

画像解析を用いた舗装表面における融雪剤残存量の推定に関する研究

Study on estimation of snow melting agent residual of pavement surface by image analysis

北海学園大学 工学部社会環境工学科 学生員 ○片桐 航平
 北海道土木設計株式会社 正員 和田 隆宏
 北海学園大学 工学部社会環境工学科 正員 小幡 卓司

1. はじめに

寒冷地では冬期間中、外気温が氷点下になり、それに伴い道路の路面温度も低下し路面が 0℃以下になると舗装内の水分が凍結する。そのため摩擦抵抗が低下し滑りやすい状態となる。凍結により舗装面が氷で覆われるアイスバーンや、積雪状態の路面上を自動車が走行することによって雪が踏み固められることによる圧雪アイスバーンなどは路面凍結から起因する冬期交通事故の原因である。このような路面状態の対策として塩化ナトリウム(NaCl)や塩化カルシウム(CaCl₂)を含む融雪剤を路面に散布し、凍結防止・融雪が現在頻繁に行われている。しかし融雪剤は凍結路面に対して有用であるが、長期使用することで検討すべき問題点も指摘されている。道路橋に使用された場合、上部構造や鋼部材などが融雪剤に触れると腐食・塗装劣化が発生し部材の健全度が低下したり、RC 部材に浸透すると、ASR や塩害により RC 部材のひび割れや異常膨張の原因となる¹⁾。

以上のことの詳細を確認するために、冬季に散布される融雪剤について、道路管理者側では散布場所・散布頻度に関しては HP など情報公開されているが、総散布量や春季の路面および周辺の残留融雪剤量については十分な情報公開は行われていない。そこで本研究ではアスファルト供試体を用いた実験と冬期舗装表面の画像解析を行い、アスファルト表面の融雪剤残存量を推定することで、融雪剤散布量と飛来塩分の比較を通じて、鋼構造物への影響などに関して検討するものである。

2. 実験ならびに解析方法

実験に使用するアスファルト供試体は 30×30×5 (cm) の密粒度アスファルト混合物 (13F) である。これは北海道の国道に標準的に使用される表装用混合物である。本研究で使用した供試体を写真-1、左上に示す。融雪剤は NaCl が 99%以上配合の食塩を使用した。実験方法は、融雪剤散布後に降雪・降水がない場合の路面を想定し、供試体に塩分濃度 0%~30%の NaCl 水溶液を散布して 24 時間以上自然乾燥させ写真を撮影した(写真-1, 右上)。また、融雪剤散布後に降雪・降水があった場合の路面を想定し、NaCl 水溶液を散布した供試体に、乾燥後さらに水を散布し 24 時間以上自然乾燥させ撮影した。解析については、撮影した各供試体の画像を RGB 値に分解し、塩分濃度との関係を調べた結果、R 値が最も線形近似に適合している結果になった。そこで R 値を代表値としてグラフ化し、最小二乗法により平均化した。R 値の測定には画像解析ソフト GIMP を使用した。さらに、実際の道路面を撮影して、実験結果から残留量の推定を行った。本研究では札幌・函館間の道路 280m間の道路面 50 枚を撮影した(写真-1, 左下)。なお、アスファルト供試体と実際の道路面の彩度・明度は画像編集ソフト Photoshop を用いて一致させている(写真-1, 右下)。

3. 実験結果

表-1、表-2 は実験による各供試体の R 値とその平均



写真-1 使用した供試体と道路面

表-1 各供試体の R 値 (降雪・降水無の路面想定)

塩分濃度 (%)	R 値			
	A1	A2	A3	平均値
0.0	69.5	70.5	73.0	71.0
5.0	82.5	77.5	82.6	80.9
10.0	89.8	82.9	84.1	85.6
15.0	92.1	83.3	84.6	86.7
20.0	95.5	84.0	84.8	88.1
25.0	96.5	89.4	85.2	90.4
30.0	104.8	115.9	99.2	106.6

表-2 各供試体の R 値 (降雪・降水有の路面想定)

塩分濃度 (%)	R 値			
	A1	A2	A3	平均値
0.0	69.5	69.5	69.5	69.5
5.0	78.5	82.5	75.8	78.9
10.0	82.9	84.4	80.2	82.5
15.0	90.0	86.2	81.0	85.7
20.0	94.1	79.5	87.5	87.0
25.0	96.7	79.9	90.9	89.2
30.0	107.7	90.8	95.0	97.8

値である。全ての平均値で、降雪・降水ありの路面想定 R 値が、ない場合の路面想定 R 値より低い値を示している。供試体表面の NaCl 水溶液が水によって洗浄された結果、R 値が減少したと考えられる。表-1、表-2 の結果を図-1 のようにグラフ化し、各データに対応した近似直線を最小二乗法により計算・図示した。破線が降雪・降水なしの場合の路面想定時を近似直線にしたものであり、一点鎖線は降雪・降水ありの場合の路面想定時を近似直線にしたものである。表-3 は撮影した実際の道路面の画像から R 値を測定した結果である。対象道路

面での R 値の平均値は 90.2 であった。

4. 実験・解析結果とその考察

図-2 は対候性鋼材を無塗装で使う場合の適応地域である。北海道は日本海沿岸部 I と太平洋沿岸部に区分されており、前者では海岸線から 20km を超える立地条件、後者は海岸線から 2km を超える位置で対候性鋼材を無塗装で使用してもよい地域とされている。また飛来塩分量測定により 0.05mdd (NaCl : mg/100cm²/day) を超えない地域でも無塗装で使用してもよいとされている²⁾。

表-3 から道路画像 50 枚の平均 R 値は 90.2 であった。この値を図-1 の近似直線にそれぞれ照合すると降雪・降水ありの融雪剤残留量は 18.5%。降雪・降水なしの融雪剤残留量は 22.4% という推定塩分濃度であることがわかった。このことから対象道路の融雪剤残留量は約 20% 程度であると推測される。

橋梁のように複雑な形状をした構造物では、雨水や結露による濡れ時間や腐食の原因となる物質の付着量は部位によって異なる。例えば、飛来塩分の影響を受ける海岸部や水はけが悪く滞水しやすい箇所では腐食が促進される³⁾。そのため飛来塩が想定される海岸部の道路橋では、使用鋼材や防食に関して注意が必要である。例えば対候性鋼材が所定の性能を発揮するためには、その鋼材に応じた適切な環境条件下で使用する必要がある。無塗装で用いた場合に飛来塩分量が多い場合や凍結防止剤を散布する場合には鋼材表面に均一で緻密なさび層が形成されにくい場合がある³⁾。凍結防止剤の使用が多い地域では、何らかの対策が必要と考えられる。

本研究から、飛来塩分量の測定を省略してもよいとされる地域でも、融雪剤による腐食性物質が鋼構造物に付着している可能性が高く、その腐食性物質の量は決して無視できる量ではないことが実験により示された。よって冬期間中に融雪剤を散布する地域では図-2 に示されている現在の無塗装対候性鋼材の適応地域では不十分であると思われ、今後検討していく必要がある。

5. おわりに

本研究では、融雪剤散布による周辺鋼構造物への飛来塩分量の推定を行った。冬期路面の維持管理として北海道の凍結防止剤・融雪剤と冬期路面管理の関係については以前より研究の対象とされてきたが、融雪剤が周辺の鋼構造物にどの程度影響を与えているかは研究の対象とされてこなかった⁴⁾。

今回の実験では、対象道路付近の雪を採取し塩分濃度を測定することが出来なかった。そのため推定塩分濃度の値には正確性を欠くという課題がある。また供試体の個数も 3 個と少ない。今後は、室内での実験の強化、対象道路撮影時にその道路付近の雪を採取して塩分濃度を測定するなど、本研究の正確性、精度を改めて検証・改善する必要がある。また供試体の数も少ないため、供試体数を増やし、今回で使用した密粒度アスファルト混合物 (13F) 以外のアスファルト混合物供試体でも実験、測定を行っていく予定である。

本研究結果が、降雪地域内陸部の道路、周辺鋼構造物への腐食性物質対策の一助となれば幸いである。

【参考文献】

- 1) 三浦 尚：融雪剤による鉄筋コンクリート構造物の劣化。コンクリート工学, 2000. 6.
- 2) 建設省土木研究所, (社)鋼材倶楽部, (社)日本橋梁建設協会：対候性鋼材の橋梁への適応に関する共同研究

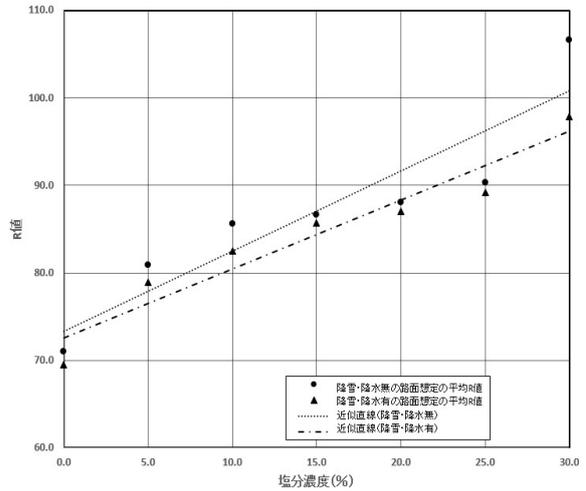


図-1 降雪・降水ありの路面想定および降雪・降水なしの路面想定平均 R 値と近似直線

表-3 ドライブレコーダーからの R 値

NO.	R値	NO.	R値	NO.	R値	NO.	R値	NO.	R値
1	96.3	11	94.5	21	97.1	31	86.0	41	89.2
2	92.5	12	101.4	22	99.6	32	83.5	42	90.6
3	96.1	13	103.9	23	91.9	33	82.5	43	87.6
4	96.0	14	98.8	24	90.9	34	96.2	44	94.4
5	94.5	15	86.2	25	92.9	35	93.4	45	82.6
6	85.3	16	87.8	26	88.3	36	90.1	46	84.0
7	89.0	17	100.2	27	83.9	37	101.4	47	75.3
8	96.7	18	94.3	28	83.4	38	90.0	48	88.0
9	97.7	19	87.6	29	83.9	39	88.5	49	75.7
10	90.3	20	80.1	30	76.1	40	89.6	50	84.1

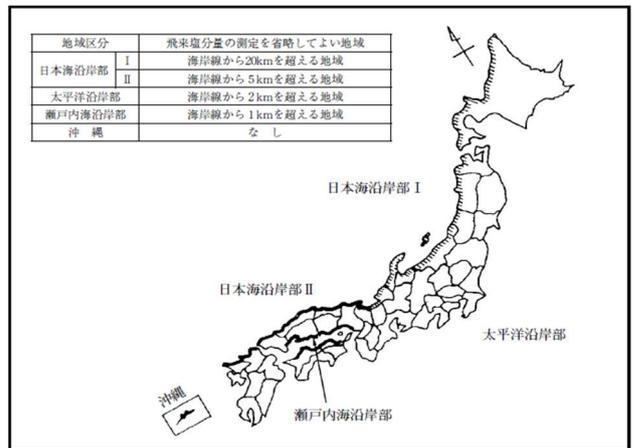


図-2 対候性鋼材を無塗装で使用する場合の適用地域

報告書 (XX) - 無塗装対候性橋梁の設計・施工要領 (改定案). 共同研報告書第 88 号. 1993. 3

- 3) 日本道路協会：平成 24 年度，道路橋示方書・同解説，II 鋼橋編，pp189-190.
- 4) 例えば，宮本修司，高木秀貴，大沼秀次：北海道における凍結防止剤による冬期路面管理について，発土木研究所月報，No. 487, 199. 12. 辻 和秀・三村陽一・吉武 勇・浜田純夫：凍結防止剤の塩害を受けるコンクリート版のライフサイクルコスト，土木学会論文集 No. 784 2005. 3.