

トンネル空間へのCGアニメーションの適用

熊本大学自然科学研究科	学生員	○趙	曉明
熊本大学工学部	正員	小林	一郎
熊本大学工学部	正員	星野	裕司
日本道路公団九州支社	正員	中田	雅博

1. はじめに

近年発展してきたCG技術は、土木分野においても活用事例が多い。一方道路の中で重要な要素の一つであるトンネル空間は閉鎖的であり、道路利用者から見て四方を囲まれた暗い空間が圧迫感を与え、さらにトンネルの内外では輝度の差が著しいため、高速移動のドライバーがトンネルに進入する際に緊張感を与えることなどが他の土木構造物とは異なり、大きな特徴である。トンネル空間の快適性を向上するためには光環境を重視した検討を行うことが望ましい。その検討を行うにあたりCG技術の活用が有効ではないかと考えられる。しかし、一般的なトンネルCGは、物理的な輝度しか考慮していないため、CG表現と実体験とが乖離しており、そのような表現では有効的な検討が行われないのではないかと、筆者らは考える。そこで、本研究では、CADやCG技術を利用して、動的なドライバーの視点（運転者の目の順応性）を考慮し、トンネル空間を作成し、イメージを把握検討を行うことを目的とする。

2. 研究の流れ

2-1. トンネル空間の作成

- (1). トンネル長さは1.256km,半径1.200km,中心角60°とした。
- (2). 普通のトンネル中に監視員通路の高さは1mであるが、運転者の緊張感を減らすために、監視員通路高さを25cmにとした。

(3). トンネルライトはスポット(点光源)と蛍光灯(線光源)の2種類を作成した。

(4). 舗装はトンネル外との連続性を高めるため、アスファルト舗装とした。

2-2. 点光源、線光源の2種類に対して、物理的な輝度変化を考慮したデータを作成した。

2-3. AutoCAD2000と3D studio MAX R2.5で人間の視覚機能を考慮してトンネルCGアニメーションを作成した。また、カメラの操作を通じてほぼ実情どおりに表現することができた。

2-4. トンネルに進入する際、視覚変化の度合や坑門周りの地形も大切であると考え、九州自動車道(人吉～えびの間)の加久藤トンネルの周りの地形を参考に、坑門付近均の地形を作成した。

3. トンネルの輝度変化と視覚の順応性について

トンネルは閉鎖空間のため、自然光に対して出入口付近を除いて遮蔽した構造となっており、高速移動中の運転者の緊張感を減らすため、そして走行時の危険防止のため、トンネルの輝度変化と視覚の順応性の検討することは重要である。

(1). 照明について、野外からトンネルに進入する際突然暗くなって見にくい。出口部近くにおいて野外輝度が著しく高いと、先行する車のシルエットにより開口部の一部を遮蔽した状態となり、影の中に入った物を識別することが困難になる。そのため、トンネルの照明は入口照明と基本照明、出口照明を分けて設置されている。入口部で輝度を徐々に落とし(入口照明)、内部で普通照明とし(基本照明)、出口部で輝度を徐々に高める(出口照明)。

(2). 順応性について、トンネルに進入してきた運転者がトンネル内の暗さに順応するまでが暗順応である。つまり、突然暗くなって、まわりがよく見えなくなった後、徐々に周りが見えて視覚像が安定してくるという過程である。逆にトンネル内より出口部の明るさに順応する場合は明順応である。一般的に暗順応時間のほうが長くなる。本研究では、以上の2点を考慮し、CGアニメーションを作成した。

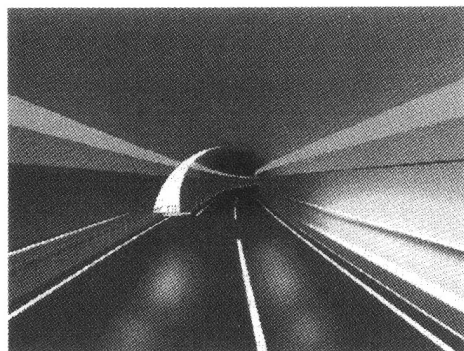
4. CGアニメーションの表現

今回のトンネルCGアニメーションは路面上1.2mの高さに視角60°の視野を設置し、80km/hスピードで運転するドライバーの視点から作成した。図一1、2に点光源、線光源。それぞれのCGを載せる。それらのCGアニメーションを作成するにあたって、以下の3点について留意することが必要である。

- (1). トンネルに進入時において、明るさの急激な変化を表現することが重要である。その場合、坑門付近の地形を含んだCGを作成することが、明るさの変化を空間的な変化によって強調することができると考えられる。
- (2). 輝度をパラメーターとした検討を行うために、CADデータは物理的な輝度に基づいたものを作成することが必要である。
- (3). 比較検討を行うアニメーションは、カメラを操作することによってドライバーの順応性を反映したものとすることが必要である。



図一1 点光源



図一2 線光源

5. 考察

トンネルの設計においては進入するドライバーに対する圧迫感、抵抗感、退屈感を少なくし、より快適なトンネル環境空間を提供するデザインが望まれる。しかし、一般的に設計図から実際の空間イメージをつかむことはなかなか困難であるため、CG技術を駆使することで構造物のイメージを視覚的に表現することが可能となる。特に、ドライバーの視点からの、一定スピードの下での走行性の確認といった視点移動を伴う空間把握は、模型やスケッチ等では困難であり、道路に関連した景観整備検討にはCGの適用可能性は極めて高い。そのため、利用者、管理者、施工者など関係者の観点からの意見を設計段階で取り込むことができ、結果として、工事全体の生産性を改善することができる。今後CGに関する技術を土木関連の計画、設計、施工、管理等の各段階に適用することを考えている。

なお、CGを用いた走行性検討の事例については、講演時に報告する予定である。

<参考文献> 1) 稲見 悦彦・近藤 達敏:「道路トンネル」山海堂。2) 中川、小林、福地:アニメーションの情報化施工への展開、土木学会西部支部講演概要集、平成8年。3) 福地、小林:施工管理へのCGアニメーションの適用、土木情報システム論文集、p75-82. 平成8年