

道路・トンネル照明における視認性について

1. はじめに

道路・トンネルの照明は昼間から夜間まで、運転者の目の順応輝度が広範囲にわたるため、順応状態を考慮する必要があります。

特に、昼間のトンネル入口では短時間に順応輝度が急変するため、これを考慮した照明設計が行われ、一定の「輝度対比」の対象物を視認するための路面輝度が設定されています。

トンネル基本照明や、道路照明では、順応輝度の変化がほとんどないため、順応輝度が一定であるという前提で、照明レベルが設定されています。

この場合の視認性の評価には「輝度対比」か「輝度差」が用いられますが、最近、これらに代えて「可視度 (Visibility Level)」が検討され始めています。

今回は、視認性とは何かを解説します。

2. 道路・トンネルでの見え方

私が、先日、夜間に山間部の高速道路を走行していた時の出来事を紹介します。

曲りくねった道路を走っていると後方から一台の車が追い越していききました。その車は整備不良車でテ-

ルランプが点灯しておらず猛スピードで私の車の横を走り抜けていったのです。

そのこと自体は何ら珍しいことではないのですが、その後に驚くべき現象を身をもって体験しました。

それは、追い越して行った自動車が一瞬消えたことです。

これは、照明理論的に言えばごく当然のことなのですが、実際に体験すると照明の必要性を感じる現象でした。

では、なぜ追い越していった自動車が一瞬消えたのでしょうか？

私たちが昼間、道路を走行している場合、先行車とその周辺を見て交通状況を把握しながら走っています。一方、夜間は周囲が暗いため、目は周囲の背景の輝度に順応します。照明施設が無い場合には、運転者は、前照灯と先行車のテールランプのみを見ながら運転を行うこととなり、道路上の対象物の視認が困難となります。照明施設がある場合には、道路が明るく照らされるため、先行車は暗い障害物として認識され存在を確認することができるのです。

これは、照明されている道路が明るい背景となり、障害物(ここでは自動車)との間に輝度差が生じ障害物の存在を確認できることによりま

す。これをシルエット視と言います。

逆に、背景を明るくせずに障害物を明るくし背景との輝度差を生じさせる方法があります。これを逆シルエット視と言います。

シルエット視と逆シルエット視の例を図-1に示します。

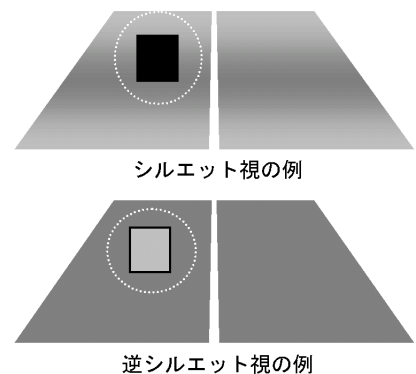


図-1 シルエット視と逆シルエットの例

このようなことから、山間部の道路で背景が暗く、自動車もテールランプが消えており、自動車が背景と同化して消えてしまったのです。しかし、この自動車がインターチェンジを通過する時やトンネル内を走行する場合には、照明施設が設置されているため、路面やトンネル内の内装板が背景となり、自動車は暗い障害物として視認でき、消えることがないのです。

さて、一般道でこのような視点で観察すると、われわれが視認している

ものは条件によりシルエット視で見えたり逆シルエット視で見えたり、2種類の見え方が混在することが一般的です。

3. 対象物の視認と背景の明るさ

背景の輝度は、照明器具による道路上の空間の光の分布状態によって異なります。このため、反射率の高い明るい色のものが識別し易い照明施設と、反射率の低い暗いものが識別し易い照明施設とが生じます。

照明施設が無く、背景があまり明るくならない道路の場合には、自動車の前照灯による照明が主になり、逆シルエット視が主体となるので、反射率の高い明るい色彩の対象物が視認し易くなります。これに対して背景や壁面が照明される道路・トンネル照明の場合には、シルエット視が主体となり、反射率の低い暗い色彩の対象物が視認し易くなります。

道路照明の設置されている場所で強力な前照灯「高輝度放電ランプ(HIDランプ)のような」を点灯することは、対象物の輝度を高くして背景との輝度差を減少させたり、対向車の運転者にグレアを生じさせたりして視認性を低下させ易く、両者を併用することは理論的に両者の特長を失わせ、欠点を大きくする可能性があります。

4. 障害物の反射率

現在の道路照明は、シルエット視を前提として設計されています。ここでは、シルエット視での障害物の見え方を検討する上で重要な要件となる反射率について説明します。

図-2はSmithが道路照明の視認性を検討するために、都市内街路の照明で主要な対象物である歩行者の衣服の季節・性別・流行などに対す

る反射率の存在確率を調査した結果で、その結果をシルエット視における視認率を検討するために反射率の低い色彩から高い色彩に向かったの累積存在確率として表わしたものです。

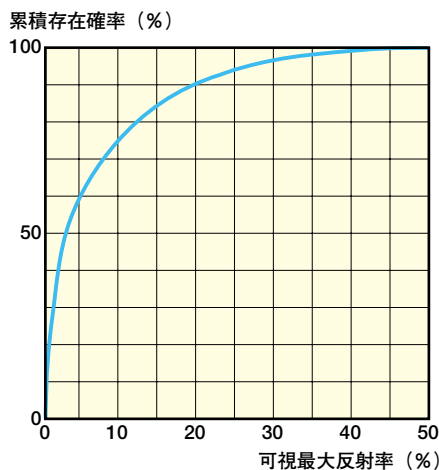


図-2 Smithの累積存在確率

図-2の横軸にシルエット視の限界反射率をとると、それに対応する縦軸が、その限界反射率より低い反射率を持つ対象物の累積存在確率を示しています。これは、例えば限界反射率が20%であるシルエット視の照明では、歩行者全体の90%を視認できることを意味しているので、図の縦軸を限界反射率に対する照明の「視認率」と言います。

90%がシルエット視で視認できるからと言って、残りの10%が逆シルエット視で視認できる訳ではありません。それは、人間の視覚には識別できる輝度の差に限界があり、対象物の輝度が明らかに背景の輝度より低くても、高くても人間の視覚では識別できない領域が存在するからです。

シルエット視で視認できていた対象物の反射率が僅かずつ高くなって、やがてシルエット視の限界反射率を超えると対象物は視認できなく

なります。対象物の反射率がさらに高くなって逆シルエット視の限界反射率を超えると対象物は再び視認でき始めます。これら二つの限界反射率の間の領域は、シルエット視でも視認できない領域が存在し照明レベル、グレアの程度などで複雑に変化します。

5. 可視度と視認率の関係

ある反射率を有する対象物が、路面上のある地点で辛うじて視認できるかどうか「もの」の見易さで評価するものを対象物の可視度(Visibility Level)と言います。

仮に、反射率20%の対象物がシルエット視で路面上のある地点で辛うじて視認できる地点を可視度1とすると、反射率の異なる限界対象物の可視度1の点を求めれば、可視度を視認率に変換することができます。

6. まとめ

道路・トンネル照明の考え方の基本となる視認性についてシルエット視、逆シルエット視の概念、および障害物の見え方を検討する上で重要である障害物の反射率、可視度と視認率の関係について解説してきましたが、道路を走行していると郊外、都市部、住宅街など周辺条件の変化により照明されている状況も変化し、様々な見え方(シルエット視、逆シルエット視)が混在しているのが実状です。

最近では、これらの条件も加味した視認性の評価も検討され始めています。

次回以降、道路照明、トンネル照明について詳細に解説します。