

(第3号様式)(Form No. 3)

学位論文要旨 Dissertation Summary

氏 名 (Name) 三 宅 賢 二

論 文 名: 照明光制御による高速道路トンネル内の路上視対象物の視認性改善
(Dissertation Title) The visibility improvement of on-road obstacles by light control in expressway tunnel

高速道路上の障害物は、運転者の安全な走行環境を阻害し、しばしば重大な交通事故の一因となることがある。このことから、道路上の障害物の視認性を向上させることは、安全かつ快適な走行視環境を構築する上できわめて重要な要素である。高速道路上、特にトンネル内における路上障害物の視認性は、その照明環境に大きく関係していることから、本論文は、LEDを光源とした照明において、路上視対象物の視認性を向上させうる新しい照明制御手法について、複数の異なるアプローチにより検討を行うとともに、それらについて実験結果をもとに設計条件を最適化し、LEDの特長を生かした新しい照明手法の提案をおこなったものであり、7章から構成されている。

第1章は、序論として高速道路照明が置かれている社会的状況と技術的課題を総括し、本研究の占める位置を述べるとともに、本研究の目的と社会的および学術的な意義を明確にしている。

第2章では、高速道路照明に用いられている光源について、および高速道路照明に求められる諸基準と設計条件について述べ、本研究において考慮すべき要件について解説した。さらに、この分野における従来の研究を精査し、これまでに明らかになっている事柄と課題について整理し、本研究で提案する新しい手法について論じている。

第3章では、トンネル照明における照明光の配光角度の最適化について実験結果をもとに検討している。前走車両の視認性を改善するためには、プロビーム配光などによる鉛直面照度の向上が重要であることが知られている。従って、路上障害物の視認性についても、鉛直面照度の向上により視対象物の輝度をより高くすることで逆シルエットとなり、視認性が改善すると考えられる。現在用いられているプロビーム照明の光軸は、車両進行方向に対し45度の角度で照射している。プロビーム角を大きくすることにより、より高い鉛直面照度の確保が期待されるため、本研究では、45度に加え60度、70度、80度といった新たな角度での検討を行い、最適な配光角度条件を導出している。また、本研究における視対象物の視認性評価に関して、より定量的かつ客観的な評価

を行うため、対象物の輝度と背景輝度の比率(輝度比)と、人間の視覚による主観的な視認性評価との関連について、実験をもとに導出した結果を述べている。さらに、その検証にあたっては、視対象物の限界反射率の検討と、総視認率(TRP)による評価が影響するため、それらを考慮して総視認率を算出した結果についても解説している。

第4章では、照明光を時分割点灯制御させることで、視対象物の視認性の改善効果の存在を実験にて証明し、その結果をもとに時分割制御という新しい照明手法を提案している。この手法は、同じ照明器具より照射される配光の異なるLED照明光を、時間差を設けて照射するものである。実験結果より、コンクリート路面においては、プロビーム配光により照射された鉛直面輝度が一定で、対象配光の照明を時分割点灯することにより、背景である路面の輝度が時間的に変化したときに、対象物の視認性が改善することが示された。さらに、本研究にて提案する時分割点灯制御方式が、人間の視覚に与える影響を確認し、その効果が生じる理由についても検討した。パルス点灯するLED照明環境下では、知覚輝度向上効果(Broca-Sulzer effect)を生ずることが知られており、その影響により瞳孔のサイズが変動することで明るさ感が変化している可能性があるため、この効果についても本章で考察している。

第5章では、異なる色温度の照明光を組み合わせた照明を用いて、視対象物の視認性を改善させる手法について、実証実験結果をもとに提案している。色温度の異なるLED照明光を異なる配光角度により照射することにより、視対象物と背景路面との色度差を生じさせることで、その視対象物の視認性が改善する傾向がみられた。特に、対象物の反射率が高い場合において有効であることが確認された。これらより本章では、この色温度制御を用いた手法による視認性改善の可能性について論じている。

第6章では、これまで論じてきた改善手法の効果について、実際のトンネルで検証した結果について述べている。ミニチュア模型を用いた室内実験で得られた結果が、実環境でも一定の改善効果を生ずることが明らかにされ、室内実験の有効性を裏づけるものとなっている。

第7章では、本研究において提案された新しい照明制御手法と、それらの実証実験結果による有効性についてまとめ、新しい道路照明技術が実現しうる、運転者にとって快適かつ安全な照明環境の可能性について総括するとともに、今後の課題について整理した。