

## 도로터널 조명설계 기술해설(3)

### 3. 조도순응구간 등 기타 고려사항

신용주 <(주)한신콘설턴트 전문/청운대 겸임교수>  
이진규 <(주)한신콘설턴트 설계실장>

#### < 연 재 >

##### 도로터널 조명설계 기술해설

1. 국제조명위원회 권고사항 및 각국 설계기준 (2000. 8월호)
2. 입구부 조명의 최적 설계 (2000. 10월호)
3. 조도순응구간등 기타 고려사항 (2001. 2월호)

#### 1. 서 론

신설도로 또는 우회 대체도로를 계획하다 보면 산악지방을 가로질러 도로가 배치되게 되므로 터널과 터널간이 그리 멀지 않은 야외의 토공 또는 교량 구간으로 연결되는 경우가 많이 발생하게 되고 도로를 계획하는 전문가들에 의해 짧은 터널간 구간에 갠리 터널이 인공적으로 배치되어 터널에 진입하는 운전자의 시각적 순응성을 보조하거나 짧은 구간의 주행에서 시각적 혼란을 예방하고자 하고 있다. 장경간 터널의 입구부 조명 설계에 대해 설명한 전회에 이

어 금회에는 장거리 터널의 입·출구부에 설치하는 조도순응시설 및 지하차도, 짧은 거리 터널에서의 Check Point에 대해 설명하고자 한다.

#### 1. 조명측면에서의 터널의 구분

터널조명의 최적설계를 위해서는 우선 터널을 조명측면에서 구분하여 카테고리별로 기본사항을 정해 놓고 설계에 접근하는 것이 필요하다. 전회에 설명한 입구부 조명의 최적설계는 우리가 일반적으로 고려하는 일정거리 이상의 장대터널에 대한 사항 일 것이다. 따라서 조명 측면에서 볼 때의 터널의 종류와 설계 주안점 등에 대해 알아보하고자 한다.

##### 가. 지하차도(Under Passes)

적절한 보조조명 설치라는 관점에서 볼 때 짧은 터널과 지하차도는 서로 뚜렷하게 구분되지는 않는다. AASHO가 구분한 지하차도의 정의를 보면 지하차도란, 구간거리가 22.5[M]에서 30[M] 사이의 지붕이 있는 도로라고 되어있다. 그러나 기타 다른 기관 즉, IES 나 CIE 에서는 일반적으로 모든 외기와 차단된 차량용 도로를 터널로 간주하여, 구분된 별도의 구조물로서 지하차도를 취급하지 않고 있다. 즉, 이

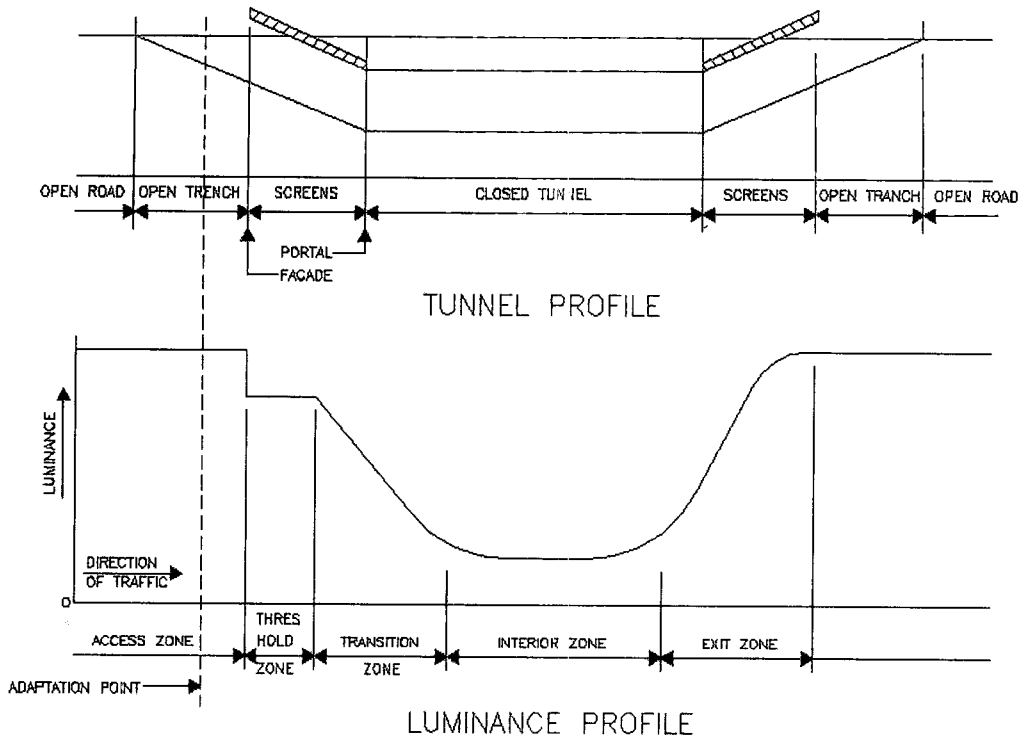


그림 1. 지하차도 형상에 따른 설계기준 휘도 단계

들 기관들은 조명 목적에서 볼 때 인공적이든 자연적이든 그리고 구간길이가 길든, 짧은 구조물의 성격에 관계없이 모든 지붕이 덮인 구조물로 된 도로를 터널로서 간주하고 있다. 그러나 지하차도의 수평, 수직적 배치와 도로터널의 배치를 비교해 보면 터널의 범주에 수용될 수도 있겠지만 지하차도는 그 나름대로 고려하여야 할 다음과 같은 몇 가지 주안점이 있음을 알 수 있다.

- 입·출구부에 외기와 접한 개방된 구조의 구간이 상당한 거리로 존재한다.
  - 대부분의 지하차도에서 볼 수 있듯이 배치의 제약에 의해 입구부와 출구부의 하향, 상향 구배가 상당한 각도를 가지고 배치되어 있다.
- 이러한 특징으로 지하차도의 입구부에는 외국에서 오래 전부터 Screen에 의한 조도순응구간이 검토 적

용된 것을 볼 수 있다.

위의 그림 1은 대부분의 지하차도에서 볼 수 있는 구조적 특징을 고려한 조도순응시설의 적용 방법 및 조명계산을 위한 기준점과 최적 휘도 단계 곡선을 예시적으로 나타내고 있다. 한가지 주의하여 관찰 할 것은 출구부 휘도 단계 곡선이 명순응과 암순응간의 30배 속도 차이 특성에 따라 입구부의 곡선보다 상승률이 매우 급하다는 것이다.

#### 나. 짧은 터널(Short Tunnel)

IES와 CIE가 정의하는 짧은 터널이란, 교통이 없는 상황에서 입구부 전방으로부터 터널내부를 들여다 볼 때 출구부와 출구부 밖의 주변이 완전하게 보여지는 터널이라고 되어있다. 이는 터널 내부 도로의 수평, 수직적 경사와도 관계가 있는 구분으로 구간거리와 함께 복합적으로 판단되어 진다고 볼 수 있다.

조명 목적에서 볼 때 대부분의 경우에서, 대략 45[M] 정도의 구간거리를 가진 터널을 짧은 터널이라고 한다. 그러나 터널이 구간 거리는 120[M] 정도로 길지만 직선구간이며 수평 구배가 적당하고 바닥에서 천장까지의 높이가 충분하거나 높이와 폭의 비가 적정하여 입구부에서 들여다 볼 때 출구부 및 출구부 외부의 주변을 볼 수 있다면 짧은 터널로 분류될 수 있을 것이다. 또 다른 짧은 터널에 대한 구분정의의 보편 설계속도 또는 제시된 제한속도에서 터널구간을 통과하는데 5초 이내가 소요되는 터널이라고 하고 있다. 즉, 제한속도가 60[MPH]일 경우 구간거리가 440[Feet] (132[M]) 이내이면 짧은 터널이라는 것이다.

다. 장경간 터널

조명의 관점에서 IES는 장경간 터널이란 직선구간일 경우 일반적으로 45[M] 이상이며 출구부로 부터의 밝음이 너무 미미해서 운전자의 시야에서 실루엣 구분을 위한 효과적 배경으로 작용하지 않는 터널이라고 말하고 있다. 또한 CIE는 운전자 시각의 관점에서 볼 때 터널 교통조건에 따라 운전자가 터널 입구부를 향하여 진행하면서 터널 입구부로 부터 일정 거리 전방에 이르렀을 때 출구부와 출구부 외부 주변의 식별이 곤란할 경우 장경간 터널이라고 구분하고 있다. 이는 IES의 정의보다 터널 입구부의 더 앞쪽에서 판단하게 되므로 비교 구간 거리는 더 짧아질 것이다.

우리가 일반적으로 설계 절차 또는 기법으로 설명하는 대부분의 항목이 이러한 장경간 터널의 경우에 적용된다고 볼 수 있다.

2. 터널 종류별 조명 일반 설계기준

가. 짧은 터널의 조명 설계

대부분의 짧은 터널의 경우 적절한 운전자 시야 확보를 위한 터널 내부 조명은 별로 필요가 없다 고

한다. 터널 양단에서 들어오는 주광 효과와 함께 진행 방향 출구부로 부터의 실루엣 효과가 만족스러운 시각을 제공한다고 일반적으로 생각하는 것이다. 그렇지만 22.5[M]에서 45[M]사이의 길이를 갖는 짧은 터널이라도 지하차도의 경우처럼 수직 방향으로 급경사 구배의 입·출구부를 갖거나, 수평방향으로 굴곡된 선형인 경우 또는 도심지역에서 고층 건물이 근접하여 주광의 효과가 제한될 때에는 보조적 주간인공조명이 필요할 것이다. 짧은 터널은 터널로 접근하는 운전자의 시야에 장경간 터널에서 나타나는 Black Hole 현상과 반대로 Black Frame 현상이 나타난다.

그림 2에서 볼 때 터널내부의 하부(도로면 휘도)에 대한 순응 과정은 발생되지 않을 것이다. 즉, 경계부 구간의 불필요함을 말한다. 그리고 터널에 진입한 후에는 운전자 시야의 중앙 부분이 출구부의 밝음으로 구성되므로 벽체와 천장의 밝음 정도는 별로 중요치 않은 사항이 되어버린다. 만약 짧은 터널 입구부에 위치한 장애물이 출구부의 밝은 환경과 대비하여 실루엣 상으로 충분히 크다면 운전자에 의해 인지되기가 용이할 것이다. 만약 도로상에 가로질러서 나타나는 Black Frame의 수직적 투명규모가 주행 중 인지되어야 할 가장 작은 장애물의 높이보다 클 경우 장애물은 출구부의 밝음에 의해 실루엣으로 나타나고 진행하는 운전자에게 용이하게 인지될 것이다.

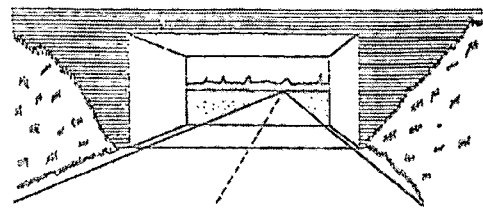


그림 2. 짧은 터널에서의 Black Frame 현상

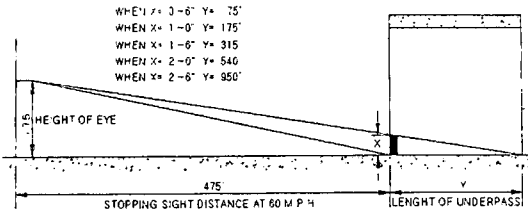


그림 3. Black Frame의 수직적 수치 규모

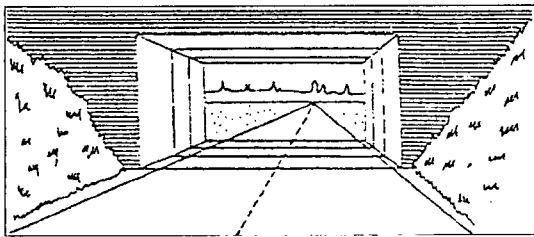


그림 4. 천장 개구부 효과

그림 3은 설계속도 60[MPH] 시선높이 1.2[M]로 주행하는 운전자의 최소제동시인거리인 142.5[M] 터널입구 전방에서 1.2[M] 높이의 운전자 시선일 때 수평, 수직적 도로굴곡이 없을 경우에 확실히 인지되어야 할 장애물의 크기에 따른 지하차도의 최대 가능 계획 길이를 나타낸다. 이러한 연구 발표를 정리해보면 짧은 터널로 직선이고 수평을 유지하는 배치일 경우, 짧은 터널 양단에서의 주광 침투에 의해 한 변이 15[CM]인 장애물의 경우 22.5[M] 길이까지는 주간 보조 조명이 불필요하다고 결론 지을 수 있다. 이 경우에 터널내부의 어둠을 완화시키기 위해 밝은 색상의 색조로 구조물 벽체를 마감처리 한다면 장애물의 실루엣 현상은 더욱 개선될 것이다. 만약 현장 조건에 의해 주간 운영시간에 인공 조명의 설치가 요구된다면 터널 전체 길이에서의 휘도 단계는 최소한 예상 최대 야외 휘도의 10% 이상을 유지하여야 한다. 대략적으로 볼 때 만족스러운 시각을 제공하기 위해서 300~350 Foot Lambert 정도의 휘도 수준을 유지하여야 함을 말한다. 이런 수준의 휘도를 달성하는 것이 곤란할 경우에는 시각을 개선시키기 위해 주광의 침투를 허용하는 개구부를 터널 횡방향으로

중앙에 설치할 수 있다.

이러한 개구부의 설치에 의해 터널의 구조물이 두 개로 분리되게 되면 주간 중의 조명요구사항을 만족시킬 수 있게 된다. 또한 벽면과 천장 면을 밝은 색조의 무광택 표면 처리하면 구조물 내부로의 자연광 침투를 개선시킬 수 있다. 그와 더불어 터널 입구부의 단면적을 확장하는 깔때기 모양의 구조물 설계에 의해서도 추가적인 자연광 침투를 허용할 것이다.

#### 나. 장경간 터널의 조명 설계

장거리 구간 터널의 조명 설계에 대해서 전회에 이어 주광 이용 방안을 설명하고자 한다.

##### 1) 조도 순응 구간의 적용

근래에 국도 및 고속도로 터널의 Design-Build Base 입찰도서에서 조도 순응구간이 입·출구부에 적용되는 경우를 자주 발견하게 된다. 그러나 조명설계자와의 협의에 의한 적정규모, 적정방법을 검토 적용한 예는 찾아보기 힘들고 운전자의 터널 진입을 돕기 위한 일반적 항목으로 적용하고 있다. 전회에 설명한 터널입구로 진행되는 운전자의 실질적 터널 진입 시점 즉, 암순응 개시 시점과 조도순응구간의 설치규모, 설치방법이 관련이 있다. 필립스 연구실에서 주장하는 25° 확설과 Ketvirtis가 주장하는 7° 확설이 의해 운전자의 암순응 개시 시점이 정해지고 그에 따라 입구부(경계부 + 이행부) 구간 거리가 정해지는 것과 관련하여 조도순응구간의 적절한 설계는 자연 주광을 최대한 효과적으로 이용하여 입구부 조명구간의 필요길이를 단축시킬 수 있으며 이는 에너지의 효율적 이용 효과로 나타날 것이다.

그림 5를 보면 ㉔와 ㉕에서 조도순응구간을 벨 마우스(깔때기) 형식으로 단면을 확대시켜 설치할 경우 (25[FT] HEIGHT) 암순응 개시 시점이 조도 순응 구간을 설치하지 않는 경우와 비교하여 2배정도 늘어난다는 것을 볼 수 있다. 여기서, 전회에 설명한 입구부 구간거리 계산식과 연계하여 보면  $L_s = (V_s \times$

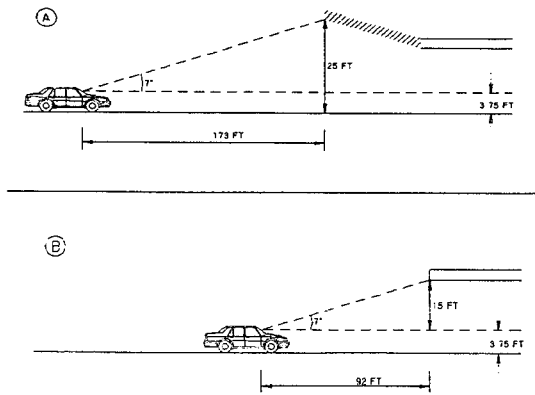


그림 5. 조도 순응 구간 설치 효과

Ta)-da 에서 da가 늘어나게 되고  $Vs \times Ta$  는 설계속도와 8초의 순응 시간이므로 일정 치가 되어  $Ls$ 는 조도 순응 구간 설치에 의해 연장된 길이 만큼 감소하게 되므로 조명기구의 설치수량 및 간선의 굵기가 감소하게 되어 공사비 측면에서 절약효과가 발생하고 운영중의 전력비가 감소하게 되므로 현저한 에너지 절감 효과를 얻을 수 있을 것이다. 따라서, 시대가 변하고 생활 수준이 향상되고 기술이 발전하면서 KS에 정해진 설계기준도 변하여야 효과를 발휘할 수 있게 된다. 근래의 대부분의 터널에서 조도순응구간이 적용되고 있으나 KS에 지배되어 경계부 + 이행부 구간 거리는 줄어들지 않는다면 결과적으로는 여러 가지 측면의 낭비를 규정이 조장하고 있는 경우가 되는 것이다. 규정이 바뀌지 않아도 근거 있는 신기술을 수용하는 여유라도 있다면 규정의 개정은 절차에 따라 기간을 갖고 시행하면 되겠지만 발주과정이나 우열 평가 심의 과정에서의 간과에 의한 낭비 요인 방지 목인은 안타까운 일이다. 조도순응구간 즉, 주광 차단막은 구간내 야외 주광의 유입을 조절하는 수단으로 유럽의 많은 경우에 그리고 미국의 경우 몇 개의 터널에 적용 되어졌다. 그리고 대부분의 주광 차단막이 그림 5에서 보듯이 가림판 조각을 이용하여 도로면 상부에 연속적으로 배치한 형상을 이루고 있으며, 연속 배치된 가림판 조각은 도로면에 수직이거나 경사진 형태를 가지고 터널 입·출구부

주변 여건에 따라 다양한 구조 및 형태로 설치되고 있다. 이때, 가림판 조각의 배치는 도로 면으로의 태양 직사 광 유입을 조절하기에 적절한 차단각을 갖도록 설계되어야 할 것이다. 또한 시설된 주광 차단막은 일출에서 일몰로, 여름에서 겨울로 태양의 고도가 하늘에서 점진적으로 낮아짐에 따라 야외 유입 주광 단계가 변함에 대응하는 일정한 투과율을 유지할 수는 없다.

이러한 주광 차단막에 의한 조도 순응구간을 설치하여 성공적으로 이용하기 위해서 가장 중요한 요소는 투과율이 외부 조도 단계의 모든 조건에서 일정하게 유지되어야 한다는 것이다. 그러나 가림판 조각에 의한 주광 차단막이든 폴리에틸렌 필름에 의한 것이든 현재 적용된 주광 차단막은 이러한 조건을 수용할 수 없으므로 조도 순응구간 내부의 보조 조명 설계가 투과율과 밀접하게 연계되어 이루어져야 한다. 추정 최대 설계 야외 휘도에서 적정 노면 휘도를 고려한 투과율로만 설계할 경우 구간중 흐린 날씨로 야외휘도가 낮아진 경우 조도 순응구간을 설치하지 않은 터널과 별반 차이가 없는 결과를 나타낼 것이다. 이 부분에 대해서는 여러 관심 있는 분들이 연구하고 있지만, 한가지 제안한다면 여름철 보안경에 적용된 Automatic Change Color 기능의 Polyethylene Film 또는 투과성 판재(유리 등)가 경제적인 가격에 생산된다면 아주 적합할 것이다.

조도 순응구간의 적절한 적용과 함께 터널 입구부 구조물을 주변 색상 보다 어두운 색상으로 마감 처리하는 것도 운전자 시각의 암순응에 도움을 준다.

## 2) 주광 유입 틈새의 적용

실질적으로 적용하기에는 상당한 어려움이 있고 구조물 부분에 대한 전문가의 협조가 필요하겠지만 조도순응구간과 함께 자연 주광을 이용 할 수 있는 방안으로서 주광 유입 틈새에 관한 사항을 약간 설명하고자 한다. 주광 유입 틈새의 설치는 중간 규모 길이의 터널에 가끔 적용되었다고 한다. 주광

유입 틈새가 터널 중 방향으로 상당한 거리만큼 설치되어 있다고 가정한다면 그것은 확산 광원으로 간주 될 수 있으므로 다음의 식으로 주광 유입 틈새의 효과에 대해 추정할 수 있을 것이다.

$$E = \frac{\pi B}{2} (\sin \gamma_2 - \sin \gamma_1)$$

상기 식에서 E는 그림 6의 P 점에서의 조도이며 B는 주광 유입 틈새의 휘도 그리고  $\gamma_1$  과  $\gamma_2$  는 틈새 끝 선과 중앙 수직선과 이루는 각도이다. 그림 7은 이 계산식으로 얻은 중앙으로부터의 거리에 따른 계산 결과이다. 즉, 틈새의 크기와 위치에 따라 유효 조명거리가 달라짐을 알 수 있다.

### 3) 터널 입·출구부에서의 주광 유입

주간에 야외조도의 어느 정도(%)가 터널내부로 유입되어 터널내 공간에서 수직, 수평면 상에 작용하는가를 나타내면 그림 8과 같다.

그림 8의 그래프는 직접측정 및 계산에 의한 결과이며, 그 결과를 검토해 보면 주광의 유입에 의한 기여도는 터널 입구에서 6[m]정도 안쪽으로 들어가면 별 효과가 없으며 무시할 수 있음을 나타낸다.

### 4) 터널 Lining에 대한 검토

터널조명 설계가 야외 휘도에 대응한 노면 휘도의 적절한 확보를 목표로 계산, 적용되지만 실질적인 터널내부 시각환경은 운전자 입장에서 볼 때 달리 생각하여야 한다. 즉, 노면의 밝기는 도로 사용자의 시각능력 측면에서는 터널이 충분히 넓은 폭을 가지고 있지 않다면 벽체나 천장의 밝기보다 미치는 영향이 적다. 따라서, 일반적 시각 환경 측면에서 볼 때 노면의 밝기는 조명설계에서 보조적 고려사항으로 간주되어도 될 수 있다. 왜냐하면, 벽면과 천장이 충분히 밝다면 적절한 노면밝기와 장애물의 인지를 위한 빛의 반사는 자연스럽게 확보되기 때문이다. 터널 내부의 벽면과 천장은 적절한 조명 환경 구성에서 중

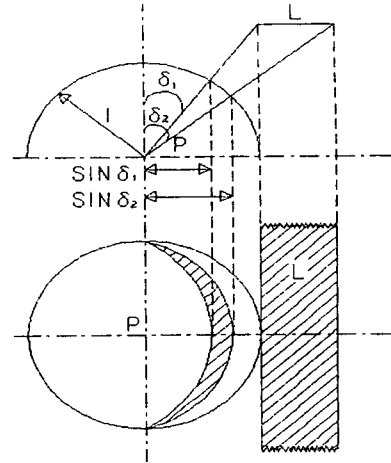


그림 6. 주광 유입 틈새의 주광 투과

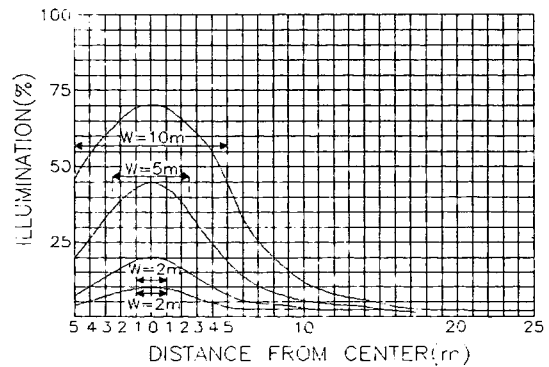


그림 7. 주광 유입 틈새의 투과 효과

요한 요소이며, 특히 천장과 벽면의 밝기는 그리 중요한 역할을 하지 않는다고 간과 할 수 있지만 노면이 상향 구배를 가진 터널의 경우에는 그 중요함을 분명히 알 수 있다. 즉, 천장의 재질이 밝은 색상이며 높은 반사율을 가질 때 벽면은 더 높게 보이고 노면의 밝기는 증대 될 것이다. 더불어서 벽면과 천장의 표면 재질은 시간의 경과 및 차량 배기가스의 화학적 성분에 의해 반사율이 떨어지지 않는 성질을 갖추고 있어야 한다. 즉, 쉽게 더럽혀 지지 않고 주기적으로 쉽게 세척이 될 수 있어야 한다. 이러한 관점에서 볼 때 밝은 색상의 무광택 처리된 표면으로 70% 이상의 반사율을 갖는 재질이 가장 적합할 것이다. 그러나 천장 면의 경우 이러한 재질로 설치 및

유지관리하기가 매우 어려우므로 터널 내 환경에 잘 견디고 반사율을 유지 할 수 있게 하기 위해서 벽면 타일 시공과 함께 Epoxy 페인트에 의한 천장 면 코팅이 적용 될 수 있다. 터널 내부 환경 중에서 마지막으로 노면의 반사율은 최소한 20% 이상의 반사율을 유지하여야 한다. 영국 및 유럽제국에서는 아스팔트 시공노면의 반사율을 유지하기 위해 첨가제가 사용되고 있으며 콘크리트에도 같은 내용의 첨가제를 적용한 포장인 터널 내부도로 포장 재료로서는 최적이 일 것이다.

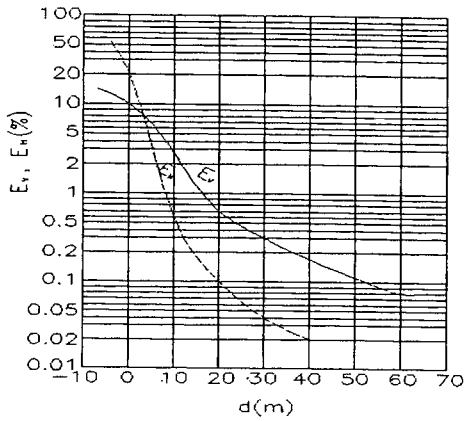


그림 8. 터널 입구부에서의 주광 유입 효과

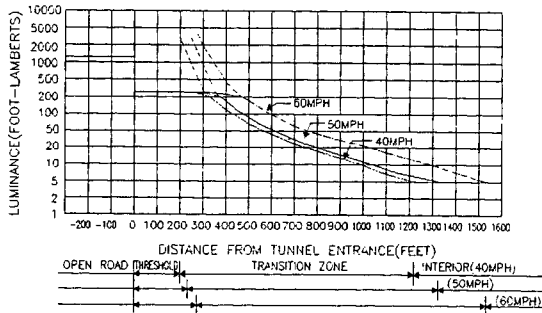


그림 9. 속도별 터널 입구부 권장 휘도 분포 곡선

### 3. 경계부 이후구간 노면 휘도 수준

운전자가 암순응 개시 지점을 통과하면서 운전자

의 시각은 터널 입구부의 상대적 어두움에 순응하기 시작한다. 이때 경계부 이후의 이행부가 최적 암순응 곡선에 따라 휘도 수준을 유지한다면 운전자의 잔상 (After Image)에 의한 불편함은 발생되지 않을 것이다. 최적암순응곡선에 의한 휘도 수준은 항상 운전자의 위치에서 전방으로 최소 제동 시인 거리만큼의 위치에 확보되어야 한다. 이러한 기준으로 경계부 이후의 최적 암순응 곡선을 경계부 권장 휘도 수준과 함께 속도별로 재구성해 보면 그림 9와 같이 된다.

이 그림에서의 설계속도는 40, 50, 60[MPH]이며 그에 따른 입구부 거리는 363, 405, 462[M] 이다. 기본부에서의 휘도 수준은 5 Foot Lambert 이며, 기본부 휘도 수준이 달라지면 속도별 이행부 거리도 달라질 것이다. 그러나 전회에 설명한 방법으로 최적 암순응 곡선에 따라 경계부 이후 구간 설계를 한다면 이 조건에 부합한다고 할 수 있다.

### 4. 터널 입구부 안개 현상

일정거리 이상의 터널에 설치되는 환기시설은 화재시 연기의 배출과 함께 교통량 증가시 차량 배기 가스에 의한 연무 현상을 제거하여 운전자의 시각적 문제 발생을 예방하고자 하는 설비이다. 특히 주광의 유입 수준을 제어하는 조도 순응구간의 설치 방법에 따라 그리고 조도 순응구간의 적용여부에 따라 상당히 다른 현상이 발생 될 수 있다. 앞 절에서 예로 들은 유럽 각국에서의 설치방법 즉, 가림판 조각의 조합에 의한 주광 차단막과 투과율 조절 방식의 Polyethylene Film 등을 사용한 조도 순응구간은 아주 상이한 현상을 나타낸다.

즉, 가림판 조각의 조합에 의한 주광 차단막은 내부에서 강제 배기된 차량배기가스가 공중으로 확산되기가 용이하나 밀폐형(하부개방형)의 조도 순응구간은 구조물 내부에 차량 배기가스에 의한 연무가 축적되어 불필요한 현상을 나타낼 수 있다. 이 절의 주제와 관계없지만 기계설비에서 사용하는 Damper

의 원리를 이용한 태양 위치 감응 가림판 조각 위치 제어방식의 자동제어기법을 Polyethylene Film 시공 조도 순응구간의 상부 일정 면적에 적용한다면 이차 효과적일 것이다. 차량 배기가스에 의한 연무가 축적되어 태양 광에 의해 난 반사를 일으키게 되면 그 눈부심은 매우 높게되고 전방을 주시하는 운전자 시야에 차폐 효과로 작용하여 전방 주시가 매우 어렵게 된다. 이러한 현상을 수식적으로 해석해 보면  $L_1$  을 야의 휘도,  $L_2$  를 장애물의 배경 휘도,  $L_3$  를 장애물 자체의 휘도라 할 때 배경에 대한 장애물의 휘도 대비(상대적 밝음)는 다음과 같다.

$$C = \frac{L_2 - L_3}{L_2}$$

여기서 장애물과 운전자간의 차폐 휘도를  $L_V$  라 하면  $L_V$  는 장애물 휘도를  $L_3 = L_3 + L_V$  로 배경 휘도를  $L_2 = L_2 + L_V$  로 증가시킨다. 따라서 재조정된 휘도대비  $C'$  는

$$\begin{aligned} C' &= \frac{L_2' - L_3'}{L_2'} \\ &= \frac{(L_2 + L_V) - (L_3 + L_V)}{L_2 + L_V} \\ &= \frac{L_2 - L_3}{L_2 + L_V} \end{aligned}$$

이거나  $C' = C \frac{L_2}{L_2 + L_V}$  가 된다.

그러므로  $\frac{C'}{C} = \frac{L_2}{L_2 + L_V}$  가 된다.

즉,  $C'$  는  $C$  보다 적게 되어 운전자 입장에서의 대비 시감도가 떨어지게 되는 것이다. 운전자 시야에 겹침 현상으로 나타나는 밝음은 인지하여야 할 장애물의 망막상의 영상위에 겹침 차폐 휘도로 작용하여 영상의 인지를 방해하는 현상을 나타낸다. 이러한 과정에 의해 운전자 시야에서의 장애물의 밝기와 배경의 밝기를 변동시키고 따라서 대비 시감도가 변하게 된다. 위 식에 나타난 바와 같이 당초의 경계부 휘도

대비와 연무에 의한 실질적 휘도 대비의 비는  $L_V$  의 영향으로 항상 1 보다 작게 되어 정상적인 상황에서 인지가 가능한 장애물이 같은 배경 휘도 조건에서 낮은 휘도 대비를 갖게 되어 보이지 않을 수 있다. 따라서 장애물의 시 감도를 확보하기 위해서 배경 휘도  $L_2$  를 높여 주어야 할 것이다. 이 문제는 조명 제어의 부분에서 상시 감시 대응하여야 하고 그러한 현상이 나타날 시점을 고려하여 초기 단계부터 휘도 수준을 높여 주어야 정상적인 제어가 가능하다.

그림 10은 장애물 휘도 대비 범위 내에서의 배경 휘도 변화를 나타내는 운전자 시각 완성도 곡선이다. 장애물 대비 휘도가 감소했을 때 최소한의 시각을 유지하기 위한 추가 배경 휘도의 정도를 나타낸다.

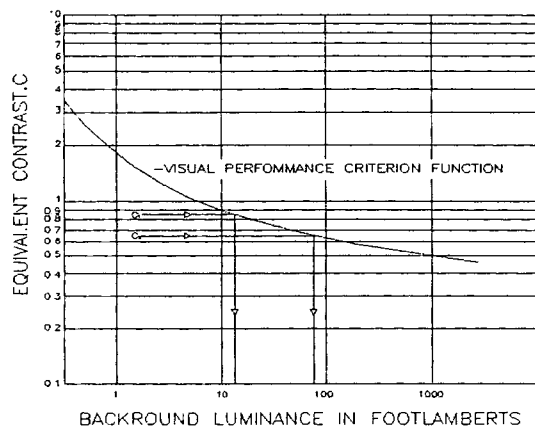


그림 10. 운전자 시각 완성도 곡선

#### 4. 결 론

터널의 구분에 대해 언급하였지만 계획되는 터널의 위치, 형상, 주변조건, 기타 등에 의해 터널마다 각각 다른 설계 고려사항이 있을 수 있다. 따라서 여러 가지 발생 가능한 상황에 대해 자료를 충분히 갖추고 분석하여 각 터널별 여건에 최적으로 부합하는 조명설계 즉, 효율적인 제어를 전제로 한 시설의 구성이 중요하다고 할 수 있다. 앞서서 근대화 된 선진



각국이 먼저 고민한 내용을 조사 검토하여 우리의 입장에서 취사 선택 재정립하여 적용할 때 좀더 진보된 새로운 적용 기술의 개발이 가능하다고 생각한다. 그리고 새로운 개념을 도입하여 적용할 때 적용의 원리를 이해하고 적절하게 검토 적용하는 것이 매우 중요하고 남들이 했으니깐 하기보다는 우리가 필요하니깐 한다는 선별적인 적용이 검토되어야 한다고 생각한다.

참 고 문 헌

- [1] Michael A. Marszalowicz "Tunnel Lighting System".
- [2] Commission Internationale l'Eclairage(CIE).1973 "on International Recommendations for Tunnel Lighting".
- [3] 건설교통부, 한국조명·전기설비학회 "도로터널 조명시설의 설계기준".
- [4] John O. Bickel/T. R. Kuesel "Tunnel Engineering Handbook".
- [5] Mayer "Tunnel Vision Specification Data & Installation Instruction".
- [7] 지철근 "최신 조명공학".
- [8] 일본 조명학회 "New Edition Lighting Data Book".
- [9] 한국도로공사 "고속도로 조명시설 개선방안에 관한 연구".

◇ 著 者 紹 介 ◇



신 용 주(申容周)

1954년 12월 13일 생. 1981년 고려대 전기공학과 졸업(학사). 1994년 건축전기설비 기술사. 1996년 한양대 산업대학원 전기공학과 졸업(석사).1999년 Project Management Professional (PMI, USA). 1980년~1994년 쌍용양회, 한진건설, 쌍용건설, (주)태영 근무. 1995년~1999년 한국고속철도건설공단 기술관리부장. 1999년~현재 (주)한신콘설탄트 전무. 2000년 청운대학교(충남 홍성) 건축환경설비학과 겸임교수.



이 진 규(李鎭奎)

1962년 3월 12일생. 동서울대학교 전기공학과 재학. 1980년~1990년 (주)신우전기설계 근무. 1991년~현재 (주)한신콘설탄트 설계실장.