암반사면의 새로운 조사기법

New Surveying Methods for Rock Slopes

황상기*

Hwang, Sang-Gi

ABSTRACT

Detailed survey of the rock mass is essential for design, construction and maintenance of rock slope. However, geological survey of poor outcrops and various geophysical aids provides limited information for slope engineering. Remote measurement system for excavation surface (Surface Mapper) and projection s/w for borehole data (Fracjection) are developed for further support of slope surveying.

The Surface Mapper measures orientation of joint, fault, foliation on excavated rock surface and database the measured data. The Fracjection projects measurements in boreholes, which are obtained by BIPS, Televideo and DOM operation, to any expected excavation space. These methods promise new approaches for surveying, designing, constructing and maintaining processes of slope.

국문요약

암반사면의 설계, 시공, 유지보수를 위해서는 암반의 지질구조에 대한 정밀한 조사가 이뤄져야 하나 한정된 노출면에서 행하여지는 조사는 한계가 있으며, 물리탐사 등의 보조 조사 역시 충분한 정보를 획득 하는데는 한계가 있다. 이러한 문제를 보완하기 위한 조사방법으로 입체사진을 이용한 원격조사방법(Surface Mapper)과 시추공 자료의 투영을 위한 S/W (Fracjection)를 개발하였다.

입체사진을 이용한 원격 조사기법은 사진측량의 원리를 응용하여 암반 절취면에 분포하는 절리, 단층, 엽리 등의 면구조를 3차원으로 측정하고 데이터베이스화 하는 것이며 시추공 자료의 투영기법은 BIPS, Televideo 혹은 DOM 시추 등을 이용하여 시추공내에서 측정된 면구조의 배열을 예상 절취면에 투영하여는 기법이다. 이 기법들은 면구조의 3차원 배열과 절취면의 위치를 실제 3차원으로 분석할 수 있는 새로운 사면의 조사, 설계, 시공 및 유지관리의 방안을 제시하고 있다.

1. 서 론

암반의 안정성 평가를 위해서는 흔히 RMR 등으로 평가되는 암반의 강도와 암반의 블록 붕괴 등을 고려한 내부의 절리분포 등이 정확히 조사되어야 한다. 그러나 조사환경이 항상 이와 같은 자세한 자료를 획득할 수 있도록 허용하지 않는 경우가 많다. 그러므로 암반의 설계와 시공을 위하여 항상 제한된 조사와 시험을 바탕으로 주관적인 평가와 설계를 수행하여온 문제를 갖고 있었다. 본 연구는 이러한 문제점을 보완할 수 있는 암반절취면의 원격 조사방법과 시추공 자료의 활용을 위한 투영시스템의 개발과 그 적용 결과에 대한 논의에 목적이 있다.

† 책임저자 : 정회원, 배재대학교 건설환경철도공학과, 교수
E-mail : sghmap@pcu.ac.kr
TEL : (042)520-5628 FAX : (042)525-7486

2. 본 문

2-1. 원격 측정시스템 Surface Mapper

암반의 원격 측정 시스템은 절취면이 발생하였을 경우 절취면에 노출된 지질구조(절리, 단층, 엽리, 층리 등)를 입체사진을 이용하여 측정하는 기법으로 측정을 위해 설계된 카메라의 마운트(H/W)(그림 1)와 획득된 사진을 처리하여 면의 배열을 측정하고 이를 dB화 하는 S/W로 구성되어 있다.

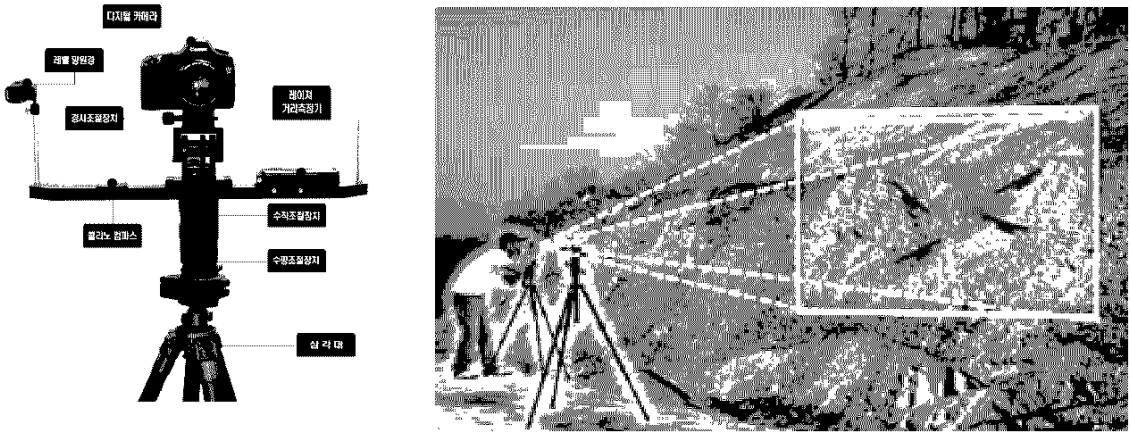

그림 1. 원격측정 장치의 H/W와 이를 이용한 현장 측정방법

획득된 입체사진을 이용한 면구조의 측정은 먼저 절취면에 대한 현황도 작성을 위하여 사진을 합성하여 절취면의 개략적 형상을 제작하고(그림 2) 이 위에 측정되어야 할 절리의 배열을 선분이나 다각형으로 표기한 후 표기된 절리를 S/W를 이용하여 측정하는 과정(그림 3)으로 진행된다.

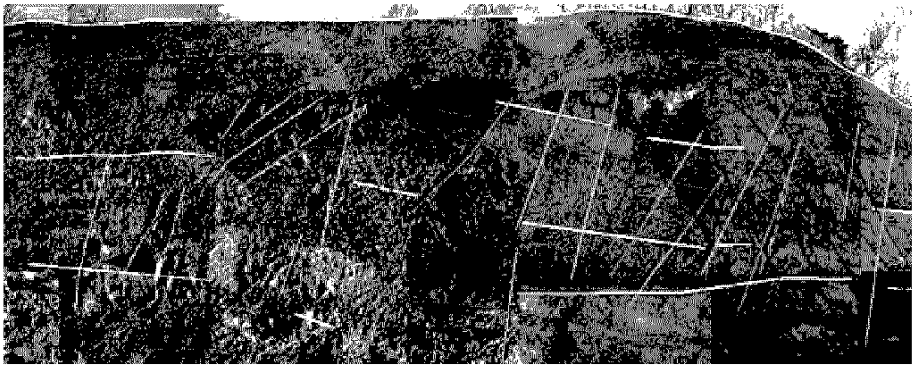

그림 2. 합성된 절취면의 사진과 그 위에 분석되어 표기된 선분형태의 불연속면.

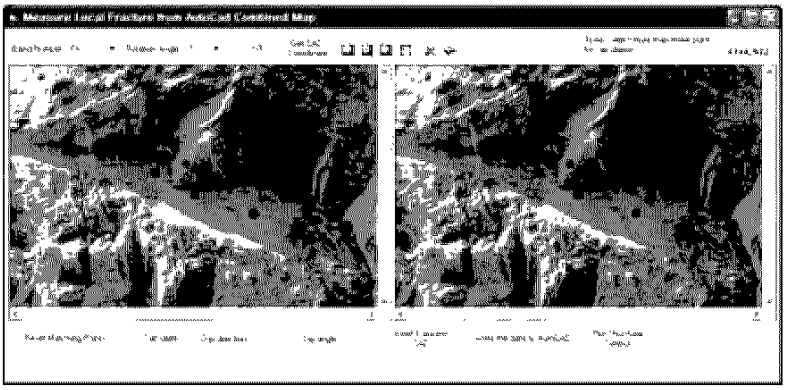

그림 3. 확대된 영역에서 입체사진을 이용한 절리배열의 측정.

본 시스템은 입체사진으로부터 3차원 지형배열을 추출하는 과정으로 진행되므로 그 과정을 절취면의 단면제작이나 국부적인 여굴의 체적계산 등에 활용할 수 있다(그림 4).

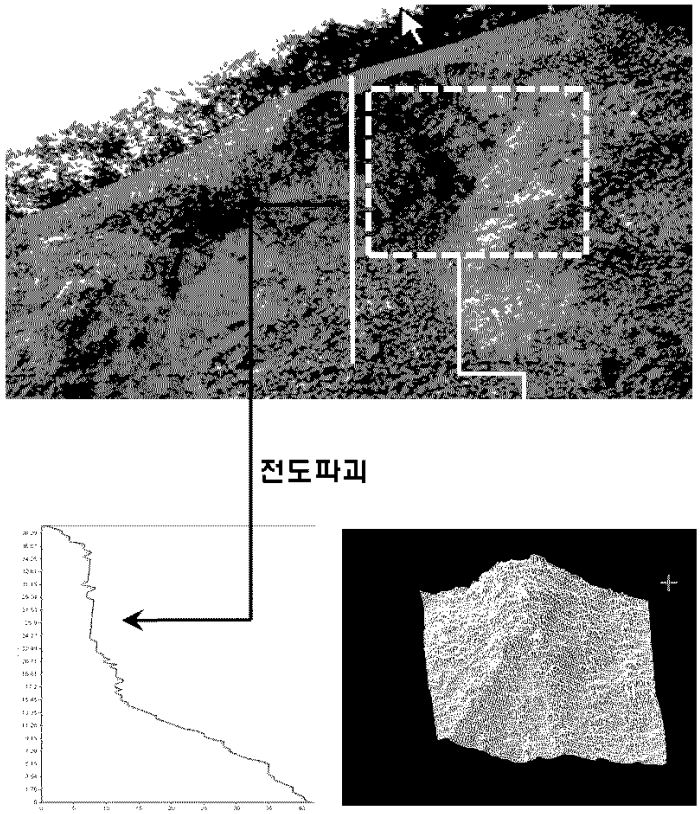

그림 4. 절취면의 단면 및 체적계산 알고리듬.

2-2. 시추코아의 투영 시스템

시추공이라는 한정된 공간에서 조사된 절리의 배열을 예상절취면에 투영하는 시스템으로 절리의 효율적인 분석에 활용될 수 있다. 시추공에서 행하여진 BIPS와 같은 분석에서 측정된 절리의 배열을 예상절취면에 투영하기 위해서는 시추공과 예상 절취면의 3차원 위치가 그림 5와 같이 모델되어야 한다. 이를 위해서 전산지형도의 고도자료를 이용한 DEM 모델의 제작과 이를이용한 단면제작 모델 및 시추공 내부의 절리구조의 3차원 투영 알고리듬이 구현되어 있다.

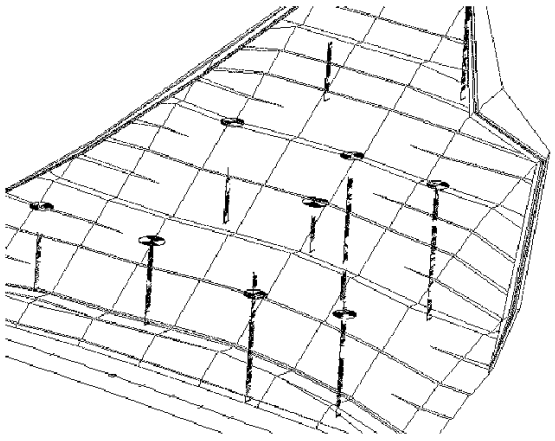

그림 5. 예상 절취면과 시추공의 3차원 모델.

전기한 지형모델을 이용하면 그림 6과 같은 단면이 제작될 수 있고, 그 단면에 시추공 자료를 투영하고 면의 교차에 의해 절단하는 등의 세부적인 알고리듬이 수행되어야 한다. 또한 이렇게 투영된 단면을 그림 6과 같이 3차원에 투영하여 전체적인 면구조 배열이 분석될 수 있어야 한다.

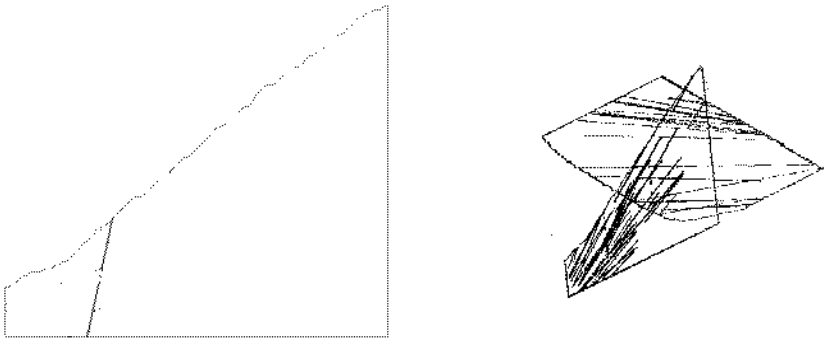

그림 6. 단면의 제작과 제작된 단면에 투영된 시추공 정보.

본 연구에서는 이와 같은 기능을 수행할 수 있도록 제작된 S/W Fracjecton과 그 응용결과를 소개하는 바이다.

3. 토의 및 결론

본 연구에서는 암반내부의 약선면 구조를 원격으로 측정하거나 분석하게 제작된 Surface Mapper와 Fracjection을 소개하였다. 암반이 관여된 시공에서 약선면의 분포에 대한 조사는 매우 중요한 것 이었으나, 암의 특성상 절개가 이뤄지기 전에는 한정된 시추조사만 가능하였고, 절개가 이뤄진 후에도 절개면에 접근이 어렵거나 시공의 편의상 충분한 조사의 시간이 주어지지 못하는 경우가 흔히 발생하고 있다. 시추공의 조사자료를 예상 절취면에 투영, 분석하는 Fracjection은 절개 이전의 설계와 시공과정에서 매우 유용하게 사용될 수 있으며, 절개면의 원격 측정시스템은 시공과정과 유지보수 과정 혹은 붕괴된 사면 등의 보완설계과정 등에서 유용하게 사용될 수 있을 것이라 예상된다.