トンネル照明基準 JIS 原案改正委員会報告

委員長 成定康平*

1. はじめに

自動車がトンネルに接近し、進入・通過する間に、自動車運転者の目は周辺の明るさの複雑でかつ急激な変化を経験する。このため、トンネル内には、このような視覚条件の変化によって起こる視覚上の問題を解決するため、一般の道路照明とは異なった照明が必要となる。

このため、わが国においては1969年（昭和44年）に、道路照明基準（JIS Z 9111）とは別にトンネル照明基準（JIS Z 9116）が制定された。この基準となったのは、これに先立ち制定されていた建設省の『道路照明施設設置基準』と、これらの基礎となった照明学会及び高速道路調査会の実験研究であった。その後、このJISは1976年（昭和51年）の改正でも内容はほとんどそのまま残され、1984年の確認を経て現在に至っている。

その間、トンネル照明に関して高速道調査会の研究をはじめ、多くの研究が行なわれるとともに、トンネルの建設も盛んに行なわれ、トンネル照明に関連する技術は急速に進歩した。

一方、CIE（国際照明委員会）では1973年にトンネル照明に関する国際勧告（CIE技術文書No. 26）を発行したが、この勧告で推奨する照明レベルに付いて各国から多くの批判が出た。このためCIEでは1975年に、『道路照明技術委員会』（TC 4.6）の傘下に『トンネル照明技術小委員会』（SC-3）を設置し、わが国をはじめ各国で行なわれた研究についての詳細な検討を行なった。この結果、1984年にトンネル照明の、わが国の研究の結果を大幅に取り入れた研究報告『トンネル入口照明——境界部の輝度と決定の基礎についての研究』（Tunnel Entrance Lighting—a survey of fundamentals for determining the luminance in the threshold zone）が出版された（CIE技術文書No. 61）。

その後、CIEでは『トンネル照明技術委員会』（TC4—08）を新設し、PIARC（常設国際道路会議）と連携を取りつつ、この研究報告を基礎とした『トンネルと地下道の照明のガイド』の作成に取り組み、昨年秋にその原案を完成させた。

これらのことから、JIS Z 9116—1976（トンネル照明基準）は、現在の建設省、道路関係各公団など（以下、建設当局という）のトンネル照明に関連する基準・指針（以下、基準類という）に対しても、CIEを中心とする国際規格の動向に対しても整合性を失いつつあり、今後の技術動向を加味した抜本的な改正が必要となってきた。

したがって今回の、この規格（JIS Z 9116）の改正の目的は、トンネル照明に関する国内外の最新の研究結果、実際の経験、関連する技術の進歩などをできるだけ反映させるとともに、

建設当局のトンネル照明に関連する基準類、およびCIEなどを中心とする国際的な基準の動向と適切な整合を図り、併せて、将来、これらが改正される場合に必要となる、照明工学的な基礎を明確にすることであった。主な改正点とその理由は、次のようである。

- (1) 改正規格では、トンネル照明の質的基準を規定するとともに、旧規格に述べられていた実際の設計に関与する部分は削除した。その理由は、これらについては建設当局の基準類に規定されているためである。
- (2) CIE、PIARCなどの国際規格との整合をはかるため、入口部照明、基本部照明について、旧規格制定以来の技術蓄積・経験及び研究の進歩を取り入れて、大幅な変更を加えた。具体的には次のような点である。

a) トンネル野外輝度について

旧規格では、野外輝度の値として4000 cd/m²を基本としており、トンネル入口部の地形、明るさ等との関係には特に細かく触れていなかったが、改正規格では「トンネル入口部の20°視野内に占める空の割合」や「トンネル入口部の明暗（反射率、積雪等）」により野外輝度を数段階に設定できるようにした。

b) 入口照明について

入口照明を「境界部」「移行部」「緩和部」の三つの部分で構成すること、及び、入口照明の輝度変化の状況は旧規格と同じであるが、境界部の照明レベルの設定法および設定値を変更した。

c) 基本照明について

旧規格では、基本照明の照明レベルを各設計速度ごとに1.5、2.5、5.0…cd/m²としていたが、改正規格では、建設省の設置基準通りの値（1.5、2.3、4.5…cd/m²）に改めた。これは、これらの数値を求める基礎となった研究の技術的背景を重視したためである。

d) 出口部照明について

旧規格では、トンネルの出口部に「必要な場合にはトンネル内部から出口に向かい、原則とし70 m以上にわたって路面照度500 lx以上の照明を行なう」としていたが、改正規格ではこれを「70 mにわたって、トンネル内部から出口部を通して測定した野外輝度の10分の1以上の値の鉛直面照度を与える」とした。これは、最近までの技術蓄積・進歩の結果を導入したものである。

今回のJIS作成（改定）委員会の構成は次のようであった。

委員長 成定 康平 松下電器産業株式会社
幹事 荒井 弘志 小糸工業株式会社
井上 猛 松下電器産業株式会社
佐藤 博栄 日本道路公団

* Report of the revising committee for JIS Z 9116 "Lighting of tunnels for motorized traffic"

* 松下電器産業照明研究所 Kohei Narisada

- 委員 森川 邦雄 首都高速道路公団
池田 順一 財団法人日本規格協会
石塚 直弘 社団法人照明学会
石田 敏郎 早稲田大学
内田 和夫 岩崎電気株式会社
小原 清成 東京理科大学
今田 徹 東京都立大学
斎藤 哲夫 社団法人日本電球工業会
佐野 則雄 通産省工業技術院
関 武久 日本道路公団
高橋 安通 社団法人日本照明器具工業会
星野 庫三 首都高速道路公団
松下 守夫 建設省建設経済局
水谷 敏則 建設省土木研究所
宮田 年耕 建設省道路局
吉田 博 東芝ライテック株式会社

2. JIS 原案

以下に、委員会で作成した JIS 本文原案の全文を紹介する。

日本工業規格 (案)
トンネル照明基準
(Lighting of Tunnels for Motorized Traffic)

1. 適用範囲 この規格は、主として自動車交通の用に供する道路トンネル（以下、トンネルという。）の照明に関する質的基準について規定する。

備考 この規格に定める質的基準とは、トンネルに接近・進入し、通過する自動車の運転者の視覚に起こる複雑な知覚特性の変化及び心理的反応とトンネル固有の環境条件とを考慮して、自動車を安全に運転するために整えることが望ましいトンネル内及びトンネル前後の接続道路の照明についての照明工学的な基礎的条件のことをいう。

2. 用語の意味 この規格に用いる主な用語の意味は、JIS Z 8113（照明用語）によるほか、次による。

- (1) **トンネル関係** トンネル関係については、次による。
 - (a) **設計速度** 道路の設計の基礎となる自動車の速度。
 - (b) **交通量** 道路のある断面を一定時間に通過する自動車の台数。
 - (c) **建築限界** 道路上で自動車や歩行者の通行の安全を確保するため、ある一定の幅、高さの範囲内に障害となるようなものは置いてはならないという空間確保の限界。
 - (d) **視 距** 車道の中心線上 1.2 m の高さから当該車線の中心線上にある高さ 10 cm の障害物の頂点を見とることができる距離を、当該車線の中心線に沿って測った長さ。
- (2) **照明関係** 照明関係については、次による。
 - (a) **路面輝度** 運転者の目の位置からふ（俯）角 1 度で見た、前方注視点付近の路面の輝度。
 - (b) **野外輝度** トンネルの入り口から視距だけ手前にいる運転者の目の位置から見た、トンネルを中心とした視角直径 20 度の視野の平均輝度。
 - (c) **連続照明** トンネル、橋りょう（梁）などを除く道路の単路部に連続的に設置する照明施設。

- (d) **ちらつき** 一連の光源からの光が比較的小さい周期で目に入る場合、定常的でない刺激として感じる現象。
- (e) **グレア** 過剰な輝度又は過剰な輝度対比のために、不快感又は視覚機能の低下を起こすような視覚。
- (f) **照明器具の配列** トンネルに沿った照明器具の配列方法。これには、向き合わせ配列、千鳥配列、片側配列、中央配列などがある。
- (g) **照明器具の配置** 照明器具の取付け高さ、間隔及び配列によって定まる照明器具の配置方法。

3. トンネル照明の計画において留意する事項 トンネル照明の計画において留意する事項は、次のとおりとする。

- (1) **入口付近の視野状況** トンネルに接近しつつある自動車の運転者の視野内の天空、路面などの人工構造物、入口付近の地物・斜面などの輝度とそれらが視野内に占める割合。
- (2) **構造条件** トンネルの断面の形状、全長、トンネル内道路の平面・縦断線形、路面・壁面・天井面の表面状態・反射率など。
- (3) **交通状況** 設計速度、交通量、通行方式、大型車の混入率など。
- (4) **換気状況** 換気設備の有無、換気方式、トンネル内空気の透過率など。
- (5) **維持管理の計画** 清掃方法、清掃頻度など。

4. トンネル照明の要件

4.1 運転者の見え方 トンネル及びトンネルの前後の接続道路には、自動車の運転者が路面上の障害物などを発見し、事故の危険から回避するために十分な視認性を与えるような照明を設けることとする。

4.2 運転者の快適性 運転者の快適性は、次による。

- (1) **運転時の安心感** 自動車の運転者が、前方道路の状況に対して安心して自動車を走行させるために、トンネル内の路面や壁面は、明るく、かつ、その明るさがほぼ均一な状態に照明されることが望ましい。
- (2) **運転時の不快感** トンネル内の照明施設は、自動車の運転者に不快感が生じるようなグレアが生じないようにするとともに、走行している自動車内へ入射する光が、運転者に不快なちらつきが生じるような光の変動が生じないようにすることが望ましい。

4.3 誘導性の確保と照明条件 トンネル内の照明器具の配置に当たっては、トンネル内の路面・壁面を十分な輝度となるように照明するとともに、取付け高さを路面に対して一定とし、道路の線形に沿うようにして自動車の運転者が前方の道路の変化を正しく判断できるようにする。

5. 照明設計の一般原則

5.1 トンネル照明の構成

5.1.1 機能的構成 トンネル照明は、図 1 に示すようにトンネル内に設ける照明と、トンネル前後の接続道路に設ける照明によって構成する。

トンネル内に設ける照明は、その機能に応じ基本照明、入口照明及び出口照明で構成する。

引用規格：JIS Z 8113 照明用語
JIS Z 9111 道路照明基準

図 1 トンネル照明の構成

図 2 入口部照明の構成

トンネル前後の接続道路に設ける照明は、その機能によって、入口部接続道路の照明と出口部接続道路の照明とで構成する。

備考1. 基本照明とは、昼夜間にトンネル内における運転者の視認性を確保するためトンネル全長にわたってほぼ均一な輝度を確保する照明をいう。

2. 入口照明とは、昼間、トンネル入口付近における視覚的問題を解決することを目的として基本照明に付加して設ける照明をいう。入口照明は、図 2 に示すように境界部、移行部及び緩和部とから構成する。
3. 出口照明とは、昼間、トンネル出口を通して見える野外の高い輝度のグレアによって起こる視覚的問題を解決するために、必要に応じて基本照明に付加して設ける照明をいう。
4. 入口部接続道路の照明は、夜間にトンネル入口付近の状況、トンネルの内外での道路の幅員の変化などを自動車の運転者が視認できるように、トンネル入口部の接続道路に設ける照明をいう。
5. 出口部接続道路の照明は、夜間にトンネル出口に接近し

図 3 トンネル入口部の路面輝度

表 1 基本部照明の平均路面輝度

設計速度 km/h	平均路面輝度 cd/m ²
100	9.0
80	4.5
60	2.3
40	1.5

つつある自動車の運転者が、明るいトンネルの内部から、トンネルに接続する暗い道路の線形の変化などを十分前方から視認できるように、トンネル出口部の接続道路に設ける照明をいう。

5.1.2 トンネル内の照明の区間的構成 トンネル内の照明は、図 1 に示すように入口部照明、基本部照明及び出口部照明の三つの区間によって構成する。

- 備考1.** 入口部照明とは、入口照明が設置されている区間の照明をいい、基本照明と入口照明から構成する。
2. 基本部照明とは、トンネルが一方交通の場合には、入口照明の終端と出口照明の始端との間（出口照明がないときはトンネル出口までの区間）の照明を、また、トンネルが対面交通の場合には、二つの入口照明の終端間の照明をいい、基本照明だけで構成する。
 3. 出口部照明とは、出口照明が設置されている区間の照明をいい、基本照明と出口照明から構成する。

5.2 ランプ・照明器具 ランプは、効率、光色、演色性、働程特性、周囲温度特性、寿命などがトンネル照明に適するものを、照明器具は、配光、グレア制御、照明率、構造などが、トンネル照明に適するものを使用する。

5.3 照明器具の配置及び配列 照明器具の配置及び配列は、路面及び壁面の輝度分布がほぼ均一になるようにし、また、自動車の運転者に不快なちらつきが生じないようにする。

6. トンネル照明の基準

6.1 基本部照明 基本部照明の平均路面輝度は、設計速度によって表 1 のとおりとする。

備考 夜間においては、この値を低減することができる。ただし、その最低値は、設計速度が 80 km/h 以上の場合には 1.0 cd/m²、設計速度が 60 km/h 以下の場合には 0.7 cd/m² とする。

また、接続する道路に連続照明が設けられている場合には、夜間の平均路面輝度は、接続する道路の平均路面輝度の 2 倍以上の値とすることが望ましい。

6.2 入口部照明 入口部照明は、次による。

- (1) 境界部の路面輝度は、トンネル入口付近の運転者の視野状況によって決まる野外輝度の年間における出現頻度を考慮して設定される値に、設計速度によって決まる係数を乗じた値とする。
- (2) 移行部及び緩和部の路面輝度は、境界部の路面輝度の値を 100% として、図 3 に示すように、トンネル入口からの距離に従い減少させ、基本部照明の路面輝度の値に滑らかに接続するものとする。
- (3) 入口部照明の路面輝度は、季節、天候及び時刻による野外輝度の変動に応じて調節することが望ましい。
- (4) 入口部照明の路面輝度は、交通状況によって増減することができる。

表 2 設定される野外輝度

設計速度 km/h	20度視野* 内に占める空の割合 単位%							
	20以上		20～10		10～5		5未満	
	周 囲 の 状 況 単位 cd/m ²							
	明	普通	明	普通	明	普通	明	普通
100	6,000	5,000	5,000	3,000	4,000	2,500	4,000	2,000
80								
60	5,000	4,000	4,000	2,500	3,000	2,000	3,000	1,500
40								

注* この視野はトンネル入口から視距離だけ手前にある運転者が、トンネルを見る場合のものである。

備考 1. 周囲の状況が明とは、トンネル入口付近の地物が、白又は灰色などの反射率の高い場合をいい、入口付近に長期間積雪状態が続く場合もこれに含まれる。

2. 周囲の状況が普通とは、上記以外の場合をいう。

表 3 野外輝度に乗ずる係数

設計速度 km/h	係 数
100	0.07
80	0.05
60	0.04
40	0.03

(5) 運転者の視野状況によって決まる野外輝度の年間の出現頻度によって設定される値は、表 2 を標準とする。

(6) 境界部の路面輝度の値を求めるために乗ずる係数は、表 3 によることが望ましい。

図 4 トンネル出口部照明

(7) 入口部照明の壁面の輝度は、その位置における路面輝度の値の 1.5 倍以上の値とすることが望ましい。

6.3 出口部照明 出口照明は、図 4 に示すようにトンネル内部からその出口に向かって 70 m にわたって、トンネル内部から出口部を通して野外輝度の値を 10 分の 1 以上の値の鉛直面照度を与えることを原則とする。

6.4 トンネルの接続道路の照明 夜間、トンネルの接続道路のトンネル出入口付近の区間に設置する道路照明の基準は、JIS Z 9111（道路照明基準）を原則とする。

7. 維持及び管理 トンネルの照明設備は、使用に伴うランプ及び照明器具の特性の劣化・汚損、寿命・破損などによる機能の停止などが生じないように次の事項に留意し適切に管理維持することが望ましい。

- (1) 点灯状態
- (2) 照明器具及び自動調光装置の取付状況
- (3) 照明器具の汚れ状況
- (4) 路面、壁面の輝度又は照度

(受付 1990 年 3 月 5 日)