

도로터널 갱부구의 경관설계 고려요소 개발

Development of Landscape Design Reflection Elements on Portal part through Landscape Visual Assesment

김종호* · 양계승** · 지길용*** · 금기정***

Kim, Jong Ho · Yang, Kye Seung · Ji, Kil Ryung · Kum, Ki Jung

1. 서론

도로는 국가의 동맥인 동시에 사람의 이동을 인위적으로 유도해 주어 국토의 구조를 연속적이면서도 다양하게 체험할 수 있는 특징을 가진다. 기존 도로의 건설은 그 기능과 구조에 역점을 두고 건설되었기 때문에 자연경관을 가장 많이 파괴한 건설 산업이 되어왔다. 그러나 최근 도로구조의 개량과 함께 도로 주변의 미화에 대한 고려가 안전과 편리에 직결 된다는 것을 자각하게 되었다.

고속도로의 경관문제가 거론되기는 Autobahn 건설이후 독일 경관공학회이 도로식재 표준이 1960년에 발표된 것을 계기로 1970년 일본의 고속도로 조원 설계요령의 발간에 이르러 그 체계화가 이루어 졌다.⁸⁾ 도로는 조망대상으로 시각적 통로로서의 기능을 가져 지역경관을 형성하는 주요인으로 작용하여, 규모 및 형태에 따라 다양한 공간연출 및 이미지 전달이 가능하다. 종전에는 도로의 기능 가운데 접근성과 이동성이라는 기능적인 측면이 강조되어 왔지만, 국민이 이동하고 활동하는 주된 장소라는 인식에서 쾌적하고 양호한 환경의 정비가 필요하다.

2. 연구의 배경 및 목적

터널 갱구부는 국내의 경우 그동안 경제성 위주의 설계경향에 따라 과도한 절취구간이 발생하였고, 이에 따른 자연훼손이 심각하여 환경훼손 문제가 심각하게 대두되고 있으며, 기존의 설계기준을 살펴보면 터널 갱구부 위치선정에 대한 정량적인 기준부재와 갱문 설계시 갱구부의 지형여건 및 제반 환경적 영향을 고려치 않고 면벽식과 원통절개식의 획일화된 갱문형식을 선정함에 따라 주변지형과의 부조화 내지는 대절토사면 발생에 따른 취약성을 내포하고 있어 이에 대한 보완이 요구된다 할 수 있다.

국내외적으로 親環境的 的 建設을 추구하는 현실에서 도로의 터널통과는 그 수요가 점점 증가하고 있는 추세이다. 또한 터널은 운전자에게 폐쇄공간으로, 들어가기 전부터 터널 통과시 까지 운전자에게 심리적 압박감을 준다. 본 연구에서는 터널 진입시 이러한 압박감을 피하고 운전자에게 쾌적감을 주기 위해 갱구부에 대한 경관평가를 실시하여, 시각적으로 영향을 주는 요인을 살펴보고 요인에 따른 경관선호도를 측정한다. 경관평가는 현재 가장 많은 비율로 시공된 면벽식과 원통절개식을 주 대상으로 삼았으며, 대상별 특징에 따라 선호도의 변화를 볼 수 있게 구성되었다. 이렇게 파악된 선호도 요인은 현재 운영중인 터널의 시각적 질을 평가하여 향후 터널의 유지 및 관리, 더 나아가 설계·시공에서 사전에 미리 고려할 수 있는 항목들을 찾아내고자 한다.

3. 기존 터널 갱문부의 문제점

기존 터널은 경관적 측면의 지형여건을 고려치 않고 면벽식과 원통절개식으로 획일화되어 있고, 경제성 중

* 정회원 · 흥익기술단 전무이사 · 도로 및 공항기술사 · 02-579-4290 (jhk5406@hanmail.net)

** 정회원 · 양지엔지니어링 대표이사 · 도로 및 공항기술사 · 011-735-0961 (yangji2000@hananet.net)

*** 정회원 · 한서기술단 부사장 · 도로 및 공항기술사, 공학박사 · 019-593-3472 (kilryung@hanmail.net)

**** 정회원 · 명지대학교 교통공학과 교수 · 공학박사 · 031-336-6982 (kjum@mju.ac.kr)

시의 설계·시공 경향으로 갭문 상단부 과다절취에 따른 도로안전 취약성 내포 및 환경훼손 과다, 개착식 터널 복개, 갭문 되메우기부 다짐불량으로 인한 라이닝 콘크리트의 하중 부담 및 집중 호우시 슬라이딩 요인, 원통절개형 갭문상단 및 측벽 되메우기부 수해 취약성 내포, 면벽식 갭문의 경우 진입부 중압감을 내포하고 있으며, 또한 터널 진입부의 부드러운 유도기능이 미흡하여 교통운전자의 심리적 불안감을 과증시키고 있다.¹⁾

벽면은 콘크리트가 많고 콘크리트는 흰색에 가깝기 때문에 빛의 반사회도가 높아서 주위의 자연, 즉, 녹색과 조화되지 않는 경우가 많다. 때문에 운전자의 눈에는 터널 입구가 강하게 인식되어 터널 내에 들어갈 때 눈의 순응상태가 나빠지고 교통안전 상태도 문제가 있을 수 있다.²⁾

4. 본문

4.1 연구대상의 선정

본 연구의 대상은 터널의 갭구(터널의 입구)부로서, 고속도로의 터널 갭구부를 그 대상으로 하였다. 또한 갭구부의 다른 영향요소를 고려하고자 갭구부 형식별(면벽식, 원통절개식, 벨마우스형)로 구분하고, 현재 시공·운영중인 터널 갭구부 중 가장 많은 비율을 차지하고 있는 면벽식과 원통절개식에 대하여 특징있는 터널들을 골라 경관성을 향상시키는 요인을 찾고자 하였다.

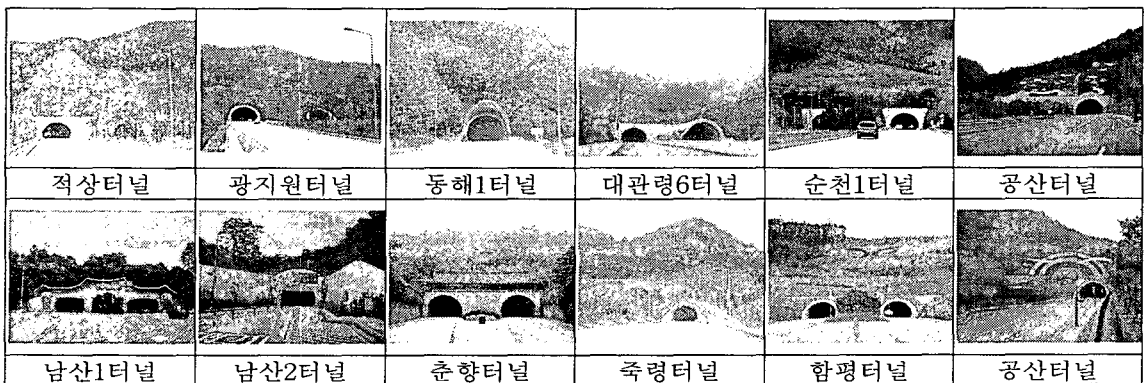


그림 1. 연구대상 터널

표 1. 연구대상 터널의 특징

Case	번호	형식	터널명	특징	비고
I	1	면벽식	적상터널	일반형, 특징×	
	2	원통절개식	광지원터널	일반형, 특징×	
	3	벨마우스	동해 1 터널	일반형, 특징×	
	4	돌출형	대관령 6 터널	돌출형 캐노피	
II	5	면벽식	순천1터널	조경식재	
	6		공산터널	조형물	
	7		남산1터널	지붕디자인 및 조형물	
	8		남산2터널	벽화	
	9		춘향터널	고색지붕, 건축양식 도입	
III	10	원통절개식	죽령터널	조경식재	
	11		함평터널	군홍보, 나비표기	
	12		공산터널	조형물	



4.2 설문항목 형용사 추출

경관형용사를 이용한 경관평가·분석은 단순히 경관미의 높고 낮음을 평가하는 것이라기보다는 다양한 경관의 특성 혹은 의미를 밝히기에 매우 유용한 방법이다.⁴⁾ 인간의 경관선호와 평가를 진화적인 환경적응의 결과물로 설명하려는 Kaplan의 정보처리모형에서는 복잡성(Complexity), 가동성(Legibility), 신비성(Mystery), 응집성(Coherence) 등의 개념으로 경관선호를 설명한다. 이러한 정보처리모형을 이론적 배경으로 경관연구가 국내외에서 진행되어 왔다.⁵⁾

터널 갱구부의 경관설계시 고려요소 개발을 위한 경관평가 요인을 밝혀내기 위하여, 경관을 구성하는 일반적인 형용사들을 참고자료를 통하여 수집하고, 이를 바탕으로 터널 갱구부에 대한 감성을 평가하기 위한 목록을 만들기 위해서 대표성 있게 선별하는 작업을 실시한다. 설문지는 이 형용사 목록으로 구성되며, 피설문자는 7점 리커트 척도(1 : 긍정, 7 : 부정)로 평가하게 된다.

표 2. 형용사추출 1단계(국내 경관연구 형용사 빈도 분석결과)⁵⁾

빈도	사 용 형 용 사(총 166개)	형용사 수		누적 (%)
		단순	누적	
21	복잡한	1	1	2.36
19	아름다운	1	2	4.49
13	밝은, 자연적인, 조화로운, 친근한	4	6	10.34
12	안정적인, 평범한	2	8	13.03
11	개방적인, 깨끗한, 단순한, 정적인	4	12	17.98
10	단조로운, 동적인, 좋아하는	3	15	21.35
9	따뜻한, 신비로운, 인공적인, 쾌적한	4	19	25.39
8	낮선, 넓은, 느껴지는 어두운, 추한, 폐쇄적인, 풍부한	7	26	31.69
7	답답한, 독특한, 보이는, 색채감 있는, 연속적인, 인상적인, 차가운, 화려한	8	34	37.98
6	변화있는, 부드러운, 불쾌한, 빈약한, 조용한, 좁은, 특이한, 흥미로운	8	42	43.37
5	규모가 큰, 긴장된, 나쁜, 부족한, 불량한, 시끄러운, 시원한, 싫어하는, 안전한, 율동적인, 입체적인, 작은, 지저분한, 집중적인, 차분한, 친숙한, 큰, 편안한	18	60	53.48
4	강한, 개성적인, 계절감 있는, 곡선적인, 낮은, 높은, 다채로운, 더러운, 동질적인 들뜬, 무거운, 분위기 있는, 불안한, 불편한, 생기있는, 양호한, 어울리는, 이완된, 이질적인, 정돈된, 지배적인, 직선적인, 통일된, 평면적인	24	84	64.27
3	가벼운, 경쾌한, 계획지배적인, 깊숙한, 독창적인, 딱딱한, 만족스러운, 많은, 명료한, 모방적인, 모호한, 부조화로운, 산뜻한, 섬세한, 소극적인, 신선한, 심미적인, 아늑한, 완만한, 울창한, 위요된, 위험한, 적극적인, 지루한, 편리한	25	109	72.70
2	가파른, 감정적인, 거친, 규칙적인, 근경 중심적, 길다, 나들이하고 싶은, 남성적인, 낭만적인, 단절된, 대칭적인, 둥근, 뚜렷한, 리듬감 있는, 매력있는, 먼, 명확한, 보존된, 불결한, 불안정한, 삭막한, 산만한, 살기좋은, 상징적인, 새로운, 세련된, 소박한, 수수한, 쉼, 압박감이 있는, 약한, 얇은, 여성적인, 열린, 애소한, 우아한, 우중충한, 원시적인, 유연한, 인간적인, 자유로운, 전원적인, 진부한, 질서있는 짜임새 있는, 짧다, 천박한, 친밀한, 파괴된, 푸르른, 품위있는, 풍요로운, 한국적인, 현대적인, 획 트인, 활기찬	56	165	85.28
1	가까운, 가쁜한, 각진 등 130종	130	295	100.0

선별 단계는 다음과 같다. ① 중복되거나 매우 유사한 어휘들을 통일시키고, 어휘를 “~는”의 형태로 통일시켰다.(기존의 연구논문에서 분석된 형용사 이용) ② 2명의 도로 및 공항기술사와 3명의 교통공학을 전공하는 석사과정 학생들에게 수집된 어휘들이 터널 갱구부에 대한 감성표현으로 적절한지를 평가하도록 하였다. ③ ②단계의 결과로 수집된 어휘를 유사한 것끼리 묶어서 터널 갱구부에 대한 감성표현을 대표할 수 있는 정도를 上/中/下로 평가 한 후 여섯 명 중 네 명 이상이 上 혹은 中으로 평가한 어휘들을 선택하였다. 평가가가



엇갈린 어휘들에 대해서는 토의를 하여 가부를 결정하였다. 선정된 어휘들 중에는 반대관계에 있거나, (SD법에서는 반대어를 놓고 느낌을 물어봄) 그 뜻이 중복되어 피실험자들의 생각이 복잡해 질 가능성이 있는 단어들은 제외시켰다. 위의 과정을 거친 결과 다음 표3.과 같이 형용사가 추출되었다.

표 3. 형용사추출 3단계 결과(최종 설문항목)

추출된 형용사(총 27개)	
단순한, 단조로운, 아름다운, 조화로운, 산뜻한, 세련된, 자연적인, 친근한, 계절감 있는, 파괴된, 전원적인, 안정적인, 인상적인, 흥미로운, 친숙한, 상징적인, 색채감 있는, 삭막한, 산만한, 쾌적한, 밝은, 개방적인, 깨끗한, 답답한, 좁은, 입체적인, 현대적인	

4.3 선호도 분석 결과

추출된 형용사로 설문지를 구성하여 일반인 총 84명을 대상으로 설문을 실시하였다. 세 가지 유형별(갠구 형식별, 면벽식 특징별, 원통절개식 특징별) 순위를 보면, 먼저 유형 I(갠구 형식별)에서는 주변 환경과의 조화로우미 강조되는 벨마우스와 돌출형 케노피의 순위가 상위에 있음을 알 수 있다. 유형 II(면벽식 특징별)에서는 단조로운 면벽에 조형물로 아름답게 장식한 춘향터널과 남산1터널이 상위에 있다. 유형 III(원통절개식 특징별)은 대체적으로 비슷한 선호점수를 보이지만, 아름다운 조경이 눈에 띄고 일반 원통절개식과는 그 형태가 조금 다른 죽령터널이 상위에 있음을 알 수 있다.

전체순위에서도 혼치않은 갠구부 형식인 벨마우스와 돌출형 케노피가 상위에 분포하고 있으며, 면벽을 아름답게 또 지역적 특성을 고려한 춘향터널이 상위에 랭크되어 있다. 그 외 원통절개식에 특징지어진 터널들은 평균정도의 선호도를 보임으로서 경관향상을 노린 조경이나 조형물들이 크게 작용하지 못함을 알 수 있다. 그러나 일반적 원통절개식인 광지원 터널보다 선호도가 상향됨은 인지할 수 있었다.

표 4. 터널별 평균 선호도 점수에 의한 선호순위

유형	터널명	특징	평균선호점수	유형별 순위	전체순위
I	적상	일반(면벽식)	3.807	3	9
	광지원	일반(원통절개식)	3.893	4	10
	동해1	일반(벨마우스)	2.607	1	2
	대관령6	일반(돌출형 케노피)	3.060	2	4
II	순천1	면벽(식재)	3.918	4	11
	공산	면벽(조형물)	3.083	3	5
	남산1	면벽(지붕과 조형물)	2.762	2	3
	남산2	면벽(벽화)	4.131	5	12
	춘향	면벽(고색지붕)	2.214	1	1
III	죽령	원통절개식(식재)	3.212	1	6
	함평	원통절개식(균홍보)	3.217	2	7
	공산	원통절개식(조형물)	3.411	3	8

4.4 상관분석 결과

경관선호도와 관련된 선호요소(본 연구에서의 경관 형용사)간의 관계를 파악한 상관분석 결과 선호도와외의 상관성이 높은 요소들은 조화로운, 산뜻한, 세련된, 자연적인, 흥미로운 등으로 0.6이상의 비교적 높은 상관관계를 나타냈다. 즉 심미적, 친환경적인 요인으로 축약될 수 있는 요소들이 터널 갠구부의 선호와 밀접한 관계를 가짐을 짐작할 수 있다.



4.5 요인분석

설문지 구성의 내적일관성을 판단하는 Cronbach's α 계수는 식(1)과 같으며, 본 연구에서의 α 계수(표준화 0.9458)에 의한 검증결과 x1(단순한), x19(집중적인)가 제외되고, 요인분석에서는 총 27개중 25개의 변수들이 사용되었다.

$$\alpha_k = \frac{n-1}{n-2} \left(1 - \frac{\sum_{\phi \neq k} Var(X_\phi)}{Var(\sum_{\phi \neq k} X_\phi)} \right) \tag{1}$$

요인분석은 앞서 경관선호의 심리적 요소로 쓰인 형용사들을 몇 개의 요인으로 축약하여 최종적으로 터널 경구부 경관선호를 구성하는 요인을 파악하여 쉽게 경관선호를 설명하고자 함이다.

일반적으로 요인분석은 요인수효의 결정과 그에 따른 최적구조를 파악하기 위한 요인구조의 회전, 그리고 최종적인 요인추출로 그 과정이 이루어진다. 본 연구에서는 Eigenvalue 가 1이상인 기준으로 최종 4개의 요인으로 그 수를 결정하였으며 그 후 과정은 다음과 같다.

① 고유분산의 존재(설문항들에 대한 측정결과에서 측정의 신뢰도가 완벽하다고 볼 수 없음) 배제할 수 없으므로 공통요인모형을 취하였다. ② 공통분 추정치로는 다중상관 제곱치(SMC)를 사용하고, 기초구조의 추출은 단일주축분해를 하였다. ③ 요인구조의 회전방법은 상관관계가 높은 변수들끼리 동질적인 집단으로 묶는 베리맥스(Varimax)법을 사용하였다.

분석결과 표5와 같이 총 3개의 요인으로 축약되었다. 제1요인은 '보존된', '자연적인', '풍요로운', '안정적인' 등이 모여 구성되어 "친환경성"이라 명명하며, 고유치가 10.83, 공통분이 74%이다. 제2요인은 '상징적인', '인상적인', '흥미로운' 등으로 구성되어 "상징성"이라 명명한다. 고유치는 2.18, 공통분은 15%이다. 제3요인은 '시원한', '개방적인', '넓은' 등의 형용사들로 이루어져 있어 "시야성"으로 명명하고, 고유치는 0.99, 공통분은 7%이다.

표 5. 요인분석 결과

구 분	제 1 요인	제 2 요인	제 3 요인
구 성 변 수	x10 전원적인	x15 상징적인	x24 시원한(시야)
	x8 계절감 있는	x14 흥미로운	x22 개방적인
	x9 보존된	x16 색채감 있는	x23 깨끗한
	x6 자연적인	x26 입체적인	x21 밝은
	x7 친근한	x5 세련된	x25 넓은
	x13 친숙한	x27 현대적인	x20 쾌적한
	x18 풍요로운	x17 변화감 있는	
	x11 안정적인	x12 인상적인	
요인명명	친환경성	상징성	시야성
고유치	10.83	2.18	0.99
공통분	74%	15%	7%



5. 결론

기존 터널의 경관적 문제점을 파악, 분석하여 그에 따른 개선을 통한 경관향상이 이루어지도록 경관선호 요인을 찾고자하는 목적으로 한 본 연구의 결과는 다음과 같이 요약 할 수 있다.

① 경제성, 시공 용이성 등 만을 고려하여 설계·시공된 현재의 터널 갱구부는 지형여건을 고려치 않고 면벽식과 원통절개식으로 획일화 되어있다. 이는 갱문 상단부의 파다절취에 따른 환경훼손과 터널 진입부의 부드러운 유도기능이 미흡하여 운전자의 심리적 불안감을 과증시키고 있다. 특히 면벽식 갱문의 경우 진입부의 중앙감을 내포하고 있다. 본 연구에서의 선호도 결과에서도 벨마우스나 돌출형 케노피가 획일화된 면벽식이나 원통절개식보다 크게 선호됨을 알 수 있다. 최근 주목받고 있는 벨마우스 변형형태, Bird Beak형 등은 도로와 자연스럽게 접속하고, 주변지형과 조화를 이루어 미관이 수려하다는 장점과 함께 낙석 및 산사태로 인한 도로유실을 방지한다는 장점도 갖고 있다.^{1) 6)}

② 획일화된 면벽식과 원통절개형 갱문의 경관(미관)성을 증진시키기 위한 조경식재나 조형물이 갱문부에 설치된 경우 그 선호성이 눈에 띄게 증가하는 것을 알 수 있다.

③ 요인분석결과 터널 갱구부의 경관선호를 구성하는 선호요인은 “친환경성”, “상징성”, “시야성”의 3가지 요인으로 나타났으며, 3요인의 총 공통분이 64%로 전체 경관선호를 충분히 설명할 수 있다 하겠다.

④ 현재 운영중인 터널의 대부분을 차지하는 면벽식과 원통절개식은 그 선호도가 벨마우스 등에 비해 선호도가 크게 떨어지지만 조경식재나 조형물 설치 등으로 선호도를 향상시킬 수 있다. 요인분석을 통해 경관선호를 구성하는 요인을 알아본 결과 친환경적(예를 들어 사면녹화) 갱구부 경관과 조형물과 같은 상징적인 것들을 설치하여 각 터널에 대한 상징성을 높인 터널들이 선호도가 높아짐을 알 수 있다.

터널 갱구부의 경관설계는 운전자의 심리적 중앙감을 완화시키기 위하여 주변환경과의 조화로움이 강조되어야 하지만, 본 연구의 결과에서도 볼 수 있듯이(춘향터널) 운전자로 하여금 유명한 터널이나 역사적으로 유서깊은 곳 또는 사회적으로 유명한 지역을 통과할 때에는 이것을 알 수 있도록 하는 것이 유용한 랜드마크 구실을 하기 때문에 특징있고 눈에 띄는 갱문으로 만들 필요가 있다.

참고문헌

- 1) 이풍희 외 2인, 도로 및 공항 기술사회 기술발표회, 도로안전성을 고려한 친환경적 터널 갱문부 설계기준 검토, 2003,
- 2) 유복모, 동명사, 경관공학, 1996
- 3) 주신하·임승빈, 한국조경학회지 vol.31, 도시경관분석을 위한 경관형용사 목록 작성, 2003
- 4) 임승빈, 경관분석론, 1991
- 5) 주신하·임승빈, 한국조경학회지 26(3) : 312-320, 경관 시뮬레이션 기법에 관한 연구 -현상음과 동화상의 효과를 중심으로-, 1993
- 6) 한국도로공사 기술관리실, 환경친화적인 고속도로 건설을 위한 터널 갱구부 설계기준 검토, 한국도로공사, 2002
- 7) 건설교통부, 도로설계편람 제6편 터널, 2001
- 8) 정성관·박정길, 한국조경학회지 20권 3호, 고속도로변 사면경관의 인지적 관계분석, 1992
- 9) 지길용, 명지대학교 대학원 박사학위 논문, 도로의 내부경관 평가기법에 관한 연구, 2004