

장대터널내 사고감소 방안과 공공디자인으로서의 벽화조성에 관한 연구



박 철 희 | 국토교통부 정선국토관리사무소 주무관

1. 서론

다수의 산악지역이 분포되어 있는 국내의 지역적 특성상 도로터널의 설치는 필수적이다. 2015년 12월말 기준 전국의 터널 수는 1,944개소로, 2004년말 667개소에 불과하던 것과 비교하여 1,277개소(191%)가 증가하였으며, 연장은 432km에서 1,481.7km로, 986.7km(228%)가 증가하였다. 이 중 장대터널(1km 이상)은 384개(19.7%), 중소터널(0.5~1km)은 664개(34.2%), 중소터널(0.5km 미만)은 896개(46.1%)이다. 이러한 터널증가의 원인은 자연환경 파괴 최소화 등 환경 친화적인 도로 건설과 도로이용자의 안전을 고려한 선형개량 등에 기인한다¹⁾.

터널은 일반도로와 달리 공간적으로 협소하며, 비교적 단조로운 내부 환경을 특징으로 하기에 운전자는 심리적으로 불안감과 지루함을 느낄 가능성이 높으며, 이는 교통사고 유발의 원인이 되기도 한다. 실

제 연구결과에도 이를 증명하고 있다. 터널내 주행 안정성 확보를 위한 시뮬레이터를 이용한 가상실험 및 현장 실험을 진행한 연구에서 운전자는 폐쇄된 터널 특성과 조명의 한계로 시각 피로를 느끼며 긴장감을 고조시켜 운전자의 심박수가 증가하고 심리적 압박감 등의 운전부하가 발생하는 결과를 도출하였다.²⁾ 또한 육십령 터널을 대상으로 운전자의 시각적 각성수준의 변화를 분석한 연구에서는 장대터널 내에서 운전자는 안전한 운전을 위해 평균적인 시각 각성수준을 유지한다고 가정할 때, 시각 각성수준이 터널주행 시의 평균수준 이하로 내려간다는 것은 적절한 주행상황이라고 볼 수 없으며, 이 구간은 터널 주행 중인 운전자가 교통사고를 유발할 수 있는 개연성이 존재하는 지점으로 볼 수 있다고 하였다.³⁾

실제로 터널이 증가함에 따라 터널내 교통사고도 또한 증가하였다. 2013년 한국도로공사가 제320회

1) 통계청, 도로교통 및 터널 현황 http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1213

2) 김종민 등 (2006), 『터널 시뮬레이터를 이용한 장대터널 내에서의 특성연구』, 한국도로공사 도로교통기술원.

3) 김주영 등 (2009), 『장대터널에서의 운전자 시각각성변화 분석 연구 -육십령터널을 대상으로』, 대한교통학회지 제27권 제1호.

국회 국정감사 국토교통위원회에 제출한 자료에 따르면 2008년부터 2013년까지 터널내 교통사고는 총 379건이 발생한 것으로 조사되었다. 게다가 터널내 교통사고는 2차·3차 사고로 이어질 가능성이 기존 도로보다 높으며, 사고처리와 복구도 기존 도로보다 더 많은 한계점이 존재한다. 터널내 교통사고의 치사율은 일반도로에서의 교통사고 치사율의 2.3배에 이르는 것으로 나타났으며, 사망자는 14년 20명에서 15년 40명으로 1.5배 증가하였다.⁴⁾

상기 서술한 바와 같이 국내의 지역적 특성상 도로터널의 설치의 필수적 선택이었으며, 이는 터널수의 선형증가를 불러왔다. 그러나 일반도로와 달리 터널의 환경적인 특성에 따라 사고 유발 개연성이 높아졌으며, 터널내 교통사고도 증가하였다. 이에 따라 국내에서는 터널내 사고감소 방안에 대해 연구가 진행되었으며, 다양한 사고감소 방안이 제시되었다. 본 연구에서는 기존에 선행 연구들에서 연구결과를 근거로 제시되었던 터널내 사고감소 방안 중 하나인 터널내 벽화조성을 중심으로, 장대터널내 벽화 조성의 필요성과 벽화 조성시 고려해야 할 사항을 논하고, 벽화조성에 따른 부가적인 효과를 규명하는 것을 목적으로 한다.

2. 장대터널내 벽화조성

2.1 장대터널내 벽화조성의 필요성

일반적으로 장대터널의 경우에는 터널 내 동일 자극의 반복으로 인한 속도감 저하로 속도의 점진적 증가와 감소가 반복적으로 나타나게 될 뿐만 아니라 피로한 상태에서 운전하는 경우에는 졸음운전 유발 가능성이 매우 높아지게 된다. 따라서 터널 내부, 특히 터널 중앙부에서 주의 집중력의 저하로 일정속도

를 유지하지 못하거나 운전자가 일시적으로 차량 속도를 증가시키는 것을 방지할 수 있도록 대책을 강구하는 것이 중요하다.⁵⁾ 안전한 장대터널의 조성을 위해서는 장대터널 내에서 사고를 예방하는데 효용성을 가진 시설을 설치해야 한다. 터널내 교통사고를 분석한 일련의 연구들에 따르면 시각적인 시설물 설치로 인한 도로환경 개선이 좀더 효과적인 가능성이 높다. 운전자가 운전 중 받아들이는 정보의 80% 이상이 시·시각 정보일 정도로 운전자의 시·시각 활동의 변화는 매우 중요한 요소이며⁶⁾, 터널내 교통사고는 기존 도로의 교통사고와 비교해 볼 때 교통사고의 구성요인 중 인적, 차량적 요인보다는 도로환경적 요인이 우선적으로 고려되어야 할 것으로 판단된다.⁷⁾ 또 터널 구간 주행 시 운전자의 시각적 각성수준 변화를 분석한 연구에서는 장대터널 내에서 운전자의 시각 각성수준이 평균수준 이하로 내려가는 지점은 터널을 주행중인 운전자가 교통사고 유발의 개연성이 존재하는 지점으로 볼 수 있으며, 이 지점에는 터널 내에 설치하는 졸음방지 시설 등 운전자의 각성상태를 호전시킬 수 있는 안전시설물, 차로 제어시스템 및 부가적인 노면표시의 설치를 고려해 볼 수 있다.⁸⁾

시각·청각적인 시설물 설치의 대표적인 예로 LED등의 조도 및 배열방식 변경, 델리네이터, 차단봉, 경광등 등 안전장치 설치, 경고표지판 설치 등이 있을 수 있다. 차량 시뮬레이터 시스템으로 분석한 연구 결과에 의하면 시환경 개선시설이 반영된 터널에서 졸음발생 비율은 4.5~8.6% 감소된다.⁹⁾ 이러한 방안들은 터널내 주행 환경에서 운전자들의 시각

4) KBS 인터넷 뉴스, 터널내 교통사고 치사율, 일반사고보다 2~3배 높다. <http://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=3340656>

5) 류준범 등 (2011), 『차량시뮬레이터를 이용한 장대터널 주행안정성 연구』, 한국도로학회 논문집, 제13권 제1호, p.149~156.

6) 김주영 등 (2006), 『터널구간에서 운전자의 반응과 차량주행특성에 관한 고찰』, 대한교통학회지 20권 3호, 7~16.

7) 임창식 등 (2015), 『수광화 이론을 이용한 도시 터널 내 교통사고 영향요인에 관한 연구 -부산광역시를 중심으로』, 대한교통학회지, 제37권 제1호, 2015.

8) 김주영 등 (2009), 『장대터널에서의 운전자 시각각성변화 분석 연구(육십령터널을 대상으로)』, 대한교통학회지 제27권 제1호.

을 자극하여 사고감소의 효과를 불러올 수 있으나, 단순히 안전성의 기능만을 하는 최소한의 시설물 설치에 불과하여 터널내 주행 중인 운전자들이 느끼는 쾌적한 주행 환경 조성은 힘들 것이다. 그에 반해 터널내의 벽화는 지루하고 불안한 터널내 주행 환경에서 운전자들의 시각각성을 통하여 운전자의 주의를 환기시켜 터널내 교통사고 감소를 시킬 것이며, 또한 획일화되고 단순한 시설물에 비하여 더욱 창의적이며, 신선한 느낌을 줄 수 있어 시각적 자극을 통하여 사고 감소와 더불어 쾌적한 터널 주행 환경을 조성한다고 볼 수 있다. 실제 업체의 장대터널내 300m×L 1m×H 2m의 벽화조성 양벽 기준 견적 가격은 55,640,000원(VAT별도)¹⁰⁾으로, 예산 부담도 상대적으로 적은 것으로 판단된다. 또한 더 나아가 벽화조성을 통하여 지역이나 행사의 홍보수단으로 사용되면 이것은 지역 이미지 개선을 위한 예술 작업으로도 분류될 수 있을 것이다.

2.2 장대터널내 벽화 조성 시 고려해야 할 사항

2.2.1 운전자 반응

벽화 조성 시 가장 우선시되어야 할 것은 운전자의 반응이다. 터널 내벽디자인이 V자 패턴의 형태가 큰 경우나 연속된 화려한 디자인의 경우 운전자의 시야를 빼앗아 심리적 압박감을 줄 수 있으며,¹¹⁾ 도로 터널내 주행중인 운전자 차량의 빠른 속도와 운전자의 시선 방해를 막기 위해 지나치게 화려한 색상대비와 복잡한 이미지 구성을 피하고 단순화하면서 저조도 제한된 색상을 사용하여야 할 것이다.



그림1. 지나친 디자인의 예¹²⁾

따라서, 터널내 벽화의 디자인은 운전자의 속도 및 과도한 시선 분산을 피하기 위해 필요 이상으로 정밀하거나, 화려한 디자인을 지양하여야 할 것이다. 터널내부경관 구성요소의 변화에 대한 터널경관 평가모형을 구축하여 운전자의 반응을 조사한 연구에서, 운전자는 내벽타일의 높이와 음영이 낮고 조도가 높을수록 안전성을 더 느꼈다.¹³⁾ 또한 노란색계열과 밝은 녹색계열의 활용을 통해 자연과 가장 근접하면서도 색채가 갖는 안정감과 조화적 측면을 통해 피로회복과 긴장감 완화 등의 시각을 통한 심리적 기능을 갖게 되며, 또한 두 가지 이상의 색채를 활용해 조화와 변화를 통해 새로운 이미지를 형성함으로써 시각환경의 개선 효과를 얻을 수 있으며, 일시적 시각적 자극을 유도하여 운전을 환기시키는 역할을 할 수 있다¹⁴⁾. 그러므로 터널내

9) 이동휘 (2011), 『장대 도로터널내 시환경 개선시설 디자인 연구-인제터널 적용사례를 중심으로』, 서울과학기술대학교 IT디자인대학원, 디자인학석사 학위논문, 2011.

10) 벽화전문업체 주식회사 DAC아트원

11) 이동휘 (2011), 『장대 도로터널내 시환경 개선시설 디자인 연구-인제터널 적용사례를 중심으로』, 서울과학기술대학교 IT디자인대학원, 디자인학석사 학위논문.

12) 네이버블로그, <http://blog.naver.com/esclinic/220443713984>

13) 왕지완 (2008), 『감성공학을 고려한 터널 내부경관 평가 모형 개발에 관한 연구』, 공학박사학위논문, 명지대학교 대학원.

14) 위지운 (2008), 『공공디자인으로서 고속도로 방음벽의 시각환경 디자인에 대한 연구』, 한양대학교 디자인 대학원 석사학위논문.

벽화 디자인은 색상은 음영이 낮고 조도가 높은 쪽으로 색상을 정하고, 노란색계열과 밝은 녹색계열의 활용을 통하여 운전자에게 쾌적한 터널내 환경을 조성할 수 있다.

2.2.2 선택적 벽화 조성 구간 설정

벽화 조성에도 비용이 따른다(1m×1m 기준 약 50,000원). 안전하고 쾌적한 터널을 위하여 모든 공간에 벽화를 조성하는 것은 비용적·물리적으로 한계가 따르기에 선택적인 조성이 필요하다. 즉, 운전자의 시각 각성 상태가 낮아지는 구간이 존재하며, 이 구간들에 선택적 조성을 통하여 비용을 최소화하고 효과를 최대화 할 수 있을 것이다.

류준범 등(2011)은 동홍천-양양간 고속도로의 장대터널을 대상으로 장대터널을 포함한 도로의 주행 상황을 시뮬레이터를 이용하여 주행 시 운전자의 특성을 인체생리신호를 통해 분석하였는데, 양양 방향의 경우 터널 내부에 선형 및 주변 환경을 고려하여 내벽 타일 색을 구분하여 강조구간으로 선정된 4구간을 통과할 때 타 구간에 비하여 불안·긴장 상태 혹은 주의 집중력 등이 높게 나타났으며, 생리신호 분석을 통해 5.0~6.0km, 8.0~9.0km, 3.0~4.0km 구간을 위험구간으로 선정하여 주행안정성을 높이기 위한 대책이 필요한 구간으로 나타났다. 하행 역시 상행과 마찬가지로 강조구간에서 동일한 증세를 나타냈으며, 위험이 예상되는 구간으로 5.0~6.0km, 7.5~8.5km, 2.0~3.0km을 선정하여 추후 대책이 필요함을 강조하였다.¹⁵⁾ 이를 통하여 알 수 있듯이 터널내의 모든 구간이 아닌 운전자의 시각적 각성 수준이 하락하여 지루함과 졸음을 유발하기 쉬운 구간에 선택적으로 벽화를 조성함으로써, 비용을 절약하고 그 효과를 증대시킬 수 있을 것이다. 또한 이동휘(2011)에 따르면 시환경 개선시설은 길이가 120m 이상 시 연출 대비 효과에서 크게 차이가 없

었으며 60m에서도 효과가 있었다¹⁶⁾고 하였으며, 터널내에 조성하는 벽화의 폭 또한 지나치게 늘릴 이유가 없는 것을 알 수 있다.

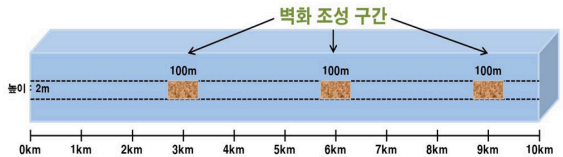


그림 2. 장대터널내 벽화 조성 예시

2.2.3 주행 중 시야각 및 인지거리

일반적인 벽화와 다르게 터널내 벽화는 자동차를 주행중인 운전자의 입장에서 조성되어야 할 것이다.

자동차의 주행속도와 해당 속도에 따른 운전자의 인지거리, 시야각을 충분히 검토하여 고려한 과학적인 설계를 통해 주행중인 운전자로 하여금 최적의 시각각성 효과를 야기할 수 있을 것이다. 운전자는 주행 중 시환경 개선시설을 갑자기 접하는 것이 아니라 원거리에서 이미 인지를 하고 주행하므로 원근에 의한 최소한의 연장 및 주행 시 운전자의 주의를 환기시킬 수 있는 최소한의 공간변화를 제공하는 것이 중요하다.¹⁷⁾

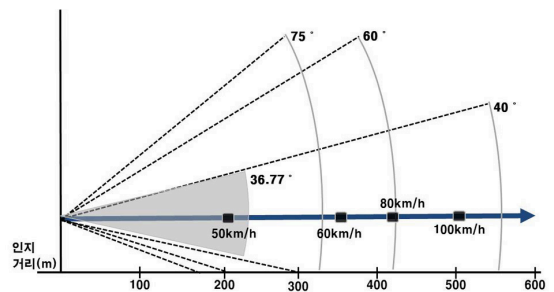


그림 3. 주행속도에 따른 운전자의 인지거리 및 시야각¹⁸⁾

15) 류준범 등(2011), 『차량시뮬레이터를 이용한 장대터널 주행 안전성 연구』, 한국도로학회 논문집, 제13권 제1호, p.149.

16) 이동휘(2011), 『장대 도로터널내 시환경 개선시설 디자인 연구-인제터널 적용사례를 중심으로』, 서울과학기술대학교IT디자인대학원, 디자인학석사 학위논문.

17) 이동휘(2011), 『장대 도로터널내시환경 개선시설 디자인 연구-인제터널 적용사례를 중심으로』, 서울과학기술대학교IT디자인대학원, 디자인학석사 학위논문.

일반적인 연구에 따르면 60km/h로 주행하는 운전자의 시야각은 약 75°이며, 주행 속도가 100km/h로 증가하게 되면 시야각은 40°가 된다. 이에 따른 주행 중인 운전자의 인지거리는 전방 약 300m~550m 구간이 된다. 이를 고려한 벽화 조성을 통하여 운전자에게 벽화가 노출되는 시간을 확보하고, 인지성을 높이게 된다.

2.3 터널내 벽화 조성의 공공 디자인으로서의 기능

안전과 더불어 도로 주행 환경 중 운전자들이 선호하는 환경은 쾌적한 환경일 것이다. 산업화와 도시화에 따라 자연이 파괴되고, 그에 따르는 환경적 오염과 공해 등의 문제는 심각한 수준이며, 그 중 시각적인 자극 또한 삶의 질을 하락시키는 요인이 되었다. 현재 도로 터널들의 도로 환경은 안전 기능 이외의 기능적 측면은 충분하지 못하다. 그러나 문명의 발달과 함께 도시화가 진행되면서 도시환경의 미관과 기능의 발달에 많은 관심이 모아지고 있으며, 시설물들이 단순한 본연의 기능뿐만이 아닌 미관을 제공하는 예술적 가치로 승화된다면 기능성에 치중된 도로시설물에 미적 아름다움을 입히며, 사고감소의 기능적 측면 이외에도 이용자와 주변지역 주민들에게 쾌적함과 아름다움을 제공함으로써 긍정적인 환경요소로 작용할 수 있다. 이러한 공공영역의 디자인을 우리는 공공디자인이라고 명할 수 있다.

2.3.1 공공디자인

공공디자인은 공공영역을 구성하고 작동시키는 매개체이자 이를 통해 더불어 살아가는 삶의 미학, 즉 공공성을 표출하는 것으로 사회구성원의 삶의 질적 수준을 나타내면 한 사회의 경쟁력으로도 해석할 수 있다. 공공디자인은 한 도시의 성숙한 발전의 기준이 되기도 하며, 공공공간의 중요 구성 부분이다. 예

를 들어, 로스엔젤레스의 1974년에 시작한 도시벽화 프로젝트로 250여 개의 벽화를 통해 정치, 경제적으로 활용되는 광고뿐만 아니라 특유의 문화성이 반영된 도시에 강한 장식적 요소로서 지역 전역의 공공생활에 영향을 주게 되었다. 또한 이 도시를 찾아오는 방문객들에게 아름다운 도시이미지를 각인시켜 주는 역할을 하고 있다.¹⁹⁾

이러한 공공 디자인은 공공 공간 디자인과 공공 시설 디자인, 대중 정보 및 사인 디자인, 공공 용품 디자인으로 분류되는데, 터널내 벽화조성은 공공 시설 디자인의 영역에 속하며, 벽화 예술이라고도 칭할 수 있다. 이러한 벽화예술은 일반적으로 다음과 같은 기능²⁰⁾을 지니고 있다.

- 1) 기념성 : 벽화의 독특한 예술적 표현형식을 이용하여 중대한 역사적 사건이나 중요한 대표성이 있는 인물에 대해 기록한 기념적 의미가 있는 예술창작을 뜻한다. 시각예술에서의 기념형식이다.
- 2) 선전성 : 특정한 예술형식 혹은 주제나 내용을 이용하여 강력한 감화력을 통해 선전 공간 환경을 돋보이게 하여 사람들에게 모종의 강렬한 공감을 일으켜 이를 이용해 광범위하고 인상 깊은 선전 효과를 낸다.
- 3) 계시성 : 벽화예술의 주제는 일반적으로 반드시 교육적 의미가 있는 역사적 사건, 신화, 전래동화 등을 사용한다. 예를 들어, 미래 혹은 평화롭고 아름다운 삶 등에 관한 주제들을 전시한다. 벽화는 정의와 선의를 지향하고 사악함을 배제하는 권선징악적인 특징을 갖고 있다.
- 4) 장식성 : 환경적인 부족함을 보완하고 개선하기 위해 작용하며 불량한 환경을 덮어서 가리거나 장식하는 것으로 이를 통해 전체적인 시각적 환경이 개선된다. 이로 인해 현대의 벽화 예술에서 장식성의 기법은 점차 사람들의 주목과 관심을 받으며 보편화되고 있다.

18) 김호영 (1999), 『고속도로 터널구간에서의 운전자 시각행태 분석에 관한 연구』, 공학석사 학위논문, 명지대학교 대학원.

19) 위지윤 (2008), 『공공디자인으로서 고속도로 방음벽의 시각환경 디자인에 대한 연구』, 한양대학교 디자인 대학원 석사학위논문.

20) 고성종 등 (2003), 『도시환경과 벽화디자인』, 미진사, p.140.

- 5) 표지성 : 일반적으로 실외환경에 위치하고 환경의 식별과 지시적 기능을 갖고 있다. 예를 들어, 넓은 활동 장소, 문화유산, 특정 지역의 민속 문화재 등에 대부분 대형 표지성 벽화 예술이 존재한다.
- 6) 감상성 : 최근 도시환경에서 비교적 자주 등장하며 환경미화와 사람들의 시각적 감각을 풍부하게 하는 작용을 한다.

즉, 이러한 공공디자인은 원거리에서도 내용 전달이 용이하며 랜드마크적인 효과를 내며 특별한 공간으로 인식될 수 있으며, 지역 이미지 창출이 가능하다. 또한 주목률, 호감도, 정보전달력이 높아 다양한 정보 전달과 상호작용적인 메시지 전달이 가능함으로써 효율적인 커뮤니케이션을 할 수 있는 수단으로서의 가치를 지닌다.²¹⁾ 즉, 환경으로서 시각환경을 개선하여 경관에 시각적 활기를 주며, 구체적 정체성과 지역성 개성 부여가 가능하다. 그러므로 터널의 해당 지역의 브랜드, 예를 들어 강원도 정선의 탄광이나 속초의 오징어 등 랜드마크를 벽화 디자인에 접목하여 지역 브랜드 홍보 효과를 얻을 수 있을 것이며, 2018 평창 동계 올림픽이나 송어축제 등의 지역축제를 타 지역 터널내에 조성하여 안전하고 쾌적한 터널 조성은 물론 지역 축제 홍보의 수단으로도 사용될 수 있을 것이다.

3. 결론

산업화에 따라 국내의 자동차 누적 등록대수는 이미 2천만대를 넘어섰으며, 이와 더불어 도로 터널

또한 증가하였다. 하지만 나날이 늘어나는 터널내 교통사고 건수와 사고의 위험성은 무시할 수 없는 수준이 되었다. 또한 대부분의 사고가 운전자 요인에서 기인하는 바, 본 연구에서는 도로터널을 주행하는 운전자의 사고를 감소시킬 수 있는 시각적 방안 중 벽화 조성이라는 시설물 개선 방안을 제시하였다. 장대터널내 벽화 조성은 먼저 단조로운 터널 내부에 시각적인 도로 시설물을 설치하여 운전자의 시각을 각성시켜 사고를 감소시키는 기능적인 측면이 있다. 이러한 기능을 충분히 하기 위해서 고려할 사항은 다음과 같다. 첫째, 과도한 디자인이나 지나치게 낮은 명도로 운전자의 시선을 분산시키거나 불안함을 조성하면 안될 것이다. 둘째, 터널내 주행중인 운전자의 반응을 고려하여 시각적 각성수준 등이 유의하게 저하되어 사고를 유발할 수 있는 지점 별로 선택적으로 벽화를 조성하여 비용을 최소화하여 효과를 극대화할 수 있다. 셋째, 주행중인 운전자의 시야각 및 인지거리를 고려하여 벽화를 조성함으로써 운전자에게 벽화가 노출되는 시간 및 인지성을 향상시킬 수 있다. 이러한 기능적인 측면과 더불어, 터널내 벽화는 다른 도로 시설물과 다르게 도로터널내 시각적인 환경을 미적으로 개선함으로써 공공디자인으로 승화될 수 있다. 공공디자인은 장식성과 표지성 등의 기능을 지닌다. 먼저 공공디자인으로서의 터널내 벽화는 시각적인 환경을 쾌적하고 아름답게 만들면서 터널 내부의 환경적으로 부족한 부분을 보완하고 운전자에게는 감성적인 요소를 제공할 것이며, 랜드마크적인 효과로 지역 이미지 구축이 가능해지고, 축제 및 지역 홍보도 가능한 복합적인 기능을 할 수 있게 될 것이다.

21) 이홍 등 (2009), 『건설현장의 환경구조물에 관한 연구-공사장 가설펜스 슈퍼그래픽을 중심으로』, 디자인학 연구 제81호, Vol.22.