

高速道路橋梁下部工におけるコンクリートの塩害と凍害に関する劣化状況調査

東日本高速道路(株) 正会員 ○鈴木 貴洋
 東日本高速道路(株) 正会員 曾田 信雄
 (株)ネクスコ・エンジニアリング東北 正会員 早坂 洋平
 弘前大学大学院 正会員 上原子 晶久

1. はじめに

東北地方における積雪寒冷環境下的高速道路では、凍結防止剤を含んだ伸縮装置等からの路面水の漏水による塩害に加え、凍害による複合作用の影響で、桁端部や下部工等のコンクリート構造物の劣化がより進行している。現状では、損傷箇所の含有塩化物イオン量等の詳細調査を行い、適宜補修する事後保全型で対応しているが、合理的な補修箇所選定と計画的補修による予防保全の観点から、塩害と凍害の複合劣化に係る現況把握と性能低下の予測は今後のコンクリート構造物の維持管理において重要な課題である。

そこで、供用 36～37 年の高速道路橋梁の下部工コンクリートを対象とした塩害と凍害に関する劣化状況について、現状把握のため行った調査結果を報告する。

2. 調査概要

調査は東北自動車道 碓ヶ関IC～浪岡IC間において、外見上凍害による損傷が見受けられる 10 橋を対象に 11 橋台で行った(図-1)。なお、凍害危険度マップ¹⁾によれば概ね凍害危険度 2 の箇所となる。図-1 には高速道路管理用の気象観測所の外気温データから⁻²⁾をしきい値として算出した凍結融解日数(平成 20～26 年平均値)と IC 間の凍結防止剤散布量(平成 19～26 年平均値)を併せて示している。表-1 に調査・試験項目を示す。凍害による損傷程度の指標として、部材表面の剥離度および部材内部の相対動弾性係数を算出した^{3),4),5)}。ここで、相対動弾性係数の算出式における基準動弾性係数には健全である部材供用前の動弾性係数を用いる必要があるが、不明な場合が多くコンクリートコア最奥部を健全層とみなして使用する場合がある。しかし、最奥部付近はコア採取時のせん断破壊により損傷している可能性があり、本報告では最奥部からコア直径分離れた箇所を基準動弾性係数として用いた。

3. 調査結果

図-2 に相対動弾性係数と塩化物イオン量の深さ方向

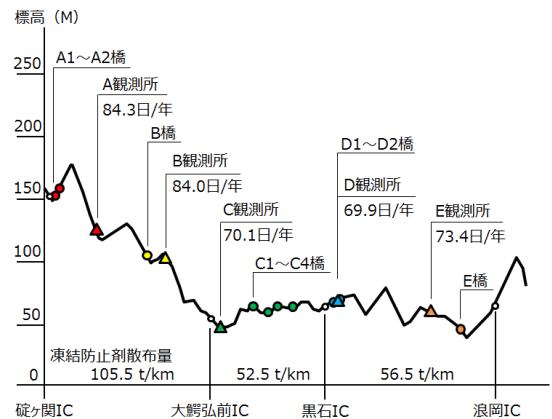


図-1 調査位置と環境条件

表-1 調査・試験項目

調査項目	調査方法
中性化深さ	コンクリートコアのフェノールフタレイン法(JIS A 1152:2011に準拠)
塩化物イオン量	ドリルによるコンクリート粉末採取(JSCE-G 573-2013に準拠) 蛍光X線分析装置による塩化物イオンの定量分析
日射条件	現地踏査
外観詳細調査(剥離深さ、剥離度)	剥離深さはノギスによる測定、剥離面積範囲は写真をCADトレースした目視評価
超音波伝播速度試験(相対動弾性係数)	コンクリートコア(φ83mm)の透過法、コアは乾燥させていない状態

分布例を示す。いずれの箇所も中性化深さ付近において塩化物イオン量が最大になっている。A2 橋は凍結融解日数が最も多いが、最小相対動弾性係数は他橋の方が小さい結果となった。ここで、図-3 に E 橋の採取コアの状況写真を示す。目視観察したところ、破断、層状ひび割れ、微細ひび割れが生じており、ひび割れ部に白色析出物が充填している箇所もあった。図-2(c)にはコアの破断等の概ねの範囲を併せて示しているが、これらの影響で深さ方向に相対動弾性係数が乱れていると考えられる⁴⁾。また、コアの破断面や側面の骨材周囲でゲル状物質が目視確認できたことから E 橋は ASR の可能性がある。なお、B 橋と C3 橋も同様の結果となり、凍害や塩害に加え ASR による複合劣化の可能性もある。図-4 に剥離度、設計かぶり厚さ 100mm までの範囲の最小相対動弾性係数と最大塩化物イオン量(表面

キーワード 塩害, 凍害, 複合劣化, 凍結融解, 高速道路, 下部工

連絡先 〒980-0021 宮城県仙台市青葉区中央 3-2-1 東日本高速道路(株)東北支社 TEL 022-217-1746

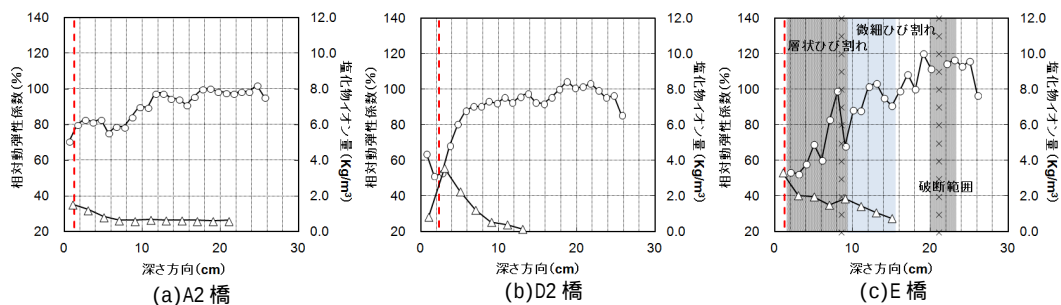


図-2 相対動弾性係数と塩化物イオン量の深さ分布

(○: 相対動弾性係数, △: 塩化物イオン量, ×: コア破断位置, 点線: 中性化位置)

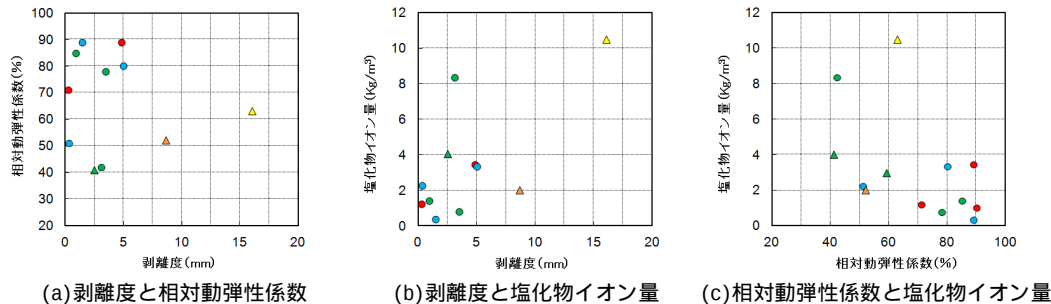


図-4 剥離度・相対動弾性係数・塩化物イオン量の関係 (○: NA, △: DA)

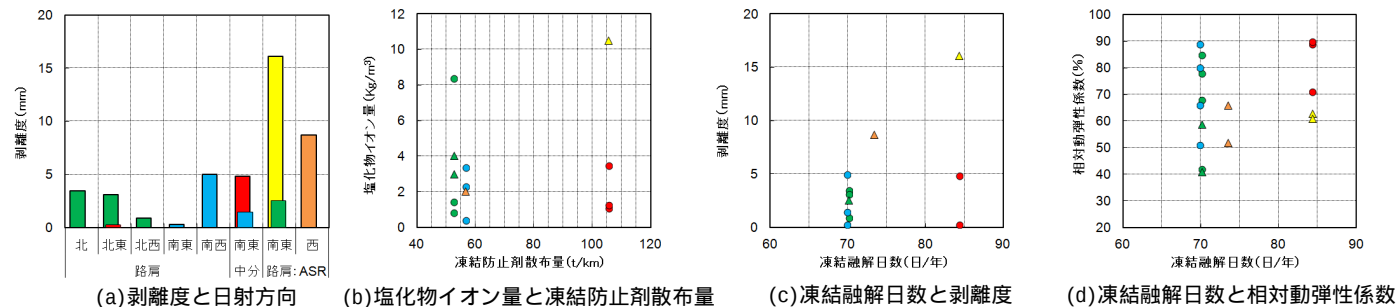


図-5 日射方向・凍結防止剤・凍結融解日数との関係 (○: NA, △: DA)

から中性化深さまでは除外) の関係を示す。図において, ASR の疑いが無い橋台(以下,「NA」と表記)は○印で, 疑いが有る橋台(以下,「DA」と表記)は△印で図示している。また, 凡例の色は図-1 の観測所ごとの色と整合させている(以下, 同様に図示)。図-4(a)より, 剥離度と相対動弾性係数に明確な相関性は見られない。図-4(b),(c)より, 表面損傷である剥離度や内部損傷である相対動弾性係数と塩化物イオン量にはNA, DAに関わらず相関が見られる。ひび割れの主要因が凍害かASRかを判定することは困難であるが, 表面や内部の損傷により塩化物イオンが浸透し易い状況であることを示唆していると考えられる。図-5に日射方向・凍結防止剤・凍結融解日数と剥離度・塩化物イオン量・相対動弾性係数の関係を示す。図-5(a)より, 南側面で剥離度が大きくなる傾向となった。図-5(b)より凍結防止剤散布量と塩化物イオン量に明確な相関性は見られない。この理由として, 散布量の大小に起因する浸透塩分量よりも, 漏水や水掛かり箇所等の局所的要因の影響が大きいと考えられる。図-5

(c),(d)より, 凍結融解日数と剥離度, 相対動弾性係数に明確な相関性は見られない。凍結融解日数は気象観測所による区間代表値であり各箇所の外気温による値と厳密には異なるため, 凍害損傷の差異を区間代表値で表現できていないことが考えられる。

4. 今後の課題

凍害指標として外気温は重要であるが, 全ての個別箇所ですべて凍結融解日数を算出することは現実的ではない。そのため, 気象観測所による区間代表値を凍害指標とすることを念頭に, 凍害危険度の異なる箇所でも調査を行い, 複合劣化の状況や損傷程度の指標に及ぼす凍結融解日数の有意差等を検討する予定である。

【参考文献】

- 1) 長谷川寿夫, 藤原忠司: 凍害 コンクリートの耐久性シリーズ, 技報堂出版, 1988
- 2) 2012年制定コンクリート標準示方書[施工編], p.156
- 3) 川村浩二, 遠藤裕丈, 島多明典: 寒冷環境下のコンクリート構造物における塩化物イオンの浸透状況調査, 土木学会第71回年次学術講演会, -261, PP. 521-522, 2016.9
- 4) 石神暁郎, 金田敏和, 佐藤智, 周藤将司, 緒方英彦: 超音波を用いたコンクリート開水路の凍害劣化深さの推定, 農業農村工学論文集, No.283, PP. 87-98, 2013.2
- 5) 鈴木貴洋, 曾田信雄, 早坂洋平, 上原子晶久: 高速道路橋梁におけるコンクリートの塩害と凍害による劣化状況調査, 平成28年度土木学会東北支部技術研究発表会, -21, 2017.3



(a)側面の損傷状況



(b)破断面の状況

図-3 E橋の採取コア状況