

수치표고자료를 활용한 지형자료변화 분석

Analysis of Terrain Data Change using Digital Elevation Data

이형석¹⁾ · 송승호²⁾ · 배상호³⁾

Lee, Hyung Seok · Song, Seung Ho · Bae, Sang Ho

¹⁾ 동해대학교 건설시스템공학과 전임강사(E-mail:hslee@donghae.ac.kr)

²⁾ 주성대학 토목과 조교수(E-mail:shsong@jsc.ac.kr)

³⁾ 대림대학 건설환경정보과 조교수(E-mail:shbae@daelim.ac.kr)

Abstract

Many environmental destruction factors are accompanied in the mining development work and the secondary environmental disaster and the induction factors are inherited. We acquired digital data using aerial photogrammetry to analyze the terrain current situation according to the development situation of the mining restoration plan. We made the object area to 3D model and conducted terrain change monitoring. Then, we presented the decision-making information to improve rational management according to the original state plan.

1. 서 론

광산개발작업에는 산림훼손, 폐석, 광미, 광재, 분진, 광산폐수, 소음 등 많은 환경과피요소들이 수반되며, 지반침하, 토사유출, 산사태 등 2차적 환경재해 유발요인들이 내재되어 있다.

특히 국내 노천채굴방식의 광산의 경우 산림과피 현상이 시각적으로 잘 나타나 있고, 개발에 따른 훼손된 산림과 지형은 산림법의 규정에 따라 다시 복구되어야 한다. 하지만 대부분의 석회석 광산이 강원도 임해 지역 등 관광 조건이 양호한 지역에 위치해 있어 평지화된 지역을 레저 및 휴양을 위한 시설로의 복구로 전환할 경우 보다 효율적인 복구지 활용이 가능하다¹⁾. 따라서 복원 계획 수립을 위한 효율적인 개발과 병행된 지형변화 분석이 요구되고 있다.

광산복원계획의 광산개발현황에 따른 지형현황을 분석하기 위해 항공사진촬영하여 수치화된 캐드데이터로 획득하고, 대상지역을 3차원 모형화하여 추가개발에 따른 년차별 시계열적 지표변화 모니터링을 실시함으로써 복원계획에 대한 합리적 운영을 제고시키기 위한 의사결정의 정책적 자료를 제시하고자 하였다.

2. 수치표고자료 구축

대상지역인 강원도 강릉시 옥계면 석회석 광산은 연간 940만톤의 석회석을 생산, 공급하는 광산으로서, 표고 850m~330m로 표고차가 심하고, 대상 지역중 경사 30%이상을 차지하는 비중이 79.5%로 많은 부분이 급경사로 이루어져 있다.

광산개발의 복원 개발에 따른 지형변화를 분석하기 위해 항공사진측량을 통해 1:5,000 수치 지형도를 작성하여 수치표고자료(Digital Elevation Data)를 제작하였다. 지형도로부터 수치표고자료를 제작하는 경우 등고선과 함께 표고점 등을 함께 사용하였고, 관심 지역이 산림 지역에 국한되어 있어 등고선의

양이 충분하며, 1:5,000 자료의 등고선 고도 간격이 5m로 원하는 정밀도를 충분히 유지할 수 있다는 판단에 따라 등고선만을 이용하여 수치고도자료를 제작하였다.

대상 지역의 수치 지형도로부터 등고선 자료를 추출하여 이들의 경계 지역의 연속성을 보정해 준 뒤, 부정형 삼각망(TIN)을 각 년도별 지형현황을 생성하였다. 이 작업을 위해 인터그래프사의 MGE Terrain Analyst(MTA)를 사용하였으며, 생성된 등고선과 삼각망은 그림 1과 그림 2와 같다.



그림 1. 등고선도(2000년)



그림 2. TIN(2000년)

3. 수치표고모형 분석

수치표고모형(Digital Elevation Model ; DEM)은 지형의 표고를 수치적 형태로 표현하는 것으로 수치 고도모형이라고도 불리며, 인공지물을 제외한 지형의 표고를 수치화한 모형을 나타낸다.

3.1 토공량(volume) 산정

어느 한 TIN 모형과 특정의 일정한 지표면사이라든지 한 TIN 모형과 다른 TIN 모형간의 토공량(volume)을 산정할 수 있었다. 2000년도 지형을 기준으로하여 (2000년-2002년)과 (2000-2003년)의 토공량을 비교할 수 있었다.

제1의 지표면과 제2의 지표면 지역간의 차이를 나타내는 값으로서 cut과 fill의 토공량을 계산할 수 있는데, Cut은 제1의 지표면이 제2의 지표면보다 높으며, fill은 제2의 지표면이 제1의 지표면보다 높게 되는 양상을 말한다. 토공량합(absolute volume)은 절토량과 성토량의 합(sum)을 나타내며, 토공량차(net volume)은 절토량과 성토량의 차(difference)를 나타낸다.

표 1. 각각의 년도별 변화에 따른 토공량(단위: m³)

년도	절토(cut)	성토(fill)	합	차
2000년-2002년	83,003	-27,416	110,420	55,587
2000년-2003년	110,800	-50,652	161,450	60,147
2002년-2003년	32,056	-27,422	59,478	4,633.1

또한 이들 모형에 대하여 2차원의 평면 지표면(planar surface)의 TIN면적과 3차원 지표면(model surface)의 TIN 면적을 각각 구할 수 있었다. 절토(cut) 면적은 제1의 지표면이 제2의 지표면보다 높을 때 제1의 지표면의 면적을 나타내는 값이며, 성토(fill) 면적은 제2의 지표면이 제1의 지표면보다 높을 때 제1의 지표면의 면적을 나타내는 값이다. 공통지역(common area)은 제1의 지표면과 제2의 지표면이 같을 때의 면적을 나타내며, 전체면적(total area)은 절토, 성토 및 공통 지역에 대한 전체 면적을 나타내는 값이다.

표 2. 각 모형에 대한 TIN의 면적

(단위: m²)

년도	절토(cut)	성토(fill)	공통지역	전체 면적	비고
2000년-2002년	777,060	507,510	12,510,000	13,794,570	2차원의 평면 지표면 면적
2000년-2003년	874,420	599,310	12,321,000	13,794,730	
2002년-2003년	612,890	464,460	12,717,000	13,794,350	
2000년-2002년	777,090	507,520	12,510,000	13,794,610	3차원 지표면 의 면적
2000년-2003년	874,460	599,330	12,321,000	13,794,790	
2002년-2003년	612,920	464,470	12,718,000	13,795,390	

3.2 단면도 산정

대상지역의 각 년도별 지형에 대하여 그림 3, 4 및 5와 같이 종·횡단면도를 필요에 따라서 작성할 수 있다. 같은 지역에 대해 년도별 지형현황을 수시로 파악하므로써 지형변화를 예측하고 현장공사시 안정성을 만전을 기할 수 있을 것이다.

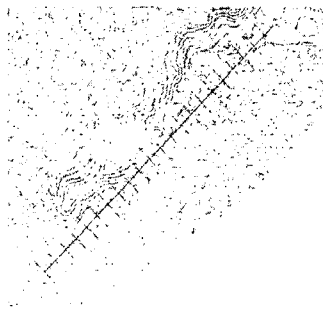


그림 3. 단면분석지역

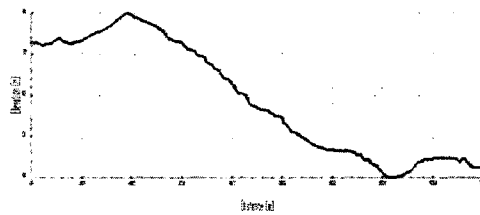


그림 4. 종단면도

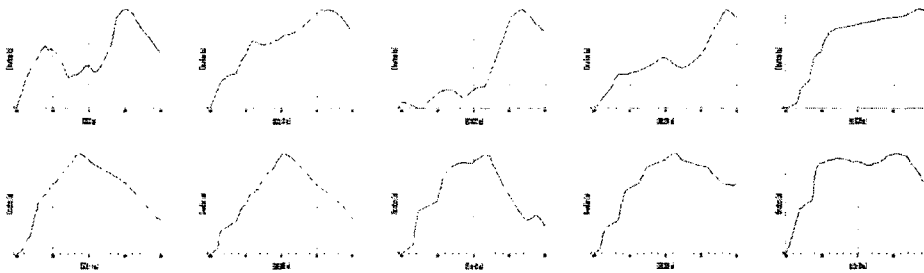


그림 5. 횡단면도

3.3 표고자료 선구조 분석

지하수 부존과 관련하여 층적층 지하수가 아닌 암반지하수의 개발에서는 지질구조에 의한 파쇄대를 찾는 것이 목적이다. 이러한 파쇄대는 지표의 양상, 선구조(linearment)와 관련이 있으므로 이를 수치지형모형에 의한 음영기복도로 해석을 실시하였다. 수치지형모형은 지형도에서 존재하는 각 구간의 고도 자료를 추출하여 가상의 태양각을 비출 때 나타나는 지형의 형태를 판단하므로 구조선 판독에 효과적이다. 또한 태양각을 임의로 조정할 수 있으므로 여러 태양각에 의한 선구조 판독이 가능하다.

선구조 관독결과 본 지역에서는 대체적으로 NE방향의 선구조가 우세함이 나타나므로써 탐사의 측선 방향 및 수로터널 방향계획은 NE방향과 직각인 NW-SE방향으로 작업을 수행해야 할 것이며, 터널구간 중 선구조와 만나는 구간에 대해서는 별도의 보강대책이 요구된다.

3.4 지형분석

경사분석, 향분석, 유하선 분석 및 경관변화 시뮬레이션 등과 같이 다양한 형태로 각 년도별 지형현황을 효율적으로 비교분석하므로써 그 개발진행상황에 따른 대책을 수립할 수 있었다.

4. 결 론

수치표고자료를 이용하여 광산개발의 복원시 지형변화를 분석하기위해 광산개발시 지형변화를 년도별로 파악하기 위해 항공사진측량을 실시하여 지형정보를 획득하였고 부분적인 세부측량과 실시간적인 측량기법의 도입이 필요하였다. 지표면 변화분석 결과를 통해 추가개발에 따른 경관보호, 복원계획 및 재해방지에 필요한 자료를 제시할수 있었다. 주기적인 시계열적 모니터링과 연계한 시스템 구축이 필요하며 보다 세부적인 현황파악에 따른 향후 수리수문모형 분석과 자연재해에 따른 대책을 강구할 필요가 있었다.

참고문헌

김대형, 이경한(1999), 석회석광산개발관련 환경규제제도 개선에 관한 고찰, 월간 자원정보
라파지한라시멘트주식회사(2001), 옥계 석회석 광산 개발사업-복원(녹화)계획,
라파지한라시멘트주식회사(2000), 석회석 광산 광해방지 시설공사-기본설계보고서, pp. 2-2~2-4.
강인준, 장용구, 김상석, 김윤수(2002), 3차원 지형모델을 이용한 면적산출에 관한 연구, 한국측량학회지, 제 20권, 제 2호, pp.7~14.