

AHP 분석을 활용한 비탈면 보강공 성능평가를 위한 중요항목 도출에 관한 연구

이종현¹ · 권오일¹ · 김진환¹ · 김우석¹ · 최정해^{2*}

¹한국건설기술연구원 수석연구원, ²경북대학교 지구과학교육과 교수

A Study on the Selection of Factors for Evaluating the Efficiency of Slope Reinforcement Using AHP

Jonghyun Lee¹ · Oil Kim¹ · Jinhwan Kim¹ · Wooseok Kim¹ · Jungghae Choi^{2*}

¹Senior Researcher, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

²Professor, Department of Earth Science Education, Kyungpook National University

Abstract

Various slope protect systems are applied to the slope located around the major facility to maintain stability, and the applied these systems play an important role in protecting the structure by ensuring the safety of the slope. Reinforcement techniques ensure complete safety at the time of application to the slope, but over time, it may become difficult to secure safety. In particular, the deterioration of reinforcement systems may significantly reduce the stability of the slope. Therefore, it is necessary to secure the safety of the slope by defining the necessary items for maintenance of the protect systems and verifying them by the field expert. In this study, a group of experts were formed to determine these items and select their importance among them, and based on their data, the importance of each item was selected by Analytic Hierarchy Process (AHP). The selected items are expected to play an important role in the maintenance of reinforcement systems applied to the slope based on the survey items used by experts.

Keywords: analytic hierarchy process (AHP), slope survey, protect system, slope stability

초 록

주요 시설물 주변에 분포하고 있는 비탈면은 안정성을 유지하기 위해서 다양한 보강 공법을 적용하고 있으며 적용된 보강 공법은 비탈면의 안전을 확보하여 시설물을 보호하는데 있어 중요한 역할을 하고 있다. 보강 공법은 비탈면에 적용될 당시에는 안전성을 완벽하게 보장하고 있지만 시간이 지남에 따라 안전성을 유지하기 어려운 상태로 변화되기도 한다. 특히 시간에 따른 보강 공법의 노후화는 비탈면의 안정성을 급격히 저하시키는 역할을 하기도 한다. 따라서 보강 공법의 유지/관리를 위해 필요한 항목들을 정하고 이를 현장 조사자가 확인함으로써 비탈면의 안전성을 확보하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 이러한 항목을 정하고 항목들 가운데 중요도를 선정하기 위해서 전문가 그룹을 구성하고 이들의 자료를 바탕으로 계층화 분석을 활용하여 항목들간의 중요도를 선정하였다. 선정된 항목들은 현장 조사자들의 조사 항목으로 활용되고 이를 바탕으로 비탈면에 적용된 보강 공법의 유지/관리에 있어 중요한 역할을 할 것으로 기대한다.

주요어: 계층화 분석, 비탈면 조사, 보강 공법, 비탈면 안전

OPEN ACCESS

*Corresponding author: Jungghae Choi
E-mail: choi.jh@knu.ac.kr

Received: 27 November, 2019

Revised: 12 December, 2019

Accepted: 16 December, 2019

© 2019 The Korean Society of Engineering Geology



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

2018년 국토교통부에서 발행한 ‘시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(성능평가 편)’에 따르면 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물 기능 및 성능저하, 상태 등을 신속, 정확하게 조사, 평가하고 그에 대한 적절한 성능확보를 위하여 재해 및 재난을 예방하며, 시설물의 안전성능 및 내구성능, 사용성능을 보완, 보전케 함으로써 시설물의 효용성을 증진 시킴과 더불어 과학적 유지관리를 체계화하는데 그 목적을 두고 있다고 서술하고 있다. 이 세부지침에서 시설물을 크게 교량, 터널, 옹벽, 절토사면, 댐, 하구둑, 수문, 제방, 공항, 항만, 상수로로 구분하고 있다. 각 시설물의 성능을 평가하기 위해 점검되어야 할 항목들과 점검 방법, 점검 시기 등에 대한 자세한 사항들을 기술하고 있다. 특히, 절토사면의 경우 시설물로 인식되고 있는 토사사면, 암반사면, 혼합사면 등에 대해서 파괴의 가능성에 대한 수치해석, 지반의 상태에 따른 점검 사항, 표면보호공에 대한 상태점검사항, 사면보강공에 대한 점검사항 및 암반의 상태에 따른 점검사항 등을 포함하고 있다. 이들 가운데 사면 자체의 특성으로 인식되는 요인들에 대해서는 안정성능 평가의 요인으로 활용을 하고 있으며, 다른 외부요인들을 포함한 사항에 대해서는 내구성능 평가 기준 및 방법을 제시하고 있다. 내구 성능 평가지표로는 토사사면의 지반상태, 암반사면의 지반상태, 표면보호공의 상태, 사면보호공의 상태, 암반의 절리상태 및 풍화진행도로 구분하고 있다. 이를 바탕으로 전체적인 사면시설물의 내구성능 평가를 실시하도록 되어 있다.

그러나 비탈면 시설물은 비탈면의 안정성을 확보하기 위해 시공되어 있는 보강공의 역할이 매우 크게 작용되는 특징이 있다. 따라서 보강공에 대한 성능평가를 세분화하여 실시하고 이를 바탕으로 비탈면의 전체적인 성능에 대한 평가를 실시하는 것이 필요하다. 아래의 Table 1은 ‘시설물의 안전 및 유지관리 시설 세부지침(성능평가 편)’에서 제시하고 있는 비탈면 보강공의 성능평가 등급 기준이다.

하지만, 본 기준에는 사면보강공의 상세한 구분이 없으며 대략적인 사면보강공의 성능을 평가하기에도 보강공의 상태를 설명해 줄 요인들이 매우 부족한 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 이러한 사면 보강공에 대한 성능평가를 실시하기 위해서 사면 보강공의 종류를 확인하고 종류별 성능에 영향을 줄 수 있는 항목을 전문가 집단의 설문을 통해서 실시하였다. 이렇게 도출된 결과는 현장 조사자들이 비탈면의 시설물에서 육안으로 확인하고 안정성 평가를 실시할 수 있는 성능평가 항목을 도출하는데 적용할 수 있다.

Table 1. Assessment of slope protection system and criteria (Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2018)

Factor	Level	Stickiness between protection system and slope surface	Crack or damage of head of protection system
Slope protection system	a	None	None
	b	-	Tiny crack or damage
	c	Some places	Some cracked or damaged area but not serious
	d	-	Whole places are cracked or damaged
	e	Whole places	Whole places are cracked or damaged and serious

절취사면 보강공에 대한 성능평가 항목 설정

앵커의 유지관리

앵커로 보강되는 구조물 및 주변에 대해서는 변위, 변형, 균열 등이 발생한 경우에 관측 및 계측결과를 검토하여 필요시 보강, 재긴장, 앵커의 추가 시공 또는 긴장력 완화 등에 대한 적절한 대책이 일반적으로 강구된다.

또한 앵커는 지반이나 지하수 등 주변 환경에 영향을 받기 쉬우며, 불완전한 방청처리에 의한 파손이 발생 할 수 있고 이러한 원인으로 인해 긴장부, 앵커두부에 파손이 집중되고 있다(Korean Geotechnical Society, 2010).

위의 내용을 바탕으로 앵커 시설물의 유지관리에 대한 항목을 앵커공 주변부의 항목과 앵커공 자체의 항목으로 구분하여 아래 Table 2와 같이 제안할 수 있다.

Table 2. Factors for maintenance of anchor

Surround area of anchor	Anchor itself
1. Water drop from anchor	1. Anchor corrosion
2. Water moisture from anchor	2. Anchor deformation
3. Water drop near anchor	3. Anchor stickiness
4. Water moisture near anchor	4. Deformation/crack/damage of loading construction

네일공과 록볼트의 유지관리

네일과 록볼트는 시간의 경과에 따라 내구성 저하 및 사면 지반의 변형 및 사면 표면의 침식작용으로 정착판의 유동으로 제 기능을 충분히 발휘하지 못하게 되는 경우가 발생한다. 그러나 네일과 록볼트는 시설물의 특성상 지표에 노출되는 부분이 국한되어 있어 점검 시 육안점검이 매우 제한적이다(Korean Geotechnical Society, 2010). 따라서 지반의 소성영역의 확대여부와 사면 지반의 이완상태를 확인하는 것이 매우 중요한 요소로 작용된다. 특히 네일의 경우 사면의 수위 상승에 따른 사면 불안정요인으로 작용이 되기 때문에 사면에 설치된 배수시설의 점검 역시 네일의 성능을 평가하는데 중요한 역할을 할 수 있다.

위의 내용을 바탕으로 록볼트와 네일 시설물의 유지관리에 대한 항목을 주변부의 항목과 록볼트 및 네일 자체의 항목으로 구분하여 아래 Table 3과 4와 같이 각각 제안할 수 있다.

Table 3. Factors for maintenance of rock bolt

Surround area of rock bolt	Rock bolt itself
1. Water drop from rock bolt	1. Rock bolt corrosion
2. Water moisture from rock bolt	2. Rock bolt deformation
3. Water drop near rock bolt	3. Rock bolt stickiness
4. Water moisture near rock bolt	4. Deformation/crack/damage of loading construction

Table 4. Factors for maintenance of soil nail

Surround area of soil nail	Soil nail itself
1. Water drop from soil nail	1. Soil nail corrosion
2. Water moisture from soil nail	2. Soil nail deformation
3. Water drop near soil nail	3. Soil nail stickiness
4. Water moisture near soil nail	4. Deformation/crack/damage of loading construction

옹벽의 유지관리

옹벽은 크게 콘크리트 옹벽, 보강토 옹벽, 돌망태 옹벽, 기대기 옹벽으로 구분 할 수 있다. 콘크리트 옹벽과 기대기식 옹벽의 경우 옹벽시설의 변형, 파손여부, 옹벽 주변의 지하수 유무, 옹벽과 사면의 이격 정도가 주요한 유지관리 항목으로 설정이 될 수 있다.

보강토 옹벽의 경우 물이 차게되면 보강토 옹벽의 성능에 있어 치명적인 요인으로 작용하게 된다. 따라서 지하수의 유무에 대한 확인, 옹벽시설의 변형, 파손여부, 전면부 배부름, 전면판의 유실 및 이격, 전면판의 국부적 파손 및 균열 등이 주요 항목이 될 수 있을 것이다.

위의 내용을 바탕으로 옹벽 시설물의 유지관리에 대한 항목을 주변부의 항목과 옹벽 자체의 항목으로 구분하여 아래 Table 5와 같이 각각 제안할 수 있다.

Table 5. Factors for maintenance of retaining wall

Surround area of retaining wall	Retaining wall itself
1. Erosion	1. Subsidence
2. Condition of drainage facility	2. Movement
3. Change of slope angle	3. Condition of drainage facility
4. Damage from rock fall	4. Design error of retaining wall
5. Leachate	5. Damage (separation of material)
	6. Crack
	7. Surface deterioration
	8. Efflorescence
	9. Exposure of reinforcing steel
	10. Separation between retaining wall and slope

성능평가 항목 도출을 위한 계층화(AHP) 분석

AHP 기법을 이용한 인자별 상대적 가중치 평가방법

평가 기준과 대안의 중요도 평가에는 절대비교와 쌍대비교 방법이 있는데 일반적으로 AHP에서는 계층의 요소 간에 1 대 1로 쌍대비교를 행하는 상대측정이 이용되지만 대안이 많은 경우에는 절대비교 방법을 이용하기도 한다(Chae et al., 2009). 쌍대비교에 대한 수치적 척도를 나타내는 값은 a_{ij} 로써 정의될 수 있다. 여기서 “i”와 “j”는 서로 비교되어지는 요소이며 입력값은 Table 6과 같다(Min, 2018).

Table 6. Example scale for comparison

Scale	Degree of preference
1	Equal importance
3	Moderate importance of one factor over another
5	Strong or essential importance
7	Very strong importance
9	Extreme importance
2, 4, 6, 8	Values for inverse comparison

각 요소별 상대적 중요도를 평가하여 수치적 척도에 따라 1, 3, 5, 7의 값을 부여하고, 그 중간값에 2, 4, 6, 8을 두어 더욱 미세한 평가를 수행하게 된다. 위의 값들이 부여되는 이유는 AHP기법의 특성상 문제인식을 수행하는 사람의 주관적 판단에 의해 그 입력값이 평가되기 때문이다.

쌍대비교 행렬 a_{ij} 에서 “i”와 “j”를 비교하여 상대적 중요도를 설정한다. 여기서 “i”와 “j”는 A, B, C 등의 요소에 해당되며, “i”는 “j”보다 몇 배 더 중요한가로 판단하게 된다. 여기서 a_{AA}, a_{BB}, a_{CC} 는 같은 요소끼리 비교되는 경우이므로 1의 값이 할당된다. 만약 a_{AB} 의 비교값이 3인 경우 a_{BA} 의 비교값은 1/3이 되며, a_{AC} 의 비교값이 5인 경우는 a_{CA} 의 비교값은 1/5가 된다. 즉 a_{AA}, a_{BB}, a_{CC} 를 기준으로 그 값이 역수의 값을 갖는 상반행렬이 된다.

기준 또는 대안들을 쌍대비교한 결과는 일관성이 있어야 한다. 쌍대비교는 주관적인 판단이므로 완벽한 일관성은 불가능하지만 지나치게 부족하다고 판단되면 쌍대비교를 다시 하여야 할 것이다. AHP 기법에서는 일관성지수(Consistency Index : CI)와 일관성비율(Consistency Ratio : CR)이라는 척도를 사용하여 쌍대비교에 의한 가중치가 논리적으로 일관성이 있는지를 검토한다. 일반적으로 일관성의 판정기준은 CI와 CR 값이 0.15 이하일 경우, 혹은 CR 값이 0.2 이하일 경우에 해당 쌍대비교 행렬은 가중값에 일관성이 있다고 판단할 수 있지만 엄격한 기준을 적용하기 위하여 CR 값이 0.1 이하를 일관성 기준으로 선정한다.

AHP 기법의 다수의견 종합 방법

일반적으로 다수 전문가들의 가중치 종합화를 위한 방법으로는 개인별 쌍대비교행렬을 기하평균으로 통합한 ‘기하평균행렬’을 이용하여 종합적인 가중치를 산정한다. n명의 의견들을 하나로 통합하기 위해 개인별 쌍대비교행렬들을 이용해 통합적 기하평균행렬을 산출하면 다음의 Table 7과 같다.

Table 7. Making comparison matrix

Expert 1	A	B	C	Expert 2	A	B	C
A	1	3	5	A	1	3	5
B	1/3	1	3	B	1/3	1	5
C	1/5	1/3	1	C	1/5	1/5	1
Expert 3	A	B	C	Expert n	A	B	C
A	1	3	5	A	1	5	3
B	1/3	1	5	B	1/5	1	3
C	1/5	1/3	1	C	1/3	1/3	1
↓							
Total	A		B		C		
A	$(1 \times 1 \times \dots \times 1)^{1/9}$		$(3 \times 3 \times \dots \times 5)^{1/9}$		$(5 \times 5 \times \dots \times 3)^{1/9}$		
B	$[(1/3) \times (1/3) \times \dots \times (1/3)]^{1/9}$		$(1 \times 1 \times \dots \times 1)^{1/9}$		$(3 \times 5 \times \dots \times 3)^{1/9}$		
C	$[(1/5) \times (1/5) \times \dots \times (1/3)]^{1/9}$		$[(1/3) \times (1/5) \times \dots \times (1/3)]^{1/9}$		$(1 \times 1 \times \dots \times 1)^{1/9}$		

기하평균의 식, $(n_1 \times n_2 \times \dots \times n_k)^{1/k}$ 을 이용하여 다수의 전문가 의견을 종합하여 만든 새로운 쌍대비교행렬들을 이용하여 종합적 목표에 대한 최적의 대안으로 결정한다.

계층화 분석 결과

계층화 분석을 위해 전문가 집단을 구성하였으며, 각 전문가들은 위에서 언급한 항목들을 상호비교하여 설문지에 응답하는 방식으로 진행하였다. 설문을 진행함에 있어 설문지내의 내용을 검토하게 하였으며 설문지에 구성된 항목 이외에 추가적으로 요구되는 항목 또는 필요 없는 항목에 대해서는 전문가 집단의 의견을 수렴하도록 진행하였다.

각 항목에 대한 전문가 설문 결과는 아래와 같이 정리된다.

앵커공에 대한 계층화 분석결과

앵커공 주변부항목과 앵커공 자체항목에 대한 계층화 분석결과에 따른 상세 기하평균 값과 각 항목에 따른 가중치의 결과는 아래 Table 8과 9에 나타나 있다. 본 항목에 대한 분석의 일관성은 각각 0.0120과 0.0032으로 나타났다.

분석결과 앵커공 주변에 대한 주요 항목으로는 앵커공 주변의 지하수 유출항목이 가장 중요하게 작용하는 것으로 분석되었으며, 앵커공 자체 항목에서는 앵커 자체의 변형/균열/파손이 가장 중요한 항목으로 나타나며 다음으로는 밀착도와 지압구조물의 변형/균열/파손 및 앵커부식 순으로 나타난다.

Table 8. Result of AHP for surround area of anchor

	Water drop from anchor	Water moisture from anchor	Water drop near anchor	Water moisture near anchor
Water drop from anchor	1	3 1/6	1 4/5	3
Water moisture from anchor		1	4/5	1 1/2
Water drop near anchor			1	2 1/2
Water moisture near anchor				1
Weight	0.452	0.174	0.253	0.121

Table 9. Result of AHP for anchor

	Anchor corrosion	Anchor deformation	Anchor stickiness	Deformation/crack/damage of loading construction
Anchor corrosion	1	5/9	1	2/3
Anchor deformation		1	1 3/4	1 3/5
Anchor stickiness			1	7/8
Deformation/crack/damage of loading construction				1
Weight	0.189	0.362	0.203	0.246

록볼트에 대한 계층화 분석결과

록볼트 주변부항목과 록볼트 자체항목에 대한 계층화 분석결과에 따른 상세 기하평균 값과 각 항목에 따른 가중치의 결과는 아래 Table 10과 11에 나타나 있다. 본 항목에 대한 분석의 일관성은 각각 0.0146과 0.0071로 나타났다.

분석결과 록볼트 주변에 대한 주요 항목으로는 록볼트공 주변부의 지하수 유출항목이 가장 중요하게 작용하는 것으로 분석되었으며, 록볼트 자체 항목에서는 록볼트 변형/균열/파손이 가장 중요한 항목으로 나타나며 다음으로는 록볼트 부식, 지압구조물의 변형/균열/파손 및 밀착도 순으로 나타난다.

Table 10. Result of AHP for surround area of rock bolt

	Water drop from rock bolt	Water moisture from rock bolt	Water drop near rock bolt	Water moisture near rock bolt
Water drop from rock bolt	1	3 1/6	2 1/3	3
Water moisture from rock bolt		1	3/4	1 3/5
Water drop near rock bolt			1	2 3/7
Water moisture near rock bolt				1
Weight	0.477	0.170	0.235	0.118

Table 11. Result of AHP for rock bolt

	Rock bolt corrosion	Rock bolt deformation	Rock bolt stickiness	Deformation/crack/damage of loading construction
Rock bolt corrosion	1	5/8	1 1/4	7/9
Rock bolt deformation		1	2	1 5/8
Rock bolt stickiness			1	1
Deformation/crack/damage of loading construction				1
Weight	0.214	0.364	0.193	0.229

네일공에 대한 계층화 분석결과

네일공 주변부항목과 네일공 자체항목에 대한 계층화 분석결과에 따른 상세 기하평균 값과 각 항목에 따른 가중치의 결과는 아래 Table 12와 13에 나타나 있다. 본 항목에 대한 분석의 일관성은 각각 0.0090과 0.0025로 나타났다.

Table 12. Result of AHP for surround area of soil nail

	Water drop from soil nail	Water moisture from soil nail	Water drop near soil nail	Water moisture near soil nail
Water drop from soil nail	1	3	2 1/4	3
Water moisture from soil nail		1	2/3	1 1/5
Water drop near soil nail			1	2 1/3
Water moisture near soil nail				1
Weight	0.468	0.157	0.246	0.129

Table 13. Result of AHP for soil nail

	Soil nail corrosion	Soil nail deformation	Soil nail stickiness	Deformation/crack/damage of loading construction
Soil nail corrosion	1	2/3	1 1/4	5/6
Soil nail deformation		1	2	1 2/5
Soil nail stickiness			1	6/7
Deformation/crack/damage of loading construction				1
Weight	0.222	0.348	0.186	0.244

분석결과 네일공 주변에 대한 주요 항목으로는 네일공 주변부의 지하수 유출항목이 가장 중요하게 작용하는 것으로 분석되었으며, 네일공 자체 항목에서는 네일 변형/균열/파손이 가장 중요한 항목으로 나타나며 다음으로는 네일 부식, 밀착도 및 지압구조물의 변형/균열/파손 순으로 나타난다.

위의 결과들을 바탕으로 앵커공, 록볼트공, 네일공이 시공된 비탈면에서의 성능평가를 위한 항목 가운데 주변부의 항목은 시공된 공법 주변부의 지하수의 유출이 가장 중요하게 인식되고 있으며, 시공된 공법 자체의 성능평가 항목에서는 시공 공법의 변형/균열/파손이 가장 중요한 항목으로 분석되었다.

옹벽에 대한 계층화 분석결과

옹벽 주변부항목과 옹벽 자체항목에 대한 계층화 분석결과에 따른 상세 기하평균 값과 각 항목에 따른 가중치의 결과는 아래 Table 14와 15에 나타나 있다. 본 항목에 대한 분석의 일관성은 각각 0.0078과 0.0073으로 나타났다.

Table 14. Result of AHP for surround area of retaining wall

	Erosion	Condition of drainage facility	Change of slope angle	Damage from rock fall	Leachate
Erosion	1	1 1/4	1	4/5	1
Condition of drainage facility		1	1 1/9	4/5	1 1/4
Change of slope angle			1	1	1
Damage from rock fall				1	1
Leachate					1
Weight	0.200	0.196	0.195	0.218	0.191

Table 15. Result of AHP for retaining wall

	Subsidence	Movement	Condition of drainage facility	Design error of retaining wall	Dseparation of material	Crack	Surface deterioration	Efflorescence	Exposure of reinforcing steel	Separation between retaining wall and slope
Subsidence	1	5/7	2	1 4/7	1 2/3	1 1/2	2 2/5	2 4/7	1 2/3	1 1/2
Movement		1	3	2	2 3/7	2 2/5	3 1/5	3 2/5	2 1/2	2
Condition of drainage facility			1	4/5	3/4	2/3	1 1/2	1 2/3	6/7	4/5
Design error of retaining wall				1	1	8/9	1 1/6	1 2/5	1	1
Dseparation of material					1	3/4	1 2/3	1 5/7	1	1
Crack						1	2 5/8	2 1/2	1 1/2	1
Surface deterioration							1	1 1/7	1/2	5/8
Efflorescence								1	1/2	1/2
Exposure of reinforcing steel									1	1
Separation between retaining wall and slope										1
Weight	0.144	0.204	0.074	0.088	0.089	0.112	0.056	0.051	0.089	0.095

분석결과 옹벽 주변부 항목에 있어서는 옹벽 주변부의 낙석에 의한 피해가 가장 중요한 항목으로 나타났으며, 다음으로 낙석에 의한 세굴현상, 배수시설의 상태여부, 비탈면에서 발생하는 침출수의 여부 및 사면의 구배변화의 순으로 나타났다. 옹벽 자체 항목에서는 옹벽자체의 활동과 침하가 가장 중요한 항목으로 나타났으며 다음으로 균열, 지표이격상태, 옹벽파손에 의한 재료분리, 철근노출, 계획선형오차, 배수공의 상태, 표면열화 및 백태의 순으로 나타났다.

앞서 설명했듯이 본 연구에서 나타난 모든 계층화 분석의 일관성은 0.1 이하로 나타나 일관성에서는 매우 좋은것으로 확인되었다.

결론

본 연구에서는 기존에 비탈면에 설치되어 있는 보강 공법에 대해서 설치 이후 보강공의 성능을 평가하기 위한 항목을 도출하고 그 항목에 대한 중요도를 분석하는 연구를 수행하였다. 비탈면에 설치된 보강공 가운데 비탈면의 성능에 영향을 줄 수 있는 항목에 대해서 우선 문헌조사와 전문가 의견을 수렴하여 도출하였다. 이를 바탕으로 도출된 비탈면 보강에 사용된 공법들의 세부 항목들 가운데에서 각 요소 간 상대적 중요도를 분석하기 위해 계층화 분석을 사용하여 실시하였다. 계층화 분석에 사용된 설문지는 비탈면의 성능에 영향을 줄 수 있는 모든 항목에 대해서 상대적 평가를 하도록 구성하였다. 계층화 분석 설문은 모든 평가 요소에 대해서 비탈면 조사에 경험이 풍부한 전문가들에 의해 작성되었다. 계층화 분석 결과 각 시공 공법에서 중요하게 생각되는 요소들이 도출되었으며, 결과를 도출하기 위해서 선정된 전문가 그룹의 설문에 대한 응답 일관성은 모든 설문에서 0.1 이하로 나타나 계층화 분석의 결과는 일관성에서 어긋나지 않는 것으로 분석됐다. 본 연구를 통해서 비탈면에 설치된 보강 공법의 유지관리 항목에 대한 중요도를 선정할 수 있었으며 이는 추후에 비탈면의 유지관리를 함에 있어 우선 조사되어야 할 항목들을 선정하는 데 중요한 역할로 작용할 수 있을 것으로 기대한다.

사사

본 연구는 국토교통부 국토교통과학기술진흥원의 건설기술연구사업(비탈면 대상 조사·점검 개선 및 보강시설 노후화 대응 기술 개발. 19SCIP-C151408-01)의 지원으로 수행되었으며 이에 깊은 감사를 드립니다.

References

- Chae, B.G., Cho, Y.C., Song, Y.S., Seo, Y.S., 2009, Development of an evaluation chart for landslide susceptibility using the AHP analysis method, The Journal of Engineering Geology, 19(1), 99-108 (in Korean with English abstract).
 Korean Geotechnical Society, 2010, Slope stability, Gumibook, 468p.
 Min, J.H., 2018, Smart management science, 599p.
 Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2018, Manual for management and safety of facilities, 73p.