

CARSIM を使用した冬季路面状況における車両安全性のモデリングとリスク評価

大成ロテック(株) 正会員 ○ ダン クオック トゥエット、 城本 政一、 インレレスウェ
北海道科学大学 正会員 亀山 修一

1. 目的

冬季における積雪寒冷地域の運転は、スリップ事故のリスクが高まる。これは、路面が濡れたり、雪や氷で覆われたりすることが原因である。このような気象状況下での車線変更や曲線部の運転は、車両のスピンや制御不能な状況に陥り、深刻な事故につながる可能性がある。冬期路面のすべりに注目した研究はあるが、路面性状が運転リスクに与える影響については研究されていない。本研究では、積雪寒冷地域における冬季の路面状況が運転リスクに与える影響について評価を行うために、わだち掘れ量、わだちの形状などの路面形状と乾燥、湿潤状態、積雪、凍結などの路面状況が変化した場合の走行状況について CARSIM を用いてシミュレーションし、運転リスクについて検討を行った。検討結果を以下に示す。

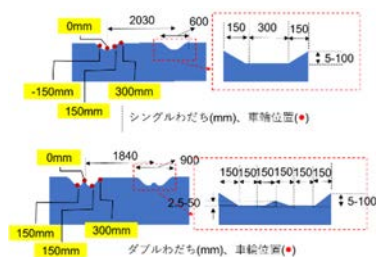


図1 車輪の位置とわだち掘れ

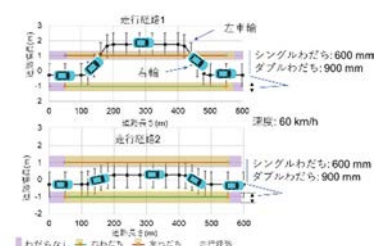


図2 車道とわだち掘れ

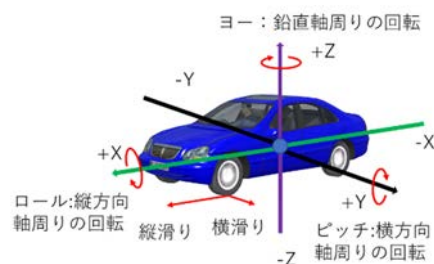


図3 車両運動

2. シミュレーションシナリオと評価基準

冬期路面の走行する車両の安全性を評価するために、冬季の道路状況がどのような状況になるのかを幅広く考慮した。

本研究では、普通自動車と軽トラックの2種類の車両が、図1に示す「シングルわだち」もしくは「ダブルわだち」の路面を、図2に示すような①車線を変更したときの走行車両の挙動、②走行車線内で、右わだち→左わだち→右わだちと走行したときの車両の挙動について CARSIM ソフトを用いてシミュレーションを行った。シミュレーションでは、わだち掘れ量および路面摩擦係数の値を変化させて計算を行った。また、車両の安全性についての評価は、図3に示すヨー運動により、車両の鉛直軸周りの回転角度に基づいて評価を行い、かつ図4に示す5種類の車両挙動によってリスク評価を行った。

3. シミュレーション結果

シミュレーションにて走行車両の挙動を確認した結果、ヨーの回転角度が5度を超えると、車両の挙動が不安定になり、スピン等をおこすことから、図5には、ヨーの回転角度が5度以上になる位置についてヒートマップを作成した。図5より、車両のヨー運動は、車種、わだち掘れ、走行経路、車輪の相対位置およびわだち掘れ位置に大きく依存していることが分かった。

図6に、わだち掘れの深さと路面の摩擦係数の関係を図4で示し挙動について示した。図5および図6から以下のことが分かった。

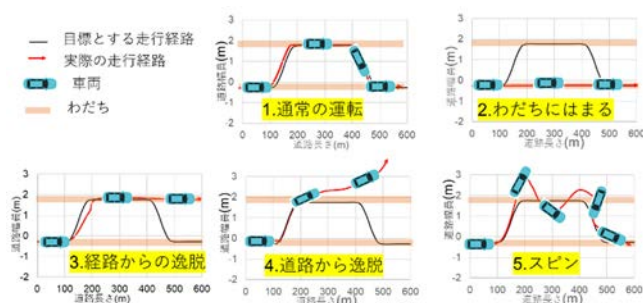


図4 路上での車両挙動

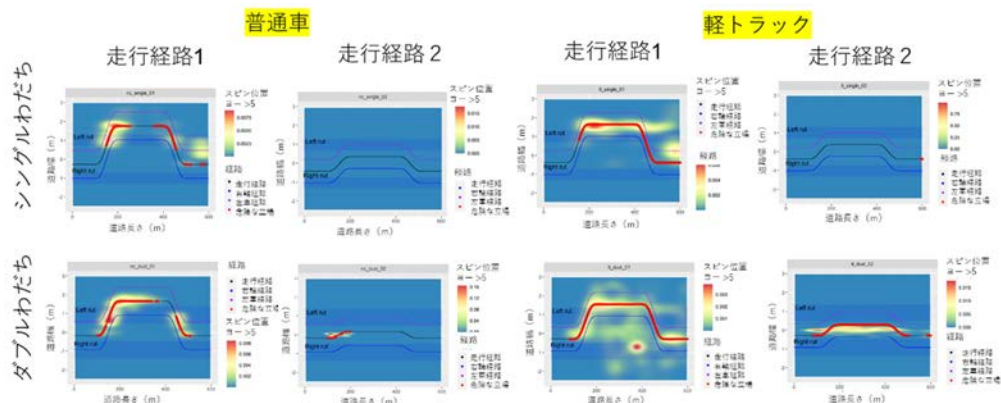
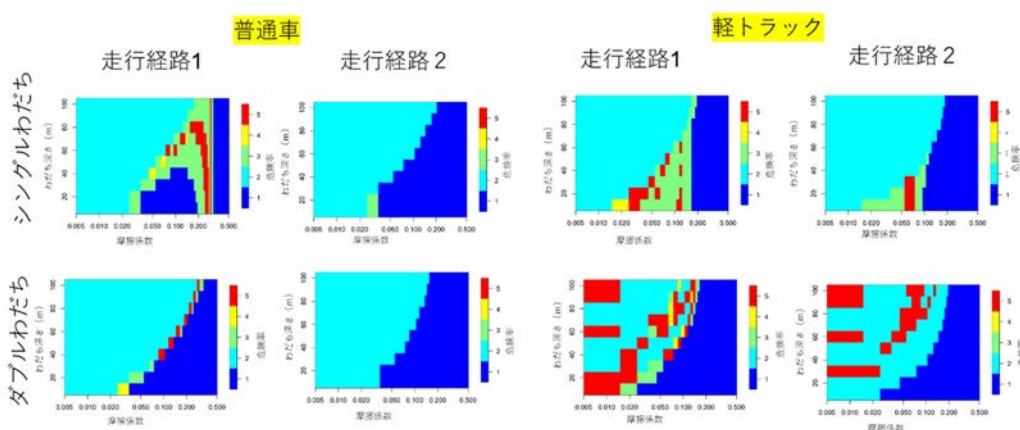


図5 16,000回のシミュレーションでヨーが5度を超える車両位置のヒートマップ



危険率: 1.通常の運転; 2.わだちにはまる; 3. 経路からの逸脱; 4.道路から逸脱; 5.スピン

図6 わだち掘れ深さと摩擦係数による車両のハザードマップ

- 運転リスクは車の種類、わだち掘れ量、運転経路、車輪とわだち位置に大きく依存していることが示された。
- スピンなどの異常な挙動は氷結、積雪、または濡れた路面の状態である摩擦係数が 0.4 以下で発生していた。
- ダブルわだちが発生している道路は、シングルわだちが発生している道路より運転リスクが高い。
- 氷結した路面でスピンやスリップ等の運転リスクは軽トラックは、普通自動車より高い。
- 普通車では、スピンは主に車線の変更が終わった位置で発生し、軽トラックでは車線変更を行っている操作中に発生していた。
- わだち掘れ量が 2cm 以上になると運転リスクが増大している。

4. 結論

冬期の路面状況と路面性状により運転リスクについて検討を行った結果、異常な走行経路は、摩擦係数が 0.4 未満である氷、雪、または濡れた路面状況で主に発生しており、わだち掘れの深さが深くなると、スピンのリスクが増加した。冬期路面の運転リスクを低減させるためには、0.4 以上の摩擦係数とわだち掘れの深さを 2cm 以下にすることが重要であることが示唆された。

今回は、直線道路について検討を行った。今後は、曲線部や積雪寒冷地特有の温度クラックなどについての運転リスクについても検討を行う予定である。

今回の研究内容が、積雪寒冷地の冬期の安全性の一助になれば幸いである。