

物体表面凹凸の違いが反射特性に与える影響

照明音響科 田代知範*

Effects of different surface roughness on reflection characteristics

TASHIRO Tomonori

keywords : Optical simulation, Reflection characteristics, Surface texture

コミュニケーションライティングによる投影図形の品質評価のために、物体表面の凹凸の違いが光の反射特性に与える影響を光学シミュレーションにより検討した。正方形タイル状の凹凸モデルに対し、円形スポット光の入射角を変えながら、反射光の広がりを比較したところ、凹凸が細かくなるほど反射特性に歪みが生じることが示された。また、光が路面により平行に入射する場合、その影響が大きくなることも示された。本研究により、コミュニケーションライティングによる投影像の評価では、物体表面の凹凸の違いによる反射特性の歪みを考慮する必要があることが明らかとなった。

キーワード：光学シミュレーション、反射特性、表面性状

1 はじめに

コミュニケーションライティングが道路面に投影する図形について、運転者や歩行者からの見えを光学シミュレーションで評価することが必要となる。その際、スクリーンとなるアスファルト表面の反射特性を正確に把握する必要がある。アスファルト表面は多様性に富むため、オンラインでの実測により反射特性を求めることが望ましいが、技術的に困難である。そこで本研究では、機能性によって異なる路面表面の凹凸の違いに着目し、アスファルト表面の反射特性を光学シミュレーションにより予測することが可能かどうかを検討した。

2 方法

2.1 凹凸モデルの作成

最も単純な凹凸パターンとして正方形のタイル状の凹凸モデルを3D作成ソフトBlenderのディスプレイスメントマッピング機能により作成した。正方形一辺の長さを2mmから200mmと平面Flatの計11パターンとし、凹凸の出現パターンはランダム、最大最小高さおよび平均高さは全ての条件で同じに設定した(図1)。

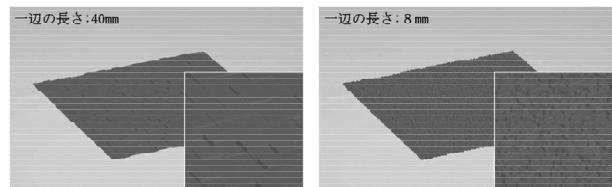


図1 凹凸モデルの例

2.2 シミュレーション条件

光学シミュレーションソフトウェア Lumiceptを使用して、モンテカルロ法による光線追跡を実施し3次元空間内の光の挙動を計算した。拡散反射率20%のみを持つ凹凸モデルに対し、ビーム径が50mmの円形ビーム光源を0度、45度、85度で入射させ、反射光の強度を極座標系における鉛直角 $\theta = 0 \sim 90$ 度、水平角 $\phi = 0 \sim 360$ 度を1度間隔で取得した(図2)。

* 退職

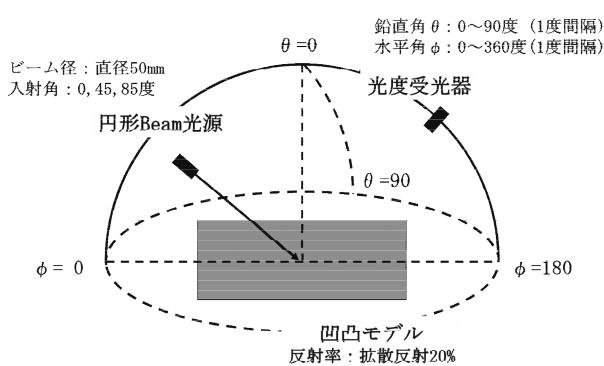


図2 シミュレーション環境

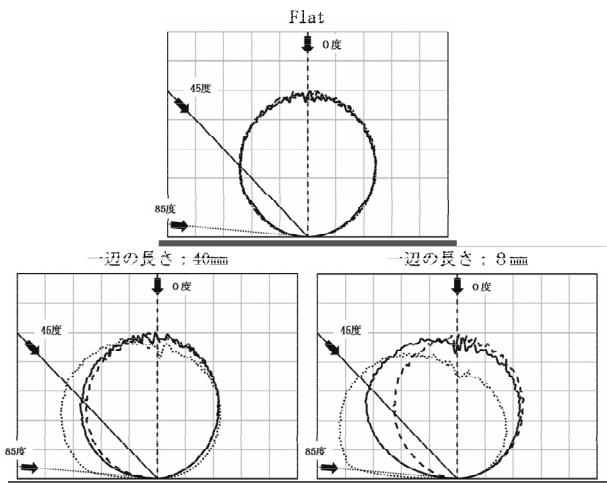


図3 シミュレーション結果

入射光方向および各入射角度に対する反射光の広がりを、0度は点線、45度は実線、85度はドット線でそれぞれ示す

3 結果と考察

本研究では、入射光と反射光が同一平面上にある場合を対象とし、反射光の広がりを検討する(鉛直角 $\theta = 0 \sim 90$ 度、水平角 $\phi = 0, 180$ 度)。Flat および一辺の長さが40mm、8 mmの時のシミュレーション結果を図3に示す。Flat条件の場合、入射光の入射角が変化しても反射特性に変化は見られなかった。一方、凹凸モデルの一辺の長さが短くなると、入射光の入射角度に応じて反射特性に歪みが生じることが明らかとなった。反射特性の歪みをグラフの左右の面積差と定義し、一辺の長さとの定量的関係性を図4に示す。結果より、一辺の長さが短くなると反射特性の歪みが大きくなることが分かった。また、入射光の入射角が浅くなると、その変化の割合が大きくなることも分かった。以上のことから、物体表面の凹凸の違いは反射特性に歪みを生じさせ、入射光の入射角の違いによって影響が変化することが明らかとなつた。

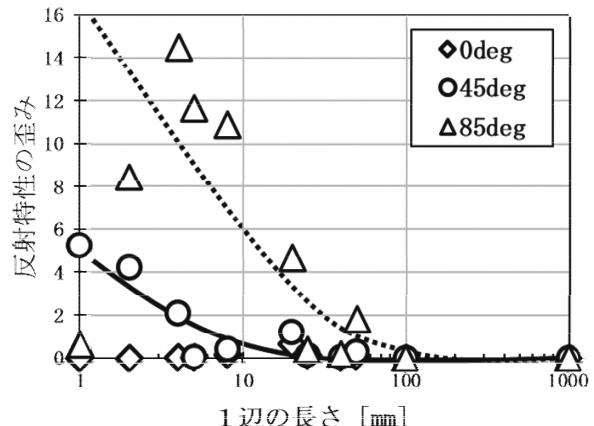


図4 反射特性の歪みと一辺の長さとの関係
◇は入射角度0度、○は入射角度45度、△は入射角度85度をそれぞれ示す

4 まとめ

物体表面の凹凸が細かくなるほど反射特性に歪みが生じることが分かった。また、光が路面により平行に入射する場合、その影響が大きくなることも明らかとなった。今後は、アスファルト路面を模擬した様々な凹凸パターンに関して検討していく。