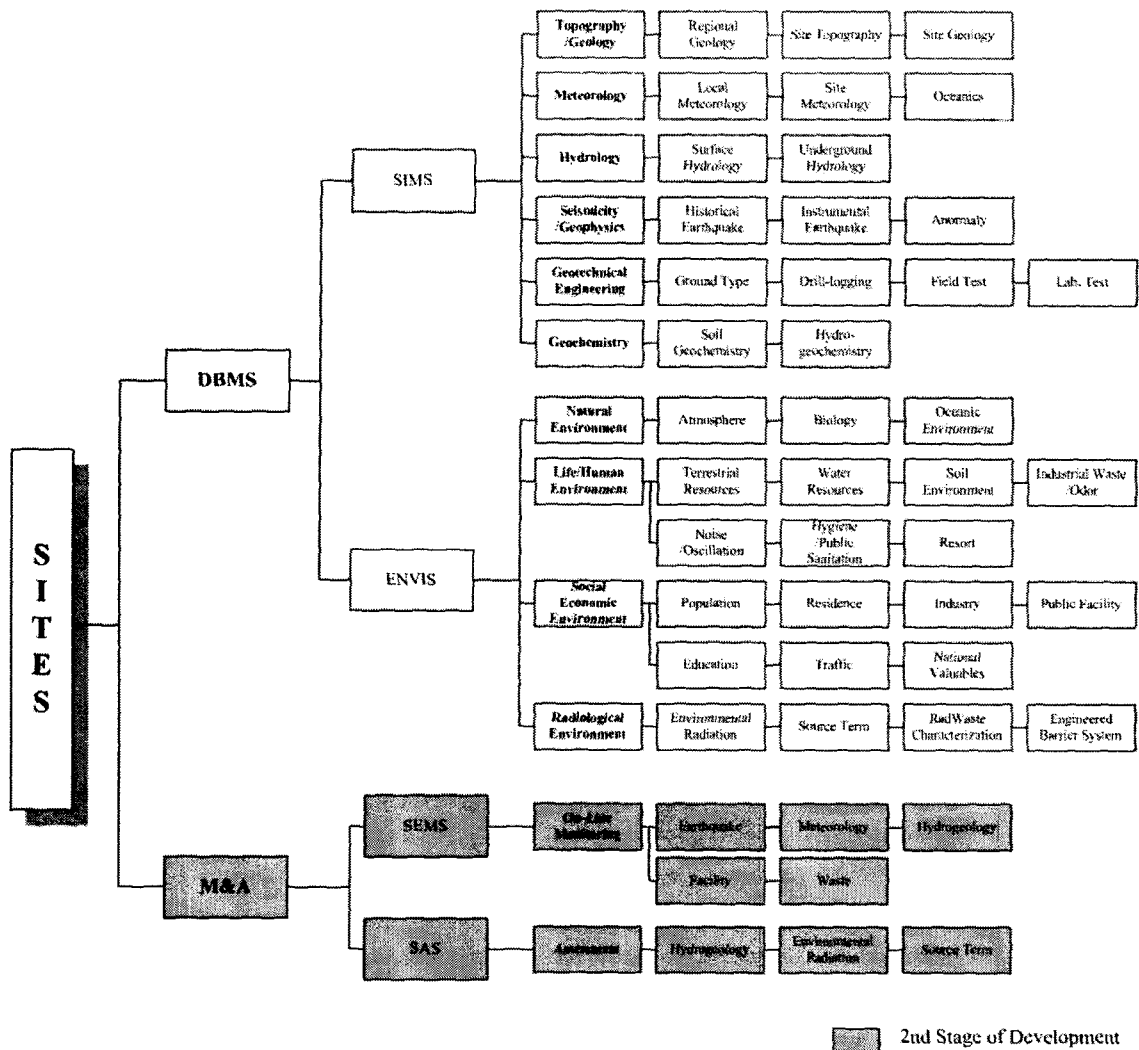


그림 1. SITES의 항목 구성도

(2) 자료 입력

자료 입력은 상기에서 수집 분류된 자료를 지리정보시스템에 입력하는 과정이다. 이 과정의 자료 형태의 변환과 대상물의 공간 구분 작업의 2가지 처리 과정으로 구분할 수 있다. 자료의 형태 변화라 함은 지도, 사진, 야외조사보고서 등으로부터 추출된 여러 가지 형태의 자료로 변환하는 과정으로 시간과 비용이 많이 소모 된다. 지도 데이터는 다목적으로 이용되므로 신뢰도가 요구 기준에 적합하여야 한다. 본 연구에서는 도면의 경우, 이미 많은 보고서와 조사가 행해진 영광 지역과 현재 중저준위 방사성 폐기물 처분장이 건설될 지역인 위도를 우선 대상으로 하였으며 필요한 도면은 광역 주제도와 부지 주제도를 구분하였다(표 1).

표 1. 입력 주제도의 구분

구분	주제도명	내 용	참 고 사 항	
광역 지형	지형도	광역 지형도	디지털타이징	
	토지이용도	토지이용현황	자료 입수 후 디지털타이징	
	행정구역도	도경계 및 시군 경계	디지털타이징	
	인구분포도	행정구역별 인구분포	속성입력 후 GIS 통계 분석	
	광역수계도	국가하천/준용하천	디지털타이징	
	사진자료	항공사진 위성사진 음영기복도		
광역 지질	지질도	광역 지질도	한국지질자위연구원	
	선구조도	단층 및 조구조	한국지질자원연구원	
	지체구조도	한반도 광역 지체구조도	디지털타이징	
부지 지형	수치지형도	1:50,000 및 1:5,000 수치지형도	각 레이어 별 추출	
	토지이용도	부지 토지이용현황	환경부 자료	
	행정구역도	도경계 및 시군읍면 경계	DB 완성 후 연결	
	인구분포도	부지 인구 분포	DB입력 후 GIS 통계 분석	
	수계도	저수지		수치지형도 추출
		지류		수치지형도 추출
		세류		수치지형도 추출
		Network		Junction Point 부여
	사진자료	항공사진, 위성사진, 음영기복도		
	지형단면도	16방위별 지형단면도(필요시)		
	도로망도	일반국도, 지방도, 군도		수치지형도 추출
		면리간 도로		수치지형도 추출
		Network		Junction Point 부여
	3D 지형도	수치지형도 등고선 추출 후 작업		GIS TIN 파일
최대가능홍수	하천의 최대가능홍수량		GIS 분석, 프로그래밍	
부지 지질	지질도	1:250,000지질도		광주도폭 지질도 활용
		시설구역에 대한 1:1,000지질도		좌표 수정
	지질단면도	시설구역에 대한 지질단면도		디지털타이징
	구조지질도	단층 및 선구조, 파쇄대 및 우세절리		광주도폭 지질도 활용
	주상도			디지털타이징
	토양분포도	색깔별로 표현		환경부 자료
	수리지질도/ 단면도	수위등고선, 수질(stiff diagram), 축선에 따른 단면도 표현		GIS 분석, 프로그래밍
	수리이방성도			디지털타이징
해양지질	부지 근해저 지질도		디지털타이징	

주제도는 지형도의 경우 국립지리원에서 발간한 1:25,000과 1:5,000 수치지형도를 각 레이어별로 세분하여 추출, 속성입력, 도면 접합하는 구조화 및 편집화 과정을 거쳐서 DXF 포맷으로 저장한 뒤, 속성정보 입력을 위해 위상관계가 포함되는 GIS 기본 도면 포맷인 coverage 형태로 변환하여 ArcGIS내에 저장하였다.

지질도는 지각을 구성하는 각 지층의 종류 암상 등에 따라 구분하여 그 분포상태를 정합, 부정합등의 상호관계, 습곡, 단층등의 지질구조 등을 표시한 도면으로, 한국지질자원연구원의 1:250,000 수치지질도를 지형도 상에 투영될 수 있도록 기준점을 지형도와 같이 투영한 후 coverage 파일로 변환하였다. 음영기복도는 수치지형도상에서 추출한 등고선 자료를 이용하거나 위성영상을 사용하였으며, 나머지 입력 주제도는 직접 종이 도면을 스캐닝 후 AutoCAD Map을 이용하여 디지털타이징 하였다. 분석이 필요한 도면은 최대가능홍수도, 수리지질도 등이 현재 수준에서 분석되어 도면으로 입력되었으며, 나머지 세부적인 분석은 모든 속성정보인 데이터베이스가

완료되는 시점에서 처리될 수 있을 것으로 생각된다.

(3) 자료 관리

자료관리라 함은 데이터베이스의 구축과 운영을 말하며, 자료의 입력, 갱신, 소거 및 복구 등의 기능을 수행한다. 대개의 지리정보시스템 관련 자료는 단기적 자료와 장기적 자료가 있다. 예를 들면 단기적 자료에는 도로나 지적과 같이 수시로 내용이 변하는 대상에 대한 자료가 있으며, 장기적인 자료에는 지질이나 정비된 하계등과 같이 내용의 변화가 거의 없는 대상에 대한 자료가 있다. 단기적 자료에 대한 자료 갱신 등과 같은 자료 관리는 최신정보를 제공하는데 필수불가결한 과정이며, 이는 자료 입력과 더불어 시간과 경비의 투자가 소홀히 되어서는 안 될 부분이다. 이를 위해 ESRI사의 최신 공간정보 관리 포맷인 Geodatabase를 사용하여 ArcSDE 내에 입력된 공간자료와 속성 자료를 저장하였으며, 현재 본 연구에서 개발 중인 데이터베이스 관리 프로그램과 잘 연계될 수 있도록 data 형태를 통일하여 저장하였다.

(4) 자료 분석 및 처리

자료의 분석 및 처리라 함은 구축된 데이터베이스를 이용하여 자료간의 연산이나 기술적 처리를 함으로써 새로운 정보를 추출하는 과정이다. 지리정보시스템에서는 각기 이용목적에 따른 자료의 해석기능을 가지고 있는 지리정보처리에 현재 많이 사용되고 있는 해석 방법은 공간 해석 기법이다. 이는 지도 요소간의 관련성을 이용한 해석방법으로 지도중첩과 네트워크 해석이 있다.

향후 데이터베이스가 구축되는 시점에는 GIS의 통계분석, 3D분석 등과 연계하여 수계 오염 추측 및 방사선원 추적, 중저준위 방사성 폐기물 처분장 최적 입지 등의 분석을 행할 예정이다.

(5) 자료 출력

출력은 자료의 처리 결과를 도표, 그래프, 지도와 같은 사용자가 이해할 수 있는 형태나 다른 컴퓨터 시스템에 전송할 수 있는 형태로 만드는 것을 말한다. 지리정보시스템에는 이런 기능이 기본적으로 포함되어 있으며, 기본적인 기능 외에 사용자 분석을 통해 추가 어플리케이션을 ESRI사의 Map Object를 이용하여 개발할 예정이다.

3. 결 론

원자력시설의 부지·환경에 대한 지리정보시스템 구축에는 다양한 형태의 원시자료와 방대한 양의 공간 정보 및 속성 정보가 존재하나 사용자 입장에서의 이들 정보의 효율적인 관리에는 문제점을 가지고 있다. 또한 현재 국내에서는 모든 평가 기반에 대한 지리정보시스템이 구축되지 않고 있는 실정이므로 본 연구는 이러한 목적의 부지환경 종합 데이터베이스 관리 시스템 구축을 위한 기반 연구로서 지리정보시스템 구축을 위한 방안을 연구하고, 향후 분석을 위한 기능 분석 및 기본 도면구축과 함께 현재 개발되고 있는 데이터베이스 시스템과의 연계성을 검토하였다.

또한 체계적이고 효율적인 시스템 구축을 위해, 가장 문제점으로 부각되던 공간 정보와 속성 정보를 통합적으로 관리할 수 있는 기본적인 시스템 구축방안을 연구하였다. 단지, 이번 지리정보시스템 구축은 전체적인 시스템 개발의 기반 단계이므로, 운용 프로그램의 설계와 개발 시, 시스템의 구조와 내용은 변경의 여지가 있다.

현재까지 국내의 원자력분야에서 추진되었던 부지·환경에 대한 데이터베이스 관리 시스템 개발이 개념 연구단계에 머물렀으나, 선진 외국의 경우 지리정보시스템과 연계하여 시설물관리, 안

전성 평가에 적극적으로 활용되고 있다는 점에 비추어보아 국내에서도 체계적이고 꾸준한 연구 개발이 필요하다고 판단된다.

사 사

본 연구는 과학기술부에서 시행하는 국가지정연구실(NRL) 사업의 일환으로 수행되었다.

참 고 문 헌

1. ESRI, 'Introduction to ArcGIS Desktop', 2002
2. 이호진, 임용수, 이찬구, 박세문, 박주완, 김창락, 방사성폐기물 처분장 부지환경 종합관리를 위한 공간 속성 데이터베이스 설계, 한국방사성폐기물학회 논문집, 2003
3. 정문섭, 김윤상, 최용복, 폐탄광 GIS 구축방안에 관한 연구, 한국 GIS 학회지, 2002
4. 한국원자력안전기술원, '방사성폐기물처분장 수리지질특성 검증방법', 2002
5. 한국전력공사, '영광원자력 5, 6호기 건설사업 안전성분석보고서'