

## 급경사지재해 안정화기술에 대한 특허분석

송영석\* · 김재곤

한국지질자원연구원 지구환경연구본부

### Analysis of Patents regarding Stabilization Technology for Steep Slope Hazards

Young-Suk Song\* and Jae Gon Kim

Geologic Environment Division, Korea Inst. of Geoscience and Mineral Res.

본 연구에서는 급경사지재해 안정화기술 분야에 관하여 한국, 미국, 일본 및 유럽에서 출원 공개/등록된 특허를 중심으로 특허동향을 분석하였다. 중분류는 예측기술, 계측기술, 대책/보강/저감기술, 실내실험과 같이 4개로 분류하였으며, 2,134건의 최종 유효 분석대상 특허를 선별하였다. 특허건수와 출원인수의 상관관계를 이용한 포트폴리오 분석결과 한국 및 미국의 경우 발전기 단계에 있으며, 일본과 유럽의 경우 퇴조기에 있는 것으로 분석되었다. 한국의 경우 국가주도의 연구활동으로 인하여 특허활동이 활발한 것으로 분석된다. 중분류 기술 분야별 분석 결과, 일본은 급경사지재해 예측분야, 미국은 급경사지재해 실내실험분야가 각 국가의 경쟁력 분야인 것으로 분석되었으며, 한국의 경우 급경사지재해 예측과 급경사지재해 실내실험 분야가 공백기술인 것으로 분석되었다. 분석결과를 토대로 기술별 향후 연구개발 방향을 정리하면 예측기술 분야에서는 신규 유한요소해석 방법 또는 수치해석 모델 정립이 필요하고, 계측기술 분야에서는 센서개발기술, 정보취합을 통한 재해예측기술, IT기술과 융합을 통한 장치관련 기술 등이 필요하다. 그리고 재해/대책/저감기술 분야에서는 기존 사방구조물의 개량, 차별화된 사면보강공법 등의 개발이 필요하며 실내실험분야에서는 새로운 최적화된 구조의 실험장치 또는 방법의 개발이 필요한 것으로 조사되었다.

**주요어** : 특허분석, 급경사지재해, 예측기술, 계측기술, 대책/보강/저감기술, 실내실험

We analyzed patent trends regarding stabilization technology for steep slope hazards, focusing on patents applied for and registered in Korea, the USA, Japan, and Europe. The technology was classified into four groups at the second classification step: prediction techniques, instrumentation techniques, countermeasure/reinforcement/mitigation techniques, and laboratory tests. A total of 2,134 patents were selected for the final effective analysis. As a result of portfolio analysis using the correlation between the number of patents and the applicant for each patent, the Korean and USA situations were classified as belonging to the developing period, and the Japanese and European situations were classified as belonging to the ebbing period. In particular, patent activity in Korea has been enlivened by government-led research. As a result of technology analysis at the second classification step, prediction techniques arising from Japan are evaluated as a competitive power technique, and laboratory tests arising from the USA are evaluated as a competitive power technique. However, prediction techniques and laboratory tests arising from Korea are evaluated as a blank technique. According to the prediction results regarding future research and developments, a new finite element analysis method and a numerical model should be established as part of prediction techniques, as well as sensors, and hazard prediction should be developed by integrating information and equipment using IT technology as part of instrumentation techniques. In addition, improvements to existing structures for erosion control and the development of new slope-reinforcement methods are required as part of countermeasure/reinforcement/mitigation techniques, and new laboratory apparatus and methods with an optimizing structure should be developed as part of laboratory tests.

**Key words** : Patent analysis, Steep slope hazards, Prediction technique, Instrumentation technique, Countermeasures/reinforcement/mitigation technique, Laboratory test

\*Corresponding author: yssong@kigam.re.kr

## 서 론

우리나라에서 발생하는 자연재해는 그 발생원인의 대부분이 강우에 의한 경우가 대부분이고 이로 인한 재해 중 산사태에 대한 피해는 날로 심각한 실정이다(Park et al., 2008). 따라서 산사태에 대한 발생원인을 조사하고 이에 대한 합리적인 방지대책을 마련하여야 할 것이다. 지난 수십 년간 우리나라에서는 철도, 도로 등의 교통시설, 각종 목적의 댐과 같은 수리시설, 원자력 발전소와 같은 중요 구조물, 아파트나 주택 등과 같이 인간의 일상생활과 밀접한 관계가 있는 토목구조물이나 건축구조물의 축조를 위하여 산지나 구릉지의 개발이 급격히 증가되고 있다(홍원표와 한중근, 1994; Hong, 1999). 이러한 개발과정에서 균형을 유지하여 안정된 상태에 있던 산지나 구릉지의 자연사면이 붕괴되어 산사태가 발생되고 있으며 이에 따른 피해액과 규모도 해마다 증가되고 있다(Kang et al., 2009). 이러한 경향은 우리나라 뿐만 아니라 외국의 경우도 마찬가지이다(Lade, 2010; Macfarlane, 2009; Salcedo, 2009). 특히, 우리나라를 비롯한 극동아시아의 다우지역에서는 매년 우기나 장마철에 이러한 사면파괴의 피해가 집중 보고되고 있다(Chen et al., 2005; Hong et al., 2005; Catane et al., 2007; Xu and Zhang, 2010).

최근에 이르러 우리나라에서는 이러한 산사태의 발생을 더 이상 방치하여 둘 수 없는 시점에 도달하였다는 인식을 가지고 산사태 발생을 예측하고 그 산사태를 예방할 수 있는 대책공법을 연구 개발하고 있다(송영석, 2003; 채병곤 등, 2009).

인공사면에 대한 안정해석, 대책공법 및 계측에 대한 기술개발은 과거 국토해양부(구. 건설교통부)를 중심으로 10여년 이상 수행되어 다양한 기술이 개발되어 있으나, 자연사면에 대한 안정해석, 대책공법 및 계측에 대한 기술개발은 부진한 실정이다. 최근의 급경사지재해가 자연사면과 인공사면에서 복합적으로 발생하고 있는 양상인 것을 고려한다면 이를 통합적으로 예측하고, 이에 대한 대책방안을 제시할 수 있는 기술이 개발되어야 한다. 따라서 현재의 국내 급경사지재해 발생양상을 고려할 수 있고, 과거와는 다른 개념의 자연사면 및 인공사면 통합 안정해석 및 대책방안에 대한 기술개발이 시급하며, 장래의 기후변화에 대응하여 급경사지재해를 실질적으로 저감할 수 있는 산업기술의 개발 및 육성이 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 급경사지재해 안정화기술 분야에 관한 특허동향을 분석함으로써 향후 더욱 효과적인 연구개발 방향을 수립하고, 기존 기술과 차별화된 연구 성과

를 이끌어 내는데 도움이 될 수 있는 기초자료를 제시하고자 한다.

## 분석 범위 및 분석 기준

### 분석범위

급경사지재해 안정화기술 분야에 대한 기술은 연구성과의 파급효과 및 연구의 필요성을 고려하여 선택된 4개의 중분류 및 8개의 세부분류 기술 분야를 특허분석대상으로 하였으며, 1976년부터 2009년 10월까지 출원 공개/등록된 한국, 일본, 미국, 유럽의 공개특허와 등록특허를 분석 대상으로 하였다(Table 1).

본 연구에서는 급경사지재해 안정화 기술 분야에 대한 특허정보 검색을 위하여 국내 특허정보 DB인 웹스(WIPS)를 활용하였다. 웹스(www.wips.co.kr)를 이용한 특허정보 검색을 위해서는 해당기술에 대한 검색식을 효과적으로 작성하여야 한다. 검색식은 세부분류 기술별로 구분하여 작성하였으며, 이를 토대로 분석대상 특허를 추출하였다. 분석대상 특허는 각 세부분류별 검색식을 통하여 5,000여건을 추출하였으며, 이후 중복특허 제거 및 관련여부 검토를 통하여 최종 유효 분석대상 특허는 2,134건을 선별하였다.

Table 2는 급경사지재해 안정화기술 분야의 분석대상

**Table 1.** Total analysis period and selected patents by country.

Data	Country	Total analysis period	Selected patents
Publication/ registration patent (based on the filing date)	Korea	1979~2009. 10	598
	Japan	1976~2009. 10	741
	Europe	1978~2009. 10	142
	U.S.A.	1976~2009. 10	653
Total		-	2,134

**Table 2.** Classification of technology.

First classification step	Second classification step	Third classification step
Stabilization technology of steep slope hazards	Prediction technique	Statistical method
		Analytical method
	Instrumentation technique	Development of sensor
		Arrangement method
Countermeasure/reinforcement/mitigation technique	Structure of erosion control	
	Slope reinforcement method	
Laboratory test	Unsaturated soil test	
	Model test	

기술을 분류하여 정리한 것이다. 표에서 보는 바와 같이 중분류는 예측기술, 계측기술, 대책/보강/저감기술, 실내 실험과 같이 4개로 분류하였으며, 세부분류는 중분류에서 2가지씩 나누어져 총 8개로 분류되었다. 즉 예측기술의 경우 확률적 방법과 해석적 방법으로, 계측기술의 경우 센서개발과 배치기술로, 대책/보강/저감기술의 경우 사방 구조물과 사면보강공법으로, 실내실험의 경우 불포화토 실험과 모형실험으로 구분하였다.

**분석방법**

본 연구에서는 양적인 통계를 의미하는 동향분석과 각 특허가 갖는 기술적인 내용을 의미하는 심층분석으로 나누어 수행하였다. 동향분석은 특허를 출원연도별, 국가별, 기술별 및 출원인별로 분류하여 각 기술 분류별 특허건수, 점유율 및 증가율 등으로 통한 각종 분석을 수행하였다. 그리고 심층분석은 주요출원인의 공동연구현황 및 주요 발명자 분석을 수행하고, 기술수준과 특허수준을 비교하여 향후 연구개발에 있어 위험도가 높은 주요특허를 도출, 각 기술 분류별 특허장벽 및 기술흐름도 분석을 수행하였다(전성혜와 엄대호, 2010).

특허건수와 특허활동지수(Activity index)를 분석지표로 활용하여 양적인 측면의 특허분석을 수행하였다. 특허활동지수는 상대적 집중도를 살펴보기 위한 지표로서, 그 값이 1보다 큰 경우에는 상대적 특허활동이 활발함을 나타내며 구하는 방법은 식 1과 같다.

$$AI = \frac{\frac{\text{특정기술분야의 특정 출원인 건수}}{\text{특정기술분야의 전체 출원인 건수}}}{\frac{\text{특정 출원인 총 건수}}{\text{전체 총 건수}}} \quad (1)$$

**전체 동향분석**

**전체 특허건수**

본 연구에서 급경사지재해 안정화기술과 관련하여 선별된 국가 및 기술별 특허건수는 Table 3과 같다. 중분류 가운데 예측기술분야의 특허건수는 79개, 계측기술분야의 특허건수는 307개, 대책/보강/저감기술분야의 특허건수는 1527개, 실내실험분야의 특허건수는 221개로 조사되었다. 표에서 보는 바와 같이 대책/보강/저감기술분야의 특허건수가 타 분야에 비해 월등하게 많은 것으로 조사되었다.

**연도별 특허건수**

Fig. 1은 급경사지재해 안정화기술 분야에 대한 한국, 미국, 일본 및 유럽의 연도별 출원동향을 도시한 것이다. 특허의 경우 출원 후 공개까지 1년 6개월이 소요되는 특허공개제도의 특성상 2008년 이후의 데이터는 일부 미공개 상태이므로 2007년까지만 유효구간으로 분석하였다. 한국의 경우 출원건수는 1998년부터 2005년까지 급격한 증가 추세를 나타내었으며, 2005년을 정점으로 이후 다소 감소한 추세이다. 미국의 경우 출원건수는 1976년부터 2005년까지 지속적인 증가세를 나타내었으며, 최근에는

**Table 3.** Number of patents by country and technique.

First step	Second step	Third step	KOR	USA	JPN	EUR	Total
		Statistical method	2	1	28	0	31
	Prediction technique	Analytical method	7	2	39	0	48
		Total	9	3	67	0	79
		Development of sensor	53	31	118	5	207
	Instrumentation technique	Arrangement method	34	2	64	0	100
		Total	87	33	182	5	307
Stabilization technology of steep slope hazards	Countermeasure/reinforcement/mitigation Technique	Structure of erosion control	33	109	126	8	276
		Slope reinforcement method	446	366	327	112	1,251
		Total	479	475	453	120	1,527
		Unsaturated soil test	16	86	25	9	136
	Laboratory test	Model test	7	56	14	8	85
		Total	23	142	39	17	221
		Total	598	653	741	142	2,134

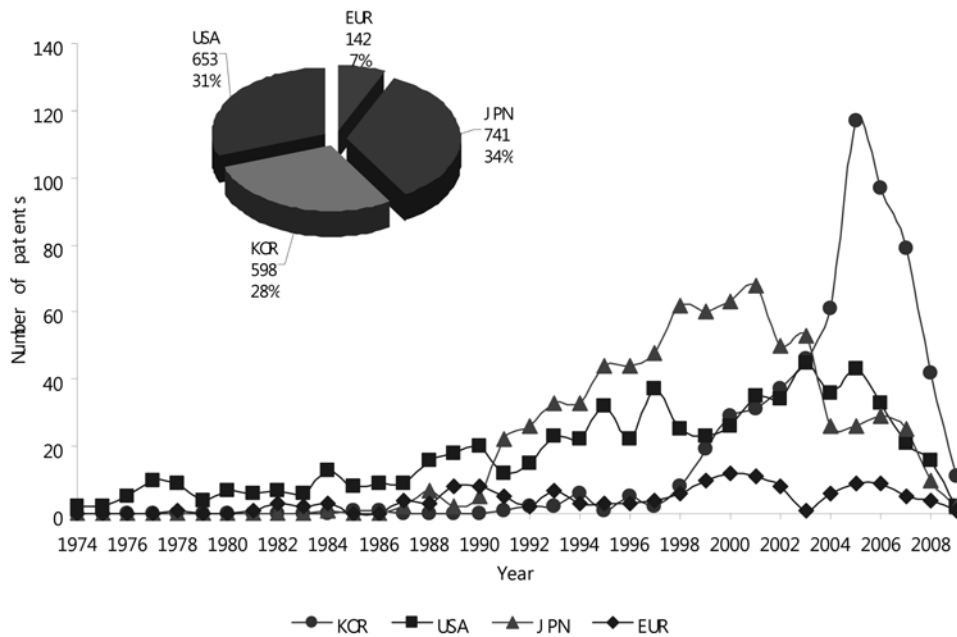


Fig. 1. Number of patents.

감소세에 있는 것으로 나타났다. 일본의 경우 출원건수는 1991년 급격히 출원이 증가한 이후 2001년까지 지속적으로 출원이 증가하였으며, 2001년 이후에는 출원이 감소하고 있는 추세이다. 그리고 유럽의 경우 출원건수는 상대적으로 미약하나 1986년부터 출원이 증가하여 지속적인 출원 추세를 나타내고 있다. 1997년-2001년까지 증가 추세를 나타낸 이후 2003년 일시적으로 감소하였으나 꾸준한 출원이 이루어지고 있다.

급경사지재해 안정화기술 분야의 국가별 점유율은 일본이 35%(741건)로 최다출원국인 것으로 나타났으며, 이어서 미국 30%(653건), 한국 28%(598건), 유럽 7%(142건) 순서의 점유율 분포를 나타내고 있다.

#### 포트폴리오 분석

특허건수와 출원인(특허권자)수 변화의 상관관계를 통해 기술의 발전 위치를 살펴보는 포트폴리오 기본 모델(Petrov, 1982)을 이용하여 국가별 기술의 발전단계를 예측할 수 있다. Fig. 2는 국가별 포트폴리오 분석결과를 나타낸 것이다. 그림에서 각 구간은 출원년도를 기준으로 5년씩 나누어 1구간(1974-1977년), 2구간(1978-1982년), 3구간(1983-1987년), 4구간(1988-1992년), 5구간(1993-1997년), 6구간(1998-2002년) 및 7구간(2003-2007년)으로 구분하였다.

포트폴리오 분석결과 급경사지재해 안정화기술 분야의

국가별 위치는 한국 및 미국의 경우 출원인수(특허권자수)와 출원건수(등록건수)가 동시에 꾸준히 증가하고 있는 것으로 파악되어 발전기 단계에 있는 것으로 분석되었다. 일본의 경우 6구간(1998-2002년)까지는 발전기 동향을 나타내었으나 최근 7구간(2003년-2007년)은 출원인수와 출원건수가 동시에 감소하여 퇴조기에 있는 것으로 분석되었다. 그리고 유럽의 경우 6구간(1998-2002년)이후 최근 7구간(2003년-2007년)에서 출원인수와 출원건수가 동시에 감소하고 있는 것으로 나타나 퇴조기에 있는 것으로 분석되었다.

#### 주요출원인 분석

Table 4는 급경사지재해 안정화기술 분야의 국가별 상위 주요출원인을 조사하여 분석한 결과이다. 표에서 보는 바와 같이 한국의 경우 대한민국 정부가 16건으로 가장 많은 출원을 한 것으로 나타났으며, 이어서 한국건설기술연구원이 13건, 지엠지 12건 등으로 주요 연구주체를 형성하고 있다. 대한민국 정부가 최다출원인으로 나타나 있는 것으로 보아 국가주도의 연구활동이 활발한 것으로 분석된다. 미국의 경우 SOCIETE CIVILE DES BREVETS가 21건으로 최다출원인으로 나타났으며, 이어서 REINFORCED EARTH가 15건, ANCHOR WALL SYSTEMS가 13건, Hilfiker, William K.가 12건 등으로 주요출원인을 형성하고

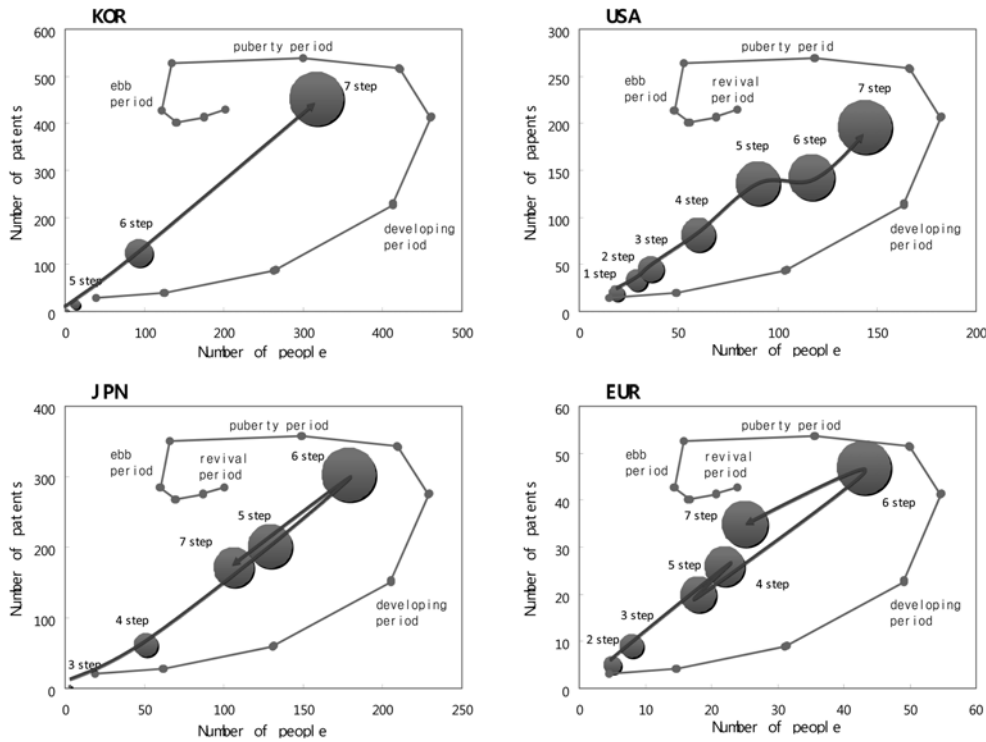


Fig. 2. Result of portfolio analysis by country.

Table 4. Main applicants by country.

KOR		USA		JPN		EUR	
Applicant (Nationality)	Number (%)	Applicant (Nationality)	Number (%)	Applicant (Nationality)	Number (%)	Applicant (Nationality)	Number (%)
Korea Government (KR)	16 (2.68%)	Societe Civile Des Brevets (FR)	21 (3.22%)	Nippon Kokan Light Steel (JP)	21 (2.83%)	Hesco Bastion (GB)	6 (4.23%)
KICT (KR)	13 (2.17%)	Reinforced Earth (US)	15 (2.30%)	Shimizu (JP)	17 (2.29%)	Societe Civile Des Brevets (FR)	4 (2.82%)
GMG (KR)	12 (2.01%)	Anchor Wall Systems (US)	13 (1.99%)	Nippon Steel Metal Prod (JP)	16 (2.16%)	Lee Jung Su (KR)	3 (2.11%)
RIST (KR)	9 (1.51%)	Hilfiker, William K. (US)	12 (1.84%)	Fujita (JP)	14 (1.89%)	Franken-Schotter (DE)	3 (2.11%)
KECC (KR)	9 (1.51%)	Dykman, Max J. (US)	7 (1.07%)	Kubota (JP)	13 (1.75%)	Nippon Eisei Center (JP)	3 (2.11%)
Youn, S.H. (KR)	7 (1.17%)	Exxon Production Research (US)	7 (1.07%)	Ohbayashi (JP)	12 (1.62%)	Officine Maccaferri (IT)	3 (2.11%)
Na, J.S. (KR)	6 (1.00%)	Hilfiker Pipe (US)	7 (1.07%)	Kajima (JP)	11 (1.48%)	Rothfuss, Thomas (DE)	3 (2.11%)
Wooil ERS (KR)	6 (1.00%)	Nicolon (US)	7 (1.07%)	Kensetsu Kiso Eng (JP)	11 (1.48%)	Reinforced Earth (US)	3 (2.11%)
						University College Cardiff (GB)	3 (2.11%)

있다. 일본의 경우 NIPPON KOKAN LIGHT STEEL이 21건을 출원하여 최다출원인으로 나타났으며, SHIMIZU가 17건, NIPPON STEEL METAL PROD가 16건, FUJITA가 14건 등의 순서로 주요출원인을 형성하고 있다. 유럽의 경우 HESCO BASTION이 6건이고, 미국의 최다출원인인 SOCIETE CIVILE DES BREVETS가 4건으로 주요출원인을 형성하고 있으며, 한국의 이정수가 3건 출원으로 상위출원인에 포함되어 있는 것이 주목할 만하다.

**기술분야별 동향분석**

**특허활동 및 역점분야**

Fig. 3은 특허활동지수(AI)를 통해 한국, 미국, 일본, 유럽특허에서의 중분류 기술분야별 특허활동을 조사한 것이다. 이를 통하여 국가별 특허활동의 역점분야를 파악할 수 있다. 그림에서 보는 바와 같이, 한국특허에서는 특허활동지수가 모두 1이하이므로 모든 분야에서 특허활동이 미

흡하며, 특히 예측기술 분야와 실내실험 분야의 활동이 상대적으로 많이 미흡한 것으로 나타났다. 미국특허에서는 실내실험 분야의 활동이 활발하나, 예측기술 분야의 활동이 상대적으로 미흡한 것으로 나타났다. 일본특허에서는 예측기술 분야의 활동이 상대적으로 활발하나, 실내실험 분야의 활동이 상대적으로 미흡한 것으로 나타났다. 유럽 특허에서는 전반적으로 활동이 미흡한 반면, 대책/보강/저감기술 분야와 실내실험 분야의 활동이 상대적으로 활발한 것으로 나타났다.

Fig. 4는 특허활동지수(AI)를 통해 중분류 기술분야에 대한 출원인별 특허활동 역점분야를 조사한 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 예측기술 분야는 일본인과 미국인, 계측기술 분야는 일본인, 대책/보강/저감기술 분야는 프랑스인과 영국인, 실내실험은 호주인, 캐나다인, 미국인, 독일인, 영국인의 활동도가 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 일본인은 예측기술과 계측기술 분야의 활동도가 높은 것으로 나타났다.

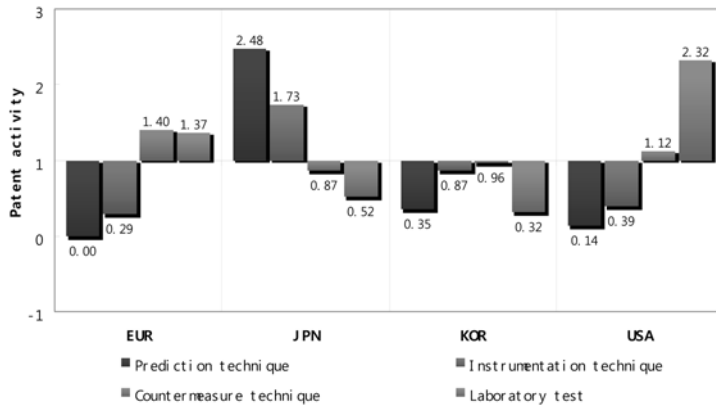


Fig. 3. The emphasis technique of patent activity by country.

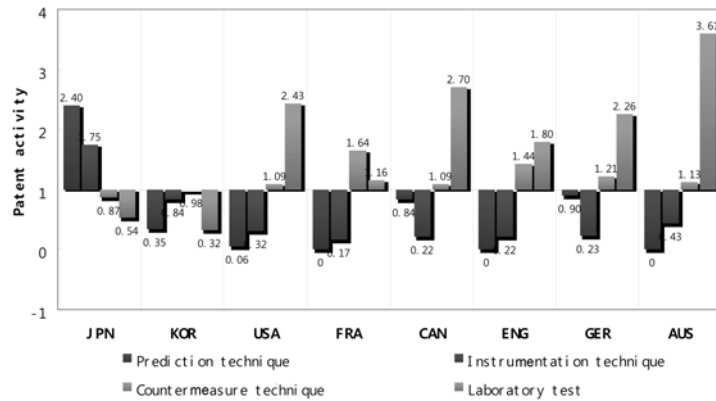


Fig. 4. The emphasis technique of patent activity by applicants' nationality.

**출원인 분석**

Fig. 5는 중분류 기술분야에 따른 출원인의 국적분포를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 예측기술과 계측기술 분야에서는 일본인에 의한 출원이 두드러지며, 대책/보강/저감기술 분야는 한국인, 일본인, 미국인의 출원이 비교적 대등하며, 실내실험 분야는 미국인에 의한 출원이 두드러지게 나타남을 알 수 있다. 그러나 대책/보강/저감기술과 실내실험분야의 경우는 프랑스인, 캐나다인, 영국인, 독일인, 호주인 등의 특허활동의 증가가 주목된다.

**발전가능성 분석결과**

특허점유율과 특허증가율에 따른 포트폴리오 분석을 통하여 국가별 중분류 기술 분야의 발전가능성을 살펴볼 수 있다. Fig. 6은 중분류 기술분야에 따른 특허점유율 및 증가율에 따른 발전가능성 분석결과를 나타낸 것이다. 분석구간은 1988년부터 2007년까지 최근 20년동안 출원된 특허를 대상으로 하였다. 그림에서 1사분면(우측상단)에 위치하게 되면 특허점유율 및 특허증가율이 모두 평균 이상으로 지속적으로 특허출원이 활발하다는 의미이고, 2사분면(좌측상단)에 위치하게 되면 특허점유율은 평균보다

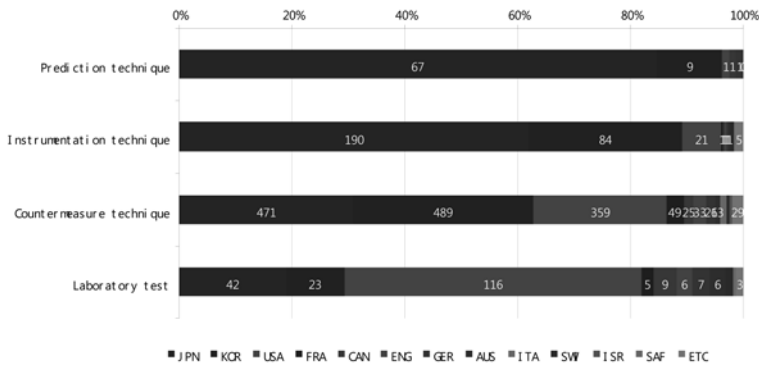


Fig. 5. Distribution of applicants' nationality.

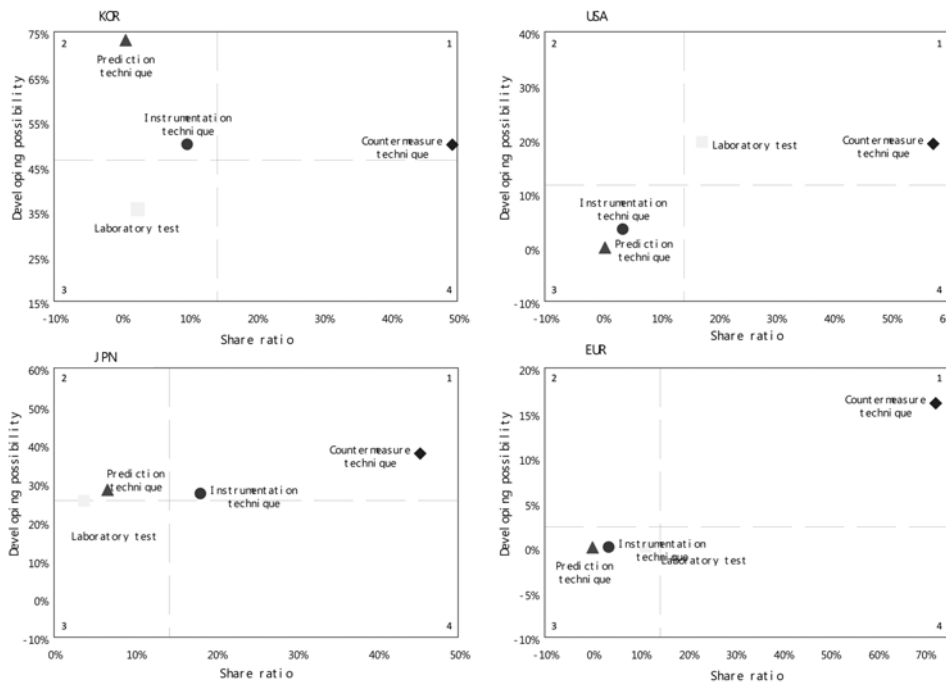


Fig. 6. Prediction result of a developing possibility.

낮지만, 특허증가율은 평균이상으로 최근 특허출원이 활발하다는 의미이다. 그리고 3사분면(좌측하단)에 위치하게 되면 특허점유율 및 특허증가율 모두 평균이하로 초창기(도입기)기술을 의미하며, 4사분면(우측하단)에 위치하게 되면 특허점유율은 평균보다 높지만, 특허증가율은 평균 이하로 최근 특허출원이 감소하는 추세를 의미한다.

한국특허의 경우 급경사재해 대책/보강/저감기술 분야는 특허점유율과 특허증가율 모두 평균 이상의 수치를 나타내고 있어 지속적으로 출원이 이루어지고 있는 분야로 분석되었다. 예측기술과 계측기술 분야는 특허점유율은 평균 이하로 전체 출원건수에서 차지하는 비중은 낮으나 특허증가율은 평균 이상의 수치를 나타내고 있어 최근 출원이 증가하고 있는 분야로 분석되었다.

미국특허의 경우 급경사재해 대책/보강/저감기술 분야는 지속적인 출원이 이루어지고 있으며, 계측기술 및 예측기술 분야는 도입기 또는 초창기 기술로 분석되었다. 일본특허의 경우 급경사재해 대책/보강/저감기술 및 계측기술 분야에서 출원이 지속되고 있으며, 급경사지재해 예측기술 분야는 최근 출원이 증가하고 있는 분야로 분석되었다. 유럽특허의 경우 급경사대책/보강/저감기술 분야에서 지속적으로 출원이 활발하게 이루어지고 있는 것으로 분석되었으며, 기타 기술은 도입기 또는 초창기 기술로 분석되었다.

**주요출원인 동향분석**

**역점분야 및 공백기술**

Fig. 7은 한국특허에 대한 주요출원인과 역점분야를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 한국특허에서는 각

기술 분야에 비교적 고르게 주요출원인이 분포하고 있는 것으로 분석되며, 급경사재해 대책/보강/저감기술 분야에 가장 많은 주요출원인이 분포하고 있는 것으로 나타났고, 급경사재해 예측기술과 실내실험분야는 타분야와 비교할 때 출원이 미흡하여 공백기술 분야로 분석되었다. 급경사재해 예측기술 분야는 한국지질자원연구원, 급경사재해 계측기술 분야는 지엠지와 한국건설기술연구원, 급경사재해 대책/보강/저감기술 분야는 대한민국 정부와 포항산업과 학연구원이 다출원인으로 분석되었다. 최다출원인으로 나타난 한국건설기술연구원은 급경사재해 계측기술과 대책/보강/저감기술 분야에 출원을 집중하고 있는 것으로 나타났으며, 대한민국 정부는 급경사재해 대책/보강/저감기술 분야, 지엠지는 급경사재해 계측기술 분야에 출원을 집중하고 있는 것으로 나타났다.

Fig. 8은 미국특허에 대한 주요출원인과 역점분야를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 미국특허에서는 급경사재해 대책/보강/저감기술과 실내실험 분야에 출원이 집중되어 있는 것으로 나타났으며, 이들 분야와 비교시 급경사재해 계측기술 분야가 공백기술 분야인 것으로 나타났다. 대부분의 주요출원인이 급경사재해 방지대책 분야에 출원을 집중하고 있는 가운데 Exxon Production과 Iowa State University는 급경사재해 실내실험 분야에 출원을 집중하고 있는 것으로 나타났다.

Fig. 9는 일본특허에 대한 주요출원인과 역점분야를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 일본특허에서는 각 기술 분야에 비교적 고르게 주요출원인이 분포하고 있는 것으로 분석되며, 급경사재해 대책/보강/저감기술 분야에 가장 많은 주요출원인이 분포하고 있는 것으로 나타났다. 급경

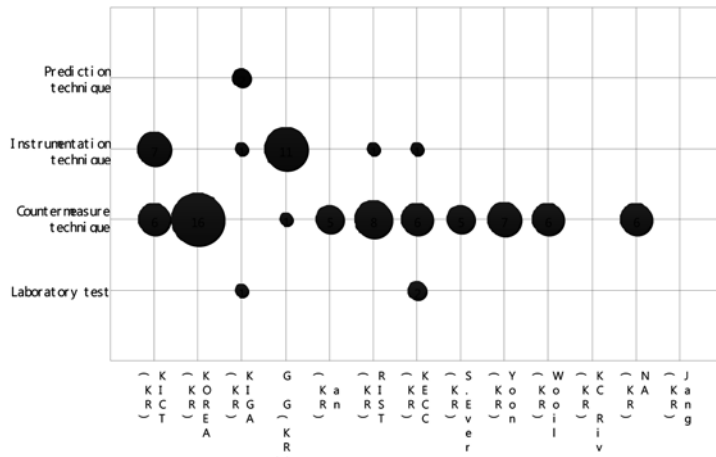


Fig. 7. Main applicants and emphasis technique of Korean patents.



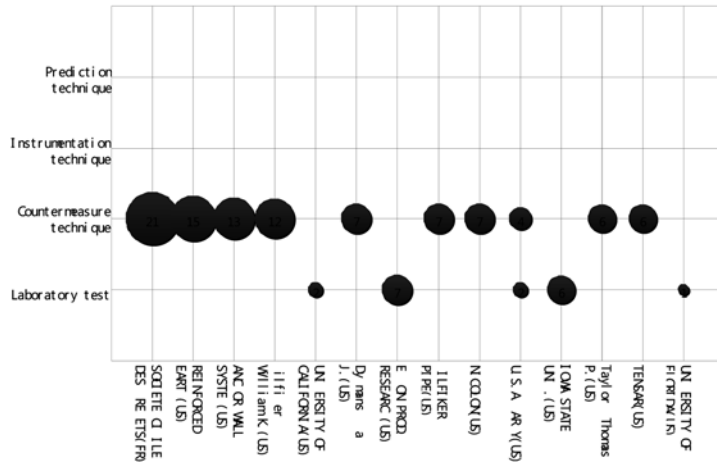


Fig. 8. Main applicants and emphasis technique of the American patents.

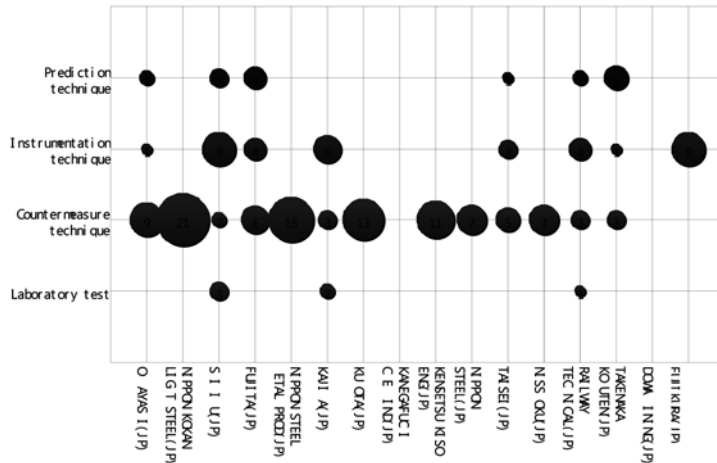


Fig. 9. Main applicants and emphasis technique of the Japanese patents.

사재해 예측기술 분야는 Takenaka Komuten과 Fujita, 급경사재해 예측기술 분야는 Shimizu와 Fujikura, 급경사재해 대책/보강/저감기술 분야는 Nippon Kokan Light Steel과 Nippon Steel Metal Prod가 다출원인으로 분석되었다. 최다출원인으로 나타난 Nippon Kokan Light Steel은 급경사지재해 대책/보강/저감기술 분야에 출원한 것으로 나타났으며, Nippon Steel Metal Pro와 Kubota, Kensetsukiso Eng도 급경사재해 대책/보강/저감기술 분야에 출원을 집중한 것으로 나타났다.

Fig. 10은 유럽특허에 대한 주요출원인과 역점분야를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 유럽특허에서는 대부분의 주요출원인이 급경사재해 대책/보강/저감기술 분야에 출원을 집중하고 있다. 최다출원인은 HESCO BASTION

이지만, 주요출원인의 특허건수가 전반적으로 미약한 것으로 나타났다.

### 기술분야별 심층분석

#### 급경사지재해 예측기술

급경사지재해 예측기술과 관련하여 주요특허의 핵심요지를 분석한 결과, 추정된 사면 정보와 재해발생 기준치(재해 이력에 의한)를 비교하여 재해를 확률적으로 예측하는 확률적 방법과 유한요소법 및 각종 수치해석 모델을 이용한 해석적 방법이 요소기술로서 특허장벽을 형성하고 있는 것으로 분석되었다. 급경사지재해 예측기술의 특허장벽은 모두 일본특허인 것으로 나타났으며, 일본국적의 출원인에

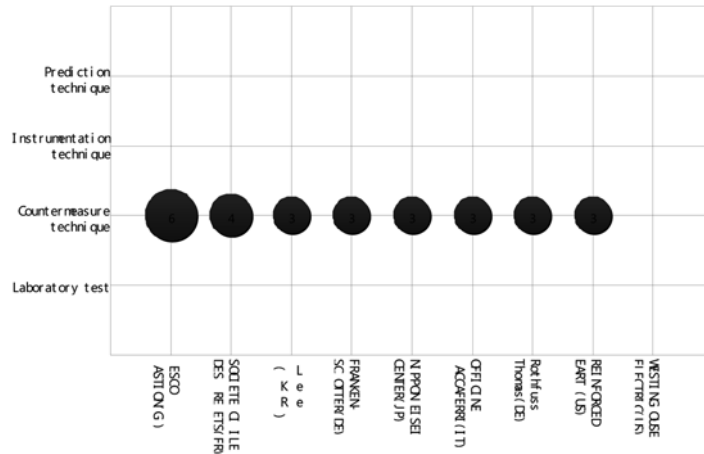


Fig. 10. Main applicants and emphasis technique of the European patents.

의해 연구개발이 주도 되고 있는 것으로 분석되었다. 확률적 방법 요소기술은 사면 경사각 속도와 붕괴시각의 여유시간과의 관계를 이용하는 방법, 인공지형 개변 지역의 변동확률을 해석하는 방법, 토사 재해 발생의 잠재 위험도를 이용하는 방법, 사면 상태 데이터와 실측 및 예측 강우량의 데이터를 통한 재해 이력에 의해 재해 위험을 예측하는 기술 등이 특허장벽을 형성하고 있다. 그리고 해석적 방법 요소기술은 유한요소법에 의한 침투류 해석, 사면 안정 해석에 의한 사면 붕괴 안전을 해석, 운동방정식에 의한 낙석 운동 해석, 대상 사면의 역학 모델을 이용한 방법 등이 특허장벽을 형성하고 있다.

**급경사지재해 계측기술**

급경사지재해 계측기술과 관련하여 주요특허의 핵심 요지를 분석한 결과, 자이로 센서, 와이어 변위센서, 광섬유 센서 등을 활용한 센서개발기술과 자동연산신경망, 무선 센서네트워크, 무선통신망 등을 활용한 배치기술이 요소 기술로서 특허장벽을 형성하고 있는 것으로 분석되었다. 센서개발 요소기술은 자이로 센서, 광파이버 센서, 사면 붕괴 조짐의 전자파 패턴 분석, 와이어 변위 계측에 의한 변위센서, 파동방출 및 파동감지 기구에 의한 지중유전을 변화계측 센서 등의 기술이 특허장벽을 형성하고 있는 것으로 분석되었다. 그리고 배치 요소기술은 센서개발 요소기술의 각종 센서를 활용하여 사면 붕괴를 예측 또는 계측하는 기술로서 와이어 장력감시센서와 경보장치를 주요 구성으로 절개지 사면 붕괴 경보를 발생시키는 장치, 수목에 의한 지중음 측정 수단을 구비한 사면 붕괴 예측장치, 사면감시영상과 계측 데이터에 의한 실시간 감시 시스템,

GPS를 활용한 기술, 자동연산 신경망을 이용하여 사면 재해를 모니터링 하는 시스템, 근거리 무선통신 또는 무선 센서 네트워크를 활용한 시스템 등의 기술이 특허장벽을 형성하고 있는 것으로 분석되었다.

**급경사지재해 대책/보강/저감기술**

급경사지재해 대책/보강/저감기술과 관련하여 주요특허의 핵심요지를 분석한 결과, 슬릿 사방댐, 버트레스 사방댐 등의 사방댐/사방구조물 관련기술과 법면보호블록, 앵커 공법, 쏘일네일링 공법, 옹벽 공법 등의 사면보강공법 관련 기술이 요소기술로서 특허장벽을 형성하고 있는 것으로 분석되었다.

사방댐/사방구조물 요소기술은 밧줄을 이용하여 목재, 석재 등을 계류하거나 강철 케이블과 강철 네트를 이용하여 침식을 방지하는 사방공사 방법과 각종 사방댐 구조가 특허장벽을 형성하고 있다. 사방댐은 설치 형태에 따라 슬릿 사방댐, 버트레스 사방댐, 더블 윌 구조 사방댐이 존재하며, 설치 재료에 따라 강재 사방댐, 콘크리트 사방댐, 목재 사방댐이 존재하였다. 또한, 토사의 투과 정도에 따라 투과형과 반투과형이 존재하며, 기타 원충수단 구비 사방댐, 수로 구성체 구비 사방댐, 조립식 블록을 사용하여 축조하는 조립식 블록 사방댐, 슬리트의 슬라이딩이 가능한 슬라이딩형 사방댐 등의 유형이 존재하였다.

사면보강공법 요소기술은 콘크리트 블록, 발포 수지 블록 등의 적층에 의한 벽면보호공법 및 벽면패널 또는 보강토 구조와 관련된 특허와 앵커 부재에 의해 법면 붕괴를 방지하는 앵커 공법 및 앵커 공법용 수압판 관련 특허, 쏘일네일장칭 및 조립식 쏘일네일링 공법, 아치형 단위블록

을 이용한 사면 안정화 구조 등의 특허가 특허장벽을 형성하고 있다.

**급경사지재해 실내실험**

급경사지재해 실내실험과 관련하여 주요특허의 핵심 요지를 분석한 결과, 불포화토의 함수특성, 토양의 인장강도, 투수계수 측정과 관련된 불포화토 실험기술과 사면거동재현, 토질시험 관련 장치, 산사태 모의실험 장치 등의 모형실험기술이 요소기술로서 특허장벽을 형성하고 있는 것으로 분석되었다.

불포화토실험 요소기술은 불포화토의 함수특성 또는 포화투수계수, 전단강도 등을 측정하기 위한 측정장치 및 방법에 관련된 특허와 일반 토양의 전단강도 및 인장강도를 측정하기 위한 시험 장치 및 방법에 관련된 특허가 존재하였다.

모형실험 요소기술은 토양 샘플의 물리적 성상을 검사하는 토질 시험장치, 진공압 부하상태로 시험체의 간극수압 등을 측정하는 진공 토질 시험기, 강우시 사면 거동을 재현하기 위한 사면거동 재현시스템, 토사의 유동성을 정량적으로 평가하기 위한 토사 유동성 시험 장치, 토질시험용 대형 자

동 다짐기, 산사태의 발생 특성을 측정할 수 있는 산사태 모의 실험장치와 관련된 특허가 장벽을 형성하고 있다.

**향후 연구개발 방향**

앞서 설명한 바와 같이 주요특허를 대상으로 분석을 실시하여 각 기술별 형성된 특허장벽의 요소기술을 정리하면 Table 5와 같다.

급경사지재해 안정화기술 분야에 대한 특허의 심층분석결과, 관련연구의 활성화 시점은 일본(1990년)과 한국(1998년) 이 약 8년의 격차가 있으나, 국가별 점유율은 일본(34%), 한국(32%), 미국(28%)이 비교적 대등한 것으로 나타났다. 한국의 연구 활성화는 미국과 일본에 비해 뒤쳐졌으나, 짧은 시간 많은 연구 성과를 이끌어 낸 것으로 분석된다.

중분류 기술 분야별 분석 결과, 일본은 급경사지재해 예측 분야, 미국은 급경사지재해 실내실험분야가 각 국가의 경쟁력 분야인 것으로 분석되었으며, 한국의 경우 급경사지재해 예측과 급경사지재해 실내실험 분야가 공백기술인 것으로 분석되었다. 분석결과를 토대로 기술별 향후 연구개발 방향을 정리하면 Table 6과 같이 나타낼 수 있다.

**Table 5.** Main topics of a patent barrier.

Classification of technique	Main topics
Prediction technique	Statistical prediction through the comparison between slope information and the standard of hazard occurrence/ Analytical method using Finite Element Model and various numerical model
Instrumentation technique	Sensor development technique applied to Gyro sensors, wire sensors, optical fiber sensors and so on/ Arrangement technique applied to an auto-calculating neural network, a wireless sensor network, a wireless communication network and so on.
Countermeasure/reinforcement/mitigation technique	Technique of the erosion control dam and structure such as slit type, buttress type and so on/ Technique of slope protection such as block for protecting surface, anchoring, soil nailing and retaining wall, and so on.
Laboratory test	Laboratory test and method of unsaturated soils to measure SWCC, tensile stress, permeability/ Technique of model tests for simulating slope movement, landslides and so on.

**Table 6.** Future direction of R&D.

Classification of technique	Direction of R&D
Prediction technique	Establishment of new finite element model and numerical analysis model
Instrumentation technique	New factor evaluation to predict the slope movement/ Development of Sensors to measure the factors/ Development of logics for the treatments of satellite coordinates, video clips/ Development of logic to predict slope hazards through integrating information obtained from various sensors/ Development of equipment with IT technology to merge data obtained from sensors.
Countermeasure/reinforcement/mitigation technique	Improvement of the existed structure for erosion control/ Development of a new structure for erosion control/ Development of new block to protect the slope surface/ Differentiated slope reinforcing method.
Laboratory test	New laboratory apparatus and methods with an optimizing structures

## 요약 및 결론

본 연구에서는 급경사지재해 안정화기술 분야에 관하여 한국, 미국, 일본 및 유럽에서 출원 공개/등록된 특허를 중심으로 특허동향을 분석하였다. 중분류는 예측기술, 계측기술, 대책/보강/저감기술, 실내실험과 같이 4개로 분류하였으며, 2,134건의 최종 유효 분석대상 특허를 선별하였다.

특허건수와 출원인(특허권자)수 변화의 상관관계를 통해 기술의 발전 위치를 살펴보는 포트폴리오 분석결과 한국 및 미국의 경우 출원인수(특허권자수)와 출원건수(등록건수)가 동시에 꾸준히 증가하고 있는 것으로 파악되어 발전기 단계에 있는 것으로 분석되었다. 일본과 유럽의 경우 최근 출원인수와 출원건수가 동시에 감소하여 퇴조기에 있는 것으로 분석되었다. 한국의 경우 국가주도의 연구활동으로 인하여 특허활동이 활발한 것으로 분석된다.

특허활동지수(AI)를 통해 중분류 기술분야별 특허활동을 조사한 결과 한국과 유럽의 경우 전반적으로 특허활동이 미흡하나, 유럽은 대책/보강/저감기술 분야와 실내실험 분야의 활동이 상대적으로 활발한 것으로 조사되었다. 미국의 경우 실내실험 분야가 활동이 활발하고, 일본의 경우 예측기술 분야의 활동이 활발한 것으로 조사되었다.

국가별 역점분야 및 공백기술 분석을 실시한 결과 한국의 경우 각 분야에 고르게 출원이 이루어지고 있으나, 급경사지재해 예측기술과 실내실험 분야가 공백기술인 것으로 분석되었다. 미국의 경우 급경사지재해 대책/보강/저감기술과 실내실험 분야에 역점하고 있음을 알 수 있다. 일본의 경우 전 분야에 고르게 출원이 이루어지고 있는 것으로 분석되었다.

한편 중분류 기술별 심층분석결과와 관련연구의 활성화 시점은 일본(1990년)과 한국(1998년)이 약 8년의 격차가 있으나, 국가별 점유율은 일본(34%), 한국(32%), 미국(28%)이 비교적 대등한 것으로 나타났다.

관련특허에 대한 동향분석과 심층분석결과를 토대로 향후 국내의 연구개발 방향을 선정한 결과, 급경사지재해 예측기술 분야에서는 신규 유한요소해석 방법 또는 수치해석 모델 정립이 필요한 것으로 나타났다. 급경사지재해 계측기술 분야에서는 경사면 변위를 예측할 수 있는 신규 요인 도출, 요인 계측을 위한 센서개발기술, 위성좌표처리, 동화상 화상처리 로직, 각종 센서로부터의 정보를 취합하여 경사지재해를 예측하기 위한 로직, IT기술과 융합하여 각종 센서의 데이터를 융합 처리하기 위한 장치관련 기술 등의 개발이 필요한 것으로 나타났다. 급경사지 재해대책/저감기술 분야에서는 기존 사방댐·사방구조물의 개량, 신규 사방댐·사방구조물의 도출, 시공의 간편성을 향상

시킨 신규 범면보호블록, 차별화된 사면보강공법 등의 개발이 필요하며, 급경사지재해 실내실험분야에서는 각종 실험 목적에 최적화된 새로운 구조의 실험장치 또는 방법의 개발이 필요한 것으로 조사되었다.

## 사 사

본 연구에서는 한국지질자원연구원 주요사업인 “급경사지 및 휴폐광산지역의 재해예방기술 개발”과제의 일환으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

- 송영석, 2003, 활동역지시스템으로 보강된 사면의 설계법, 중앙대학교 대학원 토목공학과 박사학위논문. 348p.
- 전성해, 엄대호, 2010, 특허와 통계학, 그 연결은?, 한국통계학회 논문집, 17(2), 205-222.
- 채병근, 조용찬, 송영석, 김경수, 이춘오, 임병주, 김만일, 서용석, 서광원, Liu, K.F., 2009, 산사태재해 예측 및 저감기술 개발(NEMA-06-NH-04), 자연재해저감기술 개발, 소방방재청, 598p.
- 홍원표, 한중근, 1994, 한국에서 실시되고 있는 산사태방지대책공법, Proc. East Asia Symposium and Field Workshop on Landslides and Debris Flows, Seoul, Korea, 155-210.
- Catane, S.G., Cabria, H.B., Tomarong, C.P., Saturay, R.M., Zarco, M.A.H. and Pioquinto, W.C., 2007, Catastrophic rockslide-debris avalanche at St. Bernard, Southern Leyte, Philippines, Landslides, 4, 85-90.
- Chen, A.S., Li, T.C. and Gao, Y.C., 2005, A great disastrous debris flow on 11 July 2003 on Shuikazi valley, Danba county, western Sichuan, China, Landslides, 2, 71-74.
- Hong, W.P., 1999, Slope stabilization to control landslides in Korea, Geotechnical Engineering Case Histories in Korea; Special Publication to commemorate the 11th Asia Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Seoul, Korea, 141-152.
- Hong, Y., Hiura, H., Shino, K., Sassa, K and Fukuoka, H., 2005, Quantitative assessment on the influence of heavy rainfall on the crystalline schist landslide by monitoring system -case study on Zentoku landslide, Japan, Landslides, 2, 31-41.
- Kang, G.C., Song, Y.S. and Kim, T.H., 2009, Behavior and stability of a large-scale cut slope considering reinforcement stages, Landslides, 6, 263-272.
- Lade, P.V., 2010, The mechanics of surficial failure in soil slopes, Engineering Geology, 114, 57-64.
- Macfarlane, D.F., 2009, Observation and predictions of the behaviour of large, slow-moving landslides in schist, Clyde Dam reservoir, New Zealand, Engineering Geology, 109, 5-15.
- Park, D.G., Oh, J.R., Son, Y.J., Park, J.H. and Lee, M.S., 2008, Steep slope management system in Korea, Proc. on the 2nd East Asia Landslides Symposium, Seoul,

- Korea, 7-11.  
Petrov, B., 1982, The advent of the technology portfolio, *Journal of Business Strategy*, 3, 70-75.  
Salcedo, D.A., 2009, Behavior of a landslide prior to inducing a viaduct failure, Caracas-La Guaira highway, Venezuela, *Engineering Geology*, 109, 16-30.  
Xu, Q. and Zhang, L., 2010, The mechanism of a railway landslide caused by rainfall, *Landslides*, 7, 149-156.

김재곤(Jae Gon Kim)  
한국지질자원연구원 지구환경연구본부  
305-350, 대전광역시 유성구 과학로 92  
Tel: 042-868-3658  
Fax: 042-868-3414  
E-mail: jgkim@kigam.re.kr

---

2010년 6월 29일 원고접수. 2010년 8월 29일 게재승인

송영석(Young-Suk Song)  
한국지질자원연구원 지구환경연구본부  
305-350, 대전광역시 유성구 과학로 92  
Tel: 042-868-3035  
Fax: 042-868-3414  
E-mail: yssong@kigam.re.kr