

(V-21) 予測飛来塩分量によるコンクリート橋の耐久性評価

長岡工業高等専門学校 正会員 佐藤國雄
新潟県相川土木事務所 正会員 永井将裕
新潟大学工学部 正会員 佐伯竜彦
アジア航測㈱ 正会員 登石清隆

1.はじめに

コンクリート構造物の塩害予測を行う場合、塩害環境の影響評価が必要である。海岸、あるいは海岸近くに設置される構造物は、評価の簡便さから、コンクリート表面の塩化物イオン濃度を、主として海岸からの距離で分類することにより、影響評価を行っている。また、道路橋の塩害対策指針(案)・同解説によれば、対策の区分を海岸線からの距離で一律に規定し、かぶりや塗装、材料などによって対策を実施することとされている。しかし、この方法では環境条件を十分考慮できず、かつ、対策による耐久性の効果を明確に評価できていないのが実情である。塩害環境は飛来塩分量によって評価することが望ましいと考えられる。そこで、海岸近くに新設される橋梁を対象に、既往の研究成果をもとに、架橋地点での飛来塩分量を予測し、コンクリートへの塩分浸透解析を行い、コンクリート構造物の耐久性評価を試みた。

2.飛来塩分量予測

飛来塩分量予測は文献1、2による新潟県本州側沿岸15ヶ所と、佐渡島内7ヶ所の観測結果にもとづき提案された予測式により、次の手順にて実施した。

- ① 架橋位置の地形や方位など、環境特性を整理する。
- ② 気象観測データ(風向・風速)を入力し整理する。

(観測点は架橋位置に近い弾崎と相川の2地点。)

- ③ 次の手法を用いて飛来塩分量を予測する。

- 手法1 県沿岸観測による予測式
- 手法2 島内観測による予測式
- 手法3 統計的手法による予測式

手法1および2は、飛沫の発生をウエバー則に従って求め、これに距離減衰および標高による減衰を乗じて予測する手法である。手法1は県沿岸観測データより、手法2は島内観測データより飛沫発生係数aを決定したものである。ただし距離減衰項、標高減衰項は同一とした。

$D = \Phi \cdot \exp(-b \cdot x / \sum U_i) \cdot \exp(-0.0085 \cdot z)$
ここで、D:日平均飛来塩分量 (mdd=mg/dm²/day)
 $\Phi = \sum (a \cdot \Delta t \cdot \sum (\cos \theta_i \cdot U_i^2) / T)$
手法1… a=0.00558 手法2… a=0.0186 U_i:風速
θ_i:風速10m/s以上の橋軸となす角 x:距離 z:標高

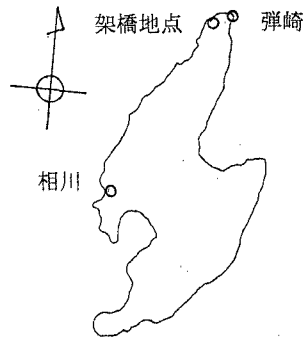


図-1 架橋位置

表-1 対象橋梁

橋	長	180.00m
形	式	PC2径間連続Tラーメン箱桁
海岸線からの距離		約150m
標	高	約85m
対	策 区 分	B地域Ⅱ区分
対	策	最小かぶり7cm>規定値5cm 塩害対策塗装(高級塗装仕様)

キーワード 耐久性、塩分浸透、飛来塩分、
連絡先 長岡市西片貝町888長岡工業高等専門学校 電話0258-34-9278、FAX0258-34-9284

手法3は、新潟県沿岸15地点における飛来塩分観測データを、線形回帰モデルによる重回帰分析をして求めた予測式である。

$$Y = 50.7X_3 + 174.3X_4 + 20.6X_2 - 152.7X_1 + 0.1X_6 - 1.2X_5 + 388.5$$

ここで、Y：年間飛来塩分量 (mg) X₂：設置標高 (m)

X₁：海岸からの距離 (m) X₃：海岸形状係数

X₄：側面地形係数 X₅：背面地形係数 X₆：風速×風向

各手法による年間飛来塩分量の予測値は表-2 になった。ここで各予測値に対し安全側をとれば、手法2で1400mg、手法3で2100mgであり、年間最大で1dm²あたり、2000mg程度が予測される。

3. 塩分浸透予測と塩害対策の効果

コンクリート中への塩分浸透解析は、平成11年版コンクリート標準示方書「施工編」にもとづき、フィックの拡散方程式を用い差分法により行った。コンクリートおよび対策塗装の拡散係数を表一3、表一4に示す。また、コンクリート表面の塩化物イオン濃度は、飛来塩分量を2000mg/年として文献2により推定した。

対策の効果は、鋼材位置での塩化物イオン濃度が発錆限界濃度1.2kg/m³に達する年数から評価した。図-2は、表面から7cmの塩化物イオン濃度の経時変化を示す。対策塗装なしでは15年以内に発錆限界に達するのに対し、標準塗装では20~30年程度となった。また高級塗装仕様を用いると50年経過時点でも発錆限界に達しない結果となった。

4. まとめ

本検討では、各係数の推定精度の問題や、塗膜の耐久性を考慮していないことなど不確かな要素はあるが、概ね次の結果が得られた。

①本橋梁の耐用年限(50~100年)を考慮すると、本環境条件下では、かぶり厚の増加や標準塗装程度では耐久性不足となるため、より高耐久的な対策塗装(高級塗装仕様)の実施が必要である。

②高級塗装仕様により、塗装なしまたは標準塗装仕様と比較し、2~4倍の耐久性向上が期待できる。

図-2 塩化物イオン濃度の経時変化(鋼材表面位置)

5. あとがき

本検討にあたっては、土木学会新潟会CEG研究会(丸山久一長岡技術科学大学教授主宰)のご協力をいただいた。研究会各位に感謝の意を表します。

参考文献) 文献1、2：コンクリート構造物の塩害と対策に関する調査研究委員会報告書-その1、

その2-平成5年3月、平成7年3月 土木学会新潟会

表-2 飛来塩分量の予測結果

観測点	年	予測年間飛来塩分量 (mg)		
		手法1	手法2	手法3
弾崎	'97年	96	284	1,848
	'98年	106	316	1,849
	平均	101	300	1,849
相川	'96年	494	1,440	2,037
	'97年	467	1,361	2,125
	平均	481	1,401	2,081

表一3 コンクリートの塩化物イオン拡散係数

	σ_{ck} (N/mm ²)	W/C	拡散係数 (cm ² /s)
主 桁	40	37%	$10^{-7.802}$
脚頭部	30	43%	$10^{-7.612}$
橋脚柱	27	51%	$10^{-7.228}$

表一4 対策塗装の拡散係数

	塩害対策塗装	拡散係数 (cm ² /s)
ケース1	塗装なし	—
ケース2	標準塗装仕様	3.18×10^{-10}
ケース3	高級塗装仕様	4.5×10^{-11}

