

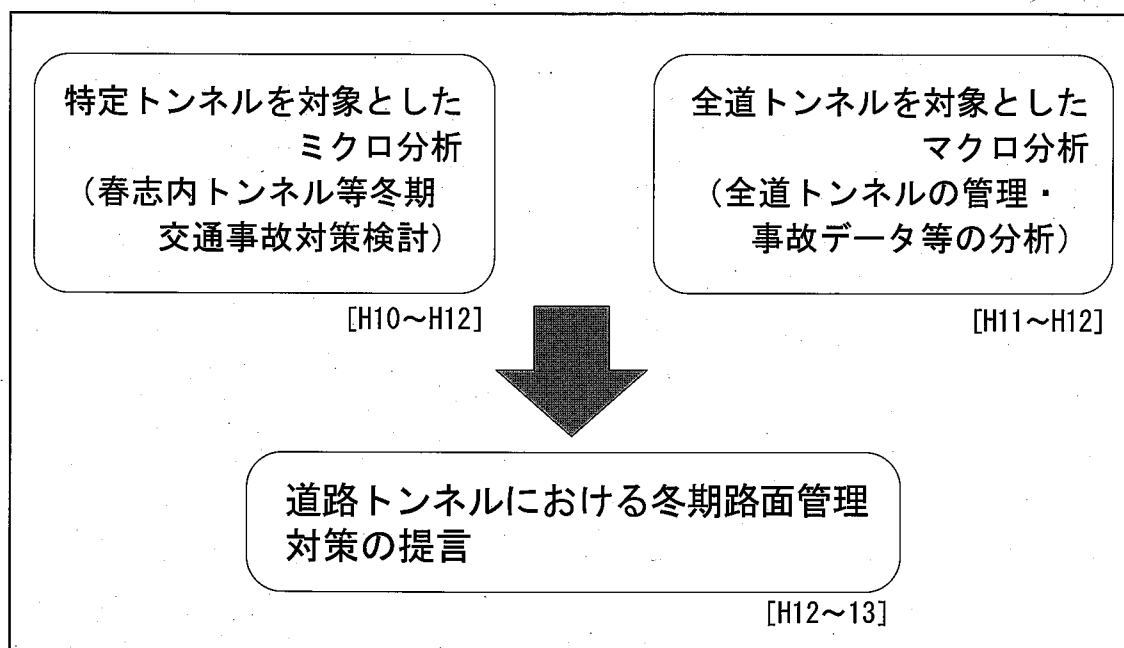
5. 冬期の路面管理

5. 1 調査概要

5. 1. 1 調査の目的

本検討は、国道12号春志内トンネル等における冬型事故多発に対応した緊急事故対策検討に起因し、トンネル部事故等による影響の重大性に鑑み、積雪寒冷地におけるトンネル坑口周辺における路面管理、および、交通安全対策のありかたについて提言するものである。

本検討は、『特定トンネルを対象とした詳細なデータ分析・検討』と『全道のトンネルを対象にしたマクロデータ分析』から、トンネル坑口部における路面管理・安全対策のありかたについてとりまとめ、今後の管理行政、ストック活用型の社会資本整備に資することとする。



5. 1. 2 調査の経緯

- ① 平成10年度
 - ・現地調査
 - ・春志内トンネル冬期交通事故対策の提言
- ② 平成11年度
 - ・春志内トンネルのフォローアップ調査
 - ・全道トンネル路面管理基礎データ分析（3建設部対象）
- ③ 平成12年度
 - ・春志内トンネルのフォローアップ調査
 - ・全道トンネル路面管理基礎データ分析（全建設部対象）
 - ・道路トンネルにおける冬期路面管理への提言

5. 2 春志内トンネル冬期交通事故対策検討

5. 2. 1 調査概要

(1) 背景、目的

一般国道12号春志内トンネルでは、トンネル坑口周辺における交通事故が多発し、特に、冬期では死亡事故等の重大事故が発生している。本トンネルは、延長1.8kmと比較的長いトンネルであり、ネットワーク上、迂回路が不備であるため、事故発生による道路交通に与える影響が多大な箇所となっている。

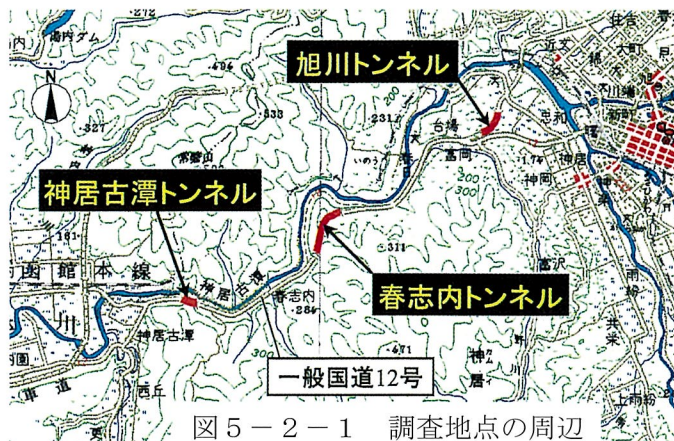


図5-2-1 調査地点の周辺

そのため、本トンネルにおける冬期交通の安全性向上を目的とした、路面管理、交通安全対策の対応が急務となり、本検討では、春志内トンネルの事故要因を分析し、対策の提言、並びに、対策後のフォローアップ調査により施策効果の確認を通じて、管理・対策のありかたについてまとめるものである。

(2) 検討フロー・年次計画

春志内トンネル交通事故対策の提言からフォローアップ調査に至るながれを以下に示す。

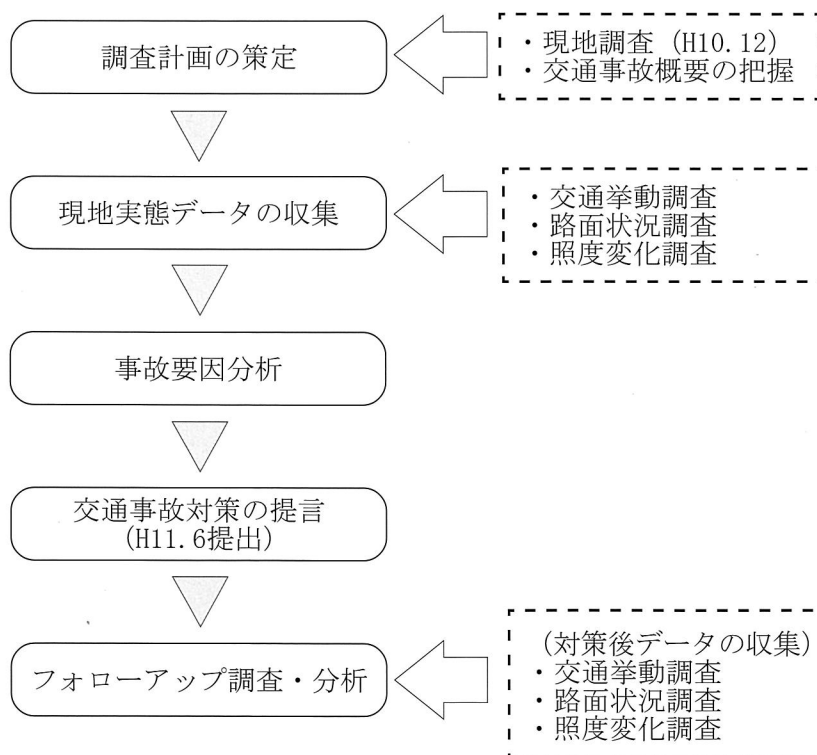


図5-2-2 調査のながれ

表 5-2-1 調査・検討の工程 (●: 本調査、△: 補足・予備調査)

トンネル名	調査項目	H10		H11		H12	
		夏期	冬期	夏期	冬期	夏期	冬期
春志内トンネル	施工計画			—		—	
	ロードヒーティング						
	滑り止め舗装						
	交通挙動分析		●		●	●	●
	路面状況分析		●		●		●
神居古潭トンネル	照度変化分析		●	●	●		
	交通挙動分析				●	●	
	路面状況分析		●		●		
旭川トンネル	照度変化分析		●	●	●		
	交通挙動分析				●	●	
	路面状況分析		●		●		
	照度変化分析		●	●	●		

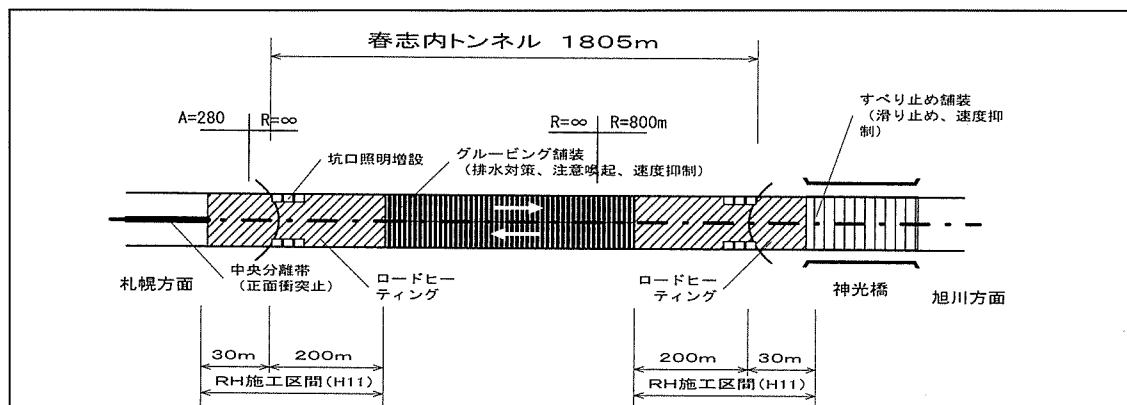


図 5-2-3 春志内トンネル対策概念図

表 5-2-2 春志内トンネル対策内容

箇所	事故要因の防止策	具体的対策	対策効果
札幌側	凍結路面の発生防止 路面性状の変化緩和	消雪施設整備 (RH)	坑口前後に設置。抜本的解決策であり、整備効果が期待できる。(砂留トンネル効果例参照)
	正面衝突事故防止	分離施設の設置 (明かり部)	トンネル内は構造的に不可。明かり区間の曲線部に設置 (ただし、拡幅必要) し、明かり部における衝突事故の回避を図る。補助的対策
	トンネル前後における 加減速防止	トンネル照明の増設 (坑口部の照明設置)	坑口部の照明がないため、流入時における視環境が悪く、速度変化の要因と考えられる。
トンネル内	融雪水の速やかな処理	グルーピング舗装	融雪水が多い場合には機能しないため、RH設置路面とトンネル内路面に整備。→RHの補助的対策
旭川側	凍結路面の発生防止 路面性状の変化緩和	消雪施設整備 (RH)	坑口前後に設置。抜本的解決策であり、整備効果が期待できる。
	走行車両の速度低減策	すべり止め舗装 (注意喚起)	既設舗装上に一定間隔を置いて敷設し、ドライバーに振動を与えて注意を促す。

5. 2. 2 交通事故調査分析

(1) トンネル事故概要

以下にロードヒーティング（以下RH）設置前の事故概要について述べる。

- ・春志内トンネルは夏季に比べて冬期の事故が多い。（図5-2-4）
- ・志内トンネルの事故件数は、3トンネル中最も多く、唯一死亡事故が発生している。（図5-2-5）
- ・春志内トンネルの冬期交通事故の約7割が札幌側坑口で発生している。（図5-2-6）トンネル内における事故発生は、札幌側で坑口から300m（特に100m内で多発）、旭川側で150mの範囲で発生している。
- ・神居古潭トンネルは70件と春志内トンネルの次に事故件数が多い。旭川トンネルは15件と春志内、神居古潭トンネルの約2割と少ない。

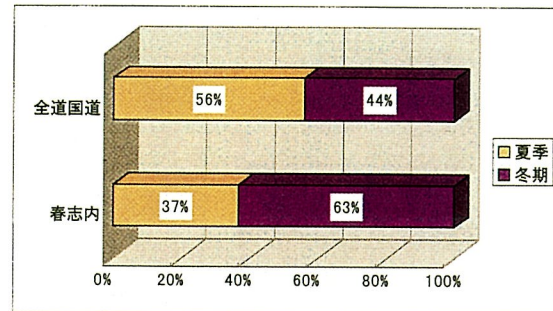


図5-2-4 春志内トンネルの夏期・冬期における事故比率

※全道国道：H8交通年鑑

※夏期は4～10月、冬期は1～3、11、12月

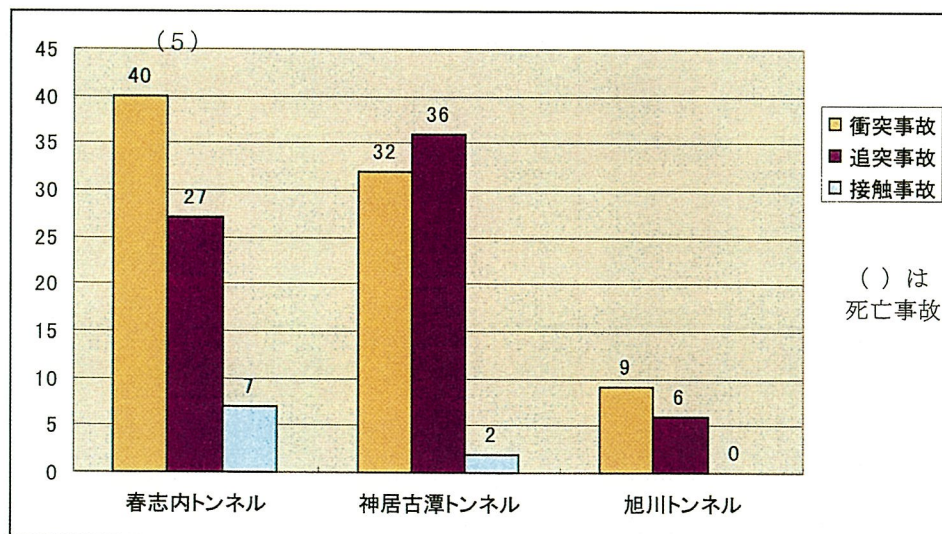


図5-2-5 事故類型別トンネル事故件数（H3～H9）

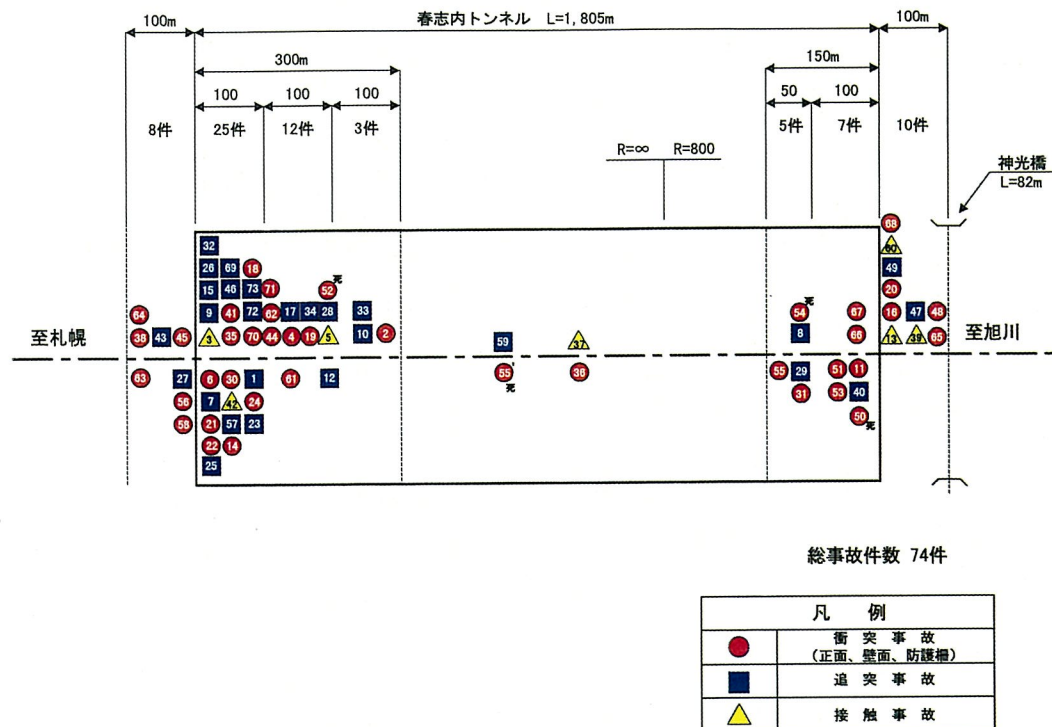


図5-2-6 春志内トンネルにおける交通事故分布状況（冬期）

(2) RH工事後の交通事故件数

春志内トンネルでは、平成11年8月～11年12月においてRH工事が実施された。以下にRH設置後の事故概要について述べる。

- ・RH設置前（H3～H9）の事故状況をみると、死亡事故がH5～H8で計5件発生している。特にH7～H8は事故件数が2～3件と少ないにもかかわらず、いずれも死亡事故が発生している。（図5-2-7）
- ・また、事故要因は路面凍結に起因するスリップ事故が約6割を占める。（図5-2-8）
- ・RH設置後の事故件数は2件であり、人身事故は発生しておらず、2件とも物損事故である。この2件とも事故要因はスリップ事故ではなく（前方不注意等）、冬型事故の発生はしていない。（図5-2-9）

このことから、RHの設置は、トンネル部における凍結路面等の発生に起因する冬型事故に対し、より確実な効果をあげているといえる。

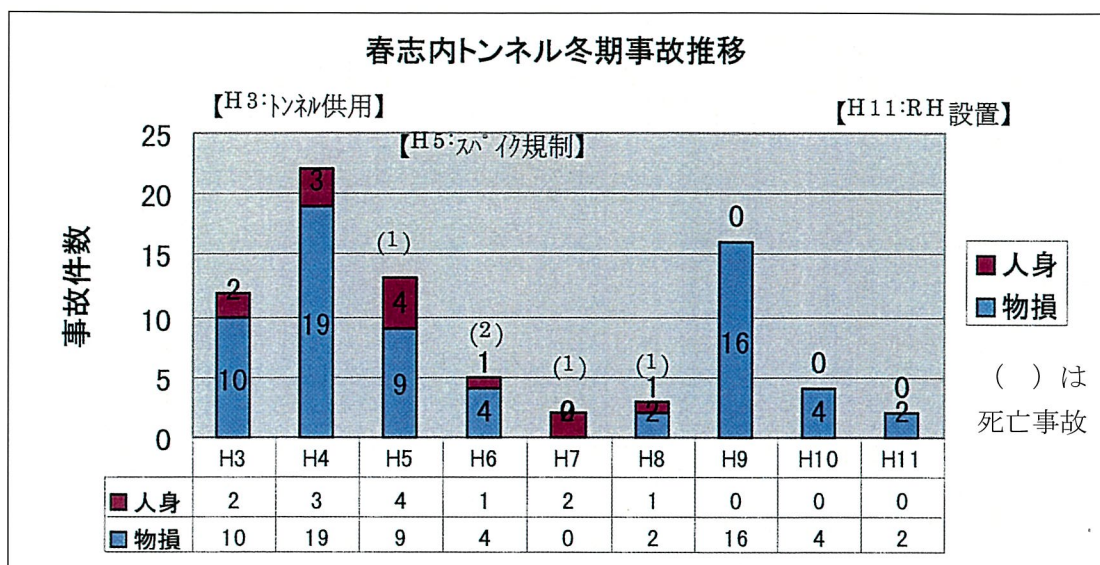


図 5 - 2 - 7 春志内トンネル冬期交通事故の推移

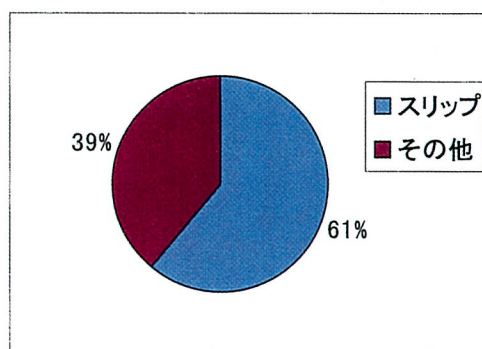


図 5 - 2 - 8 RH設置前の冬期交通事故要因 (H3~H9)

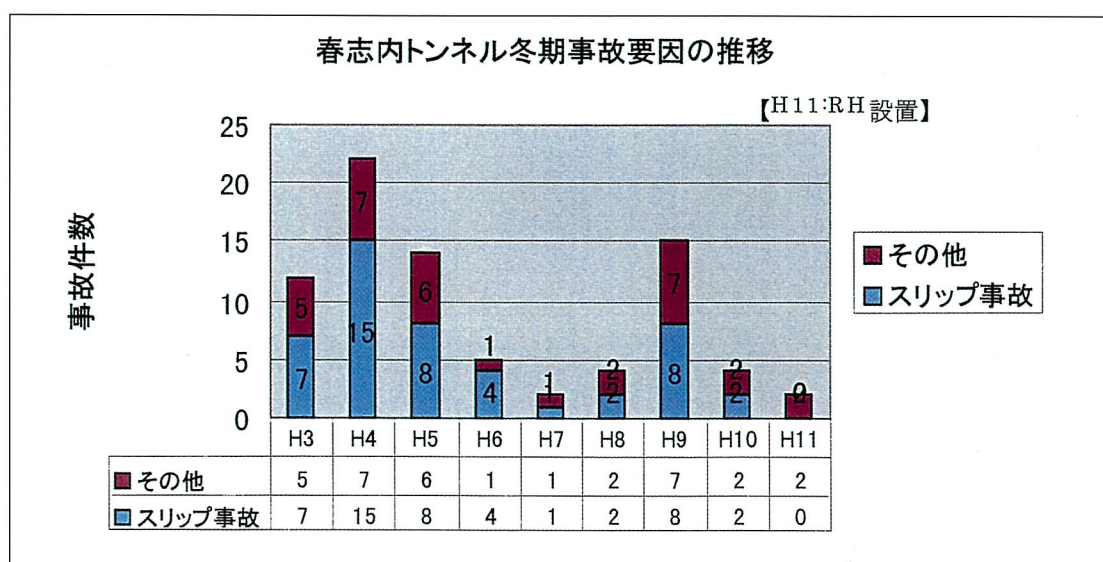


図 5 - 2 - 9 春志内トンネル冬期事故要因の推移

5. 2. 3 交通挙動分析

トンネル坑口上部にビデオを設置し画像解析より、明かり部からトンネル部への進入車両の速度変化と横方向変位の交通挙動分析を実施した。

(1) 調査日

調査日を表に示す。平成11年度（冬期）及び平成12年度（夏期）は春志内トンネルと共に、神居古潭トンネル、旭川トンネルのデータを収集している。

表5-2-3 調査日一覧表

		春志内TN	神居古潭TN	旭川TN
平成10年度 (冬期)	観測年月日	99年3月6日	—	—
	観測時刻	13:00~15:00	—	—
	天候	曇のち雪	—	—
	路面状況	湿潤～アイスバーン	—	—
平成11年度 (冬期) ※	観測年月日	00年1月28日	00年1月28日	00年3月9日
	観測時刻	10:00~12:00	12:30~14:30	12:00~14:00
	天候	曇り	曇り	曇り
	路面状況	圧雪アイスバーン	圧雪アイスバーン	圧雪状態
平成12年度 (夏季)	観測年月日	00年11月7日	00年11月2日	00年11月6日
	観測時刻	10:00~15:00	10:00~15:00	10:00~15:00
	天候	曇り	曇り	曇り
	路面状況	乾燥	乾燥	乾燥
平成12年度 (冬期)	観測年月日	01年2月5日	—	—
	観測時刻	10:00~15:00	—	—
	天候	曇	—	—
	路面状況	圧雪アイスバーン	—	—

※旭川トンネルは路面状況からデータ取り直している。

(2) 交通挙動分析

図5-2-10に平成10年～12年度冬期の横方向分布図、図5-2-11～5-2-12に3トンネルの坑口新入直前・直後の走行速度変化および速度低減率を示した。

【ロードヒーティングの効果検証】

○ロードヒーティングの整備により、横方向のばらつきが減少した。（平均向変位量 0.35m→0.18mに減少）

→RH設置後はスリップ事故が発生しておらず、坑口付近での正面・壁面衝突事故の危険度が減少したといえる。

【その他の問題点】

●ほぼ全てのトンネルで坑口進入時に減速挙動を示す。特に、春志内トンネルは、速度低下率が最も大きい。

→トンネル坑口形式や照明の影響等トンネル進入時の明暗の大きさによるものと考えられる。

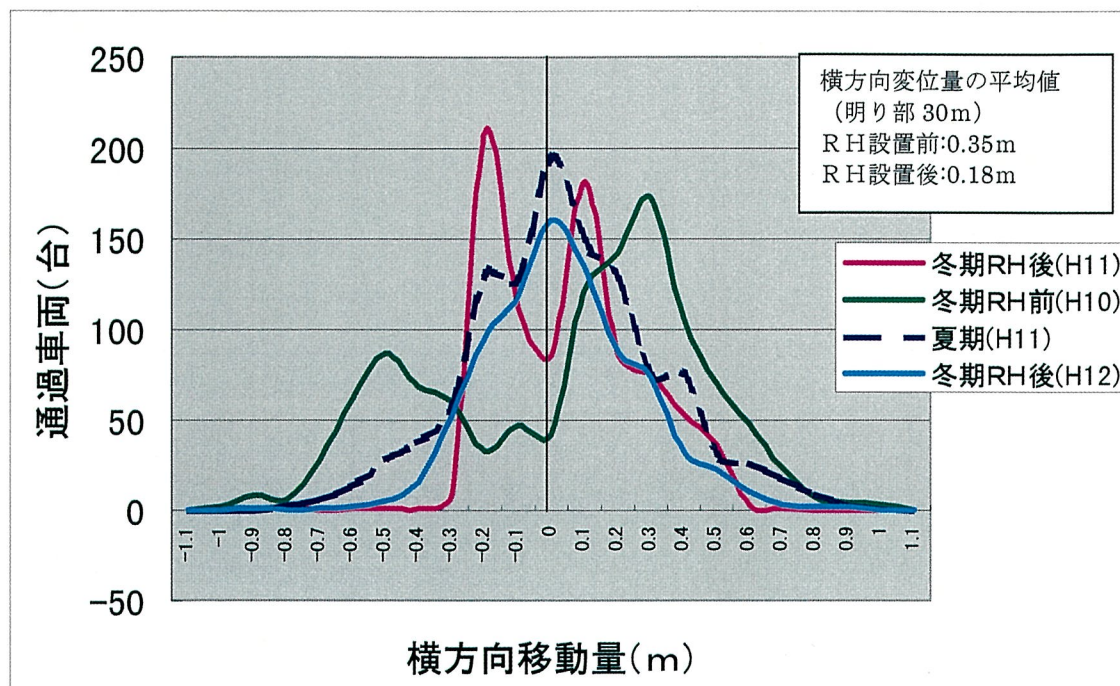


図 5 - 2 - 1 0 走行位置分布の比較 (平成10～12年度－冬期)

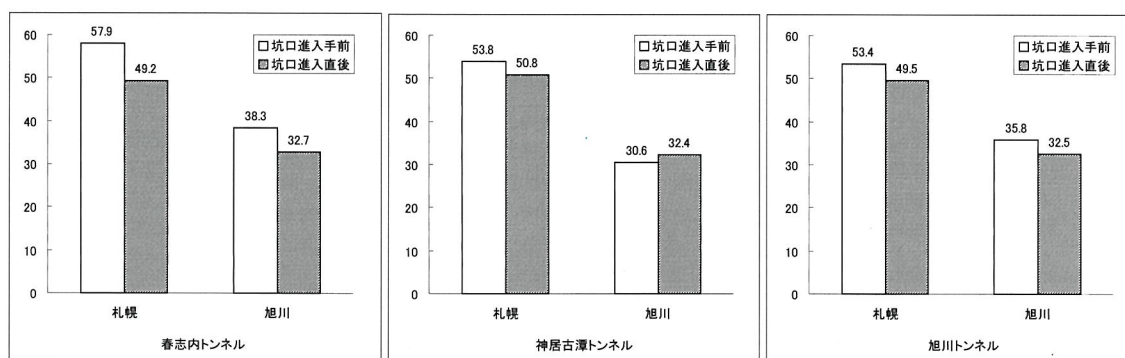


図 5 - 2 - 1 1 坑口進入直前・直後の走行速度の比較 (平成11年度－冬期)

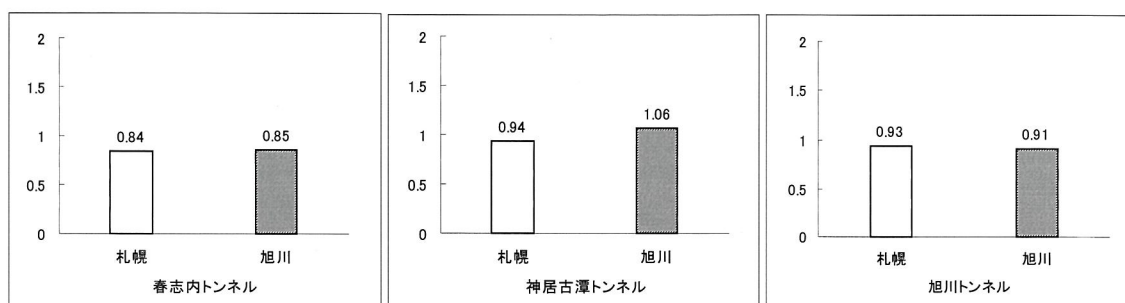


図 5 - 2 - 1 2 坑口進入直後の速度低下率 (同上)

5. 2. 4 路面性状分析

(1) 調査日

調査日と調査内容を表5-2-4に示した。また調査時間帯は昼間、夕方、夜間、早朝、午前の5回とした。

表5-2-4 路面調査日と調査内容

調査内容	平成10年度	平成11年度	平成12年度
すべり摩擦係数	99年2月5日～6日	00年1月28日～29日	01年2月5日～6日

(2) 路面性状分析結果

図5-2-13に、平成10年度～平成12年度の厳冬期の調査結果を示した。春志内トンネルでは平成11年度冬期からロードヒーティングが整備されており、その効果の検証、問題点の抽出を行った。なお同時に調査を行った神居古潭トンネル、旭川トンネルの調査結果から、平成10年度調査時に比べ、平成11年度、平成12年度調査時の冷え込みが厳しく、凍結しやすい気象状況にあったことがわかっている。

【ロードヒーティングの効果検証】

○ロードヒーティングの整備により、整備区間での路温、スキッドナンバーの上昇、雪氷路面の解消が確認された

○ロードヒーティングの整備により、整備区間の内側においても、路温は0℃以下となるものの、スキッドナンバーの低下、雪氷路面の発生は確認されなかった。
(平成12年度調査時のように堆雪がある場合を除いて)

【ロードヒーティングの問題点】

●トンネル坑口の外側に路面の急変個所があり、路温、スキッドナンバーが小さく、滑りやすくなっている。

→ロードヒーティングを整備した場合、急変個所が必ず発生するので、急変個所がカーブなど危険な区間と重ならないように考慮する必要がある

●ロードヒーティング内側に、路温0℃以下となる区間がある。

→スキッドナンバーは大きく、滑りやすい路面ではなかった

●ロードヒーティング内側の路面0℃以下の区間に、なんらかの理由で雪が堆積された場合には、雪氷路面となり、スキッドナンバーも小さくなる。

→雪の堆積の発生原因は不明であるが、パトロールなどによって大量の堆雪が発見された場合には、除雪、排雪などの対処を行うことが望ましい

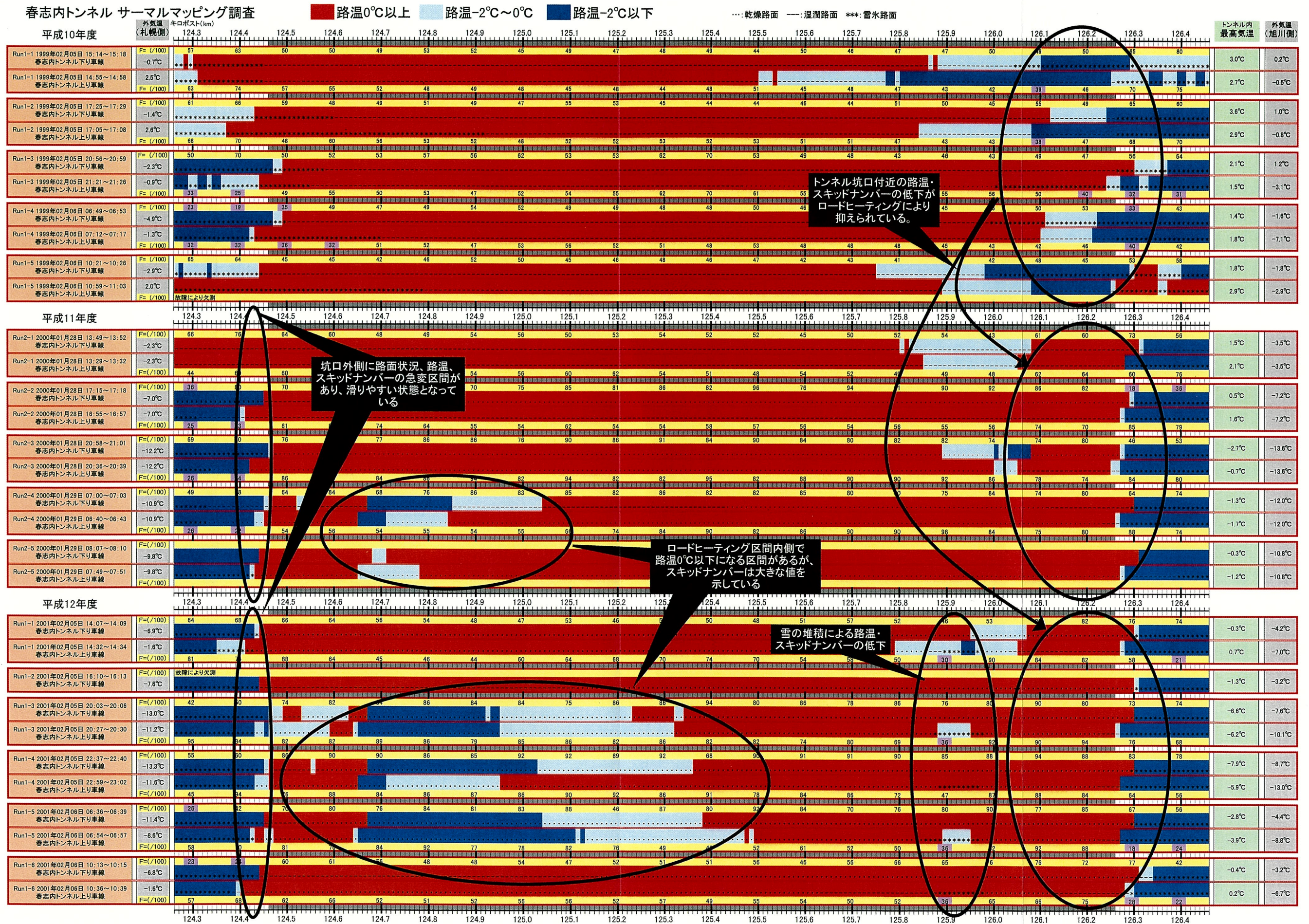


図5-2-13 春志内トンネルサーマルマッピング調査結果

5. 2. 5 照度変化分析

(1) 調査日

調査は平成11年10月14日～15日（非積雪期）と平成12年1月28日～29日（積雪期）に行った。調査を行った時間帯を表5-2-5に示した。

表5-2-5 照度調査日と調査内容

	昼間	夕方	夜間	早朝
99/10/14～15	○	○	○	※○
00/1/28～29	○	○	※△	○

※H11/10/15早朝は霧が発生し開始が遅れた

※H12/1/28夜間は春志内トンネルのみ実施

(2) 照度変化分析結果

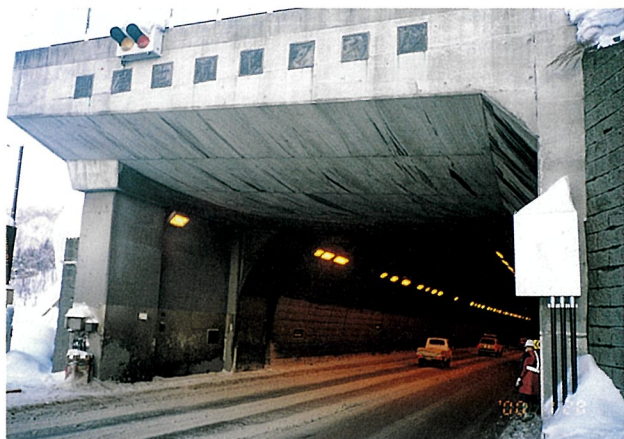
照度計を用いトンネル坑口から、200m内部までを徒歩で移動しながら観測を実施した。各トンネルの調査結果を図5-2-14に、各トンネル坑口の写真を写真5-2-1に示す。

【調査結果】

○旭川トンネルが春志内トンネル、神居古潭トンネルに比べ、坑口から離れた場合にも照度が比較的大きい。

○春志内トンネル、神居古潭トンネルでは、坑口付近で急激に照度に変化しており、ドライバーに何らかの影響のある可能性もある。

トンネルによってこのような差が生じる原因としては、坑口形状や、坑口方向、照明の明るさの違いなどが考えられる。調査を行った6坑口の坑口形状の写真から、旭川トンネルは片側に歩道があり、坑口が大きく、光を取り込みやすい形状であることがわかる。これは図5-2-14の調査結果とも合致する。また神居古潭トンネルは、写真から旭川側坑口が円柱を斜めに切り取った形状であり光が取り込みやすいのに対し、札幌側坑口は厚い底があり、坑口が狭くなっていた。これも坑口付近の照度変化に影響している可能性がある。



神居古潭トンネル 札幌側坑口



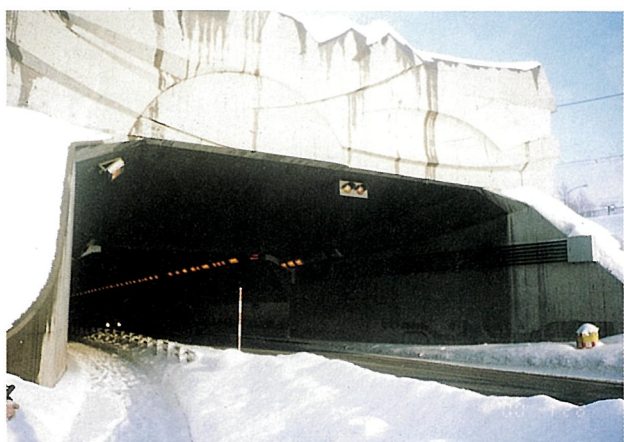
神居古潭トンネル 旭川側坑口



春志内トンネル 札幌側坑口



春志内トンネル 旭川側坑口



旭川トンネル 札幌側坑口



旭川トンネル 旭川側坑口

写真 5-2-1 各トンネル坑口の形状

トンネル内照度観測(各トンネル別:Runごとの比較)

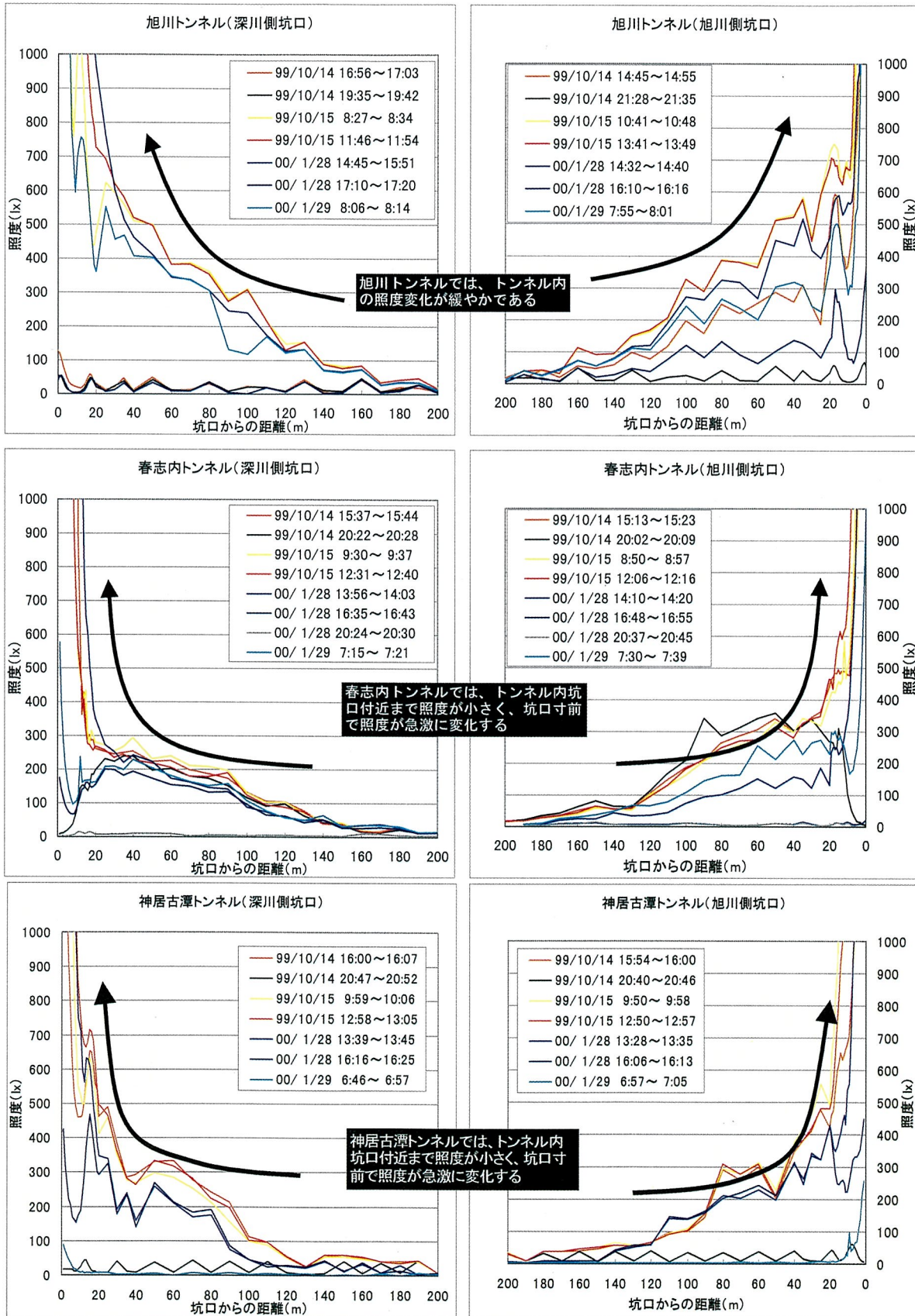


図 5-2-14 トンネル内照度調査結果

5. 2. 6 まとめ

本調査では冬期の坑口付近での死亡事故の多い春志内トンネル、神居古潭トンネルの事故原因を把握するため、隣接する事故の少ない旭川トンネルを含めた3トンネルで、交通流調査、路面状況及びトンネル坑口付近の照度に関して調査を行った。

(1) 交通流分析

交通流に関する調査の結果、以下の2点が確認された。

- ① RH設置後の車両移行量分布をみると、RH設置後の横方向のバラツキが減少している。
- ② 両坑口で減速挙動が見られた。

トンネル坑口に流入する際の速度は、道路幾何構造、流入台数、車両の走行状態（単独か追従か）、路面状況等の要因が複雑に関与しており、一つの要素だけで決定されるものではない。

①は、RH設置の効果が表れていると考えられる。これは、ドライバーの加速、減速、ハンドル操作等による車両挙動に対して、RH設置により路面摩擦力が上がり横方向の移動量が小さくなったものと考えられる。

②は、特に札幌側の減速に伴う速度差が最も大きい結果となっている。RH設置前のトンネル減速挙動データがなく一概に言えないものの、トンネル坑口形式や照明の影響等、トンネル進入時の明暗の大きさによるものと考えられる。また、この減速挙動の大きさがRH設置前の札幌坑口部の交通事故件数の多さに繋がっていたものと考えられる。

(2) 路面性状

路面性状に関する調査の結果、春志内トンネルの路面に関して以下の3点が確認された。

- ① 旭川トンネルでは坑口が大きく、トンネル坑口付近が明るかった。
- ② 春志内トンネルの札幌側坑口はトンネル外の照度によらず暗く、調査を行った6坑口の中で坑口付近の照度変化が最も急激で、最も厳しい条件であった。
- ③ 坑口によって、照度の影響を受けやすい坑口と受けづらい坑口があった。

①はロードヒーティングによりトンネル坑口付近の路温が上昇し、昨年度まで凍結路面となることが多かったトンネル坑口付近が、湿潤路面、乾燥路面となり、スキッドナンバーも大きくなった。その結果トンネル内のほとんどの区間が路温0℃以上となり、トンネル内（特に坑口付近）の車両の制動が向上し、安全性が向上した。また②のようにロードヒーティング区間の内側に0℃以下の区間が発生した。平成12年度にはロードヒーティング区間内側に堆雪のある区間があり、その区間でスキッドナンバーが小さくなっていた。しかし、この事例を除き、移動気象観測車のビデオによる路面調査、スキッドナンバー測定の結果、路面はタイヤの跡が若干みられる程度で凍結路面は確認されなかった。

ただし③のようにロードヒーティング区間の外側では、路温の急変とともに、路面状態が

急変しており、やや危険性が高い。特にトンネルから坑外へ向かう側の車線では、トンネル内で温度の上がったタイヤによって、非施工区間端部の凍結路面が融かされ、非常に滑りやすい状況となっていた。

(3) 照度分析結果

坑口付近の照度の調査は、根本的な原因に関する調査と考えられる。照度に関する調査の結果、以下の点が確認された。

- ① 旭川トンネルでは坑口が大きく、トンネル坑口付近が明るかった。
- ② 春志内トンネルの札幌側坑口はトンネル外の照度によらず暗く、調査を行った6坑口の中で坑口付近の照度変化が最も急激で、最も厳しい条件であった。
- ③ 坑口によって、照度の影響を受けやすい坑口と受けづらい坑口があった。

坑口付近の照度変化がドライバーの急制動のトリガーとなっていると仮定すると、上記の調査結果は、これまでの調査による以下の結果と合致する。

- ・春志内トンネル、神居古潭トンネルに比べ、旭川トンネルでは事故が少なかった。
- ・事故の最も多かったのは春志内トンネル札幌側坑口であった。
- ・事故は路面凍結の著しい夜間や早朝ではなく日中に多発していた。
- ・天気別の発生率では、晴れている日が最も発生率が高かった。

夜間、曇天時、降雪時にも事故は発生しており、トンネル坑口付近での照度の急激な変化が事故の根本的な原因であるとは断言できないが、春志内トンネル、神居古潭トンネルで多発する事故に関連している可能性は十分考えられる。

5. 3 全道トンネルのマクロ分析

5. 3. 1 調査概要

(1) 目的

本分析は、道内のトンネルを対象に、坑口周辺における危険度評価及び路面管理のありかたについて、『特定トンネルの詳細分析』と検討結果のフィードバックを行いながら、分析・検討を行うものであり、冬期のトンネル坑口周辺における安全な交通環境実現に向けた提言策定のための基礎資料作成を目的とする。

(2) 検討概要

本検討では、全開発建設部管内のトンネルを対象とし、事故データ、道路交通データ、トンネル関連データを収集整理により、事故件数及び事故率と各種要因との関連を分析する。

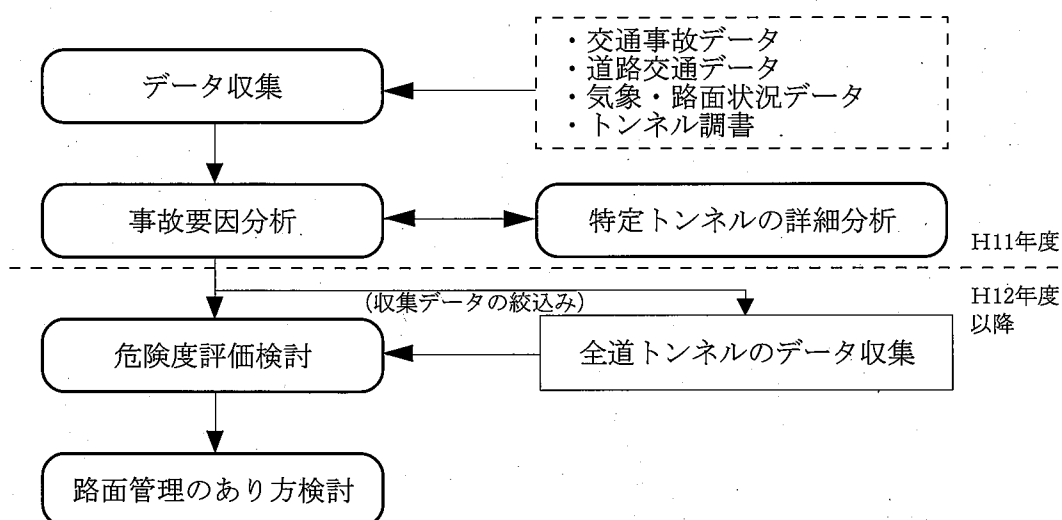


図 5-3-1 検討のながれ

5. 3. 2 基礎データ収集・整理

基礎データとして、北海道開発局全開発建設部管内の100m以上のトンネルを対象に、交通事故データ、道路交通データ、トンネル関連データ等を収集整理した。

表 5-3-1 トンネルデータ収集項目

種 別	細 目	備 考
トンネル構造データ	幅員、延長、坑口形状、照明	橋梁、トンネル、立体横断施設、覆道等現況調書
交通量データ	センサス12時間交通量、大型車交通量、旅行速度	交通センサス
交通事故データ	過去5ヵ年の事故発生状況、事故類型、発生箇所	開発土木研究所 交通研究室より事故マッチングデータの借用

5. 3. 3 特性格事故分析

(1) 分析方法

既存の交通事故データとして、北海道内の一般国道の交通事故マッチングデータ（以下、マッチングデータ）を対象とし、交通事故の特性分析を行った。

- ・分析対象年次は平成6年～平成10年とした。
- ・事故発生区間は、下図の通り「トンネル内」、「坑口部」、「明かり部」に分類した。
- ・トンネルは、延長100m以上のものを集計対象とした。
- ・マッチングデータにおいて事故発生地点のトンネル名称は示されていないため、トンネル坑口のキロポストデータを別途参照のうえ、事故発生地点のキロポストから位置を特定した。

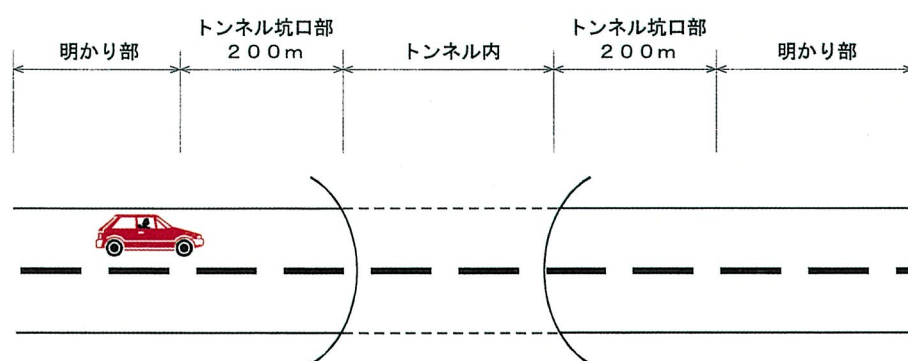


図5-3-2 本分析における「区間」の考え方

「対象事故件数」

交通事故マッチングデータより抽出した事故件数は、各開発建設部管内毎に以下の通りである。

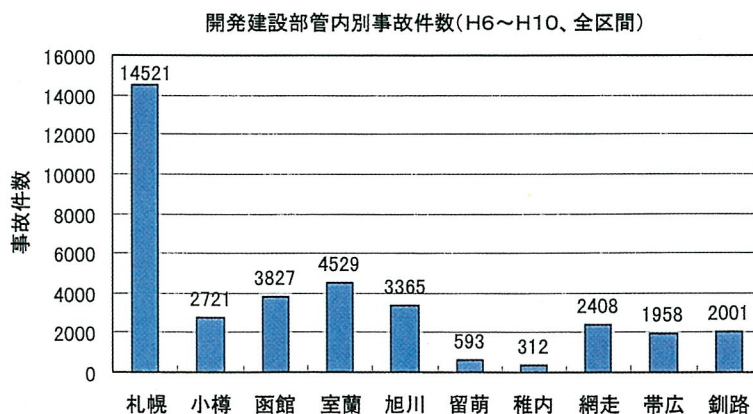


図5-3-3 開建管内別事故件数（全区間）

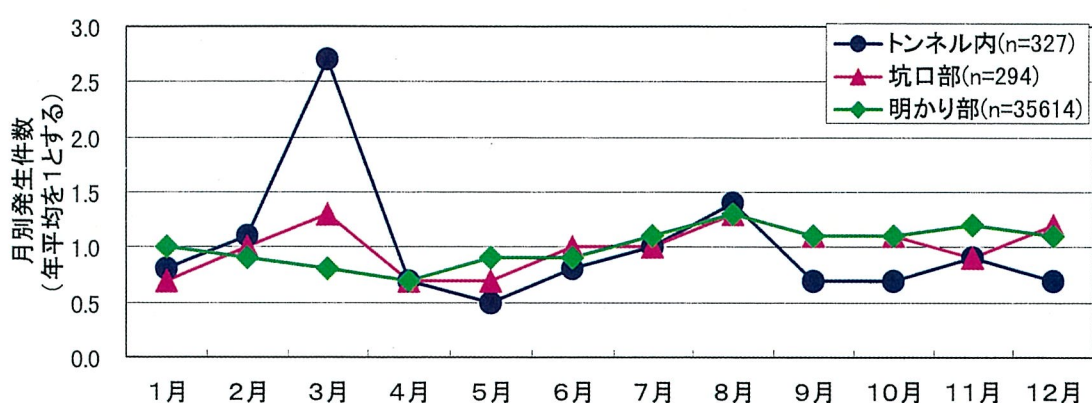
(2) 基礎的指標分析

個別の交通事故データを発生区間別（トンネル内、坑口部、明かり部）に抽出整理し、各種項目毎に件数（各区間別の件数構成比）比較を行った。

1) 時刻特性別

i) 月・季節

- ・トンネル内及び坑口部では、明かり部よりも3月の発生件数比が高く、特にトンネル内の事故は約2割が3月に発生している（年平均の約2.2倍）。
- ・月平均の発生件数は、トンネル内では積雪期（11～3月）の方がやや多いが、坑口部、明かり部では積雪期・無雪期ともほぼ同数であり、傾向が異なる。



各区間の年平均を1とした

図5-3-4 各区間の月別発生件数比（各区間の年平均を1とした）

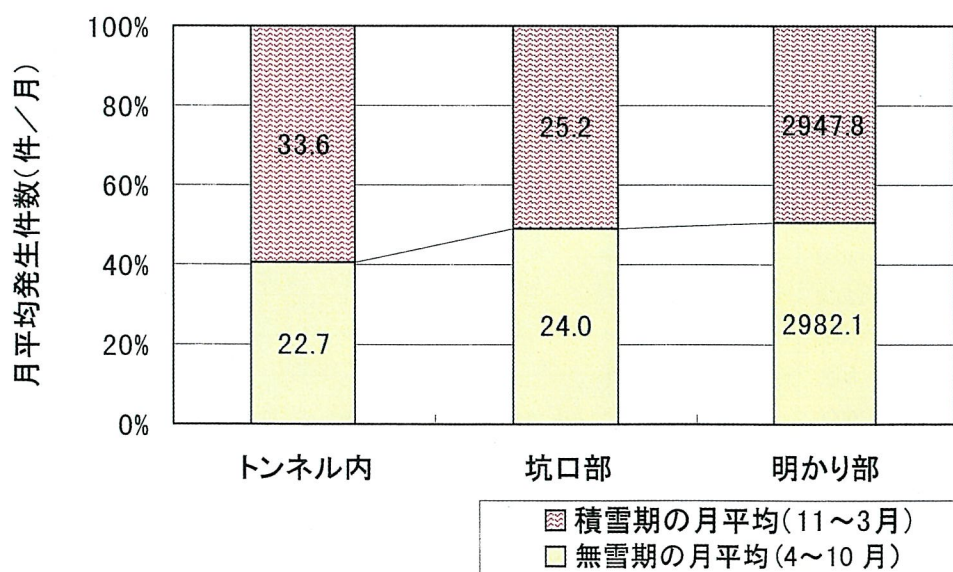


図5-3-5 各区間の月平均発生件数（積雪期・無雪期別）

ii) 昼 夜

- ・各区間とも、昼間の発生件数割合が卓越しているが、その傾向はトンネル内（昼間77.4%）、トンネル坑口部（昼間71.8%）でより顕著である。

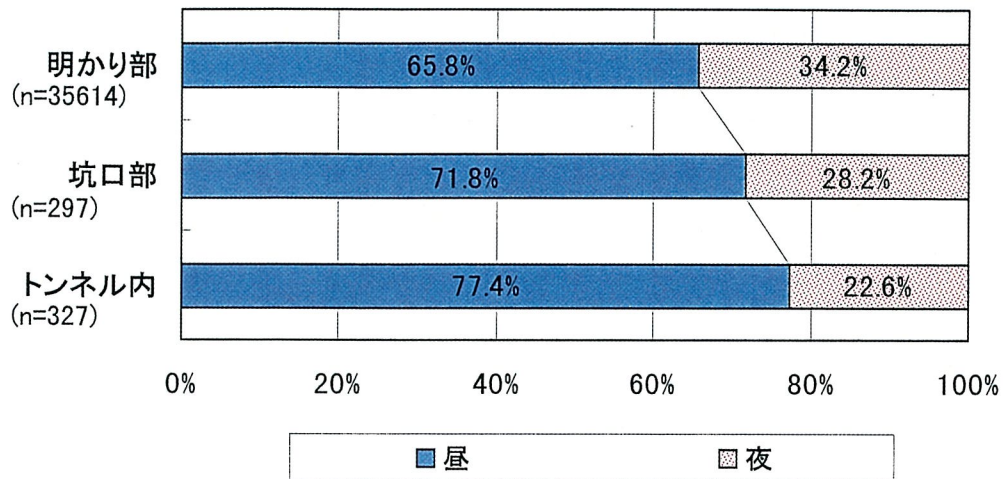


図 5 - 3 - 6 各区間の昼夜別発生件数比

2) 天候特性格

i) 天 候

- ・各区間とも、晴天時、曇天時の割合がほぼ同数（37～43%程度）であり、区間別の有意な傾向差はみられない。
- ・降雪時の発生割合はトンネル内で13.5%であり、他の区間に比べやや高い。

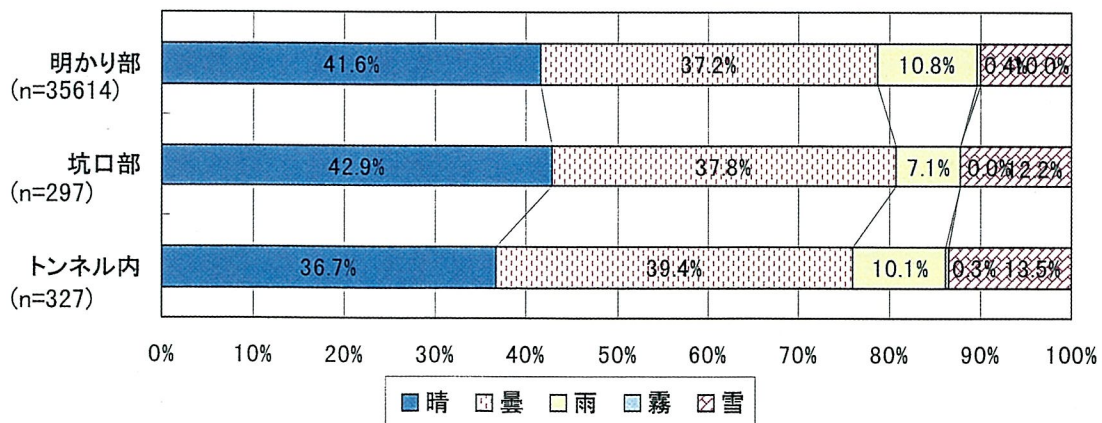


図 5 - 3 - 7 各区間の天候別発生件数比

ii) 路面状態

- ・トンネル内及び坑口部では、明かり部よりも路面凍結時の占める割合が高い。

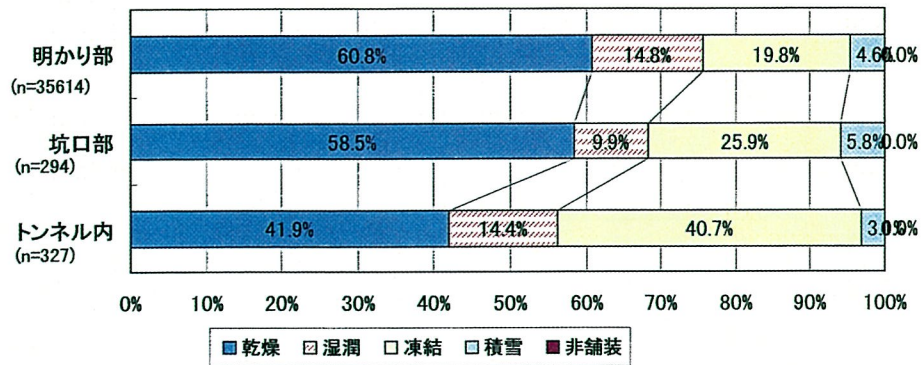


図 5 - 3 - 8 各区間の路面状態別発生件数比

3) 道路・構造特性別

- ・トンネル内及び坑口部では、カーブにおける事故の構成比が明かり部よりも高い。
- ・トンネル内及び坑口部では、登坂・降坂時の事故の構成比が、明かり部より高い。

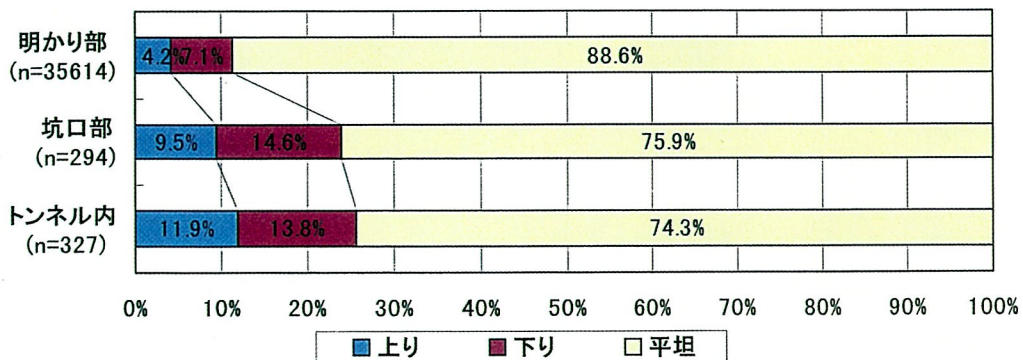


図 5 - 3 - 9 各区間の道路形状（線形）別発生件数比（平面線形別）

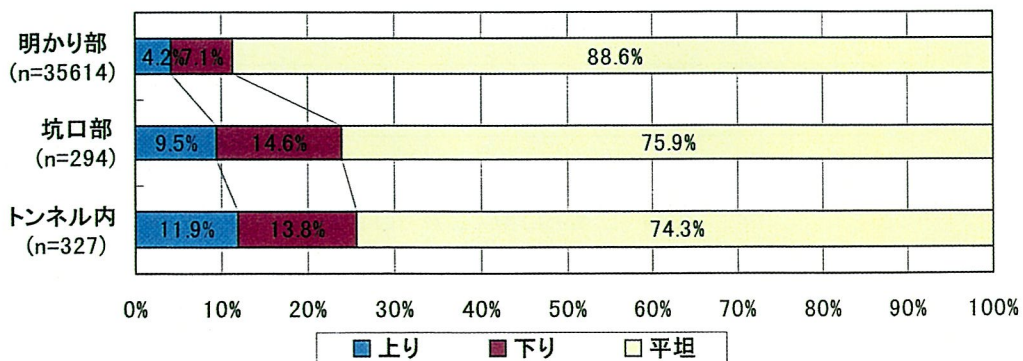


図 5 - 3 - 10 各区間の道路形状（線形）別発生件数比（縦断線形別）

(3) トンネル別事故件数

1) 分析対象トンネル数

交通事故データのうち、トンネル内及び坑口部を対象とした分析を行った。分析対象トンネル数を以下に示す。全トンネル数199箇所（100m以上）のうち、事故発生トンネルは126箇所となっている。

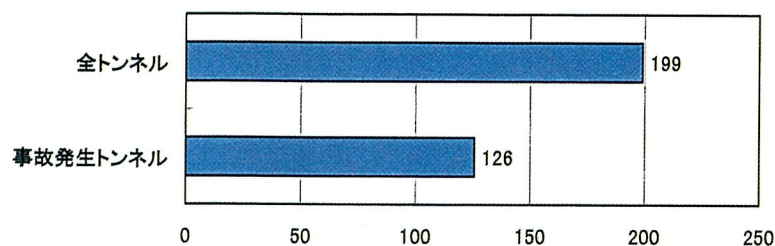


図 5 - 3 - 1 1 分析対象トンネル数

2) 開建別事故発生状況

- ・開建別の事故発生件数をみると、小樽開建が36件と最も多く、室蘭開建が22件と続く。
- ・トンネル延長当りの事故件数は、小樽開建と旭川開建がそれぞれ3.66、3.56と全道平均の1.86を大きく超えている。

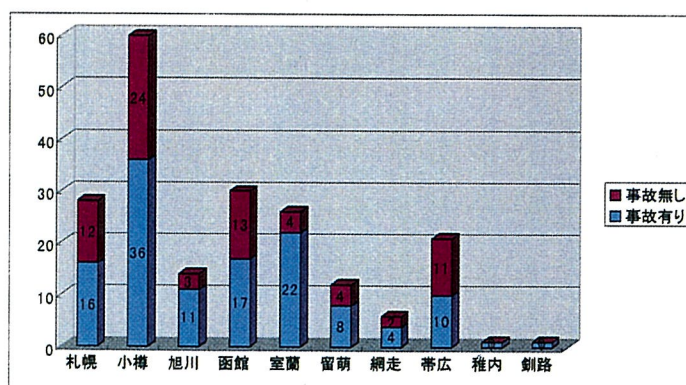


図 5 - 3 - 1 2 開建別T N事故発生有無件数（100m以上）

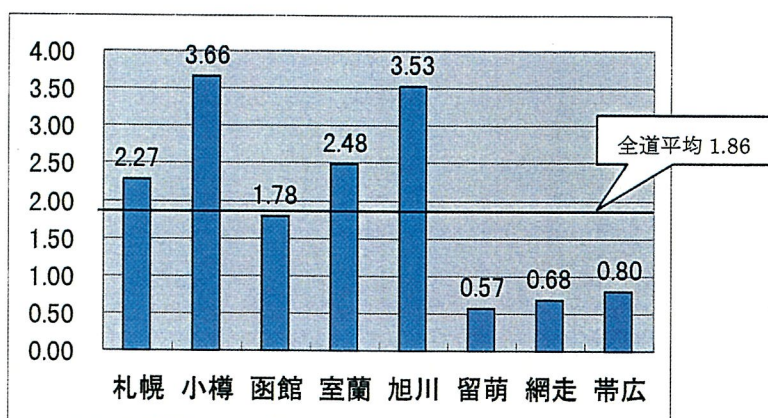


図 5 - 3 - 1 3 開建別T N延長当り事故件数（T N内のみ）

3) トンネル別事故件数

- ・H6～H10のマッチングデータ集計によるトンネル別事故件数上位10箇所は図5-3-13の通りである。
- ・事故件数の多いトンネルは、R5、R12に集中しており、上位10個所で全トンネル事故件数の約1/3を占めている。

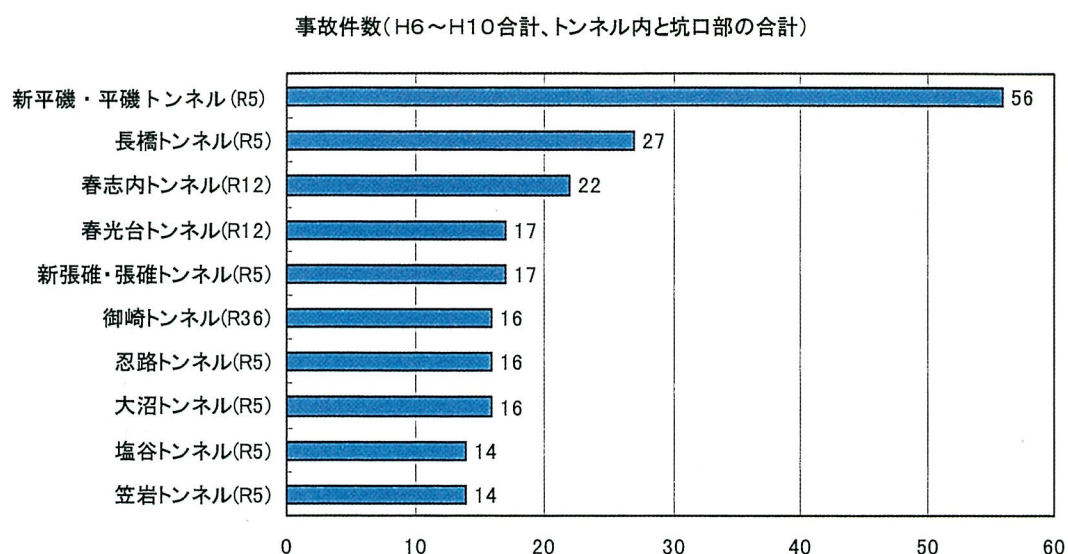


図5-3-14 事故件数上位10トンネル(単純比較)

4) トンネル坑口形状別平均事故率

- ・ベルマウス型坑口をもつトンネルの平均事故率は、面壁型坑口をもつトンネルの約2/3である。

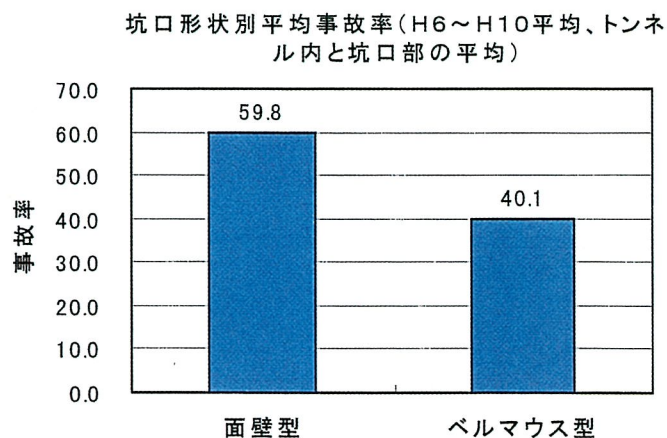


図5-3-15 トンネル坑口形状別平均事故率

5. 3. 4 まとめ

本調査は、冬期のトンネル坑口周辺における安全な交通環境実現に向けた提言策定のための基礎資料作成を目的として実施した。

道路トンネル部における冬期交通事故の発生特性をまとめると以下の通りとなる。

- ① 昼間に発生する事故の比率が高い。
- ② 3月における事故発生率が高い。
- ③ 路面凍結時には明り部の2倍事故発生している。

等のことから、3月、日中の路面管理には特に留意する必要がある。

また、トンネル構造特性をみると、

- ① カーブ・勾配区間は明り部に比べ事故発生率が高い。
- ② 面壁型の坑口構造はベルマウス型に比べて事故発生率が高い。

の二つのことが判明した。このことから、このような道路構造を持つトンネルでも、冬期の路面管理には留意が必要である。

また、トンネル別交通事故件数をみると、

- ① 国道5、12号等の交通量が多い主要幹線道路での交通事故発生件数が多く、国道5号の平磯、長橋トンネルでは、春志内トンネルより事故件数が多い。
- ② トンネル延長当りの事故件数をみると、札幌、小樽、室蘭、旭川が全道平均を超えており、特に小樽、旭川建設部管内トンネルが全道平均を大きく越えている。

等、交通量や地域によっても事故発生の特性が異なっており、特に小樽、旭川建設部管内トンネルでは、交通安全対策の検討が急務といえる。

5. 4 道路トンネルにおける冬期路面管理の提言

5. 4. 1 冬期路面管理への提言

(1) 消融雪施設（RH）の整備のあり方について

北海道開発局では、限られた予算の中で効率的・効果的な冬期路面管理を推進するために、「冬期路面管理マニュアル（案）」を作成している。その中で凍結路面对策の一施策として消融雪施設の整備（ロードヒーティング等）があげられている。

ロードヒーティングは道路管理者にとって、冬期における高い路面管理が約束される一方、設置費、維持費ともに高額であるため、安易に箇所を増やすのは難しく、道路構造で対処できない箇所に限定される等、その設置については十分な検討が必要である。

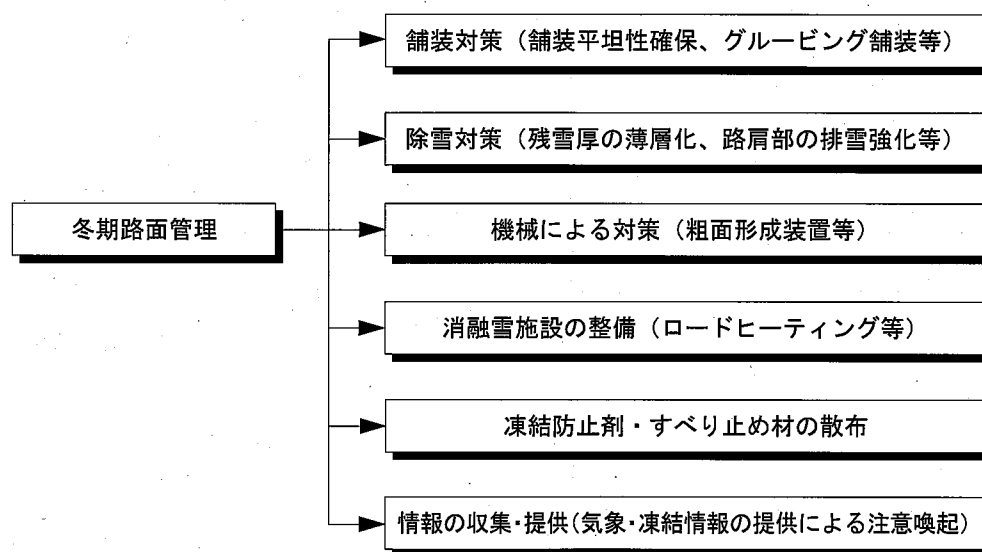


図5-4-1 凍結路面对策の施策体系図（冬期路面管理マニュアル（案））

(2) RH前後の路面排水の処理について

トンネル坑口付近では、厳冬期や融雪期においても、路温がマイナスとプラスを繰り返す傾向があり、路面が湿潤状態であっても、外気温の変化により再凍結した場合には、滑りやすい路面状況が出現する可能性がある。このことから、トンネル内の融雪水、特にRH前後の路面排水の処理には細心の注意が必要となる等、きめの細やかな路面管理が必要であると同時に、路温度計・水分感知機等や監視装置の設置を行う等、冬期路面管理の高度化を図る必要がある。

(3) トンネル坑口形式について

ベルマウス形式は、他の形式（面壁型、突出式）に比べて車両走行への影響が少ない形式とされており、トンネル坑口形状別事故率をみても、他形式に比べて約2/3となっている。

しかし、春志内トンネルのように坑口形式がベルマウス形式であっても、坑口上部がコン

クリート構造で塞がれており、ベルマウス形式の持つ開放感（採光、景観調和）が一部損なわれている状態となっている。また、トンネル換気上も好ましくなく、坑口付近に排気ガスがたまりやすい構造になっており、視認性悪化を招いている一要素となっていることも考えられる。

ただし、ベルマウス形式はその形式ゆえに、積雪地で吹き込みが多く雪ピも生じ易いことから、その採用においては十分な気象調査の必要がある。以上を踏まえて、トンネル坑口形式の選定にあたっては、冬期路面管理も踏まえた検討が必要である。

（４）トンネル坑口付近の照明のあり方

交通流分析でも判明したように、トンネル坑口部では車両は減速挙動を示している。また、照度測定の結果において、坑口形式によって照度の違いが見られた。

夜間、曇天時、降雪時にも事故は発生しており、トンネル坑口付近での照度の急激な変化が事故の根本的な原因であるとは断言できないが、春志内トンネル、神居古潭トンネルで多発する事故に関連している可能性は十分考えられる。

坑口付近の照明設置については、トンネル坑口の向きや形式、トンネルの大きさ等を十分考慮して検討する必要がある。

5. 4. 2 今後の課題

RHが事故減少に与える効果を図5-4-2として表した。トンネル坑口部の事故発生過程として、仮説「運転操作+運転者の意図が車に伝わらなかったとき」を提案する。両者が起きるとき事故に至りやすくなるを考える。

前者は、トンネル坑口部の特徴に起因する。トンネル坑口部は、減速のような運転操作を行う場所となっている。後者は、路面がすべるときに起きやすくなる。冬型事故の典型であり、通常の路面で起きる確率は非常に小さい現象である。

RHの効果は、後者の発生を小さくする効果（夏路面と同等な発生確率とする効果）にある。春志内トンネル札幌側は、前者と後者が起きやすかった例であり、春志内トンネルのRH対策は後者の発生確率をほぼ夏路面と同等とさせたことを意味する。実際、従来あった冬型事故は0件となったが、夏路面としての事故は発生していた。

今後、春志内トンネルでは冬期間に夏型の事故が起きる可能性は残っており、仮説前者の運転操作を小さくするための照度対策等が必要となってくる。また、冬期間において後者がRH前後区間で起きないようにするためすべり急変対策も必要となる。

また、全道のトンネル調査からも、仮説におけるどちらかの発生率が小さいとき事故は少なくなっていたと言え、後者を小さくする対策は急務である。しかし、仮説・後者を小さくするための対策としてRHが最適とは言えない。交通・気象・コストを考慮した最適な対策を得るための「システム」を春志内トンネル調査を例として組む必要がある。

様々なトンネルでの事故と対策事例はこのような「システム」を考えると重要であり、個々のトンネルにおける資料の整備とデータの蓄積が大切と考える。

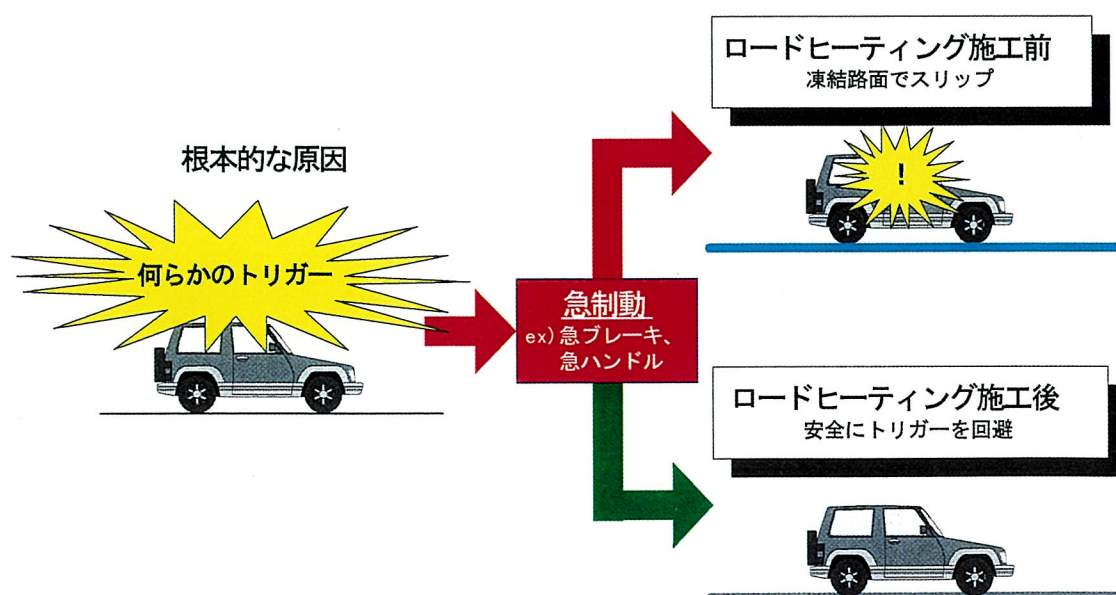


図5-4-2 事故の発生とロードヒーティングの効果