

IV-287

道路トンネルのカウンタービーム照明に関する実験

建設省土木研究所	正会員	○ 石村 利明
同	正会員	猪熊 明
同	正会員	松原 哲也
小糸工業(株)		永井 渉

1. はじめに

道路トンネルでは、トンネル利用者に対して安全で快適な空間を確保するため、必要により照明・換気設備等が設置されている。近年、道路トンネルの供用本数・総延長が急速に増加しており、これに伴う換気・照明等にかかる維持管理費も増大してきている。したがって、省エネルギーの観点から、これらの設備に対する設計を見直すことも重要となっている。ここでは、照明設備について省エネルギー型の照明方式としてスイス等のトンネルの入口部照明に採用され、既の実績のあるカウンタービーム照明方式について基礎的な実験を行ったので報告するものである。

2. カウンタービーム照明方式の概要

この照明方式は、図-1に示すように走行する自動車に対して前方から光を照射する方式である。これにより、運転者側からは高い路面輝度が得られるとともに、前方にある障害物等に対しては光が照射されないため、路面と障害物の高い輝度対比(コントラスト)が得られ障害物がシルエットとして見えることになる。したがって、障害物の視覚認識の向上とともに、設備費・維持管理費の軽減が可能であると言われている。なお、国際照明委員会(CIE)によれば、路面輝度 L_r と鉛直面照度 E_v の比(L_r/E_v ;ここではコントラスト係数という。)が0.6以上であればカウンタービーム照明方式、0.2以下であれば対称照明方式と定義されている。また、この方式は、照明レベルの高いトンネルの入口部照明での適用が一般的である。

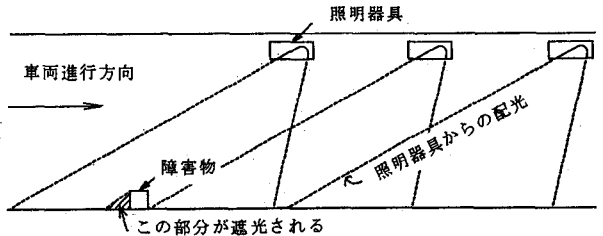


図-1 カウンタービーム照明方式の概要

また、この方式は、照明レベルの高いトンネルの入口部照明での適用が一般的である。

3. 実験方法

実験は、トンネルの入口部照明を検討対象として、対称照明方式・カウンタービーム照明方式について、設計速度80 km/hを想定して現在の基準の照明レベル(この照明レベルを100%とする)および75%、50%のもとで、①光学測定による照明方式の比較、②走行実験による障害物の視認性の比較、を行った。実験場所は、土木研究所にある実大トンネルとした。光学測定は、照明方式を定義するコントラスト係数および路面と障害物のコントラストとした。また、走行実験は、被験者(2名1組)に走行速度80 km/hの状態でトンネル内に進入させ、トンネル内の定められた位置に提示した反射率30%の3種類の障害物(20 cmの立方体、直径20 cmの球、高さ20 cmの円錐)のいずれかを視認させ、その時の視認距離を測定した。なお、視認距離は、前方の道路上に何か分からないが障害物が見えたときの距離をいう。被験者は、正常な視力を有する8人として、同一の条件下でそれぞれ4回づつ視認させた。走行実験は、野外輝度が視認結果に大きく影響するため、設定野外輝度として3000 cd/m²以上の晴天時に実施した。

4. 実験結果および考察

4.1 光学測定による照明方式の比較

①コントラスト係数

トンネル内のある区域を定め、路面輝度、鉛直面照度の測定によりコントラスト係数を求めた。その結果、対称照明方式は約0.15、カウンタービーム照明方式は約0.7の結果を得た。ただし、カウンタービーム照明の条件では、障害物の直前に黒色の補正板(0.8×1 m)をおいて鉛直面照度を低下させて条件を満足させた。これは、実大トンネルの路面がコンクリート舗装であり、横断方向に粗面仕上げされていることから照明器具から照射された光が正反射せずに照明器具方向へ光が反射して鉛直面照度が低下しなかったためである。この原因としては、カウンタービーム照明方式を実現するために、対称照明方式に用いた照明器具を用いたため、カウンタービーム照明器具本来の配光が得られにくかったためと考えられる。したがって、カウンタービーム照明方式は、舗装路面の状態や照明器具の配光等が重要と考えられる。

②路面と障害物のコントラスト

路上の障害物輝度 L_o および背景の路面輝度 L_b の測定結果から、次式によりコントラスト C を求めた。 $C = |L_o - L_b| / L_b$

トンネル内の障害物提示位置とコントラストの関係(照明レベル100%の場合)を図-2に示す。これより、カウンタービーム照明方式が対称照明方式に比べてコントラストが大きいことが分かる。坑口から20 m程度の位置までは自然光の差し込みのため、障害物の輝度が増加して非常に高いコントラストとなっている。この状態は、カ

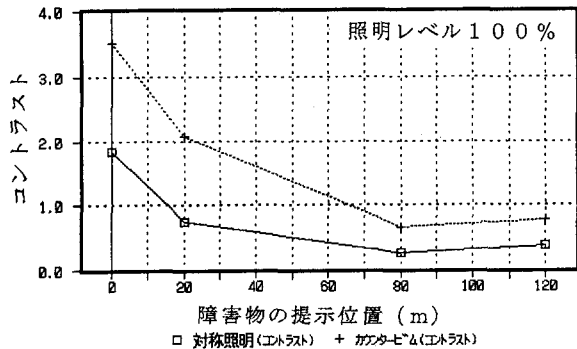


図-2 路面と障害物のコントラストの比較

ウンタービーム照明方式の特徴であるシルエット視ではなく、カウンタービーム照明方式の効果が薄れる区間と考えられる。坑口から80 m以降の位置では、対称照明方式に比べてカウンタービーム照明方式のほうが約2～2.5倍のコントラストを得た。なお、他の照明レベルでもほぼ同様な結果であった。

4.2 走行実験による障害物の視認性の比較

図-3にカウンタービーム照明方式における視認距離と対称照明方式における視認距離との比を障害物提示位置毎に示す。なお、図に示した視認距離は、各条件毎の平均値で示した。これより、全体的にカウンタービーム照明方式によって視認距離が改善されていることが分かる。したがって、コントラストの大きいカウンタービーム照明方式のほうが、対称照明方式に比べて視認性が高いことが分かった。すなわち、カウンタービーム照明方式のほうが、障害物を回避するための行動が余裕を持って行うことができる。

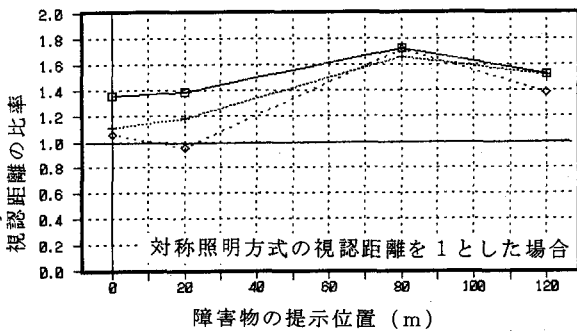


図-3 カウンタービーム照明方式の視認距離の比率

5. まとめおよび今後の課題

カウンタービーム照明方式は、対称照明方式に比べて路面と障害物の高いコントラスト替えられる方式であり、それにともない視認性が高くなることが分かった。今後は、カウンタービーム照明方式は、トンネル内の路面の状況に大きく影響するため、路面状態と照明方式の関係を明らかにすることが重要である。また、カウンタービーム照明器具の取り付け位置や効率について明らかにするとともに、照明レベル等を検討し設計方法を確立していくことが必要である。