

# 절토사면 보강기법 선정에 있어서 AHP기법 적용에 관한 사례연구

## A Case Study on AHP Technique Application for the Reinforcing Method Selection on a Cut-Slope

한 중 근<sup>1</sup> Han, Jung-Geun

이 중 영<sup>2</sup> Lee, Jong-Young

### Abstract

In this study, to determine the priority of the effect factors and the preferences of commonly used reinforcing methods for the cut-slope, the reasonable analysis using AHP technique was performed. Analytic Hierarchy Process (AHP) technique is the most widely used method out of all existing decision making methods. On choosing the methods, the most important factor is analyzed to be the stability and durability. Stability, durability and environmental compatibility took up over 50% of the total contributing factors. Cut-slope reinforced method preference with increasing stability method confirmed that concrete retaining wall, reinforced-soil wall and cutting method showed the highest preference rate. Also, in practical field conditions, the cutting method out of four methods was chosen to be the most effective method. This reflected that the methods that are equally superior in all aspects of evaluation factors are more important than the methods with superiority in highly prioritized evaluation factors.

### 요 지

본 연구에서는 절토사면 공법선정시 고려해야 할 영향인자와 일반적으로 시공되고 있는 사면보강공법에 대한 합리적 분석을 위해 많은 의사결정기법 중 가장 광범위하게 사용되는 AHP기법을 이용하였다. 공법선택시 고려해야 할 항목에 대한 가중치 중 안정성 및 내구성이 가장 중요한 평가요소로 분석되었으며, 안정성 및 내구성, 환경성이 공법선택시 전체 비중의 50%이상을 차지하는 것으로 나타났다. 안전율 증가법 위주로 조사된 절토사면 보강공법에 대한 선호도 조사에서 보강토옹벽, 콘크리트옹벽과 절토공법이 가장 선호도가 높은 공법으로 조사되었다. 또한 실제 현장 사례에 대해 적용한 결과 4가지 대안 중 절토공법이 최적대안으로 선정되어 가중치가 높은 특정 평가요소의 우수성 보다는 모든 평가요소에서 고른 우수성이 현실적인 공법 선정과정에서 중요한 요소임을 알 수 있었다.

**Keywords** : AHP, Cut-slope, Preference level, Reinforcing method, Weight value

### 1. 서 론

산업의 발달과 함께 많은 건설공사가 진행 또는 계획되고 있다. 뿐만 아니라 점점 대형화되어가는 토목공사는 대규모 성토 및 절토 구간이 필연적으로 발생하게

되며, 이때 절·성토 사면의 안정을 위해서 여러 가지 안정화 공법들이 적용되고 있다(한중근 등, 2007). 사면 안정화 공법은 일반적으로 그림 1과 같이 안전율 증가법 및 안전율 유지법으로 구분되며, 이들 공법은 개별적 혹은 혼합하여 적용하고 대부분 엔지니어의 주관적

1 정회원, 중앙대학교 건설환경공학과 부교수 (Member, Associate Prof., Dept. of Civil & Env. Engrg., Chung-Ang Univ.)

2 정회원, 중앙대학교 대학원 토목공학과 박사과정 (Member, Ph.D. Candidate, Dept. of Civil Engrg., Chung-Ang Univ., geoljy@wm.cau.ac.kr, 교신저자)

\* 본 논문에 대한 토의를 원하는 회원은 2009년 2월 28일까지 그 내용을 확회로 보내주시기 바랍니다. 저자의 검토 내용과 함께 논문집에 게재하여 드립니다.

판단에 의해 공법이 적용되고 있는 것이 현실이다(한중근, 1997, 한중근 등, 2007). 그러나 많은 예산과 인력이 투입되는 건설공사, 특히 사면안정을 위한 공법의 선정을 위해 사면안정 해석에 따른 안정성분석, 경제성, 투자우선순위 및 현장의 제반여건 등을 종합적으로 고려한 보다 합리적인 기법의 적용이 필요하다. 뿐만 아니라 비슷한 여러 대안에 대한 평가와 선택은 많은 문제와 논란의 소지가 항상 내포하고 있으므로 이러한 문제를 해결하기 위해서는 주관적이고 객관적인 기준들을 보다 정량화하여 종합적으로 평가할 필요가 있다.

이러한 문제해결의 대표적인 방법으로 다속성 의사결정(Multi-Attribute Decision Making)방법을 예로 들 수 있으며, 이 기법에는 목표계획법(Goal Programming), 효용함수(Utility Function), 계층화분석기법(Analytic Hierarchy Process; AHP)이 있다. 최근에는 Fuzzy를 이용한 방법, 전문가 System 및 Genetic 알고리즘을 이용한 방법 등이 이용되고 있다(안장원 등, 2001, 이철규, 2000). 이 중 타 분야 전문가의 협력과정에 따른 의사결정 방법으로 개발된 방법이 AHP기법이다(조근태 등, 2005).

AHP는 의사결정기법 중 가장 광범위하게 활용되고 있는 기법의 하나로 에너지수급, 수송계획, 고등교육에 관한 계획, 환경정책수립, 군 전력수립 등 공공부문 의사결정문제 및 수많은 민간부문의 복잡하고 다양한 시각이 존재하는 의사결정 과정에 활용되고 있다. 공학부분 특히, 건설 분야에 적용된 연구로는 R&D 투자우선순위 결정 및 건설 사업관리, 건설공사 리스크관리, 산

사태발생예측, 도로노선결정, GIS의사결정, 교량구조형식 결정 등 여러가지 의견의 수렴이 요구되는 분야에 적용되고 있으나 지반공학적 측면에서의 적용사례는 드물다.

따라서, 본 연구에서는 각종 토목건설공사에서 발생되는 절토사면 보강공법 선정에 필요한 종합적인 의사결정을 위해 AHP기법을 적용하여 보고자 한다. 이를 위해 현재 일반적으로 사용되고 있는 절토사면 보강공법 중 그림 1의 안전을 증가법을 위주로 AHP기법을 이용해 전문가 선호도를 조사하였으며, 실제 현장에 AHP 기법을 적용해 전문가 의사결정에 의한 절토사면보강 공법의 선정과정을 사례분석 하였다.

## 2. AHP 이론

AHP는 상호비교, 동질성, 독립성, 기대성의 기본공리에 바탕을 두며(Vargas, 1990), 문제해결을 위한 효과적인 인간사고는 계층적 구조설정(Hierarchical Structuring)의 원리, 상대적 중요성 설정(Weighting)의 원리, 논리적 일관성(Consistency)의 원리가 지켜진다는 특징에 착안하여 개발된 의사결정기법의 하나이다(Saaty, 1995).

이러한 원리들은 모형의 계층적 구조를 설정하고, 설정된 구조를 구성하는 평가요소들에 대하여 상대적 중요도를 측정하며, 이러한 판단이 일관성이 있는지를 검증함으로써 모형의 구축이 완료된다.

AHP기법을 이용해 최적의 대안을 선정하기 위한 분석과정은 일반적으로 브레인스토밍 단계, 계층구조의 설계, 가중치 설정, 측정단계, 그리고 검토단계로 진행된다. 먼저, 시스템 계층구조의 설정을 위해 요소를 설정, 군집화한 후 배열화 하며, 수준에 따라 나열하게 된다. 이들 수준은 최상위 수준을 문제의 궁극적인 목표인 제 1수준, 제 2수준은 제 1수준에 영향을 미치는 세부평가기준을 나타내고 이러한 반복과정을 통해서 문제의 속성을 계층적으로 분해해 간다.

가중치 산정을 위하여 전문가들에게 평가항목간 상대적 중요도 또는 선호도를 나타내는 쌍대비교 형태의 설문은 실시한다. 쌍대비교를 통한 상대평가를 위해 Miller(1956)의 심리학 실험결과 방법에 따라 9점 척도를 기본형으로 이용하고 있다.

계층구조에 대한 상대적 가중치의 추정에는 쌍대비교를 통한 두 요소간 상대적 중요도의 측정결과를 종합하여 모든 수준을 구성하는 요소를 적용하여 추정한다.

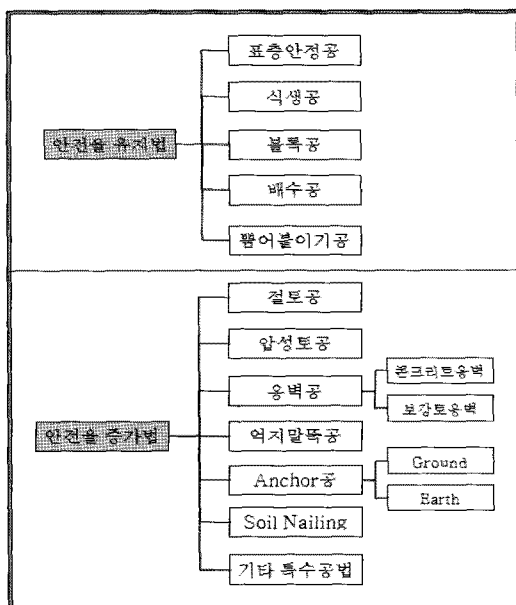


그림 1. 사면안정공법의 분류

즉, 표 1과 같이 쌍대비교 행렬 A의 작성시  $a_{ij}$ 는 구하려는 판단기준과 비교하는 판단기준과의 비로 나타낸다. 이 때 쌍대비교행렬의 대각원소는 모두 1이 되고, 이를 중심으로 서로 반대쪽은 역수관계에 있게 된다.

표 1. 쌍대비교방법

|   |          |          |          |          |          |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|
|   | A        | B        | C        | D        | E        |
| A | 1        | $a_{12}$ | $a_{13}$ | $a_{14}$ | $a_{15}$ |
| B | $a_{21}$ | 1        | $a_{23}$ | $a_{24}$ | $a_{25}$ |
| C | $a_{31}$ | $a_{32}$ | 1        | $a_{34}$ | $a_{35}$ |
| D | $a_{41}$ | $a_{42}$ | $a_{43}$ | 1        | $a_{45}$ |
| E | $a_{51}$ | $a_{52}$ | $a_{53}$ | $a_{54}$ | 1        |

여기서,  $a_{ij} = w_i/w_j$

$a_{ij}$  :  $i$ 번째 판단기준과  $j$ 번째 판단기준과의 비교값

$w_i$  : 구하려는 판단기준

$w_j$  : 비교하는 판단기준

따라서 행렬 A의 요소  $a_{ij}$ 를  $w_i/w_j$ 로써 치환하고  $n$ 개 요소의 가중치  $w = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_n)$ 를 곱하면 다음과 같다.

$$A_w = \begin{pmatrix} 1 & w_1/w_2 & w_1/w_3 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & w_2/w_3 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & w_n/w_3 & \dots & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix}$$

또는 이를 간단히 표현하면 다음과 같다.

$$(A - nI) \cdot w = 0$$

이때  $n$ 은 선형대수의 고유치  $\lambda$ 로 특성방정식  $D(\lambda) = \det(A - \lambda I) = 0$ 의 근이며,  $\sum \lambda = n$ (대각선 요소의 합)이고  $w$ 는 고유치  $\lambda$ 에 대한 행렬 A의 고유벡터이다. 만약 0이 아닌 유일한  $\lambda$ 를  $\lambda_{max}$ (최대고유치)라 하면,  $\lambda_{max} = n$ ,  $\lambda_i = 0$ 이 되며, 이때 쌍대비교 행렬 A와  $\sum w = 1$ 로부터 최대고유치( $\lambda_{max}$ )와 고유벡터( $w$ )를 구하면 고유벡터가 가중치가 된다.

따라서 상대적 가중치 산출 후에는 각각의 평가요소

표 2. 난수지수(After 조근태 등, 2005)

|      |   |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| n    | 1 | 2 | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| 난수지수 | 0 | 0 | 0.58 | 0.90 | 1.12 | 1.24 | 1.32 | 1.41 | 1.45 | 1.49 |

에 대하여 제시된 대안의 상대적 가중치를 산출한 결과를 합성하여 성능척도를 계산하여 가장 큰 값을 갖는 대안을 최적안으로 다음 식 (1)과 같이 선정한다.

$$R = \sum_{i=1}^n W_i Z_i(x) \quad (1)$$

여기서, R : 대안의 종합성능

$W_i$  :  $n$ 가지 속성별 상대적 가중치

$Z_i(x)$  : 각 속성에 따른 대안의 상대적 가중치

쌍대비교 요소의 개수( $n$ )보다 크거나 같기 때문에  $\lambda_{max}$ 가  $n$ 에 근접할수록 쌍대비교행렬 A의 수치들이 일관성을 가지고 있다고 할 수 있으며, 다음의 일관성지수(CI)와 일관성비율(CR)을 통하여 구할 수 있다.

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) \quad (2)$$

$$CR = (CI / RI) \times 100(\%) \quad (3)$$

여기서, RI는 난수지수(Random Index)이고,  $n$ 이 1에서 10까지 변화할 때의 난수지수는 표 2와 같으며, 경험법칙에 의하여 위 식에서 구한 일관성 비율이 10%이내에 들 경우, 해당 쌍대비교행렬은 일관성이 있다고 규정한다.

### 3. 계층구조의 설정 및 자료분석

본 장에서는 AHP를 적용함에 있어 적용되는 보강공법의 선호도와 현장적용 사례를 통한 공법 선정방안을 분석하였다. 사면안정공법 선정시 고려해야 할 사안들과 일반적으로 적용되고 있는 보강공법들에서 사면안전을 증가법으로 채택되는 공법들 중 실제 현장에서 주로 적용되고 있는 공법들을 계층으로 구조화하면 그림 2와 같다. 계층구조 1단계는 사면안정공법을 선정하기 위한 초기 대분류로 경제성, 시공성, 유지관리 용이성, 안전성 및 내구성, 환경성을 고려하였고 계층구조 2단계는 사면안전을 증가법 중 일반적으로 사용되고 있는 절토, 압성토, 철근 콘크리트옹벽, 보강토옹벽, 역지말뚝, Anchor 및 Soil Nailing을 적용하였다.

또한 연구결과와 신뢰도 향상을 위해 연구소, 시공 및

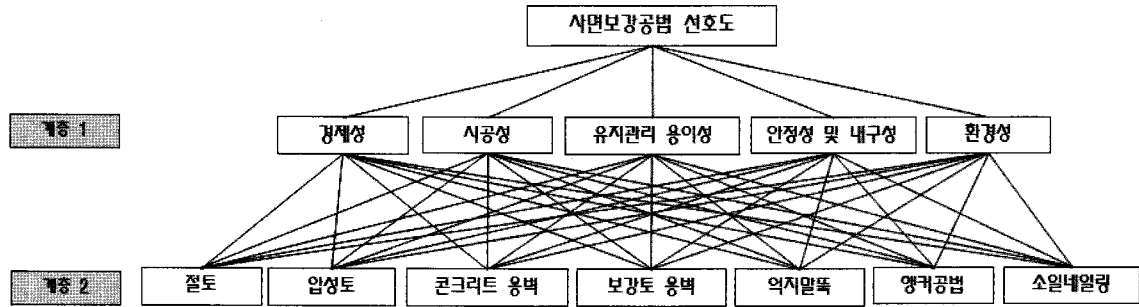


그림 2. 사면보강공법 선호도 계층구조 설정

설계사 등 사면을 설계, 시공, 감리, 검토 할 수 있는 지반공학 전공의 경력자를 대상으로 선호도를 조사하였다. 이 중 기술경력 10년 이상이 59%로 가장 높았고, 종사업종은 연구소 44%, 시공사 28%, 설계사 28%, 학력은 박사22%, 석사 39%, 학사 39%로 전반적으로 고른 분포를 보여 본 연구의 신뢰도에 만족할만한 전문가 구성이라고 사료된다.

#### 4. 분석결과

##### 4.1 평가요소별 가중치

보강공법 선정시 고려해야 할 사안들에 대한 가중치를 위한 각 직종별로 분석한 결과는 그림 3과 같다. 표 3은 조사결과의 일관성 측정결과를 나타낸 것으로 일관성 비율은 0.01~0.02(1~2%)로 AHP기법에서 제안한 0.1(10%) 이내에 모두 만족하였으며, 공통적으로 모든 분야의 전문가들은 안전성 및 내구성을 가장 중요한 평가요소라고 판단하였다.

표 3. 일관성측정 결과

|                 | 연구원    | 설계사    | 시공사    | 통합분석   |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| $\lambda_{max}$ | 5.070  | 5.112  | 5.087  | 5.026  |
| C.R             | 0.0157 | 0.0242 | 0.0193 | 0.0056 |

표 4. 평가요소별 가중치(통합분석)

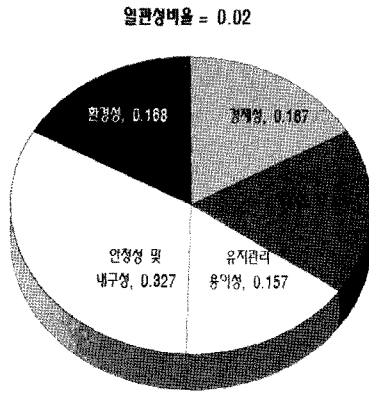
|   | A   | B    | C    | D    | E    | 가 중 치 |
|---|-----|------|------|------|------|-------|
| A | 1.0 | 0.91 | 1.35 | 2.5  | 2.0  | 0.124 |
| B | 1.1 | 1.0  | 1.1  | 2.5  | 1.67 | 0.135 |
| C | 0.7 | 0.91 | 1.0  | 2.5  | 1.67 | 0.141 |
| D | 0.4 | 0.4  | 0.4  | 1.00 | 1.4  | 0.358 |
| E | 0.5 | 0.6  | 0.6  | 0.71 | 1.0  | 0.243 |

A : 경제성, B : 시공성, C : 유지관리 용이성, D : 안전성 및 내구성, E : 환경성

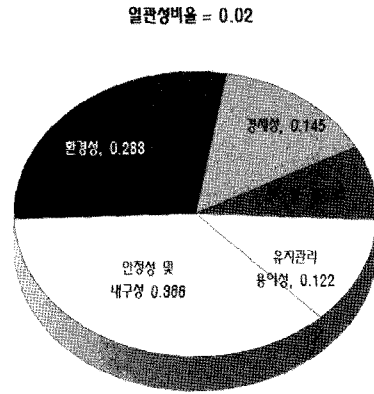
그림 3(a)~그림 3(c)는 조사대상자의 직업별 가중치를 분석한 결과 연구자 그룹은 안전성/내구성 이외의 나머지 항목들에 대해 비슷한 가중치를 부여하였고, 설계사 및 시공업 전문가들은 안전성/내구성, 환경적 영향에 50%이상, 다음으로 유지관리 용이성, 시공성과 경제성을 각각 비슷한 정도의 중요항목으로 평가하였다. 한편 모든 전문가 의견을 종합한 결과를 그림 3(d)와 같이 나타내면 안전성/내구성이 전체의 35%이상을 차지하였으며, 환경성, 유지관리 용이성, 시공성, 경제성 순으로 가중치가 결정되었다. 표 4는 각 항목별 가중치 쌍대비교 계산과정을 표로 간략화 시킨 것이다.

##### 4.2 절토사면의 보강공법 선호도

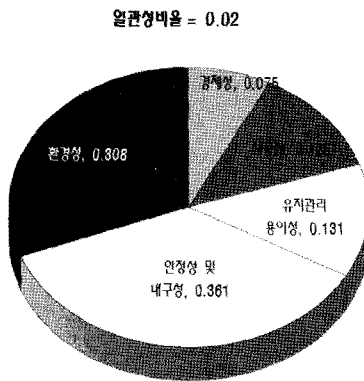
그림 4는 그림 1에서 제시된 각 공법에 대해 그림 2의 계층 1에 해당하는 평가요소를 대상으로 실시한 조사결과를 나타낸 그림이다. 그 결과 그림 2에서 제시한 7개 보강공법 중 보강토 옹벽이 가장 큰 선호도를 나타냈으며, 이는 최근 많이 사용되고 있는 공법의 적용성을 반영하고 있다. 또한 이 결과는 평가 요소별 가중치가 가장 높은 안전성/내구성과 환경성에서 우수한 평가를 받은 계층 1단계의 결과가 2단계 계층구조의 평가요소별 가중치 결정 과정에서 의사가 반영된 것으로 판단된다. 그림 5는 각 공법에 대해 계층구조 1단계의 평가요소별 가중치에 대한 그림으로, 제시된 모든 공법중에서 철근 콘크리트옹벽은 안전성/내구성, 유지관리 용이성에서 높은 평가를 얻었으며, 경제성, 시공성에서 상대적으로 높은 평가를 받은 압성토와 절토, Anchor와 Soil Nailing 공법 순으로 선호도가 높은 것으로 평가되었다. 반면에 억지말뚝 공법은 환경성과 내구성 및 안전성에서 비교적 우수한 평가를 받았으나 모든 평가요소에서 전체적으로 낮은 평가를 받아 상대적으로 선호도가 가장 낮은



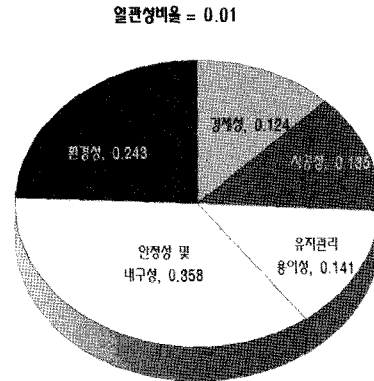
(a) 연구원 그룹



(b) 설계엔지니어 그룹



(c) 시공기술자 그룹



(d) 전체 그룹 통합분석 결과

그림 3. 각 그룹별 평가요소별 가중치

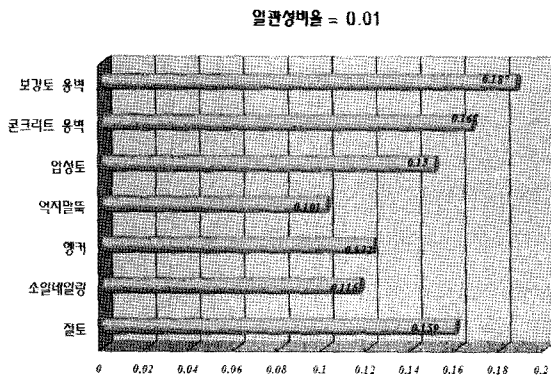


그림 4. 각 보강공법별 전문가 선호도(전체 그룹 통합분석)

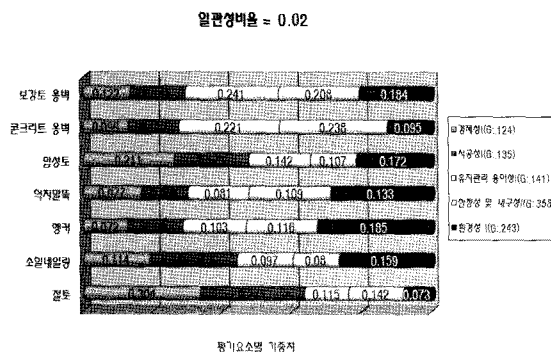


그림 5. 각 공법별 평가요소에 대한 가중치

공법으로 분류되었다. 이는 대규모 사면 붕괴 대책공법으로 주로 적용되는 특수한 적용한계를 반영한 것이라 할 수 있다.

### 4.3 사례연구

#### 4.3.1 현장개요

본 연구의 대상사면은 국도 OO의 확·포장 공사의 일환으로 시행된 사면으로 지반조사 결과 토사층이 지표에서 약 5m, 풍화암이 약 0.5m가량의 얇은 층으로 존재하고 있으며, 이후 암반층으로 구성되어 있다. 현장에서 실시된 표준관입시험 결과 토사층의 N값은 20~45정도로 나타났으며, 암반층의 N값은 100/50~100/80정도의 비교적 단단한 지층으로 구성되어 있다.

그림 6은 횡단도면으로 대상사면의 지층구성과와 설계실무진에 의해 제시된 보강계획 실시안을 나타낸 것이다. 각 대안별로 제시된 공법은 단독 또는 혼합공법으로 대안(1)은 절토공, 대안(2)는 섬유보강형 Nailing, 대안(3)은 하부에 전면벽체형 보강용벽과 상부에는 섬유

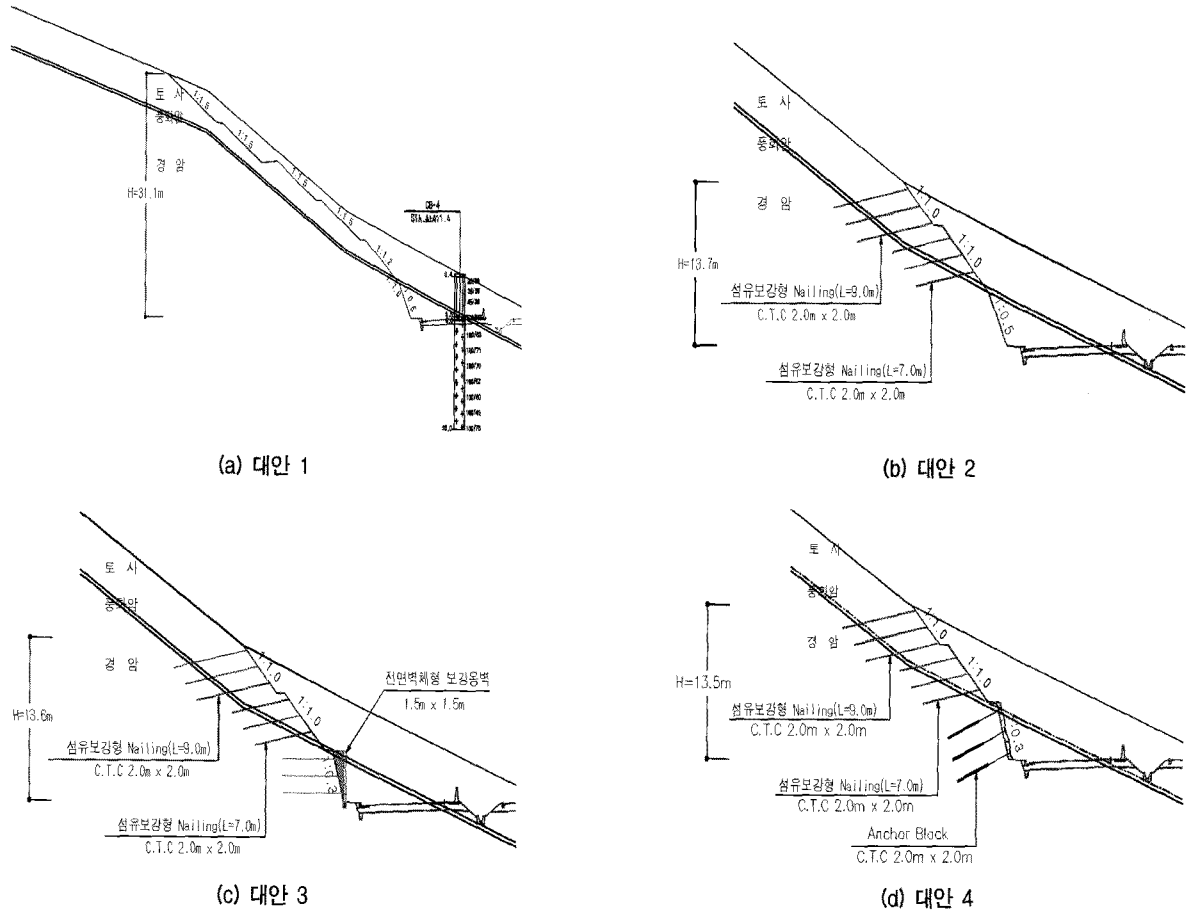


그림 6. 실시설계진에 의해 제시된 사례현장 보강공법 안

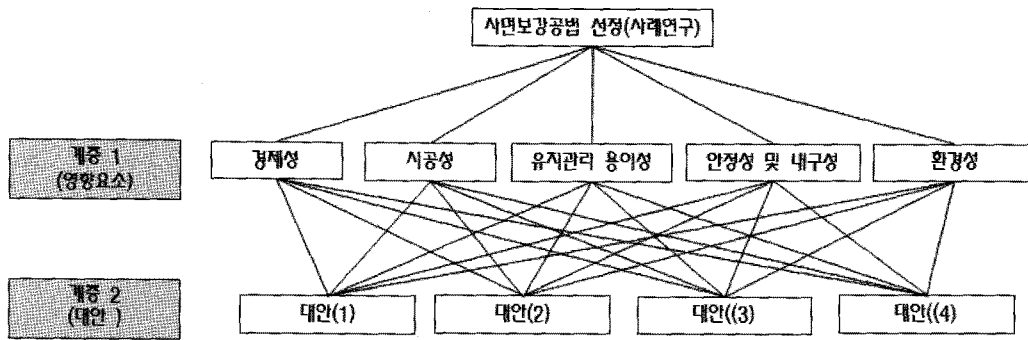


그림 7. 사면보강공법 선정 사례의 계층구조 설정

표 5. 각 대안별 안정해석 결과 및 예상 공사비용

| 구 분                 | 대안 1   | 대안 2    | 대안 3    | 대안 4   |      |
|---------------------|--------|---------|---------|--------|------|
| 안전율                 | 건기     | 1.77    | 2.40    | 2.24   | 2.23 |
|                     | 우기     | 1.21    | 1.48    | 1.33   | 1.32 |
| 예상 공사비용<br>(단위, 천원) | 53,000 | 332,900 | 505,400 | 44,700 |      |

보강형 Nailing 그리고 대안(4)는 하부면의 Anchor보강 공법과 상부면에 섬유보강형 Nailing공법을 각각 적용하여 최적의 사면보강공법 선정을 위한 방법으로 AHP

기법을 적용하였다. 각 대안에 대한 특징과 안정검토 결과는 표 5와 같으며, 그림 7은 사례연구의 계층도를 나타낸 것이다.

#### 4.3.2 대안별 분석결과

표 6~표 10은 각 대안에 대해 그림 7의 1단계 계층구조에서 제시한 영향요소에 대한 상대적 가중치를 각 대안간 상대적 중요도 측정결과를 종합하여 수치적으로 나타낸 것으로 이 때 대각원소 1의 반대쪽 역수관계는

표 6. 경제성에 대한 대안별 가중치

|      | 대안 1 | 대안 2  | 대안 3  | 대안 4  | 가중치   |
|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 대안 1 | 1.0  | 1/3.1 | 1/3.7 | 1/3.7 | 0.526 |
| 대안 2 |      | 1.0   | 1/2.5 | 1/1.9 | 0.231 |
| 대안 3 |      |       | 1.0   | 0.9   | 0.116 |
| 대안 4 |      |       |       | 1.0   | 0.127 |

대안 (1)=절토공, 대안 (2)=섬유보강형 Nailing  
 대안 (3)=하부 전면벽체형 보강공법+상부 섬유보강형 Nailing  
 대안 (4)=하부 Anchor보강공법+상부 섬유보강형 Nailing

표 7. 시공성에 대한 대안별 가중치

|      | 대안 1 | 대안 2  | 대안 3  | 대안 4  | 가중치   |
|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 대안 1 | 1.0  | 1/3.4 | 1/3.7 | 1/3.7 | 0.541 |
| 대안 2 |      | 1.0   | 1/1.4 | 1/2.1 | 0.199 |
| 대안 3 |      |       | 1.0   | 1.0   | 0.135 |
| 대안 4 |      |       |       | 1.0   | 0.125 |

표 8. 유지관리 용이성에 대한 대안별 가중치

|      | 대안 1 | 대안 2  | 대안 3  | 대안 4  | 가중치   |
|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 대안 1 | 1    | 1/2.1 | 1/1.8 | 1/1.9 | 0.392 |
| 대안 2 |      | 1     | 1/1.1 | 1/1.4 | 0.221 |
| 대안 3 |      |       | 1     | 0.8   | 0.191 |
| 대안 4 |      |       |       | 1     | 0.196 |

표 9. 안정성 및 내구성에 대한 대안별 가중치

|      | 대안 1 | 대안 2  | 대안 3  | 대안 4  | 가중치   |
|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 대안 1 | 1.0  | 1/0.7 | 1/0.6 | 1/0.6 | 0.173 |
| 대안 2 |      | 1.0   | 1/0.8 | 1/0.5 | 0.216 |
| 대안 3 |      |       | 1.0   | 1.1   | 0.294 |
| 대안 4 |      |       |       | 1.0   | 0.317 |

표 10. 환경성에 대한 대안별 가중치

|      | 대안 1 | 대안 2  | 대안 3  | 대안 4  | 가중치   |
|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 대안 1 | 1.0  | 1/0.5 | 1/0.4 | 1/0.4 | 0.131 |
| 대안 2 |      | 1.0   | 1/0.8 | 1/1.0 | 0.271 |
| 대안 3 |      |       | 1.0   | 1/0.9 | 0.294 |
| 대안 4 |      |       |       | 1.0   | 0.304 |

생략하여 표기하였다. 주어진 대안에 대한 평가요소별 전문가 평가결과를 종합해 볼 때 경제성, 시공성, 유지관리 용이성에서는 절토공(대안 1), 안정성 및 내구성, 환경성에서는 섬유보강형 Nailing공법+Anchor공법(대안 4)이 제시된 대안 중에서 가장 우수한 평가를 받았다. 그림 8은 표 6~표 10의 평가결과를 통합하여 도식화한 그림이며, 그림 9는 전문가가 평가결과를 통합하여 나타낸 것으로 모든 대안에 대해 각각의 평가요소를 고려했을 경우 절토공법이 가장 우수한 공법으로 평가되었

일관성비율 = 0.01

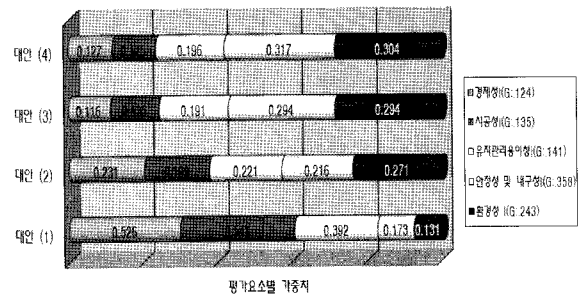


그림 8. 각 대안별 평가요소에 대한 가중치(사례연구)

일관성비율 = 0.01

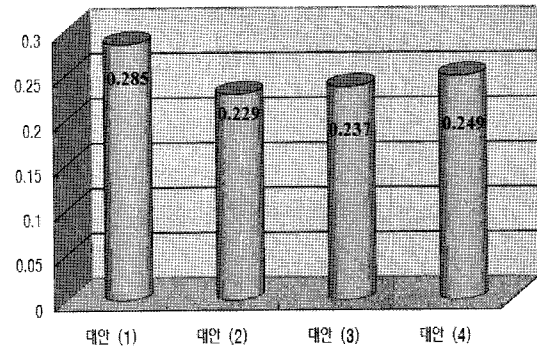


그림 9. 각 대안별 평가결과의 종합화를 통한 최적안 선정

표 11. 일관성측정 결과

|                 | 경제성    | 시공성    | 유지관리 용이성 | 안정성 및 내구성 | 환경성    |
|-----------------|--------|--------|----------|-----------|--------|
| $\lambda_{max}$ | 4.037  | 4.047  | 4.037    | 4.035     | 4.009  |
| C.R             | 0.0137 | 0.0172 | 0.0136   | 0.0128    | 0.0034 |

고 나머지 대안들이 근소한 차이로 차기 대안으로 선정되었다. 대안(2), 대안(3), 대안(4)안은 평가요소 중 비중이 가장 높은 안정성 및 내구성, 환경성에서 우수한 평가를 받았으나, 절토공법이 경제성, 시공성, 유지관리 용이성의 세 가지 평가요소에서 비교적 높은 평가를 받아 최적의 대안으로 평가되었다. 이러한 결과는 평가요소에 대한 가중치가 높은 특정 평가요소의 우수성 보다는 모든 평가요소에서 고른 우수성이 현실적인 공법 선정시 중요한 요인으로 작용한 것으로 판단된다.

표 11은 일관성 측정결과를 나타낸 것으로 모든 측정 결과는 0.1이하로 표 6~표 11의 AHP 분석과정에 문제가 없음을 확인하였다.

## 5. 결론

본 연구에서는 최근 많이 발생하고 있는 사면붕괴를

억지하는 많은 대책공법들에 대한 보다 합리적인 공법의 선정에 대해 공법선정시 필요한 영향요소를 고려한 AHP 기법을 이용하였다. 특히, 절토사면 공법선정시 고려해야할 제반여건들에 대한 가중치 결정, 각 분야별 전문가들의 사면보강공법 선호도를 분석과 사례분석을 통해 AHP기법의 절토사면 공법선정에 관한 적용성을 살펴보았다. 분석에 사용된 자료의 일관성측정 결과는 0.01~0.02(1~2%)로 AHP기법에서 제안한 허용치 0.1 이 내로 신뢰성 있는 조사결과라 판단되며, 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 공법선택시 고려해야할 항목에 대한 가중치 중 안정성 및 내구성이 가장 중요한 평가요소로 분석되었으며, 안정성 및 내구성, 환경성이 공법선택시 전체 비중의 50%이상을 차지하는 것으로 나타났다. 또한 설계 및 시공업무에 종사하는 전문가들은 경제성과 시공성을 다음으로 중요한 인자라고 판단하였는데 이는 각각의 업무특성을 반영한 결과를 보여준 것이라 판단된다.
- (2) 안전을 증가법 위주로 조사된 절토사면 보강공법에 대한 선호도 조사에서 보강토옹벽, 콘크리트옹벽과 절토공법이 가장 선호도가 높은 공법으로 조사되었으며, 이는 평가요소 중 안정성 및 내구성, 유지관리 용이성, 경제성에서 상기 공법들의 우수한 특징이 조사결과에 크게 반영된 것으로 판단된다.
- (3) 평가요소별 가중치 조사결과에서 환경성에 대한 항목이 평가요소 중 제 2 중요인자로 조사되었으나, 실제 공법선택시 환경성에 대한 고려가 미흡하게 나타났다. 이는 이상적인 판단과 현실에서의 판단에서 큰 차이점이 존재한다는 것을 의미하며, 현실적인 판단에서는 경제성, 유지관리 용이성, 안정성 및 내구성이 공법선택의 중요인자로 작용하는 것으로 사료된다.
- (4) 4가지 대안에 대한 사례분석결과 경제성, 시공성, 유지관리 용이성에서는 대안(1)안, 안정성 및 내구성, 환경성에서는 대안(4)안이 각각의 평가요소에서 우수한 평가를 받았다. 이러한 결과는 대안(1)안이 경제성, 시공성, 유지관리 용이성의 세 가지 평가요

소에서 타 공법보다 비교적 높은 평가를 받은 결과로 평가요소에 대한 가중치가 높은 특정 평가요소의 우수성 보다는 모든 평가요소에서 고른 우수성이 공법 선정과정에서 중요한 요소인 것을 알 수 있었다.

본 연구를 통해 AHP기법을 건설공사시 공법선택 방안으로 적용할 경우 관련기관 또는 이해당사자간의 의견을 합리적으로 조율 수 있는 선정방안으로의 활용이 가능할 것이라 판단된다. 다만 추후 신뢰성 향상을 위한 전문가 그룹의 선정방안, 설문결과와 객관적 신뢰도 향상, 현재 법률적으로 구분되고 있는 사면의 종류 및 지반조건의 세분화 등에 관한 현실적 여건이 반영되어야 이와 같은 연구의 결과를 보다 합리적으로 뒷받침할 수 있을 것이라 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 2007년도 중앙대학교 학술연구비 지원에 의해 수행된 것으로 이에 깊은 감사를 드립니다.

## 참고 문헌

1. 안장원, 김용수, 김수삼 (2001), "AHP기법과 LCC개념을 이용한 교량상부구조 형식의 선정방법에 관한 사례연구", *대한토목학회 논문집*, Vol.21, No.5-D, pp.673-681.
2. 이철규 (2000), *퍼지 및 유전 알고리즘에 의한 교량 시설물의 적정 유지관리 방법*, 박사학위논문, 중앙대학교.
3. 조근태, 조용근, 강현수 (2005), *앞서가는 리더들을 위한 계층분석적 의사결정*, 형설출판사, 서울.
4. 한중근 (1997), *억지발뺏을 이용한 사면의 안정해석 및 설계*, 박사학위논문, 중앙대학교.
5. 한중근, 이종영, 이명호, 최봉근 (2007), "영향인자를 고려한 절토사면 보강공법 선정기법", *한국토목섬유학회 논문집*, Vol.6, No.2, pp.27-32.
6. Miller, G. A. (1956), "The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits On Our Capacity for Processing Information", *Psychological Rev.*, Vol.63.
7. Vargas, L. G. (1990), "An Overview of the Analytic Hierarchy Process and Its Applications", *European Journal of Operational Research*, 48, pp.2-8.
8. Saaty, T. L. (1995), "Decision Making for Leaders (AHP series)", *RWS Publications*, Vol.3.

(접수일자 2008. 3. 31, 심사완료일 2008. 8. 18)