

도로터널 조명설계 기술해설(2)

2. 입구부 조명의 최적 설계

신용주 <<주>한신콘설탄트 전문/청운대 겸임 교수
이진규 <<주>한신콘설탄트 설계실장

인체의 생리학적 반응을 고려하면서 최적의 입구부조명을 구현하기 위해서 필요한 기본사항에 대해 각국의 설계기준과 CIE의 권고사항을 비교하여 설명한 전회의 내용에 이어서 입구부 조명을 구성할 때 검토 확인하여야 할 여러 가지의 사항과 그러한 검토에 의해 설계기준을 정할 때 현행 터널조명설비에 대한 설계기준인 KSA 3703과의 차이 및 KSA 3703에서 고려치 않은 내용을 위주로 설명하고자 한다. 우리가 터널조명 설계를 추진하고자 할 때 우선 어떤 목표를 가지고 설비를 구성 할지를 생각하여야 한다. 대부분의 경우에서 유사하겠지만 일반적으로 설계의 목표에 포함되어야 할 사항들을 나열해 보면 다음과 같다.

첫째로 교통계획에 부합하는 조명설비를 구성하여야 한다. 즉 설계속도와 인체의 지각반응구조를 고려한 설비이어야 하며 교통량에 따른 유연한 운영구조를 갖추어야겠다. 그렇게 되기 위해서 설계 최고속도에서 날씨의 변화에 따라 자동차가 어떠한 제동특성을 나타내는지를 자료조사 및 검토하여 대응하여야 하고 설계 교통량에 따라 설비를 구성하면서 예외경우를 고려한 유연한 구조를 확보하여야 전천후로 교통계획에 부합하는 설비가 될 것이다.

둘째로 지리적 환경적 여건에 적응하는 조명설비

를 구현하여야 한다. 즉 터널의 배치 방향에 따른 특수성을 고려한 적용 야외회도 및 제어운영 방안을 포함시켜야 하며 환경적 특이성을 조사하여 대응하여야 한다. 이러한 것에는 년중 채청, 강우일수와 발생 시간대 및 가지거리가 포함된 년중 안개일수 그리고 주변에 위치한 호수, 바다와의 관계를 검토하여야겠다.

셋째로 구조물 여건에 부합하는 조명설비를 추구하여야 한다. 즉 선형, 구배와 구조물의 폭과 높이에 따른 운전자의 시각적 터널진입 개시점에 대해 검토하여야 하며 입구부 구조물의 형상과 내부 벽면의 마감범위와 종류가 고려되어야 한다.

넷째로 발생가능 비정상 상황에 대한 사전 예방설비이면서 유사시 유연한 대처가 가능한 설비이어야겠다. 마지막으로(다섯번째) 합리적 에너지 소비가 고려된 설비이어야겠다. 즉 불필요한 전력 소모를 최대한 억제하면서 필요한 조도를 야외회도에 효율적으로 대응하여 실시간으로 확보 할 수 있는 설비여야 한다.

이러한 다섯가지의 목표를 구현하기 위해서는 조명설계가 체계적이어야 할 것이다. 다시 말해서 Guideline적 설계기준과 단편적 독립적으로 개발된 제어 및 유지보수 수단을 상호 연결시키는 설계가

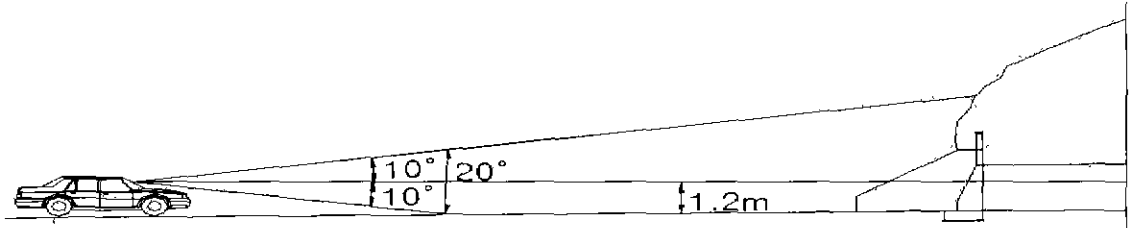


그림 1. 시선이 전방을 향한 경우의 배치도

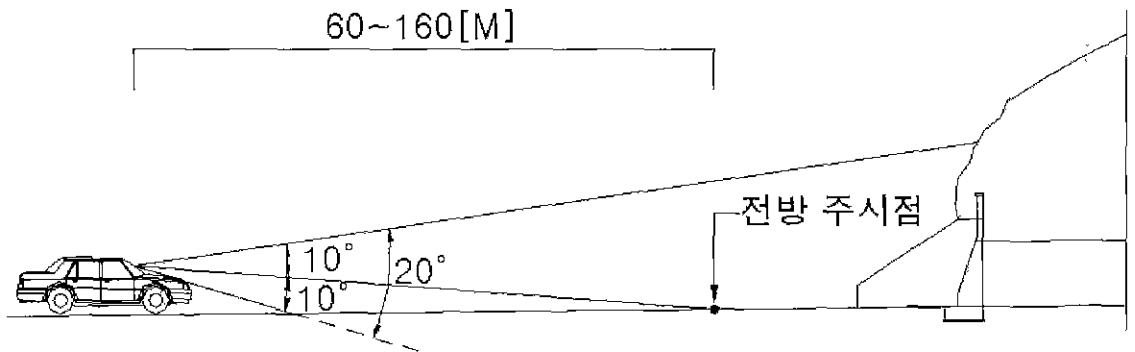


그림 2 시선이 전방 도로면(60~160m)을 향한 경우의 배치도

아니라 전체를 파악하고 조화를 추구하는 설계를 하여야 한다.

1. 설계기준 야외휘도의 결정

필자가 한국도로공사에서 Turn-Key Base로 발주된 Project에 대한 다수의 제안보고서를 검토해 본바 거의 대부분의 조명설비 제안에서 공학적 계산에 의해 설계기준 야외휘도를 제시한 경우를 발견하지 못했다. 이 기술설명의 참고문헌에 포함된 “도로터널 조명시설의 설계기준”에서 제시한 두가지 방안 중 용이한 방안을 채택하였거나 계산을 수반하는 방안에 대한 불명확한 이해와 접근 방법이 모호한 제시가 대다수이었다. 참고문헌에서 제시한 공학적 계산

에 의한 방법은 사진과 20° 원추형시야를 결합하여 야외휘도를 추정하고자 하였으나 아직 설계중인 Project에서 어떻게 실제상황의 사진이 있을 수 있겠는가 그리고 조감도에 의해 사진을 얻는다. 하여도 20° 원추형시야를 구성하는 방법은 필자가 검토한 결과에 의하면 시선의 위치에 따라 약 30% 이상의 추정 야외휘도 차이가 발생함을 발견하였다.

위에 제시한 매치는 극단적이지만 상황은 현저히 다르게 나타난다. 20° 원추형시야 상부에서 실제로 하늘의 점유율이 많은 차이를 보일 수 있고 하부에서 노면의 점유율이 크게 달라진다. 필자의 경험에 의하면 시선의 위치 선정이 잘못 될 경우 과대설계 또 부족설계의 원인이 될 수 있다.

그러면 어떻게 야외휘도를 공학적 계산에 의해 추

설계속도 [km/h]	최소 제동 시인 거리 [m]			비 고
	강우시	건조시	적 용	
60	82	64	73	
80	135	98	117	
100	203	134	169	
120	285	187	236	

* 적용 최소 제동시인거리 = $\frac{\text{강우시최소제동시인거리} + \text{건조시최소제동시인거리}}{2}$

정 할 것인가에 대해 설명해 보고자 한다. 도로터널 설계의 기본성공률로 토목분야에서 중단면도와 종평면도가 주어진다. 그리고 설계를 위해 항공 측량을 실시하여 주변의 지형이 등고선으로 나타난 항공측량참고자료로 이용되어 질 수 있다. 각 분야간에 협조가 긴밀히 이루어 진다면 토목분야에서 제공가능한 상기자료는 참고문헌에서 제시한 사진을 대신하기에 충분한 야외회도를 추정할 수 있는 근거자료가 된다.

기. 야외회도 결정 적용지점의 선정

도로를 주행하고 있는 운전자가 전방에 터널을 만났을 때 터널입구부에 위치한 장애물을 발견하고 자동차를 정지시켜 사고를 유발하지 않으려면 어느 정도의 터널 입구부 회도가 필요한가에 대하여 전회에 설명하였다. 즉 목표물의 회도가 터널 입구부 회도 대비 20[%]이상을 유지하여야 운전자가 식별 할 수 있으며 20[%]의 회도 대비를 얻기 위해서는 야외 회도와 입구부 회도와의 비가 10 : 1 이하이어야 하고 이러한 상태에서 98[m] 전방의 운전자가 75[%]의 확률로 목표물을 인지 할 수 있다고 하였다. 여기에서 98[M]는 80[Km/h]로 주행하는 운전자의 최소 제동 시인거리로 장애물을 인지하고 브레이크를 동작하여 자동차를 정지시키는데 소요되는 시간 및 거리를 포함하고 있다. 따라서 야외회도를 추정하기 위해서 운전자의 20° 시야를 계산하여 주변의 여건을 조사하는 지점은 도로의 설계 속도에 따라 달라질 것이다. 그러나 일반적으로 고속도로에서 운행 중에 안전을 위하여 유지되어야 한다고 계도하는 차간거리와는

차이가 있다. 그리고 도로의 노면상태는 항상 일정한 것이 아니다. 즉 맑은 날의 건조한 상태와 강우직후의 맑은 날씨를 예상할 수 있다. 여름철 강우 직후에는 노면은 젖어 있으면서 날씨는 맑아 주행중인 차량이 감속하지 않고 정속도로 달리는 경우가 발생할 수 있다.이러한 상황을 종합하여 적절한 속도별 최소 제동 시인 거리를 계산해 보면 위와 같다.

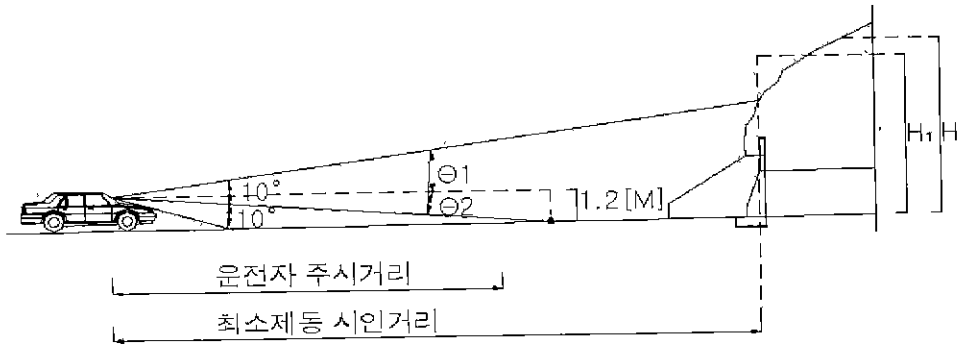
설계속도별 적용 최소 제동시인거리가 달라짐으로써, 즉 설계속도가 빨라지면 그만큼 운전자의 20° 시야가 접하는 터널 입구부 주변의 시야가 넓어지고 그에 따라 하늘이나 도로면 (콘크리트포장시)의 점유율이 높아져 추정 야외회도가 높아지게 된다.

나. 설계기준 야외회도의 결정

도로터널 설계에서 가장 중요한 부분이 되는 설계 기준 야외회도의 결정에 대해서 설명 하고자 한다. 지금까지 필자가 조사한 바에 의하면 대부분의 터널 조명설계에서 하나의 터널에 대해 하나의 설계기준 야외회도를 적용하였다. 참고문헌에도 설명 된 바와 같이 터널은 배치된 위치에 따라 동서 방향과 남북 방향 등 여러 가지 고려할 사항이 존재한다. 따라서 앞으로 설명할 절차는 항상 터널의 배치에 따른 모든 입구부에 적용 되어져야 한다.

설계기준 야외회도의 결정을 위한 절차를 보면

- ① 터널전방 적용 최소 제동 시인거리를 구한다. (설계속도)
- ② 적용 최소 제동 시인거리에서 터널을 향한 운s



NONE - SCALE

$$\Theta_2 = \tan^{-1} \frac{1.2}{\text{운전자 주시거리}} , \Theta_1 = 10^\circ - \Theta_2$$

$$H_1 = 1.2 + \text{최소제동시인거리} \times \tan\Theta_1$$

위 SKETCH와 계산수치를 이용하여 CAD SCREEN 상에서 작도하면 구해진다

그림 3. 설계기준 아외회도 결정을 위한 지도법

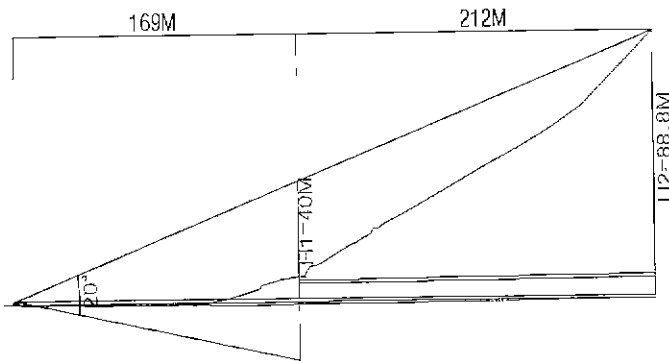
전자의 20° 원추형 시야 범위를 도면화한다.

③ 하늘, 도로, 주변(바위, 건물, 눈, 풀밭등)의 점유율을 계산한다.

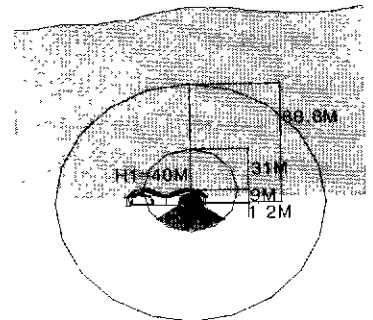
④ 참고문헌에 제시된 구성요소별 회도 기준수치를 이용하여 설계기준 아외회도를 계산 결정한다.

상기의 작업을 위한 도면화 작업은 CAD를 이용하는 것이 편리하며 Scale에 의한 수치화가 필요하다.

필자가 관여한 한국도로공사 발주 전주-함양간 고속도로 건설공사 제7공구에서 작업한 내용을 아래



NONE - SCALE



NONE - SCALE

그림4. 지도법에 의한 종단면도 및 정면도

다. 경계부 조명구간 거리의 결정

경계부 조명구간 거리는 전회에서 설명한대로 야외휘도에 적응된 운전자의 시각이 최소 제동 시인거리에서부터 전방으로 진행함에 따라 운전자 입장에서의 최소 제동 시인거리 전방이 터널내로 이동하게 되므로 운전자가 아직 터널 내에 진입하지 않은 상태에서 운전자의 안전을 확보하기 위해서 필요한 조명조건을 갖추어야 하는 구간거리로 결국 터널 시작점에 위치한 장애물 인지실험에 근거한 CIE 권고사항을 충실히 따라 주어야 하는 구간이 된다. 즉 한번이 30cm 인 정육면체 장애물이 경계부 구간내 어디에 위치하여도 운전자는 주행 중에 장애물을 인지하여 안전하게 제동 할 수 있어야 한다.

입구부 조명구간 거리중 경계부 조명구간 거리는 다음과 같다.

$$L_t = \frac{a}{h-a} \times ds$$

- a : 장애물의 높이 [m]
- h : 운전자 눈높이 (1.2[m])
- ds : 최소 제동 시인 거리 [m]
- Lt : 경계부 소요거리

위 식에서와 같이 경계부의 조명구간거리는 표준 장애물 인지조건에 따라 정해진다. 여기서 표준장애물이란 낙하물 등으로 볼 수 있을 것이다.

라. 경계부 설계기준 휘도

전회에서 그리고 금회의 앞부분에 언급한 국제조명 위원회 (CIE)의 실험결과에 의한 권고 중 경계부 (터널입구부) 노면휘도 기준을 따른다.

이는 1. 설계기준 야외휘도의 결정에서 제시한 절차에 따라 결정된 추정 설계기준 야외휘도의 1/8~1/10 범위로 경제적 여건과 제어방법에 의한 경제성 확보를 고려하여 정해질 수 있다.

마. 이행부 조명구간 거리의 결정

앞에서 설명한 바와 같이 입구부라 함은 경계부와 이행부를 의미한다. 즉 나. 입구부 조명 구간거리의

결정에서 정해진 Ls는 Threshold Zone이라고 표현되는 경계부와 이행부의 합이 된다. 따라서 이행부 조명 구간거리의 다음과 같이 자동적으로 결정된다.

이행부 조명구간 거리 = Ls - Lt (입구부 조명구간 거리 - 경계부 조명구간 거리)

바. 이행부 설계기준 휘도

국제조명위원회(CIE)의 권고사항을 분석해 보면 두 가지의 관점을 중시하고 있음을 알 수 있다. 하나는 터널입구부 장애물을 운전자가 안전하게 인지하기 위해 필요한 경계부 설계기준 휘도 결정 방법 즉 운전자 적응 야외휘도의 1/8~1/10 범위 내에 경계부 설계기준 휘도가 위치하여야 한다는 것이다. 두 번째는 터널내 조명시설은 인체의 시각 반응을 실험한 최적 암순응 곡선에 따라 설치되어야 한다는 것이다. 최적 암순응 곡선은 전회에 이미 소개하였고 금회에는 CIE의 최적 암순응 곡선을 어떻게 활용하는지에 대해 설명하고자 한다.

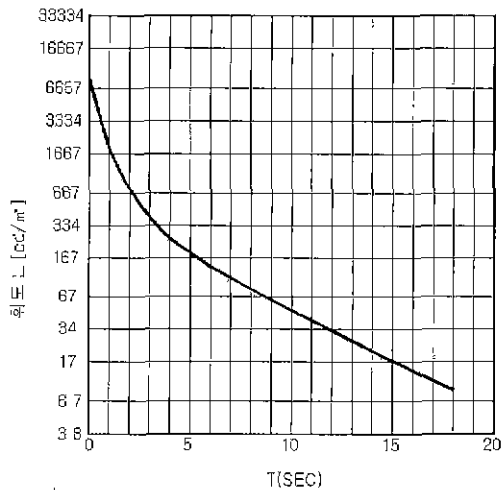


그림 6. 도로터널에서 최적 암순응을 위한 시간-휘도 관계곡선

최적 암순응 곡선을 살펴보면 X축에 T[sec]로 시간의 경과가 표시되어 있고 Y축에 L [cd/m²]로 휘도의 수준이 자연 주광 하에서 발생할 수 있는 정

구분	기준휘도	구성비	적용휘도	비고
하늘	14	0	0	
도로	45	5	0.225	
바위	1.5	0	0	
플발	2	95	1.9	
계			2.215[Kcd/m ²]	

- * 필요시 참고문헌과 종평면도에서의 터널배치 방향에 따라 기준휘도를 정정한 보정휘도를 적용하여야 한다.
- * 동서 방향의 터널인 경우 일출, 일몰시와 주간중에 차이가 발생될수 있어 적용휘도의 차이를 두어야 한다. 그러나 일출, 일몰시를 고려하여 적용 야외휘도를 높일 경우 소비전력량이 과다 발생하게 되어 야외휘도 대응 조명제어설비가 필요하게 된다.

에 나타낸다.

입구부에 조도순응시설을 설치하게 되는 경우의 설계기준 야외휘도 추정 및 입구부 조명설계에 대해서는 다음에 언급하기로 한다.

2. 입구부 조명구간 거리 및 적용 설계 휘도

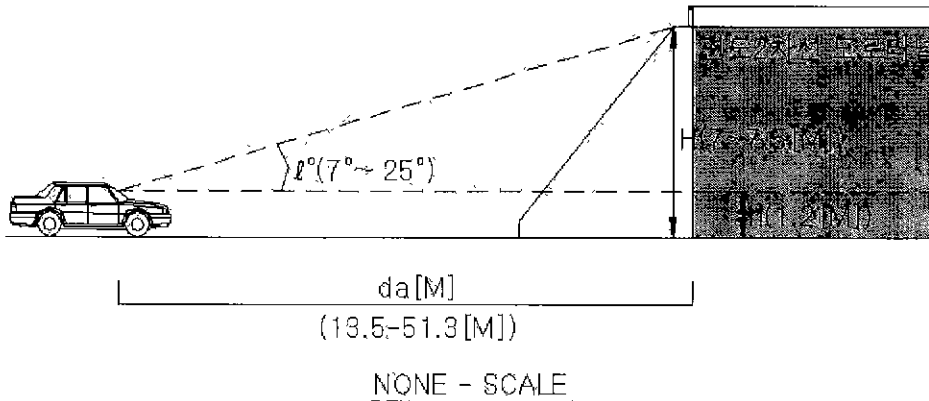
도로터널 조명설계는 입구부 조명설계라고 해도 될 만큼 입구부 조명설계가 대단히 중요하다. 입구부 조명설계 중에서도 가장 중요한 설계기준 야외휘도를 결정하는 방법에 대해 1. 설계기준 야외 휘도의 결정에서 설명하였다. 다음으로 운전자가 터널입구부에 있을 수 있는 장애물을 안전하게 파악하고 이상이 없어서 진행하면 다음으로 운전자는 터널이라는 새로운 상황을 만나게 되고 운전자의 시각 반응은 발빠르게 새로운 상황에 적응 되어질 것이다. 따라서 우리는 CIE에서 실험으로 제시한 운전자의 암순응 반응을 고려하여 무리가 없는 암순응 즉 짧은 시간이라도 암흑현상이나 잔상현상을 느끼지 않고 부드럽게 터널 내부로 진입하여 안전한 주행이 가능하게 해 주어야 한다.

가. 운전자의 암순응 개시점(실질적 터널 진입 지점)

앞에서 최소 제동 시인 거리에서의 운전자 적응

야외휘도를 추정하여 그것을 터널 조명설계의 기준 휘도로 결정하였다. KSA 3703을 보면 설계속도에 따른 구분구간별 설계기준거리가 나타나 있다. 그러나 구분구간별 설계 기준 거리의 산정기준이나 적용 방법에 대해서는 앞에서 언급한 참고 문헌에도 상세히 언급되어 있지 않다. 그러한 관점에서 입구부 설계를 위한 각 구분 구간별 거리 산정방법과 설계기준 휘도 결정 방법에 대해 설명하고자 한다.

도로터널 조명설계에서 입구부는 경계부와 이행부 그리고 기본구간과의 연결을 위한 완화부로 구분된다. 물론 터널의 길이, 보조시설의 유무에 따라 여러 가지 경우에 대해 기준 설정을 달리 하여야겠지만 우선 전형적인 기준규모 이상의 터널에 대해 어떻게 접근할 것인가에 대해 설명하고자 한다. 그리고 전회에 상세히 설명하였지만 도로터널의 조명설계는 휘도를 기준으로하여 이루어지는 것임을 다시 한번 상기한다. 운전자의 암순응 개시점에 따라 경계부와 이행부의 구간 거리가 정해지는데 국제적으로 두가지의 확률이 있다. 하나는 필립스 조명회사의 연구실에서 발표한 7° 설과 캐나다의 학자가 주장하는 25° 설이 있다. 우리나라의 KSF 3703에 제시된 구간거리와 같이 필립스 조명회사가 제시한 7° 설이 세계적으로 객관성을 가지고 수용되고 있고 여기서도 7° 설을 근거로 구간거리 산정방법을 제시하고자 한다. 또한 전회에서 언급한대로 인체시각의 암순응 적응 소요시간을 8초로 하여 구간거리를 계산한다. 만약



- * H는 터널의 높이로 PROJECT별로 상이(터널내부높이)
 - * 1.2[M]는 운전자의 눈높이
 - * da는 운전자 암순응 개시지점 거리
- $$da = (H - h) \cot \ell^\circ$$
- * $\ell^\circ = 25^\circ$ 로 적용시 da가 감소하여 조명구간 거리가 증가한다.
 - * $\cot 7^\circ = 8.1443, \cot 25^\circ = 2.1445$

그림 5. 운전자와 터널의 위치 관계

프로젝트의 특수성 또는 경제성 등을 감안하여 적용 소요시간을 조정하고자 한다면 인체시각의 암순응을 고려하면서 검토 적용하여야 할 것이다. 운전자의 암순응 개시점은 터널입구를 주행하는 운전자가 실질적으로 터널에 진입하는 시점을 말한다. 즉 그 시점에서부터 운전자는 적용된 야외 휘도의 변화에서부터 터널내부의 인공조명에 적응해 가기 시작한다는 것이다. 따라서 이러한 현상은 터널의 형상과 관계가 있게 된다.

나. 입구부 조명구간 거리의 결정

입구부 조명구간은 경계부, 이행부, 완회부로 구성 되는데 그 의미를 보면 경계부는 야외휘도에 적용된 운전자의 시각이 갑자기 1/8~1/10 범위로 감소된 휘도수준에 접하게 되는 구간으로 적용에 필요한 거리 및 주행 기간 중 전방 장애물을 안전하게 파악 대응

하는데 필요한 거리가 된다.

경계부와 이행부로 구성되는 입구부 조명구간 거리는 다음과 같다.

$$L_s = (V_s \times t_a) - da$$

L_s : 입구부 조명구간거리 (경계부 + 이행부)

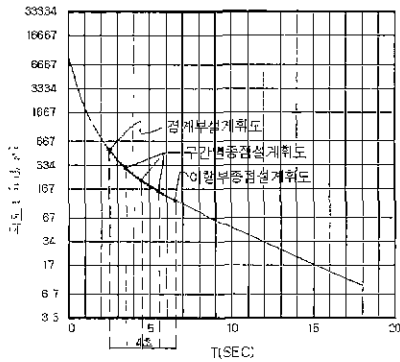
V_s : 설계주행속도[m/sec]

t_a : 적용 소요시간 (8[sec])

da : 운전자 암순응 개시점 거리

상기 식을 보면 경계부와 이행부로 구성 될 입구부의 구간거리는 운전자 암순응 개시점 으로부터 인체의 시각이 터널내부 상황에 적응하는데 소요되는 시간이 8초가 걸리므로 터널내부로 L_s 거리만큼 즉 적용에 소요되는 총길이 ($L_s + da$)에서 야외부 구간거리 da 를 뺀 거리만큼 입구부 조명을 구성하여야 한다는 내용이다.

도까지 표시되어 있다. 경계부 설계 기준휘도가 설계 기준 야외휘도의 [%]로 결정되어 설계되면 이행부 시점 휘도는 경계부 종점휘도와 라. 이행부 구간거리의 결정에서 정해진 소요거리를 최적 암순응 곡선에서의 x축에 설계속도에 따른 초당 진행거리에 따른 시간으로 환산이 가능하다. 다음으로 이행부 구간을 몇단계로 구분하여 구성할 것인가를 결정하여야 한다. 경우에 따라 검토되어야겠지만, 만약 이행부 소요 구간거리가 시간 환산거리로 3.5초 정도가 나왔다면 이행부 구간은 4단계 구분이 적절할 것이다. 즉 이러한 방법으로 프로젝트별 경우에 따라 설계자가 구성 할 수 있게 된다.



구 분	1단계	2단계	3단계	4단계	계
기준거리 [m/초]	28/1	23/1	28/1	28/1	112/4
기준휘도 [cd/m²]	150	121	92	67	

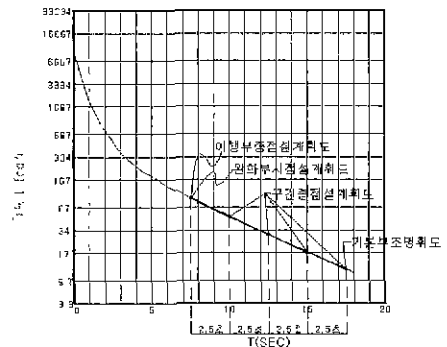
그림 7. 이행부 단계별 기준거리 및 휘도설정 “예”

다음으로 한번쯤 생각해 보고 넘어가야 할 것을 언급한다면 만약 4개 단계로 구분된 각 단계별 설계 기준휘도를 최적 암순응 곡선에서 구분된 구간의 중간 값으로 설정하였다면 다음의 완화부, 기본부로의 구간 설계 기준휘도 결정의 출발점이 현 단계 종점부 설계기준 휘도가 된다면 전혀 문제가 없을 것이다.

다음은 이행부 구간거리 및 단계별 설계 기준휘도 설정예를 나타낸다.

3. 완화부 조명 구간거리 및 기준휘도

완화부란 입구부와 기본부를 연결하는 역할을 하는 구간이다. 따라서 완화부 구간의 조명설계는 기본부 구간의 조명설계기준이 결정되어야 이루어 질수 있다. 기본부 구간의 조명설계기준이 프로젝트별 여건에 따라 정해지면 기본부 구간의 설계 기준휘도와 이행부 종점의 설계 기준휘도간의 차이에 따라 최적 암순응 곡선에서 소요시간이 산정되고 시간에 따른 적정거리를 초 단위로 하여 정하게 되며, 각 초 단위로 구분된 단계별 설계 기준휘도를 이행부 설계와 동일한 방법으로 결정할 수 있다.



구 분	1단계	2단계	3단계	4단계	계
기준거리 [m/초]	70/2.5	70/2.5	70/2.5	70/2.5	280/10
기준휘도 [cd/m²]	53	40	28	18	

* 기본부 설계기준휘도가 90cd/m²일 경우

그림 8. 완화부 단계별 기준거리 및 휘도 설정 “예”

4. 결론

전회에 이어 입구부 설계기준 결정에 필요한 검토 항목별 절차를 설명하였다. 도로터널 조명에서 가장 중요시하는 것은 운전자의 안전이다. 주행중에 어느 한가지라도 시각적으로 미비하여 운전자가 오판을 하게 된다면 다른 주변 상황과 어우러진 종합적 확률은 높지 않지만 치명적 교통사고를 유발하게 될 것이다. 두 번째로 고려하여야 할 사항은 비용의 경제성이다. 비용의 경제성은 설치비와 유지보수비 그리고 운영비용으로 구분 할 수 있는데 운영비용에 대한 경제성은 후후 설명할 터널 조명 제어 방안

서 현재의 기술로 최적화가 가능하다. 설치비와 유지 보수비는 시설의 규모에 따라 정해지며 유지보수비의 절감에 대해서는 추후 시설관리에서 언급하고자 한다. 설치비는 국가 경제의 규모를 기준으로 적정성을 검토하여야 하며 현재시점이 아닌 Life Cycle Cost 측면에서 설비의 수명을 고려한 검토가 있어야 한다. 더불어 현재 각종 도로를 운영하는 부서에서의 의견이 사회 여건 변화에 따라 설계 속도가 상향되는 시점에서 조명설비에 필요한 기준을 재정립하여 변화된 사회 환경에 능동적으로 대처하여야 한다는 의견이 있어 여러 관심 있는 분들의 의견과 지식이 모아질 수 있는 기회가 되었으면 한다. 이번엔 설명한 내용 중 미흡한 부분이 있다면 다음 번에 더 상세히 언급하고자 한다.

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. Rickel/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 칭운대학교(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.