Journal of the Korean Geo-Environmental Society
15(9): 77～85. (September, 2014) http://www.kges.or.kr
ISSN 1598-0820
DOI http://dx.doi.org/10.14481/jkges.2014.15.9.77

급경사지 방재 및 관리를 위한 급경사지정보 통합관리시스템 개발

Development of Integrated Management System for Steep Slope Prevention and Management

이 경 철[1)] · 장 용 구[†] · 송 지 혜[1)] · 강 인 준[1)]
Kyungchul Lee · Yonggu Jang · Jihye Song · Injoon Kang

Received: June 25th, 2014; Revised: July 14th, 2014; Accepted: August 12th, 2014

ABSTRACT : Recently, the National Emergency Management Agency of Korea has been operating the National Disaster Management System. Nevertheless, there are numerous difficulties in systematic controlling the steep slope DB promptly, because the system's functions in input and control for steep slope information are merely simple. Futhermore, the hazard degrees of steep slope lands nowadays have risen suddenly in accordance with the increase rate of large scale landslides such as the landslide cases of Umyeon-mountain, Chuncheon province and others or sever rain storm cases. these lead to rapid increases in frequencies of nature disasters nationally. therefore, it is needed to develop the GIS-based integrated management system for steep slope information in order to manage disasters in advance or high-degree control. This study shows the national GIS-based integrated management system to prevent the disasters that caused by steep slope lands. The integrated management system developed in this study consists of surface information input modules, realtime DB liaison modules of integrated underground information, V-world background map-based GIS, integrated management system for steep slope information user modules, realtime liaison interface modules designed for utilizing steep slope information. Also, tests about stability of data storage, system stability and consistency of processing speed were performed.

Keywords : Steep slope, Disaster prevention DB, Underground information, Steep slope investigation sheet, National Emergency Management Agency

요 지 : 현재 소방방재청에서는 국가재난관리시스템(NDMS, National Disaster Management System)을 운영 중에 있으나 급경사지 정보의 입력 및 관리를 위한 기능이 단순한 DB 입력·관리 기능으로 존재하고 있어 신속하고 체계적인 급경사지 관리에 어려움이 존재하고 있는 실정이다. 최근 빈번한 국지성 집중호우에 의한 우면산 산사태, 춘천 산사태 등의 대규모 산사태가 증가하고 있어 급경사지의 위험도가 급증하고 있으며, 국가 재해·재난이 빠른 추세로 증가하고 있다. 이에 대한 선제적 대응 및 관리의 고도화를 위해서는 급경사지 방재 및 관리를 위한 GIS 기반의 급경사지정보 통합관리시스템의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 급경사지 재해·재난에 대한 선제적 대응 및 안전한 관리를 위한 국가 차원의 GIS 기술 기반의 급경사지정보 통합관리시스템을 개발하였다. 급경사지정보 통합관리시스템은 급경사지 일제조사서기반의 지표면정보와 지하공간정보의 입력 및 출력 DB를 설계·구축하여 개발하였다. 본 연구를 통하여 개발한 급경사지정보 통합관리시스템은 지표면정보 입력모듈, 급경사지 주변 지하공간정보 DB 실시간 연계 입력모듈, V-World 배경지도 기반의 급경사지 검색·분석·관리를 위한 GIS 모듈, 급경사지정보 통합정보시스템 사용자 관리모듈, 급경사지정보 활용 연계시스템과의 실시간 연계 인터페이스모듈로 구성된다. 또한 개발한 급경사지정보 통합관리시스템에 대하여 자료저장률, 동시접속 시 시스템 안정성, 처리속도의 일관성에 대한 안정성테스트를 수행하여 급경사지정보 통합관리시스템의 연결성을 확보하였다.

주요어 : 급경사지, 방재 DB, 지하공간정보, 급경사지 일제조사서, 소방방재청

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 빈번한 국지성 집중호우에 의해 우면산, 춘천 등의 대규모 산사태의 증가로 급경사지의 위험도가 급증하고 있으며, 이에 대한 피해 및 복구비용 또한 증가하고 있는 추세이다.

소방방재청에서는 급경사지 재해·재난을 관리 및 대응하기 위하여 국가재난관리시스템(NDMS, National Disaster Management System)을 운영 중에 있으나 급경사지정보의 입력 및 관리를 위한 기능이 단순한 DB 입력·관리 기능으로 존재하고 있어 신속하고 체계적인 급경사지 관리에 어려움이 존재하고 있는 실정이다.

따라서 급경사지 재해에 대한 선제적 대응 및 관리의 고

1) Department of Civil Engineering, Pusan National University
† Korea Institute of Construction Technology (Corresponding Author : wkddydrn@kict.re.kr)

도화를 위해서는 급경사지 방재 및 관리를 위한 국가 차원의 GIS 기반의 급경사지정보 통합관리시스템의 개발이 필요하다.

이에 따라 본 연구에서는 급경사지정보 통합관리시스템을 개발하고자 한다. 급경사지 재해 및 관리를 위한 급경사지정보 통합관리시스템의 주요 기능은 지표면정보 입력모듈, 급경사지 주변 지하공간정보 DB 실시간 연계 입력모듈, V-World 배경지도 기반의 급경사지 검색·분석·관리를 위한 GIS 모듈, 급경사지정보 통합정보시스템 사용자 관리모듈, 급경사지정보 활용 연계시스템과의 실시간 연계 인터페이스모듈로 구성하였다.

1.2 연구동향

본 연구를 수행하기 위하여 급경사지와 사면 방재에 관한 연구 및 시스템에 대한 동향을 살펴보았다.

먼저 급경사지 방재 및 관리에 관한 연구를 국내와 국외로 나누어 살펴보았다. 국내의 연구동향을 살펴본 결과, Lee et al.(2014)은 효율적인 급경사지 방재 및 관리를 위하여 기존의 급경사지 일제조사서의 문제점을 분석하여 중복성과 부적합성의 문제점을 해결한 개선된 일제조사서 기반의 DB 설계를 통하여 급경사지 DB 구축 및 활용 방안을 제시하였으며, Kim et al.(2013)은 급경사지 관리 및 방재를 위하여 국내 주요 공공기관에서 기존에 수행되었던 다양한 사업 및 연구를 분석하여 구축된 데이터베이스의 활용 가능성을 검토하였다. Park et al.(2011)은 전국을 대상으로 급경사지 붕괴에 영향을 미칠 것으로 예상되는 인자들의 자료를 수집하고 그 인자들의 가중치를 판정하기 위하여 로지스틱 회귀분석 방법을 사용하여 급경사지 붕괴예측 모형을 개발하였다. 또한 Lee(2012)는 급경사지 재해발생특성과 현황 및 유지관리에 대한 문헌수집과 관련 자료에 대한 고찰을 통해 급경사지 관련 법률 및 제도의 문제점과 개선방안을 제시하였다.

국외의 경우 Ebrahimian et al.(2012)은 급경사지 유역에서의 유출 깊이를 추정하는 방법과 방법의 표준화를 통한 적용 가능성을 평가하였다. 또한 Alvarez-Mozos et al.(2014)은 급경사지 침식 방지 매트가 토양유출과 손실에 미치는 영향을 평가하였다.

국내외 급경사지 방재 및 관리를 위한 연구를 살펴본 결과, 국내의 경우 급경사지 DB 구축 및 활용방안제시, 기존의 구축된 데이터베이스의 활용성 검토, 급경사지 붕괴예측 모형개발 및 제도적 개선방안 제시 등 다양한 분야에서 급경사지 방재 및 관리를 위한 연구가 수행되고 있음을 확인할 수 있었으며, 국외의 경우 급경사지 재해의 원인이 되는 토양 유출의 추정 및 유출 예방을 위한 방법 등을 평가하기 위한 연구가 수행되고 있었음을 확인할 수 있었다.

급경사지 및 사면관리시스템의 경우 국내 동향을 살펴보았다. 한국건설기술연구원과 한국시설안전공단에서는 도로사면의 효율적인 관리를 위하여 도로 절토사면 유지관리시스템(CSMS, Road Cut Slope Management System)을 운영하고 있으며, 도로교통연구원에서는 고속도로 절토사면 유지관리시스템(HSMS, Highway Construction & Maintenance System)을 운영함으로써 고속도로의 설계, 건설계획으로부터 공사, 유지관리까지 전 과정에서 다루어지는 각종 자료를 통합 관리하고 있다(Hang, 2001). 또한 한국철도기술연구원에서는 철도 주변에 분포하고 있는 인공 비탈면을 대상으로 철도 주변 절토사면 유지관리시스템을 운영 중에 있었으며, 한국지질자원연구원에서는 자연 비탈면을 대상으로 하여 산사태 및 토석류 붕괴지역에 대한 조사를 통해 자연사면 산사태 유지관리시스템을 운영하고 있었다(Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, 2013). 산림청의 경우에는 산악지역의 급경사지를 관리하고 있다. 또한 소방방재청에서는 도로법 9조, 10조에 해당하는 고속국도, 일반국도에 위치한 비탈면과 시설물 안전관리에 관한 특별법에서 지정하고 있는 2종 시설물 비탈면을 제외한 모든 비탈면을 대상으로 하여 지자체차원에서 급경사지 관리가 추진 중에 있다(Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, 2013).

급경사지 및 사면관리시스템의 연구동향을 살펴본 결과 국내 급경사지 및 사면에 대한 관리가 관리영역에 따라 기관별로 이루어지고 있었음을 확인할 수 있었다.

급경사지와 사면 방재에 관한 연구 및 시스템에 대한 동향을 살펴본 결과, 국내외에서 급경사지에 대한 다양한 연구가 수행되고 있어 급경사지 방재 및 관리에 대한 중요성을 확인할 수 있었으며, 급경사지 관리의 중요성이 높아진 현재 소방방재청의 급경사지 관리시스템의 경우 지자체 차원의 관리가 이루어지고 있어 통합적이고 체계적인 관리가 이루어지지 못하고 있는 실정이었으며, 이에 따라 급경사지 관리시스템의 효율성이 낮은 것으로 판단되었다.

따라서 본 연구에서는 급경사지의 효율적 관리 및 재해·재난에 대한 국가적 차원의 일원화 된 신속한 대응을 위한 급경사지 방재 및 관리를 위한 GIS 기반의 급경사지정보 통합관리시스템 개발의 타당성을 확인할 수 있었다.

2. 기본이론

2.1 급경사지의 정의와 종류

급경사지란 2010년 제정된「급경사지 재해예방에 관한

법률」에 따라 택지·도로·철도 및 공원시설 등에 부속된 자연 비탈면, 인공 비탈면(옹벽 및 축대 등을 포함한다.) 또는 이와 접한 산지로서 대통령령으로 정하는 것으로 정의된다.

급경사지의 종류는 「급경사지 재해예방에 관한 법률 시행령」에 따라 크게 자연 비탈면과 인공 비탈면으로 나눌 수 있으며, 법률에 따라 지면으로부터 높이가 50 m 이상이고, 경사도가 34도 이상인 것을 자연 비탈면으로 지면으로부터 높이가 5 m 이상이고, 경사도가 34도 이상이며, 길이가 20 m 이상인 것을 인공 비탈면으로 정의하고 있다(Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, 2013).

2.2 급경사지 방재 및 관리를 위한 DB

급경사지 방재 및 관리를 위한 DB에는 급경사지 일제조사서 기반의 지표면정보 DB와 급경사지 주변 지반정보, 지질정보, 관정정보 및 광산정보로 구성된 지하공간정보 DB로 구분된다.

지표면정보 DB는 일제조사서 기반의 정보로 급경사지의 경사, 높이, 길이제원 등으로 구성된다. Table 1은 지표면정보 DB의 구성항목을 나타낸 것이다.

지하공간정보 DB는 급경사지 주변의 지하공간정보를 총칭하는 것으로 지반정보, 관정정보, 광산정보, 지질정보로 구성된다. Table 2는 지하공간정보 DB의 구성항목을 나타낸 것이다.

2.3 국가재난관리시스템 내 급경사지 관리 모듈

국가재난관리시스템 내에서의 급경사지 관리 기능은 급경사지정보의 입력과 조회 기능으로 구성되어 있다.

Table 1. Configuration item of surface information DB

Classification	Configuration Item
General Information	• Location, Management Authority, Data
Geotechnical Information	• Deficient Factor : Underground Water Condition, Strength, Drain Condition, Orientation of Joints etc • Damage Factor : Separation Distance, Scale of Damage
Influence Review of Dry Avalanche Occurrence	• Terrain • Dangerousness of River
Need of Monitoring Performance	• Need Reason of Monitoring Performance • Needlessness • Existence or Nonexistence of Measuring Instrument
Method of Risk Solution	• Reinforcement Construction Method • Sector Improvement • Moving Measures

먼저 급경사지정보 입력 기능은 일제조사서 기반의 급경사지정보를 입력하기 위한 기능으로 입력항목에는 기본정보, 일반정보, 지반정보, 토석류 발생 영향성 검토, 안전점검결과, 계측관리 필요성, 붕괴위험지구 지정, 사업효과, 추진사항, 재해위험지구 지정, 조사자 종합 의견이 있다. 기본정보는 관리번호, 급경사지명, 시행청, 소관부처, 관리주체구분으로 구성되어 있으며, 일반정보에는 기본정보와 위치, 상세주소, 지목, 면적, GIS 좌표 등이 있다. 지반정보는 결함인자, 피해인자가 있으며, 토석류 발생 영향성 검토에는 주변 지형, 하류하천위험성, 하천피해가 있다. 그리고 안전점검결과에는 안전점검과 불안전개소가 있으며, 붕괴위험지구 지정에는 위험성, 평가점수, 지정사유가 있다. 사업효과는 인명보호, 건물, 농경지, 공단, 도로, 기타로 나누어 등록할 수 있으며, 추진사항에는 설계완료일, 보상협의 완료일, 관리기관협의완료일을 등록할 수 있다. 또한 재해위험지구 지정에는 지정 일자, 지정 후 정비사업추진, 정비사업 시행연도의 등록이 가능하다. 조사자 종합 의견은 전문가 의견(요지), 조사자, 조사 일자, 점검자, 확인자 등으로 구성된다. Fig. 1은 국가재난관리시스템에서 급경사지 정보 입력 모습을 나타낸 것이다.

급경사지 및 정보의 조회는 지역, 관리번호, 급경사지명, 위험성, 관리주체 등을 설정하여 조회할 수 있다. 조회기능에 의한 급경사지 정보 조회항목에는 관리번호, 급경사지면, 위치, 관리주체 구분, 비탈면용도, 비탈면유형(토지, 임야), 비탈면구토, 위험성, 붕괴위험 지역지정일자, 위험해소방안이 있다. Fig. 2는 국가재난관리시스템에서 급경사지를

Table 2. Configuration item of underground spatial information DB

Classification	Configuration Item
Geotechnical Information	• Borehole General Information • Stratum Information • Basic Property Information • Field Test Information • Laboratory Test Information
Tube Well Information (The Korea Water Resources Corporation)	• Location Information (Coordinate) • Water Level Information (Stable Water Level, Natural Water Level)
Tube Well Information (Korea Rural Community Corporation)	• Tube Well Information (Tube Well ID, Tube Well Depth, Water Level, Coordinate)
Mine Information	• Borehole General Information (Code, Coordinate) • Rock Columnar Section (Depth, Rock Intensity) • Non-Sequence and Crushing Zone Information (Kind of Crushing Zone, Depth)
Geological Information	• Location Information • Rock Formation Information

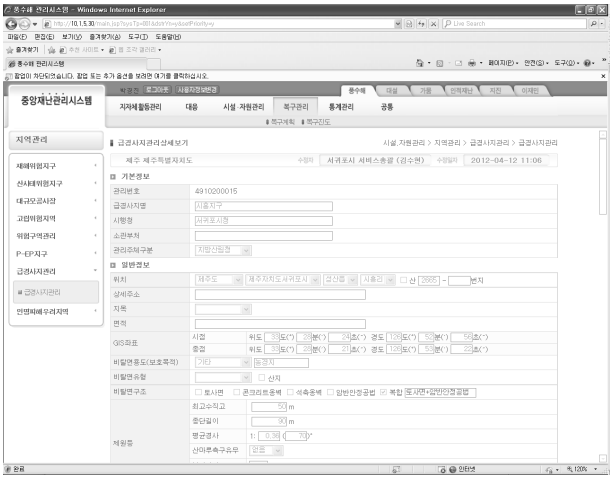

Fig. 1. Steep slope input image of national disaster management system (National Emergency Management, 2013a)

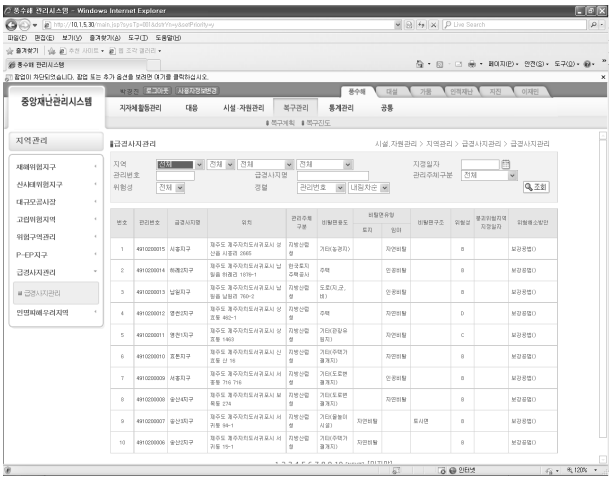

Fig. 2. Steep slope inquiry image of national disaster management system (National Emergency Management, 2013a)

조회한 모습을 나타낸 것이다.

2.4 급경사지 관리 관련 시스템

소방방재청에서 활용·개발 중인 급경사지 관리 관련 시스템에는 U-IT 기반의 급경사지 통합관리시스템, 급경사지 붕괴위험도 판단시스템, 급경사지 주민대피계측관리시스템이 있다.

U-IT 기반의 급경사지 통합관리시스템은 실시간으로 급경사지 붕괴위험 지역에 대한 지반의 침하·전도 등 재해위험상황을 효율적으로 관리할 수 있는 통합관리시스템으로 급경사지 붕괴위험 지역 주민들에게 신속한 재해 징후 알림 및 재난상황 전파 등 U-IT 기반의 급경사지 계측 관리와 정보를 제공하는 기능을 수행한다.

급경사지 붕괴위험도 판단시스템은 이상기후에 의한 강우패턴 변화에 대응하기 위한 붕괴위험도 판단 알고리즘 개발 및 급경사지 재해정보의 체계적 관리를 위한 시스템으로 강우측점 영향범위의 경보발생 및 전달 기능을 수행한다.

Fig. 3. System construction current situation related steep slope management (National Emergency Management, 2013b)

급경사지 주민대피계측관리시스템은 급경사지 붕괴위험 지역 지반의 침하, 활동, 전도, 붕괴 등 위치변화를 사전에 감지하기 위한 시스템으로 Web-EOC 기반의 급경사지 현황, 실시간 측정, 데이터 분석, 유지관리 현황 제공 기능을 수행한다. Fig. 3은 급경사지 관리 관련 시스템의 구축 현황을 보여준다.

급경사지 관리 관련 시스템의 현황을 살펴본 결과, 급경사지 DB를 관리함에 있어 DB의 중복성이 높았으며, 각 기관별로 시스템이 운영됨에 따라 시스템간의 상호 연계성이 낮음을 확인할 수 있었다. 이에 따라 본 연구에서는 U-IT 기반의 급경사지 통합관리시스템, 급경사지 붕괴위험도 판단시스템, 급경사지 주민대피계측관리시스템과의 상호 연계를 위한 급경사지정보 통합관리시스템의 구축 필요성을 확인할 수 있었다.

3. GIS 기반의 급경사지정보 통합관리시스템 개발

3.1 급경사지정보 DB 설계 및 구축

본 연구에서는 급경사지 방재용 입력 및 출력 DB를 설계·구축하였다.

입력 DB는 급경사지 일제조사서 기반의 지표면정보 DB와 지반정보, 관정정보, 광산정보 및 지질정보의 지하공간정보 DB로 구성하였다. Table 3은 급경사지 일제조사서 기반의 지표면정보 입력 DB 설계테이블을 나타낸 것이다.

Table 4는 급경사지 방재 및 관리를 위한 지하공간정보 DB 중 지반정보 입력 DB 설계테이블 일부를 나타낸 것이다.

Table 3. Surface information input DB design table

Table Management	No.	Item	Format
Steep Slope Management	1	SLOPE_CODE	CAHR (8 BYTE)
	2	PNU	VARCHAR2 (19 BYTE)
	3	GPS_SP_X	NUMBER (10,6)
	4	GPS_SP_Y	NUMBER (10,6)
Steep Slope Survey	3	SLOPE_CODE	CAHR (8 BYTE)
	4	CHECK_DATE	CAHR (8 BYTE)
	5	SLOPE_HEIGHT	NUMBER (6,3)
	6	SLOPE_LENGTH	NUMBER (7,3)
	7	SLOPE_ANGLE	NUMBER (5,2)
	8	RIDGE_GUTTER	VARCHAR2 (2 BYTE)

Table 4. Geotechnical information input DB design table

No.	Table ID	Table Name
1	TBL_HEADER	Borehole Information
2	TBL_SAMPLE_INFO	Sample and Property Test Information
3	TBL_CLASSIFICATION	Mechanical Analysis Information of Soil
4	TBL_LAYER_INFO	Stratum Information
5	TBL_SPT	Standard Peneration Test Information

급경사지정보 출력 DB는 급경사지 관리 관련 시스템인 U-IT 기반의 급경사지 통합관리시스템, 급경사지 붕괴위험도 판단시스템, 급경사지 주민대피계측관리시스템에서 급경사지 방재 및 관리를 위해 필요한 정보를 기반으로 출력 DB를 설계하였다. Table 5는 급경사지 붕괴위험도 판단시스템의 출력 DB 설계테이블을 나타낸 것이다.

3.2 급경사지정보 통합관리시스템 개발

앞서 설계·구축한 입력 및 출력 DB를 기반으로 급경사지 방재 및 관리를 위한 급경사지정보 통합관리시스템을 개발하였다. Fig. 4는 급경사지정보 통합관리시스템의 구성도이다.

본 연구에서 개발한 급경사지정보 통합관리시스템은 GIS를 기반으로 하여 하드웨어시스템과 소프트웨어시스템으로 구축하였으며, OS 운영체제 및 중계시스템 설치를 통해 운영 환경을 구축하였다. 그리고 주민대피계측관리시스템과는 VPN 망을 통하여 연계 구축하였다. Fig. 5는 급경사지정보 통합관리시스템의 하드웨어시스템 구성도를 나타낸 것이다.

급경사지정보 통합관리시스템의 소프트웨어시스템의 구성은 소방방재청의 국가지진방재 통합정보시스템 지하공간정보 DB 중 급경사지 주변 지하공간정보 DB를 INTRANET

Table 5. Stability analysis system for steep slope output DB design table

NO	Table ID	Table ID	Explanation
1	TBL_HEADER	Borehole Information	Borehole Depth, Underground Water Level., TM Coordinate
2	TBL_SAMPLE_INFO	Sample and Property Test Information	Sampling Depth, Classification System According to Unified Soil Classification System
3	TBL_CLASSIFICATION	Mechanical Analysis Information of Soil	Stratum Depth, Sample Code
4	TBL_LAYER_INFO	Stratum Information	Stratum Depth, Stratigraphic Thickness, Stratum Name (Technical Term)
5	TBL_SPT	Standard Penetration Test Information	Test Depth, Standard Penetration Test Information

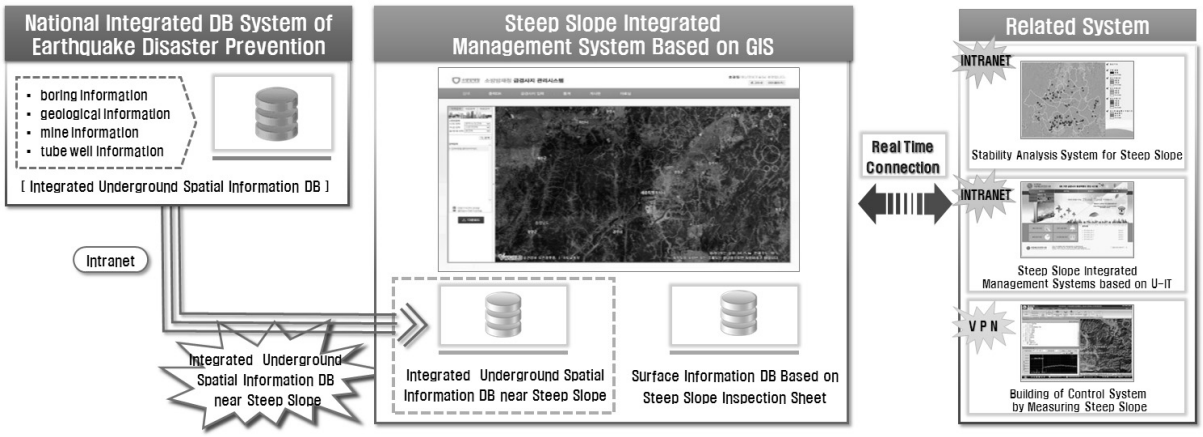

Fig. 4. Steep slope information integrated management system diagram

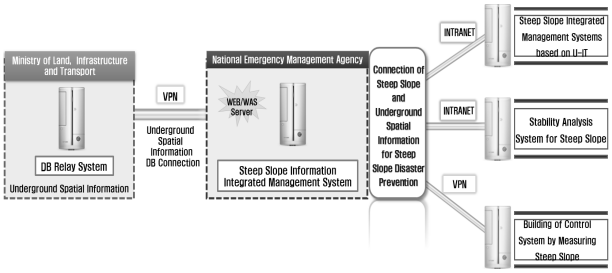

Fig. 5. Hardware system diagram

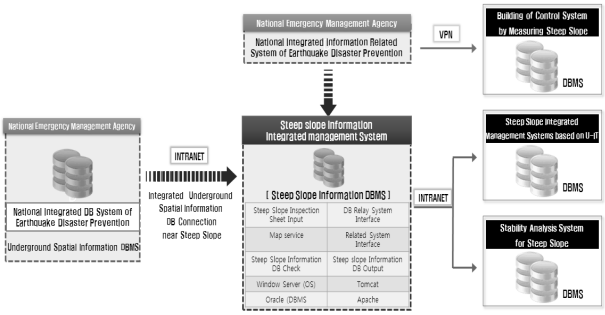

Fig. 6. Soft system diagram

을 통하여 급경사지정보 통합관리시스템에 연계하며, U-IT 기반의 급경사지 통합관리시스템, 급경사지 붕괴위험도 판단시스템과는 INTRANET을 통하여 연계 구축하였다. 그리고 주민대피계측관리시스템과는 VPN 망을 통하여 연계 구축하였다. Fig. 6은 급경사지정보 통합관리시스템의 소프트웨어시스템 구성도를 나타낸 것이다.

또한 급경사지정보 통합관리시스템의 기능은 일반사용자용과 관리자용으로 구분하여 구현하였다. 일반사용자용의 주요 기능에는 V-World 배경지도를 활용한 지도 구축, 좌표검색과 사업검색을 위한 검색기능, 통계기능, 게시판 및 자료실 활용 등이 있다. 관리자용의 주요 기능에는 사용자 관리 기능, DB 입력 및 출력 활용 현황 통계 기능 등이 있다.

급경사지정보 통합관리시스템 기능구현을 위한 모듈은 지표면정보 입력모듈, 급경사지 주변 지하공간정보 DB 실시간 연계 입력모듈, V-World 배경지도 기반의 급경사지 검색·분석·관리를 위한 GIS 모듈, 급경사지정보 통합정보시스템 사용자 관리모듈, 급경사지정보 활용 연계시스템과의 실시간 연계 인터페이스모듈로 구성하였다. Table 6은 급경사지 통합관리시스템의 모듈별 주요 기능을 나타낸 것이다.

Fig. 7과 Fig. 8은 급경사지정보 통합관리시스템의 기능 중 지표면정보 입력모듈과 급경사지 검색·분석 모듈의 개발 소스 중 일부를 나타낸 것이다.

Fig. 9와 Fig. 10은 급경사지 지표면정보 입력모듈 실행화

Table 6. Main function classified by module of steep slope integrated management system

Module	Main function
Surface Information Input Module	• Administrative District Choice • Si and Do Choice • Si, Gun and Gu Choice • Myeon and Dong Choice
Real Time Connection Input Module of Underground Spatial Information DB near Steep Slope	• Last Connection Time
GIS Module Based on V-World Background Map	• Si and Do Choice • Gun and Gu Choice • Myeon and Dong Choice
User Management Module of Steep Slope Integrated Management System	• Column Name • Number • ID • Name • Institution • Department • E-mail • Registration date • Detail information • User List

```
        <tr>
        <th>행정구역</th>
                        // 행정구역 선택
        <td>
        <form:select path="groupId" id="groupId"
title="그룹아이디" style="width:200px;" class="selectbox">
        <form:option value="" label="--선택하세요--"/>
        <form:options items="${groupId_result}"
itemValue="code" itemLabel="codeNm"/>
        </form:select>
        <div><form:errors path="groupId"
cssClass="error"/></div>
        </td>
        </tr>
        <tr>
        <th>시/도</th>
                                // 시도 선택
class="selectbox">
        </td>
```

Fig. 7. Input module source of steep slope surface information

```
<td style="padding:0 10 0 10;">
        <table width="100%" border="0" cellpadding="0"
cellspacing="0" background="">
        <tr>
        <td style="padding:0 6 0
3;color:#444444;"> 시/도 선택</td>
                                // 시도 선택
        <td><iframe name="sidoFrame" id="sidoFrame"
src="include/sido_move_combo.jsp?id=left" marginheight="0"
marginwidth="0" height="20" width="124" frameborder="0"
scrolling="no"></iframe></td>
        </tr>
        <tr><td colspan="2" height="3"></td></tr>
        <tr>
        <td style="padding:0 6 0
3;color:#444444;"> 구/군 선택</td>
                                // 구군 선택
```

Fig. 8. Steep slope search/analysis module source based on V-world background map

Fig. 9. Input module execution screen of steep slope surface information

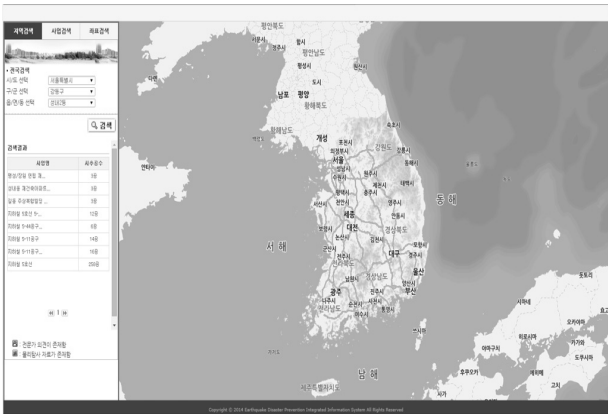

Fig. 10. Steep slope search/analysis module execution screen based on V-world background map

면과 V-World 배경지도 기반의 급경사지 검색·분석 모듈 실행화면을 나타낸 것이다.

급경사지 주변 지하공간정보 DB 실시간 연계 입력모듈은 실시간 정보제공이 가능하도록 개발하였으며, 최종 다운로드 일시에 대한 정보를 제공한다.

또한 급경사지정보 통합관리시스템은 V-World 배경지도를 기반으로 하여 급경사지 검색·분석 모듈을 구성하였다. V-World 배경지도 기반의 급경사지 검색·분석 모듈은 시도 선택, 구군 선택, 읍면동 선택 기능을 통하여 급경사지 정보 확인이 가능하도록 하였다.

4. 급경사지정보 통합관리시스템 안전성 테스트

4.1 급경사지정보 통합관리시스템 안전성테스트

본 연구에서는 부산광역시 강서구 일대를 모델 지역으로 선정하여 급경사지정보 통합관리시스템의 운영환경 안정성 테스트를 수행하였다. Fig. 11은 안정성테스트 대상 지역을

Fig. 11. Site for connectivity test

나타낸 것이다.

급경사지정보 통합관리시스템의 안정성테스트는 시스템 개발의 주요 참여 인력 중 10인을 대상으로 하였으며, 3차례에 걸쳐 안정성테스트를 수행하였다. 안정성테스트 항목은 자료저장의 안정성, 동시등록 시 시스템 안정성, 처리속도의 일관성으로 구성하였다. 자료저장의 안정성은 입력된 일제조사서 기반의 지표면정보 DB와 급경사지 주변 지하공간정보 DB가 급경사지정보 통합관리시스템에 구축될 때 DB의 누락비율에 따라 100 %에서 차감하여 비율로써 결과값을 산정하였다. 자료저장의 안정성 평균값은 3차례의 테스트 결과를 항목별로 평균하여 산정하였다.

동시접속시스템 안정성은 지표면정보 및 지하공간정보 입력, 사업 및 좌표 입력, 지도 기능 구현에 있어서 다수의 사용자 접속 시 안정성의 변화에 대하여 테스트를 수행하였다. 다수의 사용자 동시접속 시에도 기능구현에 변화가 없는 경우 안정성 높음을 나타내는 '1', 일정 시간 경과 후 기능 구현이 되는 경우 안정성 보통을 나타내는 '0', 그리고 기능구현이 되지 않을 경우 안정성 낮음을 나타내는 '-1'로 표현하여 결과값을 산정하였으며, 평균값의 산정은 3차례의 테스트 결과 높은 비율을 차지하는 결과값을 평균값으로 산정하였다.

처리속도의 일관성의 경우 지표면정보 및 지하공간정보 입력, 사업 및 좌표 입력, 지도 기능 구현 시 처리속도의 일관성을 비율로 산출하여 결과값을 획득하는 방법으로 테스트를 수행하였다. 테스트 결과 처리속도의 일관성이 80 % 이상의 비율을 나타내는 경우 '1', 50 % 이상의 비율을 나타내는 경우 '0', 50 % 이하의 비율을 나타내는 경우 '-1'로 표현하여 결과값을 산정하였으며, 평균값의 산출은 동시접속 시 안정성의 평균값 산출과 마찬가지로 3차례의 테스트 결과 중 높은 비율을 차지하는 값을 평균값으로 산정하였다.

급경사지정보 통합관리시스템의 안정성테스트 수행 결과, 자료저장의 안정성에 대한 평균은 지표면정보 입력과 지하공간정보 입력 시 각각 96.7 %와 98.7 %로 나타나 자료저장의 안정성이 매우 높은 것으로 나타났다. 동시접속

Table 7. Steep slope information integrated management system connectivity test

Module		1 Test			2 Test			3 Test			Average		
		Stability of Data Storage (%)	System Stability (Simul-taneously Access)	Con-sistency of Processing Speed	Stability of Data Storage (%)	System Stability (Simul-taneously Access)	Con-sistency of Processing Speed	Stability of Data Storage (%)	System Stability (Simul-taneously Access)	Con-sistency of Processing Speed	Stability of Data Storage (%)	System Stability (Simul-taneously Access)	Con-sistency of Processing Speed
Module	Surface Information	95	1	1	98	1	1	100	1	1	97.7	1	1
	Underground Spatial Information	97	1	1	100	1	1	100	1	1	99.0	1	1
Search	Business	-	1	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1
	Coordinate	-	1	1	-	1	1	-	1	1	-	1	1
Map	V-World Background Map	-	1	1	-	0	1	-	1	0	-	1	1

System Stability (Simultaneously Access)
(High : 1, Average : 0, Low : -1)
Consistency of Processing Speed
(High : 1, Average : 0, Low : -1)

시 시스템의 안정성 평균은 지표면정보 및 지하공간정보 입력, 사업 및 좌표 검색, V-World 배경지도에 의한 기능구현 시 안정성 높음을 나타내는 1로 나타나 동시접속 시 시스템의 안정성이 높은 것으로 나타났다. 처리속도의 일관성의 경우 동시접속 시 시스템의 안정성과 마찬가지로 평균 1의 결과값을 나타내 처리속도의 일관성이 높은 것으로 나타났다. Table 7은 항목별 안정성테스트 결과를 나타낸 것이다.

그러나 V-World 기반의 배경지도에 의한 기능 구현에 있어서, 동시접속 시 시스템 안정성과 처리속도의 일관성에서 1차례의 테스트 결과 보통을 나타내는 0의 결과값을 나타내 GIS 기반의 지도 구현을 통한 안정성 및 일관성 확보의 필요성을 확인할 수 있었다.

5. 결 론

본 연구에서는 급경사지 방재 및 관리를 위한 급경사지정보 통합관리시스템 개발에 대한 연구를 수행하였다. 이에 대한 결론은 다음과 같다.

첫째, 정의된 급경사지 일제조사서 기반의 지표면정보 및 지하공간정보를 입력 DB와 출력 DB로 설계·구축할 수 있었다.

둘째, 지표면정보 입력모듈, 급경사지 주변 지하공간정보 DB 실시간 연계 입력모듈, V-World 배경지도 기반의 급경사지 검색·분석·관리를 위한 GIS 모듈, 급경사지정보 통합정보시스템 사용자 관리모듈, 급경사지정보 활용 연계시스템과의 실시간 연계 인터페이스모듈로 구성된 급경사지정보 통합관리시스템을 개발할 수 있었다.

셋째, 급경사지정보 통합관리시스템의 안정성 및 일관성에 대한 안정성테스트를 수행하였다. 수행 결과 자료저장 안전율은 지표면정보 입력 수행 시 96.7 %, 지하공간정보 입력 시 98.7 %의 결과값이 나타났으며, 동시접속 시 시스템 안정성과 처리속도의 일관성은 높음을 나타내는 1의 값을 나타냈다.

급경사지정보 통합관리시스템의 안전성 및 일관성 확보를 위하여, 관련 분야 전문가들의 테스트 결과가 필요하다. 따라서 지속적인 연구를 통해 발전해나갈 것이다.

감사의 글

본 연구는 소방방재청 자연재해저감기술 개발사업의 연구비 지원(NEMA-지진-2012-1)에 의해 수행되었습니다.

References

1. Alvarez-Mozos, J., Abad, E., Gimenez, R., Campo, M. A., Goni, M., Arive, M., Casali, J., Diez, J. and Diego, I. (2014), Evaluation of erosion control geotextiles on steepslopes part 1: effects on runoff and soil loss, Journal of Catena, Vol. 118, No. 7, pp. 168~178.

2. Ebrahimian, M. M., Nuruddin, A. A. B., Soom, M. A. B. M., Sood, A. M. and Neng, L. J. (2012), Runoff estimation in steepslope watershed with standard and slope-adjusted curve number methods, Journal of Environmental Studies, Vol. 21, No. 5, pp. 1191~1202.
3. Hang, Y. C. (2001), A study on development of highway slope management system, Journal of Korea Road & Transportation Association, Vol. 85, No. 2, p. 73 (in Korean).
4. Kim, J. H., Kwon, O. I. and Beak, Y. (2013), Study on utilization of geotechnical information for prevention of slope disaster, Korea Society of Hazard Conference, Korea Society of Hazard Mitigation, p. 228 (in Korean).
5. Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology (2013), Development of utilization systems and integrated management of geological features·ground data for prevention of earthquake and steep slope disasters, pp. 65~86 (in Korean).
6. Lee, G. H. (2012), A study on measures of regulation reform for disaster reduction in steep slopes, Master's thesis, Kangwon National University, pp. 1~2 (in Korean).
7. Lee, K. C., Jang, Y. G., Song, J. H. and Kang, I. J. (2014), A study on construction and utilization plan of steep slope and underground spatial information db for steep slope disaster prevention, Journal of Korean Environmental Society, Vol. 15, No. 7, p. 13 (in Korean).
8. National Emergency Management. (2013a), National disaster management system (in Korean).
9. National Emergency Management. (2013b), Second Steep Slope Disaster Prevention Method Seminar (in Korean).
10. Park, G. B., Ju, Y. S. and Park, D. G. (2011), Development of model for prediction of land sliding at steep slopes, Journal of Korean Data and Information Science Society, Vol. 22, No. 4, p. 691 (in Korean).