

複合劣化発生地域の可視化

中央大学大学院 学生員 ○川又 裕夢
中央大学 正会員 佐藤 尚次

1. はじめに

近年、構造物の劣化が原因とされる問題が顕在化し、維持管理が重要であるという認識は広がっている。そのため我が国では、構造物の劣化現象について単一の場合に関する検討は多く為されている。その結果、各劣化に関する理解は深まったといえる。しかし、実環境を想定した場合に構造物が受ける環境作用は複数存在する。その結果生じる劣化現象は塩害と凍害や凍害とASR、もしくは3つともといったように複数の劣化が連続的もしくは同時に発生し、それらが相互作用を引き起こす。(写真-1)これらの複合劣化に関する検討はまだ多くはないため、まずは複合劣化に関する理解を深めることが必要であると考えられる。



写真-1 凍害・塩害複合劣化を起こした橋梁¹⁾

本研究では、塩害・凍害・ASRを対象劣化とし、GISを用いてどの地域において複合劣化が発生し得るのか、気象データにより可視化することを目的とする。標準示方書には各劣化に関する分布図が記載されているが、そのどれもが詳細な部分を確認することは困難であると感じる。そこで、より分かりやすい分布図の作成および問題となっている複合劣化の分布図の作成を行う必要がある。そのためには、各劣化がどのような環境作用により生じるのか、また環境作用が間接的な原因となり劣化が生じるのか検討を行う。

表-1 塩害地域区分別における飛来塩分量

地域区分	地域	1km換算飛来塩分量 C1(mdd・NaCl)
A	沖縄県	0.95
B	日本海北部	0.95
C	上記以外の地域	0.35

2. 研究方法

本研究では構造物が直接的または間接的に環境作用が作用することで生じる劣化に関して、気象データを用いて検討を行う。

表-2 国内での凍結防止剤(NaCl)の散布要領³⁾

北海道開発局	路面状態	-8℃程度以上	-8℃程度以下
	圧雪		すべり止め材 (砂・砕石:150~350g/m ²)
薄い圧雪	凍結防止剤 (湿式散布:30g/m ²)		
氷板	凍結防止剤 (湿式散布:15g/m ²) (溶液散布:50g/m ²)		
氷膜 (凍結予防)			

2. 1 塩害

塩害を検討するにあたり、どのような気象作用が原因で塩害が生じるのかを確認する必要がある。塩害はコンクリート中に塩化物イオンが浸透することで生じる。そのため、塩害の原因物質である塩化物イオンの供給源には海水・飛来塩分・凍結防止剤等が挙げられる。その内、海水については地域性が影響を及ぼすため考慮しないものとする。そこで本研究では飛来塩分と凍結防止剤について検討を行う。

東北地方整備局	目的	凍結防止(g/m ²) (事前散布)	凍結融解(g/m ²) (事後散布)
	気温		
-4℃以上	20	20	
-4℃~-8℃	—	—	30
-8℃以下	—	—	基本的に散布しない

2. 1. 1 飛来塩分

本研究では、塩分濃度ではなく塩害が起こり得る地域の特定を目的としているため、飛来塩分量の距離減衰式²⁾を用いる。

北陸地方整備局	目的	凍結防止(g/m ²) (事前散布)	凍結融解(g/m ²) (事後散布)
	気温		
-4℃以上	20	40	
-4℃~-8℃	30	40	
-8℃以下	40	40	

$$C_{air} = C1 \cdot d^{-0.6}$$

C_{air}:飛来塩分量[mdd] mdd=mg/dm²/day

C1:1km換算飛来塩分量[mdd]

d:海岸線からの距離[km]

1km換算飛来塩分量については表-1に示すとおりである。

2. 1. 2 凍結防止剤

凍結防止剤の散布地域を検討するにあたり、必要と

なる気象データを検討する。凍結防止剤の散布には事前散布と事後散布の2種類がある。事前散布では路上にある水分の凍結防止を目的とし、事後散布では積雪の融解促進および凍結防止を目的としている。また表-2に示すとおり、凍結防止剤の散布要領については地域

キーワード GIS, 複合劣化

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学 TEL.03-3817-1711

によって異なることが分かる。以上より凍結防止剤による塩害は降雨・降雪の有無，最低気温のデータによって検討する。

2. 2 凍害

凍害を検討するにあたり，長谷川によって提案された手法⁴⁾に準じてマップの作成を行う。しかし，気象データは気象庁が作成した「メッシュ平年値 2010」⁵⁾を使用する。また，日射による融解率は表-3⁶⁾の数値を参照する。

2. 3 アルカリシリカ反応

ASR は，コンクリート中のアルカリと反応性骨材の化学反応により生成されたアルカリシリカゲルが水分の供給により膨張する現象である。反応性骨材の基となる鉱物は図-2 より全国的に分布していることが分かる。コンクリート生産において骨材は色々な地域から集められる。それに伴い，使用する骨材が安全であるか検査が行われているが，確実ではないことから本研究ではアルカリシリカ反応は全国的に起こるとする。

3. 解析結果

凍害危険度の算出を行い，1以上の地域について色づけを行った。結果については図-3 に示すとおりである。また，既往の研究との比較結果を図-4 に示す。図-3，図-4 より凍害発生地域は北部に集中しており，また既往の研究とも整合性の高い結果が得られた。多少の違いについてはデータの更新によるものだと考えられる。

4. おわりに

本稿投稿時において，各劣化に関する理解を深めることに取り組み，凍害発生地域の把握を行うことができた。そのため今後の課題として，他の劣化要因についての把握を行うことが挙げられる。

本研究は，日本の危険地域を知ることが目的としており，危険地域を知ることができた後は，その地域において他にどのような危険性が潜んでいるのか評価検討を行うことを最終的な目的とする。

参考文献

- 1) 田口史雄，小尾 稔，遠藤裕丈：コンクリートの凍害および塩害による複合劣化に関する調査，コンクリート工学年次論文集，Vol.28，No.1，2006
- 2) 玉越隆史，窪田光作，星野 誠，横井芳輝：コンクリート橋の塩害対策資料集(第3回塩害調査)-実態調査(近接目視)に基づくコンクリート橋の塩害対策の検討-，国土技術政策総合研究所資料，pp.16，2012
- 3) 木村恵子，曾根真理，並河良治，桑原正明，角湯克典：凍結防止剤と沿道環境，国土技術政策総合研究所資料，pp.32，2007
- 4) 長谷川寿夫：コンクリートの凍害危険度算出と水セメント比限界値の提案，セメント技術年報 XXIX，pp.248-253，1975
- 5) 気象庁編集：メッシュ平年値 2010，(財)気象業務支援センター
- 6) 成田 健，小山慎一郎，三橋博三：実構造物群の調査結果に基づく凍害損傷リスクマップの作成に関する研究，コンクリート工学論文集 第19巻第1号，2008
- 7) 古賀裕久，河野広隆：骨材のアルカリ骨材反応性に関する全国調査結果，土木学会第59回年次学術講演会，2003

表-3 日最高気温，日最低気温と融解率の関係⁶⁾

表-1 日最高気温，日最低気温と融解率の関係

日最高気温(℃) \ 日最低気温(℃)	-10.1～	-5.1～ -10.0	-1.0～ -5.0
-1.0～ -5.0	---	---	68%
-5.1～ -10.0	---	42%	65%
-10.1～ -15.0	14%	38%	66%
-15.1～ -20.0	6%	34%	64%
-20.1～ -25.0	---	23%	58%
-25.1～	---	7%	20%



※参考文献の図を筆者らがトレースして作成した。

図-2 アルカリシリカ反応性骨材分布図⁷⁾



図-3 解析結果

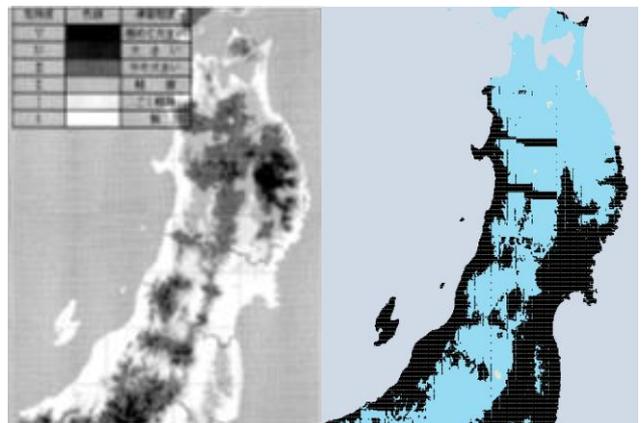


図-4 解析結果比較図