

凍結路面の発生メカニズムに関する熱収支的考察 II

石川信敬・成田英器・須藤正季(北大低温研)、加治屋安彦(開土研)

これまでの報告では路面のミラー化(いわゆるツルツル路面の発生)は道路積雪の融解再凍結によると指摘されている。そこで昨年度より道路雪氷面での熱収支モデルを構築するために車両の影響を見積もる研究を行っている。今年度は試験コースにおいて実験車両を走らせることにより路面積雪が氷化する過程を観察した。道路積雪の氷化過程の実験は1998年1月27-30日に、旭川郊外にあるタイヤメーカーのテストコースにおいて行った。観測項目は気象要素(日射量、気温、風速、表面温度、放射収支量、新降雪量)の他、車体温度(4点)とタイヤ温度(外部表面と内部)である。また赤外面像装置により走行部を含む積雪表面温度の水平分布を測定した。実験はコース内を一定速度(25~30km/h)で走行しながら車体温度とタイヤ温度の連続測定を行い、また

コース内の同一個所で走行・急停止(スリップ)・発進を繰り返して道路積雪の変化を観察した。図1は気温、車体温度、タイヤ温度(外、内)を2時間にわたって比較したも

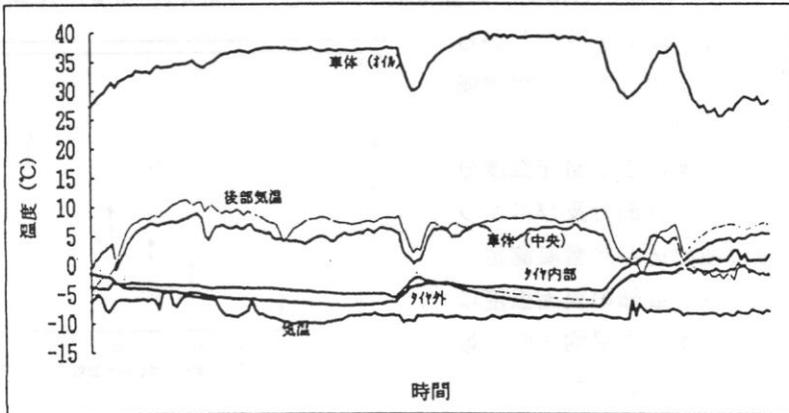


図1. 気温・車体各部の温度(29日10-12時)

のである。実験中の気温は-5~-8℃であった。車体温度は高い部分では35℃以上、低いところでも5~10℃であった。一方タイヤ内部と外部表面温度にはほとんど差がなくタイヤを通しての熱伝導は小さいことを表している。全冬期間52回にわたる測定から走行中の車両温度は気温より約10℃高くなり両者の相関係数は0.75であった。車両はその温度に見合う赤外放射を出している。そのため路面においては気象条件で決まる熱量の他に車両からの赤外放射も受けている。その量は通過台数、走行速度、車両温度に依存するが、本研究では台数や速度の代わりに路面を車両が遮蔽する時間(累積停車時間)を考える。図2は道路雪氷面における熱総量(放射収支+顕熱+潜熱)を遮蔽時間毎に示したものである。なお風速2m/s、湿度72%、雲量0.5、気温-5℃、日射量5MJ/m²、路面積雪アルベド0.8の気象条件を与えて大気放射、顕熱、潜熱を求めた。

積雪面が車両に塞がれた時間帯は日射や大気放射が遮られるがその代わりに車両からの長波長放射を受ける。そのため遮蔽時間20~30分で道路積雪面は加熱(融解)となり、このことが交通量の多い交差点や駐車車両の下に氷膜が形成される要因のひとつと考えられる。

次に走行・ブレーキ試験による道路積雪面の変化過程を観測した。図3は25~30 km/hで走行中の車両を同一地点で急停車させたときのスリップ距離の変化を示したものである。ブレーキ回数10回以下では積雪表面の変化は小さくスリップ距離は数mであったが回数が増えるほど制動距離は伸び、50回では25m以上もスリップした。

このスリップ距離から路面の摩擦係数を求めると(図4)、ブレーキ回数の増加に伴い係数は急激に減少することから、路面積雪が氷化したことが示唆される。

赤外面像装置による路面温度分布測定及び走行部分及びスリップ部分に埋め込んだ雪温測定から、スリップ痕部の表面温度は他の部分に比べて平均3℃、最大8℃高くなっていた。

なおブレーキテスト毎に積雪試料を採取して薄片観測を行ったが、スリップ回数20回程度で表面に薄い氷層形成が見られその下には積雪の圧縮層が認められた。スリップテスト50回目には約2~3mmの研著な氷膜が形成された。本測定は気温-8℃の低い温度で行ったにもかかわらず数10回のスリップで氷膜が形成され始めたことから、タイヤの摩擦熱も組み込んだ熱収支モデルを作る必要がある。

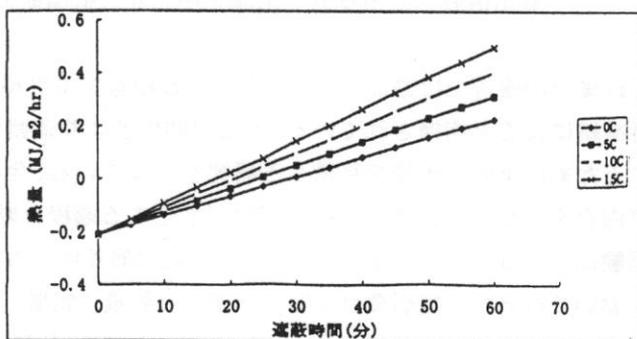


図2. 車に遮蔽された道路積雪面の総熱量

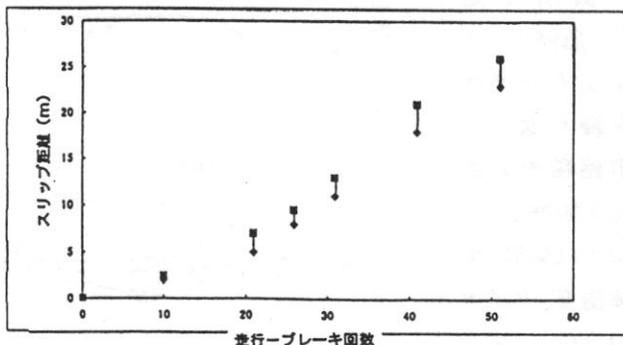


図3. ブレーキ回数と制動距離の関係

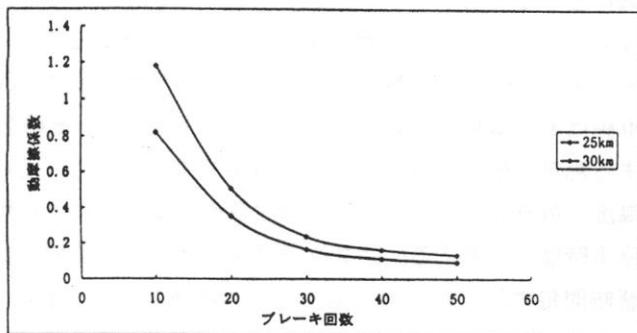


図4. 制動試験による道路積雪面の摩擦係数の変化