

## 冬の春志内トンネルにおける路面状況と摩擦係数

(財) 日本気象協会 永田 泰浩  
 (財) 日本気象協会 竹内 政夫  
 (財) 日本気象協会 丹治 和博  
 北海道大学工学部 萩原 亨

### 1. はじめに

一般国道 12 号春志内トンネル、神居古潭トンネルでは冬期に坑口付近での交通事故が多発しており、特に春志内トンネルでは死亡事故を含む交通事故が発生している。一方で春志内トンネルの旭川側に位置する旭川トンネルは、春志内トンネル、神居古潭トンネルの 2 割程度の事故件数であり、比較的事故が少ない。本研究では、冬期に死亡事故を含む重大な事故が多い背景を踏まえて、3 トンネルの冬期路面状況に着目し、事故との関連性を調査した。



図 1 調査区間の位置図

調査は平成 10 年度冬期から行い、平成 11 年度秋期の春志内トンネルのロードヒーティング工事を挟んで、平成 11 年度冬期にも行った。なおロードヒーティングは春志内トンネル札幌側坑口がトンネル内 200m、トンネル外 30m、旭川側坑口がトンネル内 200m、トンネル外 28m の区間に、発熱量 300W/m<sup>2</sup>の発熱線方式で施工されており、ロードヒーティング区間の決定は、平成 10 年度調査結果を参考としている。

### 2. 調査概要

調査は以下のように平成 10 年度冬期に 2 回、平成 11 年度冬期に 1 回行っており、調査時間帯は基本的に、昼間、夕方、夜間、早朝、午前の 5 回とした。また調査区間は、旭川トンネル、春志内トンネル、神居古潭トンネルとし、調査は北海道大学のすべり摩擦係数試験車と日本気象協会の移動気象観測車を同時に走行させる方法で行った。

#### 【調査実施日と気象状況】

##### (平成 10 年度調査)

平成 11 年 2 月 5 日～ 6 日 : (厳冬期) この季節としては気温がやや高かった  
 平成 11 年 3 月 16 日～ 17 日 : (晩冬期) 夜間は冷え込んだが、日中は気温が高かった

##### (平成 11 年度調査)

平成 12 年 1 月 28 日～ 29 日 : (厳冬期) 気温は低く、冷え込んだ

#### 2.1 すべり摩擦係数試験車

すべり摩擦係数試験車は小型バスの中央部に測定車輪 (垂直昇降式改良型) が取り付けられており、トルク式によって、試験タイヤがロックした状態でのすべり抵抗値であるスキッドナンバーを測定した。すべり摩擦係数試験車の概観を写真 1 に示した。

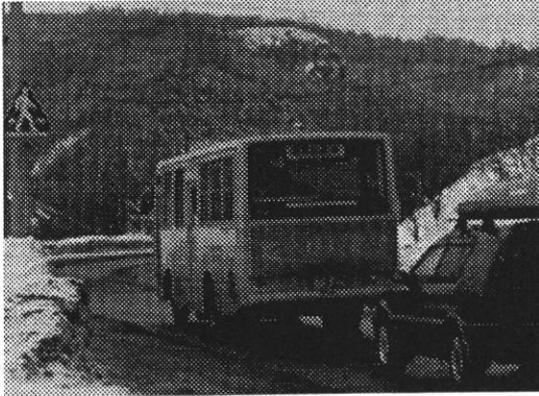


写真1 すべり摩擦係数試験車



写真2 移動気象観測車

### 2.2 移動気象観測車

移動気象観測車は写真2の車両であり、サンプリング間隔 200msec で路温、気温、風向風速、走行方位、走行速度の観測を行った。また車内には高感度カメラを搭載しており、交通や路面の状況を連続的に記録した。

### 3. 調査結果

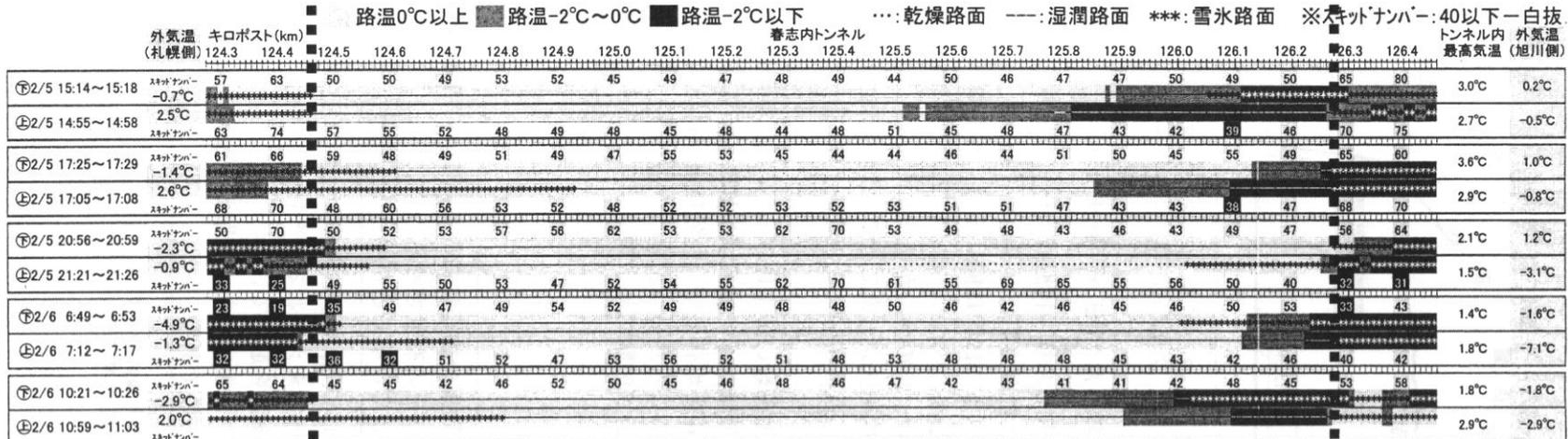
平成10年度、平成11年度の厳冬期における調査結果を比較すると、表1のように平成10年度調査日に比べ、平成11年度調査日が冷え込んだために、神居古潭トンネル、旭川トンネルでは、路温、摩擦係数が低下し、路面の凍結区間が増加していることがわかる。

表1 平成11年度調査結果と平成12年度調査結果の比較

	平成11年度調査	平成12年度調査
神居古潭トンネル	<ul style="list-style-type: none"> <li>●路温：0℃以下が多い</li> <li>●路面：夕方以降は凍結路面</li> <li>●摩擦係数：夕方以降小さい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●路温：0℃以下が多い</li> <li>●路面：昼夜を問わず凍結路面</li> <li>●摩擦係数：昼夜を問わず小さい</li> </ul>
春志内トンネル	<ul style="list-style-type: none"> <li>●路温：坑口付近 0℃以下</li> <li>●路面：坑口から約 300m 凍結</li> <li>●摩擦係数：坑口から約 200m 小</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●路温：坑口手前から 0℃以上</li> <li>●路面：トンネル内は凍結なし</li> <li>●摩擦係数：トンネル内は大きい</li> </ul>
旭川トンネル	<ul style="list-style-type: none"> <li>●路温：昼夜を問わず 0℃以下</li> <li>●路面：昼夜を問わず凍結路面</li> <li>●摩擦係数：坑口付近で小さい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●路温：ほとんど 0℃以下</li> <li>●路面：昼夜を問わず凍結路面</li> <li>●摩擦係数：坑口付近で小さい</li> </ul>

春志内トンネルでは、平成11年度調査日の冷え込みが厳しかったにも関わらず、表1、図2、図3のように、トンネル坑口手前のロードヒーティング区間から路温が0℃以上に上昇している。またトンネル内では凍結区間がみられず、すべり摩擦係数も0.4以上の滑りにくい状態であった。このようにロードヒーティングは効果的であると言える。

一方で平成11年度調査結果において、図3、図4からロードヒーティング区間の内側(坑口から200m以上の地点)に路温が0℃以下となっている区間が確認された。また、ロードヒーティング区間の坑口外側端部では路温、すべり摩擦係数が急激に変化しており、図4の事例では路温が10℃以上低下し、スキッドナンバーも0.54から0.22と滑りやすい状態に急変していることがわかる。



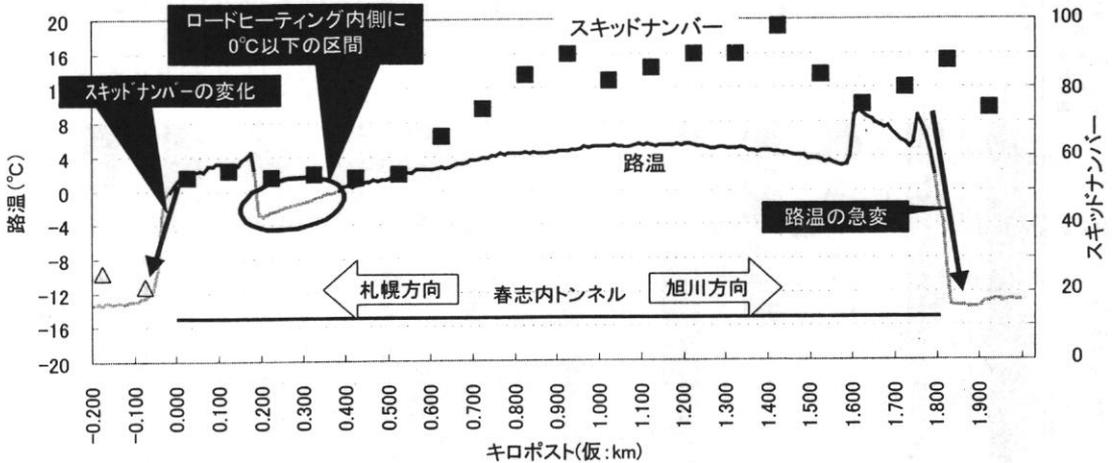


図4 春志内トンネル観測事例 (平成12年1月29日 6:40~6:43)

これらはロードヒーティング後に確認された問題点であり、状態によっては道路の安全性を向上するために、グルーピング舗装などの対策も計画されている。

ロードヒーティングの内側で確認された路温 0°C以下の区間に関しては、路面が凍結しておらず、摩擦係数も大きいことから危険性は低いと考えられる。これは平成10年度調査から雪の持ち込みなどによるトンネル内の路面凍結は、その多くが坑口から200m以内であったことを考慮した上で、ロードヒーティング区間を決定したことや、ロードヒーティングによって、雪などの水分がさらに持ち込みづらくなっていることを考えると、予想された結果であると言える。

ロードヒーティング区間端部での路温の急変、摩擦係数の低下は、トンネル坑口付近でのロードヒーティングが路面の急変域を解消するのではなく、急変域を移動する対策である以上、必ず発生する問題点である。春志内トンネルの場合には、札幌側坑口は坑口外側がカーブ区間に、旭川側坑口は橋梁区間になっていることから、安全な直線区間までロードヒーティングを延長する方法や、ロードヒーティング区間の終了を事前にドライバーに警告するなどの対策が検討されている。

#### 4. 本研究の成果

本研究の成果を以下に示す。

- ロードヒーティングの施工区間の検討や、その効果の検証において、すべり摩擦係数試験車、移動気象観測車を用いて調査を行うことの有効性を示した
- ロードヒーティングが効果的に路面環境を向上していることが明らかになった

一方で、旭川トンネルのように滑りやすい路面において必ずしも事故が発生しておらず、路面以外にも人的要因や環境による影響など他の要因も考えられる。今後の方向性としては、そのような要因の調査が必要と考えられ、現在調査を進めている。

なお本研究は(財)北海道道路管理技術センターに設置された、道路管理技術委員会情報交通グループが行った調査結果の一部をまとめたものである。

(参考文献)

- 1) 齋藤浩志・古田克宏・武田祐輔：春志内トンネルの冬期路面対策について、第43回(平成11年度)北海道開発局技術研究発表会、平成12年2月。