

철도사면관리 프로그램 개발

Development of a Database Program for the Management of Railroad Slopes

송원경¹⁾, Won-Kyong Song, 한공창¹⁾, Kong-Chang Han, 천대성¹⁾, Dae-Sung Cheon, 신희순¹⁾,
Hee-Soon Shin, 신민호²⁾, Min-Ho Shin

1)한국자원연구소, Korea Institute of Geology, Mining & Materials

2)한국철도기술연구원, Korea Railroad Research Institute

Synopsis : A database program, named SLOPMAN, was developed to collect all the information on the slopes with potential hazard around railroad and to setup the effective management system. SLOPMAN is composed of three modules: data control, search and analysis. The program is able to store both text and image data and operated with tabs for the users' ability and convenience. Drop-down menu is equipped to reduce errors and the number of key strokes when inputting data. Searching data is made by codes automatically given to slopes or key words. In the analysis module, RMR and SMR values can be obtained to estimate the stability of slopes.

Key Words : database program, railroad slope, slope management

1. 서론

우리나라 철도는 산악지역을 통과하는 구간이 많기 때문에 필연적으로 자연사면 또는 절개 사면과 만나게 되며 따라서 낙석이나 산사태의 위험에 노출되어 있다. 실제로 중앙선, 영동선, 태백선 등 9개 노선에 전국적으로 71개소에서 낙석 발생이 우려되는 것으로 파악되고 있다(신민호 외, 2000).

이러한 낙석 위험사면에 대해서는 사면상태, 보호 및 보강 이력 등 사면실태를 파악하여 체계적으로 관리할 수 있는 장치가 필수적이다. 그러나 현재 사면관리를 위한 정형화된 조사표가 마련되어 있지 않으며 철도청 산하 보선사무소에서 작성하고 있는 재해우려개소 관리대장은 단순 내용만을 기술하고 있어 사면 실태의 파악과 관리를 위해 사용하기에는 미흡한 점이 많다. 일반국도와 고속도로 사면의 경우에는 종합적인 사면관리 시스템을 개발하려는 노력이 여러 연구자에 의해 추진되어 왔다(구호본 외, 1999, 노한성 외, 1999).

본 연구에서는 철도사면관리에 필요한 조사항목들을 선정, 분류하였으며 조사자료를 DB화할 수 있는 프로그램인 SLOPMAN을 개발하였다. 이 프로그램은 숫자 및 문자형 data와 함께

현장사진을 포함한 image 자료도 저장 관리함으로써 관리자가 일목요연하게 사면상황을 파악할 수 있도록 하였다. 또한 본 프로그램은 저장된 자료로부터 사면의 안정성을 판단할 수 있는 분석기능도 제공하고 있다.

2. 사면자료 속성분류

2.1 일반자료

일반자료란 사면의 위치와 관리 및 조사와 관련된 자료들이다. 위치자료는 사면위치를 지정하는 자료로서 일정한 코드를 부여받게 되는데 해당 사면의 모든 자료들은 이 코드에 의해 관리된다. 위치자료는 노선에 따른 위치와 좌표에 따른 위치로 구분된다. 관리자료는 사면을 관리하는 보선사무소와 이것이 속한 지방청을 가리킨다. 사면은 보강상태에 따라 미보강, 보강, 불완전보강으로 구분하는데 이에 대한 설명은 뒤에 하기로 한다. 이외에도 사면을 조사한 사람과 조사날짜도 일반자료에 속한다.

2.2 필수자료

필수자료는 사면재원, 불연속면 상태, 암반상황과 출수와 관련된 속성들이다. 특히 사면 주향이나 경사와 같은 사면재원과 암반 불연속면에 관한 정보는 사면의 안정성을 평가하는데 핵심이 되는 자료이다. 이와 함께 조사자가 현장에서 사면의 안정성을 판단하여 기록하는 현장가판정 항목을 두고 있다. 필수 자료에 속한 조사항목들과 그에 대한 상세한 내용을 표 1에 정리하였다.

2.3 보충자료

보충자료는 사면 관리를 위해 참고할 수 있는 자료로서 사면에 따라 해당되는 항목과 해당되지 않는 항목이 있을 수 있다. 보충자료에 해당하는 조사항목으로는 소단 현황, 사면보호 대책, 보수 및 개축이력 등이 있다.

사면 조사자는 위에 기술한 조사항목들을 양식에 기재한 후 DB 프로그램에 입력하거나 현장에서 직접 노트북을 이용하여 입력할 수도 있다. 필요할 경우 사면형상과 지질상태 그리고 불연속면 상태를 표시한 도면을 첨부한다.

3. 프로그램 구성

SLOPMAN은 그림 1과 같이 자료관리, 검색 및 분석 모듈로 구성되어 있다. 자료관리 모듈에서는 자료의 입출력과 수정작업을 수행하며 검색모듈에서는 키워드를 입력하여 원하는 자료를 검색한다. 분석 모듈에서는 조사자료를 분석하여 암반의 RMR값과 사면의 SMR값을 얻을 수 있다. 본 프로그램은 사면의 전체적인 상황을 항목별로 분류하여 제공함으로써 사용자 및

관리자가 사용하기 용이하도록 하였으며, 사면 주변의 현장 상황을 사진으로 함께 제시하여 보다 효과적으로 사면관리를 할 수 있도록 하였다. 또한 일반 사용자들도 쉽게 입력자료를 바탕으로 한 SMR분류법을 통해 사면의 위험도를 판단할 수 있도록 하였다.

표 1. 필수자료 내용

항목	속성	정의	자료형식
사면재원	사면상태	절개, 자연, 터널 사면의 구분	문자
	사면방향	사면의 주향	숫자
	사면경사	사면의 경사	숫자
	사면길이	사면의 길이	숫자
	사면높이	사면의 높이	숫자
	굴착방법	조절발파/일반발파/기계굴착/불완전발파로 구분	문자
불연속면 상태	방향성	불연속면의 주향과 경사	문자
	간격	인접한 불연속면간의 직선거리	숫자
	연속성	노두에서 나타나는 불연속면의 길이	숫자
	거칠기	불연속면에 나타나는 요철이나 만곡	숫자
	틈새	이웃한 암석사이의 수직거리	숫자
	충전물	인접한 암석 벽면사이를 충전하고 있는 물질	문자
	풍화정도	심한 풍화에서 풍화안됨까지 5등급	문자
암반상황	암강도	현지암반 강도	숫자
	암질	잔류토/풍화암/연암/보통암/경암/극경암으로 구분	문자
	RQD	채취된 코아중 길이가 10cm 이상인 코아들 길이의 합	숫자
	가판정	현장조사 시 위험도를 매우안정에서 매우불안까지 5등급으로 나누어 간이 판정	문자
	출수현황	출수여부	출수/건조 구분
기술		출수량과 위치등 기재	문자

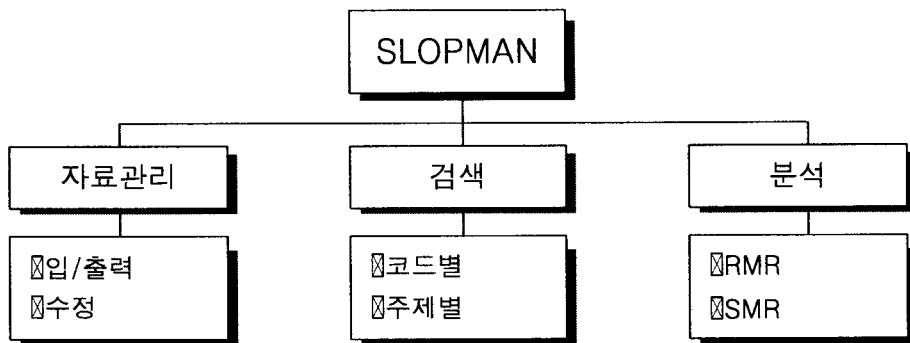


그림 1. 프로그램 구성

메인 화면은 사면의 일반적인 상황을 모두 확인할 수 있도록 속성들을 제시하고, 해당 노선의 위험 지역에 대한 사진도 함께 제시할 수 있도록 탭방식을 선정하였다. 그림 2는 SLOPMAN의 메인 화면으로서 조사/관리에 대한 일반 사항, 사면의 속성, 사면사진 및 도면을 나타내는 6개의 탭으로 구성되어 있다. 각 사면의 관리번호는 사용자가 결정하는 것이 아니라 자동으로 생성되는 방식을 채택함으로써 자료 관리의 효율성과 정확성을 기하였다.

동일 노선이라도 여러 개의 위험 사면이 존재할 수 있으므로 노선에 따른 여러 조사 지역의 입력이 가능하며, 기존 입력자료의 추가와 수정이 가능하도록 하였다. 조사 지역의 보강상태에 따라 입력할 수 있는 자료가 각기 다르므로 불필요한 입력 항목은 비활성 처리하였다. 또한 사면의 위험도를 분석할 수 있는 기능을 추가하여 각 관리번호에 따른 분석을 수행할 수 있도록 하였다.

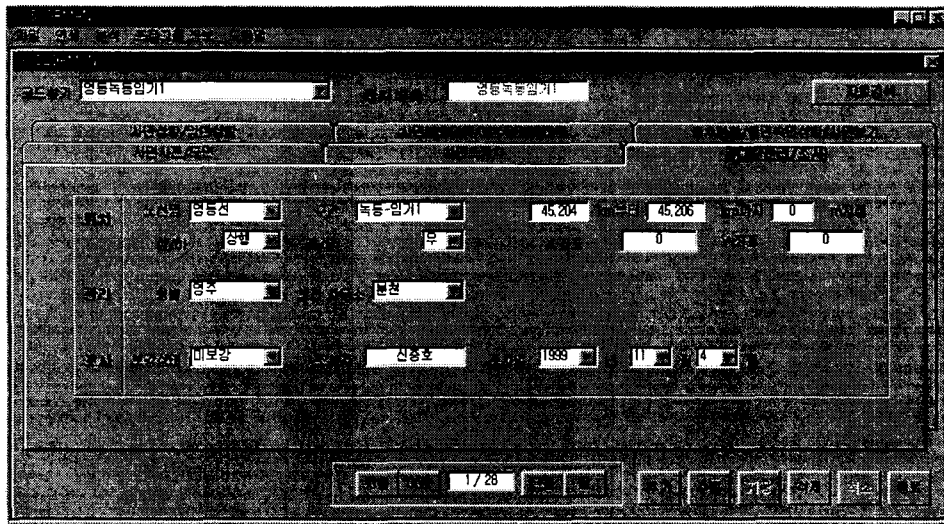


그림 2. SLOPMAN의 초기화면 모습

4. 자료관리 및 분석

4.1 입력

본 연구에서는 보강 상태에 따라 사면을 미보강, 불완전 보강, 보강완료 사면 등 세 종류로 분류하였다. 미보강 사면이란 낙석 우려가 있는 사면이나 보강을 전혀 하지 않은 경우를 말하며, 불완전 보강 사면이란 부분적으로 보강은 하였으나 완전하지 않은 경우를 말한다. 보강완료 사면이란 보강을 완전히 하여 낙석이나 사면 붕괴의 위험이 제거된 경우이다.

SLOPMAN은 입력초기 화면의 드롭다운 메뉴에서 이중 하나를 선택하면 하위에 속하는 7개의 자료 필드가 유동적으로 나타나도록 설계되었다. 즉, 미보강인 경우 사면상황, 암반상황, 출수현황, 불연속면상황이 입력 가능하며, 보강완료인 경우는 사면보호 대책, 보수 및 개축이

력, 출수현황이 입력 가능하고, 불완전 보강일 경우에는 모든 필드에 데이터를 입력하도록 하였다. 이는 사면보강 상태에 따라 입력해야할 항목을 사용자가 화면상에서 인지하도록 돕는 역할을 한다.

대부분의 수치 입력자료는 사면에서의 실제 계측에 의해서 획득되나 사면 높이와 같은 경우에는 직접 계측이 곤란한 경우가 대부분이므로, 사면으로부터 일정 거리만큼 떨어진 노면에서 사면까지의 거리와 사면 상단을 바라볼 때의 경사를 이용하여 간접적으로 계산하지 않으면 안 된다. 따라서 본 프로그램에서는 해당 항목을 클릭하면 그림 3과 같은 창이 나타나며, 여기에 측정값을 입력하면 그 계산결과를 저장하고 동시에 이를 주화면에 표시해준다.

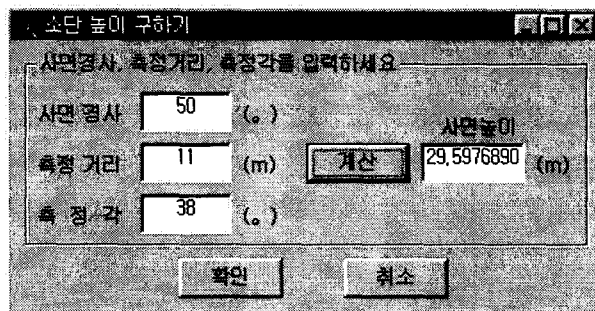


그림 3 사면높이 계산화면

그림 4는 초기화면의 사면사진/도면 탭으로서 여기서는 조사 지역에서 촬영한 사진 또는 스캐닝한 도면을 관리한다. 이러한 image 자료는 입력 시 각각에 대한 설명도 첨가할 수 있다. 최대 10장의 사진이 입력 가능하며, 특히 각 사진을 클릭하면 전체 화면으로 확대해서 볼 수 있다.

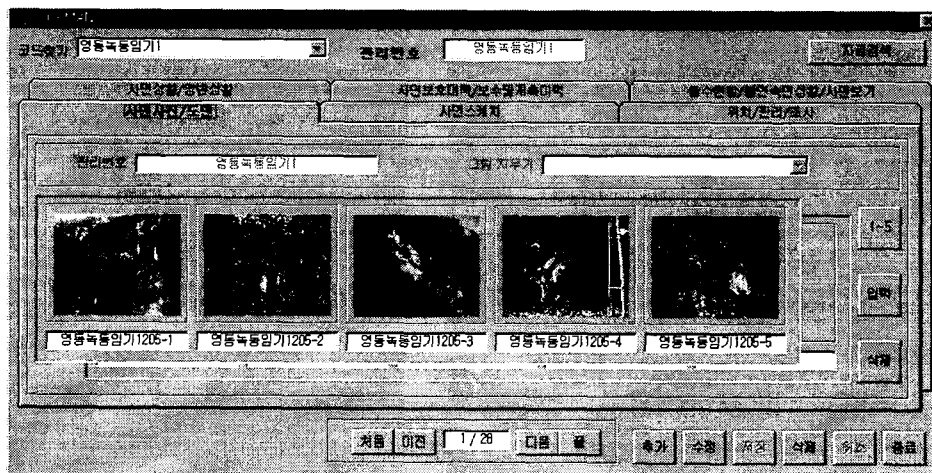


그림 4. 사진 및 도면 관리 화면

4.2 검색

데이터베이스 프로그램에 있어 검색은 매우 중요한 역할을 하는 기능이다. 본 프로그램의 경우 메인 화면 상단부에 '코드찾기'와 '자료검색'이라는 명령버튼(commander)을 두어 사용자 및 관리자가 쉽게 검색이 가능하도록 하였다. '코드찾기'는 관리번호와 연결되어 있어 입력한 모든 자료가 노선별로 분리되어 검색이 용이하도록 하였다. '자료검색'은 5개의 검색항목을 이용하여 원하는 자료를 검색할 수 있도록 하였으며 검색된 자료로 직접 이동할 수 있도록 하였다. 그림 5는 검색조건으로 노선명을 '영동선'으로, 예상 파괴형태를 '썩기형 파괴'로 입력하였을 때 검색된 결과를 보여준다. 검색결과는 '관리코드' 형태로 제시되며 하단의 상자에 원하는 자료번호를 지정하면 해당 관리코드의 사면상황 및 화상자료를 볼 수 있다.

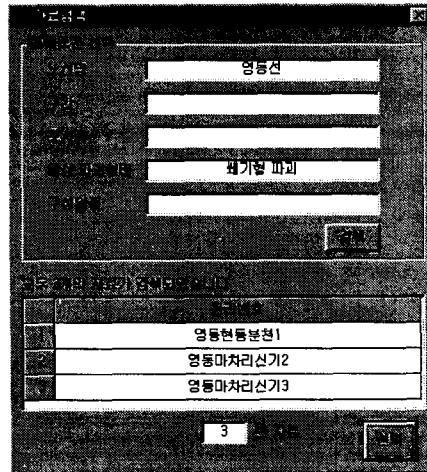


그림 5. 검색화면

5. 자료분석

자료분석 모듈에서는 RMR과 SMR 평가를 수행할 수 있다. RMR값은 여러 경험식을 이용하여 각종 지반정수를 산출하거나 SMR 평가를 위한 기본 값으로 이용된다. Romana(1985)에 의해 제시된 SMR 평가는 등급별 사면에 대한 불안정한 파괴형태와 지보에 관한 간편한 방법을 제시하고 있기 때문에 사면의 안정성을 일차적으로 판단하는 데 널리 사용되고 있다.

그림 6은 RMR 분석창을 보여주고 있다. RMR의 분류요소중 암강도와 지하수와 관련된 여러 조건들은 드롭다운 형식으로 제시된다. RMR 분석결과는 화면 우측에 표시되는데 수치값과 함께 그에 해당하는 등급을 함께 알아볼 수 있도록 하였다.

RMR 분석을 마친 후 SMR분석 버튼을 누르면 그림 7과 같은 SMR 분석창이 뜬다. 사면과 불연속면의 기하학적 관계에 따라 결정되는 F1에서 F4까지의 보정인자들은 조사 자료를 바탕

으로 자동적으로 계산되며 그 결과는 좌측화면에서 볼 수 있다. 그리고 우측에는 최종 SMR값과 그에 해당하는 사면등급은 우측 화면에서 확인할 수 있다.

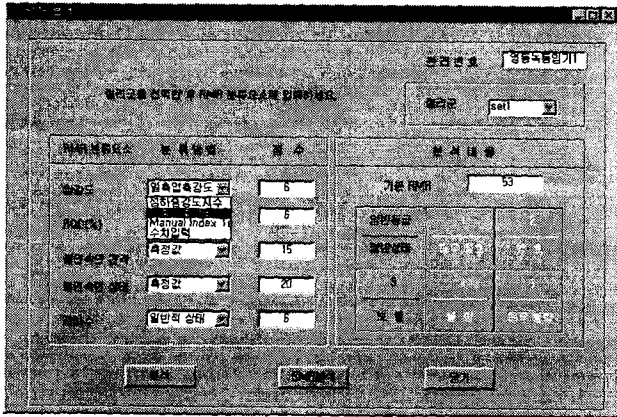


그림 6. RMR 분석화면

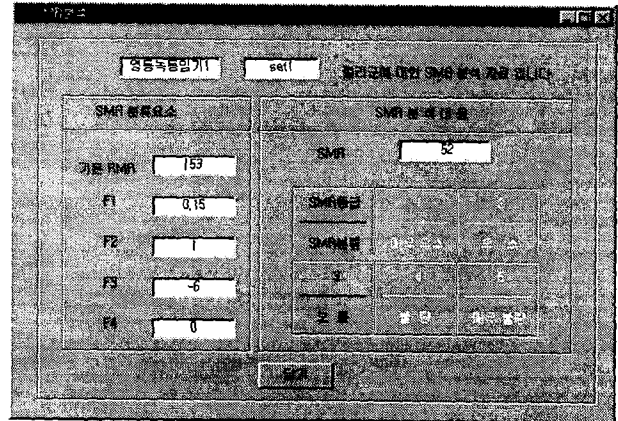


그림 7. SMR 분석화면

6. 결론

산악지역을 통과하는 철도 시설물을 낙석이나 산사태의 위험으로부터 보호하기 위해서는 낙석 위험개소에 대한 사면상태, 암반조건, 보호 및 보강 이력 등 사면실태를 파악하여 사면을 체계적으로 관리할 수 있는 시스템이 요구된다. 이를 위하여 본 연구에서는 낙석위험 사면에 대한 정보를 저장하고 분석할 수 있는 DB 프로그램인 SLOPMAN을 개발하였다.

SLOPMAN은 자료관리와 검색 그리고 분석 모듈로 구성되어 있으며 문자 및 image 자료를 함께 관리할 수 있다. 프로그램 사용자의 수준과 편리성을 고려하여 탭 방식을 채택하고 있으며, 드롭다운 메뉴를 제공함으로써 입력 시 자판을 사용하는 횟수와 입력오류를 줄이고자 노력하였다. 저장된 자료는 사면에 자동 부여된 코드나 키워드로써 검색할 수 있으며, 사용자는 분석기능을 통하여 사면암반의 RMR과 SMR값을 얻을 수 있다.

앞으로, 입력된 자료로부터 사면의 위험 등급을 평가하여 보강 대책 우선순위를 결정할 수 있는 모듈을 개발하고, 프로그램 운영체제를 독립 운영방식(stand alone system)에서 네트워크 운영방식으로 전환할 수 있도록 지속적인 연구가 필요하다.

참고문헌

- 구호본, 정의진, 이종현, 백영식, 1999, 도로절개면 유지관리 시스템 개발, '99년도 사면안정위원회 학술발표회 논문집, pp. 169-175.
- 노한성, 황영철, 유병옥, 김태수, 1999, 한국도로공사의 절토사면 유지관리시스템, '99년도 사면안정위원회 학술발표회 논문집, pp. 176-185.

신민호, 김수삼, 김학수, 황선근, 한공창, 신희순, 송원경, 박영목, 정연인, 이성혁, 박영곤, 남순성, 김현기, 김경태, 2000, 철도시설의 안정성 강화기술 개발 연구보고서(인쇄중).

Romana, M., 1985, New adjustment ratings for application of Bieniawski classification to slopes, Int. Symp. on the Role of Rock Mechanics, Zacatecas, pp. 49-53.