

댐 주변지역 광역적 지반 안정성 평가를 위한 공간 정보시스템 개발

장범수* · 이사로** · 최위찬*** · 최재원**** · 오영철*

Development of Spatial Information System for Regional Ground Stability Assessment near Dam area

Buhm-soo Chang* · Sa-ro Lee** · Uee-chan Choi*** · Jae-won Choi**** · Young-chul Oh*

요 약

집중호우로 인한 산사태, 낙석, 지반침하 등으로 인한 지반붕괴로 인명 및 재산 피해가 계속되고 있으며, 이러한 특히 댐, 교량, 도로, 터널, 공단 등 국가 주요 시설물에 대한 피해가 우려되고 있다. 따라서 이러한 지역에 대한 지반 안정성 평가가 우선적으로 이루어져야 하고 이러한 평가에 근거에 대책마련을 해야한다. 본 연구에서는 기존의 산사태 취약성 분석 및 검증 결과를 이용하여 주요 시설물인 전국 40개 댐 주변의 광역적 지반 안정성 평가를 위한 공간 정보시스템을 개발하였다. 이러한 댐 주변지역에 대해 지형, 지질, 토양, 임상, 토지 이용, 확률강우량도, 인공위성 영상 등 공간 자료를 수집, 공간 DB로 구축하였다. 그리고 구축된 공간 DB를 검색 및 안정성 분석을 할 수 있는 공간 정보시스템을 개발하였다. 이 시스템은 ArcView 3.2의 스크립트 언어인 Avenue를 이용하여 개발되었고 풀다운 메뉴 및 아이콘 메뉴방식을 사용하여 사용하기 쉽게 개발되었다. 개발된 시스템의 활용성을 검증하기 위해 안동댐 주변 지역의 광역적 지반 안정성 평가를 실시하였다. 구축된 DB 및 개발된 시스템은 광역적 지반 안정성 평가 및 관리에 활용될 수 있으며, 지반 안정성 평가 결과는 댐 등 주요 시설물의 지반 안정성을 평가함으로써 재해예방 및 지반관리에 기초자료로 활용될 수 있다.

* 시설안전기술공단 기술개발지원실(Korea Infrastructure Safety & Technology Corporation, 2311, Daehwadong, Ilsanku, Goyang, 411-410, Korea)

** 한국지질자원연구원 국가지질자원정보센터(National Geoscience Information Center, Korea Institute of Geoscience and Mine, 30, Kajeongdong, Taejeon, 305-350, Korea)

*** 한국자원연구소 지질연구부(Department of Geology, Korea Institute of Geoscience and Mine, 30, Kajeongdong, Taejeon, 305-350, Korea)

**** 연세대학교 지구시스템과학과(Department of Earth System Science, Yonsei University, 134, Shinchondong, Seoul 120-749, Korea)

주요어 : 댐, 지반안정, 공간 DB, 정보시스템, GIS,

Abstract : Ground failure such as landslide, rock fall land subsidence by heavy rainfall have damaged to people and property. Especially, the damage to important facility such as dam, bridge, tunnel and industrial complex may be possible. Therefore the ground failure must be assessed and counter plan must be prepared. So, the object of this study is to develop the spatial information system for regional ground stability assessment. For this, the topographic, geologic, soil, forest, land use, rainfall frequency map, and satellite image near 40 dams were collected and constructed to the spatial information system. The spatial information system was developed using Avenue in ArcView 3.2 environment and consists of pull down menus and icons. For application of the spatial information system, regional ground stability was assessed in Andong dam. The assessment was ground failure susceptibility and possibility. The spatial information system can be used for regional ground stability assessment, prevention and mitigation of hazard, and management of ground as basic data.

Key words : Dam, Ground Stability, Spatial Database, Information System, GIS

1. 서 론

최근 집중호우로 인한 산사태 및 지형학적 요건 및 지질구조를 무시한 건설관행으로 발생하는 절개지 사면(황령산 터널)의 붕괴에 의한 대형구조물의 파괴 또한 급증하고 있으며 앞으로의 피해예상 가능성 역시 간과할 수 없는 중대한 사안이라고 판단된다. 또한 이러한 사면 붕괴를 포함한 지반침하, 낙석 등 지반 붕괴로 인한 댐, 교량, 도로, 철도 등 국가 주요 시설물들의 피해가 예상되고 만약 국가 주요 시설물이 지반 붕괴로 파괴될 경우 그 피해는 매우 클 것이므로 이에 대한 대책이 절실히 요구된다. 따라서 이에 대한 대책 수립에 최우선적으로 지반 붕괴의 1차적 원인이 될

수 있는 방대한 지형정보 자료를 과학적으로 종합 분석할 수 있는 지리정보시스템(GIS)을 이용하여 지반붕괴 요인의 공간DB 구축과 평가 기법 개발 및 적용 필요성 지반붕괴 분석을 통한 안전진단 기법의 개발 필요성이 대두되고 있다. 그러므로 이러한 지반에 대한 과학적 분석을 통해 사전에 지반붕괴 예상지역 및 위험지역을 미리 예측하고 이에 대한 추가정밀안전점검을 통해 정확한 원인분석 및 보강대책을 세운다면 이러한 피해를 상당량 감소시킬 수 있다.

따라서 본 연구의 목적은 댐 주변지역의 공간 DB 구축을 통해 지반안정성을 평가하기 위한 지반안정 공간 정보시스템 개발이다. 이러한 연구 목적을 위해 전국 40여

개 댐의 위치 및 주변지역의 지형, 지질, 토양, 임상, 토지이용, 확률강우량도, 인공 위성영상 등의 각종 공간 DB를 GIS를 이용하여 구축하였다. 그리고 지반안정과 관련된 DB 및 분석결과를 쉽게 검색할 수 있는 지반안정 공간 정보시스템을 개발하였다. 개발된 공간 정보시스템은 GIS 프로그램인 ArcView 환경에서 ArcView에 포함된 언어인 Avenue를 이용하여 개발되었으며, 이러한 지반안정 공간 정보시스템은 사용자가 편리하게 사용할 수 있도록 Window 환경에서 풀다운 메뉴 및 아이콘 메뉴로 구성되어 있다. 마지막으로 이러한 공간 정보시스템의 활용성을 검증하기 위해 안동댐 주변 지역에 대해 광역적 지반 붕괴 취약성 및 가능성 등 지반 안정성 평가를 실시하였다. 지반 안정성 평가는 대상 지역에 대해 산사태, 지반침하, 낙석 등 지반 붕괴에 대해 얼마나 안전한가를 평가하는 것으로, 이러한 평가를 위해 산사태 자료를 활용한 기존의 용인(이사로, 민경덕, 2000)의 산사태 취약성 평가 결과를 활용하여 연구지역의 광역적 지반안정성 평가를 실시하였다.

이러한 댐 주변 지역의 공간 DB 및 댐 주변지역 지반안정 공간 정보시스템과 이를 활용한 지반 안정성 평가 결과는 주요 댐 시설물의 지반 안정성 평가 등에 사용될 수 있다. 즉 집중호우 및 지진 등에 대비하여 주요 시설물 안전진단 시 객관적이고 과학적인 입증자료의 제시를 통해 추가 조사대상지역을 선정할 수 있으며, 주요 시설물의 광역적 진단 및 조기대처기술 보유로 국가시설물 유지관리차원 정보체제 구축이 가능하다.

2. 지반 평가를 위한 댐 주변 지역의 공간 DB

본 연구를 위해 전국 댐 주변 지역의 광역적 지반 안정성 평가에 필요한 관련 자료를 이용하였다. 즉 댐 주변 지역의 공간 DB는 댐 주변 지반안정 공간 정보시스템에 필수적인 기본 자료로 수집 및 구축되었다. 연구지역인 전국 주요 댐은 시설물 안전진단 대상지역인 춘천댐, 의암댐, 청천댐, 팔당댐, 백곡댐, 충주댐, 경천댐, 대암댐, 주암댐, 보성강댐, 청평댐, 사연댐, 수어댐, 영천댐, 삼랑진댐, 임하댐, 화천댐, 탐정지, 동복댐, 무주댐, 괴산댐, 소양강댐, 예당댐, 나주댐, 장성댐, 담양댐, 대청댐, 합천댐, 하동댐, 경천지, 연천소수력, 봉화소수력, 섬진강댐, 안동댐, 덕동댐, 평화댐, 강릉댐, 운문댐, 부안댐, 남강댐 등 총 40개의 댐이다. 먼저 댐 위치를 파악하기 위해 1:5,000 수치지형도를 이용하여 전국 40개의 댐 위치의 공간 DB를 구축하였다. 그리고 1:5,000 수치지형도, 1:25,000 혹은 1:50,000 토양도, 1:25,000 임상도, 1:50,000 지질도, 확률강우량도, 토지이용도, 인공위성영상 공간 DB를 수집 및 처리하여 본 댐 주변 지반안정 공간 정보시스템으로 구축하였다. 이러한 자료들은 국내에서 구할 수 있는 공간자료로 산사태 발생과 관련이 있는 요인들이다.(이사로, 2000, Turner 1996). 지형의 경우 지형분석을 통해 고도, 경사, 경사방향, 곡률 등의 분포를, 토양의 경우 토양도에 있는 토질, 모재, 배수, 유효토심, 지형 등을, 임상의 경우도 임상도에 있는 임상, 경급, 영급, 밀도 등을, 지질의

경우는 암상을, 토지이용도의 경우 토지이용에 대해서 DB로 구축하였다.

지형도 공간 DB는 국립지리원의 1:5,000 지형도 수치자료를 GIS 자료로 변환하여 구축하였다. 이러한 지형도 공간 DB 중 등고선 및 수준점, 삼각점 등 고도를 표시하는 항목만을 추출하여 이를 변환하여 DEM을 만든 후, 이 DEM을 이용하여 고도, 경사, 경사방향, 곡률, 음영기복 공간 DB 등을 추출하는데 사용하였다. 지질도 공간 DB는 암상, 지질구조 등의 정보를 가지고 있으며 1:50,000의 축척의 지질도를 이용하였다. 토양도 공간 DB는 토질, 모재, 배수, 유효토심, 지형 등의 정보를 가지고 있다. 토양도는 토질, 모재, 배수, 지형, 유효토심 등의 속성을 가지고 있는데, 토질은 토양 입자 크기에 의해 분류된 것이며, 모재는 토양이 어떤 암상으로부터 형성되었는가를, 배수는 물의 얼마나 잘 배수되는가를, 유효토심은 토양의 유효 두께를, 지형은 토양이 분포한 지역의 지형을 각각 나타내준다. 임상도 공간 DB는 임상, 경급, 영급, 임상 밀도 등의 산림정보를 가지며, 1:25,000 축척으로 되어있다. 이러한 임상도를 DB로 구축한 임상도 공간 DB는 산림청 임업연구원에서 제공받았다. 임상구분은 나무의 수종 및 임상 등을 구분한 것으로 크게 임목지, 무림목지, 제지, 임간나지로 구분된다. 경급은 나무의 흉고 직경을, 영급은 나무의 나이를, 소밀도 구분은 나무의 분포 밀도 등을 나타낸다(임업연구원, 1998). 확률강우량은 건설부에서 우리나라 전역의 188개 우량관측점의 장기간 우량자료를 사용하여 빈도분석방법에 의해 지속시간이 30분, 1, 2, 3, 6, 12, 24시간이고 재현기간이 2, 5,

10, 20, 50, 100, 200년에 대한 강우빈도도 혹은 확률강우량도(rainfall frequency map) 49개를 만들었으며(건설부, 1988), 현재 우리나라 실무에서 많이 사용되고 있다(윤용남, 1998). 본 연구에서는 이러한 확률강우량도를 사용하였고 분석을 위해 자료의 해상도 즉 격자의 크기를 1km x 1km로 하여 공간 DB로 구축한 후, 총 49개 중 지속시간이 24시간이고 재현기간이 5년인 것을 사용하였다. 우리나라의 경우 산사태 등 지반붕괴가 주로 집중호우로 인해 발생하므로 이러한 확률강우량도의 사용이 적절하며, 지속시간 및 재현기간에 따라 많은 경우의 수가 있으나, 우리나라의 산사태 발생 양상이 기존의 연구결과에 의하면 24시간 동안 200m 이상일 경우 산사태가 발생한다는 기존의 연구(박용완, 1993)를 고려하여 지속시간이 24시간인 것을 선택하였고, 재현기간은 5년인 것을 사용하였다. 토지이용 공간 DB는 위성영상인 Landsat 영상을 기하학적으로 보정한 후 영상 처리를 통해 구축하였다. 추출된 토지이용도는 ARC/INFO의 GRID 형태로 변환하여 공간 DB로 구축하였다. 격자 크기는 30m x 30m로 하였다. 마지막으로 인공위성 영상자료는 JERS 위성영상을 기하보정 후 공간 DB로 구축하였다.

3. 댐 주변 지역 지반안정 공간 정보시스템 설계 및 개발

댐 주변지역 지반 안정성 평가를 위해 지반안정 공간 정보시스템을 개발하였다. 본 공간 정보시스템은 Windows 95/98 혹은

NT 환경에서 운영되는 ArcView 3.2의 Avenue를 이용하여 개발되었다. 따라서 본 공간 정보시스템 운영 시 ArcView 3.2 프로그램이 필요하다. 본 공간 정보시스템의 기능은 공간 DB의 화면 출력 및 검색 등 기본 기능 외에 그림 편집, 도움말 등 여러 가지 기능이 있으며, 풀다운 메뉴 및 아이콘 메뉴로 구성되어 있어 초보자도 사용하기가 쉽게 개발되었다.

공간 정보시스템의 구체적인 기능 중 주 메뉴 혹은 보기메뉴는 Figure 1과 같이 '자료관리', '시설물DB', '기본지도DB', '지형분석DB', '현장조사DB', '위성영상DB', '수문기상DB', '지반안정성분석DB', '편집', '보기', '자료층', '그림', '창', '도움말' 등 총 14개의 풀다운 메뉴 및 아이콘 메뉴로 구성되어 있다. 보기 메뉴는 구축된 공간 DB에 대해 화면에 보여준 다음, 검색 및 출력, 수정 등을 행할 수 있다. 이러한 보기 메뉴 중 '자료관리' 메뉴는 닫기, 저장, 출력, 자료관리, 끝내기 등과 같은 본 시스템 관리 및 자료관리와 관련된 메뉴로, '닫기', '모두 닫기', '작업 디렉토리 설정', '현 작업환경 저장', '다른 이름으로 저장', '출력', '프린터설정', '그림파일형태로 저장', '자료관리' 등의 하부메뉴로 구성되어 있다. 그리고 시설물 DB선택 하부메뉴는 '댐', '교량', '터널' 등 시설물의 종류를 선택할 수 있으며, '기본지도DB' 메뉴에서는 '지형도', '지질도', '토양도', '임상도', '토지이용도', '지질구조도', '위성영상' 등으로 구성되어 각종 공간 정보를 검색할 수 있도록 화면에 출력하는 기능을 한다. 지형분석 메뉴는 '고도분포도', '경사도', '경사방향도', '곡률도', '음영기록도' 등 지형 분석된 공간 정보를, 수문기상DB 메

뉴 '측후소 위치', '수문기상자료', '확률강우량도', '가능최대수량도' 등 수문기상 관련 DB를 검색할 수 있다. 현장조사DB 하부메뉴는 '조사위치', '주향경사', '현장사진', '지질구조선' 등 현장 조사된 자료를 검색할 수 있도록 한다. 여기서 검색하고자 하는 도면을 선택하면 화면에 출력된다. '지반안정성분석DB' 메뉴에서는 구축된 DB를 이용하여 지반안정성 분석을 실시하고 이를 검색할 수 있게 하였다. 먼저 자료의 등급 값을 설정하여 새로운 자료층을 만들고 이를 모두 더하여 지반안정성 공간 DB를 만들 수 있게 하였다. 그리고 이러한 결과를 화면에 출력하고 검색할 수 있게 하였다. 이러한 '지반안정성분석' 하부메뉴는 '등급값설정', 'GRID저장', '공간연산', '취약성도', '가능성도' 등으로 구성되어 있다.

'편집', '보기', '자료층', '그림', '창', '도움말' 메뉴들은 기존의 ArcView 3.2의 환경을 이용하였다. 편집 하부메뉴는 공간정보 및 그림 요소의 속성 자료의 편집과 관련된 기능을 수행하며, 보기 하부메뉴는 화면에 자료층 추가 및 제거와 확대, 축소 등과 같이 화면과 관련된 기능을 수행한다. 자료층 하부메뉴는 편집 시작과 저장, 범례 편집, 라벨 생성 및 제거, 질의 등 자료층 즉 공간 정보에 관한 기능을 수행하며, 그림 하부메뉴는 화면에 새로운 그림 및 기존의 공간 DB를 추가하거나 편집할 수 있는 기능을 수행한다. 그리고 창들을 정리해 주는 창 하부메뉴와 각종 도움말을 제공하는 도움말 하부메뉴가 있다.

마지막으로 아이콘 메뉴는 풀다운 메뉴에서 제공하는 기능 중 자주 사용되는 기능들을 중심으로 구성된다. 아이콘 메뉴의

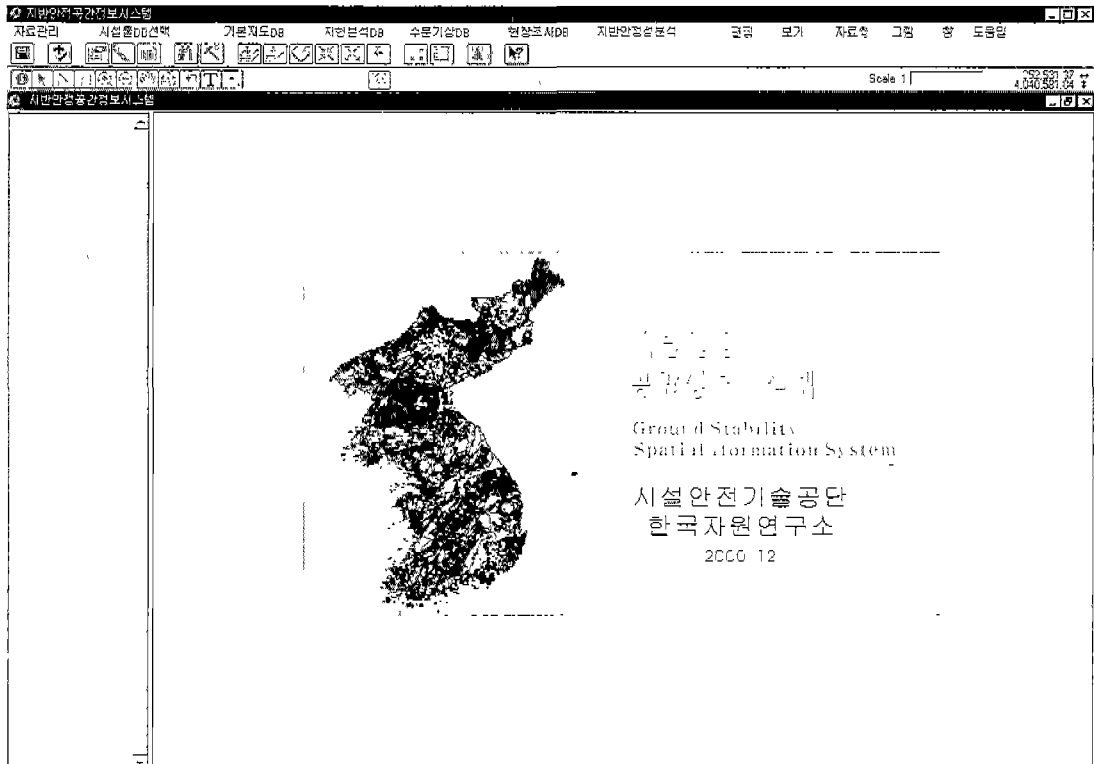


Figure 1. Mains menu of ground stability spatial information system.

기능은 현재의 환경을 저장, 자료층 추가, 자료 특성을 설정, 범례 제작, 속성 값 DB 표 열기, 속성 값을 찾기, 속성 값 검색, 화면범위 설정, 화면 확대, 축소, 요소를 선택 및 해제 등의 기능들이 있다. 그리고 속성 값 확인, 선택, Vertex를 편집, 편집 시 그림 요소 선택, 화면 확대, 축소, 이동, 거리 측정, 레이블 출력, 문자 쓰기, 점, 선, 사각형, 원, 다각형 그리기 등의 기능들이 있다.

4. 광역적 지반 안정성 평가

개발된 지반안정 공간 정보시스템의 활

용성을 검증하기 위해 안동댐 주변지역의 광역적 지반 안정성 평가를 실시하였다. 지반 안정성 분석은 산사태, 낙석, 지반침하 등 지반붕괴에 대한 취약성(Susceptibility), 가능성(Possibility), 위험성(Risk) 분석으로 구분될 수 있다. 즉 취약성은 강우, 지진 등 지반붕괴를 직접적으로 유발시키는 요인이 생겼을 때 그 지역이 얼마나 지반붕괴에 취약한가를 분석한 것이고, 가능성은 어떤 지역의 취약성에 강우, 지진 등 지반 불안정 유발 요인의 발생 가능성을 더해 그 지역에서 지반붕괴가 얼마나 잘 일어날 수 있는가를 분석한 것이다. 여기서 이러한 지반붕괴 유발요인을 가정한 후 지반붕괴

가능성을 예측할 수 있다. 그리고 위험성은 지반붕괴 취약성 혹은 가능성에 인명, 시설물 등 피해요소를 같이 고려한 것으로 지반붕괴로 인해 인명 및 시설물의 피해 가능성이 얼마인가를 분석한 것이다(Einstein, 1988). 따라서 본 연구에서는 광역적 지반붕괴 취약성 평가를 위해 지형도 공간 DB에서 경사, 경사방향, 지형곡률 등을, 토양도 공간 DB에서 토질, 모재, 배수, 유효토심 등을, 임상도 공간 DB에서 임상종류, 경급, 영급, 밑도 등을 그리고 토지이용 DB를 이용하여 분석하였다. 그리고 지반붕괴 가능성 분석은 취약성 분석 결과에 지반붕괴 발생 요인인 강우를 고려하기 위해 확률강우량을 합하여 분석하였다. 마지막으로, 지반붕괴 위험성 분석은 댐 및 댐 주변 지역을 대상으로 하고 있고, 이러한 댐에 대한 구체적인 분석 기법을 개발되지 않아 분석을 하지 못하였다.

이러한 댐 주변지역의 지반 취약성 분석 방법은 격자를 5m 크기로 한 확률 기법을 이용하였다. 이러한 확률 기법은 지반 붕괴에 기여하는 각 요인 중 종류별 중요성 즉 등급값은 지반붕괴 발생과 그에 기여하는 요인과의 상관관계 분석에 의해 계산된다. 이러한 확률 기법은 용인지역에서 적용해 본 결과 다른 기법에 비해 여러 가지 장점이 있어 선택하였다(이사로, 2000). 분석에 이용된 요인은 경사, 경사방향, 곡률 등 지형자료, 토질, 배수, 유효토심, 모재, 지형 등 토양자료, 경급, 영급, 밑도 등 임상자료, 토지이용 자료 등이다. 분석방법은 각 요인을 5m x 5m 크기의 Arc/Info GRID 격자형태로 변화한 후, 각 범위나 등급에 대해 Table 1과 같은 등급값을 설정하였다.

그리고 가중치는 1로 모두 같게 주어 각 요인의 격자별로 등급값을 모두 더하여 취약성 및 가능성을 분석하였다. 이러한 등급은 용인지역 연구결과(이사로, 민경덕, 2000)를 기본으로 하여 Table 1과 같이 주었는데, 암상 자료는 기존의 용인 지역에서의 분석자료가 부족하여 본 분석에서는 고려하지 못했고, 토양의 토질의 경우는 1:50,000 축적의 자료를 적용하여 기존 용인지역의 1:25,000과 분류체계가 달라 기존의 연구결과를 이용하였다. 본 연구에서 사용된 분석방법은 단변량 분석방법으로, 산사태에 기여하는 각 요인 중 종류별 중요성 즉 등급값은 산사태 발생과 그에 기여하는 요인과의 상관관계 분석에 의해 계산된다. 즉 Table 1의 등급값은 확률기법을 활용한 상관관계 분석에 의해 나온 결과값으로 각 요인의 범위나 종류별 산사태 발생 면적 비율을 각 요인 범위나 종류별 산사태 미발생 면적 비율로 나눈 것으로 이 값이 1이면 평균을 의미하며 1보다 클수록 산사태 발생과 높은 상관관계를, 1보다 작을수록 산사태 발생과 낮은 상관관계를 나타낸다. 이렇게 계산된 비율 값을 각 요인의 등급값으로 하였다. 지반 붕괴 취약성 지수(LIS: Ground Failure Susceptibility Index)는 이렇게 계산된 각 요인에 등급값을 식 (1)과 같이 각 요인에 대해 가중치를 1로 같이 주고 모두 더한 값이다.

$$GFSI = \sum F_{ir} \quad (1)$$

(GFSI : Ground Failure Susceptibility Index, F_{ir} : 각 요인의 종류별 등급값)

이렇게 계산된 취약성 지수 값을 이용하

여 안동댐 주변지역의 지반붕괴 취약성도를 작성하였고, 취약성 지수 값을 같은 면적으로 분류하면 Figure 2와 같다.

취약성 분석에 확률강우량을 합하여 가능성 분석을 실시하였다. 가능성 분석에

사용된 확률강우량의 재현기간 5년 지속 시간 24시간 확률강우량도로(건설부, 1988). 등급은 Table 1과 같으며 취약성 지수 값에 확률강우량의 등급값을 합하여 구하였다. 즉 식 (2)를 이용하여 가능성 지수 값을 계

Table 1. Range and rating of topographic, soil, forest, land use and rainfall frequency

	Slope (degree)	Rating	Curvature	Rating		Soil drainage	Rating
		0 - 5	0.10	-9 >		2.08	
Topographic Spatial DB	6 - 9	0.27	-8	3.00		Very poorly drained	0.01
	10 - 13	0.79	-7	2.14		Poorly or very poorly	0.06
	14 - 17	1.32	-6	2.55		Poorly drained	0.10
	18 - 23	1.72	-5	2.21		Somewhat poorly or poorly drained	0.13
	24 - 29	2.09	-4	1.97		Moderately well or poorly drained	
	30 - 37	2.15	-3	1.69		Somewhat poorly drained	0.15
	38 - 86	1.51	-2	1.16		Moderately well or somewhat poorly drained	0.16
	Aspect	Rating	-1	0.99		Moderately well or well drained	0.59
	Flat Area	0.13	0	0.55		Somewhat poor or well drained	
	S	0.70	1	0.86		Moderately well or excessively drained	0.94
	SE	0.74	2	0.87		Well drained	1.02
	SW	1.01	3	1.04		Well or excessively drained	
	W	1.08	4	1.03		Excessively drained	1.72
	NW	1.13	5	0.90		Soil material	Rating
	E	1.16	6	0.77		Diluvium, Alluvium	0.02
	N	1.39	7 <	0.83		Fluvial and marine alluvium	
NE	1.71				Fluvial alluvium	0.04	
	Topographic Type			Rating		Valley alluvium	0.20
	Plateau, Tidal flat, Alluvium fan, Dune, River and sea flood area, Plain			0.00	Soil Spatial DB	Alluvial colluvium, Limestone colluvium, Acidic rocks colluvium and sediment, Sedimentary rock colluvium and sediment, Neutral or basic rock colluvium and sediment	0.36
	Lower hilly plateau			0.05		Acidic rock, Limestone residuum, Metamorphic sedimentary rock and schist residuum, Diluvium, Acidic, neutral, basic and sedimentary rock residuum, Neutral or basic rock residuum	1.58
	Piedmont slope area, Mountainous piedmont slope area			0.22			
	Hilly area			1.00		Soil texture	Rating
	Mountainous area			1.33		Sand dune, Saline soil, Tidal flat, Rock	0.00
	Mountainous and hilly valley alluvium, Lower hilly valley alluvium			1.90		Low humic gley soil and alluvial soil	0.41
	Rock			2.00		Alluvial soil, Flood plain	0.57
	Lower hilly area			2.25		Regosols	1.00
						Lithosols and red-yellow podzolic soil	1.16
						Lithosols, Acidic brown forest soil	1.54
Forest Spatial DB	Wood diameter	Rating				Regosols and red-yellow podzolic soil	4.00
	Medium diameter	0.00				Effective thickness	Rating
	Non-forest	0.13				Tidal flat, Rock	0.00
	Small diameter	1.42				> 150cm	0.10
	Very small diameter	2.15				100 - 150 cm or > 150cm	0.22
	Wood age	Rating				100 - 150 cm	0.33
	4th age	0.00				50 - 100 cm or 100 - 150 cm	0.59
	Non-forest	0.13				50 - 100 cm	0.84
	3rd age	1.13				20 - 50 cm or 50 - 100cm	1.23
	2nd age	1.47				20 - 50 cm	1.62
1st age	2.15				0 - 20 cm	2.00	
Wood density	Rating				Rainfall frequency Spatial DB	Rainfall frequency range(mm)	Rating
Non-forest	0.59					164	164
Loose	1.23					165	165
Dense	1.44					166	166
Moderate	1.50					167	167
Land use	Rating					168	168
No data	0.00					169	169
Urban	0.11						
Water	0.12						
Rice field	0.14						
Industrial Complex	0.22						
Grass	0.37						
Barren	0.42						
Forest-l	1.11						
Forest-d	1.57						

댐 주변지역 광역적 지반 안정성 평가를 위한 공간 정보시스템 개발

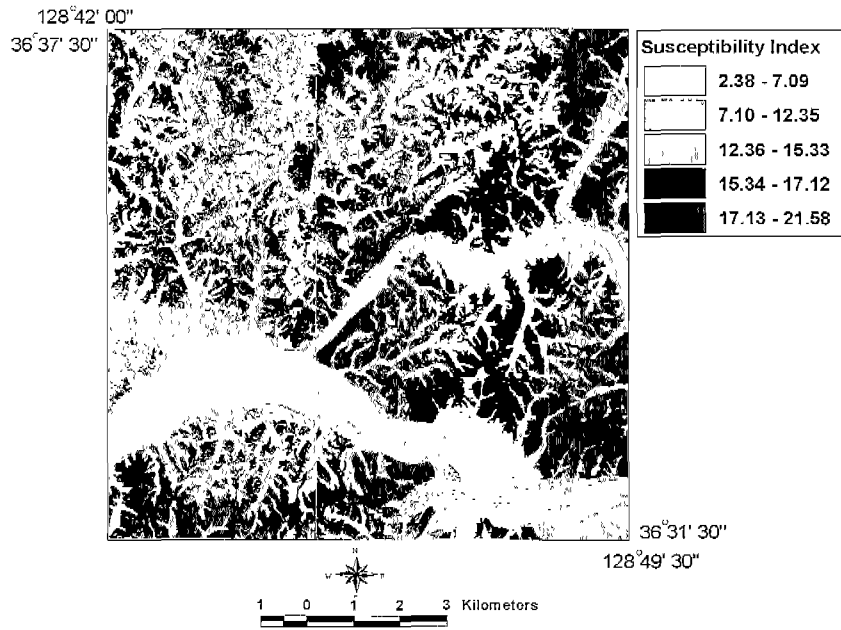


Figure 2 Ground failure susceptibility map

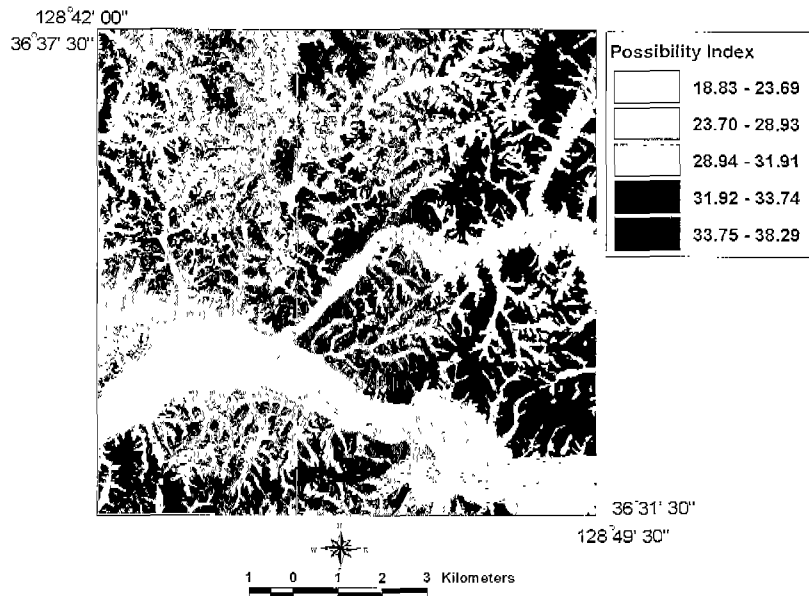


Figure 3 Ground failure possibility map

산하였다.

$$GFPI = GFSI + R_r \quad (2)$$

(GFPI : Ground Failure Possibility Index,
R_r : 확률강우량도 등급값)

역시 이렇게 계산된 취약성 지수 값을 이용하여 안동댐 주변지역의 지반붕괴 가능성도를 작성하였고, 가능성도 지수 값을 같은 면적으로 분류하여 도면으로 나타내면 Figure 3과 같다.

5. 결론 및 토의

본 연구에서는 국가 주요시설물인 댐 주변 지역에 대한 지반 안정성 평가를 위해 전국 40개 댐 주변의 지형도, 지질도, 토양도, 임상도, 토지 이용도, 확률강우량도, 인공위성 영상 등 공간 자료를 수집하여 공간 DB로 구축하였고, 구축된 공간 DB를 검색 및 안정성 분석을 할 수 있는 지반안정 공간 정보시스템을 개발하였다. 그리고 구축된 공간 DB 및 개발된 공간 정보시스템의 활용성을 검증하기 위해 안동댐 주변 지역에 대해 광역적 지반 붕괴 취약성 및 가능성 분석을 실시하였다.

본 연구에서 적용된 지반 안정성 평가 기법은 확률기법으로 평가 및 예측 기법에 대한 연구를 계속 진행하여 보다 정확한 기법을 개발하고 이를 검증해야 할 것이다. 또한 본 연구에서는 각 요인들의 중요도 즉 가중치를 1로 모두 같게 주었는데, 이러한 가중치 결정에 대한 연구도 보다 정확한 평가 및 예측 결과를 위해서 필요하다. 그리고 본 연구에서는 평가 과정상 취약성

및 가능성만을 분석하였는데, 앞으로는 위험성 분석도 실시되어야 할 것이다.

이러한 지반 안정성 분석은 댐 주변지역 뿐 아니라 교량, 터널 등 주요 시설안전진단 시설물에 대해 행하여져야 한다. 그리고 구축된 공간 DB 및 개발된 시스템은 광역적 지반 안정성 평가 및 관리에 활용될 수 있으며, 지반 안정성 평가 결과는 댐 등 주요 시설물의 지반 안정성을 평가함으로써 재해예방 및 지반관리에 기초자료로 활용될 수 있다. 또한 토지 이용 및 건설 계획에 있어 기초자료로 활용될 수 있다.

사 사

본 연구는 시설안전기술공단에서 시행한 기술개발사업의 결과물이다.

참 고 문 헌

- 건설부, 수자원 관리기법 개발연구 조사보고서, 별책부록 제2권 한국확률강우량도, 제3권 한국가능최대수량도, 71p. 1988
- 김원영, 채병곤, 김경수, 기원서, 조용찬, 최영섭, 이사로, 이봉주 외, 산사태 예측 및 방지기술 연구, 과학기술부, p. 52-76, 2000
- 박용원, 김광래, 여운광, 1991년 용인-안성 지역 산사태 연구, 한국지반공학회지, Vol. 9, No. 4, p. 103-116, 1993
- 윤용남, 공업수문학, 청문각, 656p. 1998
- 이사로, 지리정보시스템(GIS)을 이용한 산사태 취약성 분석 기법 개발 및 적용 연구, 연세대학교 박사학위 논문, 163p. 2000

- 이사로, 민경덕, 공간 데이터베이스를 이용한 1991년 용인지역 산사태 분석, 환경지질학회지, Vol. 33, No. 4, p. 321-332, 2000
- 임업연구원, 산림자원조사보고서, p. 139-163, 1998
- Einstein, H. H., Landslide risk assessment procedure, Proceedings of the fifth international symposium on landslide, Vol.2, p. 1075-1090, 1988
- Turner, K. A. and Schuster, R. L., Transportation research board, Nationalresearch council, Landslides investigation and mitigation, Special report 247, 673p. 1996