

日本海沿岸の鉄道橋梁における各種検査項目の連動化に関する取り組みについて

JR 東日本 新潟土木技術センター 正会員 ○長谷川 優
堀澤 誠
竹内 照晶
正会員 狩野 周
斉藤 智秋

1. はじめに

日本海沿岸を通る羽越線村上～三瀬間では、冬季の厳しい季節風により、飛来塩分がコンクリートに付着する。この付着した飛来塩分は、経年にもないコンクリート内部に浸透する。そのため、当該区間のコンクリート構造物は、激しい塩害状態にある。

塩害は目視検査だけでなく、含まれる塩分量も考慮する必要がある。鉄道構造物の維持管理においては、定期的な目視検査(以下、全般検査)の実施に加え、塩分量の把握に努めている。本稿では、より効率的な維持管理を目的とし、これらを連動化させる取り組みを紹介する。

2. 現状の課題と目的

鉄道構造物の健全度は、全般検査によって判定される。全般検査では、構造物の健全度が低いものから A, B, C, S と 4 つのランクに判定して構造物を管理している。また、A ランクと判定された構造物に対しては、より精度の高い健全度判定を行うために個別検査を実施することがある。個別検査では塩分量調査などを行い、より詳細に構造物の健全度を判定する。

しかし、塩害を受けている橋りょうの場合、全般検査で A ランクと判定され、個別検査を行う時点では最適な対策時期を逸している場合がある(図 1 参照)。目視が主体の全般検査では、変状は腐食ひび割れが発生する進展期または加速期で初めて確認することが出来る。したがって、この時点で個別検査により塩分量を把握し、対策を行うことは最適な対策時期とは言えない。

そこで本取り組みでは、新潟土木技術センターが行っている全般検査の結果と含有塩分量等のデータを連動させる枠組みを構築することとした。

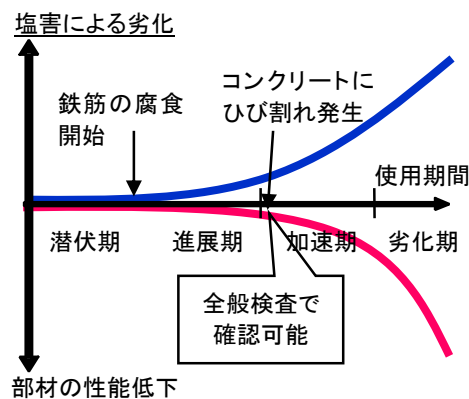


図1 塩害の劣化機構(損傷進行過程)

3. 塩害に対する取り組み¹⁾

新潟土木技術センターでは、羽越線コンクリート構造物の現状を明らかにすることを目的に、実橋りょうを用いて塩化物イオン量調査を実施した。この調査結果と、一般に広く用いられている塩化物イオン量の拡散予測式(式1、表1)の理論値と比較することで、当該区間の塩害環境条件を明らかにした。

計測結果から拡散予測式の C_0 の項を算出した。図2に海岸からの距離と C_0 値の関係を示す。主桁海側は概ね一般値の2～3倍の値である。また海岸付近ほど一般値との差は顕著である。塩化物イオンの拡散は式-1より C_0 値に比例するため、当該区間は一般的な海岸付近の環境と比較して2倍以上の速度でコンクリート中に飛来塩分が進入する極めて厳しい塩害環境下であることが明らかとなった。

式1 塩化物イオン量の拡散予測式

$$C(X,t)=C_0[1-\text{erf}\{X/2(D\cdot t)^{1/2}\}]$$

$C(X,t)$: 深さ X cm 経年 t の塩化物イオン量(kg/m³)

D : 水セメント比から求まる拡散係数(m²/年)

C_0 : 環境条件による塩化物イオン量(kg/m³)

表1 C_0 の一般値

海岸からの距離(m)	0	100	250	500	1000
C_0 一般値(kg/m ³)	9.0	4.5	3.0	2.0	1.5

キーワード コンクリート, 鉄道, 塩害, 維持管理, 橋りょう

連絡先 〒950-0086 新潟県新潟市中央区花園一丁目1番4号 JR 東日本新潟土木技術センター TEL (025) 248-5262

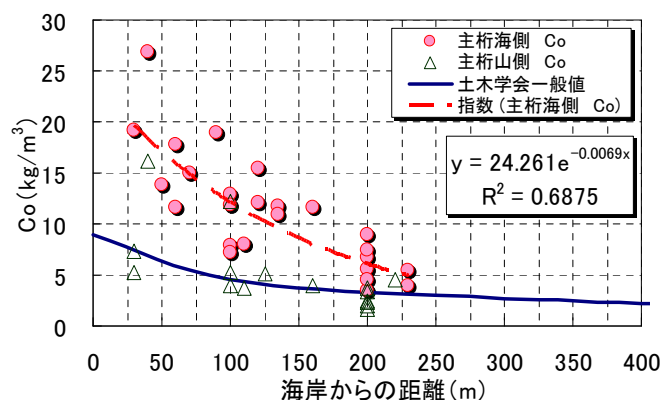


図2 海岸からの距離と Co 値の関係

4. 今回の取組み

今回の取組みでは、全般検査による健全度判定と実測または拡散予測式から得られる塩化物イオン量及びその他対策優先度に関する評価項目を整理した。これらを連動させることにより、対策優先度の策定を行える一覧表を作成した。図3には今回の取組みのイメージを示す。

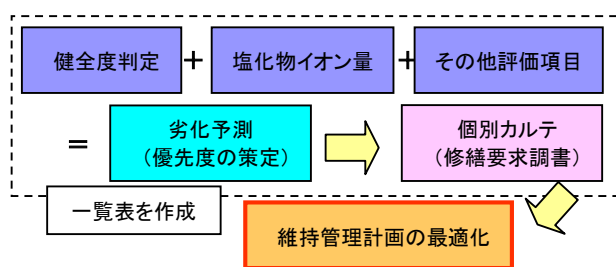


図3 今回の取組みのイメージ

4.1 要因の整理及び重み付け

健全度判定、塩化物イオン量、その他評価項目に関する評価方法は以下のようにする。

- ・ 健全度判定 → 全般検査の結果
- ・ 塩化物イオン量 → 実測または3で提案した推定式より得られる推定値
- ・ その他評価項目 → 支間長 (架け替え, 修繕の困難度を考慮)

表2に対策優先度決定の重み付けを示す。対策優先度の決定は、上記の3つの項目に対して、表2に示す重み付けを行う。各項目の点数を合計し、総合点の高い橋りょうが対策優先度の高い構造物とした。

表2 対策優先度決定の重み付け

【塩害の劣化予測】		【現在の損傷度】		【構造物規模】	
塩化物量	点数	全般検査	点数	支間長	点数
~1.2kg/m³	0	A	50	~5m未満	5
~2.5kg/m³	5	B	30	~15m未満	10
~15kg/m³	20	C	5	15m以上~	30
15kg/m³~	30	S	0		

4.2 適用例

図4に今回作成した一覧表を示す。図4の全般検査結果には全般検査で判定されたランクを入力する。また、塩化物イオン量の項目には個別検査によって得られる実測値を入力することが基本となる。しかし、構造物への負担が大きいことや経費がかかることから、実測値が全橋りょうにないのが現状である。そのため、実測値がない橋りょうに対しては、3で説明した推定値を入力することとした。

ここで、A橋りょうについてシミュレーション結果を示す。A橋りょうは全般検査の結果が「C」、塩化物イオン量推定値が12kg/m³、支間長6mの橋りょうである。したがって、現時点の総合点は「35」である。以下に結果が変わったときの総合点を示す。

- ・ 損傷が進行し全般検査でBランクとなると→60
 - ・ さらに損傷し全般検査でAランクとなると→80
 - ・ 個別検査で実測塩分量16kg/m³になると →90
- このように、検査結果に応じて優先度が変動する。

図4 今回作成した一覧表

5. おわりに

今回の取組みでは、全般検査と塩化物イオン量の結果を相互に関連付け、一元的に管理できる枠組みを作成した。この枠組みにより、過去の検査結果などを有効的に活用し、対策優先度を策定することが可能となった。

また、この取組みは、他の構造物、他の変状に対しても適用可能である。新潟土木技術センターでは、塩害のほかにも高架橋の剥落対策として、赤外線カメラの調査と連動させた取組みも始めている。今後もさらなる検査の深度化を図り、効果的、継続的な構造物の維持管理を行っていきたい。

【参考文献】

1)堀川ほか；鉄道コンクリート橋梁における電気防食工法の耐久性評価について、土木学会関東支部新潟会，2009.11