

14.5 融雪水が道路構造に与える影響及び対策に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 26

担当チーム：寒地保全技術グループ（寒地道路保全）

研究担当者：熊谷政行、丸山記美雄、安倍隆二

【要旨】

積雪寒冷地においては、融雪期の融雪水や凍結融解作用が道路舗装の損傷に大きな影響を与えることはこれまでも認識されてきたことである。これに加えて、今後は気候変動が激しくなるとの指摘もあり、従来よりも融雪期の舗装の損傷が顕著になることが予想される。そこで、本研究では、融雪水や凍結融解作用が舗装体に及ぼす影響を検証し、融雪水などによる舗装の破損リスクが高い箇所を把握し、補修対策や予防対策を検討する目的で研究を行っている。平成 24 年度は、融解期の路盤材や路床材の水分変動の把握や、ポットホールなどの損傷発生実態を調査した上で、破損リスクの高い場所の把握や予測に関する検討を行った。さらに、ポットホールの補修方法に関して試験を行った。

キーワード：融雪水、凍結融解、ゼロクロッシング、ポットホール

1. はじめに

IPCC 第 4 次報告書¹⁾など最近の気象データによれば、多くの地域で気温が上昇傾向にあり、気温、降雨量などの変動幅も拡大する傾向が指摘されている。こうした気象条件の変化により、積雪寒冷地では冬期間の気温が上昇し、厳冬期における凍結融解回数の増加、厳冬期の降雨の増加、路面上の雪氷の融水滞留時間の増加などの現象が起こっている。これまで、路盤や路床部に凍結融解作用が働き支持力が低下する現象が発生するのは春先の短い期間に限られていたが、厳冬期にも凍結融解作用が働き、さらに厳冬期の降雨や路面上の雪氷融水によって水分が路面や舗装体内に多く供給されることから、道路の構造的損傷と、ひび割れやポットホール等の路面損傷が増加することが予想される。英国、米国ほか諸外国でも融雪水の増加が道路に与える影響とその対策についての研究が進められている。

実際に、特に暖冬傾向が強かった 2006 年度の冬期には北海道各地で路面のひび割れ、沈下が多発し、GW 前に集中的な路面補修が必要となっている。また、近年では融雪期のポットホール損傷に関する道路利用者の通報や要望が増加している実態にある。道路機能を維持し、現在の道路資産を安全かつ安定的に守っていくために、融雪水の増加による環境条件の変化とそれによって発生する機能低下を検証し、融雪水による舗装の損傷への対

処技術や、耐久性を向上するための技術開発が必要である。また、融雪水の速やかな排水技術や流末の確保が今後は重要になると予想される。

そこで、本研究では、融雪水や凍結融解作用が舗装体に及ぼす影響を検証し、融雪水などによる舗装の破損リスクが高い箇所を把握し、補修対策や予防対策を検討する目的で研究を行っている。今年度は、融解期の路盤材や路床材の水分変動の把握や、ひび割れ部からの水の浸入状況に関する調査を行い、ポットホールなどの破損リスクの高い場所の把握や予測に関する検討を行った。さらに、ポットホールの補修方法に関して試験を行った。

2. 融雪水が舗装体に及ぼす影響の検証

2.1 調査方法

融雪水が舗装体に及ぼす影響を把握するために、以下の項目について調査検討を行った。

- 1) 融解期における路盤材料および路床材料の水分変動の把握
- 2) ひび割れ部からの水の浸入に関する調査
- 3) 融雪期の舗装体への影響要因の整理および損傷メカニズム検討

2.2 融解期における路盤材料および路床材料の水分変動の把握

融雪水が路盤材料および路床材料に与える影響を把握するため、室内試験と現地調査を行い、路盤材料（切込碎石 40mm 級）および路床材料（レキ質土）の含水比の変動を調査した。

図-1 に示す凍結融解試験機を用い室内試験を実施した。凍結融解サイクルは+4.5℃で2時間保持し、-18.0℃で2時間保持する温度設定とした。なお、湿度は0%で固定した。水分計は供試体の上部、中間部、下部に設置し水分の変動を調査した（図-2）。

路盤材料の試験結果を図-3 に示す。路盤材の試料は最適含水比付近に調整した材料を用いた。路盤上面および中間部において、路盤材料の融解に伴い含水比が一時的に増加していることが確認できた。

図-4 に路床材料を用いた室内試験結果を示す。試料は最適含水比付近に調整したものを使用した。凍結融解作用を受けることにより、上面部の路床土は下面から水分を吸い上げ、一時的に融解時の含水比が上昇していることが確認できた。



図-1 路盤材料の凍結融解試験



図-2 水分計の設置位置

図-5 に苫小牧試験舗装の下層路盤の上面部に埋設した水分計の経時変化を示す（調査期間 2008.10～2013.4）。現地の水分計による含水比の経時変化は、融解時に上昇する傾向が見られ、室内試験と現地調査では同じ傾向が確認できた。

図-6 に稚内試験舗装の路床の上面部に埋設した水分計の経時変化を示す（調査期間 2006.11～2012.12）。現地の水分計による含水比の経時変化は、融解時に上昇する傾向が見られ、下層路盤と同様に室内試験と現地調査では同じ傾向が確認できた。

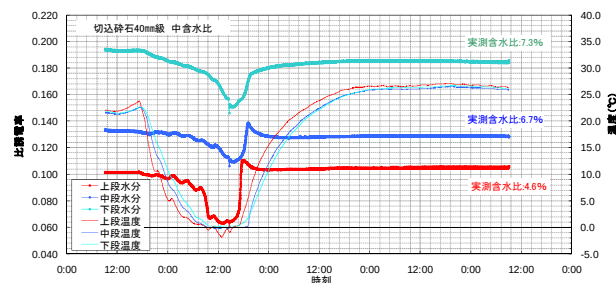


図-3 路盤材料の凍結融解試験結果

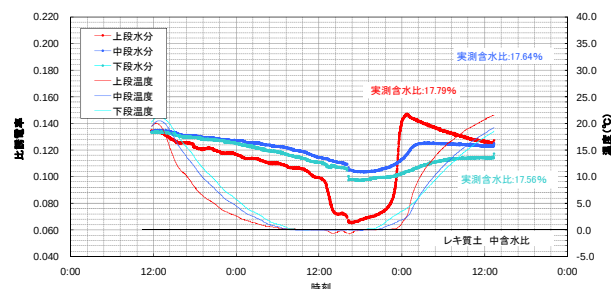


図-4 路床材料の凍結融解試験結果

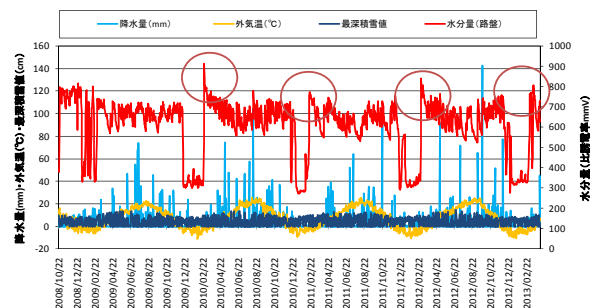


図-5 路盤上面の含水比の経時変化（苫小牧試験舗装）

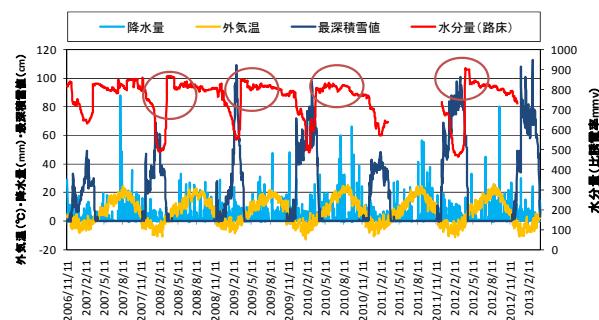


図-6 路床上面の含水比の経時変化（稚内試験舗装）

2.3 ひび割れ部からの水の浸入に関する調査

路面の融雪水がひび割れ部からどの程度の量浸入するのかを把握するため、室内試験を実施した。幅の異なるひび割れをカッター切断および曲げ破断によって作成し、ひび割れ部を跨いで現場透水量試験機を設置して、透水量を測定した。

試験を行ったひび割れは、カッター切断によるひび割れの場合は切断面を向かい合わせて間に 1mm、3mm、5mm、10mm のスペーサを挟み、万力で締め付け固定した。曲げ破断によるひび割れの場合は、破断面を向かい合わせて万力等で締め付けて 0.5～1mm、3mm 程度、5mm 程度の幅のひび割れとした。曲げ破断によるひび割れの作成状況を図-7 に、現場透水量試験の状況を図-8 に示す。

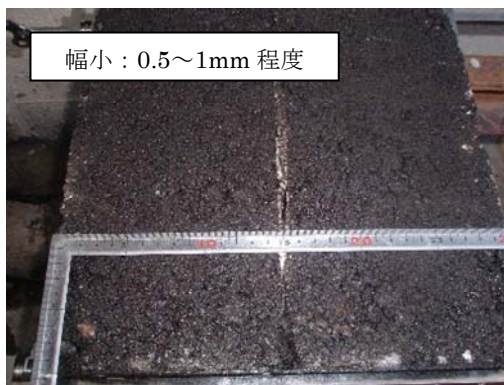


図-7 曲げ破断によるひび割れの作製状況



図-8 カッターひび割れに対する現場透水量試験結果

カッター切断により発生させたひび割れに対する水の浸透性試験結果を図-9 に、曲げ破断により発生させたひび割れに対する浸透性試験結果を図-10 に示す。

ひび割れ幅が 3mm を超えると、測定の上限である 1400ml/15 秒以上の透水性を示し、ほとんど抵抗なく水

が浸透していく状態であるといえる。

ひび割れ幅が 1mm のときや、0.5～1mm 程度の時には、現場透水量は約 800ml/15 秒もしくは約 600ml/15 秒となり、ひび割れ幅が 3mm 以上の場合に比べると若干水は浸透しにくくなる。しかし、いずれのひび割れ幅においても、単位時間当たりの透水量に程度の差はあるものの、供給された水は速やかに浸透していくレベルであると評価できる。本試験で設定した 0.5mm～1mm 程度および、それ以上の幅のひび割れには、融雪水は容易に浸透していくものといえる。

融雪期には、雪が融けた水が路面側からひび割れや打ち継ぎ目部分から容易に浸入しており、その量も表面側から供給される融雪水の量にもよるが、供給された量の大半は浸透している状況にあると考えられる。

後述するように、ひび割れなどから舗装体内部に侵入した水は、凍結融解や車両の走行作用によって舗装体にダメージを与えることとなるので、ひび割れ部からの水の与える影響は大きい。

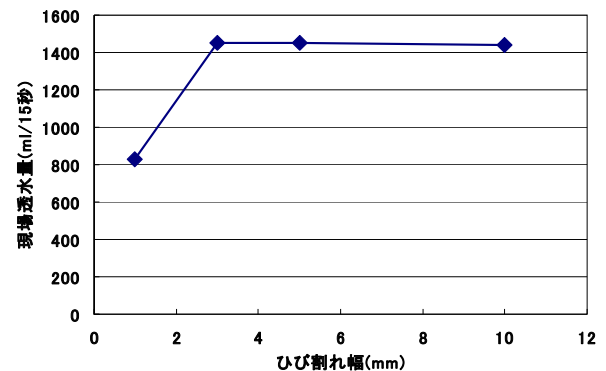


図-9 カッターひび割れに対する現場透水量試験結果

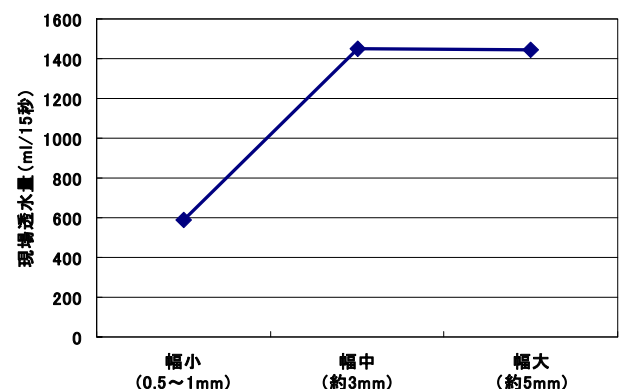


図-10 曲げ破断ひび割れに対する現場透水量試験結果

2.4 融雪期の舗装体への影響要因の整理および損傷メカニズム検討

融雪水が舗装体を与える影響要因の整理および、融雪期に発生する損傷の発生メカニズムを検討した。

これまでに実施した実道での調査結果を基に、融雪期における舗装体への影響要因を図解したものを図-11に示す。融雪期には、雪が融けた水が、ひび割れや舗装構造の一部から浸入もしくは浸透し、それが気温の変動や日射に伴い凍結や融解を繰り返すことで様々な形で舗装体に影響を及ぼすものと整理できる。ここで、融雪水とは狭義でいえば、文字通り雪が解けた水だけを意味するが、本研究が対象とする融雪水は、融雪期に舗装体に悪影響を及ぼす供給源全てを総称したものと位置づけており、図-12に示すように、路面への降雪が融けた水、道路脇に堆積してある雪が融けた水、道路の周辺の雪が融けて道路へ路面や地下から流入した水、季節はずれの降雨などを含んだものである。

次に、融雪水の浸入および浸入した水の凍結融解が、舗装体に及ぼす具体的な変化について要約すると以下の項目のとおりとなる。

- 1) 混合物層を脆弱化させる（ひび割れの進展、ひび割

れ周辺の混合物の脆弱化、空隙(すきま)の増加、アスファルトと骨材の付着の悪化)

- 2) 表層と基層の間など、混合物層の間の接着力を弱め、層間ではがれやすくなる
- 3) 路盤や路床を高含水比の状態にし、路盤材や路床材が部分的に泥濘化するなどして、支持力が低下する
- 4) 浸入した水が凍結する際に、体積が増加して舗装体内部や層間に隙間が生じ、ひび割れ等が発生しやすくなる。
- 5) 路床に氷晶を生じ、凍上や不等沈下を生じさせる。



図-13 路肩の堆雪からの融雪水が影響したポットホール

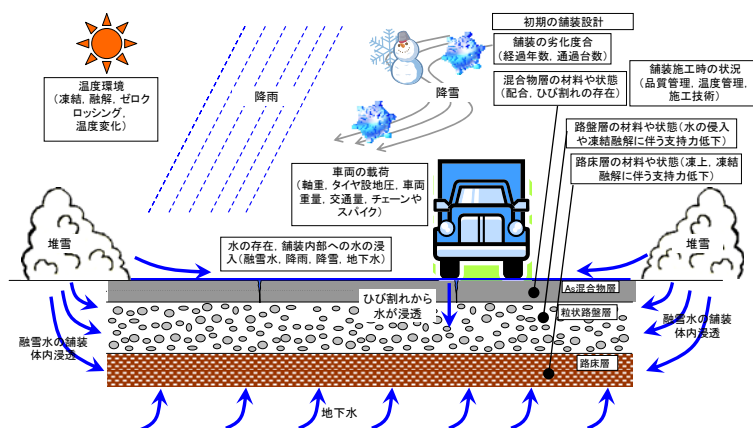


図-11 融雪期における舗装体への影響要因

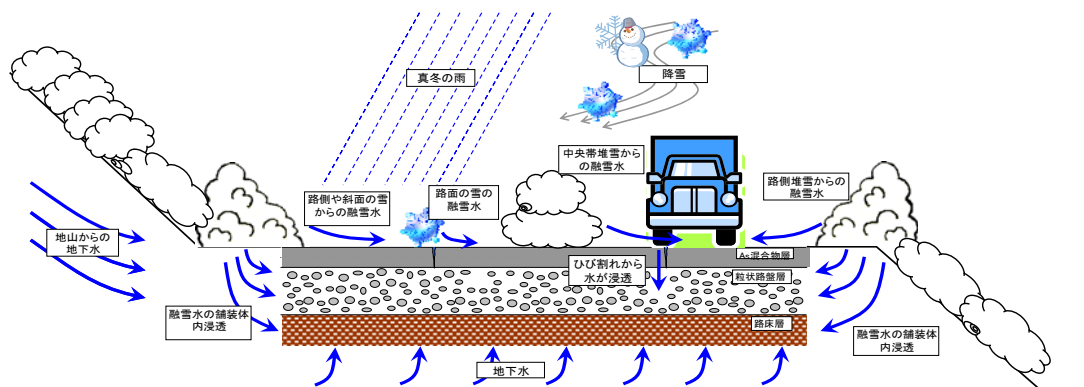
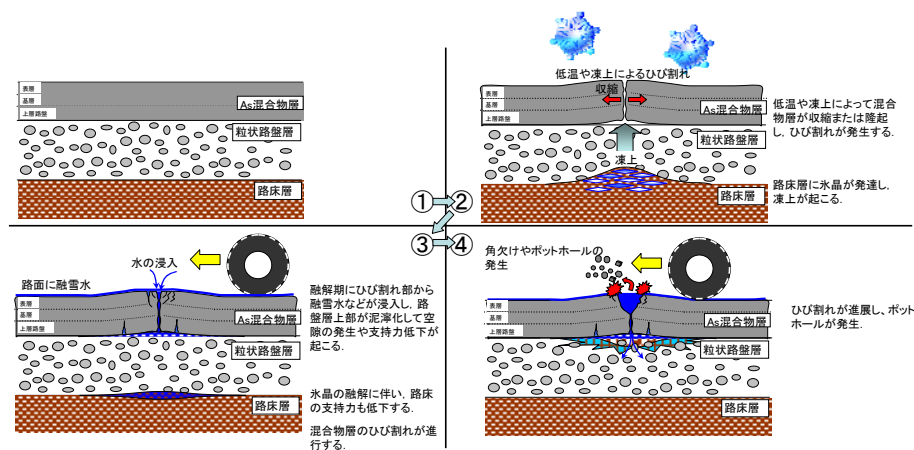
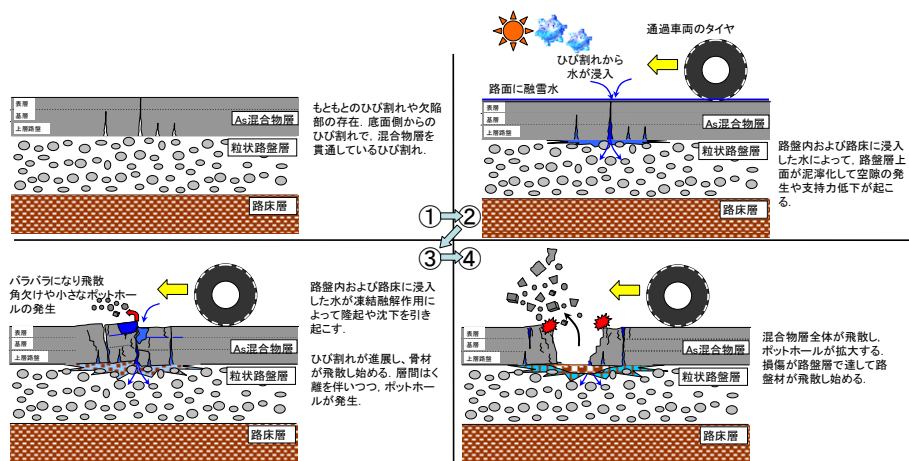
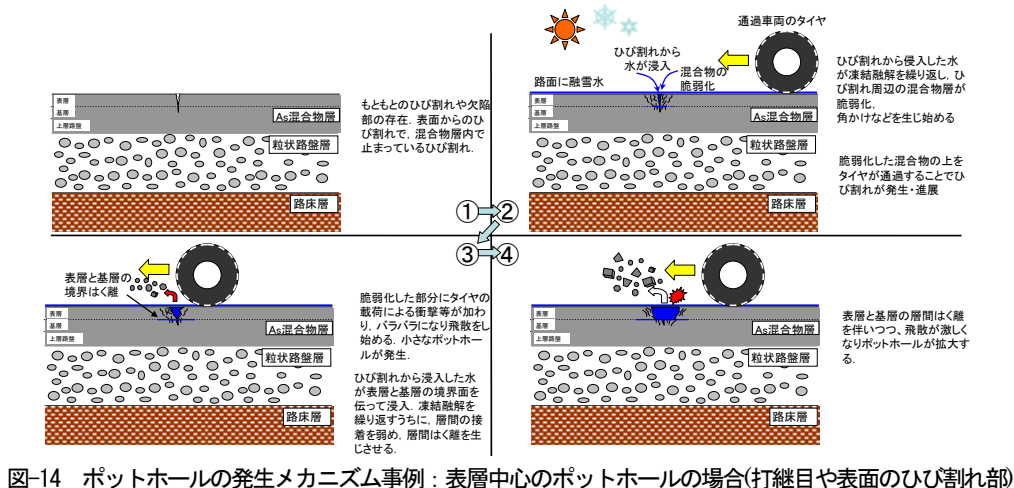


図-12 融雪期における水の供給源

舗装体に上述したような変化が進行したところに、車両の走行荷重や衝撃荷重が加わることで、様々な損傷が発生・進展することとなる。損傷形態のうちで、道路利用者にとって最も視認しやすく走行性等に直接影響する損傷形態が図-13 に示すようなポットホールである。ここで、一口に融雪期に発生するポットホールといっても、発生位置や発生原因などは様々なものがある。様々なポ

ットホールの発生メカニズムを整理し、認識することが、予防対策や補修方法を考える上で重要であるため、融雪期に発生する代表的なポットホールの発生タイプを表層混合物層中心のもの、混合物層全層のもの、低温ひび割れや凍上ひび割れ部のもの、の3タイプに大別し、各々の発生メカニズムを図-14、図-15、図-16 のとおり整理した。



3. 融雪水による舗装破損高リスク箇所の推定手法の開発

融雪水による舗装破損の高リスク箇所の実態を把握するため、国道におけるポットホール発生状況を昨年度に引き続き調査した。特に、融雪期のポットホールの発生状況に着目して調査を行った。さらに、ポットホールの発生実態を分析することで、舗装破損高リスク箇所の推定手法に関して検討を行った。

3.1 融雪水による舗装破損高リスク箇所の実態調査(ポットホール発生実態調査)方法

札幌近郊の国道において、ポットホール発生状況を道路管理者の調査データおよび、1月～3月の間の目視調査によって把握した。道路管理者の調査は基本的に1日おきに実施されており、巡回の際にポットホールの発生が確認された月日と個数を集計整理した。目視調査は、調査対象とした約25kmの区間を1月～3月の間に週1～2回、車両走行や徒歩によってポットホールの発生位置や発生状況を目視にて調査記録した。これらの調査結果を基に、ポットホールの発生が確認された日と気象条件の関係の調査も併せて行った。さらに、秋の時点におけるひび割れ率を実測と予測に基づいて把握し、1月～3月の間のポットホールの発生状況との対応関係についても調査した。

3. 2 ポットホール発生実態調査結果

3.2.1 ポットホールの発生時期

これまでの実道における調査や道路管理者への聞き取り結果から、北海道においては、融雪期に急激に発生量が増えることが確認されている。例えば、遠軽地域ではポットホールは2月から徐々に増え始め、3月と4月に発生量が多い。

札幌近郊における調査においても、融雪期の2月初旬ころから3月中旬にかけて多くのポットホールが発生し、融雪期にポットホールの発生が多いことが改めて確認できた。

3.2.2 ポットホールの発生部位

札幌近郊での調査において、ポットホールの発生している部位について整理した結果を図-17に示す。ポットホールの大半は、元々何らかのひび割れや欠陥部が存在した箇所に発生していることが確認された。疲労ひび割れ部に発生したポットホールの割合が約9割を占め、打継ぎ目などの施工ジョイント部に発生したポットホールが約1割であったが、これは調査対象路線区間は疲労ひび割れの発生量が多い路線区間であったためと考えられ、他のひび割れの発生量が多い区間では、そのひび割れに

起因するポットホールの発生割合が多くなるものと考えられる。

図-18には、路面のひび割れ率と、ポットホールの発生割合の対応関係を整理した結果を示す。ひび割れ率が高くなるにつれて、ポットホールが発生する区間割合が高くなることがわかる。つまり、ひび割れ率が高い区間ほど、ポットホールが発生する確率が高いといえる。

以上のようにポットホールの発生はひび割れが大きなきっかけになることがわかった。

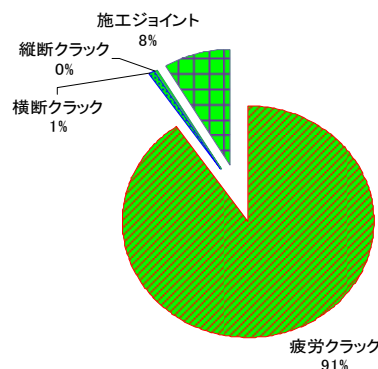


図-17 ポットホールの発生部の路面状況（札幌地域）

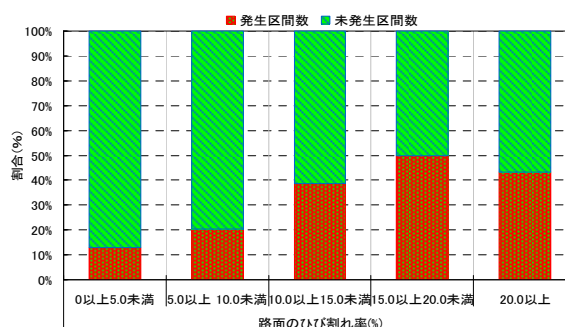


図-18 路面のひび割れ率とポットホール発生率の対応関係（札幌近郊）

3.2.3 ポットホールの発生時の気象条件

札幌近郊における調査データにおいて、ポットホールが発見された日の気温変化に着目して整理を行なった結果を図-19に示す。図中の赤枠で網掛けした範囲は、1日の間に気温がプラスからマイナスもしくは、マイナスからプラスに変化した(以下、このような気温の変化を「ゼロクロッシング」とよぶ)ことを意味する。ポットホールが発生した日の気温状況をプロットすると、大半のデータが青線と赤線に挟まれた範囲にプロットされていることから、ゼロクロッシングした日に大半のポットホ

ールが発生していることが確認された。遠軽地域の調査結果も図-20 に示すが、ゼロクロッシングした日に大半のポットホールが発生している傾向は同様であり、このような温度変化のある日が、ポットホール発生リスクが高い日であるといえる。

次に、ゼロクロッシングの発生有無とポットホールの発見の関係を整理した結果を表-1 と表-2 に示す。

ゼロクロッシングが発生した日は、5 割や6 割程度の高い確率でポットホールの発生がみられるのに比べて、ゼロクロッシングが発生していない日は、ポットホールの発見率は約2 割未満となっており、ゼロクロッシングがポットホールの発生に強く影響していることが認められた。

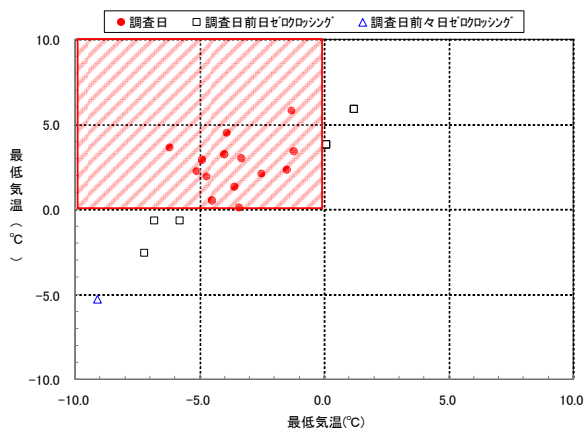


図-19 気温とポットホール発生の関係（札幌近郊2月、3月）

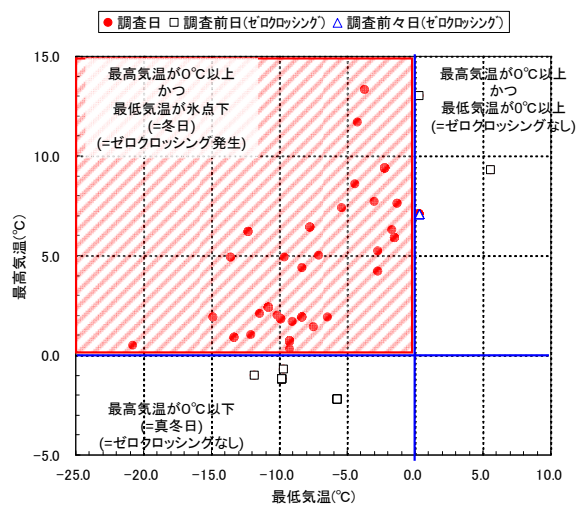


図-20 気温とポットホール発生の関係（遠軽地域）

表-1 ゼロクロッシング発生とポットホールの発生の対応関係
(札幌近郊)

		調査日数	ポットホール発生の有無		ポットホールの発生率(%)
			発生	無	
調査当日	気温のゼロクロッシング発生	29	14	15	48.3
	気温のゼロクロッシングなし	30	8	22	26.7
調査前日	気温のゼロクロッシング発生	27	15	12	55.6
	気温のゼロクロッシングなし	32	7	25	21.9
調査前々日	気温のゼロクロッシング発生	28	13	15	46.4
	気温のゼロクロッシングなし	31	9	22	29.0

表-2 ゼロクロッシング発生とポットホールの発生の対応関係
(遠軽地域)

		巡回日数	ポットホールの発生日数		ポットホールの発生率(%)
			発生	無	
巡回当日	気温のゼロクロッシング発生	40	24	16	60.0%
	気温のゼロクロッシングなし	38	6	32	15.8%
巡回前日	気温のゼロクロッシング発生	40	23	17	57.5%
	気温のゼロクロッシングなし	38	7	31	18.4%
巡回前々日	気温のゼロクロッシング発生	39	20	19	51.3%
	気温のゼロクロッシングなし	39	10	20	25.6%

3.2.4 ポットホールの成長速度

札幌近郊における調査において観察された、ポットホールの発生する前後数日間の路面状態の一例を図-21 に示す。2月20日に小さな穴が確認された後、約10日後には数10cm径の穴に発達しており、ポットホールが数日のうちに大きく拡大することが確認できた。



図-21 ポットホールの成長速度（大きさの時間変化）

3.3 ポットホール発生リスク予測に関する検討

ポットホールの発生には2.3項で述べたように様々な要因が関係していること、道路の地理的条件や気温条件は場所によって千差万別であることから、ポットホールの発生時期や発生位置を全ての路線区間において精度良く正確に予測することは非常に困難であると思われる。しかし、これまでの調査によって、どのような気象条件でポットホールの発生頻度が高くなるのか、どのような部位で発生しやすいのか、大きな傾向を把握することはできたと思われる。ポットホール発生リスクが高い条件を整理すると、図-22に示すとおりである。

これらの条件を満たす場所および時期はポットホールの発生リスクが高い。そこで本研究では、予測対象とする日にポットホールの発生リスクがどの程度高いかを確率的に表現することで、道路管理者や道路利用者に注意を喚起することを目的としたポットホール発生リスク予測手法について検討を進めることとした。予測情報を提供することで、巡回時にポットホールの発生を意識してもらうことや、補修体制の確保などを行い、利用者の走行安全性確保に役立つものと考えている。

- (1) ポットホールが多く発生する時期
→ 融雪期に多い
- (2) ポットホールが発生しやすい部位
→ 元々ひび割れがある部位
→ 融雪水が流入・滞留しやすい部位
→ ひび割れ率が高い区間や路線
- (3) ポットホール発生時の気象条件
→ ゼロクロッシング発生日およびその1～2日後
- (4) ポットホールの成長速度(大きさの時間変化)
→ 数日の間に数10cm径の穴に発達

図-22 ポットホール発生リスクが高い条件

次に、今後の長期的な観点でのポットホール発生リスク予測について、検討を行った結果を述べる。図-23には、北海道の国道における路面のひび割れ率の近年の推移を示した。路面のひび割れ率は近年増加の傾向を示している。ひび割れ率とポットホール発生割合には正の相関があることから、近年、ポットホールが発生している区間が増加している状況にあることが推測される。このようなひび割れ率の増加傾向が今後も続けば、ポットホールの発生量も増加すると考えられる。

図-24には北海道の国道における、ひび割れ率が5%以上の区間を緑色で示した。ボトムアップ型の疲労ひび割れのひび割れ率が5%以上の区間は、北海道内全体に

広く見られるようになってきている。ボトムアップ型のひび割れは、供用年数の増加に伴って増える傾向を示すので、ボトムアップ型の疲労ひび割れの延長は、道内全域に広がり今後さらに増加する可能性が高い。それに伴い、ポットホールが発生する路線区間の割合も高くなると予測される。

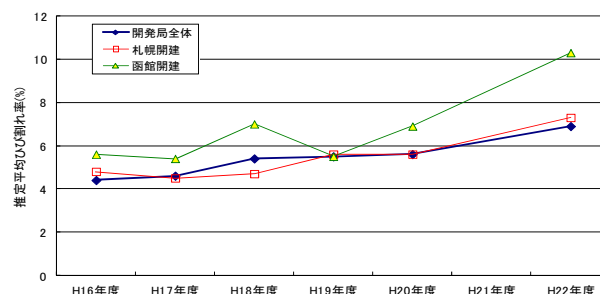


図-23 路面のひび割れ率の近年の推移

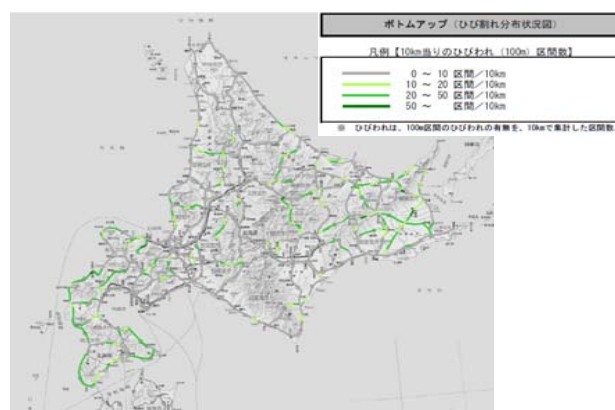


図-24 ボトムアップ型ひび割れ率5%以上の区間

4. 融雪水に強い舗装補修材料と工法の開発

融雪期は、気温が低く融雪水の影響を受けるなど現場環境が厳しい中で、早急な補修作業が余儀なくされる一方で、高い耐久性が要求される。

この状況に対し、ポットホールを応急的に補修する際に用いられる常温混合物の材料面での改善と施工方法の改善が有効であると考えられる。しかし、常温混合物の材料面での評価方法や、融雪期の耐久性の評価方法が定まっていないため、融雪期に発生するポットホールの補修方法として、どのような材料が望ましいのか、どのような方法で施工すると良いのか、判断できない状況にある。

そこで本年度は、ポットホール補修に使用される常温混合物の性能や耐久性を評価する手法に関して検討することを目的に、現場試験を行った。

4. 1 現場試験手法

現場試験は、当研究所が所有する苫小牧寒地試験道路の周回路において、カッターや電動ピックを使用して様々な形の擬似ポットホールを同一車線上に一定間隔で作成し、図-25 のように融雪期に水浸の状態で常温混合物を投入し、プレートで転圧し補修した。その上を図-26 のように水浸状態で大型車(10t 満載ダンプトラック)と中型車(4t トラック)を繰り返し走行させて耐久性を比較評価することを試みた。評価指標は、常温混合物の補修直後の面積に対する残存割合(%)とし、走行台数が各々200 台になるまで路面に常に散水して湿潤状態にしておき、水の影響を受けた状態で車両を走行させるようにした。

試験には、一般的な常温合材標準的な常温混合物1 種類と、全天候型の常温混合物1 種類を使用した。なお、全天候型の常温混合物とは、気温が低くかつ水が存在する中でも柔軟性・作業性・接着性・耐久性を有する常温混合物である。



図-25 擬似ポットホールへの常温混合物投入状況



図-26 現場試験状況

4. 2 現場試験結果

常温混合物を充填後に大型車を走行させた。走行台数が200 台になるまでのポットホール補修部の状況を図-27 に示す。標準的な常温混合物は図-27 左側に示すとおり部分的に欠損して穴が再発していることが分かる。一方、全天候型の常温混合物を図-27 右側に示すが、欠損は見られなかった。車両の通過台数と残存割合の関係を図-28 に示す。標準的な常温混合物は欠損を生じている(穴が再発している)のに比べて、全天候型の常温混合物は欠損は見られず、耐久性が高いことが確認できた。

現場試験においては、標準的な常温混合物と全天候型の間には耐久性の差が見られたと考えられる。しかし、ポットホール補修材の耐久性評価試験としては、実際の供用道路における状況の再現性に改善すべき点があると思われることから、今後も継続して検討を進める必要がある。



図-27 常温混合物の残存状況（走行200 周後）

左：標準型、右：全天候型

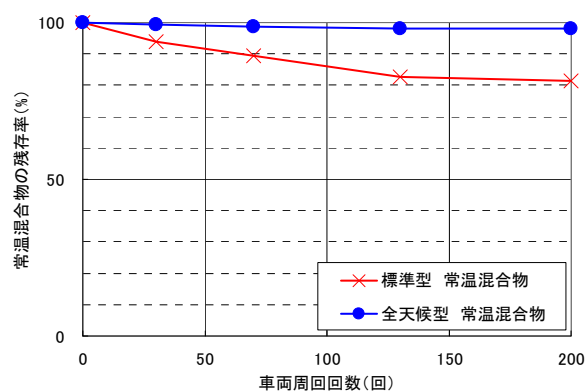


図-28 車両の走行に伴う常温混合物の残存率

5. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

融雪水が舗装体に及ぼす影響の検証に関して、

- (1) 室内試験および実道での調査によって、路盤の上面側および路床の上面側は、融解に伴い含水比が一時的に増加していることが確認された。従前から、融解期に路床の含水比が上昇し支持力が低下する現象は指摘されていたことであるが、路盤上面側においても含水比が上昇する現象が見られた点は、融解期の舗装体の支持力の低下を理解する上で非常に重要な着眼点といえる。

また、室内試験によって 0.5mm～1mm 程度および、それ以上の幅のひび割れからは、水が容易に浸透してくることが確認されたことから、融雪期には、融雪水が舗装のひび割れや打ち継ぎ目部分から容易に浸入していく状況にあると考えられた。

上述したような試験や調査を踏まえ、融解期の融雪水の浸入が、凍結融解などを繰り返しながら舗装体に及ぼす具体的な変化について整理し、融解期に損傷が発生するメカニズムについても整理した。

融雪水による舗装破損高リスク箇所の推定手法の開発に関して、

- (2) 融雪期のポットホール発生リスクが高い条件は以下のとおり整理された。
 - 1) ポットホールが多く発生する時期
 - 融雪期に多い
 - 2) ポットホールが発生しやすい部位
 - 元々ひび割れがある部位

→ 融雪水が流入・滞留しやすい部位

→ ひび割れ率が高い区間や路線

- 3) ポットホール発生時の気象条件

→ ゼロクロッシング発生日およびその
1～2 日後

さらに、今後の長期的な観点でのポットホール発生リスク予測についても検討を行い、路面のひび割れ率の現状把握や将来予測結果から、路面のひび割れ率が今後さらに増加し、ポットホールの発生量も将来的に増加する可能性が示された。

融雪水に強い舗装補修材料と工法の開発に関して、

- (3) 現場試験においては、標準的な常温混合物と全天候型の間には耐久性の差が見られたと考えられる。しかし、ポットホール補修材の耐久性評価試験としては、実際の供用道路における状況の再現性に改善すべき点があると思われることから、今後も継続して検討を進める必要がある。

参考文献

- 1) 気象庁、環境省、経済産業省、文部科学省：気候変動 2007 統合報告書、2007

RESEARCH ON EFFECT OF SNOWMELT WATER ON ROAD STRUCTURES AND ITS COUNTERMEASURE

Budgeted : Grants for operating expenses

General account

Research Period : FY2011-2014

Research Team : Road Maintenance Research Team

Author : Masayuki Kumagai

Kimio Maruyama

Ryuuji Abe

Abstract : This research verifies the effect of snowmelt water and freezing and thawing on paved roads. Assesses high risk parts of pavements damaged by snowmelt water and discusses repair and prevention methods were conducted. During this year laboratory tests to understand the effect of snowmelt water on subbase materials and field surveys were performed. It was confirmed that the moisture weight percentage in subbase materials temporarily increased accompanying thawing of subbase materials. Additionally, distresses such as potholes were investigated in order to estimate high risk weather condition on which potholes occurred due to snowmelt water. It was confirmed that potholes occurred when zero crossing occurred. Further, field tests for repairing potholes were performed.

Key words : snowmelt water, freezing, thawing, zero-crossing, potholes