

자산관리관점에서 터널시설물의 서비스 수준 평가항목에 관한 연구

Assessment Items for the Level of Service for Tunnel Facilities from an Asset Management Perspective

정성윤, 나혜숙, 최원식
한국건설기술연구원 ICT융합연구실

Seong-Yun Jeong(syjeong@kict.re.kr), Hei-Suk Nah(hsna@kict.re.kr),
Won-Sik Choi(wschoi@kict.re.kr)

요약

한국은 경제 부흥을 꾀하기 위해 1980년대 말부터 도로시설물 건설을 확대해 왔다. 그 결과, 2010년 이후 부터는 시설물의 보수, 보강 수요가 급증할 것으로 예측된다. 따라서 제한된 예산을 가지고 사용자의 만족 도를 높이면서 시설물의 관리 기술을 혁신하기 위해 자산관리정보시스템을 연구하고 있다. 본 연구는 터널 시설물의 유지관리를 대상으로 서비스 수준을 평가하는 항목을 제시하는 내용으로서, 이를 위해 사용자와 관리자를 구분하여 평가항목의 중요도에 대해서 설문조사를 실시하였다. 설문조사 결과를 토대로 Satty가 제시한 AHP(Analytical Hierarchy Process) 기법을 사용하여 평가항목들의 상대적 중요도를 파악하였다. 사용자관점에서의 중요도는 안정성-이동성-접근성-편리성-관리 효율성-쾌적성-지역 활성화-환경성-정보성 순서로 파악되었다. 또한 관리자관점에서의 중요도는 안정성-이동성-접근성-환경성-지역 활성화-편리성-관리 효율성-정보성-쾌적성 순서로 파악되었다. 이는 도로가 갖는 가장 기본적인 기능인 이동성보다 터널시설물의 안전성에 대한 관심이 더 높다는 것을 의미한다. 따라서 터널시설물의 유지관리 투자계획을 수립할 때 안전성을 확보할 수 있도록 보다 많은 관심과 노력을 기울여야 할 것으로 사료된다.

■ 중심어 : | 자산관리 | 서비스 수준 | 터널시설물 | 계층적 분석절차 |

Abstract

Korea was followed by a rapid increase in road construction investment in late 1980s with the help of strong economic conditions. As a result of such investment, it will be expected that there must be a rapid increase in demand for maintenance or rehabilitation of the facilities after 2010. We are developing asset management information systems for enhancing user's satisfaction and innovating the facility management techniques within a limited budget. We suggested the assessment items for the Level of Service for tunnel facility's operation and maintenance(O&M), in this study. We have surveyed for the importance of assessment items by considering both user's viewpoints and facility management agency's viewpoints. We came to realize the relative importance of the items based on this survey using the Analytic Hierarchy Process(AHP) method proposed by Satty. The relative importance of assessment items in terms of the user's viewpoint was identified in descending order such as safety, mobility, accessibility, convenience, O&M efficiency, comfort, rural revitalization, environment, and information. Also, the importance of the items in terms of the management agency's viewpoint was identified in descending order such as safety, mobility, accessibility, environment, rural revitalization, convenience, O&M efficiency, information, and comfort. It means that safety of tunnel facilities is more important than mobility, although which is the basic function of the road facility, both in agency's and user's concern. Therefore, the agencies have to pay more attentions and efforts to ensure safety of tunnel facilities when they establish the investment plans for the tunnel facility O&M.

■ keyword : | Asset Management | Level of Service | Tunnel Facilities | Analytical Hierarchy Process |

* 본 연구는 한국건설기술연구원의 주요연구사업(공공시설물 자산관리정보시스템 개발)으로 수행되었음.

접수번호 : #111123-001

심사완료일 : 2011년 01월 16일

접수일자 : 2011년 11월 23일

교신저자 : 정성윤, e-mail : syjeong@kict.re.kr

I. 서론

우리나라는 2009년 말을 기준으로 도로 연장 104,983Km, 교량 26,920개소이며 터널 1,287개소가 건설되었다. 또한 매년 신규 건설건수비율이 교량의 경우에 4.2%, 터널은 7.3%씩 증가하고 있다. 도로시설물들 중 건설 시기가 20년 이상 경과된 교량이 5,342개소로, 전체 교량 중 20%를 차지하고 있다[1]. 이와 같이 1980년대 이후의 급격한 도로시설물 건설로 인해 2010년대 후반부터 시설물의 보수·보강 등 유지관리 수요가 지속적으로 증가하고 있다. 이러한 수요 급증은 유지관리 비용을 상승시키고, 시설물 관리기관의 예산 부족을 초래하는 주요 요인이 될 수 있다. 한국건설기술연구원은 제한된 예산으로 사용자의 서비스 만족도를 충족시키면서 사회기반시설물을 최적의 상태로 유지관리할 수 있도록 사회기반시설물 자산관리(Asset Management) 체계 개발을 위한 연구를 수행하고 있다[28]. 본 연구는 자산관리체계를 구현하기 위해서는 터널시설물을 이용하면서 사용자가 느끼거나 얻는 만족도를 정량적으로 표현할 필요가 있다고 판단하였다. 그래서 본 연구는 터널시설물의 사용자 만족도를 서비스 수준(Level Of Service)으로 정하고 만족도에 영향을 미칠 수 있는 요인들을 평가할 수 있는 연구모형을 개발하는 것을 목적으로 수행하였다. 또한 모든 사용자가 평가항목에서 느끼는 만족도가 동일할 수 없기 때문에 이를 객관적으로 표시하기 위해 평가항목들 간의 상대적 중요도를 계산하였다. 본 연구에서 제시하는 연구모형은 터널시설물을 새로 건설하거나 유지관리 전략을 수립하는 의사결정의 요소로 활용될 수 있다. 본 연구는 터널시설물에 대한 서비스 수준 평가모형 제시를 위해 다음과 같은 절차로 연구를 수행하였다. 먼저, 자산관리 체계를 도입한 나라들과 한국에서 발표된 자산관리 추진사례 조사를 통해 자산관리 정의를 비교하였다. 둘째, 사용자의 만족도나 가치가 유지관리 전략과 계획에 반영되기 위한 방법을 찾기 위해 기존의 연구사례 조사를 토대로 국도 상에 있는 터널시설물을 대상으로 서비스 수준 평가항목을 정의하였다. 셋째, 서비스 수준 평가항목을 객관적이고 정량화된 수치로 환산하기 위해 계층적 분석

방법인 AHP(Analytical Hierarchy Process) 기법을 적용하였다. 이 때 서비스 수준 평가항목들 간의 상대적 중요도를 계산하고 이에 대한 유효성을 검증하기 위해 일관성(Consistency)과 대응가능지수(Compatibility)를 계산하였다. 마지막으로, 본 연구를 통해서 얻을 수 있는 활용 방안과 시사점 및 본 연구의 한계를 기술하였다.

II. 이론적 고찰

1. 자산관리체계에서의 서비스 수준 개념

1.1 자산관리 정의

사회기반시설물의 유지관리 방식은 크게 사후 대응적(Fix-On-Failure) 방식과 사전 예방적(Predict & Prevent) 방식으로 구분할 수 있다. 전자는 Worst first 개념을 통해 시설물의 상태에 따라 수동적으로 대처하는 방식으로 초기 비용부담이 적은 반면 후자는 시설물의 상태평가를 통해 성능을 예측하여 시설물의 파손, 훼손 등이 발생하기 전에 예방하는 적극적 관리방식으로서 초기 비용부담이 크다. 기존의 사전 예방적 유지관리 방식은 사회기반시설물의 안전성 유지관리 측면과 경제적 측면에서 사후 대응적 방식보다 효과적이지만 사용자 만족도나 가치가 제대로 반영되지 못하기 때문에 최적의 의사결정 지원에 한계가 있다. 이러한 이유로, 미국, 영국, 호주, 뉴질랜드, 캐나다 등의 나라들은 사전 예방적 유지관리 방식을 토대로 최소의 비용으로 사회기반시설물의 보존이나 교체시기를 최대한 연장하기 위해 자산관리(Asset Management) 체계를 도입하고 있다. 자산관리는 시설물이 갖고 있는 기능성과 안전성을 확보하면서 사용자의 만족도나 가치를 충족시킬 수 있는 새로운 유지관리 방식이다.

1.2 서비스 수준 정의

사전에서는 서비스(Service)를 “물질적 재화 이외의 생산이나 소비에 필요한 노무(勞務)”라고 정의하였으며 경제학 관점에서도 “토지·자본·노동이라는 각 생산요소나 정부 등이 재(財)를 생산하거나 또는 직접 인간

의 욕망을 충족시키고자 하는 봉사 활동”이라고 정의하고 있다[12]. 서비스의 사전적 의미와 도로용량편람 및 선행연구에서 제시한 도로시설물을 대상으로 한 서비스 수준 개념을 종합적으로 유추하면 도로시설물에 대한 서비스 수준은 도로 이용자의 심리적, 공간적 단축 효과, 통행시간의 절감 효과, 차량운행비용의 절감효과 및 도로건설로 인한 편익 등을 종합적으로 제공하는 것이라고 말할 수 있다. 설재훈 외[10]과 김성득 외[11]에서 제시한 도로시설물의 서비스 기준을 준용하면 우리나라는 도로 설계 시, 통행속도, 교통량, 교통용량의 비율, 교통밀도, 교통량에 따른 도로운행 상태의 질 등을 서비스 수준의 평가 요소로 사용하고 있다. 서비스 수준을 정량적으로 나타내기 위해서는 서비스 평가항목과 성능지표(Performance Indicator)를 활용하게 된다. 일반적으로 지표(Indicator)는 정성적인 자료나 대량의 자료를 보다 쉽게 인식할 수 있도록 정량적 수치로 환산하거나 가공하여 표현하는데 많이 사용된다. 김호정 외[12]에서 말하는 교통서비스 지표의 정의와 선종완 외[24]의 교통서비스 개념 정의를 토대로 정리하면 성능지표는 사회기반시설물을 얼마나 효율적으로 사용자의 가치나 만족도를 충족시킬 수 있는 지에 대한 서비스 품질 수준을 나타내는 수치를 말한다. 서비스 수준은 사회기반시설물의 자산관리관점에서 효율적인 유지관리를 위한 의사결정에 영향을 미치는 중요한 열쇠라 할 수 있다. 따라서 적절하게 정량화할 수 있는 서비스 수준의 설정이 중요하며, 기술적으로도 의미가 있고 중

요하다고 판단되는 기준이 서비스 수준의 평가항목으로 사용되어야 한다.

2. 선행 연구

2.1 자산관리 정의 연구사례

한국은 2000년대 중반부터 일부 사회기반시설 유지관리 기관에서 자산관리 체계 도입에 대한 관심을 갖기 시작하였다. 그러나 미국, 영국, 호주, 뉴질랜드, 캐나다에 비교해 보면 그 수준이 초보적인 단계에 머물러 있다. 본 연구는 사전 예방적 유지관리를 기초로 한 자산관리 체계를 사회기반시설물의 유지관리에 적용시키기 위한 일환으로써 우선 자산관리의 개념을 파악하고자 국내외에서 발표된 연구사례나 매뉴얼에서 정의한 자산관리의 개념을 조사하였다. 조사 결과 자산관리 체계를 도입하기 하기 위한 궁극적인 목적은 유사하나 [표 1]과 같이 자산관리를 도입한 나라들은 자국의 실정에 맞게 자산관리를 서로 다르게 정의하고 있다.

2.2 도로교통시설물의 서비스 수준 선행연구 사례

도로교통시설물의 서비스 수준과 관련하여 가장 많이 참조되고 있는 기준으로, 도로용량편람(Highway Capacity Manual : HCM)이 사용되고 있다. 도로용량편람은 미국에서 개발하였으며 한국은 미국의 편람을 토대로 한국 실정에 맞게 도로용량편람(KHCM)을 만들어 2006년에 발표하였다[10]. 도로용량편람에서 말하는 서비스 수준은 통행속도, 통행시간, 안전성 등 도로

표 1. 자산관리 정의 비교

구분	자산관리 정의
국제사회기반시설관리 매뉴얼 (IIMM)[2]	요구된 서비스 수준을 제공하기 위한 목적으로, 비용대비 가장 효율적 방식으로 물리적 자산에 적용되는 관리적, 재정적, 경제적, 공학적 및 기타 사례들을 결합한 것
미국 연방도로관리청(FHWA)[3]	유형 자산들을 가장 경제적으로 유지관리하고 개선하는 시스템적인 절차
영국 자산관리협회(IAM)[4]	조직적 전략 계획을 달성하기 위한 목적으로, 생애주기에 걸쳐 자산과 자산시스템, 연관된 성능, 위험, 투자비용을 최적으로 지속가능한 관리를 통해 체계적이고 조율된 활동과 실행하는 것
조문영 외[5]	공공시설물의 목표관리수준을 정하고 최소한의 비용으로 최대한의 효과를 얻기 위한 체계적, 과학적, 계획적인 유지관리업무 프로세스와 이에 기반이 되는 조직 및 시스템
김지원[6]	자산의 비용-편익이라는 측면에서 효과적으로 관리하고 보호하며, 업그레이드 하는 일련의 시스템
이명규 외[7]	운영주체로 하여금 도로시설물의 전체 생애주기에 걸쳐서 투입되는 비용에 대해서 더 나은 편익 또는 가치를 얻을 수 있도록 의사결정을 도와주는 체계적인 방법론
홍태훈[8]	현재 그리고 미래의 고객을 위해 제공할 자산의 생성, 취득, 관리, 운영, 갱신, 그리고 처리를 통해 비용측면에서 가장 효과적인 방법으로, 고객이 요구하는 서비스(level of service required by customer)를 충족시키는 것

시설에서 제공하는 서비스를 정성적 또는 정량적으로 평가한 것을 의미한다. 한국형 도로용량편람은 다음 계산식과 같이 밀도, 교통량, 교통량 대 도로용량비율(V/C), 공간평균속도 등의 요소를 가지고 교통량, 속도, 점유율 등 교통특성을 분석하였다. 분석결과를 토대로 교통정체의 심화정도를 구분하기 위해 교통정체 결정지표(Congestion Index)를 서비스 수준의 척도로 사용하고 있다.

$D = V_p / S$ ----- (서비스 수준의 결정 기준이 되는 밀도 계산식)

(D=밀도(pcpkmp), V_p =교통류율(pcpphpl), S= 평균 자동차 속도(mkmp), pcpkmp=passenger car per km per lane), pcpphpl = passenger car per hour per lane, mkmp= means km per hour)

앞의 밀도 계산식에서 보듯이 미국과 한국의 도로용량편람에서 제시하는 서비스 수준은 단순히 교통정체만을 고려하기 때문에 실제 도로시설물을 이용하는 사용자의 가치나 만족도를 충분히 반영하지 못하는 한계를 가지고 있다. 이외에도 도로교통시설물에 대한 서비스 수준평가모형이 사용자의 만족도 관점보다는 생애주기비용이나 비용-편익을 고려한 관리자 관점이나 시설물의 구조형식이나 공법 등 기술적 관점에서 제시되는 경우가 많았다.

한편, 2000년대 중반부터 도로시설물의 서비스 수준에 대한 요구가 커지기 시작하면서, 정부는 2005년에 도로시설물을 사용하는 사람의 만족도와 가치를 반영할 수 있도록 「건설교통부의 도로정비 기본계획 수정계획」을 발표하였다[9]. 이 기본계획은 도로법에 의거 5년마다 도로정비기본계획을 수립하는 법정계획으로서 기본계획은 도로정비 목표 및 관리계획, 친환경적인 도로 건설방안, 소요예산 등의 내용을 포함하고 있다. 이 수정계획에는 건설교통정책 목표와 서비스의 상관성을 고려하여 이용자 비용 절감, 서비스 향상, 이용 편의성, 쾌적성, 편리성, 안전성 등 서비스 수준에 관한 내용을 포함하고 있다.

[표 2]는 도로교통시설물의 서비스 수준과 관련하여 발표된 연구사례 중 서비스 수준을 평가하는데 사용되었던 항목을 정리한 것이다.

III. 터널시설물의 서비스 수준 평가 연구모델 개발

3.1 터널시설물의 서비스 수준 선정 사유

국내에서 발표된 논문들 중에 도로교통시설물과 관련하여 자산관리 개념을 적용한 논문들은 대부분 도로 포장, 교차로 및 교량의 시설물을 대상으로 하였다. 터널이나 지하차도를 대상으로 한 연구사례는 거의 전무하다. 따라서 본 연구는 사전 예방적 방식을 기초로 한 자산관리 체계 도입을 위한 방안으로서 일반국도 상에 있는 터널시설물을 대상으로 서비스 수준 평가 모형을 마련하고자 하였다.

3.2 서비스 수준 평가항목 선정

본 연구는 터널시설물이 제공하는 서비스를 제공받는 사용자가 느끼는 만족도가 서비스 수준의 평가항목으로 선정될 수 있도록 다음과 같이 1차 평가항목 선정 기준을 마련하였다. 먼저, 네트워크 레벨관점에서 터널 시설물이 제공하는 일반적인 기능을 평가항목으로 선정하여야 한다. 둘째, 도로교통시설물에 대한 선행연구에서 가장 빈번하게 사용되는 항목이어야 한다. 셋째, 터널시설물을 건설하거나 유지관리를 위해 의사결정과정에 참조되는 필수요소들이 평가항목으로 사용되어야 한다. 끝으로 향후 사용자 가치 변화를 금전적으로 환산할 수 있도록 현재와 목표 서비스수준 차이를 정량화할 수 있는 항목을 선정해야 한다.

이와 같은 기준에 따라 우선 도로교통시설물에 대한 선행연구에서 사용된 평가항목을 대상으로 유사한 의미를 갖는 항목들을 하나의 그룹으로 묶고 이를 대표할 수 있는 항목을 정하고 대표항목에 대한 사용빈도수를 조사하였다. 예를 들어 선행연구에서 사용된 청결상태, 신미성, 터널주변정비 상태, 여행성 등의 대표항목으로 “쾌적성”을 정하고 이들 항목에 사용된 횟수를 계산하였다. 다음으로 터널시설물을 건설하거나 유지관리하는 업무 프로세스에서 사용자 만족도에 영향을 미칠 수 있는 요소들을 파악하였다. 예를 들어 환경영향평가, 교통량조사, 경제성분석, 비용/편익분석, 주민설명회 등 업무프로세스 요소들이 사용자 만족도에 영향을 줄 수

표 2. 도로교통시설물관련 서비스 수준 평가항목 적용사례

연구자	서비스 수준 평가항목
김성득 외[11]	• 신호교차로의 서비스 수준 : 교통용량에 따른 교통지체, 교통량/용량, 포화도
김호정 외[12]	• 교통서비스 : 이동성, 편리성, 쾌적성, 안전성, 정보제공 • 이동성 지표 : 주행속도비율, 교통투자비율, 실제주행시간/계획주행시간, 상대지체율, 도로평균주행 속도, 인구천명당고속도로 연장 • 편리성 지표 : 우회도로 유무, 도로포장상태, 연동화교차로개수, 대중교통배차간격(분), 좌석점유율, 통행당환승 횟수, 도로표지 시인성, 도시철도연장당환승주차면수, 대중교통과개인교통의수송비용비율 • 쾌적성 지표 : 터널개수, 교량개수, 대중교통차내정소상태, 대중교통방난방, 주행속도편차, 노면 가로수 • 안전성 지표 : 도로폭원, 적정설계속도, 교차로신호체계, 도로협프, 과속단속카메라개수, 대중교통차내안전시설, 급커브개수, 사고발생건수, 대중교통난폭운전 • 정보제공 지표 : 우회경로안내, 교통표지판신뢰도, 교통정보종류, 정보전달방법, 대중교통연계교통수단안내, 대중교통차내은행 노선도 시인성, 대중교통정보제공 광역성, 정류장도착시간 정보제공
(구)건설교통부[9]	• 도로정책지표 : 쾌적성, 편리성, 안전성 • 쾌적성 : 도로개발의 환경친화성, 교통난해소, 도로의 접근성개선, 도로개발의 균형성, 도로재원의 투자효율성 • 편리성 : 기존도로시설이용 효율성 제고, 도로관리의 과학성, 도로건설의 첨단미래화, 도로교통 정보화 • 안전성 : 도로의 안전성확보, 노약자를 위한 도로편의성 증대
오성호 외[13]	• 스마트 교통 • 인프라에 대한 서비스목표 : 이동성, 관리성, 쾌적성, 정보성, 안전성 • 안전성 지표 : 돌발 상황에 의한 지체 시간 비용
정일호 외[14]	• 장래기반시설 확충 시 추진요인 : 시설확충/인프라개선, 운영방식 개선, 비용서비스 개선 • 시설확충/인프라개선 : 도로확보, 도로기반시설 확충, 교통기반인프라 개선 • 운영방식 개선 : 운영방식의 효율성, 안전성 확보, 신속성, 정시성 확보, 운영조직의 효율성 • 비용서비스 개선 : 운임 비용의 저렴화실용화, 서비스의 질적 향상, 시설 이용의 편의성접근성, 쾌적성신속성정시성
이명규 외[7]	• 상태평가 : 자산의 물리적 상태 측정 • 요구조건 : 안전성, 이용가능성, 접근성
장재남 외[15]	• 고속도로 설계 서비스 수준 : 통행속도, 통행시간, 통행자유도, 안락감, 교통안전
임진경 외[16]	• 보행서비스 수준 지표 : 보행교통류율, 보행점유공간, 보행밀도, 보행속도
박하승 외[17]	• 2차로 도로의 서비스 수준지표 : 총지체비용, 총교통사고비용
설재훈 외[10]	• 교통체증상태 정도
조문영 외[5]	• 사용자기치 : 환경(지속가능성), 경제(접근성, 비용 적정성, 품질), 사회 문화(건강과 안전, 신뢰성과 대응, 고객센터)
정현영 외[18]	• 도로교통환경 평가척도 : 쾌적성, 안전성, 편리성
손방훈[19]	• 운전자가 느끼는 서비스 질 평가 : 정량적 측면과 정성적 측면으로 구분 • 정량적 측면 : 통행속도, 지체, 속도의 일관성, 도로의 기하구조 • 정성적 측면 : 도로주변 정비 상태, 타운전자의 법규위반정도, 도로의 청결상태
Hostovskydijl 외[20]	• 고속도로 통행인식 : 밀도/기동성, 안전, 교통정보
이희승 외[21]	• 도로 서비스 수준 평가 : 정량적 측면과 정성적 측면으로 구분 • 정량적 항목 : 도로신호운영, 도로기하구조, 도로교통류 • 정성적 항목 : 도로 유지관리, 도로이용형태, 도로경관, 도로정보
문병근 외[22]	• 도로 서비스 수준 척도 : 교통류율, 속도, 밀도, 점유율을 통한 최대 교통류율과 점유율사이의 특성관계
강원의 외[23]	• 자동차전용도로의 연결로 접속부 서비스 수준 : 교통량, 속도, 밀도를 통한 교통량
선종환 외[24]	• 쾌적성(도로주변의 정리 상태), 안전성(법규위반 정도), 편리성(도로의 청결상태), 통행속도, 지체, 속도의 일관성, 도로의 기하 구조

있으며 이들 요소 중 환경영향평가와 경제성분석은 선행연구에서 평가항목으로 빈번히 사용되었다.

본 연구는 이렇게 조사된 항목들을 대상으로 2차로 다음과 같은 고려사항을 준용하여 터널시설물의 서비스 수준 평가항목을 선정하였다. 먼저 터널도 도로시설물의 일부이기 때문에 도로시설물의 가장 기본적인 기능으로 '이동성'이 있다. 미국이나 한국의 도로용량편람에서도 '이동성'을 서비스 수준의 평가항목으로 채택하고 있다. 그래서 본 연구는 터널시설물의 서비스 수준의 평가항목으로 '이동성'을 채택하였다. 두 번째로, 앞에서 조사한 선행연구에서 가장 빈번하게 사용되었던

평가항목들 중 터널시설물과 직접적으로 관련된 '안전성', '쾌적성', '접근성', '편리성', '정보성'을 서비스 수준의 평가항목으로 채택하였다. 세 번째로, 터널시설물을 직접적으로 운용 및 유지관리하는 기관의 고유 기능을 충족시키기 위해서는 기본적으로 터널시설물을 효율적으로 관리해야 한다. 따라서 터널시설물 관리기관의 관점을 고려하여 '관리의 효율성'도 평가항목으로 선정하였다. 다음으로 도로시설물이 제공하는 서비스의 질에 대한 평가기준이 과거에는 이동성과 접근성이었으나 점차 교통 흐름, 안락감 등 사용자가 느끼는 감성으로 전환되고 있는 추세이다. 특히 터널시설물 주변의 소음

이나 대기오염 또는 생태계에 미치는 환경 영향에 대한 중요성이 강조되고 있어 터널시설물이 주변 환경에 미치는 영향요인들이 서비스 수준으로 반영될 수 있도록 ‘환경성’을 평가항목으로 결정하였다. 끝으로 터널시설물의 위치에 따라 지역경제나 도시생활화에 영향을 미칠 수 있다. 그래서 ‘지역 활성화’도 평가항목으로 선정하였다. 이외에 선행연구에서 빈번하게 제시된 교통신호, 교차로나 연결도로, 대중교통, 보행자 안전 등의 항목들은 터널시설물의 서비스수준에 직접적으로 관련이 되지 않아 평가항목에서 제외되었다.

다음 [그림 1]은 본 연구에서 제시한 터널시설물의 서비스 수준 평가항목들을 계층적 구조로 나타낸 것이며 [표 3]은 본 연구에서 제시한 서비스 수준의 평가항목에 대한 설명이다.

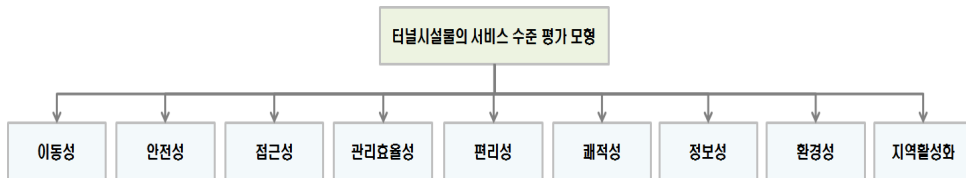


그림 1. 터널시설물의 서비스 수준 평가항목

표 3. 터널시설물의 서비스 수준 평가항목 설명

평가항목	항목 설명	선정 기준
이동성	터널구간을 통과하는데 소요되는 시간 또는 주행속도 (속도일관성, 주행성(속도, 시간, 밀도), 교통량, 점유율, 차로수, 경사, 신속성(지체, 정체), 우회, 통행자유도, 차량성능 등의 항목을 대표함)	터널시설물의 가장 기본적인 기능으로, 도로용량편람을 참조하여 항목을 설명
안전성	터널구간에서 발생한 교통사고, 붕괴사고 등 안전성과 이로 인해 시간/비용 손실 정도 (교통안전, 법규준수수준, 교통사고, 안전운행, 손상비용, 제한속도, 단속기준, 충돌/대인사고 등의 항목을 대표함)	선행연구에서의 사용빈도수를 기준으로 항목 선정
접근성	터널시설물을 접근하기 위한 터널의 기하구조에 대한 평가나 이용 가능성 정도 (교통흐름, 기하구조(곡선부, 종단선형, 복합선형)등 터널의 물리적 조건, 인지성 등의 항목을 대표함)	선행연구에서의 사용빈도수를 기준으로 항목 선정
관리 효율성	터널시설물의 상태와 열화 정도 또는 파손 등에 따른 복구 신속성 정도 (운영비용, 터널시설 품질, 자연재해, 생산성, 경제성, 포장상태, 장애물 유무, 노면표시상태 등의 항목을 대표함)	터널시설물의 효율적인 유지관리 관점에서 항목선정
편리성	터널시설물의 이용하는 사람이 느끼는 편리성이나 안락감 정도 (편리성, 안락성, 이용만족도 등의 항목을 대표함)	선행연구과 사용자 만족도관점에서 사용빈도수를 기준으로 항목 선정
쾌적성	터널구간을 통과하는 이용자가 느끼는 감정의 정도 (청결상태, 신미성, 터널주변정비 상태, 여행성 등의 항목을 대표함)	사용자 만족도관점에서사용빈도수를 기준으로 항목 선정
정보성	터널시설물 이용에 필요한 정보 서비스의 질 (교통상황정보, 정보제공방식, 정보가치, 교통정보의 정확성, 신속성, 신뢰성 등 만족도 등의 항목을 대표함)	선행연구과 사용자 만족도관점에서 사용빈도수를 기준으로 항목 선정
환경성	터널구간에서 발생하는 대기오염이나 생태계에 미치는 정도 (친환경성, 환경오염, 동물이동, 에너지/환경 등의 항목을 대표함)	계획단계에서 환경영향평가가 필수요소와 선행연구의 사용빈도수를 기준으로 항목 선정
지역활성화	터널시설물이 지역경제나 지역사회에 영향을 미치는 정도 (도시생활기반 확보, 지속가능성, 지역사회영향, 공익성 등의 항목을 대표함)	타당성조사단계에서 경제성 분석 필수요소와 선행연구의 사용빈도수를 기준으로 항목 선정

3.3 서비스 수준 평가항목의 중요도 계산 절차

본 연구는 [그림 2]와 같은 절차를 통해 설문조사와 서비스 수준의 평가항목의 중요도를 계산하였다. 설문 조사는 터널시설물의 유지관리 측면과 사용자의 가치 측면을 균일하게 반영할 수 있도록 지방국토관리청의 직원과 운전면허가 있는 일반사용자를 대상으로 설문 조사를 하였다. 터널시설물의 서비스수준은 터널을 이용하면서 평소에 느꼈던 만족도나 터널에서 제공해주길 바라는 점을 일반사용자관점에서 평가할 수 있도록 특정 전문가 그룹을 설문조사 대상으로 선정하기보다는 관리청 직원과 일반인을 표본으로 선정하였다. 관리청의 직원은 터널시설물을 신규로 건설하거나 운용하는데 직접적으로 관여하면서도 터널시설물을 이용하기 때문에 평소에도 터널시설물의 이용 만족도에 관심을

가지고 있어 설문대상으로 선정하였다. 일반인을 선정하는 과정에서 운전면허가 없는 사람은 이동차량의 탑승자 역할로, 실제 운전자가 터널시설물 이용구간에서 느끼는 만족도보다 낮기 때문에 설문조사 대상자에서 배제하였다. 한편 조성훈 외[27]에서 AHP 기법 적용에 필요한 설문조사 대상의 규모가 10~15명이 충분하다고 제시한 것을 참조하고 응답결과의 이상치로 인해 조사 대상에서 제외되는 사람의 수를 고려하여 조사대상 인원으로 관리청 16명과 일반사용자 17명으로 한정하였다. 설문은 서비스 수준 평가항목의 중요도를 정량화할 수 있도록 평가항목별로 5점 척도방식으로 측정하였다. 다음으로 AHP 기법을 사용하여 응답자별로 평가항목에 대한 쌍대비교와 쌍대행렬 계산을 통해 상대적 중요도를 계산하였다. AHP는 Thomas L. Satty(1982)가 고안한 다기준 의사결정 방법들 중 가장 많이 사용되는 방법이다[26]. 본 연구는 계산과정에서 상대적 중요도가 논리적이면서 일관되게 응답되었는지를 검증하기 위해 일관성을 계산하였다. 일관성 검증을 통해 평가항목의 상대적 중요도가 0.1 이하인 경우에만 응답자의 평가항목을 조사 대상으로 채택하였다. 다음으로 응답자별로 평가항목에 대한 기하평균행렬과 대응가능지수를 계산하였다. 대응가능지수가 상위 75%에 해당되는 응답자만 조사 대상으로 채택하였다. 끝으로 최종 쌍대비교행렬 계산을 통해 중요도를 계산한 후, 평가항목별 중요도의 우선순위를 정하였다.

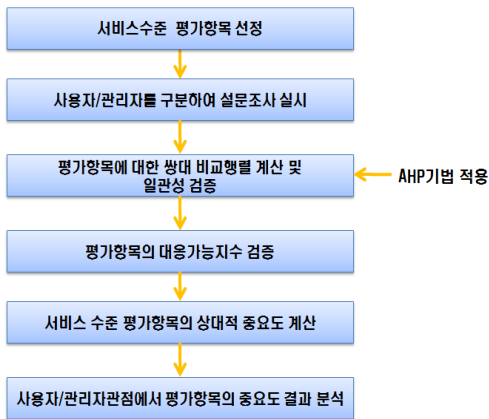


그림 2. 터널시설물의 서비스 수준 평가 절차

3.4 평가항목별 중요도 계산 및 일관성 검증

평가항목별 중요도를 계산하기 위해 먼저 설문조사에 참여한 응답자의 평가항목별로 쌍대비교를 통해 쌍대비교행렬(식 1)을 구하였다. 이 과정에서 행렬의 최대고유치와 고유벡터를 계산(식 2)하여 응답자별로 제시한 평가항목별 상대적 중요도를 계산하였다. 다음으로 평가항목들이 얼마나 논리적으로 일관성을 가지고 있는지를 검증하기 위한 일관성 비율(Consistency Ratio)을 계산(식 3)하였다. 일관성 비율의 값이 낮을수록 논리적 일관성이 높다는 의미를 갖는다. 일관성 비율이 0.1 이하인 경우에만 응답결과가 논리적으로 일관성 있다고 판단하여 조사 대상으로 채택하였다.

$$\text{쌍대비교행렬} \Rightarrow a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \quad (1)$$

(a_{ij} : 항목 i 와 j 를 쌍대 비교한 행렬 원소, w_i : i 번째 기준 원소, w_j : j 번째 비교 원소)

$$\text{최대고유치} \Rightarrow A \times w = \lambda \times w \quad (2)$$

(A : 쌍대비교행렬, w : 고유벡터, λ : 비교행렬 A 의 고유값)

$$\text{일관성 비율(CR)} \Rightarrow \frac{CI}{RI} \times 100\% \quad (3)$$

(무작위지수(Random Index: RI): 행렬차수 n 에 대한 무작위지수)

$$\text{일관성 지수(CI)} \Rightarrow \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

(λ_{\max} : 최대고유치, n : 평가기준 수)

다음 [표 4]와 [표 5]는 AHP 기법을 사용하여 얻어진 관리자와 사용자관점에서의 서비스 수준 평가항목에 대한 일관성 비율을 나타낸 것이다.

3.5 평가항목에 대한 대응가능지수 검증

평가항목의 일관성 비율이 낮다고 하더라도 반드시 올바른 응답이라 할 수는 없다. 응답결과가 한쪽으로 편중되는 이상치가 집중되는 경우에는 평가항목의 중요도를 정확하게 파악할 수 없게 된다[27]. 이러한 문제를 해결하기 위해 대응가능지수(Compatibility) 계산(식 4)방식을 사용하여 응답자별로 평가항목에 대한 이상치를 검증하였다.

$$\text{대용가능지수} = \frac{1}{n^2} e^T A \circ B^T e \quad (4)$$

(n^2 : 최고고유치의 제곱값, e^T : 기준행렬과 비교판단 행렬 간 편차의 전치행렬, A: 기준행렬, B^T : 비교행렬의 전치행렬, \circ : Hadamard Product, e: e^T 의 역행렬)

응답결과의 이상치를 최소화하기 위해 대용가능지수

를 기준으로 상위 75% 내에 존재하는 응답자만을 조사 대상으로 선정한 후, 최종적인 쌍대비교행렬을 산출하여 중요도를 계산하였다. [표 6]과 [표 7]은 사용자관점과 관리자관점에서 서비스 수준 평가항목을 가지고서 기준행렬을 나타낸 것이다.

표 4. 사용자관점에서 응답자별 평가항목의 일관성 비율 비교

응답자 \ 평가항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
이동성	0.068	0.027	0.027	0.027	0.000	0.000	0.005	0.004	0.027	0.068	0.004	0.068	0.005	0.068	0.027	0.027	0.003
안정성	0.054	0.100	0.062	0.062	0.000	0.020	0.044	0.073	0.069	0.020	0.024	0.003	0.040	0.040	0.020	0.062	0.074
접근성	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
관리 효율성	0.073	0.259	0.090	0.062	0.000	0.007	0.051	0.000	0.073	0.052	0.024	0.015	0.027	0.041	0.041	0.000	0.054
편리성	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
쾌적성	0.081	0.041	0.097	0.041	0.003	0.082	0.020	0.000	0.020	0.040	0.030	0.052	0.415	0.015	0.083	0.020	0.020
정보성	0.073	0.048	0.062	0.041	0.003	0.040	0.000	0.020	0.007	0.020	0.023	0.071	0.098	0.053	0.024	0.020	0.096
환경성	0.073	0.057	0.027	0.041	0.003	0.000	0.094	0.062	0.000	0.088	0.010	0.052	0.089	0.073	0.062	0.062	0.020
지역활성화	0.027	0.503	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	0.068	0.000	0.026	0.000	0.038	0.070	0.000	0.000	0.000

표 5. 관리자관점에서 응답자별 평가항목의 일관성 비율 비교

응답자 \ 평가항목	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
이동성	0.027	0.027	0.027	0.000	0.027	0.000	0.027	0.027	0.000	0.005	0.070	0.000	0.070	0.000	0.027	0.000
안정성	0.020	0.020	0.057	0.015	0.015	0.041	0.041	0.092	0.015	0.000	0.087	0.000	0.073	0.015	0.007	0.040
접근성	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
관리 효율성	0.073	0.003	0.052	0.007	0.033	0.020	0.041	0.015	0.000	0.000	0.072	0.020	0.088	0.007	0.015	0.000
편리성	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
쾌적성	0.041	0.062	0.003	0.007	0.086	0.041	0.000	0.027	0.003	0.007	0.082	0.000	0.082	0.007	0.039	0.000
정보성	0.041	0.041	0.048	0.000	0.003	0.048	0.000	0.062	0.073	0.020	0.072	0.020	0.072	0.000	0.020	0.014
환경성	0.080	0.024	0.020	0.065	0.041	0.062	0.007	0.062	0.010	0.003	0.043	0.062	0.017	0.065	0.003	0.020
지역활성화	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.027	0.000	0.027	0.027	0.000	0.009	0.000	0.069	0.000	0.000	0.027

표 6. 사용자관점에서 평가항목별 기준행렬

	이동성	안전성	접근성	관리효율성	편리성	쾌적성	정보성	환경성	지역활성화
이동성	1.000	0.646	1.277	1.264	1.308	1.550	1.651	1.256	1.395
안전성	1.548	1.000	1.560	1.882	1.894	2.354	2.041	1.530	1.703
접근성	0.783	0.641	1.000	1.185	1.165	1.362	1.385	0.848	1.052
관리효율성	0.791	0.531	0.844	1.000	1.074	1.157	1.138	0.870	1.035
편리성	0.765	0.528	0.858	0.931	1.000	1.386	1.682	0.992	1.190
쾌적성	0.645	0.425	0.734	0.864	0.722	1.000	0.975	0.818	0.883
정보성	0.606	0.722	0.722	0.879	0.594	1.025	1.000	0.863	0.952
환경성	0.796	0.654	1.179	1.149	1.008	1.223	1.159	1.000	1.225
지역활성화	0.717	0.587	0.950	0.966	0.840	1.133	1.050	0.816	1.000

표 7. 관리자관점에서 평가항목별 기준행렬

	이동성	안전성	접근성	관리효율성	편리성	쾌적성	정보성	환경성	지역활성화
이동성	1.000	0.747	1.264	1.167	1.305	1.272	1.731	1.540	1.339
안전성	1.338	1.000	1.707	1.813	1.813	2.134	2.055	1.952	1.949
접근성	0.791	0.586	1.000	1.158	1.044	1.282	1.676	1.694	1.565
관리효율성	0.857	0.551	0.864	1.000	0.917	0.798	1.554	1.320	1.139
편리성	0.766	0.551	0.958	1.091	1.000	1.189	1.525	1.707	1.364
쾌적성	0.786	0.469	0.780	1.253	0.841	1.000	1.738	1.593	1.274
정보성	0.578	0.597	0.597	0.644	0.656	0.575	1.000	0.834	0.819
환경성	0.649	0.512	0.590	0.758	0.586	0.628	1.199	1.000	1.044
지역활성화	0.747	0.513	0.639	0.878	0.733	0.785	1.220	0.958	1.000

표 8. 사용자관점에서 응답자별 대응가능지수 비교

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1.62	1.30	1.27	1.17	1.34	1.10	1.10	1.13	1.22	1.29	1.42	1.16	1.25	1.12	1.14	1.08	1.26

표 9. 관리자관점에서 응답자별 대응가능지수 비교

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.23	1.19	1.49	1.16	1.20	1.07	1.08	1.26	1.44	1.13	1.33	1.19	1.46	1.16	1.09	1.10

다음 [표 8]과 [표 9]는 사용자관점과 관리자관점으로 구분하여 응답자별로 대응가능지수를 나타낸 것으로, 이들 표에서 상위 75%에 해당되는 응답자는 밑줄로 표시하였다. 밑줄로 표시되지 않은 사용자관점에서의 6, 7, 14, 16번 응답자와 관리자관점의 6, 7, 15, 16번 응답자는 일관성 비율이 0.1 이하이지만 다른 응답자에 비해 이상치가 높기 때문에 객관적인 상대적 중요도를 파악하기 위해 중요도 분석대상에서 제외시켰다.

3.6 중요도 계산 결과 분석

터널시설물의 서비스 수준에 대한 평가항목별 중요도 결과는 [표 10]과 같다. 중요도는 현재 서비스 수준과 사용자나 관리자가 요구하는 서비스 수준들 간의 차이 변화에 따른 가중치를 계산하는데 활용된다. 이 가중치는 다시 경제적 가치를 환산하는데 적용될 수 있다. 터널시설물의 서비스 수준 평가를 위한 중요도 분석 결과는 다음과 같이 정리할 수 있다. 먼저 사용자나 관리자 모두 터널시설물의 서비스수준 평가항목으로 '안전성'이 가장 중요하다고 응답하였는데 이는 도로가

표 10. 터널시설물 서비스 수준 평가항목별 중요도 집계표

평가항목	사용자관점		관리자관점	
	중요도	순위	중요도	순위
이동성	0.136	2	0.133	2
안전성	0.179	1	0.219	1
접근성	0.109	3	0.119	3
관리 효율성	0.100	7	0.101	5
편리성	0.102	6	0.108	4
쾌적성	0.077	9	0.100	6
정보성	0.082	8	0.064	9
환경성	0.109	3	0.076	8
지역 활성화	0.107	5	0.083	7

갖는 가장 기본적인 기능인 "이동성"보다 터널시설물에 대한 안전성에 대한 관심이 높다는 것을 의미한다. 따라서 단·중·장기적으로 터널시설물의 유지관리 투자계획을 수립할 때 안전성을 확보할 수 있도록 사전 예방적 유지관리 방식에 기반을 둔 상태 점검과 예측에 보다 많은 관심과 노력을 기울여야 할 것으로 사료된다. 다음으로 터널시설물은 주로 산악과 같이 경사지역에 위치하고 있어 도로포장이나 교량시설물에 비해 터

널시설물의 물리적, 기하구조적 특성에 민감하다. 때문에 관리자와 사용자 모두 “이동성”과 “접근성”에 대해 관심이 높은 것으로 파악되었다. 세 번째로 사용자는 터널구간에서 발생하는 각종 환경오염 등 친환경성이나 동물이동 등 생태계에 대한 관심이 높은 반면 관리자는 “환경성”의 중요도에 낮은 점수를 주었다. 마지막으로 관리자와 사용자 모두 “정보성” 항목에 관심이 낮은 것으로 파악되었다. 이는 관리자와 사용자 모두 터널시설물 자체를 이용하는데 필요한 정보보다는 사람이 이동하거나 화물을 운송하는 전체 이동구간에 대한 교통상황, 정보제공방식에 대한 정보에 더 큰 관심이 있는 것으로 판단된다. 나머지 서비스 수준 평가항목들의 중요도는 거의 대동소이한 것으로 파악되었다.

V. 결론

도로교통시설물을 건설하거나 유지관리를 위한 투자 계획 수립과정에서 서비스 수준 반영에 대한 사용자의 요구가 커지면서 관련 연구들도 많아지고 있다. 하지만 대부분의 연구가 도로나 교량 또는 교통시설물을 대상으로 하고 있다. 본 연구는 기존에 연구대상으로 하지 않았던 국도상의 터널시설물을 대상으로, 도로용량 등 물리적 관점이나 예산집행 등 관리적 관점 또는 시공공법과 같은 기술적 관점에서의 서비스수준 평가모형과 달리 터널시설물을 이용하면서 사용자가 느끼거나 얻는 만족도를 평가하는 연구모형을 제시하였다. 본 연구는 터널시설물이 기본적으로 제공하는 기능, 사용자 만족도 평가를 위해 선행연구에서 빈번하게 사용된 항목 그리고 터널시설물을 통해 얻어지는 효과 등을 고려하여 서비스 수준 평가항목을 선정하였다. 또한 AHP 기법으로 사용하여 평가항목의 중요도를 계산하였으며 평가항목별 중요도를 사용자관점과 관리자관점으로 구분하여 비교분석하였다. 평가항목별 중요도 분석을 통해 사용자와 관리자 모두 “안전성”, “이동성”, “접근성”이 터널시설물의 서비스수준 평가항목에서 중요한 것으로 나타났다. 본 연구에서 제시한 평가모형은 국토해양부의 지방국토관리청, 지자체의 건설본부, 한국도로

공사 등 시설물 관리기관에서 중·장기적으로 터널시설물의 터널시설물을 최적으로 건설하거나 유지관리하기 위한 전략을 수립하는 과정에서 의사결정 요소로 활용될 수 있다. 또한 본 연구에서 제시한 평가모형을 응용하면 철도, 항만, 상하수도 등 다양한 사회기반시설물의 서비스 수준 평가모형을 개발하는데 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구의 한계로는 네트워크 레벨에서 터널시설물에 대한 평가모형을 제시하였으나 실제 터널시설물에 대상으로 하는 프로젝트 레벨에서의 서비스수준 평가모형을 제시하지 못하였다. 프로젝트 레벨에서의 평가모형은 국도, 고속도로, 지방도 등 도로의 종류와 노선에 따라, 사용자의 연령과 성별에 따라, 이용 시간대별로 주관적 평가가 클 수 있기 때문에 이번 연구에서는 제외되었다.

참고 문헌

- [1] 국토해양부, *도로업무편람*, 국토해양부, 2011.
- [2] Richard Kirby, *International Infrastructure Management Manual*, INGENIUM, 2006.
- [3] FHWA, *Asset Management Primer*, U.S. DOT, 1999.
- [4] Institute of Asset Management, *Asset Management(Part 1: specification for the optimized management of physical assets)*, British Standards, 2008.
- [5] 조문영, 채명진, 김정렬, 이규, 박재우, *자산관리 통합프레임워크 및 정책개발(II)*, 한국건설기술연구원, 2009(12).
- [6] 김지원, “Pavement Preservation & Asset Management”, 한국도로학회, 제7권, 제4호, pp.74-78, 2005(12).
- [7] 이명규, 진남희, 정상화, “자산관리 기법에 근거한 도로시설물 유지관리 필요성 고찰”, 대한토목학회 정기학술대회, pp.2338-2341, 2006.
- [8] 홍태훈, “사회기반시설물 자산관리의 소개”,

KTAM-40 워크숍, pp.6-12, 2007(12).

[9] 건설교통부, *건설교통부의 도로정비 기본계획 수정계획:2006-2010*, 건설교통부, 2005.

[10] 설재훈, *도로용량편람 개정 및 보완연구 최종보고서(1차년도)*, 국토해양부, 2010(12).

[11] 김성득, 박창수, 박원규, “한국도로용량편람과 미국 HCM2000의 신호교차로 서비스 수준 결정에 관한 고찰”, *대한교통학회지*, 제19권, 제5호, pp.143-154, 2001.

[12] 김호정, 김종학, 이준용, 윤하중, *교통서비스지표 개발 및 활용 방안 연구*, 국토연구원, 2006(12).

[13] 오성호, 김호정, 김준기, 백승걸, 이영인, *스마트 인프라 투자평가 방법론*, 국토연구원, 2010(10).

[14] 정일호, 김호정, 이미영, 정선영, *전국 도로망체계 발전방안 연구(I)*, 국토연구원, 2007(12).

[15] 장재남, 오철, 장명순, “교통안전을 고려한 설계 서비스수준 적용 방안”, *대한토목학회 논문집*, 제20권, 제3호, pp.293-300, 2000(5).

[16] 임진경, 신혜숙, 김형철, “유형별 보행자도로의 서비스수준 평가기준 설정”, *대한토목학회논문집*, 제24권, 제5D호, pp.723-728, 2004(9).

[17] 박하승, 박태훈, 박제진, 하태준, “지체와 사고를 고려한 지방부 2차로도로의 서비스수준 산정에 관한 연구”, *대한토목학회 정기학술대회*, pp.1788-1791, 2007.

[18] 정현영, 김승률, 정준영, “도로교통환경에 따른 지역주민들의 도로평가에 관한 연구”, *부산대학교 도시문제연구소*, Vol.6, No.1, pp.57-62, 1998.

[19] 손방훈, *운전자의 감성요인을 고려한 도로경관 설계모형개발*, 석사논문, 원광대학교, 2006.

[20] Charles Hostovsky, Sarah Wakefield, and Fred L. Hall, “Freeway Users’ Perceptions of Quality of Service”, *Transportation Research Board of the National Academies*, Vol.1883, pp.150-157, 2004.

[21] 이희승, 이수일, 원제무, 허억, “도로 서비스수준 평가를 위한 통합적 지표 개발”, *대한토목학회논문집*, 제29권, 제4D호, pp.473-481, 2009(7).

[22] 문병근, 김태곤, 정유나, “점유율을 이용한 도시 고속도로의 서비스수준(LOS) 평가에 관한 연구”, *대한토목학회 정기학술대회*, pp.1207-1210, 2008.

[23] 강원의, 김영록, “연속류 도로 연결로 접속부의 교통특성 분석 및 서비스 수준 분석 방법에 관한 연구”, *대한토목학회논문집*, 제23권, 제4D호, pp.775-783, 2003(11).

[24] 선종완, 박경훈, 박철우, 이민재, 이동열, “교량 자산관리기법 적용을 위한 서비스수준 설정을 위한 연구”, *대한토목학회 정기학술대회*, pp.2788-2791, 2009.

[25] 이창효, *다기준의사결정론*, 세종출판사, 1999.

[26] Satty, T.L., *Multi-criteria Decision Making: The Analytical Hierarchy Process*, RWS Publications, 1998.

[27] 조성훈, 김태성, 이영찬, “Compatibility를 이용한 다수 전문가의 가중치 종합화에 관한 연구”, *한국경영과학회지*, 제23권, 제4호, pp.131-140, 1998.

[28] 최원식, 나혜숙, 서명배, 정성윤, 임종태, “공공시설 자산관리 정보화”, *한국콘텐츠학회논문지*, 제10권, 제11호, pp.68-79, 2010(11).

저 자 소 개

정 성 윤(Seong-Yun Jeong)

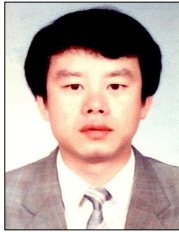
정희원



- 1992년 2월 : 한양대학교 전산학과(공학사)
 - 1994년 2월 : 숭실대학교 전산계산학과(공학석사)
 - 2007년 2월 ~ 현재 : 서울과학기술대학교 IT정책대학원(박사과정 수료)
 - 1994년 2월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 수석연구원
- <관심분야> : 자산관리, 시스템 통합, IT융합, 건설정보표준

나 혜 숙(Hei-Sook Nah)

정회원



- 1984년 8월 : 전남대학교 계산통계학과(이학사)
- 1995년 2월 : 서강대학교 데이터베이스(공학석사)
- 2000년 2월 국립공주대 컴퓨터공학과(박사과정수료)

▪ 1984년 8월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 연구위원

<관심분야> : 멀티미디어, 데이터베이스, 클라우드컴퓨팅

최 원 식(Won-Sik Choi)

정회원



- 1982년 2월 : 고려대학교 지질학과(이학사)
- 1984년 2월 : 고려대학교 지질학과(이학석사)
- 2001년 2월 : 공주대학교 전산학과(이학석사)

▪ 2003년 2월 : 공주대학교 컴퓨터공학과(공학박사 과정수료)

▪ 1984년 9월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 연구위원

<관심분야> : BIM, 정보표준