

광해방지사업단 광산지리정보시스템의 개발 및 활용 현황

Utilization and Development of Mine GIS: The State of the Art of MIRECO

김정아¹⁾, 권현호²⁾, 이기원³⁾

Jung-a Kim¹⁾, Hyun-Ho Kwon²⁾, Kiwon Lee³⁾

- 1) 한성대학교 정보시스템공학과 대학원, 광해방지사업단 사업기획팀
- 2) 광해방지사업단 기술연구센터
- 3) 한성대학교 정보시스템공학과

요약

본 연구는 전국에 산재되어 있는 광산으로 인한 피해 방지를 목적으로 광산 및 광해현황 정보를 체계적으로 관리하고 있는 광산GIS의 현황과 문제점을 분석하고, 광산지역의 개발계획 수립 및 국가SOC 사업 추진시 의사결정 기초자료로서의 광산GIS의 역할을 설명하고, 향후 시스템 확대 발전방향을 제시하고자 한다.

주요어 (Keywords): 광산, 광해, 지반안정사업, 오염수질개선, 토양오염방지, 산림복구

1. 서론

지식경제부 자료에 의하면 1930년 이후 개발광산은 총 2,006개이며 이중 1,276개는 폐광되었고, 2006년 6월 기준으로 730개 광산이 가행중에 있다(산업자원부, 2001). 폐광된 광산중 936개의 휴폐금속광산과 340개의 폐탄광의 방치로 광산개발촉진적인 갱도, 광물찌꺼기 및 폐석으로 인한 지반침하, 광산배수유출, 토양오염, 산림훼손 등의 사회적 문제가 대두되고 있으며 최근 폐금속광산 광미의 독성물질로 인한 인체에 피해를 호소하는 사례가 증가하고 있다.

따라서 광산 및 광해의 종합적인 관리와 광산지역의 중장기 개발계획 수립, 환경복원정책수립 지원을 위한 시스템 구축이 필요하게 되었다.

2. 광산지리정보시스템(MGIS)

광산피해의 방지 및 복원사업을 추진하는 광해방지사업단(MIRECO; Mine Reclamation Corp)에서는 광산 및 광해현황 정보를 체계적으로 관리하고 조회할

수 있는 광산지리정보시스템(MGIS; Mine GIS)을 구축중이며, 2003년부터 현재까지 전국에 산재한 2,006개의 광산정보를 DB화하고, 그중 340개의 폐탄광중 강원도, 경북(문경, 상주, 봉화) 및 충남보령지역 172개 폐탄광 및 전국 7개 가행탄광 갱내도를 데이터베이스화 하여 국토지하공간정보 구축에 기여뿐만 아니라 국가SOC 사업추진시 기초자료 제공 및 안전사고를 사전에 예방하고자 한다. 먼저 광산 및 광해현황을 설명하고 이러한 자료들이 분석이 될 수 있도록 한 구축된 데이터베이스와 응용프로그램 구현내용, 시스템 구성을 설명하고자 한다.



그림 1. 가행중인 갱내채굴 광산모습과 갱내도

1) 광해방지사업

가) 지반안정사업

지하광채 채굴로 형성된 지하공동의 상반이 시간이 경과함에 따라 붕괴되고 그 붕락이 점차 상부로 발달되면서 지표까지 연결되어 발생하는 지표붕괴 및 지반의 균열로 인한 인명 및 재산손실 사태를 예방하기 위하여 지반안정성조사 및 보강공사 시행 (사업추진절차 : 기본조사 → 정밀조사 → 보강공사 설계 및 시공 → 계측조사 및 사후관리)



그림2. 지표함몰→ 보강공사

나) 오염수질개선

광산개발로 인해 발생하는 갱도로부터의 갱내수 및 광미침출수는 다량의 중금속을 함유한 산성갱내수(AMD:Acid Mine Drainage)로 하천을 따라 흘러가면서 적갈색 또는 흰색 침전물을 발생시켜 시각적 혐오감과 하천하부의 주변 농경지를 오염시키므로 이를 방지하기 위한 오염수질개선사업 시행 (사업추진절차 : 현장조사(광해조사)→사업대상지선정(실시계획)→사업계획수립(정화방법결정)→부지확보→설계 인-허가→공사(시공업체)→준공검사(시설검사)→사후관리(광해관리))

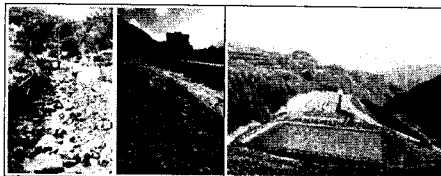


그림3. 갱내수의 하천오염→정화시설

다) 토양오염방지

광업활동으로 채굴된 광물을 선광과정을 거치고 남은 유해 중금속을 포함한

광물찌꺼기로 인하여 산성광산배수 및 침출수로 오염된 토양을 개량·정화함으로써 휴·폐금속광산으로 인한 주변 환경오염피해나 지역주민의 재산 또는 건강상의 위험을 사전에 예방하기 위하여 오염토양복원사업을 시행 (사업추진절차 : 정밀조사 및 복원계획 수립 → 오염토양의 복원설계 및 적용성 평가 → 개선 또는 복원사업을 위한 토지의 휴경 매입 및 보상 → 개량 및 복원사업 시행 → 개량부지의 대체작물 재배, 이용의 제한 및 토지의 용도 변경 등 활용방안 제시 → 개선된 토양오염지역의 모니터링 및 사후관리)



그림4. 분석용 시료채취→안정화,복토, 환토등

라) 산림 및 토지복구

폐광 후 훼손된 산림과 폐석더미의 방치로 우기시 침출수의 발생 및 자연환경 훼손 등 지역발전의 저해요인으로 지역 환경과 지형 및 적치상황을 종합적으로 분석하여 훼손된 산림을 복구 및 폐석유실방지사업을 시행(사업추진절차 : 사업계획승인→현장조사(사업단)→설계 인-허가(사업단 승인)→공사(전문광해방지사업자)→준공검사(사업단)→사후관리)

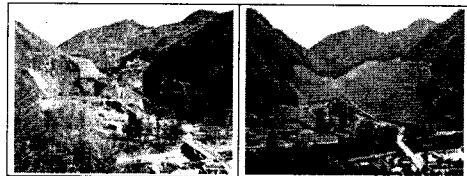


그림5. 폐석더미→ 산림복구후

마) 광물찌꺼기 유실방지

- 광산이나 제련활동 시 발생한 폐석·광물찌꺼기로 인한 광해가 발생하였거나 발생할 우려가 있는 광산에 대하여 광산폐기물의 양, 적치되어있는 장소의 특성 및 면적, 적치장 하부 지질구조 등 현지실정을 감안하여 침출수의 유출을 차단하고,

복도 및 식재를 하여 집중호우 등으로 인한 재해손을 방지하고 환경친화적으로 복구

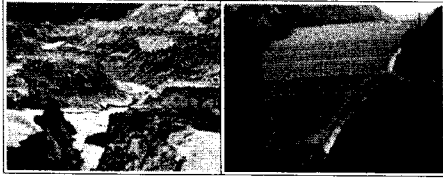


그림6. 광울짜꺼기 적치장→사업 준공후

바) 기타

- 폐공가·폐시설을 철거로 도시슬럼화를 방지하고 깨끗한 주거환경을 조성
- 광해방지시설 운영관리비를 지원

2) 데이터베이스 구축

광산지리정보시스템은 1:5,000 수치지형도, 수치지질도, 편집지적도를 기본도로 하고, 광산주제도인 갱내도, 광구도, 광업지적도와 광해주제도인 시추위치도, 지반안정성 정밀조사구간, 지반보강공사구간, 토양오염측정지점, 산림훼손지, 산림복구지, 수질채수지점, 정화시설위치 등이 데이터베이스로 구축되어 있다.

가) 도면DB 구축

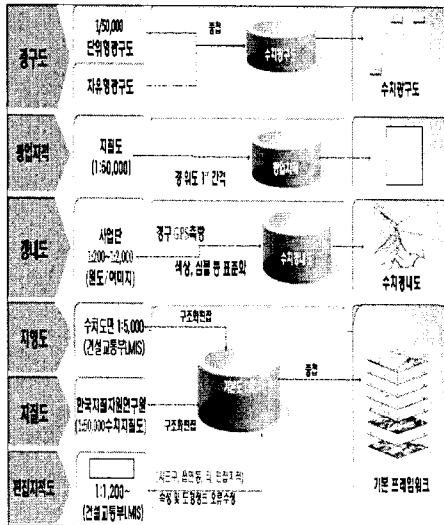


그림7. 데이터베이스 구축목록

나) 속성DB 구축

구축된 속성자료는 광산정보(가행일,

폐광일, 광업권자, 채광량, 광종, 광업권등록번호, 광업지적, 소재지, 구광산명 등), 갱내도(수갱, 사갱, 승갱, 중단, 권립복선, 통기사갱, 편, 레벨 등), 갱구GPS 측량(지상에서 유일하게 광산을 지형위에 정위치시킬수 있는 기준점이 되는 갱입구의 측량값, 갱구사진, 갱구확인자 등), 광구도(광업권등록번호로써 자유형광구도, 단위형광구도, 광업허가면적, 존속기간 등), 광업지적(광업지적 번호 등), 지반침하방지사업, 수질개선사업, 산림복구사업의 일련의 조사/공사 보고서 및 관련 대장의 내용들이다.

지반침하방지사업 관련 자료는 주로 침하지역의 지질조사자료, 지구물리탐사 해석자료, 계측자료 및 시추자료로 구성되며, 보강공사가 이루어진 경우 보강지역과 보강재에 대한 정보가 구축된다. 그림2는 지반침하 방지를 위해 수행한 지구물리탐사 해석 이미지 및 시추추상도를 표현한 것이다.

위와 같은 데이터베이스중 지반침하에 측에 있어 가장중요한 갱내도구축에 있어 문제점이 있다. 지하채굴 광산을 정위치 편집하기 위해서는 유일하게 확인가능한 갱구를 측량하여야 하나, 폐광한지 오래되고 폐광시 갱구함몰, 개발, 산림복구 등의 사유로 갱구위치를 파악할 수 없는 경우가 발생하였으며, 이런 경우 주민의 증언을 활용하여 갱내도 정위치 편집의 부정확이 발생하는 등 갱내도 정위치 편집 자료는 자료 구축시의 히스토리 및 주민증언 데이터를 입력한 메타데이터의 활용이 필수적이다.

광구도는 단위형광구도와 자유형광구도가 있으며 광업소유영역을 표현하는 도면으로서 원시데이터의 축척이 1:50,000으로 1:5,000기본도 위에 데이터를 표현하면서 오차가 발생하였다. 광구도의 가장 큰 역할은 일제시대때부터 개발된 광산으로 유일하게 광업권등록번호만 있는 경우 광산위치를 찾을 수 있는 정보이다. 이런 오차가 있음에도 불구하고 광산GIS의 데이터베이스는 이 분야의 전문가인 기획/측량 파트의 석탄광업근무경력 10년이상인

자의 도면해석과 갱구조사를 통해 구축된 광산지리정보시스템 데이터베이스이다.

3) 응용프로그램 개발

- 가) 광산 및 광해정보의 입력, 수정, 조회, 삭제, 통계기능 개발
- 나) 웹기반으로 .NET 프레임워크 기술을 적용하여 개발
- 다) 관리자 및 실무자의 요구사항이 충분히 반영된 활용가능한 시스템 개발
 - 공통관리기능(화면제어, 레이어관리, 검색 및 이동, 기본도 정보관리, 좌표변환, 측정/축척설정, 사용자관리, 시스템권한관리, 시스템접근이력관리)

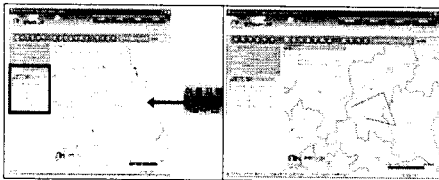


그림8. 검색/이동, 측정/좌표변환

- 광산관리(광산기본정보관리, 광구정보관리, 금속광산광해실태, 광해실태조사서, 석탄광상세정보, 광해통계도시, 광구정보관리, 갱내도검색 및 이동, 갱구GPS 측량조사)

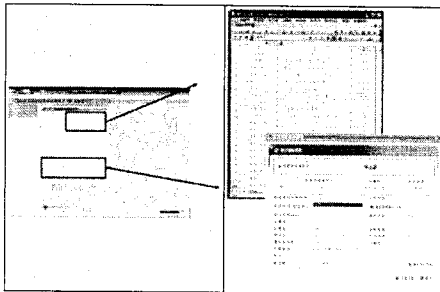


그림9. 광산위치 및 속성 정보조회, 엑셀 다운로드/속성상세검색

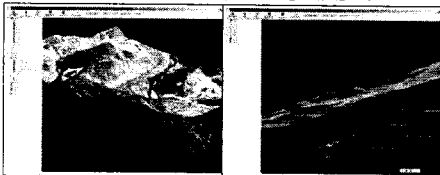


그림10. 3차원 위성영상 및 갱내도

그림11. 지표로부터의 갱심도 분석

- 지반안정사업관리(조사/공사 보고서 조회, 침하지관리, 광미장관리, 광해실태정보조

회틀바)

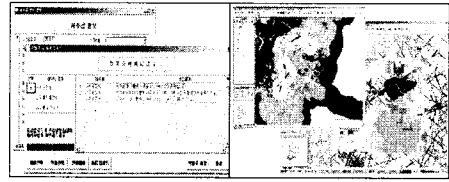


그림12. 시추공정보 업로딩 그림13. 지반안정성 분석

- 수질개선사업관리(수질실태조사관리, 수질현황도시, 광해실태정보조회틀바) 등

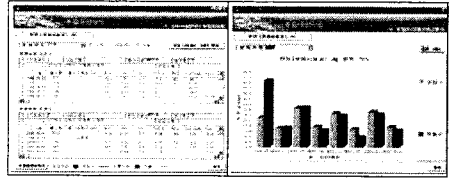


그림14. 광산별 수질 조사자료 조회 그림15. 광산별 유입/유출수 오염도 비교 분석

- 국가SOC 사업 지원사례(OO지역~OO지역 송전선로 철담기초의 지반안정성을 검토하기 위하여 도면 교부 요청)

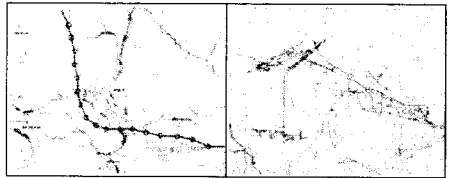


그림16. 교부요청용 자료→ 갱내도 교부(X,Y,Z)

4) 시스템 구성

2003년부터 2005년까지는 Client/Server 기반 시스템을 구성하여 3대의 PC만 운영 가능하였으나 2006년부터는 웹기반 시스템을 구축하여 본사뿐 만 아니라 5개 지역본부에서도 동시에 시스템을 활용하게 되어 광해방지전문기관으로서 일원화된 광산정보를 제공할 수 있는 기반이 마련되었다.

GIS 서버	IBM eServer p5 570 - 1.5GHz * 4 - 146.8GB * 7 HDD - 300GB SCSI Disk * 4 HDD - 2GB(4x512MB), - DDR * 4 Memory - IBM AIX5L V5.2
	DBMS : Oracle 9i (9.2.0.8)
웹 서버	IBM xSeries x460 - CPU : 2-Way - Memory : 4GB - HDD : 724GB - OS : Window 2003 Server
	ArcGIS Server9.2 - Enterprise (Advanced)
	ArcGIS Desktop 9.2 (3D Analyst, Spatial Analyst)
C/S 용	LG IBM
PC	ArcGIS Desktop 9.2 (3D Analyst, Spatial Analyst)

그림 17. 시스템 구성정보

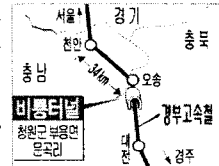
광산지리정보시스템의 광산정보는 지식경제부 자료뿐만아니라, 일제시대때부터 개발되어온 알수없는 광산의 개발이력정보는 지역주민의 증언을 토대로 취합정리하고 있다. 2007년까지 폐탄광 갱내도의 위치 및 속성정보, 중금속/비금속광산의 광산정보와 광해실태정보를 구축하고 웹으로 서비스를 제공가능하게 하여 활용 기반을 마련하였다. 향후에는 중금속 오염이 심각한 휴·폐중금속광산의 갱내도와 광해실태정보, 광해방지사업 사후관리정보를 상 구축하여 중금속위해성 분석/평가, 광산배수 억제 및 처리, 지반침하 평가/예측/보강, 토양분석 및 유해성평가, 광산폐기물 처리/활용과 같은 지리정보시스템을 이용한 광해 예측및 방지기술을 개발하고자 한다. 광산지리정보시스템은 정확성과 신뢰성이 보장된 광산 데이터베이스의 가공과 정보를 제공하고, 광해방지전문가를 위한 광해방지전문지원시스템을 구축하여 광해방지전문기관으로서의 위상을 제고하는데 핵심역할을 하고자 한다.

4. 토의 및 결론

위와 같이 GIS는 광해방지사업과 국가

SOC에 필요한 도면과 광해방지사업 결과물을 전산화하여 광해의 원인분석에 가장 핵심이 되는 역할을 하고 있다. 특히 갱내도 구축의 경우는 지하공간정보를 구축함으로써 광산지역 개발계획 수립시 의사결정 기초자료로서 제공되어 안전사고 예방 및 공사기간 단축으로 사업비 절감효과를 주고 있다.

예) 경부고속철도
또 '폐갱 위험' 서울-대구간 3곳...붕괴 우려 (1997.06.17, 조선일보)



특히 광해방지사업의 경우, 광산의 위치 및 민원인의 위치를 중심으로 사업을 추진함으로써 지형도, 편암지적도, 광구도, 광업지적도를 기반으로 하는 광산 및 환경 관련 도면과 보고서의 분석에 GIS는 필수적인 시스템이라 할 수 있으며, 국내 최초로 광산갱내도를 GIS로 구축하였으며, 광해방지사업의 사후관리를 위하여 핵심 시스템으로 발전해 나갈 것이다.

또한 광산개발로 인한 피해를 상시 모니터링 시스템을 구축하여 안전사고 예방 및 건강상의 피해를 최소화하는 시스템으로의 향후 발전방향이 기대된다.

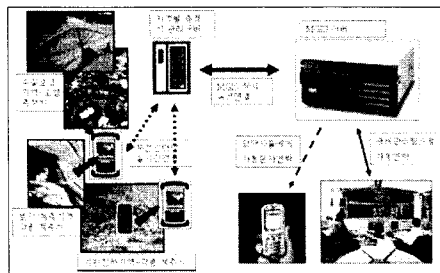


그림 18. 향후 시스템 구성도