

風環境による飛来塩分量の定量評価

○中央大学 学生員 塩野智也
中央大学 正会員 佐藤尚次

1. はじめに

日本の橋梁(長さ 15m 以上)の約 40%は 1950~70 年代の高度経済成長期に建設されている。現在、高度経済成長期に建設された橋梁が老朽化してきている。その原因として、中性化、塩害、凍結融解作用、活荷重等による疲労などが挙げられている。中でも島国である日本にとって、塩害は深刻である。塩害の主要因は海からの塩分の飛来である。塩分の飛来は環境作用に起因するため、それらの影響を考慮した評価が必要である。しかし既往の研究では、構造物に付着した塩分測定や単一構造物を対象にした評価が多く、そこに至るまでの作用や広く適用できる評価は十分でない。また、飛来塩分の測定方法は様々存在するが、どれも期間と労力を多く必要とするものである。そこで本研究では、飛来の主要因であり、比較的測定が容易な風による飛来塩分量の定量評価を目的とする。

2. 分析手法

飛来塩分量を定量評価するに当たり、風による影響の他に地形による影響などもあると考えられる。それらの影響を一挙に考慮し、評価することは容易でない。まずは、風と飛来塩分量の大まかな関係性を示す。そして地形などの各種影響をそれぞれ分析し、その結果を考慮した風と飛来塩分量の関係を示す。以上のような手法で飛来塩分量の定量評価を行う。

3. 分析結果

3.1 風速と飛来塩分量

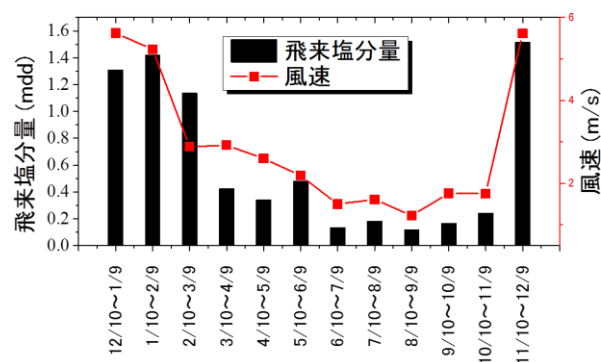
全国飛来塩分量分布¹⁾をもとに塩害の事例がある新潟県を対象に分析する。風速データと飛来塩分量データはそれぞれ気象庁²⁾と土木研究所資料^{3,4)}を使用した。図-1 に風速と飛来塩分量を月別に表したグラフを示す。図-1 より、風速と飛来塩分量は同様の傾向を示しており、飛来塩分量の風速依存度が高いと考えられる。

3.2 飛来塩分量分析

飛来塩分量に対する地形の影響を分析する。塩分の発生過程と輸送過程において、それぞれ護岸型と山の有無による影響を分析する。

3.2.1 護岸型による分析

図-2 に離岸距離に対する飛来塩分量を岩磯、防波堤、消波ブロックと砂浜に分けて表したグラフを示す。図-2 より、離岸距離が 300m 以下の範囲では、それぞれに差が確認できるが離岸距離が大きい範囲では、大きな差が確認できない。この原因として、海水滴と海塩粒子の影響が考えられる。海水滴は波がものに衝突した際に飛び散る飛沫の事で、比較的大きい粒径である。海塩粒子は波が砕波、またはものに衝突し空気が海中に取り込まれ気泡が発生し、海面で破裂して生成されるエアロゾル粒子の事で、比較的小さい粒子である。これらの特徴より、消波ブロックなどでは塩分量の多い海水滴が多く生成され、砂浜では塩分量の少ない海



1986年12月10日~1987年12月9日
図-1 風速と飛来塩分量の関係

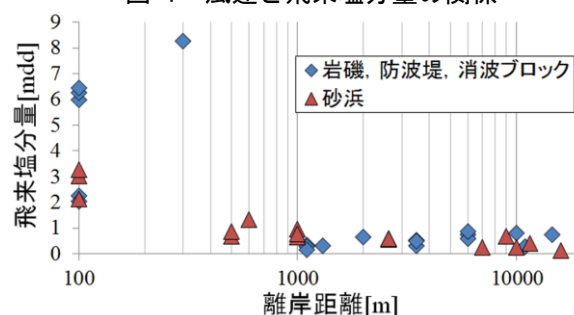


図-2 風速の距離減衰グラフ

塩粒子が生成される。離岸距離 300m 以下の範囲では、海水滴と海塩粒子の差が顕著に表れたため、図-2 のような結果となったと考えられる。また、海水滴は自重が大きいため、遠くへ飛来しづらい。よって、離岸距離が大きい範囲では差が確認できなかったと考えられる。本研究では広範囲に影響を及ぼす塩分を対象に分析するため、図-2 より海水滴の影響を大きく受ける離岸距離 300m 以下の範囲を対象外とする。

3.2.2 山の有無による分析

海からの輸送過程における山通過の有無により飛来塩分量データをグループ分けした結果、山通過有りのデータは比較的に低い値を示す傾向が確認できた。これは山の遮蔽効果が起因していると考えられる。山岳地帯は複雑地形により分析は容易でなく、山以外の地域に比べ飛来塩分は輸送されにくいいため、本研究では山岳地帯を除外して分析する。

3.3 風環境分析

風データは、12 地点×24 個/日×365 日=105,120 データセットの風速・風向データを用いる。

3.3.1 地点ごとの風速・風向の相関

内陸での風速・風向の変動を、相関比等を用いて分析する。日ごとの風速と風向の相関比を求めたが、どれも低い値を示した。この原因として①風向・風速ともに相関がない②風向は相関があるが風速は相関がない③風向は相関がないが風速は相関がある、この3つが挙げられる。以上のように相関比のみでは的確な分析が困難であるため、風向と風速を別々に分析する。

各地点との風速の相関を分析するため、同時刻の各地点の風速の標準偏差を求めた。標準偏差が 0m/s に近いほど相関があると判断できるが、0.5～4.0m/s の値を示した。良い値を示しているデータもあるが、偏差が非常に大きい値を示しているデータも多々確認できる。よって、各地点との風速の相関は小さいと判断できる。

各地点との風向の相関を分析するため、図-3 に風向の誤差を表したグラフを示す。図-3 は、北から時計回りに 0～15 の数字を当てはめ、各地点との相対誤差を時間毎に数量化し、それを月毎に平均化したグラフである。誤差の取る値の範囲は 0～8 であり、0 に近いほど各地点の風向誤差がないことを表す。図-3 より、すべての風向誤差が非常に 0 に近い値を示しており、各地点の風向誤差がないことを表している。

以上より、各地点との風向は相関があり一定の流れであるが、風速は相関がなく各種要因により変動すると考えられる。

3.3.2 風速の距離減衰

各地点との風速に相関がない原因として、気圧分布や地表面粗度による影響が考えられる。地表付近では気圧分布が乱され、地表面粗度も地域により様々である。これらを一挙に考慮することは容易ではないため、各種要因を総じて距離減衰として評価する。これは、離岸距離に対する風速の傾向を示すものである。また、ここでの分析は海側からの風のみを対象とする。図-4 に離岸距離に対する風速を表したグラフを示す。図-4 より、離岸距離が大きくなるに従い風速のばらつきが収束する傾向が確認できる。離岸距離に対して風速は減衰傾向を示しているが、明確な一般性は確認できない。しかし、各地点との風速に相関がない原因として離岸距離に対する風速の距離減衰であると考えられる。

図-4 の傾向を捉えるため①図-3 での風向誤差が 0.3 以下②同時刻での各地点の風向が 5 地点以上等しい③十分な離岸距離 (10,000m 以上) に対するデータが存在、これらを満たすデータを抽出する。そして、それぞれの離岸距離に対する風速グラフより近似式を求め、その切片での風速 (海岸での風速) と距離減衰率である傾きの関係を分析する。図-5 に切片風速と距離減衰率の関係を表したグラフを示す。図-5 より、切片風速が大きくなるに従い距離減衰率も増加する傾向が確認できる。これは風速が大きいと地表面粗度により受ける摩擦力も大きくなるため、図-5 のような結果になったと考えられる。併せて示した近似式を使用し離岸距離に対する風速を求め、図-4 と重ね合わせた結果、同様の傾向を示した。図-4、図-5 より、離岸距離に対する風速は海岸での風速により減衰傾向が異なる。また、それらの傾向を量的に捉えることができた。

3.4 風速による飛来塩分量の定量評価

風速により飛来塩分量を定量評価する。図-5 の距離減衰率などを使用し、風速や飛来塩分量を海岸での値に補正する。図-6 に飛来塩分量と風環境の分析結果を反映させた風速と飛来塩分量の関係を示す。図-6 より、飛来塩分量は風速が大きくなるに従い指数関数的に増加する傾向が確認できる。併せて示した近似式により、飛来塩分量を定量的に評価することはできるが、ばらつきが存在する。また、風速の度数分布に比べ飛来塩分量の度数分布は低い値に集中しているため、分布帯

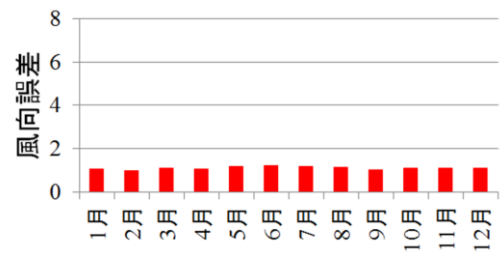


図-3 風速と飛来塩分量の関係

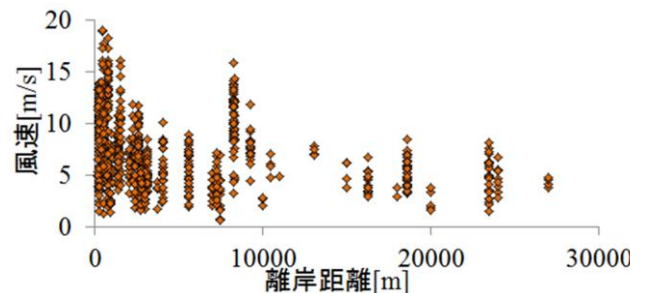


図-4 離岸距離に対する風速

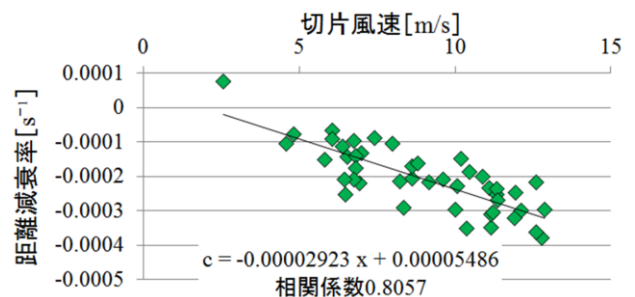


図-5 切片風速と距離減衰率の関係

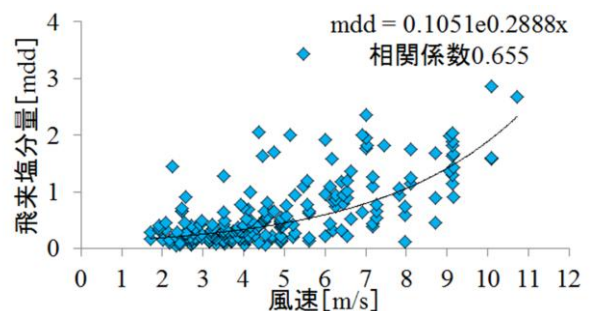


図-6 風速と飛来塩分量の関係

のばらつきの中でも近似式は下側に存在している。よって、過小評価してしまう可能性が高く、推定より危険側に評価されてしまうため、これらのばらつきを考慮した評価の検討が必要である。

4. おわりに

風と飛来塩分量は同様の傾向があると示し、それぞれの地形などの各種条件による影響を分析した。また、それらを考慮した風速と飛来塩分量の関係を示した。図-6 の近似式より、風速により飛来塩分量の定量的な評価ができたが、分布のばらつきにより推定値の誤差が生じてしまうと考えられる。これらを改善する評価の検討が必要である。

<参考文献>

- 1) 国土交通省 橋梁塩害対策検討委員会 (平成 16～21 年)
- 2) 気象庁 HP
<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- 3) 土木研究所資料 飛来塩分量全国調査 (3)
- 4) 土木研究所資料 飛来塩分量全国調査 (4)

— 飛来塩分量の分布特性と風の関係 —