

既設橋梁の塩害特定点検結果に基づいた塩分浸透予測に対する調査箇所の影響

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○佐藤 純弥
国立研究開発法人土木研究所 正会員 吉田 英二

国立研究開発法人土木研究所 正会員 内田 雅一
国立研究開発法人土木研究所 正会員 石田 雅博

1. はじめに

一般国道において塩害による劣化が生じる可能性があるコンクリート橋では、予防保全的な観点から、コンクリート橋の塩害に関する特定点検要領(案)¹⁾(以下、塩害特定点検)に基づき塩分量の調査が実施されてきた。この調査ではコア採取などのサンプリングが行われているが、採取箇所によって塩分量が大きく異なる場合がある²⁾。そこで、塩害特定点検の調査結果に基づき調査箇所の影響を検討した。

2. 検討概要

2.1 塩害特定点検の調査手順

塩害特定点検は JIS A 1154 に準じた塩分量(全塩化物イオン量)調査を、まずかぶりが大きい下部工に対して実施する。調査の結果、塩害を受ける可能性が高い橋梁に限定して上部工を調査する。なお、塩害を受ける可能性が高い場合とは、上部工のかぶりに相当する深さの下部工の塩分量が 1.0 kg/m^3 以上の場合である。塩分調査では、電磁誘導法又は電磁波反射法によるかぶり、中性化深さおよび 10 mm ごとの塩分量の測定と 10 年後の塩分量の将来予測を行う。将来予測は、フィックの拡散法則に従って、調査時点の塩分分布に合致するように見掛けの拡散係数、表面塩化物イオン量、初期塩化物イオン量のパラメータを推定し、点検から 10 年後のかぶり深さの塩分量を算出³⁾する。

2.2 検討内容

本研究における検討フローを図-1 に示す。ステップ 1 として、下部工の調査時に得たパラメータを適用し算出した上部工のかぶりに相当する深さの塩分量(以下、下部工点検に基づく上部工推定値)と上部工点検の測定値を比較した。次に、ステップ 2 として、上部工の初回点検時に得たパラメータを適用し算出した推定値(以下、上部工初回点検の推定値)と 2 回目の測定値を比較した。なお、実務上は測定したかぶりより安全側となる設計上のかぶりを適用した事例が確認できたため、ここでは、推定に各々適用されたかぶりを用いた。

3. 下部工点検に基づく上部工推定値と上部工点検の測定値の比較及び調査箇所の影響

ステップ 1 の下部工点検の推定値と上部工点検の測定値の関係を図-2 に示す。下部工から上部工の順に調査された橋梁は 178 橋である。また、図中に示す側面、正面は図-3 に示す面である。図-2 より、約 8 割の橋梁において推定値が測定値に比べて大きくなる、すなわち安全側に推定していることがわかった。これは上部工に比べて下部工のコンクリート強度が低い場合が多いため、塩分が拡散しやすかったことが要因であると考えられる。一方で、29 橋は測定値が推定値より大きかった。この要因を定性的に分析するため、図-3 に下部工の塩分調査箇所を下部工側面又は正面並びに漏水有無で整理した。なお、漏水有りは、塩害特定点検調書で判断できる限りにおいて、削孔箇所付近に漏水跡がないが、その他の箇所に漏水跡が確認できた箇所を含む。図-3 より、推定値が測定値より小さい橋梁(29 橋)は側面で漏水がない箇所、すなわち、雨掛かりのみの箇所が多い。一方、推定値が測定値以上の橋梁(149 橋)は正面で漏水がある箇所が多い。この要因として、側面の漏水がない箇所は、凍結防止剤等を含んだ塩

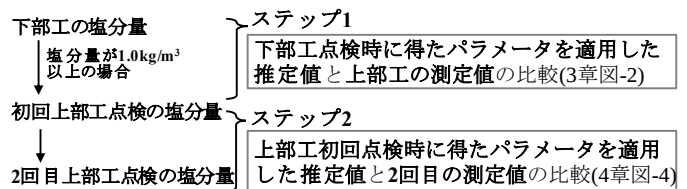


図-1 検討フロー

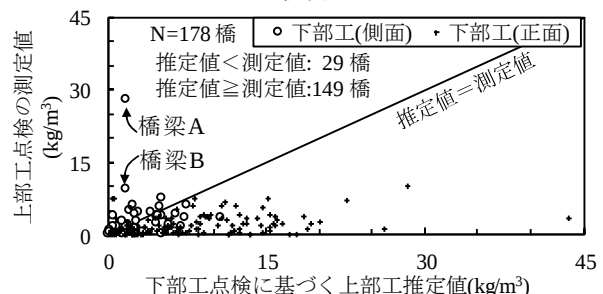


図-2 下部工点検に基づく上部工推定値と上部工点検の測定値の関係

キーワード 塩害, 既設橋梁, 特定点検, 塩分調査

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (国研)土木研究所 TEL 029-879-6773

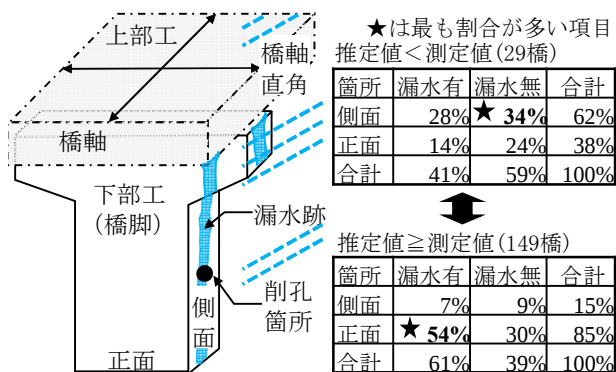


図-3 下部工の塩分調査箇所

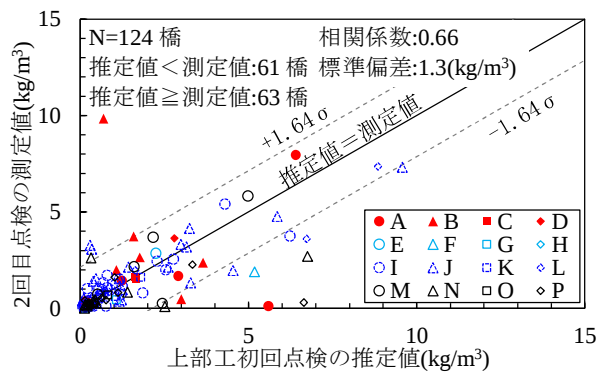
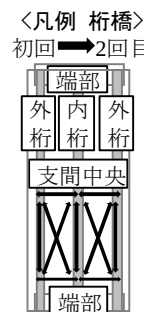


図-4 上部工初回点検の推定値と2回目点検の測定値の関係

表-1 点検箇所の組合せの内訳（橋梁数）

橋軸直角	端部⇒支間中央				支間中央⇒端部				同一箇所				不明			
	端部⇒支間中央	支間中央⇒端部	同一箇所	不明	端部⇒支間中央	支間中央⇒端部	同一箇所	不明	端部⇒支間中央	支間中央⇒端部	同一箇所	不明	端部⇒支間中央	支間中央⇒端部	同一箇所	不明
記号	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
橋梁数(124橋)	6	7	3	2	1	2	1	0	35	22	5	9	5	11	1	14
推定値<測定値	3	4	2	1	1	0	0	0	20	12	1	5	4	3	0	5
割合(分母61橋)	5%	7%	3%	2%	2%	0%	0%	0%	33%	20%	2%	8%	7%	5%	0%	8%

不明：調査箇所が調書から読み取れなかった橋梁



分供給が少なく、正面に比べて側面が雨掛かりによる洗い流しの影響が大きかった可能性が考えられる。ここで、図-2 中の大きい値を示した橋梁 A, B の調査箇所を比較した。その結果、中性化深さに着目すると、橋梁 A の下部工が 0 mm、上部工は 30 mm、橋梁 B の下部工が 1 mm、上部工は 13 mm であった。すなわち、下部工に比べて、上部工の中性化が極端に進行し内部で塩分濃縮が生じた可能性がある。以上より、測定値が推定値より大きい要因として、雨掛かりにより塩分量が低い箇所で推定した影響や橋梁数は限られるものの上部工の中性化による塩分濃縮が影響する場合があると考えられる。

4. 上部工初回点検の推定値と2回目点検の測定値の比較および調査箇所の影響

ステップ 2 の上部工初回点検の推定値と2回目点検の測定値の関係を図-4 に、点検箇所の組合せの内訳を表-1 に示す。上部工で2回調査された橋梁は124橋である。なお、図-4 中の A~P は表-1 に示す点検箇所の組合せであり、例えば初回到端部側、2 回目に支間中央側の場合に端部⇒支間中央とした。図-4 より、推定値は測定値と概ね同程度であるが、推定値より測定値が大きい橋梁が61橋確認できた。これらの橋梁について、表-1 より、組合せ A, B, C, I, J が多い。その中で、図-4 中の B, J は1.64σより大きい場合がある。この要因の一つとして、雨掛かりによる塩分の洗い流しの影響によって初回点検時の端部、すなわち外桁の塩分量が低く、凍結防止剤散布地域における伸縮装置からの漏水の影響等によって2回目点検時の橋軸方向の端部の塩分量が多い箇所の組合せであったことが考えられる。一方でそれ以外の組合せ A 及び I はこれらの要因とは異なることから、種々の影響を考慮するため、塩分量のばらつきを踏まえた上部工全体の塩分量を定量的に把握できる手法の検討が今後必要である。

5. まとめ

本研究では、これまで蓄積されてきた塩害特定点検結果を活用して以下の知見を得た。

- 下部工点検の推定値は上部工点検の測定値に比べて安全側の評価が多い。ただし、漏水のない下部工側面や上部工の中性化深さが過大の場合に塩分量を過小に推定する可能性がある。そのため、中性化に留意し、漏水のない下部工側面の調査は避け、漏水のある下部工正面を調査することで上部工点検の測定値を安全側に推定できる可能性がある。
- 上部工初回点検の推定値の多くは2回目点検の測定値と概ね同程度であった。ただし、例えば初回点検の調査箇所が外桁で、2 回目の調査箇所が橋軸方向の端部の組合せの場合、塩分量を過小に推定する可能性がある。

参考文献 1)国土交通省道路局：コンクリート橋の塩害に関する特定点検要領（案），2004，2)小松原健，渡辺博志，古賀裕久，中村英佑：塩害を受けたコンクリート構造物の塩化物イオン量の分布状況，コンクリート工学年次論文集，Vol.28，No.1，pp.2051-2056，2006