

塩害等を受けた壁高欄の詳細調査事例報告 (中性化による塩化物イオン濃縮現象)

国土交通省 相武国道事務所 窪田光作, 古谷明久, 瀬庭一仁
 パシフィックコンサルタンツ(株) フェロー会員 ○森康晴

1. はじめに

八王子市内の市街地にある高架橋 (橋長: 約126.5m) において、壁高欄(内側)に著しいコンクリートの剥離・鉄筋露出が定期点検で確認された。当該高架橋は1990年に供用開始、上下計4車線、両側に高さ約5mの遮音壁が建ち、利用交通量(2005年度道路交通センサス)は31,903台/日 (大型車混入率33.8% (昼間12時間))。気象観測データ (地点: 八王子)によれば、年に数回の降雪、気温が-0℃以下の日数が概ね70日あることから、凍結防止剤の散布 (約3ton/km/年度 (H24年度実績)) が適宜行われている。ここでは、損傷原因を明らかにするため実施した詳細調査の概要を報告する。



写真-1 対象高架橋の概観



写真-2 壁高欄(上り側)の損傷写真

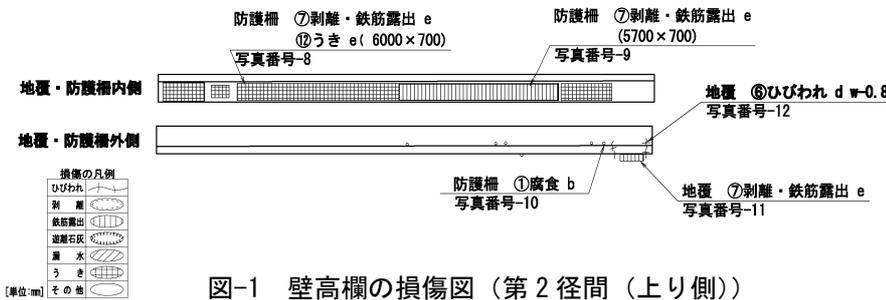


図-1 壁高欄の損傷図 (第2径間(上り側))

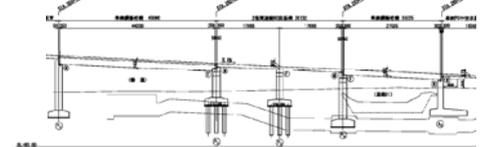


図-2 対象高架橋の側面図

2. 壁高欄の詳細調査

定期点検結果では鉄筋のかぶり不足が主たる原因とされていたが、今回、利用交通量・気象・凍結防止剤散布等の状況からコンクリートの中性化や凍結防止剤による影響を原因として疑い、詳細調査として、損傷の著しい上り側の壁高欄コンクリート表面から鉄筋位置にかけて中性化試験や塩分含有量試験等を行うこととした。

2.1 当初の中性化試験及び塩分含有量試験等の結果

表-1及び図-3に、中性化試験及び塩分含有量試験等の結果を示す。中性化試験はNDIS3419に、塩分含有量試験はJIS A 1154に準拠し、コンクリート強度はシュミットハンマーによる推定強度である。試験の結果、中性化は鉄筋位置まで達しており、塩化物イオン量は図-3に示すように発錆限界 (1.2 kg/m³) を大きく超え、コンクリート表面から壁高欄中心に向かって濃度が上昇していた。図-3の断面分布からは内在塩分の可能性も疑われた。

表-1 コンクリート強度、中性化深さ及び塩化物イオン量一覧

径間	コンクリート強度 (N/mm ²)	コンクリート表面からの中性化深さ (mm)		塩化物イオン量Cl ⁻ (kg/m ³)			
		内面	外面	0~20mm	20~40mm	40~60mm	
上り線	1	19.3	31.2	47.7	1.43	5.21	4.31
	2~3	20.1	26.2	44.6	1.23	3.89	3.10
	4	23.0	28.9	46.3	-	-	-
	5	24.1	-	45.8	0.86	1.87	3.17

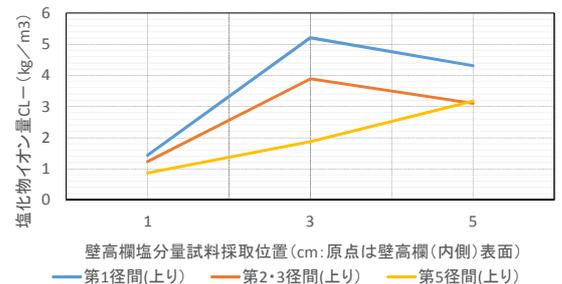


図-3 塩化物イオン量の断面分布(上り側)

2.2 当初の試験結果を踏まえた追加試験の実施

2.1の結果に対し、当該高架橋が1984年塩害対策指針(案)通達後の施工であること、壁高欄(外側)の損傷は少ないこと、表面から浸透した塩分はコンクリートの中性化の進行に伴って塩分が浸透し濃縮化が進むとの報告¹⁾もあり、内在塩分か、中性化による塩化物イオン濃縮現象か等、さらに調査を進めるため、追加試験として壁高欄の壁厚全体から試料を採取し塩分含有量試験等を行うこととした。図-4に試験用試料の採取位置(上り側)を示す。

キーワード 詳細調査、壁高欄、塩害、中性化試験、塩分含有量試験、中性化による塩化物イオン濃縮現象

連絡先 〒163-6018 東京都新宿区西新宿六丁目8番1号 パシフィックコンサルタンツ(株) TEL 03-5989-8341

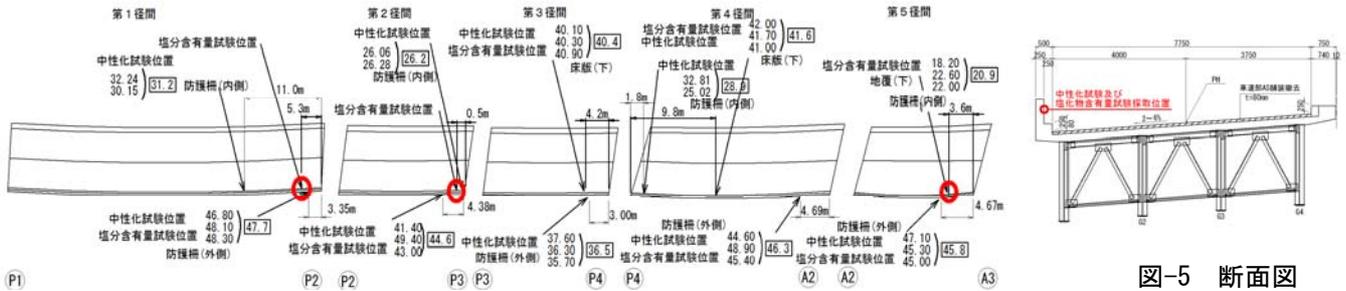


図-4 (上り側) 中性化試験及び塩化物含有量試験試料採取位置 (○は当初試験の採取位置) (第1径間(上り側))

表-2に、壁高欄の壁厚全体について行った試験結果を示す。(赤字は、追加試験の結果)

2.1に示す当初の試験では、上り側の壁高欄(内側)コンクリート表面から3cmの位置で最大5.21 kg/m³の塩化物イオンが計測されていたが、今回の追加試験では、図-6に示すように、その先は壁高欄の中ほどから外側にかけて塩化物イオンがほとんど計測されていない。また、下り線側で行った追加試験でも、5cmの位置で最大8.89 kg/m³の塩化物イオンが計測されたものの、図-7に示すように上り側(図-6)と同様の傾向が見られた。

表-2 コンクリート強度、中性化深さ及び塩化物イオン量一覧

径間	コンクリート表面からの 中性化深さ (mm)		塩化物イオン量Cl ⁻ (kg/m ³)								
	内面	外面	0~20mm	20~40mm	40~60mm	100~120mm	130~150mm	190~210mm	210~230mm	230~250mm	
上り線	1	31.2	47.7	1.43	5.21	4.31	0.04	0.04	0.37	0.13	0.20
	2~3	26.2	44.6	1.23	3.89	3.10	0.04	0.04	0.07	0.04	0.07
	4	28.9	46.3	2.42	3.70	0.31	0.07	0.04	0.26	0.11	0.04
	5	-	45.8	0.86	1.87	3.17	0.09	0.07	0.09	0.09	0.07
	1	40.0	-	0.92	4.22	8.89	0.09	0.07	0.07	0.09	-
下り線	2~3	37.0	-	2.84	3.92	6.67	0.44	0.11	0.24	0.44	-
	4	37.3	-	1.28	4.93	6.31	0.11	0.09	0.24	0.46	-
	5	35.3	-	0.84	2.40	3.30	0.11	0.07	0.13	0.09	-

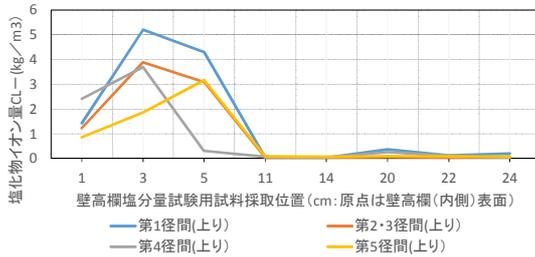


図-6 塩化物イオン量の断面分布(上り線)

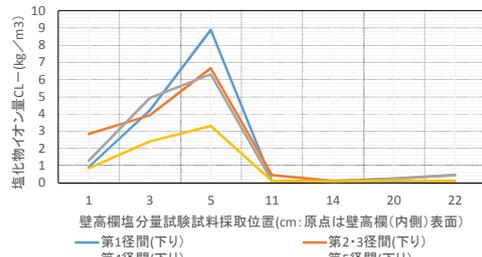


図-7 塩化物イオン量の断面分布(下り線)

2.3 原因推定

以上の結果から、損傷原因は中性化及び塩害であること、さらに当初の試験で壁高欄(内側)のコンクリート表面から6cmまでの範囲で計測された塩化物イオンの主要因は内在塩分ではなく凍結防止剤による塩分であり、中性化の進行に伴って塩分がコンクリート内部に濃縮される塩化物イオン濃縮現象と推定された。

これを受けて、補修方法としては、劣化したコンクリート部分をハツリとって、亜硝酸リチウム含有のポリマーセメント等で断面修復し、外部からの塩分等の付着・浸透を抑制する表面保護を行うこととした。

3. まとめと今後の課題

今回、凍結防止剤の散布量が多くない高架橋においても、長年の散布や車両からの排出ガス等による中性化の進行によって、塩害の発生や中性化による塩化物イオン濃縮現象が発生することが判明した。

今後、今回と同様の状況下にある橋梁において同様の損傷が確認された場合には、安易にコンクリートの経年劣化やかぶり不足等の施工不良と決めつけず、状況に応じて塩分含有量試験等の詳細調査を実施した上で補修方法を検討・実施する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 塩害と中性化の複合劣化を受けるコンクリート中の鉄筋の腐食速度(修士論文), 香川大学大学院工学研究科 安全システム建設工学専攻 黒田裕伸, 2006.2.20