

# アスファルト舗装路面の予防保全対策の試行 －融雪期のポットホール発生を抑制－

札幌開発建設部 札幌道路事務所 第3工務課 ○今西 将也  
 札幌開発建設部 札幌道路事務所 第3工務課 村上 利一  
 札幌開発建設部 札幌道路事務所 小田嶋正之

札幌道路事務所は延長約 300 kmの国道を管理している。近年、舗装劣化箇所が多く発生し各維持工事で補修を行っているが、融雪期を中心にポットホール発生による通行車両の損傷も多発している。このため、限られた予算を有効活用し、効果的な舗装劣化対策を行うことが課題となっている。今回、融雪期のポットホール発生抑制と維持修繕費の縮減を目的に、重点箇所を設定し予防保全対策を試行したので報告するものである。

キーワード：維持・管理、舗装劣化、予防保全、コスト縮減

## 1. 管内概要

札幌開発建設部 札幌道路事務所は、札幌市と周辺市町の国道9路線、延長約300kmにわたる維持管理を行っている。(図-1)

各国道は札幌市を始めとした都市部、農地・原野を貫く郊外部、中山峠に代表される山間部、日本海に面する海岸部に位置し、その内、札幌市内では、日当たり交通量3万台を超える区間が多く、積雪寒冷地であることも相まって、道路の劣化環境は非常に厳しい状況にある。



図-1 札幌道路事務所管内図

## 2. 路面管理の現状と課題

### (1)現状

近年、アスファルト舗装の劣化に伴う路面の損傷が多く見られ、都市部と高規格道路の排水性舗装区間や郊外部の舗装総厚が少ない区間、橋梁・函渠等の構造物箇所では融雪期や夏期の大雨時などにポットホール（以下、PH）が多く発生している。(写真-1)

冬期間は積雪や凍結によりPH発生の兆候が掴みにくく融雪期に多発し、発生確認直後に応急処置として常温アスファルト合材（以下、常温合材）で穴埋め補修し、その後加熱アスファルト合材（以下、加熱合材）でパッチング補修（以下、パッチング）を行っている。

例年、降雪前の加熱合材パッチングを、品質確保と適切な補修箇所選定の観点から10月前後に実施しているが、未補修箇所でも融雪期までに損傷が進展しPHが発生するケースが多く、融雪期が常温合材補修の最も多い時期となっている。

主に春～秋に行われる加熱合材パッチングは年間舗装



写真-1 ポットホール発生状況

維持工事（以下、舗装維持）で行われ、計画的な施工で日当たり施工量も大きいため、標準単価による施工が可能であるが、主に融雪期に年間維持除雪工事（以下、維持除雪）で行う突発的なPHの常温合材穴埋めと加熱合材パッチングは施工規模が小さく、材料単価も高いため、舗装維持の加熱合材施工単価に対しそれぞれ約7倍と3倍になっている。（H29実績）

また、PHによる車両損傷件数は年度により大きく変動しており（図-2）、PHが多発する年度に増加する傾向がある。

## (2)課題

PH発生を抑制し、車両損傷の減少、安全快適な走行を確保するために、限られた予算を有効に活用し、路面の健全度を高く保つ必要がある。しかし、冬期におけるPHの発生は突発的で、補修の作業環境も悪いため、迅速な補修、品質確保が難しく、小規模施工でコストも高い。このため、積雪前の段階で路面損傷発生を予測し対策を行う予防保全対策の検討、実施が必要である。

## 3. 予防保全対策の試行

### (1)試行目的

前項の課題を解決することを目標に、予防保全対策の試行目的は以下の対策効果を把握することとした。

PH発生の抑制効果  
車両損傷の減少効果  
補修コストの縮減効果

### (2)試行内容

予防保全対策として積雪前に舗装維持による加熱合材パッチングを行うこととした。

試行対象区間は札幌道路事務所第3工務課が担当する事務所管内北部の国道（4路線、約150km）とし、その内、13箇所/10.2kmの試行重点箇所（以下、重点箇所）を選定し、品質確保の観点から8月～11月にかけて予防保全対策を行うこととした。

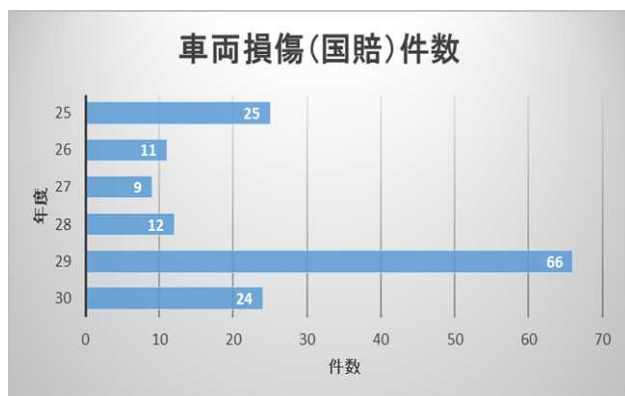


図-2 札幌道路事務所 車両損傷（国賠）件数

重点箇所は前年度の補修状況、車両損傷発生状況および各維持工事受注者へのヒアリング結果から、車両損傷頻発箇所と排水性舗装区間、橋梁・函渠等の構造物区間、軟弱地盤区間、交通量区分N<sub>5</sub>（舗装計画交通量1,000台/日・方向）以下区間で、前年度の融雪期にPHが発生、または前年度より損傷の進行が著しい箇所を選定した。

重点箇所位置、延長、1年間の補修アスファルト合材数量、車両損傷台数を取りまとめた試行重点箇所一覧（H29S）を表-1に示す。なお、各数量は融雪期を連続する期間として評価するため、平成29年5月～平成30年4月の値で、この期間をH29S（シーズン）と設定した。

補修は重点箇所全面で行うのではなく、各箇所のうち路面損傷状況から劣化度合いの大きい箇所を選定し行っている。ただし、例年であれば経過観察とする様な、ひび割れ率20%未満のクラック発生箇所でも、過年度のPH発生状況や、融雪水の影響度合を勘案して補修箇所に取り込んだ。

試行による補修は、例年、融雪期に発生するPHの補修用に保留している工事費の一部を前倒しして行うこととした。

### (3)評価指標

目的に示した、3つの試行対策効果に対する評価指標として、それぞれ以下の数値を用いることとした。

維持除雪のアスファルト合材使用量  
PHによる車両損傷台数  
アスファルト合材による補修施工費

この内、PH発生量は集計していないので、PHを補修する維持除雪の常温合材と加熱合材使用量によりPHの発生状況を把握することとした。また、評価は、試行の有無による効果を把握するため、H29SとH30Sの状況を比較することとした。

### (4)実施状況

試行実施状況は、H29Sと同様に平成30年5月～平成31

表-1 試行重点箇所一覧（H29S）

重点箇所	路線	延長 (km)	常温合材 (t)		加熱合材 (t)		車両損傷 台数(台)
			維持除雪	舗装維持	舗装維持	舗装維持	
A 江別市文教台緑町	12	0.8	0.10	0.00	4.50	8	
B 石狩市生振高架橋	231	0.1	0.39	2.40	0.53	0	
C 石狩市花群IC		0.2	0.85	4.05	0.00	0	
D 石狩市厚田区望来		0.5	1.63	0.00	15.26	0	
E 石狩市厚田区望来		1.1	1.54	0.00	53.99	0	
F 石狩市厚田区嶺泊		0.5	3.40	0.00	10.34	0	
G 当別町樺戸町		1.3	2.79	7.20	0.00	2	
H 当別町金沢	275	0.4	0.14	1.83	0.00	0	
I 月形町札比内	337	1.3	9.05	5.93	0.00	0	
J 江別市中樹林		1.5	0.62	6.00	33.55	1	
K 江別市豊栄		1.5	2.72	53.50	109.01	6	
L 当別町篠津運河橋		0.3	5.83	3.93	3.96	1	
M 石狩市新港南		0.7	1.06	13.42	0.00	1	
計		10.2	30.12	98.26	231.14	19	

\* 合材数量、車両損傷台数は平成29年5月～平成30年4月の値

年4月をH30S（シーズン）と設定し、試行重点箇所一覧（H30S）に取りまとめた。（表-2）また、重点箇所における各シーズンの月別アスファルト合材使用量を図-3、図-4に示す。

H29Sでは8～12月に舗装維持の施工が無かったのに対して、H30Sでは路面状況の良かった箇所を除き8月～12月に舗装維持で補修を行っている。そのうち、胆振東部地震の発生した9月の補修を見合わせており、その結果、排水性舗装区間で損傷が多かった箇所Kでは12月まで補修を行っている。また、国道337号で損傷が目立ち、舗装維持アスファルト合材使用量の7割を占めている。

合計数量では安価な舗装維持の加熱合材が増加し、高価な維持除雪の常温・加熱合材は減少しており、施工費の変動が予想される。

表-2 試行重点箇所一覧（H30S）

重点箇所	路線	延長 (km)	常温合材 (t)		加熱合材 (t)		車両損傷 台数(台)
			維持除雪	舗装維持	維持除雪	舗装維持	
A 江別市文教台緑町	231	12	0.8	0.68	7.00	26.84	0
B 石狩市生振高架橋		0.1	0.10	0.30	1.86	0	
C 石狩市花畔IC		0.2	0.28	0.95	8.99	0	
D 石狩市厚田区望来		0.5	1.59	0.00	0.00	0	
E 石狩市厚田区望来		1.1	4.75	0.00	27.03	0	
F 石狩市厚田区磯泊		0.5	1.41	0.00	12.38	0	
G 当別町樺戸町		1.3	2.36	5.82	5.05	1	
H 当別町金沢		0.4	0.00	0.61	0.00	0	
I 月形町札比内		1.3	1.40	10.63	11.93	0	
J 江別市中樹林		1.5	0.78	5.00	84.76	0	
K 江別市豊栄		1.5	0.74	26.00	105.47	0	
L 当別町篠津運河橋		337	0.3	0.48	0.00	41.82	0
M 石狩市新港南	0.7		1.30	1.40	9.01	0	
計	10.2		15.87	57.71	335.14	1	

\*合材数量、車両損傷台数は平成30年5月～平成31年4月の値

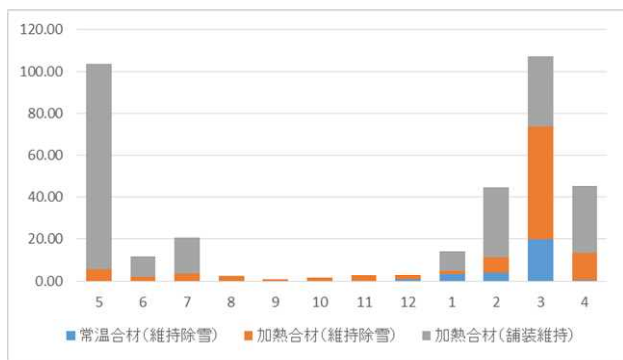


図-3 月別アスファルト合材使用量（H29S重点箇所）

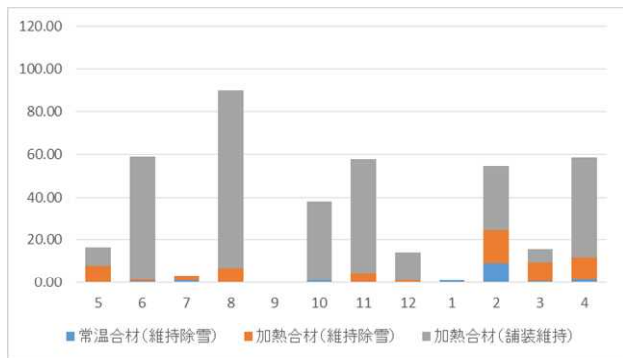


図-4 月別アスファルト合材使用量（H30S重点箇所）

## 4. 試行結果

### (1) PH発生抑制効果

重点箇所のアスファルト合材使用量を表-3に示す。使用量は予防保全対策実施前（5～7月）、予防保全対策実施期間（8～12月）と予防保全対策効果発現期間（1～4月）に分けて取りまとめた。

#### a) 常温合材（維持除雪）

維持除雪による常温合材穴埋め補修はPHの発見直後に行う応急補修で、PHの発生と連動している。

応急補修の対象は、概ね基層以深に達する深さでタイヤが落ちる大きさの車両損傷に直結するPHで、それ以外の表層剥離や小さいPH等の軽微な損傷は含まない。

合材使用量はH29SからH30Sで47%減少しており、対策効果発現期間の1～4月では57%減少している。

#### b) 加熱合材（維持除雪）

常温合材で穴埋めしたまま放置すると、周りの舗装や常温合材自体が劣化損傷しPHが再発する。これを防止するため、常温合材を撤去し、周りの損傷も含めて維持除雪で加熱合材パッチングによる復旧補修を行っている。

また、表層剥離や小規模のPHなど軽微な損傷補修や施工タイミングによってはPHの直接補修も舗装劣化が頻発する融雪期を中心に行っている。

合材使用量はH29SからH30Sで41%減少しており、対策効果発現期間の1～4月では53%減少している。常温合材より減少率は少ないが同様な傾向を示す。

#### c) 加熱合材（舗装維持）

舗装維持による加熱合材補修は舗装劣化箇所全般を対象に、日当たり施工量2t以上となるよう複数の劣化箇所をまとめて、計画的に行われている。また、PHが頻発したり、補修規模が大きくなり年維持での対応が困難な場合には、常温合材穴埋め後の復旧補修も行っている。

合材使用量はH29Sに対してH30Sでは45%増加しているが、予防保全対策による増分であり、8～12月の対策実施期間の増加数量は全体増加数量以上で、他の期間では減少しており、対策効果発現期間の1～4月では24%減少している。

#### d) シーズン間比較

H29SとH30Sを比較すると、舗装維持の合材使用量のみ増加している。これは予防保全対策として8～12月に

表-3 アスファルト合材使用量（重点箇所）

シーズン	合材(工事)別	使用量(t)			計
		5～7月	8～12月	1～4月	
H29S	常温合材(維持除雪)	0.06	1.57	28.49	30.12
	加熱合材(維持除雪)	12.35	10.26	75.65	98.26
	加熱合材(舗装維持)	123.84	0.00	107.30	231.14
	計	136.25	11.83	211.44	359.52
H30S	常温合材(維持除雪)	1.84	1.75	12.28	15.87
	加熱合材(維持除雪)	10.84	11.58	35.29	57.71
	加熱合材(舗装維持)	66.18	186.89	82.07	335.14
	計	78.86	200.22	129.64	408.72

行ったパッチングで増加したものである。

その他の合材使用量は減少しており、特に1～4月ではシーズン全体と同程度以上減少している。

特にPHの補修数量と連動する常温合材数量が半減しており、PH発生抑制効果があったものと考察する。

## (2) 車両損傷の減少効果

重点箇所と非重点箇所の月別・路線別のPHによる車両損傷台数を表-4、表-5に示す。

台数は札幌道路事務所に寄せられた車両損傷の問い合わせ件数の内、PHに起因した損傷台数を取りまとめた。なお、損傷台数には取り下げなどの国賠案件とはならなかった台数も含んでいる。

### a) 重点箇所

PHによる車両損傷はH29Sの19台に対してH30Sは1台に激減しており、その1台も予防保全対策効果を期待する時期以外の8月に発生している。

予防保全対策の効果期待する融雪期前後(1～4月)に限定すると、19台が0台に減少している。

### b) 非重点箇所

道路損傷による車両損傷はH29Sに18台あり、重点箇所と同程度であったが、H30Sには10台に減少しており、1～4月に限定しても16台から7台へ減少している。

### c) 箇所間比較

H29Sには同程度の損傷台数であったものが、H30Sに

表-4 PHによる車両損傷台数(重点箇所)

月	H29S				計	月	H30S				計
	12	231	275	337			12	231	275	337	
5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	8	0	0	1	0	1
9	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0
3	8	0	2	7	17	3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
計	8	0	2	9	19	計	0	0	1	0	1

表-5 PHによる車両損傷台数(非重点箇所)

月	H29S				計	月	H30S				計
	12	231	275	337			12	231	275	337	
5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	7	0	0	2	0	2
8	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0
9	0	0	1	0	1	9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	10	1	0	0	0	1
11	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	2	2	1	0	4	7
3	0	2	2	10	14	3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	2	2	4	0	0	0	0	0
計	0	2	3	13	18	計	3	1	2	4	10

は両箇所ともに減少している。減少度合いは重点箇所では95%減に対して、非重点箇所では44%減にとどまることから、対策効果があったものと考察する。

## (3) 補修コストの縮減効果

補修コストの縮減効果を確認するため、合材使用量から、施工費の増減額の試算を行った。重点箇所におけるH29SとH30Sの補修施工費と増減額を表-6に示す。合材使用量は表-3を参照願いたい。

施工単価は平成29年度工事から算出した舗装維持の加熱合材平均単価を基準とし、維持除雪の加熱合材単価を基準の3倍、常温合材単価を基準の7倍に設定して全期間に使用している。

効果発現期間の1～4月で1,800万円程度減少しており、これが施工コストの縮減効果額となる。また、対策実施期間の8～12月で1,300万円以上増加しており、試行によるコスト縮減額は約470万円となっている。

## (4) 試行結果についての考察

評価指標とした3つの効果それぞれに試行効果は認められたが、不明確な点も以下の通り確認された。

### a) 試行効果以外の影響

非重点箇所におけるPHによる車両損傷台数が減少しているため、予防保全対策の各効果には対策効果以外の影響もあったと推測される。

これについてはシーズン間の気象状況の違いが考えられる。試行期間の気温変動を図-5に示す。データは管内

表-6 補修コストおよび増減額(重点箇所)

シーズン	合材(工事)別	施工費(円)			
		5～7月	8～12月	1～4月	計
H29S	常温合材(維持除雪)	28,980	758,310	13,760,670	14,547,960
	加熱合材(維持除雪)	2,556,450	2,123,820	15,659,550	20,339,820
	加熱合材(舗装維持)	8,544,960	0	7,403,700	15,948,660
	計	11,130,390	2,882,130	36,823,920	50,836,440
H30S	常温合材(維持除雪)	888,720	845,250	5,931,240	7,665,210
	加熱合材(維持除雪)	2,243,880	2,397,060	7,305,030	11,945,970
	加熱合材(舗装維持)	4,566,420	12,895,617	5,662,830	23,124,867
	計	7,699,020	16,137,927	18,899,100	42,736,047
増減額	常温合材(維持除雪)	859,740	86,940	-7,829,430	-6,882,750
	加熱合材(維持除雪)	-312,570	273,240	-8,354,520	-8,393,850
	加熱合材(舗装維持)	-3,978,540	12,895,617	-1,740,870	7,176,207
	計	-3,431,370	13,255,797	-17,924,820	-8,100,393

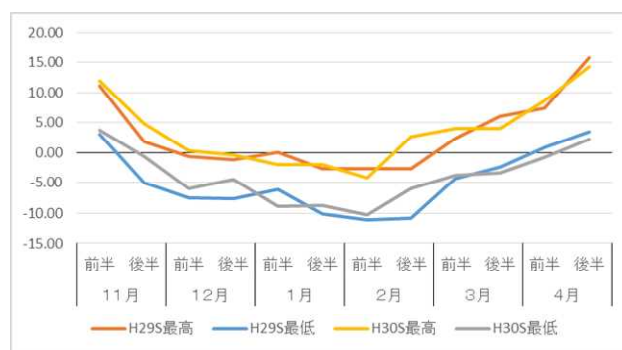


図-5 期間平均気温(半月)

を代表して当別の道路テレメータを使用した。

日最低・最高気温共にH30Sが高い傾向で、最高気温がプラスに転じる融雪期の始まりも半月早い時期となっている。H30Sは凍結度合いが低く、早い雪解けで路面も早期に露出したことから、PHの発生自体が少なく、発生しても事前に発見することが容易になるなどの影響があったと考える。

#### b) 予防保全対策の規模

重点箇所の対策効果発揮期間におけるPHによる車両損傷台数が0台となったため、予防保全対策の実施規模と減少効果の関係は推定できなかった。

同シーズンの融雪期における対策効果を対象とした場合に予防保全対策の実施規模が過大であった可能性も考えられる。

これについては、対策効果発揮期間の状況が不明な段階で対策を行うことから、短期的な対策効果に過不足の無い対策規模を事前に決めることは困難であり、どの程度の損傷がPHの発生に繋がるかを今後確認していきたい。また、試行実施期間以降の中長期的効果も併せて考える必要がある。

#### (5) まとめ

今回の予防保全対策の効果として、以下の効果が確認できた。

効果発現期間の路面補修量の減少とコスト縮減  
PHによる車両損傷台数の減少

また、以下の課題が認められた。

異なる年次のデータ比較では、対策効果以外の影響が排除できない。

適切な対策実施規模の設定には、引き続き取り組みが必要。

上記課題の他、対策重点箇所や対策実施箇所の選定方法や、評価指標や手法が妥当であったかなど本試行自体の妥当性についても今後の取り組みに向けて整理が必要と考える。

### 5. 今後に向けた課題と対応方針

#### (1) 課題と対応方針

今回の予防保全対策実施を通じて判明した課題と対応方針を以下に示す。

##### a) 対策重点箇所の選定方法

重点箇所は損傷発生履歴と維持工事受注者の経験に基づき選定していたため、選定の妥当性は選定者の経験や知識などに左右され、過不足が生じる可能性がある。対策重点箇所の選定に当たっては、路面損傷に結びつく要素（交通量、車線数、舗装構成、合材種別、舗設後経過

年数、補修履歴、車両損傷履歴など）のデータベースを構築し路面管理を高度化する事が望まれる。

##### b) 対策規模の設定方法

対策実施箇所を選定するのに当たり、対策実施期間を品質確保の観点から夏期～秋期とすると、厳冬期～融雪期の路面損傷発生予想を平均5ヶ月前に行うこととなり、担当者の経験による予想では精度が低いことが危惧される。このため、客観的データによる精度の高い予測方法を確立し対策実施箇所を選定するか、対策発揮期間により近い時期の路面状況で対策箇所を選定し、その後の低温時でも補修可能な材料や工法を使用するなどにより、PH発生抑制に対してより適切な対策規模での対策実施が可能となれば、コスト縮減効果が高まると考える。

##### c) 対策効果の的確な把握

今回実施した同一箇所における2カ年のデータ比較では、効果から気象条件など年次間の違いが排除できない。

同一期間に、対策の有無による効果検証を行うことで、対策効果以外の影響を排除できると考える。

##### d) 予防保全対策の評価方法

予防保全対策効果を評価する際、対策実施箇所と比較対象箇所の条件が大きく異なると比較評価が難しい、また適切な評価指標の選定も重要である。

c)で述べた対応方針と合わせて区間延長、損傷状況、交通量などの条件が同程度の箇所間比較で予防保全対策効果を把握する必要がある。

どの程度の損傷状況箇所を試行箇所を選定するかも課題であり、損傷程度が大きい箇所だと補修を行わない比較対象箇所の損傷発生で管理瑕疵を問われかねない。逆に健全過ぎると予防保全対策自体が不必要となり、過剰な補修となってしまう。外観では補修不要と判断されるが損傷が内在しているような区間を設定したい。

また、評価指標の車両損傷は年次毎の件数変動が大きく、件数が少ないと指標として使用できないため、アスファルト合材使用量によって損傷度合いを評価することとしたい。

### (2) 今年度の試行内容

本試行の重点箇所の内、箇所A、I、Kでは今年度舗装修繕工事が行われた。この結果、今年度は前年度と同じ重点箇所に対する比較評価ができないため、前項の対応方針を踏まえて同一年度・近接区間で試行の有無による比較をすることとし、客観的データによる実施箇所の選定、適切な損傷状況箇所での試行を検討した。

試行内容について「土木研究所寒地土木研究所寒地道路保全チーム」に相談したところ、研究中の「赤外線計測による評価」の利用をご提案いただき、同チームが平成29年度より赤外線計測を実施している重点箇所Jの評価結果を提供いただいた。

本研究は、秋に計測した赤外線カメラの画像データを用いて非破壊で診断することにより、その後の融雪期に

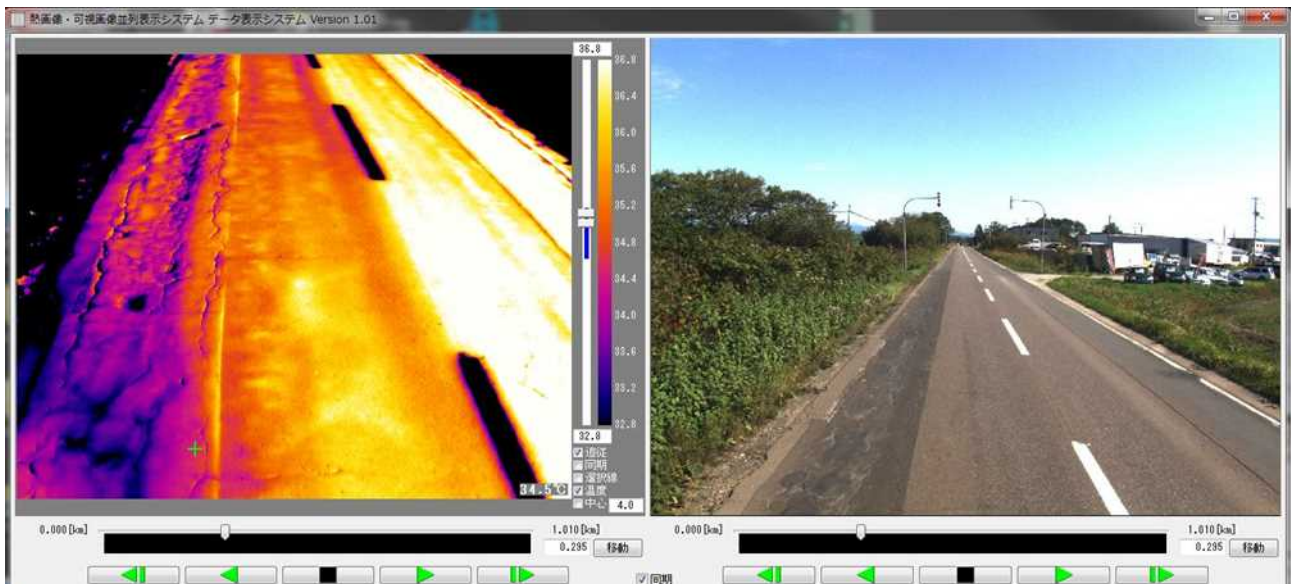


写真-2 赤外線計測例（令和元年度試行箇所）

ポットホールに進展しそうな箇所を推定し、予防的な補修判断に役立つ資料とすることを目標としており<sup>1)</sup>、今回発表した予防保全対策の試行目的と合致している。

具体的には、現地で計測した赤外線データを用い、表示温度範囲4℃で観察したときに、周囲と比べて0.5～2℃程度の温度低下が発生している部分を外側車輪通過位置部分に有する画像を抽出し、5m毎に写真-2のように赤外線画像と可視画像を同調させて表示できるシステムを用いて判定を行うものである。

今年度秋期の赤外線計測は9月下旬に実施され、10月中旬に評価結果を提供いただいた。これにより同程度の損傷状況と推測される100m区間を抽出し、区間の一部で予防保全対策の加熱合材パッチングを10月下旬に実施した。今後追跡調査を行い、予防保全対策効果を把握していきたい。

## 6. おわりに

今回の試行は、定期的に発生する融雪期のPH大量発生・車両損傷を繰り返さないため、出来るだけ容易に出

来る現場段階で可能な対策を検討・実施したものである。

結果、対策効果は確認できたが、対策以外の影響も大きく、効果量、対策内容の適格性の把握には至らなかった。本報告は課題の把握段階に過ぎないので、今後も継続して取り組んで参りたい。

また、試行結果について各道路管理者に参考としていただくことで、今後の道路管理、インフラメンテナンスの取組に少しでも資することが出来れば幸いである。

謝辞：本試行にあたり土木研究所寒地土木研究所寒地保全技術研究グループ寒地道路保全チームのご指導ならびに札幌道路事務所第3工務課発注の各維持工事受注者の皆様にご協力をいただきました。記して謝意を表します。

## 参考文献

1) 丸山記美雄、星卓見、木村孝司：ポットホール発生箇所の赤外線による事前検知技術に関する基礎検討、寒地土木研究所月報、No. 775、pp. 2-9、2017.