

学位論文内容の要旨

寒冷地では冬期に路面凍結が原因で起こる交通事故は重大な問題である。とくに冬期の寒冷期間が平地に較べて長く、道路が頻繁的に雪や氷に覆われている北国の山岳地帯においては、この路面凍結状況が問題である。その路面凍結が車両からも検知できるように、凍結検知用光学センサー及び赤外放射温度計からなる道路凍結検知装置の開発を行った。測定システムは 45° の入射角の光源と 0° (天頂) および 45° の反射角度に設置した2個のフォトダイオードからなり、拡散反射 R_D および鏡面反射 R_S を求め、様々な路面状態 (乾燥、湿潤、シャーベット、圧雪、光沢圧雪、ブラックアイスなど) との対応を調べた。

ポータブル型 (可搬型) の測定装置は、小型の装置を路面に直接置くことにより拡散反射及び鏡面反射を測定した。車載型観測システムは自動車の後部に、路面から離して搭載し、北海道の国道 39 号線石北峠周辺で連続的測定を行った。

これらの観測実験の結果をまとめると次のようになる。

1) ポータブル型測定装置による観測

ポータブル型測定装置を使用した観測においては、鏡面反射率 R_S と拡散反射 R_D の関係によって路面状態の分類がよく判定された。 R_S からは路面の光沢度が判断でき、ブラックアイス路面および光沢圧雪路面の R_S 値は 0.1 以上と大きく、圧雪路面および乾燥路面の R_S は 0.05 以下と小さかった。 R_D は路面の明度に対応し、ブラックアイス路面では小さく、圧雪路面では大きかった。

2) 車両搭載型観測による移動観測

車両搭載型測定装置を車両に搭載し、北海道国道 39 号線石北峠周辺の山岳地帯で走行しながら移動観測を行なった。観測ルート of 低い標高では湿潤路面およびシャーベット路面の判定となり、石北峠付近の標高の高い地域では圧雪や光沢圧雪という判定となつて、目視観測による路面状況とよく対応した。反射光測定においては点滅する光源を用い、標準偏差計算方法による一種のハイパスフィルター法により、外部光信号によるノイズ光除去を行った。

3) 鏡面射および道路表面状態

路面状態は鏡面反射率 R_S および拡散反射率 R_D の関係から判定することができた。 R_S は光沢面である光沢圧雪路面およびブラックアイス路面で大きく、乾燥路面では小さかった。また、 R_D は路面の明度に対応し、湿潤路面、シャーベット路面、圧雪路面の順に大きい値を示した。湿潤路面とブラックアイス路面

については、鏡面反射率 R_s と拡散反射率 R_D が同じような値を示すが、ブラックアイス路面では赤外放射温度計に路面温度が 0°C 以下であることから識別できた。

4) 鏡面反射比率

拡散反射率に対する鏡面反射率の比である鏡面反射比 $\gamma_{SD}=(R_s/R_D)$ を定義することにより、 R_s が大きく R_D が小さいブラックアイス路面の γ_{SD} が大きく、その存在を強調でき、ブラックアイス路面存在の警報信号になり得ることがわかった。

論文審査結果の要旨

寒冷地の冬期交通安全確保において重大な問題である路面凍結の対策として路面凍結検知システムを開発した。測定システムは光源および2つの角度の光学センサー、放射温度センサーからなり、路面状態との対応から次のような結果を得た。

- 1) 凍結路面分類：可搬形凍結検知装置による鏡面反射率 R_s と拡散反射率 R_D および表面温度の関係によって路面状態の分類(乾燥、湿潤、シャーベット、圧雪、光沢圧雪、ブラックアイス等)が判定された。 R_s からは路面の光沢度が判断でき、 R_D は路面の明度に対応した。
- 2) ブラックアイスの検知：拡散反射率 R_D に対する鏡面反射率 R_s の比である鏡面反射比 $\gamma_{SD}=(R_s/R_D)$ を定義することにより、 R_s が大きく R_D が小さいブラックアイス路面では γ_{SD} が大きく、その存在が強調できた。 γ_{SD} はブラックアイス路面の警報信号になり得る。
- 3) 鏡面反射と摩擦係数：鏡面反射率 R_s は光沢面である光沢圧雪路面およびブラックアイス路面では大きく、 R_s が大きいほど摩擦係数 μ は小さく、 μ と R_s はよい対応を示した。
- 4) 移動観測：車両搭載型測定装置により、北海道国道39号線石北峠周辺の山岳地帯で移動観測を行ない、低標高での湿潤路面およびシャーベット路面、標高の高い石北峠付近での圧雪や光沢圧雪など、目視観測による路面状況とよく対応した。

これらは路面凍結の検知に関して新知見を得たものであり、雪氷学の雪氷防災分野において大きな貢献をしている。よって、申請者は北見工業大学博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める。