

簡易な点検結果に基づく凍結防止剤の影響度の推定

金沢大学理工学域 学生会員 ○井端 志帆 正会員 久保 善司
西日本高速道路株式会社 関西支社 京都丹波道路管理事務所 正会員 竈本 武弘
西日本高速道路エンジニアリング関西株式会社 非会員 橋爪 康憲

1. はじめに

供用期間の長期化や早期劣化などに端を発するコンクリート構造物の維持管理上の多くの問題がある。各種劣化機構において、海洋に囲まれた我が国においては、塩害劣化は中でも大きな問題とされてきた。塩分供給形態には、飛来塩分によるものと、凍結防止剤によるものがある。飛来塩分による塩分浸透予測手法には拡散方程式が適用され、標準的な方法は示方書に示されている¹⁾。他方、凍結防止剤による塩分浸透予測に関する幾つかの研究・報告はされているものの²⁾、環境条件およびその浸透現象が複雑であるため、未だ確立されていないのが現状である。

本研究では、凍結防止剤散布下の橋脚下部を対象としたモニタリング結果に基づき、それらの計測データと塩分浸透状況との関係性を分析し、簡易な点検結果に基づく、凍結防止剤の影響度（かぶり深さの塩化物イオン量）の推定を試みた。

2. モニタリング概要

(1)対象構造物 凍結防止剤散布下の橋脚(T型橋脚, 12脚, 供用約20年)を対象とした。降雨の影響を直接受けず、漏水の影響が大きいものから、小さいものまでを含むように、外観観察に基づき橋脚を選定した。なお、凍結防止剤の散布量は同一であった。

(2)外観観察および外観評価 ひび割れ、漏水の影響による変色の有無(濡れ色含む)、剥離・剥落の有無(たたき点検を別途実施)を主に近接目視によっ

て確認した。それらの結果に基づき、各橋脚の劣化程度(外観評価)を大, 中, 小の3段階で評価した

(小: 外観変状なし, 大: 錆汁, 漏水による変色, 浮き, ひび割れ顕著, 中: 大小の中間程度)。劣化程度の評価例を写真-1に示す。なお、漏水の影響については、左右, 中央の3箇所に分け、その有無を目視によって確認した。

(3)表面水分率 高周波型表面水分率計を用いて、橋脚下部(地上1.5m)の左右, 中央箇所で測定を行った(同一箇所3点測定し、平均値を代表値とした)。夏季および冬季を含み、年2回以上の測定を4年間実施した(2010年開始)。

(4)塩分分析 塩分量は橋脚下部(地面から1.5m付近)の2箇所から採取した試料から塩分分析を行った。採取はドリル法によって行い、当該構造物のかぶり深さ(8cm位置)の塩化物イオン量を求めた。採取した試料の塩化物イオン量の測定は湿式法(JCI-SC5)により行った。

3. 計測データの分析

(1)外観評価と水分率 外観評価と水分率(各測定箇所の計測値の4年間の平均値)の関係を図-1に示す(漏水の有無も区別した)。ばらつきは大きいものの、劣化程度が大きいものほど、また、漏水の影響のある箇所ほど、水分率は大きい傾向を示した。外観からはほぼ健全と判断される劣化程度小のものでは、4%程度であり、乾燥状態にあるため、凍結防止剤の影響はほとんど受けていないものと推定される。劣



写真-1 外観評価の例(左から小, 中, 大)

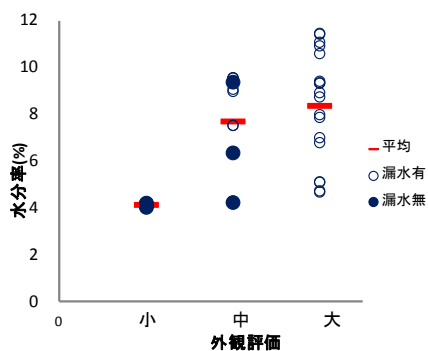


図 - 1 外観評価と水分率

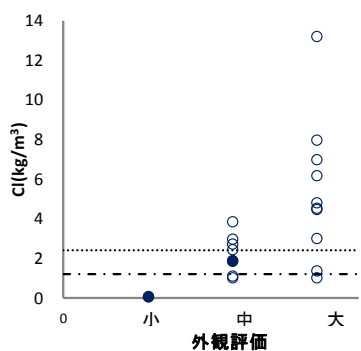


図 - 2 外観評価と塩化物イオン量

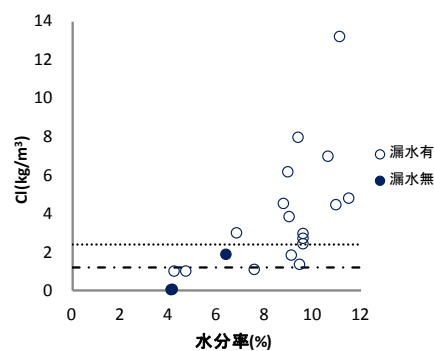


図 - 3 水分率と塩化物イオン量

化程度中において水分率が小さい箇所があったが、それらは漏水無しと判断された箇所であり、それらがばらつきの原因となったものと考えられる。劣化程度大においては漏水無しと判断された箇所はなかった。また、劣化程度中および大においてばらつきが生じた原因として、水分率の経時変化から、上部構造の継手の補修を実施した橋脚があり、漏水が解消されたこと、あるいは、その他の理由で漏水経路が変化した箇所が生じたなどが推察された。

これらの点を除けば、劣化程度中のものは水分率 6～8%程度、劣化程度大のものは 8%以上となるものと考えられる。外観目視による漏水の影響の有無も凍結防止剤の影響評価においては重要な要因となることが確認された。なお、漏水経路の変化、継ぎ手の補修などの影響を受けている箇所についても、以降の分析では除外せず、分析を行った。

(2) 外観評価と塩化物イオン量 外観評価と塩化物イオン量の関係を図-2 に示す。劣化程度小であれば、コンクリート標準示方書³⁾において腐食発生限界塩化物イオン量とされる 1.2kg/m^3 を超えるものはない。外観評価が中または大のものでは 2.4kg/m^3 を超えるものが多い。また、塩化物イオン量の範囲は大きいですが、この原因は 3.(1) で述べたばらつきの原因と同様であると判断した。なお、漏水なしと判断されたものでは、 2.4kg/m^3 を超えるものはなかった。したがって、外観評価によって概ね塩化物イオン量の大小 (1.2kg/m^3 未満, $1.2\sim 2.4\text{kg/m}^3$, 2.4kg/m^3 より大きい) などの大まかな推定が可能であるものと考えられる。

(3) 水分率と塩化物イオン量 水分率と塩化物イオン量の関係を図-3 に示す。水分率が 5%以下のものでは、 1.2kg/m^3 を超えるものはなく、漏水無しのものでは、それらよりも小さい。水分率が 8%を超えるものでは、 2.4kg/m^3 を超えるものが多い。ただし、

表 - 1 推定塩化物イオン量

Cl(kg/m ³)		外観評価		
水分率	漏水	小	中	大
5%以下	無	～1.2	～1.2	1.2～2.4
	有			
5～8%	無		1.2～2.4	2.4～
	有			
8%以上	無		1.2～2.4	2.4～
	有			

その範囲は大きかった。

(4) 凍結防止剤の影響度推定 ここまでの分析結果から、外観評価、漏水の有無から概ね塩化物イオン量の推定は可能であるものと考えられる。ただし、継ぎ手の補修、漏水経路の変化については、評価結果に誤りが生じる原因となるため、水分率の測定によって情報を補完することでより確度の高い推定結果を得ることが可能であるものと考えられる。

以上の考察に基づき、対象橋脚下部における外観評価、漏水の有無、水分率の区分に基づくかぶり深さの塩化物イオン量（影響度）の推定案を示す。今後は、継ぎ手の補修の有無、漏水経路の変化などの情報の補完、測定データの拡充などを行い、本推定案の信頼性について検討を行う必要がある。

5. まとめ

凍結防止剤の影響を受ける橋脚において、水分率や外観観察、漏水の有無によって塩化物イオン量の推定の可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書[維持管理編], 2007
- 2) 横山 和昭・稲葉 尚文・山根 立行：凍結防止剤によるコンクリート構造物への塩分浸透の予測手法, コンクリート工学年次論文集, Vol.28, No.1, pp881-886, 2006
- 3) 土木学会：コンクリート標準示方書[設計編], 2012