

融雪剤による橋梁への影響について

永 藤 壽 宮*・鴨 居 大 輔**・武 藤 真 悟***

Study of Influence on Bridge due to Deicing Salt

NAGATO Toshimiya, KAMOI Daisuke and MUTOH Singo

In this paper, we research some examples of actual bridges with a crack due to deicing salt in snowy and cold Nagano region.

And we research about dispersion-amount of deicing salt in snowy and cold region in Japan and Nagano prefecture.

Therefore we examined the relationship between concrete-deterioration for example called as scaling and the dispersion-amount of deicing salt.

キーワード：コンクリート劣化, 融雪剤, 塩害

1. はじめに

積雪寒冷地では, 昭和 50 年代からスパイクタイヤによる粉じんが社会問題となり, 平成 2 年に法律が施行されスパイクタイヤの使用が規制された。これに伴い, 冬期路面制御のため, 融雪剤の使用量が急増した。

しかし, これら塩化物を含んだ融雪剤は, コンクリートの表面がフレーク状に剥がれる凍害劣化(スケール)を著しく促進させることで知られ, 構造物の美観, かぶりコンクリートの品質低下が懸念される。

また融雪剤による塩害が原因でエフロレッセンスが生じる場合には, コンクリートの劣化が進行して, 鉄筋が腐食し, かぶりコンクリートにひび割れが生じることが多い。そのため, 融雪剤を散布している橋梁等の耐久性が, 著しく損なわれる可能性がある。

2. 研究の概略

本研究では, 融雪剤とコンクリートの劣化の関係を調べ, 実際に橋梁を調査し, 橋梁等の破損状況を知ることを目的とする。

また使用されている融雪剤の種類と, その散布量

を調査するため, 各県庁にアンケートを実施した。更に長野県内の散布状況を調査するため同様のアンケートを建設事務所ごとに依頼して実施した。

また, 長野県内の橋梁, 高速道路その他を調査し劣化の有無を調べた。

3. 塩害と融雪剤

3-1 塩害について

コンクリート構造物における塩害とは, コンクリート中の鋼材の腐食が塩化物イオン(Cl^-)の存在により促進され, 腐食性生物の体積膨張がコンクリートにひび割れや剥離を引き起す。

また鋼材の断面減少などを伴うことにより, 構造物の性能が低下し構造物が所定の機能を果たすことが出来なくなることである。

この塩害には, 大きく三つの原因が上げられる。一つは海水によるもの, もう一つはコンクリート製造時の外部からの供給, そして融雪剤によるものである。

融雪剤として使用される物質として一番に上げられるものが塩化カルシウムや塩化ナトリウムである。

その中でも近年, 使用を特に増大しているのが,

* 環境都市工学科助教授

**平成 17 年度生産環境システム専攻卒業

***信州大学農学部

原稿受付 2006 年 5 月 19 日

いわゆる塩化ナトリウムの食塩である。

これまで融雪剤は、構造物の劣化が顕在化していないが、将来その塩化物イオンから、スケーリングを伴う塩害などを引き起こす危険性は十分にあるといえる。

3-2 使用融雪剤についての調査

積雪量が多いと思われる22の地域の県庁と長野県内の地方建設事務所14箇所に対して、使用している融雪剤の種類と散布量に対するアンケートを実施した。結果は以下の通りである。

(1) 各県庁での実態

表-1に示すように、2004年2005年とも積雪のある地域で最もよく使われているのが塩化ナトリウム(NaCl)と塩化カルシウム(CaCl₂)となっている。

塩化ナトリウムが多く使われている理由としては、価格が安価ということが挙げられる。CMAや液体酢酸化カリウムは、試験的に導入されているようである。これらを見る限り、秋田県を除いて散布物質の主体は塩化カルシウムであり、塩化ナトリウムは1~30%ほどの割合で用いられているようである。またその他の物質、尿素やCMAなどは、森林保護や塩害対策などの観点から必要な箇所のみで使用されているか、あるいは試験目的での散布に限られているものと推測される。

先にも述べたように、塩化カルシウムおよび塩化ナトリウムの最大の利点は値段が安いことであり、散布量が膨大であることからコストに重点をおいて使用物質の決定がなされているものと思われる。いずれにしる環境への影響があると目されている物質の大量散布は望ましいことではないが、打開策として値段が高くても高性能な融雪剤を用いる方法が模索されている。少量の散布でも多量の塩化カルシウムや塩化ナトリウムと同等の融雪効果が得られる融雪剤ならば散布量を減らすことができ、結果的にコストも抑えることができる。融雪剤メーカーが開発・販売している新型の融雪剤の多くがそういった特色を押し出しており、同時に環境への悪影響の少なさもうたっている。今後それらの融雪剤についての検証が進み、現状に対する代替案として確立していくことが望まれる。

続いて各都道府県の融雪剤散布量を表-1, 2に示した。おおむね緯度の高い地方ほど散布量が多い傾向が見られるが、いくつか散布量の多い県が見られる。融雪剤の散布量を決定する要因としてはまず降雪量が挙げられるが、今回のアンケートでは各市町村の道路維持を担当する部署が対象であるので、

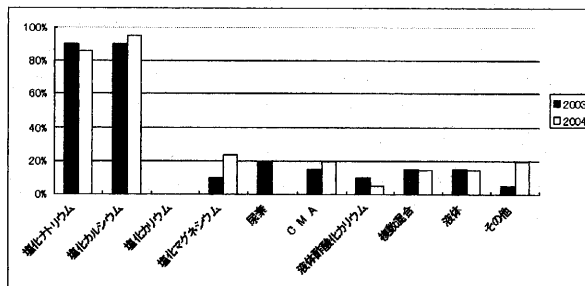


図-1 年度別使用融雪剤(県別)

表-1 県別融雪剤使用量 2003年度

	10月	11月	12月	1月	2月	3月	散布総量
北海道	0.0	200.0	1100.0	3800.0	3500.0	900.0	9300.0
青森	0.0	118.5	1049.4	2438.0	1459.4	840.0	5905.3
秋田	0.0	48.0	1379.0	4037.0	2748.0	1409.0	9621.0
岩手	0.0	0.0	818.2	3019.9	2208.9	970.1	7017.1
山形	0.0	1.7	816.2	3251.9	2292.2	870.6	7179.6
宮城	0.0	0.0	543.0	2926.0	2127.0	1034.0	6630.0
新潟	0.0	0.0	1570.8	6322.7	4249.5	2252.6	14395.6
長野	0.0	14.5	3561.4	4984.0	2741.9	1051.5	12363.3
福島	2.0	9.9	765.8	1745.5	1329.0	429.4	4282.7
石川	0.0	0.0	567.6	2471.7	2137.7	964.1	6141.1
富山	0.0	50.0	701.0	2459.0	1611.0	486.0	5307.0
岐阜	-	-	-	-	-	-	2308.8
栃木	0.0	0.0	499.7	510.9	488.3	281.7	1760.6
岐阜	0.0	0.8	1104.9	1975.2	1267.2	279.4	4527.4
福井	-	-	-	-	-	-	3640.0
鳥取	0.0	0.0	243.5	802.7	486.2	211.6	1744.1
島根	0.0	0.2	149.1	434.6	248.1	78.1	910.1
兵庫	0.0	0.0	613.0	2553.3	2296.1	128.0	5590.4
愛知	0.0	0.0	35.2	489.6	654.6	58.9	1248.3
山梨	0.0	0.0	120.0	672.0	885.0	198.0	1875.0
滋賀	0.0	0.0	1089.0	1823.0	531.0	490.0	3933.0
埼玉	-	-	-	-	-	-	(未回答)
計	2.0	443.6	16728.8	46717.0	33198.1	12933.0	109621.6

表-2 県別融雪剤使用量 2004年度

	10月	11月	12月	1月	2月	3月	散布総量
北海道	0.4	254.0	2489.0	2663.0	2225.0	1025.0	8656.4
青森	0.0	100.0	1700.0	1900.0	1700.0	800.0	6100.0
秋田	0.0	24.0	2301.0	5718.0	5248.0	2250.0	15549.0
岩手	0.0	0.0	1064.0	3028.0	2971.0	1293.0	8356.0
山形	0.0	1.0	902.0	3207.0	3112.0	1221.0	8443.0
宮城	0.0	0.0	1469.0	4252.0	3369.0	1474.0	10564.0
新潟	0.0	0.0	1459.5	6160.2	6697.5	3102.6	17408.8
長野	2.5	192.3	2919.8	7572.8	4362.4	1808.3	16810.6
福島	0.0	26.2	1108.4	2475.0	1743.6	753.3	6105.5
石川	0.0	0.0	473.5	2378.3	2553.9	822.7	6228.4
富山	0.0	0.0	527.0	1786.0	1651.0	463.0	4437.0
岐阜	-	-	-	-	-	-	3505.4
栃木	0.0	0.0	542.0	1228.0	1019.0	87.0	2876.0
岐阜	-	-	-	-	-	-	(未回答)
福井	-	-	-	-	-	-	2800.0
鳥取	0.0	0.0	102.7	707.3	686.9	277.9	1774.8
島根	0.0	0.0	82.0	338.0	309.0	154.0	883.0
兵庫	0.0	0.0	406.1	2411.0	2333.3	680.0	5829.4
愛知	0.0	0.0	56.6	457.8	565.0	114.0	1211.4
山梨	0.0	0.0	251.0	569.0	552.0	381.0	1780.0
滋賀	0.0	0.0	650.0	2153.0	940.0	250.0	3993.0
埼玉	0.0	0.0	304.0	257.0	106.0	91.0	758.0
計	2.9	595.5	18785.6	49161.4	42144.6	17047.8	127744.3

道路総面積の大小が大きな要因となる。その他の要因としては、民間が自己負担する割合や、除雪など他の降雪対策の普及度などが考えられる。

ここで全国での散布総量について考えると、今回アンケートの回答を得られた県の合計だけでも2003年に約110000t、2004年に約130000tの散布が行われている。このような大量散布となると融雪剤の成分によっては生態系に悪影響を与えかねず、環境に配慮した物質の散布、使用量の低減が望まれる。また次に述べるような理由から、降雪予測の正

確性と、それによる除雪等の路面管理の効率化、不必要な融雪剤の散布を減ずる必要がある。

融雪剤には降雪後に散布して融雪を促す他、降雪が予想される際に前もって散布しておくことで積雪量を減らすという使い方がある。前者の場合、大量の雪に融雪剤を散布すると雪がシャーベット状になり路面状況をさらに悪化させる危険があるため、降雪予測の精度の向上を図り、前もって散布するなどの必要がある。

(2) 長野県内建設事務所ごとの実態

図-2に示すように、長野県内でも同様に、塩化ナトリウム、塩化カルシウムの使用頻度が最も高かった。

また融雪剤散布量も表-3、表-4に示すように長野県内の地方建設事務所について、同様に比較した。

最も散布量が多いのは松本建設事務所である。松本建設事務所が管轄する地域は長野県の中核都市であり、道路の総面積は他の地域に比べて非常に大きい。この点は融雪剤の散布量が道路面積に比例するという予測と一致する。

3-3 劣化状況の調査

融雪剤の散布状況と、同時に融雪剤の散布箇所、劣化が認められるかというアンケートを、実施した。

図-3、図-4に示すように2003年と2004年で若干の違いがあるが、この項目は具体的な測定方法がある訳ではなく恐らくは目視により主観的に判断したものであるので厳密な比較を行う必要はない。

多く挙げられたのは境界ブロック、地覆といった項目であり、これらは凍結融解や塩害による劣化が特に顕著に現れる部分である。

4. 長野県内の橋梁調査

長野県内の橋梁を調査したところ、古い橋梁のみならず、新しい橋梁、地覆などにもコンクリートの劣化が見られる箇所があった。

架設年度の古い橋梁の鋼橋においては配水管の近くや高欄下部に多く発錆しているのが確認された。配水管の配置されている橋脚や橋台等のコンクリート構造物は経年劣化が顕著であった。

又、床板や舗装には、ひび割れがあり浸透水がある床板下部においては、鉄筋の配筋が下面より確認できる程、変色したコンクリートも見られた。表-5に調査した橋梁群の一部を橋梁調査表を介して紹介する。

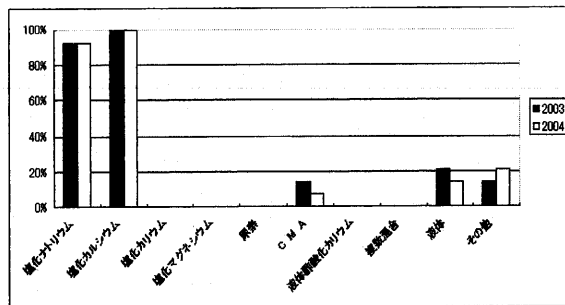


図-2 年度別使用融雪剤(県内)

表-3 県別融雪剤使用量 2003年度(県内)

	10月	11月	12月	1月	2月	3月	散布総量
白田	0.0	0.0	2200	146.0	95.0	59.0	5090
佐久	0.0	3.0	351.0	467.0	359.0	142.0	1322.0
上田	0.0	0.0	4225	503.0	404.0	174.8	5043.3
諏訪	0.0	0.5	244.0	697.5	293.0	180.5	1415.5
伊那	0.0	0.0	151.9	339.0	124.4	73.4	688.7
飯田	0.0	0.0	373.0	832.0	298.0	55.0	1658.0
木曾	0.0	1.0	157.0	256.0	205.0	64.0	722.0
松本	0.0	10.0	1080.0	862.0	487.0	195.0	2624.0
安曇野	0.0	0.0	70.0	235.0	60.0	54.0	419.0
大町	0.0	0.0	587.0	702.0	527.0	170.0	1986.0
千曲	0.0	0.0	93.0	119.5	75.5	14.1	302.1
須坂	0.0	0.0	170.0	196.5	165.5	38.0	570.0
中野	0.0	0.0	84.5	93.5	82.5	16.5	237.0
飯山	0.0	0.0	132.0	411.0	114.0	28.0	685.0
計	0.0	14.5	3561.4	4984.0	2741.9	1051.5	12353.3

表-4 県別融雪剤使用量 2004年度(県内)

	10月	11月	12月	1月	2月	3月	散布総量
白田	0.0	4.0	144.7	361.2	157.4	128.4	795.7
佐久	0.0	4.0	318.0	836.0	496.0	305.0	1959.0
上田	0.0	0.0	549.5	654.5	524.0	225.5	1954.0
諏訪	0.0	0.5	192.1	696.0	389.5	189.3	1467.5
伊那	0.0	0.0	110.0	370.0	174.0	52.0	706.0
飯田	0.0	0.0	354.0	949.0	391.0	86.0	1771.0
木曾	0.0	0.0	69.0	337.0	166.0	65.0	637.0
松本	0.0	142.3	546.5	1113.6	744.1	228.4	2774.9
安曇野	0.0	0.0	47.0	194.0	144.0	48.0	433.0
大町	0.0	38.0	245.0	834.0	597.5	280.0	1925.5
千曲	0.0	0.0	36.1	161.5	82.2	32.2	311.9
須坂	0.0	0.0	70.0	280.0	220.0	100.0	670.0
中野	2.5	3.5	36.9	168.0	112.7	49.5	375.1
飯山	0.0	0.0	199.0	618.0	174.0	38.0	1029.0
計	2.5	192.3	2919.8	7572.8	4362.4	1808.3	16810.6

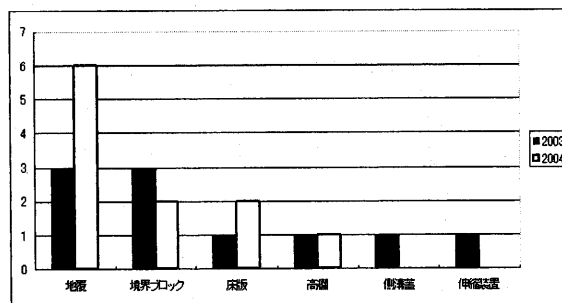


図-3 劣化がみられた箇所(県別)

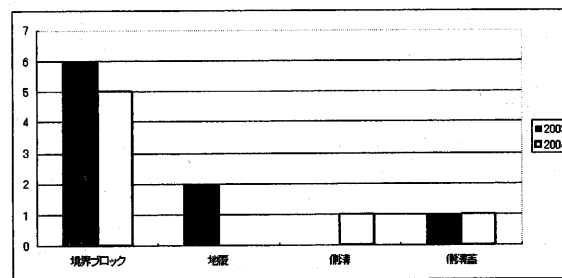


図-4 劣化がみられた箇所(県内)

表-5 橋梁調査票

項目	名称	竣工年月	形式	状態(重度なほど高く表示)	
				Lv.	追記
1	豊野大橋	1995年7月	全体写真なし。	1	えんせき
2	東大津橋??	-	連続 鉄筋コンクリートT桁橋	1	ヒビが白い、主桁下に鉄筋の浮き
3	明治橋	1992年11月	連続 鋼箱桁橋	1	塗装のはく離
4	境川橋?	-	??	1	ヒビが白い、コンクリ継ぎ目茶色い
5	きたざわ橋	1986年10月	鋼板桁橋	1	
6	高速道路?	-	連続鉄筋コンクリート箱桁橋	1	融雪剤が跳ねて床版横に錆が付着
7	村山橋(1)	-	連続鉄筋コンクリートT桁橋	1	ヒビが白い
8	丹波島橋	-	連続鋼板桁橋	1	広範囲のシミ、薄く浮き上がる
9	新長野大橋	-	連続 鋼箱桁橋	1	ヒビがしろい、舗装がはげる
10	千曲川橋梁	1983年12月	連続トラス橋	1	支承の錆
11	竹生橋	1990年7月	鋼板桁橋	1	ところどころ茶色いシミ
12	島田沢橋	1993年4月	連続鋼板桁橋	1	床版下部にシミ、ヒビが白い
13	万葉橋	-	連続鉄筋コンクリート箱桁橋	1	ヒビからエフロッセンス
14	鮎川橋	-	連続 鋼板桁橋	2	鉄筋白く浮き上がる
15	なつまた橋	-	連続 鉄筋コンクリートT桁橋	2	緑石劣化
16	大日方一号橋	-	鉄筋コンクリートT桁橋	2	橋台にアルカリ骨材反応でヒビ割れ
17	小布施橋	-	連続 トラス橋	2	橋台
18	上今井橋	1994年7月	連続 トラス橋	2	鉄筋白く浮き上がる。鋼材のサビ
19	古牧橋	1963年12月	連続鉄筋コンクリートT桁橋+連続トラス橋	2	橋台、橋脚にヒビ、ヒビ白い、鉄筋むき出し
20	天人橋	1974年11月	連続 鉄筋コンクリートT桁橋	2	橋台のヒビ
21	洪湯橋	-	連続 鉄筋コンクリート?桁橋	2	橋台のヒビ
22	天川橋	-	鋼板桁橋	2	ヒビ割れ
23	越橋	-	連続 鋼板桁橋	2	橋台のヒビ
24	平成橋	1994年3月	コンクリート斜張橋	2	ヒビ割れ
25	折橋	-	連続 コンクリートT桁橋	2	ヒビ割れ
26	大関橋	1965年12月	連続 トラス橋	2	橋脚のヒビ、鋼材の腐食
27	中央橋	-	連続 鋼アーチ橋	2	ヒビ割れ
28	柏尾橋	-	連続 トラス橋	2	ヒビ割れ
29	矢垂大橋	-	鉄筋コンクリートラーメン橋	2	鉄筋白く浮き上がる
30	細切橋	1989年4月	連続 鋼箱桁橋	2	鉄筋の茶色いしみ
31	りょうくんはし	-	連続 コンクリート斜張橋	2	ヒビから腐食
32	小笹橋	1973年12月	全体写真なし。	2	床版にヒビ
33	安庭橋	1990年3月	鋼アーチ橋+連続鋼板桁橋	2	鉄筋白く浮き上がる
34	青木橋	1991年7月	連続鋼板桁橋+連続鉄筋コンクリート箱桁橋	2	鉄筋白く浮き上がる
35	大平橋	1992年3月	連続 鉄筋コンクリートT桁橋	2	鉄筋茶色く浮き上がる。
36	潮間橋	1991年7月	鋼板桁橋	2	鉄筋茶色く浮き上がる。ひび
37	大安寺橋	-	連続 鋼箱桁橋	2	鉄筋茶色く浮き上がる。
38	百合居橋	-	トラス橋+鋼板桁橋	2	橋台のヒビ
39	ひかくし橋	1987年10月	鋼板桁橋	2	床版横のヒビからコケ。舗装にヒビ
40	青倉橋	1985年10月	鋼板桁橋	2	緑石の劣化
41	栄大橋	-	鋼板桁橋	2	路面の継ぎ目と一部ヒビ
42	たいほう橋	1995年12月	連続鋼板桁橋	2	ヒビが白い、薄く浮き上がる、緑石の表面はく離
43	厚島橋(2)	1993年4月	連続鉄筋コンクリートT桁橋	2	鉄筋白く浮き上がる
44	落合橋	1966年10月	連続鋼板桁橋	2	橋台のヒビ、エフロッセンス、床版下部補修
45	安茂里鉄道橋(1)	1957年5月	連続トラス橋	2	鋼材の錆と橋脚のヒビ
46	安茂里鉄道橋(2)	1957年5月	連続トラス橋	2	鋼材の錆と橋脚のヒビ
47	安茂里新幹線	-	連続トラス橋	2	白く浮き上がり、ヒビが白い
48	関崎橋	1973年5月	連続鋼板桁橋	2	広範囲のシミ、橋台のヒビ
49	更埴橋	1971年3月	連続鋼板桁橋	2	白いシミ、橋脚のヒビ
50	新幹線	-	連続トラス橋	2	鉄筋白く浮き上がる
51	角井沢橋	-	鉄筋コンクリートラーメン橋	2	ヒビが白い、補修後のヒビ、継ぎ目ヒビとシミ
52	西大久保橋	1991年3月	連続鋼板桁橋	2	鉄筋浮き上がる
53	保高橋	1993年5月	プレストレスト 鉄筋コンクリート箱桁橋	2	隅から白い液。広範囲のシミ
54	森下橋	1992年5月	プレストレスト 鉄筋コンクリート箱桁橋	2	ヒビが白い、橋台の表面ぼろぼろ。
55	市之口橋	-	連続鉄筋コンクリート箱桁橋	2	白いシミ、鉄筋薄く浮き上がる
56	美会橋	1991年7月	連続鋼板桁橋	2	舗装にヒビ、鉄筋白く浮き上がる
57	粟佐橋	1988年7月	連続鋼板桁橋	2	鉄筋薄く浮き上がる
58	千曲橋	1995年3月	連続斜張橋	2	支承の錆、エフロッセンス
59	平和橋	1982年12月	連続鋼板桁橋	2	白いシミ、鉄筋薄く浮き上がる。
60	冠着橋	1991年3月	連続鋼板桁橋	2	鉄筋薄く浮き上がる。ヒビが白い
61	大正橋	1966年3月	連続鋼板桁橋	2	支承の錆、鉄筋薄く浮き上がる
62	米持橋	-	連続 鉄筋コンクリートT桁橋	3	鉄筋、骨材飛び出し。桁上でヒビ割れ
63	立ヶ花橋	1992年9月	連続 トラス橋	3	鉄筋濃く浮き上がる。
64	星川橋	1967年12月	連続 鉄筋コンクリートT桁橋	3	床版などにヒビ
65	角間橋	-	連続 鉄筋コンクリート箱桁橋	3	床版などにヒビ
66	和合橋	-	張出 鉄筋コンクリート箱桁橋	3	桁上でヒビ割れ
67	常盤大橋	-	連続 鋼箱桁橋	3	ヒビ、鉄筋の茶色い浮き
68	湯瀧橋	-	トラス橋+連続鋼板桁橋	3	ヒビ、鉄筋の茶色い浮き
69	市川橋	1994年11月	ランガートラス橋	3	鉄筋白く浮き上がる。
70	白鳥大橋	1987年7月	鉄筋コンクリート床版橋?	3	鉄筋茶色く浮き上がる。ひび
71	村山橋(2)	-	連続鋼板桁橋	3	橋台ぼろぼろ、鉄筋むき出し、鋼材の錆
72	長野大橋	1969年5月	連続鋼板桁橋	3	橋台のヒビ、路面継ぎ目のヒビと隙間
73	小市橋	1966年6月	連続トラス橋+連続鋼板桁橋	3	広範囲にシミ、鉄筋浮き上がる、橋脚のヒビ
74	川中島橋	1993年5月	連続鋼板桁橋	3	鉄筋浮き上がる、左右の橋台のずれ
75	赤坂橋	-	連続トラス橋	3	鉄筋濃く浮き上がり、むき出し。床版薄い
76	篠ノ井橋	-	連続鋼板桁橋	3	鉄筋白く浮き上がりむき出し、橋台のひび
77	大野橋	1991年	連続鋼板桁橋	3	鉄筋濃く浮き上がる
78	更埴IC	-	連続鋼板桁橋	3	ヒビが白い、鉄筋濃く浮きあがる
79	夜間瀬橋	1976年9月	連続 鉄筋コンクリート箱桁橋	4	橋台のヒビ。塗装のはく離
80	長野電鉄の橋	-	鋼橋	4	サビやひび
81	栄橋	-	連続 鉄筋コンクリート箱桁橋	4	床版などにヒビ
82	黒川橋	-	連続 鋼板桁橋	4	鉄筋の浮き、飛び出し、ヒビ、鋼材の腐食など
83	相生橋	-	連続 鉄筋コンクリートT桁橋	4	鉄筋の飛び出しなど
84	屋島橋(1)	1980年6月	アーチ橋	4	支承や排水管の錆、橋脚や橋台のヒビ、シミ
85	岩野橋	1971年12月	連続鉄筋コンクリートラーメン橋	4	橋台ぼろぼろで崩れそう、床版下部のシミ

4-1 砂田橋

路線：406号

完成年次：平成11年

形式：コンクリート箱桁橋

写真-1に示すように竣工後数年の新しい橋であるが、すでに地腹部が激しいポップアウトを起こしている。融雪剤による塩害と凍結融解の繰り返しの生じたものと思われるが、床版と同様のコンクリートを使用した箇所と貧コンクリートを使用した箇所で明確に劣化程度の差が表れている。

4-2 立ヶ花橋

路線：市道

完成年次：平成4年

形式：連続トラス橋

写真-2に示すように床版裏側に鉄筋の配置に沿った錆汁の浸出が非常に濃く現れており、またアスファルト舗装のひび割れ、支承の塗装剥離などが見られ、全体において劣化が進行している。

4-3 綱切橋

路線：県道

完成年次：平成1年

形式：鋼箱桁橋

写真-3に示すように、綱切橋は床版下部で、鉄筋の配置が白いシミとなって濃く浮き上がっている。また下部の鋼板にも鉄筋の配置に沿った茶色いシミが見られる。徐々に劣化が進行している。

4-4 小布施橋

路線：市道

完成年次：不明

形式：連続トラス橋

写真-4に示すように、アルカリ骨材反応と思われる亀甲状のひび割れが発生している。写真-5に示すように、また床版下部では鉄筋の配置が白いシミとして浮き出している。

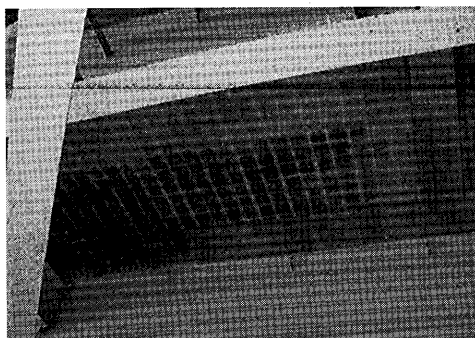


写真-2 立ヶ花橋鉄筋発錆

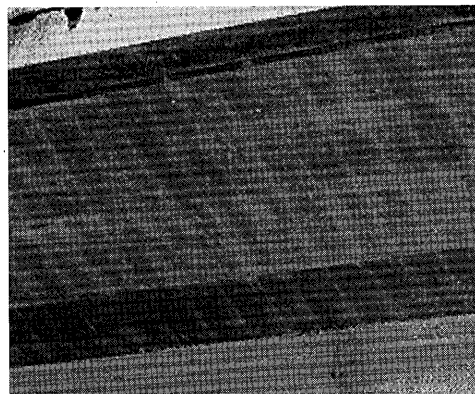


写真-3 綱切橋鉄筋状しみ



写真-4 小布施橋アルカリ骨材反応



写真-1 砂田橋スケーリングと剥離

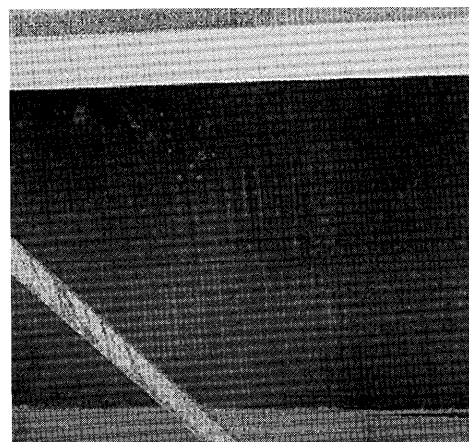


写真-5 小布施橋床版下部鉄筋発錆

5. 劣化複合

コンクリートの劣化要因で、塩害劣化、融雪剤による劣化と、密接に関係があると考えられるものとして、中性化、凍害、アルカリ骨材反応が挙げられる。

融雪剤による被害は、塩害だけでなく、中性化を引き起こす要因にもなる。又、融雪剤を使用する地域は、冬季の気温が低い場合が多く、凍害の危険性もある。アルカリ骨材反応が見られる橋梁などでは、ひび割れから融雪剤が進入し鉄筋の腐食の進行が進みやすくなる。

5-1 中性化

中性化は基本的に二酸化炭素に因るものである。コンクリートには空隙があり、その空隙に酸化物が侵入することによって中性化がおこる。

近年では交通量の増大に因る排気ガスもその要因として挙げられている。中性化が起こると鉄筋表面を覆う酸化皮膜が破壊され、鉄筋が酸化鉄に変わる。

酸化鉄に変化すると通常の鉄筋の約 2.5 倍に体積が増え、周囲のコンクリートを押し、結果コンクリートのひび割れが発生し、スケーリングが起こる。そのため、融雪剤が、コンクリート内部に侵入しやすくなり、塩害の進行の危険性が高まる。

5-2 凍害

凍害はコンクリート内部にある水が凍り、膨張することによって発生する。凍害は、凍結と融解を繰り返す地域で起こりやすい傾向がある。凍害が起こると、コンクリートに細微なひび割れや、スケーリングが起こる。

5-3 アルカリ骨材反応

アルカリ骨材反応はわが国では殆どの場合、アルカリシリカ反応である。アルカリシリカ反応は、コンクリート中のアルカリ溶液と、反応性シリカの反応によりゲルが発生することである。このゲルは水分を吸収し、次第に膨張しコンクリートにひび割れを発生させる。ひび割れによって水分が供給されやすくなり、融雪剤の進入が容易となり、鉄筋は腐食

しやすくなる。

6. 結果

6-1 調査結果による考察

どこの地域でも安価な塩化ナトリウム、塩化カルシウムを使用していることが判明したが、それ以上に、散布量の多さに驚かされた。環境、コンクリートへの影響が少ない融雪剤の使用が望ましいが、現在では、コストの面から見ると難しいようである。

しかしながら、いくつかの場所で、試験的に使用された CMA の原料、アセテートの輸入自由化に伴い、コストの低下が期待されるため、導入の増加が望まれる。

アンケートの結果から、コンクリートが劣化している橋梁や縁石などは少なからず存在している。コンクリートの劣化によるひび割れ等から融雪剤が大量に浸透する可能性が高く、劣化を加速させてしまうことは、容易に予測でき得る。事実、長野県内の橋梁を調査したところ、凍害と思われるスケーリングや、ひび割れは数多く確認され、鉄筋に影響を及ぼしている橋梁も確認できた。

6-2 劣化要因の複合

コンクリートを劣化させる中で融雪剤と関係性の高い三点の劣化を紹介したが、いずれも、融雪剤による劣化を促進する要因となる。

中性化、凍害、アルカリ骨材反応などによって発生した、ひび割れから、融雪剤を含む水溶液が浸入し、コンクリート内部の鉄筋を腐食させる。鉄筋が腐食すると、周囲のコンクリートを押し出し、またコンクリート表面の破壊につながる。

またエフロレッセンスが生じている場合には、コンクリート内部に水が浸透しやすくなっているため、鉄筋の劣化が懸念される。

参考文献

- 1) 藤原忠司 長谷川寿夫：コンクリートのはなし I 技報堂出版
- 2) 日本コンクリート工学協会：コンクリート技術診断 I 日本コンクリート工学協会