

# トンネル照明における視認性

## 1. はじめに

昼間にトンネルを走行すると、トンネル入口付近には連続的に照明器具が設置されているため、非常に明るく感じます。さらにトンネル内へと進んでいくと、入口付近に比べて照明器具の数が少なく、照度も低くなります。このようなトンネル内の明るさの変化は、トンネルを走行するときに視覚的な問題を生じさせず、必要なものの見え方を確保することを目的としたものです。

今回は、トンネル照明特有の視覚上の問題点とトンネル内の各区分でどのような明るさが必要とされるのかについて解説します。

## 2. トンネルにおける視覚的な現象

トンネル照明は一般的に入口部、基本部、出口部の3つの区間に分けられます。各区分で生じる視覚的な現象を次に示します。

### (1) 入口部での視覚的な現象

#### ① ブラックホール現象

昼間にトンネルへ進入する運転者の目は野外の明るさに順応しているため、適切に照明されていないトンネル内を坑口手前から見ると写真-1に示すように黒い穴のように見えます。このような現象をブラックホ

ール現象といい、運転者がトンネル入口付近に存在する障害物などを見落とすことがあっては走行上危険なため、トンネル入口付近は特に明るく照明される必要があります。



写真-1 ブラックホール現象

#### ② 順応の遅れ現象

明るい所から暗い所に移動する際、その明るさに慣れようとして目の感度が高まる現象を暗順応と言います。トンネルに進入した後、運転者の目は暗順応していきますが、トンネル内の明るさに完全に順応するまでには時間がかかるため、目の感度変化に応じてトンネル内の明るさを設定する必要があります。

#### (2) 基本部での視覚的な現象

トンネル内は閉鎖空間のため車の排気ガスや砂塵が浮遊しており、照明光がそれらに当たると空間に光の幕が生じます。その光幕の明るさが、障害物と背景の明るさに重畳される

ため、障害物と背景との輝度対比が減少し、障害物の見え方が低下します。

#### (3) 出口部での視覚的な現象

トンネル内部の明るさに順応した運転者が、トンネル出口部から野外を見ると非常に明るく感じ、トンネル坑口が白い穴のように見えます。これをホワイトホール現象と言います。この現象下で、図-1に示すトンネル出口付近において大型車の直後を小型車が走行すると、さらに後続の運転者は非常に明るい野外を背景に先行車を視認するため、大型車と小型車を一塊と誤認し、小型車の存在を適切に判断できなくなる恐れがあります。



図-1 出口部における車の位置

## 3. 入口部に必要な明るさ

トンネルにおけるものの見え方は、前述のようにダイナミックな運転者の順応状態の変化に応じて確保する必要があります。また、照明設備によってももの見え方を確保させ

るためには、路面と路上障害物を適度な明るさと輝度対比にする必要があります。トンネル照明では、ある障害物の輝度対比を前提とし、設計速度など諸条件に応じて必要な明るさが設定されています。

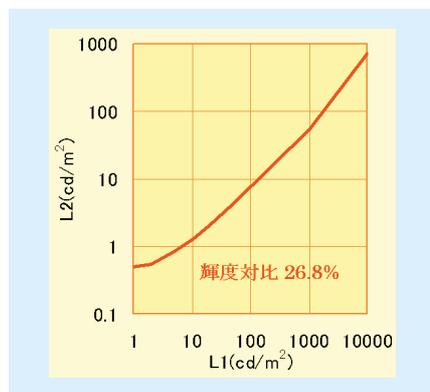


図-2 障害物の見え方に必要な明るさ

図-2はSchreuder(1964)によって行われたトンネル坑口に存在する障害物の見え方を確保するために必要な明るさを求めたグラフです<sup>1)</sup>。

障害物とその背景の輝度対比26.8%において、運転者の目がL1の明るさに順応している時に必要な路面の明るさL2を示します。グラフから運転者の目の順応状態に応じて路面の明るさを設定する必要がありますことがわかります。

運転者がトンネルに近づくと、運転者の視野から、空などの明るいものが消え、代ってトンネル坑口周辺の比較的暗いものが増えてきます。これによって、運転者の眼球内に発生する散乱光が減るため、トンネル内に必要とされる明るさは徐々に低下します。

以上のことからトンネル坑口からトンネル内部に進むにつれて必要な明るさは低下し、照明器具も徐々に少なくなります。

トンネルに進入した直後に、トンネル内が非常に明るく感じられるこ

とがあると思います。

この区間の照明は、その地点を走行する運転者自身のためではなく、これからトンネルに進入しようとする坑口手前50~100mの位置を走行する運転者のためのものであると考えれば、その必要性をご理解いただけることと思います。

#### 4. 基本部に必要な明るさ

前述のトンネル基本部で起こる光幕による見え方の低下も、照明レベルを高めることによって改善することができます。

図-3は所要の障害物の見え方が得られる100mあたりの煤煙透過率と路面輝度との関係を示します。設計速度80km/hにおいて煤煙透過率50%に比べて70%の条件では、路面輝度を半分にしても同じ見え方が得られることになります。しかし、特に昼間の基本照明は、トンネル外から進入した運転者の目の暗順応に対しても一定の役割を果していることから、路面輝度は慎重に決定する必要があります。

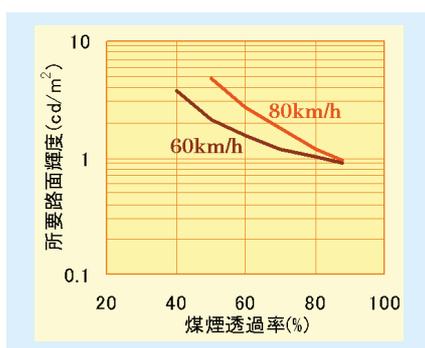


図-3 所要の障害物の見え方が得られる煤煙透過率と路面輝度の関係

設計速度が高くなるほど必要な路面輝度が高くなるのは、同じ大きさの障害物でも知覚すべき距離が長くなって、その見かけの大きさが小さくなること、同様に距離が長くなる

ことにより、その間の煤煙透過率が低下するためです。

トンネル照明設備に用いる光源には低圧ナトリウムランプが用いられてきました。

これは、トンネル内の煤塵は直径0.2μ以下のものが大部分であり、長波長(赤色)光の方が短波長(青色)光よりも光の散乱が少ないことによります。しかし、障害物の見え方の評価実験<sup>2)</sup>から光源による見え方に実用的な違いはないことが明らかにされています。

#### 5. おわりに

今回は、障害物の見え方について紹介しましたが、交通量の多いトンネルでは車両相互の事故割合が比較的高い傾向にあり、先行車の見え方も重要であると考えられます。

最近、先行車の見え方改善のために、それらの背面を明るく照明するプロビーム照明方式が開発されました。路上障害物と先行者の見え方を両立する照明方式が検討されていますが、これについては、別の機会にご紹介したいと思います。

〈参考文献〉

- 1) CIE, Pub.61, TUNNEL ENTRANCE LIGHTING (1984)
- 2) 首都高速道路技術センター：トンネル照明に関する調査研究(2)報告書