

고속도로 터널구간 도로이용자 속도감소의 정성적 요인분석 연구

Qualitative Factor Analysis on Speed Reduction of Drivers in Expressways Tunnel Section

박준태 Park Juntae
이수범 Lee Soobeom
김태호 Kim Taeho

정회원 · 교통안전공단 안전진단처 책임연구원 · 주저자 (E-mail : pj724@naver.com)
정회원 · 서울시립대학교 교통공학과 교수 · 교신저자 (E-mail : mendota@uos.ac.kr)
정회원 · 성균관대학교 사회시스템공학과 BK21 연구조교수 (E-mail : traffic@hanmail.net)

ABSTRACT

Tunnel sections on the expressway are different from rest of sections on the expressway in terms of velocity, the number of passing cars, and vehicle density which, in particular, affect drivers' behavior before and after drivers pass through the tunnel. However, literature review reveals that former studies are too focused on quantitative indicator to consider qualitative aspects. Thus, this study tried to find out qualitative factors affecting speed reduction in tunnel sections based on questionnaire surveys and its analysis in tunnel sections selected by taking consideration of diverse conditions. Analysis showed that factors concerning tunnel configuration (lane width, shoulder width, and tunnel length) related to very long tunnels increasingly popular recently had some effects on reduced speed inside of tunnels. It appeared that visual environment such as visibility of tunnel entrance had an impact in speed reduction and vehicle speed tended to change according to lighting illumination level inside of tunnels. It is expected that continual investment would be made in technological development related to expressway tunnel design and service improvement based on this study.

KEYWORDS

speed reduction, psychological cause, expressway tunnel section, factor analysis

요지

고속도로의 터널구간은 일반구간과는 다른 주행특성(속도, 교통량, 밀도 등)을 가지게 되고 이에 따라 고속도로 일반부에서 터널진입 전과 후에 운전자 행태가 변하는데, 가장 대표적인 예가 속도의 감소 현상이라 할 수 있다. 하지만, 이러한 다양한 요인들 중 현재까지 연구의 진행 추세는 도로의 용량, 속도감소 측면의 정량적인 부분에 초점을 맞춘 연구들 위주로 진행되고 있는 것이 현실이다. 따라서 본 연구에서는 터널의 다양한 여건을 고려할 수 있는 구간을 대상으로 설문조사와 설문결과 분석을 통해서 터널구간 속도감소에 영향을 미치는 정성적 요인들을 알아 보았다. 분석 결과 최근 증가 추세인 장대터널과 관련된 터널 자체의 형상(차로폭, 갓길폭, 터널길이)에 대한 요인이 터널 내부 속도감소에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 터널 입구 보임여부와 같은 시각적 환경이 속도감소의 영향요인으로 나타났으며 터널 내부의 조명밝기에 따라 속도변화가 나타나는 것을 알 수 있었다. 본 연구결과를 활용하여 고속도로 터널부 설계관련 기술개발 및 서비스개선을 위해 지속적인 투자가 이루어질 것이라 판단된다.

핵심용어

속도감소, 심리적요인, 고속도로, 터널구간

1. 서론

1.1. 연구 배경 및 목적

우리나라는 국토의 70%가 산지 및 구릉지로 이루어

져 있어 고속도로의 안전한 선형설계를 위해서는 터널 건설은 불가피한 사항으로 여겨진다. 그러나 고속도로의 터널구간은 일반구간과는 달리 운전자의 운전행태에

많은 영향을 주는데, 가장 대표적인 현상이 터널진입전의 속도 감소 현상이라 할 수 있다. 또한, 터널의 건설은 일반구간에 비해 비용이 많이 소요되므로 합리적인 형식 및 개선사항 반영을 위해서는 실질적으로 이용하는 운전자의 정성적인 특성을 기반으로 하는 영향요인 도출 및 개선이 시급하다 할 수 있다. 이런 맥락에서 터널부 주변의 정량 및 정성적인 운전자 행태측면들의 감소요인에 대한 다양한 요인 검토¹⁾가 선행되어야 하나, 현재까지 연구의 진행 추세는 도로의 용량, 속도감소 측면의 정량적인 부분에 초점을 맞춘 연구들 위주로 진행되고 있는 것이 현실이다. 따라서 본 연구에서는 터널의 다양한 여건을 고려할 수 있는 구간을 대상으로 설문조사를 기반으로한 요인분석을 시행한다. 수행된 분석결과를 바탕으로 이용자가 실질적으로 인식하고 있는 고속도로 터널부 속도저감의 정성적인 요인에 대해 알아본다.

1.2. 연구의 범위 및 내용

본 연구에서는 고속도로 터널부 운전자 행태 및 개선사항분석을 위해 다양한 분석방법을 구상하고 체계화시키기 위해 다음과 같은 사항들을 연구의 주요내용으로 선정하였다.

첫째, 국내외 고속도로 터널부 관련 선행연구들을 토대로 선행연구의 한계점을 파악한다.

둘째, 선행연구 고찰의 한계점을 바탕으로 본 연구의 시사점 및 진행방향을 설정한다. 설정된 방향에 부합할 수 있도록 선행연구의 다양한 요인들을 활용하여 설문문항을 결정하고 현장조사를 실시한다.

셋째, 평가항목의 신뢰성을 확보하기 위하여 신뢰성 분석(Reliability Analysis), 상관분석(Correlation Analysis)을 수행한다.

넷째, 터널부 속도 감소요인에 대한 빈도분석(Frequency Analysis)을 수행하여 설문대상 유형별(이용자, 전문가) 행태에 대한 기초분석을 수행한다.

다섯째, 요인분석을 통해 터널구간의 속도감소의 주요요인을 규명한다.

1) 운전자는 터널입구가 블랙홀처럼 보여 진입 시 긴장감이 고조되고, 터널진입 후에는 폐쇄적인 터널내부 환경으로 인해 심리적으로 불안정한 상태가 된다. 터널내부의 조도적응에 시간이 필요하게 되므로 주행능력이 저하된다. 다음으로 터널주변 기하구조와 관련하여 감속을 유발하는 요소로는 종단구배, 평면선형, 노면 폭, 오르막차로설치 유무 등을 들 수 있으며, 터널시설물 자체의 요인으로는 터널길이, 차로(노면) 폭, 조도 등을 들 수 있음.

2. 선행연구고찰

2.1. 고속도로 속도변화 관련 연구검토

고속도로 터널부 관련 선행연구를 고찰해보면 고속도로 터널부의 용량산정(보정계수) 및 교통류특성으로 구분해 볼 수 있다. 본 연구와 같이 고속도로 터널구간의 속도변화 영향요인 규명 연구를 위주로 살펴보면 다음과 같다.

한국도로공사(1995)는 터널부 교통지체 분석 및 평가를 통하여 터널부 주변의 고속도로 구간은 운전자의 심리, 주변 기하구조의 불량, 터널자체 등의 상호복합적인 요인에 의해 병목현상이 발생하며, 이는 곧 용량감소 및 속도저하로 이어져 지체를 유발하게 된다고 제시하였다.

도로교통안전협회(1996)는 고속도로 기하 구조적 특징과 운전행동과의 관계를 규명하기 위하여 3명의 피실험자를 대상으로 시험차량을 활용한 조사를 시행하였다. 분석결과 터널의 진입부에서는 생리반응이 활성화되고 차량의 주행속도는 터널의 후반부에서 증가하는 행태가 공통적으로 나타났다고 제시하였다.

김호영(1999)은 중부고속도로 터널구간을 주행하는 운전자의 시지각(Visual angle) 변화를 측정하여 터널 내부의 주시 영역폭(상·하·좌·우)변화에 따른 속도변화를 분석하였다. 분석결과, 터널의 내·외부의 갑작스러운 조도 차이는 운전자의 지각능력을 일시적으로 감소시키는 것으로 측정되었다. 결과적으로 터널구간의 조도변화(암순응, 명순응), 측방여유폭의 감소 등의 요인이 운전수행능력을 저하시켜 주행속도를 감소시키는 것으로 분석되었다.

정충근(2001), 정충근·서승환·원제무(2002)의 연속되는 터널부간 이격거리에 따른 속도변화량을 분석하였다. 분석결과, 독립된 터널구간에서는 6.9%~15.0%의 속도감소가 발생하였다. 또한, 연속터널 이격거리에 따라 속도특성의 차이가 발생하였으며, 이격거리가 길 경우 선행터널 진출 속도가 증가하고, 이격거리가 짧을 경우 선행 터널 진출 속도의 감소가 발생하는 것으로 분석되었다.

이화선(2002)은 둔내터널(3.3Km)의 속도자료를 활용하여 일반터널과 장대터널의 속도변화 폭을 비교하였으며, 장대터널의 속도변화가 큰 것으로 나타났다.

또한, 속도가 가장 높은 지점은 일반터널의 경우 입구, 장대터널의 경우 입구로부터 약 1.6Km 지점 이후 급격한 속도증가를 보이며 2.0Km 이후에는 터널 진입

전 속도를 회복하는 것으로 나타나 속도를 활용한 장대 터널의 정의로 활용할 수 있다 제시하였다.

권오섭(2004)은 횡단면 구성과 교통류의 특성을 분석하기 위하여 시뮬레이션 프로그램인 FREFLO를 활용하였다. 분석결과, 길어깨 폭원을 2.0m로 확충하는 대안이 가장 적절하다고 제시하였다.

이기영(2004)은 고속도로 터널부 구간 진입 전·후의 속도감소 요인을 비교하기 위하여 다양한 정량적 변수(중단구배, 구배길이, 곡선반경)를 활용하였다.

상관분석결과, 곡선반경(0.827), 노면 폭(0.494), 중단구배(0.356)의 순서로 속도 감소에 영향을 주는 것으로 분석되었다.

이윤미(2006)는 고속도로 구간(일반, 터널)의 속도감소 요인 비교를 위하여 다양한 정량적 변수(터널폭, 중단구배, 차로수, 터널내부선형, 조명, 교통량 등)를 활용하여 분석하였다. 분석결과, 속도차이에 가장 많은 영향을 미치는 요인은 차로수, 측방여유폭, 터널의 높이와 같은 터널 규모요인으로 분석되었다.

Levion(1985), Chin(1992), 飯尾廣美(1993), Weng(1994), Werner(1995)는 터널부에서의 차로별 교통용량 및 속도측면에서 터널 노면 폭이 터널 교통흐름에 미치는 영향을 분석하고 제시하였다.

지금까지 살펴본 국내외 연구는 속도변화에 영향을 주는 정량적인 기하 구조적 요인들을 중심으로 분석을 수행하여 결론을 도출하고 있다. 하지만 실질적으로 운전자가 느끼는 정성적인 요인에 대한 연구는 미흡하여 이에 대한 보완이 필요하다고 판단된다.

2.2. 요인분석 방법론 고찰

요인분석이 회귀분석이나 판별분석 등의 다른 다변량 분석법과 다른 점은 설명변수와 목적변수가 지정되지 않고 변수들 간의 상호작용을 분석하는데 있다. 요인분석은 주로 다음과 같은 경우에 사용된다.

- 1) 데이터양을 줄여 정보를 요약하는 경우
- 2) 변수들 내부에 존재하는 구조를 발견하고자 하는 경우
- 3) 같은 개념을 측정하는 변수들이 동일한 요인으로 묶이는지를 확인하고자 하는 경우
- 4) 요인분석을 통하여 얻어진 요인들을 회귀분석이나 판별분석에서 설명변수로 활용하고자 하는 경우

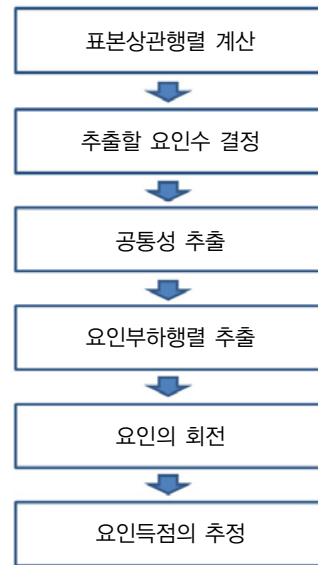


그림 1. 요인분석의 절차

3. 분석자료 수집 및 구축

3.1. 자료 수집

본 연구를 위해 고속도로(경부, 중부, 영동, 서해안)에 위치한 터널구간을 설문조사 대상지점으로 선정하였으며, 조사 용이성을 위해 터널 전후방에 위치한 휴게소에 조사원을 배치하여 1:1면접조사를 실시하였다. 또한, 전문가집단에 대한 의견수렴을 위해서는 일부 On-Line을 활용한 방법을 수행하였다.

분석자료 수집 및 조사에 대한 세부적인 사항은 다음의 표 1과 같다.

표 1. 자료수집방법 및 조사개요

구분	이용자	전문가	
조사 일시	2009년 4월 6일 ~ 5월 8일		
조사 형태	개별면접조사 (조사원 현장)	개별면접조사 (조사원 현장)	Internet 조사 (On-Line)
표본수(인)	300	200	100
지역	터널명	연장(m)	
시흥	수리터널	1,886	
	수암터널	1,294	
군포	광교터널(강릉)	522	
	광교터널(인천1)	502	
	광교터널(인천2)	495	
화성	순산터널(서울)	684	
	순산터널(목포)	627	
동서울	광암터널	762	
이천	마성터널	1,460	

(표 계속)

강원 지역본부	대관령	둔내터널	3,300
		봉평터널	1,445
		진부터널	2,095
		대관령1터널	1,830
		대관령5터널	1,209
	강릉	강릉5터널	2,091
		강릉4터널	960
	홍천	삼마치터널	1,432

3.2. 조사대상자의 특성분석

조사대상자의 인구통계학적 특성을 살펴보면 다음의 표 2와 같다. 전문가의 성별은 남자 65.7%, 연령별 분포는 40대가 31.3%로 가장 많은 것으로 나타났다. 이용자의 성별은 남자 58.7%, 연령별 분포는 30대가 30.3%로 가장 많은 것으로 나타났다.

표 2. 표본의 인구통계학적 특성분포

구분		빈도		Percentile(%)	
		전문가	이용자	전문가	이용자
성별	남자	197	176	65.7	58.7
	여자	103	124	34.3	41.3
나이	20 ~ 29	64	85	21.3	28.3
	30 ~ 39	87	91	29.0	30.3
	40 ~ 49	94	77	31.3	25.7
	50세 이상	55	47	18.3	15.7

3.3. 설문조사 및 항목의 타당성 분석

3.3.1. 자료의 신뢰성 분석

설문조사를 통해 반복 질의하여 얻은 수집 자료가 일관성 있는 결과를 가지고 있는지를 판단하기 위해 신뢰도분석을 실시하였으며, 분석결과 크론바하(Cronbach) α -계수 값이 0.9 이상으로 나타나, 신뢰성이 있다고 판단되는 평가기준에 의해 설문조사 자료는 일관성이 있다고 판단할 수 있다.

표 3. 신뢰성분석 결과

구분	Cronbach's-Alpha(α)	판단기준
신뢰성 분석	0.905	Cronbach's- α >0.6 (신뢰성 있음)
	0.914	

3.3.2. 평가항목 선정의 타당성분석

평가항목(설문항목)의 타당성은 설문대상자들이 질문 항목의 인식 및 이해를 잘하고 있는냐에 대한 분석으로,

세부질문과의 상관분석을 수행하는 것이 일반적이다. 분석결과 전반적인 상관계수 값이 0.4 이상으로 나타나 측정지표와 개념적인 항목 간에는 상관관계가 존재하는 것으로 나타났다.

표 4. 상관분석 결과

구분	전문가	이용자
진입 시 출구보임 여부	0.742	0.674
터널 진입부 노면 폭	0.759	0.713
터널 내부 조명밝기	0.668	0.592
터널 곡선(종단, 평면)형태	0.713	0.645
터널내부 갓길 폭	0.706	0.659
터널내부 차로 폭	0.720	0.665
터널길이	0.663	0.718

3.4. 설문분석을 활용한 행태분석결과

3.4.1. 빈도분석 결과

1) 터널 진입전 감속여부 분석결과

터널 진입전 감속여부에 대한 분석결과, 일반인의 경우 감속한다 190명(63%)으로 나타났으며, 감속하지 않는다 110명(37%)에 비해 높은 것으로 나타났다. 다음으로 전문가의 경우 감속한다 170명(45%), 감속하지 않는다 205명(55%)에 비해 낮은 것으로 나타났다. 이용자가 전문가집단에 비해 감속을 많이 하고 있는 것으로 나타났으나 두 집단간의 차이를 설명할 수 있는 설명변수 수집, 분석은 본 연구의 설문문항 분석에서 도출하지 못하였다. 운전 경력 및 능력, 개인속성설문을 토대로 향후 분석이 필요한 것으로 판단된다.

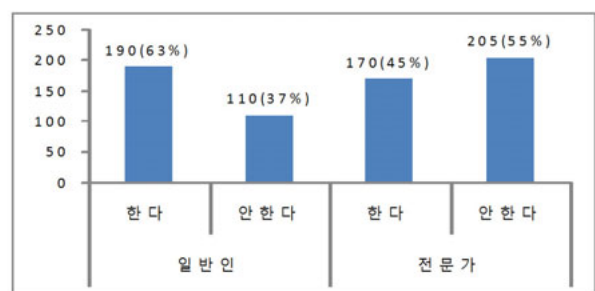


그림 2. 터널진입 전 속도감속여부 빈도분석결과

2) 외부밝기와 터널 내 조명차이 분석결과

터널 외부밝기와 터널 내부의 조명차이에 대한 분석결과, 일반인의 경우 터널내 조명이 어둡다 155명(51%), 지장 없음 140명(48%), 터널내부 조명이 밝다 5명(1%)로 나타나, 터널내부 조명이 어둡다는 의견이 높은 것으로 나타났다. 다음으로 전문가의 경우 터널내 조명이 어

둑다 206명(55%), 지장 없음 143명(38%), 터널내부 조명이 밝다 26명(7%)로 나타났다, 터널내부 조명이 어둡다는 의견이 높은 것으로 나타났다.

터널내부에 대한 의견이 평균 50%를 상회하는 것으로 나타나, 조명의 밝기 개선이 필요한 것으로 판단된다. 터널 조명의 경우 입구부, 기본부, 출구부에 따라 차등 운영이 이루어지고 있으나 내벽의 재질 및 타일의 종류에 따라 밝기가 달라 확실적인 조명운영보다 터널특성에 맞는 조명설계가 지속적으로 연구되고 있다.

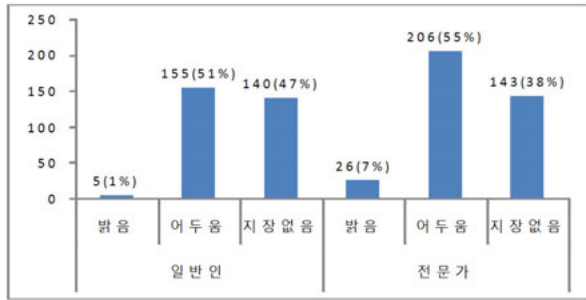


그림 3. 외부밝기와 터널 내 조명차이 빈도분석결과

3) 터널내부 주행속도 분석결과

터널내부 주행속도에 대한 분석결과, 일반인의 경우 속도측면에서 정상운전이 가능하다가 202명(67%), 감속운전을 하고 있다 98명(33%)로 나타났다. 터널내부 속도측면에서 전반적으로 정상운전이 가능한 것으로 나타났다.

다음으로 전문가의 경우 속도측면에서 정상운전이 가능하다가 250명(67%), 감속운전을 하고 있다 125명(33%)로 나타났다. 터널내부에서 속도측면에서 전반적으로 정상운전이 가능한 것으로 나타났다. 터널내부 주행시 심리적 원인으로 인한 감속운전은 하지 않고 있는 것으로 판단된다.

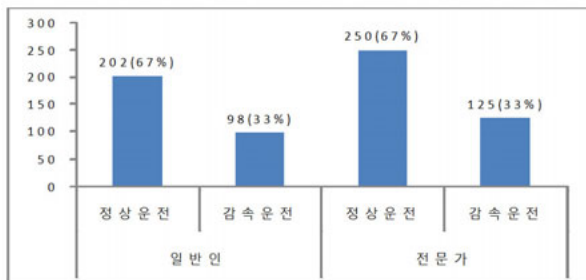


그림 4. 터널내부 주행속도 빈도분석결과

4) 터널내부에 주행 장애물 분석결과

터널내부에 설치된 대표적 시설물 중 운전자가 주행

시 장애물이라고 판단되는 분석결과, 일반인의 경우 없음 239명(80%), 공동구 55명(19%)로 나타났으며, 전문가의 경우 없음 255명(69%), 공동구 61명(16%), 소화전 26명(7%)으로 나타났다. 일반인들은 전반적으로 위협감을 주는 요소가 없으며, 다만, 전문가들은 공동구, 소화전과 같은 도로주변 지장물에 대한 위협감 제거를 위한 개선이 필요하다고 나타났다. 터널횡단설계 및 우측방 여유폭, 내부 시설설치에 따라 차량이 주행할 때 차로 상에서 한쪽 방향으로 치우쳐 주행하는 특성이 있음을 기존 연구에서 제시되어 있다. 이러한 점을 고려할 때 장애물 설치의 적정 위치 및 높이 등도 주행행태에 영향을 미칠 수 있는 것으로 중점 연구 대상이 될 수 있다.

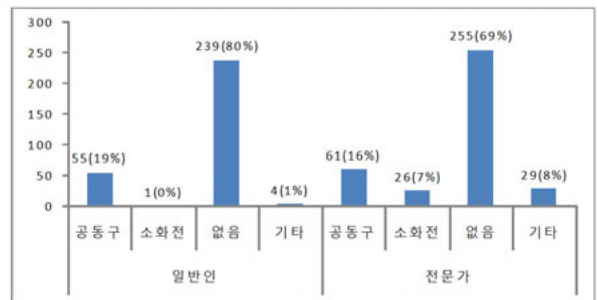


그림 5. 터널내부에 주행 장애물 빈도분석결과

5) 장대터널의 선형조건 및 원인 분석결과

최근 지역간 이동성 제고를 위해 고속도로가 직선화되는 경향이 있으며, 이를 위해 장대터널이 많이 건설되고 있다. 설문응답자들 중 일반인의 경우 곡선터널 169명(39%), 직선터널 118명(27%), 지장 없음 151명(34%)으로 나타났다. 전문가의 경우 직선터널 179명(42%), 곡선터널 141명(34%), 지장 없음 101명(24%)으로 나타났다.

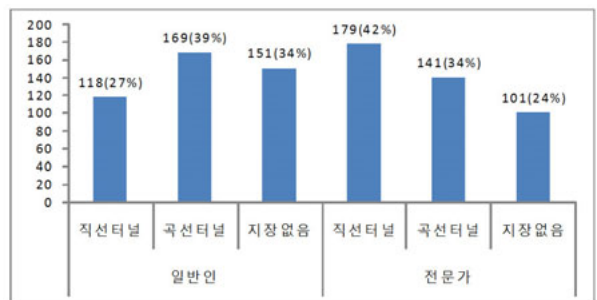


그림 6. 장대터널의 선형조건 및 원인 빈도분석 결과

장대터널에서 운전 조작과 선형조건 관계를 분석한 결과, 일반인의 경우 곡선형태의 장대터널을 선호하지 않으며, 전문가의 경우 직선장대터널을 선호하지 않는 것으로 나타났다. 본 분석에서는 설문문항의 교호작용 및 별도의 실험설계를 두지 않고 있어 직선터널과 곡선터널

의 선호의식을 정확히 판별할 수 없으나 상당수 이용자가 터널자체를 선호하지는 않는 것으로 예상할 수 있다.

6) 터널 주행시 기하구조 관련 분석결과

터널 주행시 다양한 기하구조 특성이 운전자의 주행 특성에 영향을 미치는 요인분석을 수행한 결과, 일반인은 내부차로 폭 (1위, 36%), 진입시 출구보임 (2위, 28%)으로 나타났다. 전문가의 경우 진입시 출구보임(1위, 25%), 진입시 갓길 폭(1위, 25%)으로 나타났다. 터널 주행시 운전자가 가장 많은 영향을 받고 있는 기하구조적 특성 분석결과를 종합해 보면, 터널부에서 가장 높은 수준의 개선사항은 진입시 출구보임여부와 갓길 및 내부차로 폭원에 대한 개선인 것으로 나타났다.

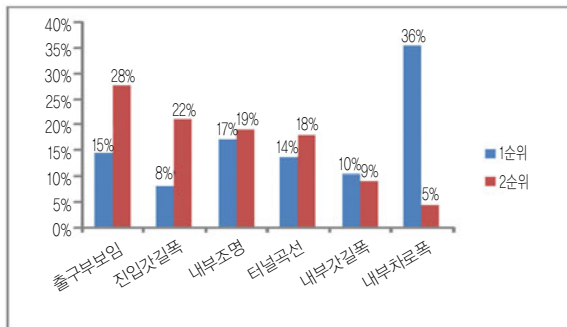


그림 7. 기하구조 개선사항 빈도분석결과(이용자)

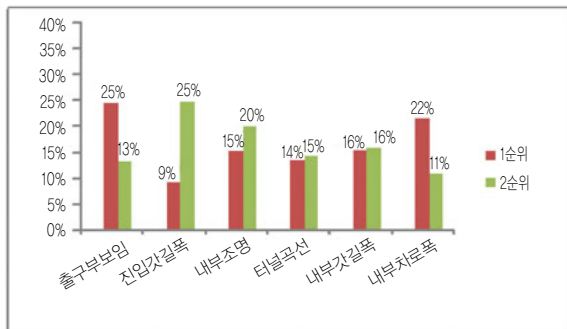


그림 8. 기하구조 개선사항 빈도분석결과(전문가)

7) 형태분석결과 종합

1차적인 설문분석 결과를 토대로 운전자(이용자, 전문가) 형태별 분석결과를 종합하면 다음과 같다.

첫째, 터널진입 전 이용자, 전문가 모두 일정부분 차량의 속도를 줄이는 것으로 분석되었다.

둘째, 터널내부와 외부의 조도 차이를 느끼고 있어 터널내부와 외부의 조도차이를 줄여주는 것이 필요한 것으로 분석되었다.

셋째, 터널내부 주행상황, 위협감(시설물)은 없는 것

으로 나타나, 현재 터널 내부에 설치되고 있는 공동구, 비상전화 등을 설치하는 것에는 큰 문제가 없는 것으로 분석되었다.

넷째, 장대터널의 선형형태에 대한 견해는 일반인의 경우 조향 조작에 대한 부담으로 인해 곡선형태의 장대터널을 선호하고 있지 않는 것으로 나타났으며, 전문가의 경우 운전자의 지루함으로 인한 졸음발생이 사고에 영향을 줄 수 있다는 판단 하에 직선 터널을 선호하고 있지 않는 것으로 나타났다.

마지막으로 터널의 기하구조적개선사항에 대한 견해는 일반인의 경우 내부차로 폭 (1위, 36%), 진입시 출구보임 (2위, 28%)으로 나타났으며, 전문가의 경우 진입시 출구보임, 진입시 갓길 폭 (1위, 25%), 내부차로폭(2위, 22%)으로 나타났다.

4. 터널구간 속도감소의 요인분석 결과

4.1. 설문조사 기초분석

상관관계 계수행렬 분석결과 전반적으로 설문문항 간의 상관관계가 0.2 이상으로 다소 상관성이 있는 것으로 나타났다. 각 요인의 고유값 분석 결과와 요인의 설명력은 표 6과 같이 나타났다.

표 5. 설문항목간 상관분석 결과

Correlations							
	출구부보임	진입부노견폭	내부조명밝기	곡선형태	내부갓길폭	내부차로폭	터널길이
출구부보임	1	.408	.234	.337	.211	.141	.283
진입부노견폭	.408	1	.277	.392	.356	.339	.127
내부조명밝기	.234	.277	1	.201	.244	.249	.130
곡선형태	.337	.392	.201	1	.385	.318	.330
내부갓길폭	.211	.356	.244	.385	1	.565	.230
내부차로폭	.141	.339	.249	.318	.565	1	.337
터널길이	.283	.127	.130	.330	.230	.337	1

표 6. 설명된 총분산 결과

설명된 총분산									
성분	초기고유값			추출제곱합 적재값			회전제곱합 적재값		
	합계	% 분산	% 누적	합계	% 분산	% 누적	합계	% 분산	% 누적
1	2.775	39.63	39.63	2.775	39.63	39.63	1.932	27.59	27.59
2	1.009	14.40	54.04	1.009	14.40	54.04	1.852	26.45	54.04
3	.933	13.32	67.37						
4	.791	11.29	78.67						
5	.603	8.61	87.28						
6	.509	7.27	94.56						
7	.381	5.43	100.00						

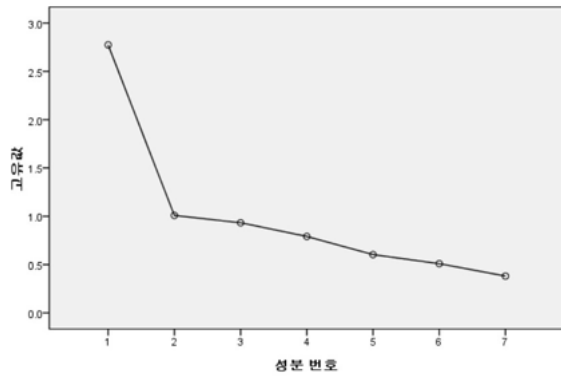


그림 9. 고유값 스크리도표 분석

추출할 요인의 수를 지정하기 위해 고유값 1을 이용하였는데 요인 3의 고유값은 0.933으로 2개의 요인이 도출되었다. 고유값은 그 요인이 설명하는 분산의 양을 나타내는 것으로 이 값이 높을수록 중요한 요인이라고 판단할 수 있다.

4.2. 요인분석 결과

표 7은 각각 초기 요인행렬과 회전된 요인행렬을 나타낸다.

표 7. 요인회전 결과

성분행렬		
	성분	
	1	2
내부갓길폭	.711	-.415
내부차로폭	.695	-.533
곡선형태	.691	.097
진입부노견폭	.675	.311
터널길이	.528	-.127
내부조명밝기	.493	.192
출구부보임	.576	.627

회전된성분행렬		
	성분	
	1	2
내부차로폭	.871	.094
내부갓길폭	.801	.191
터널길이	.470	.273
출구부보임	-.017	.851
진입부노견폭	.273	.691
곡선형태	.432	.548
내부조명밝기	.224	.479

요인 1에는 내부차로폭, 내부갓길폭, 터널길이 변량의 요인부하량이 매우 높게 적제되어 있다.

· 제1요인 = 도로기하구조 요인

요인 2에는 출구부보임, 진입부노견폭, 곡선형태, 내부조명밝기 변량의 요인부하량이 매우 높게 적제되어 있다.

· 제2요인 = 터널진출입시 시야변화 요인

도출된 2개의 요인은 각각 특성이 다른 성분으로 구성되어 있다. 제 1요인에는 일반구간과 다른 터널내부 진입시 좁아지는 갓길폭, 차로폭등으로 속도감소에 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있으며 제 2요인에는 일반구간에서 터널구간으로 진입·진출시 변화하는 시각적 변화요인으로 해석할 수 있다.

5. 결론 및 향후연구과제

본 연구는 실질적인 이용자, 전문가가 인식하고 있는 고속도로 터널부 속도 감소요인을 알아보기 위한 연구이며, 결론은 다음과 같다.

일반인과 전문가를 대상으로 터널 속도 변화에 영향을 미칠 것으로 판단되는 설문문항을 작성하고 설문문항의 타당성을 검토하였다. 이를 토대로 약 670여부의 설문을 수행하였다.

최근 증가 추세인 장대터널과 관련된 터널 자체의 형상(차로폭, 갓길폭, 터널길이)에 대한 요인이 터널 내부 속도감소에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

또한 터널 입구 보임여부와 같은 시각적 환경이 속도 감소의 영향요인으로 나타났으며 터널 내부의 조명밝기에 따라 속도변화가 나타나는 것을 알 수 있었다.

본 연구결과를 활용하여 고속도로 터널부 설계관련 기술개발 및 서비스개선을 위해 지속적인 투자가 이루어질 것이라 판단된다. 하지만, 한정된 자원과 예산을 토대로 터널구간의 모든 사항을 개선하기에는 다소 한계가 있을 것이다. 따라서 본 연구와 같이 집중적으로 개선할 수 있는 우선순위 높은 항목에 대해 한정된 예산을 보다 집중적으로 투자한다면 효율성 높은 기술개발과 이용자측면의 서비스개선이 이루어질 것이라 판단된다. 본 연구는 이러한 기술개발 및 서비스개선의 기초자료로 활용 가능할 것이라 판단된다.

다만, 연구 기간의 제약으로 인해 다음과 같은 사항을 향후 연구과제로 제시한다.

1. 고속도로 터널부 이용자에 초점을 맞추어 진행한 연구로서, 정량적인 부분의 지표(속도변화)에 대한 분

석지표를 포함하지 못하여 이에 대한 보완이 필요하다고 판단된다.

2. 본 연구에서는 평가항목을 독립으로 가정하여 분석을 하였다. 그러나 이용자와 같은 인간의 복합적인 생각을 현실화하기 위해서는 네트워크분석(ANP : Analytic Hierarchy Process), 구조방정식(SEM : Structural Equation Modeling)에 대한 연구가 필요하다. 이러한 향후 연구과제에 대한 다각적인 검토가 이루어진다면 보다 연구의 완성도를 높일 수 있을 것이라 판단된다.
3. 터널 진입부의 감속주행으로 인해 지정체의 소통저하 문제점이 발생할 수 있으며 이러한 부분은 생리/심리적인 측면에서 연구가 지속적으로 진행되어야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2010년 서울시립대학교 교내학술연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

장현봉, "터널부의 교통류 특성 및 용량산정에 관한 연구", *대한교통학회지*, 제16권 제3호, 1998

조현우, "연속되는 터널의 도로교통량 감소특성에 의한 터널 보정계수 산정에 관한 연구", *대한교통학회*, 제16권 제3호, 1998

정충근, "연속터널구간에서 터널간격에 따른 속도변화특성에 관한 연구", 한양대학교 석사학위논문, 2001

이화선, "고속도로 터널부 속도 변화에 관한 연구", 관동대학교 석사학위 논문, 2002

이기영, "고속도로 터널부 속도감소요인 분석에 관한 연구", *도로교통*, 제97호, 2004

Hurdle, V. F. and P. L. Datte, "Speed and Flows on an Urban Freeway: Some Measurement and a Hypothesis" , *Transportation Research Record*, Vol. 905, 1983

Chin, Hong C. and May, Adolf D., "Examination of the Speed-Flow Relationship at the Caldecott Tunnel" , *Transportation Research Record*, Vol. 1320, 1992

T. Weng and P. Olszewski, "Highway Capacity Research and Application in Singapore" *Proceeding of Second International symposium on Highway Capacity*, 1994

접 수 일 : 2011. 3. 14

심 사 일 : 2011. 3. 15

심사완료일 : 2011. 11. 21