

도로경관 평가시스템 구축을 위한 경관평가 지표의 개발 (일반국도를 중심으로)

Development of Landscape Evaluation Index
for Construction of Roadscape Evaluation System
(Focusing on National Highway)



손원표



강전용



장혜란



이장원

1. 서론

1. 연구의 필요성

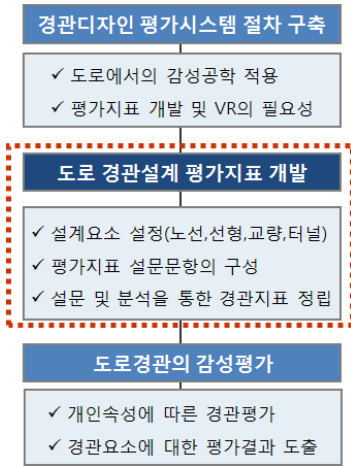
저탄소 녹색성장의 세계적 트렌드에 맞추어 기존의 이동성을 위주로 한 기능중심적 도로에서 도로이용자의 쾌적성과 경관성을 확보하여 편안한 상태를 유지시켜주기 위한 친환경 경관도로에 대한 욕구가 날로 증가하고 있다.

그러나 우리나라에서는 도로이용자의 다양한 욕구를 충족시켜 주기 위한 도로경관의 개념이 도로설계에 반영되지 못하고 있으므로, 안전성과 쾌적성이 반영된 도로를 건설하기 위해서는 도로경관

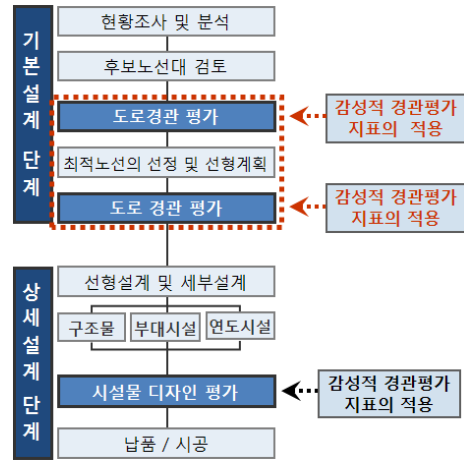
에 대한 객관적이고 정량화된 지표 개발의 필요성이 요구되고 있다.

본 연구는 일반국도의 도로경관을 평가하고, 이를 설계에 반영하여 안전하고 쾌적한 도로를 위한 경관평가지표를 정립하고자 경관평가를 위한 설계요소를 노선선정, 선형계획, 교량 및 터널계획으로 구분하였으며, 각각의 설계요소에 대하여 감성적 경관지표, 기술적 지표, 환경적 지표를 도출하여 이를 VR 평가시스템에 적용함으로써, 최종적으로는 「도로경관 평가시스템」을 구축하고자 한다. 본 연구에서는 VR을 활용한 경관평가시스템을 구축하는데 있어 일반국도 경관설계 평가지표의 도출에 목적을 두고자 한다.

손원표 : 동부엔지니어링 기술연구소 연구소장, wpshon@dbeng.co.kr, 직장전화:02-2122-6786, 직장팩스:02-2122-6960
강전용 : 동부엔지니어링 기술연구소 책임연구원, kangdazzy@dbeng.co.kr, 직장전화:02-2122-6977, 직장팩스:02-2122-6960
장혜란 : 동부엔지니어링 기술연구소 연구원, vow1122@dbeng.co.kr, 직장전화:02-2122-6770, 직장팩스:02-2122-6960
이장원 : 국토해양부 첨단도로환경과 사무관, jwlee@mltm.go.kr, 직장전화:02-2110-8749, 직장팩스:02-2150-1000



〈그림 1〉 연구의 범위



〈그림 2〉 연구의 적용

2. 연구의 범위 및 적용

경관평가는 도로의 설계절차에 따라 다양한 대안노선을 평가하여 경제성과 환경성 등 기술적인 분야를 만족시키면서 도로이용자의 감성적 측면을 만족시키는 도로를 건설하고자 하는 것이다.

본 연구에서는 도로이용자의 감성적 측면을 측정하기 위해서 경관평가지표를 정립하고자 하였다. 이를 위해 경관평가를 위한 설계요소를 노선선정, 선형, 교량 및 터널계획으로 설정하고, 각각의 설계요소에 대하여 감성적 경관지표, 기술적 지표, 환경적 지표를 도출하고자 하였다.

또한, 최종 도출된 평가지표를 활용하여 「도로경관 VR 평가시스템」을 구축하고자 하며, 설계요소에 대한 VR을 구축하고, 경관평가지표를 활용하여 경관평가를 실시함으로써, 도로이용자에게 경관성과 쾌적성을 부여할 수 있는 아름다운 도로를 설계하고자 한다.

3. 도로경관평가 연구사례

감성공학을 반영한 국내·외의 연구는 주로 외부시각 자극에 따른 생체반응을 측정하여 운전자의 감성변화를 분석하는 방향으로 진행되고 있다.

권인철 등(1998)은 심박변화 분석을 이용하여

장면시 자극에 대한 감성측정 연구를 수행하였으며, 쾌·불쾌 장면시 자극을 줄 때 마다 심박변화를 측정하고 선형 및 비선형 방법을 이용하여 분석을 실시하였다. 연구결과, 참가자의 심박변화는 불쾌자극이 제시될 때보다 쾌자극이 제시될 때 더 크게 변화하는 것으로 나타났다.

Lal S.K.와 Craig A(2005)는 운전 중 피로의 반복정도를 알아보고자 가상시뮬레이터를 수행하는 동안 운전자의 뇌파(EEG)를 측정하여 분석하였으며, Otmani Rogie와 Muzet(2005)는 운전시간이 졸음에 미치는 영향을 도로주행 시뮬레이터를 조작하는 동안 피시험자의 뇌파를 측정하여 연령대별 졸음 운전시간대를 분석하였다.

이외에도 최정미(1998)와 황민철(2004) 등은 인체에서 발생하는 신경계 작용에 의해 발생한 전기적 반응을 측정하여 감성평가에 적용하였으며, 이러한 생체신호가 인간의 감정변화를 반영하고 있음을 확인하였다.

1970년대부터 Herzog(1976)와 Zube(1987) 등은 환경설계 및 평가분야에서 과학적이고 계량심리학적인 수법을 적용하여 피험자의 감성측정기법을 연구하였으며, 町增光他(1992)와 田淵裕惠 등(1995)은 도로경관의 환경을 개선하기 위하여 주민들의 감성신호를 고려한 계량심리학적인 감성측정기법을 연구하였다.

국내·외 연구의 대부분은 운전자의 시지각 특성과 생체반응을 통한 운전자 감성변화 분석이 주류를 이루고 있기 때문에, 실제 설계단계에서 도로 이용자의 안전성과 쾌적성을 확보할 수 있는 감성적 요인에 대한 연구는 미진한 실정이다. 그러나 교통분야에서 교통의 주체가 인간인만큼 도로이용자의 감성적인 측면이 무엇보다 우선적으로 고려되어야 할 것이다.

기술의 발전과 함께 자동차의 성능과 도로의 기능이 향상되고 있음에도 불구하고 교통사고가 해마다 늘어나는 것은 도로이용자의 인적요인을 고려하지 않은 결과라고 할 수 있다. 현재까지 대부분의 연구는 정량적인 수치에 의해 안전성을 평가하고, 이를 기초로 도로설계 기준을 파악하고 있다. 그러나 기하구조적인 측면에서 설계기준에 맞게 설계된 도로라고 하더라도 운전자가 감성적으로 안전하다고 느끼는지의 여부가 도로의 안전성 측면에서 매우 중요하다. 따라서 도로경관 설계에 있어 감성적인 측면의 고려는 보다 안전하고 쾌적한 도로설계의 매우 중요한 요인이라고 할 수 있다. 이에 본 연구에서는 고속도로의 설계요소를 노선선정, 선형계획, 교량 및 터널계획으로 구분하고, 각각의 설계요소에 대한 경관평가를 바탕으로 더욱 안전하고 쾌적한 고속도로 교통환경을 조성하고자 한다.

II. 본론

1. 설계요소별 설문 의 구성

1) 실험참가자

본 연구에서는 서울, 경기도 및 경북에 거주하는 총 184명을 대상으로 일민국도 경관지표 설문을 실시하였다. 본 연구에 참여한 184명의 참가자 가운데 전문가는 73명, 일반인은 111명이었다. 전문가 설문조사는 도로(38명), 경관(21명), 교통(9명), 환경(5명)분야에 근무하고 있는 사람들을 대상으로 실시하였으며, 일반인 설문조사는 운

〈표 1〉 설문참여자의 인구통계학적 특성

구분			
설문 참여자	전문가	도로	38명
		경관	21명
		교통	9명
		환경	5명
일반인		111명	
경관 관심도	상	32.1%	
	중	55.4%	
	하	7.6%	
	결측치	4.9%	

전면허증을 소지하고 현재까지 일상적으로 운전을 하고 있는 운전자들을 대상으로 실시하였다. 설문참가자의 32.1%는 경관에 매우 큰 관심을 가지고 있는 것으로 나타났으며, 55.4%는 중간정도의 관심을 가지고 있는 것으로 나타났다. 그러나 참가자의 8.0%는 경관에 큰 관심이 없는 것으로 나타났다.

설문조사는 참가자들을 대상으로 문항의 이해를 돕고 정확한 답을 기재하기 위하여 1대1 인터뷰 방식으로 실시하였다.

2) 실험도구

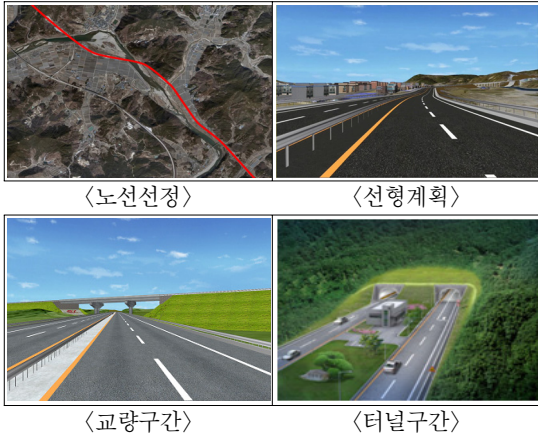
일민국도의 경관설계 평가지표 개발을 위한 설문지는 크게 노선선정, 선형계획, 교량 및 터널계획으로 구분하였으며, 각각의 평가구간마다 감성적 경관지표, 기술적 지표, 환경적 지표와 관련된 문항을 선택해 설문문항을 구성하였다.

(1) 설문동영상 및 이미지 구성

본 연구에서는 설문조사를 위하여 3가지 유형의

〈표 2〉 실험도구의 구성요소

구분	요소	
평가구간	· 노선선정 · 선형계획	· 교량계획 · 터널계획
평가항목	· 감성적 경관지표 · 기술적 지표(일반인 제외) · 환경적 지표	
설문방법	· 일대일(1:1) 설문조사 · 5점 척도 측정	



〈그림 3〉 설계요소별 VR 및 이미지(사례)

VR 및 이미지를 제시하였다. 노선선정의 경우, 대안1은 환경성을 고려하여 교량과 터널 등 구조물 위주의 노선을 제시하였다. 대안2는 경제성과 환경성을 모두 고려하여 구조물과 토공성을 적절히 조합한 노선을 제시하였으며, 대안3은 경제성을 고려하여 토공위주의 지장물 저축 최소화 노선을 제시하였다. 선형계획의 경우, 산천~수동의 임의의 노선에 대하여 마을 뒤를 통과하는 4차로, 마을 앞을 통과하는 4차로 및 2차로의 선형을 VR로 구축하여 제시하였다. 교량계획은 사장교, STEEL BOX 및 PC BEAM의 이미지를 제시하였으며, 터널계획을 위한 갱구형식은 면벽형, 원통절개형 및 버드빅(bird beak) 형태의 이미지를 제시하였다.

(2) 평가지표의 구성

일반국도 경관설계 평가지표는 크게 감성적 경관지표, 기술적 지표 및 환경적 지표로 구분하였다.

감성적 경관지표는 도로설계 시 주변경관 및 지형과의 조화, 다양한 경관변화, 쾌적한 주행, 경관 자원의 접근성 등에 대해 얼마나 고려했는지를 묻는 지표로서, 조화성, 쾌적성, 안전성, 경관성, 접근성 등을 묻는 문항들로 구성하였다.

기술적 지표는 설계요소를 적절한 위치에 설치

할 뿐만 아니라 공사비와 유지관리비가 적절하고, 시공이 용이하도록 고려했는지를 묻는 지표로서, 경제성, 시공성, 안전성, 조화성 등을 묻는 문항들로 구성하였다.

환경적 지표는 도로설계 시 발생하는 경관훼손 방지, 양호한 경관보전 등의 고려여부를 측정하기 위한 지표로서, 주변 지역 및 지형의 훼손, 생태계 및 환경에 미치는 영향, 주변 자연환경의 보전 등을 묻는 문항들로 구성하였다.

설문참가자는 제시된 VR과 이미지를 보고 설문지에 제시된 문항과의 관련성 정도에 대하여 '전혀 관련 없음'부터 '매우 관련 있음'까지 각각 1점과 5점으로 하여 반응하였다.

(3) 설계요소별 설문문항 구성

① 노선선정의 설문문항

노선선정의 경관지표를 도출하기 위한 설문문항은 총 18개로, 감성적 경관지표 8문항, 기술적 지표 6문항, 환경적 지표 4문항으로 구성되었다(〈표 3〉).

② 선형계획의 설문문항

선형계획의 경관지표를 도출하기 위한 설문문항은 총 20개로, 감성적 경관지표 11문항, 기술적 지표 5문항, 환경적 지표 4문항으로 구성되었다(〈표 4〉).

③ 교량계획의 설문문항

교량계획의 경관지표를 도출하기 위한 설문문항은 총 17개로, 감성적 경관지표 11문항, 기술적 지표 3문항, 환경적 지표 3문항으로 구성되었다(〈표 5〉).

④ 터널계획의 설문문항

터널계획의 경관지표를 도출하기 위한 설문문항은 총 17개로, 감성적 경관지표 8문항, 기술적 지표 6문항, 환경적 지표 3문항으로 구성되었다(〈표 6〉).

〈표 3〉 노선선정에서의 설문문항

지표	문항
감성적 경관지표	주변에 흥미를 느낄 수 있는 경관이 있다.
	운전을 하면서 주변경관을 즐길 수 있다.
	다양한 경관의 변화를 느낄 수 있다.
	편안하게 운전할 수 있다.
	시간경과에 따라 경관형성의 가치가 높아질 것으로 예상된다.
	시간이 지나도 경관보전 가치가 충분하다.
	도로가 주변경관과 자연스럽게 어울린다.
기술적 지표	주변 경관요소(산, 호수, 휴게시설 등)에 접근하기가 좋다.
	도로건설 시 시공이 용이하다.
	건설 공사비가 적절한 것 같다.
	대규모의 비탈면이 발생한다.
	도로건설 시 민원의 발생이 예상된다.
	운전자나 지역주민의 교통사고 위험이 높을 것 같다.
환경적 지표	자연스러운 곡선으로 도로의 선형이 매끄럽다.
	주변 생태계와 환경에 악영향이 예상된다.
	주변지역과 지형의 훼손이 발생한다.
	도로가 연도부 생활환경(소음, 대기질, 진동 등)에 영향을 미친다.
	도로건설로 지역과 생활권의 단절이 발생된다.

〈표 4〉 선형계획에서의 설문문항

지표	문항
감성적 경관지표	다양한 경관의 변화를 느낄 수 있다.
	운전을 하면서 주변경관을 볼 수 있다.
	편안하게 운전할 수 있다.
	운전이 신중하고 조심스럽다.
	주행시 도로전방의 시야가 확보된다.
	주변이 복잡하고 어수선하다.
	도로가 주변경관과 자연스럽게 어울린다.
	경관유지를 위해 지속적으로 관심을 가질 가치가 있다.
	시간경과에 따라 경관형성의 가치가 높아질 것으로 예상된다.
	주변 경관요소(산, 호수, 휴게시설 등)에 접근하기가 좋다.
도로주변에 느끼고 즐길 수 있는 경관자원(산지, 호수 등)이 있다.	
기술적 지표	도로건설 시 시공이 용이하다.
	건설 공사비가 적절한 것 같다.
	자연스러운 곡선으로 도로의 선형이 매끄럽다.
	급경사, 급커브 구간이 발생한다.
	절토비탈면이 자주 발생한다.
환경적 지표	주변 생태계와 환경에 악영향이 예상된다.
	주변 지역과 지형의 훼손이 발생한다.
	도로가 연도부 생활환경(소음, 대기질, 진동 등)에 영향을 미친다.
	도로건설로 지역과 생활권의 단절이 발생한다.

〈표 5〉 교량계획에서의 설문문항

지표	문항
감성적 경관지표	교량의 형태가 간결한 느낌을 준다.
	교량이 전체적으로 안정적이다.
	교량을 지날 때 주변경관을 즐길 수 있다.
	교량이 경관적으로 지루하지 않다.
	교량을 지날 때 답답함을 느낀다.
	교량의 상·하부가 개방적인 느낌을 준다.
	교량설치로 주변경관이 차단된다.
	교량을 지날 때 편안하게 운전할 수 있다.
	시간경과에 따라 경관형성의 가치가 높아질 것으로 예상된다.
	시간이 지나도 경관요소로 보전하기 위한 가치가 충분하다.
	교량이 주변경관과 자연스럽게 어울린다.
기술적 지표	교량의 상·하부 시공이 용이하다.
	건설 공사비가 적절한 것 같다.
	교량은 적절한 위치에 설치되었다.
환경적 지표	주변 생태계와 환경의 훼손을 최소화 하였다.
	주변 지역과 지형의 훼손을 최소화 하였다.
	주변의 자연환경이 보전된다.

〈표 6〉 터널계획에서의 설문문항

지표	문항
감성적 경관지표	터널이 전체적으로 안정적이다.
	터널 갱구의 형태가 전체적으로 간결하고 산뜻하다.
	터널에서 인공적인 느낌이 나지 않는다.
	터널 진출입시 신중하고 조심스럽다.
	터널 진입시 답답함이나 거부감을 느끼지 않는다.
	터널갱구가 주변경관과 자연스럽게 어울린다.
	시간경과에 따라 경관형성의 가치가 높아질 것으로 예상된다.
	터널이 주변경관과 자연스럽게 어울린다.
기술적 지표	터널 갱구부는 시공이 용이하다.
	건설 공사비가 적절한 것 같다.
	갱문형식이 운전자의 시야장애를 유발하지 않는다.
	터널 갱구의 위치는 적절하다.
	터널 갱구의 좌우가 균형을 이루고 있다.
	터널 주변 토공이 원지형과 자연스럽다.
환경적 지표	주변 생태계와 환경에 악영향이 예상된다.
	주변 지역과 지형의 훼손이 발생한다.
	주변의 자연환경이 보전된다.

2. 설계요소별 경관평가지표의 도출

설계요소별 경관지표를 도출하기 위하여 요인분석을 실시하였다. 요인분석은 주성분 분석(Principal Components)과 직접 오블리민(Direct Oblimin) 회전방식을 사용하였다. 최종 지표 선정을 위해서 주요인 적재치가 기준치(.4)에 미치지 못하거나, 요인 내에서 다른 문항들과 적절하게 융합되지 못하는 문항은 제외하였다.

1) 노선선정을 위한 경관평가지표

총 3개의 요인으로 구성된 노선선정은 전체 변량의 45.47%를 설명하였으며, 신뢰도는 Chronbach's α .60으로 나타났다.

요인1은 감성적 경관지표로, 경관성, 조화성, 지속성, 접근성을 묻는 문항으로 이루어져 있다. 감성적 경관지표는 전체변량의 19.06%를 설명하였으며, 신뢰도는 Chronbach's α .72이었다. 감성적 경관지표에서 높은 점수는 주변경관과 조화된 노선을 설계함으로써 도로이용자들이 다양한 경관의 변화를 느낄 수 있을 뿐만 아니라 주변의 경관요소(산, 호수 등)에 접근하기 용이하도록 고

려함을 의미한다. 또한 시간이 지날수록 경관의 가치가 향상되도록 고려함을 의미한다.

요인2는 환경적 지표로, 주변 생태계 및 지형의 훼손여부, 생활권의 단절을 묻는 문항으로 이루어져 있다. 환경적 지표는 전체변량의 17.08%를 설명하였으며, 신뢰도는 Chronbach's α .64이었다. 환경적 지표에서 높은 점수는 생태계와 환경의 훼손을 최소화할 뿐만 아니라 주변 지역과 생활권의 단절이 발생하지 않도록 노선계획 시 고려함을 의미한다.

요인3은 기술적 지표로, 안전성과 사회성을 묻는 문항으로 이루어져 있다. 기술적 지표는 전체변량의 9.33%를 설명하였으며, Chronbach's α .60이었다. 기술적 지표에서 높은 점수는 노선계획 시 운전자나 지역주민의 교통사고 위험성과 민원의 발생을 최소화 할 수 있도록 고려함을 의미한다.

2) 선형계획을 위한 경관평가지표

총 3개의 요인으로 구성된 선형계획은 전체 변량의 43.87%를 설명하였으며, 신뢰도는 Chronbach's α .60으로 나타났다.

요인1은 감성적 경관지표로, 조화성, 접근성,

〈표 7〉 노선선정에서의 요인분석 결과

문항	Factor Loading		
	요인1	요인2	요인3
주변 경관요소(산, 호수, 휴게소 등)에 접근하기 좋다.	.75		
다양한 경관의 변화를 느낄 수 있다.	.64		
시간경과에 따라 경관형성의 가치가 높아질 것으로 예상된다.	.56		
도로가 주변경관과 자연스럽게 어울린다.	.51		
주변 지역과 지형의 훼손이 발생한다.(R)		.77	
주변 생태계와 환경에 악영향이 예상된다.(R)		.71	
도로건설로 지역과 생활권의 단절이 발생된다.(R)		.66	
운전자나 지역주민의 교통사고 위험이 높을 것 같다.(R)			.84
도로건설시 민원의 발생이 예상된다.(R)			.73
고유치	3.43	3.07	1.68
설명 변량(%)	19.06	17.08	9.33
신뢰도 Chronbach's α	.72	.64	.60

주. 1요인 : 감성적 경관지표, 2요인 : 환경적 지표, 3요인 : 기술적 지표
(R) : 역채점 문항

〈표 8〉 선형계획에서의 요인분석 결과

문항	Factor Loading		
	요인1	요인2	요인4
도로가 주변경관과 자연스럽게 어울린다.	.74		
도로주변에 느끼고 즐길 수 있는 경관자원(산, 호수 등)이 있다.	.73		
다양한 경관의 변화를 느낄 수 있다.	.67		
시간경과에 따라 경관형성의 가치가 높아질 것으로 예상된다.	.41		
자연스러운 곡선으로 도로의 선형이 매끄럽다.	.41		
급경사, 급커브 구간이 발생한다.(R)		-.70	
절토비탈면이 자주 발생한다.(R)		-.66	
도로가 연도부 생활환경(소음, 대기질, 진동 등)에 악영향을 미친다.(R)			.75
주변 생태계와 환경에 악영향이 예상된다.(R)			.61
고유치	3.86	3.05	1.84
설명 변량(%)	19.32	15.34	9.21
신뢰도 Chronbach's α	.66	.66	.61

주. 1요인 : 감성적 경관지표, 2요인 : 기술적 지표, 3요인 : 환경적 지표
(R) : 역채점 문항

경관성, 지속성, 쾌적성을 묻는 문항으로 이루어져 있다. 감성적 경관지표는 전체변량의 19.32%를 설명하였으며, 신뢰도는 Chronbach's α .66이었다. 감성적 경관지표에서 높은 점수는 주변경관과 조화된 선형을 설계함으로써 도로이용자들이 다양한 경관의 변화 및 도로주변의 경관자원(산, 호수 등)을 느끼고 즐길 수 있음을 의미한다. 또한 도로 이용자들이 안전하고 편안하게 주행할 수 있도록 선형설계 시 자연스러운 곡선의 도입을 고려함을 의미하며, 시간이 지날수록 경관의 가치가 향상될 수 있도록 고려함을 의미한다.

요인2는 기술적 지표로, 안전성을 묻는 문항으로 이루어져 있다. 기술적 지표는 전체변량의 15.34%를 설명하였으며, 신뢰도는 Chronbach's α .66이었다. 기술적 지표에서 높은 점수는 선형설계 시 운전자의 시인성 확보를 위하여 급경사, 급커브 및 절토비탈면이 최소화되도록 고려함을 의미한다.

요인3은 환경적 지표로, 생활권 보장과 환경성을 묻는 문항으로 이루어져 있다. 환경적 지표는 전체변량의 9.21%를 설명하였으며, 신뢰도는 Chronbach's α .61이었다. 환경적 지표에서 높은 점수는 선형설계 시 소음이나 대기질 등으로 인

한 지역주민의 피해를 최소화하고, 주변 생태계 및 환경이 훼손되지 않도록 고려함을 의미한다.

3) 교량계획을 위한 경관평가지표

총 3개의 요인으로 구성된 교량계획은 전체 변량의 51.04%를 설명하였으며, 신뢰도는 Chronbach's α .68로 나타났다.

요인1은 감성적 경관지표로, 지속성, 경관성, 개방성, 조화성을 묻는 문항으로 이루어져 있다. 감성적 경관지표는 전체 변량의 24.09%를 설명하였으며, 신뢰도는 Chronbach's α .77이었다. 감성적 경관지표에서 높은 점수는 간결하면서도 경관적으로 지루하지 않게 교량을 설계할 뿐만 아니라 시간이 지날수록 경관의 가치가 향상되도록 고려함을 의미한다. 또한 주변경관과 조화되면서도 교량의 하부를 개방적으로 설계함으로써 교량을 통과하는 운전자들이 쾌적하게 주행 할 수 있도록 고려함을 의미한다.

요인2는 환경적 지표로, 환경성을 묻는 문항으로 이루어져 있다. 환경적 지표는 전체 변량의 14.51%를 설명하였으며, 신뢰도는 Chronbach's α .72이었다. 환경적 지표에서 높은 점수는 교량설계 시 생

〈표 9〉 교량계획에서의 요인분석 결과

문항	Factor Loading		
	요인1	요인2	요인3
시간경과에 따라 경관형성의 가치가 높아질 것으로 예상된다.	.69		
교량이 경관적으로 지루하지 않다.	.68		
교량의 상·하부가 개방적인 느낌을 준다.	.62		
교량의 형태가 간결한 느낌을 준다.	.49		
교량이 주변경관과 자연스럽게 어울린다.	.40		
주변 생태계와 환경의 훼손을 최소화 하였다.		.82	
주변 지역과 지형의 훼손을 최소화 하였다.		.73	
교량은 적절한 위치에 설치되었다.			.78
교량의 상·하부의 시공이 용이하다.			.66
고유치	4.10	2.47	2.12
설명 변량(%)	24.09	14.51	12.44
신뢰도 Chronbach's α	.77	.72	.66

주. 1요인 : 감성적 경관지표, 2요인 : 환경적 지표, 3요인 : 기술적 지표

〈표 10〉 터널계획에서의 요인분석 결과

문항	Factor Loading		
	요인1	요인2	요인3
터널 갱구의 형태가 전체적으로 간결하고 산뜻하다.	.77		
터널이 주변경관과 자연스럽게 어울린다.	.69		
갱구형식이 운전자의 시야장애를 유발하지 않는다.	.66		
터널 진입시 답답함이나 거부감을 느끼지 않는다.	.51		
주변 생태계와 환경의 훼손을 최소화하였다.		.82	
주변 지역과 지형의 훼손을 최소화하였다.		.51	
터널 갱구부는 시공이 용이하다.			.77
터널 갱구의 위치는 적절하다.			.76
고유치	6.15	1.98	1.05
설명 변량(%)	36.15	11.67	6.20
신뢰도 Chronbach's α	.65	.60	.49

주. 1요인 : 감성적 경관지표, 2요인 : 환경적 지표, 3요인 : 기술적 지표

태계와 환경에 미치는 영향을 최소화하고, 주변 지역과 지형이 훼손되지 않도록 고려함을 의미한다.

요인3은 기술적 지표로, 조화성과 기능성을 묻는 문항으로 이루어져 있다. 기술적 지표는 전체변량의 12.44%를 설명하였으며, 신뢰도는 Chronbach's α .66이었다. 기술적 지표에서 높은 점수는 시공이 용이한 상·하부 형식을 계획할 뿐만 아니라 교량이 적절한 위치에 설치되도록 고려함을 의미한다.

4) 터널계획을 위한 경관평가지표

총 3개의 요인으로 구성된 터널계획은 전체 변량의 54.02%를 설명하였으며, 신뢰도는 Chronbach's α .60으로 나타났다.

요인1은 감성적 경관지표로, 경관성, 조화성, 시인성, 쾌적성을 묻는 문항으로 이루어져 있다. 감성적 경관지표는 전체변량의 36.15%를 설명하였으며, 신뢰도는 Chronbach's α .65이었다. 감

성적 경관지표에서 높은 점수는 운전자의 시야장애가 유발되지 않도록 주변경관과의 조화를 고려할 뿐만 아니라 간결하고 산뜻하게 교량을 설계함으로써, 운전자들이 터널진입 시 답답함을 느끼지 않도록 고려함을 의미한다.

요인2는 환경적 지표로, 환경성을 묻는 문항으로 이루어져 있다. 환경적 지표는 전체변량의 11.67%를 설명하였으며, 신뢰도는 Chronbach's α .60이었다. 환경적 지표에서 높은 점수는 터널 설계 시 생태계와 환경에 미치는 영향을 최소화하며, 주변 지역과 지형이 훼손되지 않도록 고려함을 의미한다.

요인3은 기술적 지표로, 시공성과 조화성을 묻는 문항으로 이루어져 있다. 기술적 지표는 전체변량의 6.20%를 설명하였으며, 신뢰도는 Chronbach's α .49이었다. 기술적 지표에서 높은 점수는 터널 설계 시 시공이 용이한 터널개구를 계획할 뿐만 아니라 터널 개구가 적절한 위치에 설치되도록 고려함을 의미한다.

3. 집단에 따른 지표의 차이검증

설문참여자의 전문성에 따라 경관평가에 차이가 있는지 살펴보기 위하여, 설계요소별로 전문가와 일반인의 감성적 경관지표와 환경적 지표를 비교

하였다. 기술적 지표는 전문성이 요구되는 문항으로써 전문가들을 대상으로만 설문을 실시하여 경관평가 차이검증에서는 제외되었다.

1) 노선선정에서의 지표 차이검증

노선선정을 위한 경관평가에서, 설문참여자의 전문성에 따른 감성적 경관지표와 환경적 지표의 차이를 살펴보기 위하여 일원변량분석을 실시하였다.

분석결과, 감성적 경관지표에서 전문가와 일반인의 차이는 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다. ($F_{(1, 182)}=10.26, p<.01$). 일반인과 전문가의 감성적 경관지표는 평균 12.93점과 14.40으로, 전문가가 일반인보다 감성적 경관지표를 더 중시하는 것으로 나타났다. 환경적 지표에서 전문가와 일반인의 차이는 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다($F_{(1, 181)}=17.48, p<.001$). 일반인과 전문가의 환경적 지표는 평균 8.63점과 7.07점으로, 일반인은 전문가보다 환경적 지표를 더 중요시하는 것으로 나타났다.

노선선정 시 전문가는 주변경관과의 조화성을 고려하여 다양한 경관의 변화를 느끼고, 주변 경관 요소에의 접근이 용이하게 설계된 노선을 선호한다. 반면에 일반인은 생태계와 지형의 훼손을 최소화하고, 생활권의 단절이 발생되지 않도록 설계된 노선을 선호한다.

<표 11> 노선선정에서의 지표 차이

구분		M	SD	F
감성적 경관지표	일반인	12.93	3.36	10.26**
	전문가	14.40	2.48	
환경적 지표	일반인	8.63	2.39	19.36***
	전문가	7.07	2.30	

** $p<.01$, *** $p<.001$

<표 12> 선형계획에서의 지표 차이

구분		M	SD	F
감성적 경관지표	일반인	13.11	3.24	64.71***
	전문가	17.15	3.47	
환경적 지표	일반인	5.99	1.65	5.97*
	전문가	5.37	1.74	

* $p<.05$, *** $p<.001$

2) 선형계획에서의 지표 차이검증

선형계획을 위한 경관평가에서, 설문참여자의 전문성에 따른 감성적 경관지표와 환경적 지표의 차이를 살펴보기 위하여 일원변량분석을 실시하였다.

분석결과, 감성적 경관지표에서 전문가와 일반인의 차이는 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다($F_{(1, 182)}=64.71, p<.001$). 일반인과 전문가의 감성적 경관지표는 평균 13.11점과 17.15점이었으며, 전문가는 일반인보다 감성적 경관지표를 더 중요시 하는 것으로 나타났다. 환경적 지표에서 전문가와 일반인의 차이는 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다($F_{(1, 182)}=5.97, p<.05$). 일반인과 전문가의 환경적 지표는 평균 5.99점과 5.37점이었으며, 일반인은 전문가보다 환경적 지표를 더 중요시 하는 것으로 나타났다.

전문가는 주변경관과의 조화성을 고려하여 다양한 경관의 변화 및 주변 경관자원을 즐길 수 있을 뿐만 아니라 자연스러운 곡선의 도입으로 도로이용자들이 안전하고 편안하게 주행할 수 있도록 설계된 선형을 선호한다. 일반인은 소유이나 대기질 등으로 인한 지역주민의 피해를 최소화하고, 주변 생태계와 환경이 훼손되지 않도록 설계된 선형을 선호한다.

3) 교량계획에서의 지표 차이검증

교량계획을 위한 경관평가에서, 설문참여자의 전문성에 따른 감성적 경관지표와 환경적 지표의 차이를 살펴보기 위하여 일원변량분석을 실시하였다.

분석결과, 감성적 경관지표에서 전문가와 일반인의 차이는 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 나타났다($F_{(1, 182)}=.78, p=.38$). 그러나 환경적 지표에서 전문가와 일반인의 차이는 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다($F_{(1, 182)}=6.29, p<.05$). 일반인과 전문가의 환경적 지표는 평균 6.11점과 5.40점으로, 일반인은 전문가보다 환경적 지표를 더 중요시 하는 것으로 나타났다.

일반인은 전문가에 비해 생태계와 환경에 미치는 영향을 최소화하고, 주변 지역과 지형이 훼손되지 않도록 설계된 교량을 더 선호한다. 반면에 전문가는 경관성이나 환경성의 특정 부분만을 고려한 교량보다는 경관성과 환경성을 전반적으로 평가함으로써 주변 생태계에 미치는 영향이 적으면서, 주변경관과 조화를 이루는 교량을 선호한다.

4) 터널계획에서의 지표 차이검증

터널계획을 위한 경관평가에서, 설문참여자의 전문성에 따른 감성적 경관지표와 환경적 지표의 차이를 살펴보기 위하여 일원변량분석을 실시하였다.

〈표 13〉 교량계획에서의 지표 차이

구분		M	SD	F
감성적 경관지표	일반인	17.22	3.60	.78
	전문가	16.74	3.55	
환경적 지표	일반인	6.11	1.88	6.29*
	전문가	5.40	1.88	

* $p<.05$

〈표 14〉 터널계획에서의 지표 차이

구분		M	SD	F
감성적 경관지표	일반인	10.54	2.28	11.97**
	전문가	11.88	2.95	
환경적 지표	일반인	5.96	1.84	12.34**
	전문가	5.03	1.65	

** $p<.01$

분석결과, 감성적 경관지표에서 전문가와 일반인의 차이는 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다($F_{(1, 182)}=11.97, p<.01$). 일반인과 전문가의 감성적 지표는 평균 10.54점과 11.88점으로, 전문가는 일반인보다 감성적 경관지표를 더 중요시하는 것으로 나타났다. 환경적 지표에서 전문가와 일반인의 차이는 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다($F_{(1, 182)}=12.34, p<.01$). 일반인과 전문가의 환경적 지표는 평균 5.96점과 5.03점으로, 일반인은 전문가보다 환경적 지표를 더 중요시하는 것으로 나타났다.

전문가는 운전자의 시각적 장애가 유발되지 않도록, 간결하고 산뜻하면서도 주변경관과의 조화를 고려하여 설계된 터널을 선호한다. 그러나 일반인은 생태계와 환경에 미치는 영향을 최소화하며, 주변지역과 지형이 훼손되지 않도록 설계된 터널을 선호한다.

4. 도로경관 평가시스템의 구축

본 연구에서는 도로경관을 평가하기 위한 지표를 개발함으로써 VR을 활용한 「도로경관 평가시스템」을 이용하여 최적의 도로 경관디자인을 실현할 수 있도록 하였다.

기본설계단계에서는 각 후보노선에 대하여 VR을 활용한 경관평가를 실시하여 최적노선을 선정한다. 또한 선정된 최적노선의 선형계획에 교량 및 터널계획을 VR로 구축하고, 이에 대한 평가를 수행하여 각 설계요소별 개선여부를 판단하여 feed-back 과정을 거쳐 최적의 도로계획을 수립한다.

「도로경관 평가시스템」은 도로의 설계절차에 따라 다양한 대안노선에 대한 VR을 구축하고, 경관평가지표(감성적 경관지표, 기술적 지표, 환경적 지표)를 제시함으로써 설문참가자가 경관성, 기술성 및 환경성을 평가하도록 한다. 이러한 평가과정을 통하여 종합적인 경관디자인이 반영된 최적의 도로설계안을 도출할 수 있을 것이다.



〈그림 4〉 도로 경관디자인 VR 평가시스템

III. 결론

본 연구에서는 일반국도의 평가구간을 노선선정, 선형계획, 교량 및 터널계획으로 구분하고, 각각의 설계요소를 평가하기 위한 경관평가지표를 도출하였다. 평가지표는 크게 감성적 경관지표, 기술적 지표, 환경적 지표라는 3개의 요인으로 구성되었다.

감성적 경관지표는 주변 경관과 조화로운 도로를 설계함으로써 운전자들이 다양한 경관의 변화를 느끼고 즐길 수 있을 뿐만 아니라 주변의 경관요소(산, 호수 등)에 접근하기 용이하도록 고려함을 의미한다. 또한 간결하고 산뜻하게 설계요소들을 설계함으로써, 운전자들이 쾌적하고 안전하게 주행할 수 있으며, 시간이 지날수록 경관의 가치가 향상되도록 고려함을 의미한다. 기술적 지표는 각각의 설계요소가 적절한 위치에 설치되도록 고려할 뿐만 아니라 급경사와 급커브 등을 최소화함으로써 운전자의 시인성을 확보할 수 있도록 계획하였음을 의미한다. 또한 운전자와 지역주민의 교통사고 위험성과 민원의 발생을 최소화 할 수 있도록 고려함을 의미한다. 환경적 지표는 도로설계 시 발생하는 생태계와 환경 훼손의 악영향을 방지하고 양호한 자연경관의 보전을 고려했음을 의미한다.

전문가와 일반인의 경관평가지표 차이를 살펴본

결과, 일반인은 노선선정, 선형계획, 교량 및 터널 계획에서 전문가보다 환경적 지표를 더 중요시 하는 것으로 나타났다. 전문가는 노선선정, 선형 및 터널계획에서 일반인보다 감성적 경관지표를 더 중요시 하는 것으로 나타났으나, 교량계획에서는 감성적 경관지표와 환경적 지표를 전반적으로 평가하는 것으로 나타났다.

일반인이 모든 설계요소에서 환경적 지표를 중요시하는 만큼, 향후 도로건설 및 설계는 주변의 생태계와 지형의 훼손을 최소화하면서 다양한 경관자원(산, 호수 등)을 보전하는 방향으로 진행되어야 할 것이다. 또한 전문가는 도로이용자들이 안전하고 쾌적하게 주행할 수 있도록 도로설계 시 주변경관과의 조화를 고려하여 다양한 경관자원을 즐길 수 있도록 배려해야 할 뿐만 아니라 시간이 지날수록 경관의 가치가 향상될 수 있도록 고려해야 한다.

향후 연구에서는 경관평가지표를 적용한 「도로 경관디자인 VR 평가시스템」의 활용성을 검증하고자 한다. 이를 위해 일반국도의 특정구간을 선정하여 각각의 설계요소별 VR을 구축하고, 경관평가지표를 이용한 경관디자인 평가를 실시한다. 도로의 기본계획에서부터 상세계획에 이르기까지 단계별로 경관디자인 평가를 수행함으로써 기존의 기

능중심적 도로에서 벗어나 도로이용자에게 쾌적성과 경관성을 제공할 수 있는 '경관과 디자인'이 반영된 아름답고 새로운 도로건설을 구현할 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

1. 김종구(2001), 다차원척도법에 의한 가로경관의 평가, 대한국토도시계획학회지, 제36권 제3호.
2. 김동윤 · 김동선 · 권의철 · 임영훈 · 손진훈(1998), 장면 시차극에 대한 감성측정에 관한 연구, 한국감성과학회 학술대회.
3. 박상명(2007), 운전자의 감성요인을 고려한 도로경관설계모형 개발, 원광대학교 대학원.
4. 손원표 · 박상명 · 강전용 · 박현준(2010), 도로 경관평가시스템에 있어서 감성공학의 적용, 제63회 학술발표회, 대한교통학회.
5. 손원표 · 장혜란 · 박상명 · 강전용 · 박현준(2011), 도로경관 평가시스템 구축을 위한 경관평가지표의 개발, 제64회 학술발표회, 대한교통학회.
6. 손원표(2010), 도로경관계획론, 반석기술.
7. 한국건설교통기술평가원(2010), SMART Highway 디자인기술 개발 1단계 보고서.