

급경사지방재를 위한 급경사지정보 및 지하공간정보 DB 구축과 활용 방안 연구

Construction and Utilization Plan of Steep Slope and Underground Spatial Information DB for Steep Slope Disaster Prevention

이 경 철¹⁾ · 장 용 구[†] · 송 지 혜¹⁾ · 강 인 준¹⁾

Kyungchul Lee · Yonggu Jang · Jihye Song · Injoon Kang

Received: March 18th, 2014; Revised: April 1st, 2014; Accepted: April 28th, 2014

ABSTRACT : Recently, a great number of natural disasters have more frequently happened than the past. The National Emergency Management Agency of Korea has made preparation for the integrated management system of steep slope lands. There is information based on the steep slope inspection sheets and the underground spatial information related to the prevention against steep slope disasters. Nevertheless, building a complete DB System to prevent the hazards and secure the safeties should be urgently dealt with. It is mainly because the information of the National Disaster Management System is restricted to the text-based brief data. Therefore, the purpose of this study is to suggest the method as to building steep slope DB system for disaster prevention and maximizing the availabilities. This study shows the way of building a web-based DB system having its root in the steep slope inspection sheets. The method of establishing the ideal DB system that has liaisons between the Ministry of Land, Infrastructure and Transport and the National Emergency Management Agency is discussed in this study. Furthermore the optimization of DB utilization will assist the various integrated steep slope management systems based on U-IT which are ongoing projects.

Keywords : Steep Slope, Disaster Prevention DB, Underground Spatial Information, Steep Slope Inspection Sheet, MLIT, NEMA

요 지 : 최근 우면산 산사태, 춘천지역 산사태, 황령산 터널 입구 산사태 등 국내의 급경사지 붕괴에 따른 사고가 빈번히 발생하고 있으며, 그 규모가 점차 커지고 있는 추세이다. 또한 이에 따른 인명·재산피해가 증가하고 있다. 이에 따라 소방방재청에서는 급경사지 방재를 위한 DB 구축을 통하여 급경사지 붕괴 예측 및 신속한 대응체계 구축을 위한 급경사지 통합관제시스템 구축을 추진하고 있다. 급경사지 방재와 관련된 정보로는 급경사지 일제조사서를 기반으로 한 사면정보와 지반, 지질 등의 지하공간정보가 있으며, 이 중 국가재난관리시스템을 통한 텍스트 기반의 간단한 급경사지 정보 외 나머지 정보는 구축되어 있지 않아 급경사지 방재 DB 구축이 매우 시급한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 급경사지 방재 DB 구축방법과 활용방안을 제시하였다. 급경사지 방재 DB 중 급경사지 일제조사서 기반의 사면 DB는 기존 일제조사서의 문제점 분석을 개선한 급경사지 일제조사서를 기반으로 하는 웹 급경사지 입력시스템을 통한 DB 구축방법을 제시하였으며, 지하공간정보의 경우 국토교통부(국토지반정보 통합 DB 센터)와 소방방재청(국가지진방재 통합정보시스템) 사이의 지하공간정보 실시간 연계체제로 관리되는 지진방재용 지하공간정보 중 급경사지 부분의 지하공간정보 DB 구축방법을 제시하였다. 또한 급경사지 방재 DB의 활용방안은 현재 소방방재청에서 구축 중인 U-IT 기반의 급경사지 통합관리시스템, 급경사지 붕괴 위험도 판단시스템 등으로의 활용방안을 제시하였다.

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

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

오늘날 국제적 산업화와 더불어 온실가스 배출증가로 인한 지구 온난화의 영향으로 강우강도 및 다발성 집중호우 증가 등 기후변화가 점차 심화되고 있는 추세이다. UN 산하 세계기상기구(IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change)에서 밝힌 IPCC 5차 보고서에도 기후변화의 영향

이 예상보다 심각하고 강력하게 발생할 것으로 예측하고 있으며, 이러한 내용을 반영하여 소방방재청에서는 강화된 이후조건으로 「국가 방재기준 Guideline」을 최근 개정·공표하였다(National Emergency Management Agency, 2013b).

근래에 발생한 우면산 및 춘천지역 산사태 등의 사례에서 보듯이 도시화, 산업화가 가속화됨에 따라 과거에 비해 급경사지 재해의 발생빈도와 피해규모는 점차적으로 증가 추세에 있다(Park, 2010). 하지만 이러한 산사태 피해의 원인이 천재지변(天災地變)인지 예고된 인재(人災)인지에 대

1) Department of Civil Engineering, Pusan National University

† Korea Institute of Construction Technology (Corresponding Author : wkddydrn@kict.re.kr)

한 논란은 지금도 계속되고 있다. 이러한 관점에서 급경사지 재해방재를 위한 객관화되고 체계적인 재해 대응체계 마련은 국가적으로 시급한 중요 과제이며, 아울러 급경사지 방재 DB를 활용한 방재 시스템의 확대·개선을 통해 급경사지 재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호하고 공공복리를 증진시키는 데 도움을 줄 것이다.

현재 소방방재청에서 운영 중인 국가재난관리시스템(NDMS, National Disaster Management System) 현황을 분석하면, 텍스트 기반의 간단한 급경사지 정보만 구축되어 있고, 나머지 정보는 입력되어 있지 않아 방재 DB의 체계적 구축이 시급하다. 또한 구축 중인 급경사지 일제조사서가 급경사지의 특성을 객관화하지 못해 정확한 급경사지 정보 구축이 어렵다는 문제점을 가지고 있다.

이에 따라 본 연구에서는 기존 급경사지 방재 DB 일제조사서의 문제점을 개선하여 새로운 일제조사서 양식을 활용한 웹 기반의 급경사지 입력시스템 DB 구축방법을 제시하고, 지하공간정보의 실시간 연계체제로 관리되는 지진방재용 지하공간정보 중 급경사지 부분의 지하공간정보 DB와의 통합을 통해 급경사지 방재 DB의 활용성을 제시하고자 한다.

1.2 연구동향

방재를 위한 DB 시스템에 대한 국내·외 연구동향을 살펴보면 다음과 같다.

국내의 경우 급경사지 관리 및 활용에 대해 한국건설기술연구원과 한국시설안전공단이 도로절토사면 유지관리시스템(CSMS, Cut Slope Management System)를 운영하고 있으며, 도로교통연구원의 경우 고속도로 절토사면 유지관리시스템(HSMS, Highway Construction & Maintenance System)을 고속국도 절토사면을 대상으로 운영하고 있다. 또한 한국철도기술연구원은 철도주변절토사면 유지관리시스템, 한국지질자원연구원은 자연사면 산사태 유지관리시스템을 운영하고 있는 등 기초적으로 필요한 지질 및 지반자료를 각 기관별로 관리 및 현황을 조사·분석하고 있다. Table 1은 관찰기관별 급경사지 조사의 주요 특징을 나타낸 것이다(National Emergency Management Agency, 2013a).

국외의 경우 미국의 미국지질조사소는 국가 지질도 데이터베이스를 구축하여 지질, 재해, 급경사 정보, 지하자원, 지구물리, 지구화학, 지사, 고생물, 해양지질 등의 정보를 관리하며, 단독 서버가 아닌 각 주와 연계하여 서비스를 제공하고 있다. 독일의 경우에도 LBEG(Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie)를 주별로 운영하며 급경사지 정보를 포함하여 광산지역, 시추정보, 토지이용, 지질, 지열, 수리지질, 천연자원 등의 다양한 정보들의 관리가 이루어지고

있다. 일본 역시 JAMSTEC(Japan Agency Marine-earth Science and Technology), GSJ(Geological Survey of Japan) 등에서 급경사 정보, 해안시추정보, 지질, 화산, 지진, 지역, 지구물리 정보 등 다양한 자료를 구축 관리한다(National Emergency Management Agency, 2013a).

국내·외 연구동향을 조사한 결과 국내의 경우 각 기관별로 사면정보만을 위주로 하여 자체적으로 정보를 수집·관리하고 있어 보다 정밀한 사면정보 및 사면방재를 위한 체계가 미흡한 것으로 조사되었다. 그러나 국외 사례의 경우 사면정보뿐만 아니라 지하공간정보를 통합 관리하는 시스템이 국가적 차원에서 구축되어 있어 정보 활용에 대한 효율성이 굉장히 높은 것으로 조사되었다. 이에 따라 각 기관이 가지고 있는 지하정보들을 사면정보와 연계함으로써 더욱 효율적이고 경제적인 자료의 관리 및 적용이 이루어질 것으로 보여 본 연구의 타당성을 확인할 수 있었다.

Table 1. Important Features about steep Slope Investigation

Competent Organization	Main Characteristics
Korea Institute of Construction Technology	<ul style="list-style-type: none"> • A target : Artificial slope • A separation between fundamental investigation and detailed investigation • Investigating items : Main characteristics, general status, characteristics of cut slope, inspectors' opinions • Scrutiny items : Inspectors and position, characteristic of road, cut slope and topography, natural slope, geological features, hydro condition, present condition of construction, collapsed history, other detail
Korea Railroad Research Institute	<ul style="list-style-type: none"> • A target : Artificial Slope • Application about total inspection of railway slope • Investigating items : A close object, water distribution system, reinforcement method, history of slope, daily traffic and other detail
Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources	<ul style="list-style-type: none"> • A target : A natural slope • Study on a landslide and collapse area of an avalanche of earth and rocks • Investigating items : Position, geological information, a cross section, decay shape, geometry of slope, data and sampling
National Emergency Management Agency	<ul style="list-style-type: none"> • A targets : Artificial Slope, a natural slope, a breast [retaining] wall, a reinforcing stone work • A thing except for a national expressway, general national road, surface of slope and control targets of Special Act on the Safety Control of Public Structures • Investigating items : General information, geo-technical information, influence review about occurrence of an avalanche of earth and rocks, a necessity of observational procedure, disaster risk assessment, resolution methods of risk, inspectors' opinions

1.3 연구방법 및 범위

본 연구에서는 웹 기반의 급경사지 방재 DB 구축을 위해 현 상황의 문제점을 개선하고 기존 DB의 활용성을 극대화 할 수 있도록 연구범위를 설정하였다.

급경사지 방재와 관련한 정보로는 크게 두 가지로 구분된다. 국가재난관리시스템상의 급경사지 일제조사서를 기반으로 한 사면정보와 급경사지 지역 내의 지반, 지질 등의 지하공간정보가 바로 그것이며, 이러한 현실적인 여건이 효율적으로 개선·반영될 수 있도록 본 연구의 범위를 다음과 같이 설정하였다.

첫째, 급경사지 DB의 경우 기존의 급경사지 일제조사서를 기반으로 한 방재 DB가 통합 텍스트 기반의 매우 간단한 급경사지 정보만을 담고 있고, 내용의 중복 및 부적합 등의 문제점을 가지고 있는 실정으로 본 연구에서는 이러한 문제점을 분석하여 개선된 급경사지 일제조사서를 웹 기반의 급경사지 시스템을 통해 입력이 가능하도록 하는 방재 DB 구축방법을 제시하였다.

둘째, 지하공간정보 DB의 경우 실시간 연계체제로 관리되는 국토교통부(국토지반정보 통합 DB 센터)와 소방방재청(국가지진방재통합정보시스템) 사이의 지진방재용 지하공간정보 중 급경사지 부분의 지하공간정보를 활용·연계한 DB 구축방법을 제시하였다.

마지막으로 본 연구에서는 우리나라 급경사지의 특성과 방재를 위한 정보의 종류를 파악하고 각 기관별로 관리되고 있는 지하공간정보(시추정보, 지질정보, 광산정보, 관정정보) 및 급경사지의 구축범위를 결정하였으며, 향후 급경사

지 방재시스템 구축을 위한 방향성과 급경사지 방재 DB의 활용성을 제시하였다.

연구의 방법은 급경사지 DB 구축분야와 지하공간정보 DB 구축분야로 구분하여 진행하였으며, Fig. 1은 본 연구의 연구방법의 흐름도를 보여준다.

2. 기본이론

2.1 우리나라의 급경사지 특성

우리나라는 급경사지 재해예방에 관한 법률에 따라 급경사지란 택지·도로·철도 및 공원시설 등에 부속된 자연 비탈면, 인공 비탈면(옹벽 및 축대 등을 포함한다.) 또는 이와 접한 산지로서 대통령령으로 정하는 것을 말하며, 자연비탈면은 지면으로부터 높이가 50 m 이상이고, 경사도가 34° 이상, 인공비탈면은 높이가 5 m 이상이고, 경사도가 34° 이상이며 길이가 20 m 이상인 것으로 정의하고 있다(National Emergency Management Agency, 2013a).

또한 급경사지 지정 시 조사되는 항목에는 급경사지 재해예방에 관한 법률 제6조 제1항에 따라 위치 및 현황, 붕괴 위험지로 지정하는 사유, 재해위험도평가 결과보고서 및 붕괴위험지역 지정에 대한 주민 의견 등이 있다(National Emergency Management Agency, 2013a). 특히 재해위험도 평가 결과보고서는 급경사지의 높이, 경사도, 붕괴이력 등 붕괴위험성과 주변 환경, 공공시설 등과의 거리 등 사회적 영향에 대한 조사가 실시되고 있다(National Emergency Management Agency, 2013a). Table 2는 급경사지 재해예방에 관한 법률에 따른 급경사지 조사항목을 나타낸 것이다.

그러나 급경사지 재해예방에 관한 법률에 의하여 급경사지 관리를 위한 전수조사가 일시에 이루어지지 않았기 때문에 전국에 분포하고 있는 급경사지의 개수는 계속해서 증가할 것으로 판단된다(National Emergency Management Agency, 2013a). Table 3은 급경사지 관리법에 따른 우리나라 급경사지 현황(2013년 5월 기준)을 나타낸 것이다.

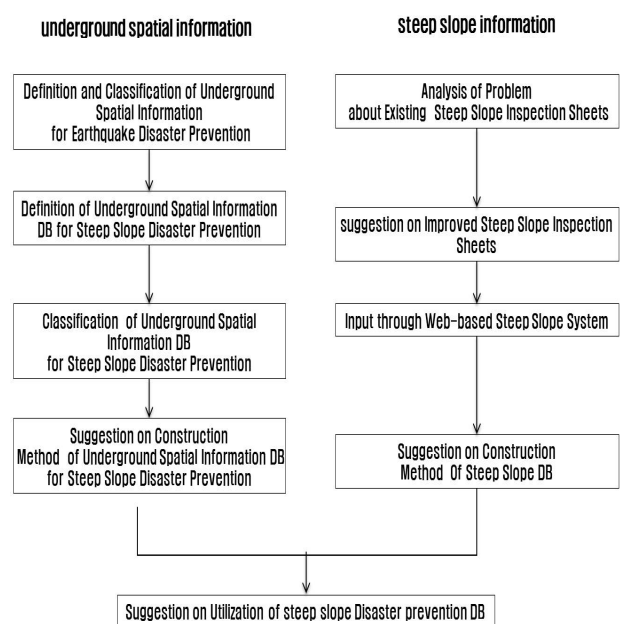


Fig. 1. diagram about research methods

Table 2. Investigating Items Conforming to the Law about Prevention of Steep Slope Disasters

Investigating items
• Position and present condition of steep slope
• Designated reason as a danger zone of collapse
• Residents opinion about designation as a danger zone of collapse
• Disaster risk assessment
- Height, a gradient, collapsed history and so on
- Distance of surrounding environment and a public establishment (a social influence)

Table 3. Steep Slopes Status of Domestic

No.	Classification	Quantity
1	Seoul	290
2	Incheon	232
3	Daegu	151
4	Busan	699
5	Gwangju	132
6	Ulsan	281
7	Daejeon	209
8	Gyeonggi-do	1,038
9	Chungcheongnam-do	355
10	Chungcheongbuk-do	1,256
11	Gangwon-do	2,346
12	Jeollabuk-do	1,120
13	Jeollanam-do	1,285
14	Gyeongsangbuk-do	1,082
15	Gyeongsangnam-do	3,085
16	Jeju-do	38
Total		13,599

2.2 급경사지방재 정보 현황

현재 우리나라의 급경사지 방재 DB에는 지진방재용 지하공간정보와 급경사지 정보가 있으며, 이 중 급경사지 방재를 위한 지하공간정보에는 지질정보, 지반정보, 광산정보, 지하수정보가 있다(National Emergency Management Agency, 2013a). 그러나 이들 정보가 기관별로 조사·관리되고 있어 정확한 급경사지 방재 DB가 구축되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 급경사지 지역에 해당하는 지하공간정보 DB와 급경사지 DB의 통합이 필요할 것으로 판단되었다.

또한 급경사지 방재 DB를 구축하기 위해서 소방방재청에서는 급경사지 일제조사서를 제공하고 있으며, Fig. 2는 현재 소방방재청에서 제공하고 있는 일제조사서이다. 그러나 현재 소방방재청에서 제공하고 있는 일제조사서는 인공, 자연비탈면, 옹벽, 석축 및 고속국도, 일반국도비탈면, 시설물 안전관리에 관한 특별법 관리 대상 비탈면을 제외한 비탈면을 대상으로 하고 있다. 주요 조사 항목으로는 일반정보(위치, 제원 등), 지반정보(결함인자, 피해인자), 토석류 발생 영향성 검토, 계측관리 필요성, 재해위험도 평가, 위험해소 방안, 조사자 의견 등이 있다.

3. 급경사지 및 지하공간정보 DB 구축 범위 결정

3.1 급경사지 DB 구축 범위 결정

급경사지 DB 구축 범위 결정을 위하여 기존의 급경사

Table 4. Main problems of existing Steep-slope Inspection sheet

Classification	Content
Whole Composition of Sheet	• Natural Slope, Artifact Slope, Breast (Retaining) Wall Survey through Same Inspection Sheet
Investigating Items	<ul style="list-style-type: none"> • Low Necessity or Difficult Items to Survey <ul style="list-style-type: none"> - Classification of Slope Face Type (Ground, Forest Land), Scale of Expected Damage • Doubtfulness and Inconspicuity of Research Category <ul style="list-style-type: none"> - Doubtfulness : Condition of facilities for Protection (Necessity) - Inconspicuity : Upper External Force (Poor Drainage)

Table 5. Department Person's Main Opinion about Improvement of Steep-slope Inspection Sheet

Institution	Anyang-si
Main Opinion	<ul style="list-style-type: none"> • It is very easy-to-use • Steep slope of private possession is managed as a disaster facility • It is hoped that enrollment of slope possession and managing body will be possible about private possession
Institution	Wonju-si
Main Opinion	<ul style="list-style-type: none"> • Subdivision of investigating items • Vegetation state survey of slope • Survey of continuity about a surface of discontinuity in artifact slope
Institution	Mokpo-si
Main Opinion	<ul style="list-style-type: none"> • Management object of steep slope is too wide • Use of simple terms or explanation of term
Institution	Gunsan-si
Main Opinion	<ul style="list-style-type: none"> • Improvement as user centered form • Connection with disaster risk assessment table is necessary

지 일제조사서 양식을 분석함으로써 문제점을 도출하였으며, 지자체의 급경사지 담당자의 요구사항을 급경사지 일제조사서의 개선된 양식에 수렴하기 위한 조사를 진행하였다.

현재 소방방재청에서 제공하고 있는 기존의 급경사지 일제조사서를 조사한 결과 동일한 조사양식(항목)을 활용하여 자연, 인공급경사지, 옹벽(석축)에 대해 이루어지고 있고, 필요성이 낮거나 조사하기 어려움이 있는 항목들이 포함되어 있었다. 또한 조사 항목의 중복성과 부적합 등의 문제점을 가지고 있어 정확한 급경사지 DB를 확보하기 위해서는 급경사지 일제조사서의 개선이 시급한 것으로 나타났다(National Emergency Management Agency, 2013a). Table 4는 기존의 급경사지 일제조사서의 주요 문제점을 나타낸 것이다.

또한 지자체 급경사지 담당자에 대하여 개선안에 대한 의견수렴을 위한 조사를 수행하였다. 의견서의 조사 항목으로는 급경사지 조사의 어려움, 기존 급경사지 사용의 문제점 및 개선사항, 급경사지 관리 업무와 관련한 기타 의견 등

G r o u n d l i n f o	Inspector	Belonging	Disaster and safety department	Position	Contact	Office	
				Name		Cell phone	
	Inspection date	Feb. 13, 2012					
	Place	Administrative district (Code No.)	city-province city-gun-gu eup-myeon-dong ri-dong street address (02) - (06) - (Bokcheon-dong) - (ri-dong) -(mountain 1-1)			Management place name near Woosung apartment, Bokcheon-dong	
	GPS coordinate	Starting point: latitude (35° 12'30.78"),longitude(129° 05' 16.80") End point: latitude (35° 12'30.84"),longitude(129° 05' 18.59")					
	Management authority	Corporation		Use of slope face (protection object)	①road (lane (지,군,비)②apartment ③house ④industrial complex ⑤park ⑥other()		
D a t a	Type of slope face	Land	①artificial slope ②natural slope	Slope face structure	①face of earth and sand ②concrete revetment ③stone work revetment ④rock slope ⑤other()		
		Forest land (mountain area)	①artificial slope ②natural slope				
	Top altitude			Longitudinal length	45(m)		
	Average slope	1 : 1.36(36°)		Side gutter of ridge	①yes(structure:) ②no		
Collapse record	①occurred in the year of () ②no *type of collapse: _____		construction year of artificial slope face	year _____ (constructor :)			
	Protection facility status	①good ②bad ③very bad ④no ⑤necessity in its absence(yes/no)					
G r o u n d l i n f o	F l a w f a c t o r	Slope of earth and sand	①tension crack ②scour, subsidence③poor drainage ④bump ⑤kinetic phenomenon ⑥loss of topsoil,*depth of soil stratum ()m				
		Underground water status	*within slope face ①totally dry ②humid ③wet ④falling ⑤flowing *rain influence of upper slope(yes/no)				
		Soil strength	①very solid ②dense or solid ③middle ④loose or weak ⑤very loose				
		drainage status	①good ②bad ③no ④enlargement ⑤reconstruction or need of construction ⑥other()				
		Revetment	Concrete:①crack()mm ②transmission ③subsidence ④activity ⑤poor drainage ⑥peeling-off ⑦other() stone work:①full ②crack()mm ③transmission ④subsidence ⑥stone deviation ⑦poor drainage ⑧other()				
		Bedrock	①fault ②discission(inner direction, outer direction, levelness, other) ③loose stones ④aeration degree(good/fair/poor)				
		Discission direction	①very advantageous ②advantageous ③good ④disadvantageous ⑤very disadvantageous				
		Slope phenomenon	*traverse:①straight line ②concavity ③convexity ④ribbed *verticality:①straight line ②concavity(凹) ③convexity(凸) ④ribbed				
		Valley info	①valley yes(within slope) no ②valley extension(15)m ③valley width(2)m ④other				
		Vegetation density	*tree: ①good ②fair ③poor *herbaceous plant: ①good ②fair ③poor				
		Status of surface protection work	①very good ②good ③poor ④very poor ⑤no surface protection work ⑥need of surface protection work				
		Occurrence part of gushout water	①upper part ②middle part ③lower part ④no				
	D a m a g e f a c t o r	External force of upper part	①building ②steel tower ③farmland ④railroad ⑤cemetery ⑥trench ⑦poor drainage ⑧other				
Type of expected collapse		①large scale ②middle scale ③small scale ④surface loss ⑤stone slide, rock slide ⑥stone()					
I n f l u e n c e c h e c k f o r o c c u r r e n c e o f a v a l a n c h e s	Separation distance	separation distance between slope and down-stream dwelling: 50m, separation distance between down-stream rivers: ___m separation distance between slope and public facilities : ___m, main facilities _____					
	Scale of expected damage	building __, household __/ farmland __ha/ road __km/river __km/, car __					
	Lay of surrounding land	①mountain area ②hill area ③plain area ④other / *possibility of avalanches occurrence ①yes ②no					
	Dangerousness of down-stream river	avalanches-inflow stream in collapse: a downstream river ___m located from the collapse danger area ①national stream, ②local stream, ③small stream, ④abnormal stream)					
	Damage of expected avalanches	building __, household __/ farmland __ha/ road __km/river __km/ other()					
	Necessity of measuring management	①need of measuring (reason: _____), ②no need of measuring ③measuring instrument: yes/no (management:)					
	Evaluation of disaster dangerousness	①A ②B ③C ④D ⑤E *evaluation score (50) : evaluation chart of natural slope face					
	Method of danger solution	①reinforcement method ②removal of dangerous avalanches ③moving measures ④선형개량 ⑤other(_____)					
	Maintenance plan	size of business			business expense(million won)		
	Designation of natural disaster risk district	①designation date(. .) ②no designation			Propelling of repair business after district designation	①already completed ②during propelling ③no propelling	
	Designation of collapse danger zone	①designation date(. .) ②no designation					
	General opinion of inspector						
	Division	Belonging	Position	Name	Contact		
	Inspector						
	Inspector						
	Checker						

Fig. 2. Existing Steep-slope Inspection sheet

I n f o r m a t i o n o f s t e e p s l o p e s i t e	Inspection date		Month day year			
	Location	Administrative district / Code No.	city·province city-gun-gu eup-myeon-dong ri-dong street address / (02) - (06) - (Bokcheon-dong) - (ri-dong) -(mountain 1-1)			
		latitude and longitude coordinate	latitude(35° 12' 30.78"), longitude(129° 05' 16.80")			
	Kinds of slope area		①natural slope face/mountain area ②artificial slope face ③revetment/embankment	construction year		
peripheral topography		①mountain area ②hill ③plain ④other	Peripheral feature			

C l a s s i f i c a t i o n o f s t e e p s l o p e s i t e	Natural slope face/Mountain area				Artificial slope face				Revetment/Embankment				
	Height	m	Extension	m	Kind	①bedrock ②mixing ③soil and sand			Kind	①concrete ②embankment ③reinforced soil ④gabion⑤other()			
	Average slope		Soil stratum depth	m	Height	m	Extension	m	Height	m	Extension	m	
	Longitudinal feature	①convexity ②straight line ③concavity ④complex			Average slope				Subsidence	①no ②minor ③partially occurrent ④severe ⑤very severe			
	Traverse feature	①descending style ②parallel style ③ascending style ④complex style			Aeration degree	①weak ②normal ③severe			Scouring	①no ②minor ③partially occurrent ④severe ⑤very severe			
	Valley part	①no ②yes no.()				Vertical shape	①convexity ②straight line ③concavity ④complex			Being full	①no ②minor ③partially occurrent ④severe ⑤very severe		
		extension	m	width	m	Traverse shape	①straight line ②concavity ③convexity ④concavo-convex ⑤lower part's breakaway type ⑥extruded type				Front damage	①no ②minor ③partially occurrent ④severe ⑤very severe	
	Underground water status	①dry ②humid ③wet ④dribbling ⑤flowing			Underground water status	①dry ②humid ③wet ④dribbling ⑤flowing			Drainage	①very good ②good ③poor ④very poor ⑤no			
	External force of upper part	①no ②farmland, cemetery ③transmission tower, house ④railroad ⑤road ⑥woodland path ⑦other			Direction of discontinuous face	①very advantageous ②advantageous ③good ④disadvantageous ⑤very disadvantageous							
	Collapse record	①yes(occurrence year : ,collapse type:) ②no			Strength of soil (choose 1)	①very solid ②solid ③normal ④ loose ⑤very loose							
	Security facility	①very good ②good ③poor ④very poor ⑤no			Collapse record	①yes(occurrence year :) ②no							
					Security facility	①very good ②good ③poor ④very poor ⑤no							
					Drainage	①very good ②good ③poor ④very poor ⑤no							

E a v n a d l o p a l t n l o o n	Influence of steep-slope collapse damage	Surrounding environment		①road ②railroad ③house lot ④park ⑤forest land			
		Expected casualty		①0 ②1-4 ③5 and more			
		Road damage(lane)		①double-lane ②four-lane ③six-lane and more			
		Distance from private houses and public facilities		() m			
	Influence of avalanches damage	Occurrence possibility	①yes ②attention demand ③no				
Expected damage		①house and building ②farmland ③road ④stream ⑤other ()					
Inspector opinion	Evaluation of disaster risk level						
	Grade		A	B	C	D	E
	evaluation score						

s t a t u s M a n a g e m e n t	Measuring management		①need of measuring ②needlessness of measuring ③during measuring management				
	Policy method		①surface security method②removal of danger factor ③reinforcement method ④moving measure ⑤present condition maintenance				
	Maintenance plan		Business amount	business expense (million won)			
	Designation of natural disaster risk district		①designation date(. .) ②not designated		Repair business propelling after district designation	①already completed ②during propelling ③not propelled	
	Designation of collapse risk district		①designation date(. .) ②not designated				
	Division	Belonging	Position	Name	Contact		
	Inspector						
Confirmer							

Fig. 3. improved Steep-slope Inspection sheet

을 포함하였다. 조사결과 주요 개선사항으로는 불필요한 조사 내용 및 중복내용의 삭제, 재해위험도 평가표와 일치되도록 구성, 조사 흐름을 고려한 양식 구성, 자연·인공급경사지, 옹벽, 축대 등의 구분 등이 있었다. Table 5는 기존의 급경사지 일제조사서의 개선안에 대한 지자체별 담당자들의 주요 의견을 나타낸 것이다.

또한 Fig. 3은 기존의 급경사지 일제조사서가 가지고 있던 문제점과 지자체 급경사지 담당자들의 의견을 고려한 개선된 양식의 급경사지 일제조사서이다.

따라서 본 연구에서는 개선된 급경사지 일제조사서를 기반으로 하여 급경사지 DB 구축 범위를 설정하였다.

3.2 지하공간정보 DB 구축 범위 결정

지하공간정보 DB 구축 범위를 결정하기 위해서 먼저 지하공간정보를 기관별로 검토하였다. 검토 결과를 토대로 급경사지 방재에 활용도가 높은 자료를 도출하였으며, 이를 토대로 구축 범위를 결정하였다. 검토 결과 한국지질자원연구원에서는 제공하는 지질도, 해저지질도, 광산분포도, 수리지화학도 등의 정보 중 지질도가 급경사지 방재에 있어 활용도가 높을 것으로 나타났다. 또한 한국광물자원공사에서 제공하는 시추공내역, 광체정보, 암석주상정보, 시추정보, 갱내도 등의 정보들 중 시추공내역, 암석주상정보, 시추주상도의 활용도가 높을 것으로 판단되었다. 한국건설기술연구원에서는 프로젝트 정보, 지형지질정보, 시추공정보, 지층정보, 기본 물성 정보, 현장 시험정보, 실내 시험정보 등을 제공하고 있으며, 그 중 시추공 일반정보, 지층정보, 기본 물성 정보 등이 활용도가 높은 자료로 분석되었다. 또한 한국농어촌공사와 수자원공사에서 제공하는 관정개발밀도 현황, 지하수심도 및 수위현황, 전기전도도현황, 수맥지구 현황 중 지하수심도 및 수위현황 역시 활용도가 높을 것으로 판단되었다. 그러나 해양조사원 및 한국수자원공사에서

제공하는 자료들은 급경사지 관리와 연관성이 낮은 것으로 판단되어 지하공간정보 DB 구축 범위에 포함시키지 않았다(National Emergency Management Agency, 2013a). Table 6은 지하공간정보 중 급경사지 관리 및 방재에 구축할 자료의 범위이다.

4. 급경사지 방재 DB 설계·구축 및 활용방안

4.1 급경사지정보 DB 설계·구축 방안

급경사지 방재 DB의 구축을 위하여 먼저 DB 설계를 실시하였다. Table 7은 개선된 급경사지 일제조사서 기반의 개선된 테이블 목록을 나타낸 것이다(National Emergency Management Agency, 2013a).

Table 8은 개선된 급경사지 일제조사서 기반의 개선된 테이블 명세서를 나타낸 것이며, Table 9는 개선된 DB의 일반 정보 및 비탈면 정보를 나타낸 것이다(National Emergency Management Agency, 2013a).

급경사지 방재 DB 구축에 대해서는 급경사지 정보구축 및 관리의 효율성을 위하여 웹을 통해 실시간으로 지자체에서 급경사지정보를 입력하는 DB 구축 방안을 제시하였

Table 6. Data Construction Range for Steep-slope Management and prevention of disaster

Establishment	Required Data List
Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources	• Geologic Map
Korea Mineral Resources Corporation	• Exploratory Hole, Rock Column Data and Boring Logs
Korea Institute of Construction Technology	• General Bore Data, Geological data, General material Data, Site Investigation Data and Laboratory Investigation Data
Korea Rural Community Corporation·Korea Water Resources Corporation	• Underground Water Depth and Water Level

Table 7. Table Categories base on improved Steep-slope Inspection sheet

No.	Table ID	Table
1	SLOPE_GENERAL	Steep Slope General Data
2	SLOPE_NATURAL	Natural Slope
3	SLOPE_ARTIFICIAL	Artifact Slope
4	SLOPE_WALL	Breast/Retaining Wall
5	SLOPE_EVALUATION	Assessment and Opinion
6	SLOPE_MANAGEMENT	Management Condition
7	SLOPE_PICTURE	Photograph Information

Table 8. Plan of Standard Input DB base on improved Steep-slope Inspection sheet

Steep Slope General Data	No.	Field Name	Form
	1	SLOPE_CODE	CHAR (9 Byte)
	2	PNU	VARCHAR (19 Byte)
	3	GPS_SP_X	NUMBER
	4	GPS_SP_Y	NUMBER
	5	GPS_EP_X	NUMBER
	6	GPS_EP_Y	NUMBER
	7	SLOPE_TYPE	VARCHAR (2 Byte)
	8	SLOPE_GEOGROHY	VARCHAR (4 Byte)
	9	VARCHAR (2 Byte)	VARCHAR (2 Byte)
	10	SLOPE_SUR_CHA	VARCHAR (50 Byte)

Table 9. Standard Input Table base on improved Steep-slope Inspection sheet

Table Explanation	General Information	Natural Slope	Artifact Slope
Field Name	SLOPE_CODE	SLOPE_CODE	SLOPE_CODE
		VALLEY_LENGTH	SLOPE_DISCONT
	PNU	CHECK_DATE	CHECK_DATE
		VALLEY_HEIGHT	SOIL_STRENGTH
	GPS_SP_X	SLOPE_HEIGHT	SLOPE_ARTIFACT_TYPE
		GROUND_WATER	COLLAPSE_CA
	GPS_SP_Y	SLOPE_LENGTH	SLOPE_HEIGHT
		UPPER_EF	COLLAPSE_TYPE
	GPS_EP_X	SLOPE_ANGLE	SLOPE_LENGTH
		COLLAPSE_CA	COLLAPSE_TYPE
	GPS_EP_Y	SOIL_DEPTH	SLOPE_ANGLE
		COLLAPSE_YEAR	SLOPE_PROTECTION
	SLOPE_TYPE	V_SHAPE	SLOPE_WATHER
		COLLAPSE_TYPE	DRAINAGE
	SLOPE_YEAR	SLOPE_PROTECTION	V_SHAPE
SLOPE_PROTECTION			
SLOPE_GEOGRAPHY	VALLEY	H_SHAPE	
SLOPE_SUR_CHA	VALLEY_CNT	GROUND_WATER	
Table Explanation	Breast/Retaining Wall	Assessment and Opinion	Photograph information
Field Name	SLOPE_CODE	SLOPE_CODE	SLOPE_CODE
	CHECK_DATE	CHECK_DATE	CHECK_DATE
	SLOPE_WALL_TYPE	SLOPE_CIRCUM	PICTURE_ID
	WALL_HEIGHT	CASUALTIES	PICTURE_TYPE
	WALL_LENGT	LANE_NUM	FILE_NAME
	WALL_SUB	FACIL_DIS	URL_NAME
	WALL_SC	DEBRIS_POS	FILE_OLD_NAME
	WALL_HEA	DEBRIS_DAM	FILE_SIZE
	WALL_GREAK	DEBRIS_ETC	PICTURE_DESC
	WALL_DRAINAGE	INSPECTOR_OPI	INSERT_DATE

다. Fig. 4는 웹 기반의 급경사지 관리시스템의 UI를 나타낸 것이다.

4.2 지하공간정보 DB 설계·구축 방안

본 연구에서는 국토교통부의 지반정보, 한국지질자원연구원의 지질정보, 한국광물자원공사의 탄광정보, 농어촌공사의 지하수정보, 국립해양조사원의 해저정보를 비롯하여 국토지방정보 통합센터의 시추정보를 VPN망을 통하여 소방방재청과 실시간으로 연계하는 지하공간정보 DB 구축 방안을 제시하였다(National Emergency Management Agency,



Fig. 4. UI of Steep Slope Management System

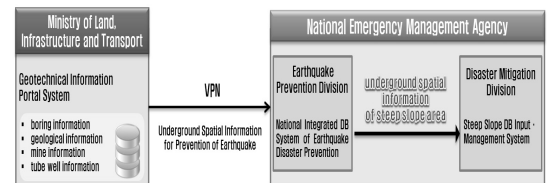


Fig. 5. Under Connection diagram Of Underground Spatial Information DB

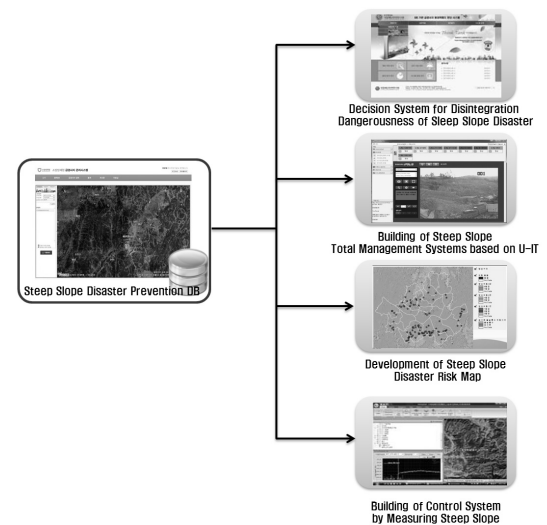


Fig. 6. DB offer diagram related Steep Slope Disaster Prevention DB

2013a). Fig. 5는 지하공간정보 DB의 연계 모식도를 나타낸 것이다.

4.3 급경사지 방재 DB 활용 방안

급경사지 방재 DB는 급경사지 방재를 위한 가장 기초적인 정보로 급경사지 관리분석을 수행하는 모든 시스템으로 정보가 제공·활용된다. 따라서 현재 연구개발 중인 급경사지 붕괴 위험도 판단시스템 연구, U-IT 기반 급경사지 통합 관리시스템 구축, 급경사지 재해위험지도 개발과 급경사지 주민대피 계획시스템에 활용될 수 있도록 각 시스템의 요구 DB를 분석하여 맞춤형 정보제공이 가능하여야 한다. Fig. 6은 급경사지 방재 DB와 관련된 시스템 사이의 DB 제공 모식도를 보여준다.

5. 결 론

최근 지구 온난화에 따른 기상이변으로 인한 집중호우 등으로 급경사지의 붕괴가 빈번하게 이루어지고 있으며, 이로 인한 인적 및 물적 손실 또한 증가하고 있는 추세이다. 이에 따라 급경사지 DB를 구축함으로써 재해를 사전에 예방하고 선제적으로 대응하려는 움직임이 전 세계적으로 활발히 나타나고 있다.

이에 본 연구에서는 급경사지 방재를 위한 DB 구축 및 활용에 관한 연구를 수행하였으며, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 급경사지 특성을 고려하여 지하공간정보를 정의,

설계, DB를 구축하는 방법을 제시하였다.

둘째, 급경사지 DB의 경우 기존 일제조사서의 문제점을 분석하여 중복성과 부적합성의 문제점을 해결한 개선된 일제조사서 기반의 DB 설계 및 구축방법을 제시하였다.

셋째, 구축된 급경사지 방재 DB의 경우 급경사지 붕괴 위험도 판단 시스템 등 급경사지 관리를 위한 관련 시스템에 기본정보를 제공하는 등 DB 활용성을 제시하여 급경사지 방재에 대한 기반을 구축하였다.

그리고 향후 급경사지 관리를 위한 체계적인 웹 기반 시스템 개발을 위한 연구의 지속적인 추진을 통하여 최적화된 급경사지 방재 시스템 구축의 방향성을 이어갈 것이다.

감사의 글

본 연구는 소방방재청 자연피해예측 및 저감연구개발사업의 연구비 지원(NEMA-자연-2012-65)에 의해 수행되었습니다.

References

1. National Emergency Management Agency (2013a), Development of utilization systems and integrated management of geological features·ground data for prevention of earthquake and steep slope disasters, pp. 43~157 (in Korean).
2. National Emergency Management Agency (2013b), Guide line considering climatic change of regulation to disaster prevention, p. 1 (in Korean), pp. 1~2 (in Korean).
3. Park, D. G. (2010), Reliability improvement of forecast and warning about steep slope, p. 1 (in Korean).