

大規模低気圧を詳細に再現した橋桁周辺の飛来塩分の予測解析

コンクリート研究室 BATBAYAR MARGAD
指導教員 中村 文則

1. はじめに

日本海沿岸では、冬季の季節風の作用により、海域の波浪および気象条件が厳しく、海水面から大量の海水飛沫(飛来塩分)が発生し、大気中を風によって輸送される。そのような環境作用により、海岸近傍に設置されている鋼・コンクリート構造物では、鋼材部分が塩害劣化するため問題となっている。

そこで、中村ら¹⁾は大気中に供給された海水飛沫の時間・空間的な変動に関する現地観測とその予測解析を実施し、海水飛沫量が風速・風向と波浪条件に影響されていること、数値解析により構造物周辺の気象・波浪作用と海水飛沫量の時間・空間的な変動を予測できることが明らかになった。

しかしながら、海水飛沫量の予測計算に入力する気象庁などの気象・波浪の観測値は、実橋梁と比較して非常に観測点が少ないため、橋桁周辺の飛来塩分量を予測する際に正確な境界条件を入力できないことが問題となっている。

本研究では、冬季に発生した大規模な低気圧を対象に、風況・波浪作用が計算可能な地球シミュレーションを用いて風況・波浪の予測を行い、その結果について妥当性の検証を行った。また、風況・波浪の予測結果を境界条件として飛来塩分量を求め、現地観測結果との比較を実施した。

2. 対象とした事例

対象とした構造物は図-1に示す新潟県上越市の名立川河口部に位置する名立大橋である。この地点では既往研究により飛来塩分の現地調査が実施されており、冬季に大量の飛来塩分が構造物に作用していることが報告されている。そこで2018年2月17日から2018年2月20日までの期間において、発生した大規模低気圧を対象に、地球規模の気象・波浪予測モデルによる予測を行った。さらに、その結果を境界条件として橋桁周辺の塩害環境の予測精度について検討を行い、現地観測との比較を実施した。

3. 風況・波浪・潮汐の予測解析

1) 風況・波浪・潮汐の予測解析モデルと計算条件

気象学や海岸工学分野で利用されている気象モデルWRF(Weather Research & Forecasting Model)²⁾を用いた。これは、数百 km~数百 m 程度の領域で風況、陸上地形、大気圧等を予測できるモデルである。計算領域は図-2のような範囲であり、対象地点を中心に3つの領域で段階的にネスティングを行い、格子間隔は2700m, 900m, 300mとした。

波浪作用の予測計算モデルは、波浪モデルSWAN(Simulating Waves Nearshore, ver. 41.20A)³⁾を用いた。計算領域は図-2のような範囲であり、日本海を概ね含むような東西方向730km, 南北方向668kmで、格子間隔はx, y軸それぞれ2.5km, 3.5kmとした。



図-1 名立大橋

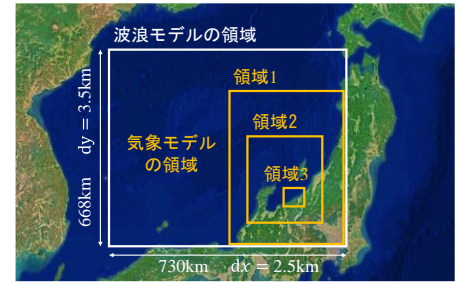


図-2 計算領域(気象モデル)

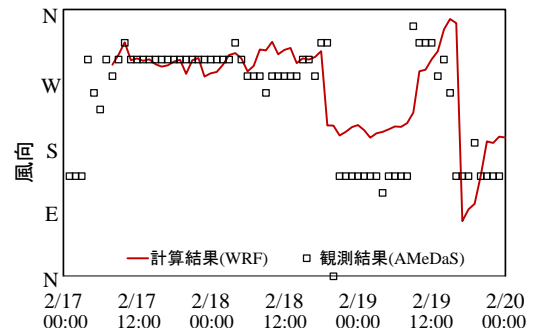


図-3 能生観測点の結果と風向の計算結果

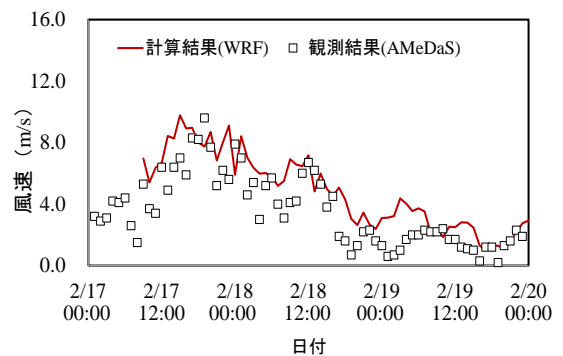


図-4 能生観測点の結果と風速の計算結果

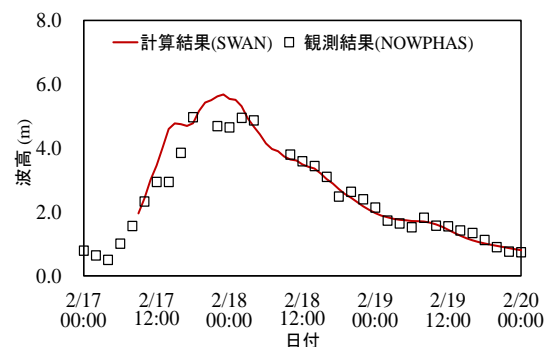


図-5 直江津観測点の結果と波浪の計算結果

潮位の予測計算モデルは、OTPS⁴⁾ 予測モデルを用いた。OTPSは、与えられた時刻と場所で潮汐を予測できるモデルである。

2) 風況・波浪・潮汐モデルの計算結果の検証

計算結果の妥当性を検証するため、対象地点の風況の計算結果と気象庁 AMeDaS⁵⁾ の観測結果を比較したものを図-3および図-4、波浪の計算結果と国土国交省港湾局のNOWPHAS⁶⁾ の観測結果を比較したものを図-5、潮位の計算結果と潮汐観測点⁷⁾ の観測結果を図-6に示す。図を見ると、計算結果と観測データが概ね一致しており、各時間の風況・波浪（波高）・潮位の変動傾向を再現できていることが分かる。

以上より気象・波浪・潮位モデルを用いて、対象地点の風速・波高・潮位を概ね再現できることが確認された。

4. 飛来塩分の予測解析

本計算で、中村ら⁶⁾が開発した飛来塩分の予測シミュレーションモデルを用いて、名立大橋の橋桁周辺の塩害環境の予測解析を行い、現地観測結果との比較を実施した。

現地観測は、新潟県名立大橋において、2018年2月18日08:00～2月19日08:00に実施された結果である。観測点の配置は図-7の3地点で風速・風向および飛来塩分量の測定を実施している。飛来塩分の採取は、図-8に示す飛沫捕捉器を用いて行った。この方法は、捕捉器に設置されたガーゼを用いて塩分を採取するものであり、降雨がある場合でも塩分を採取できるように改良した構造となっている。

図-9は、2月18日14時の各観測点における観測結果と計算結果を比較したものである。図より、計算結果は、空間的な風および塩分量を概ね再現できていることがわかる。図-10は、観測期間全体の24時間における観測点No.2の計算結果と観測結果の比較した結果である。図に示すように、計算結果と観測結果の塩分量はよく一致しているが、20時以降では両者に見られている差は、現地観測では風向が変化していたことによって生じた。この結果より、構造物周辺の塩分量の時間的な変動を十分に予測できたことが示された。

5. 結論

本研究では、冬季に発生した大規模な低気圧を対象に、風況・波浪作用が計算可能な地球シミュレーションを用いて風況・波浪の予測を行い、その結果について妥当性の検証を行った。その結果、飛来塩分の予測解析の境界条件となる気象・波浪の作用を正確に計算することができた。さらに、その結果を境界条件として飛来塩分量の予測を詳細に計算することが明らかになった。

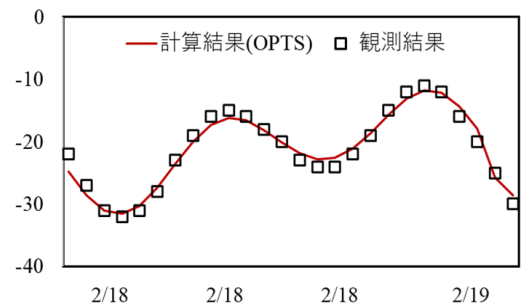


図-6 佐渡観測点の結果と潮位の計算結果

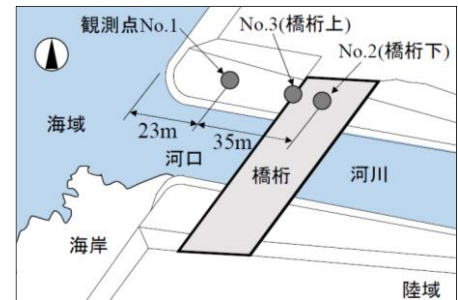


図-7 観測点の配置

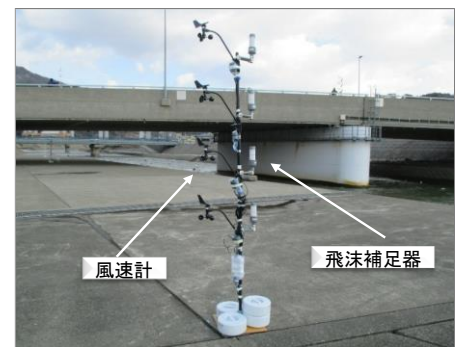


図-8 風速計と飛沫捕捉器

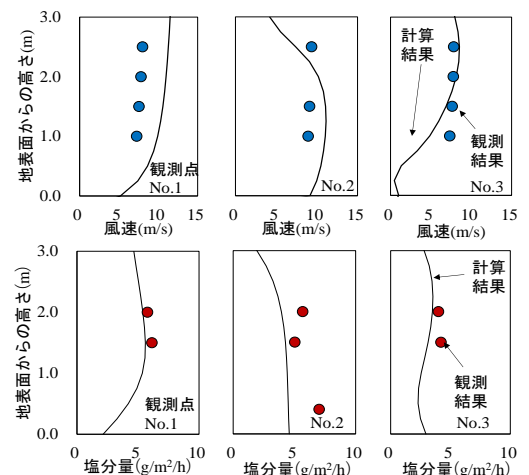


図-9 風速・塩分量の観測結果と計算結果

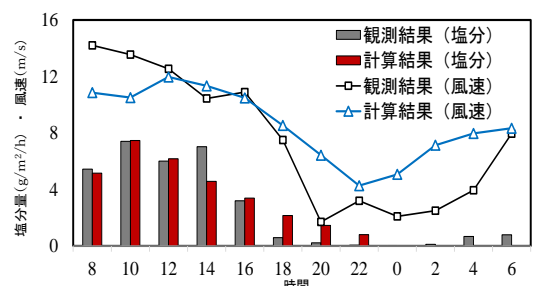


図-10 観測点 No. 2 における風速・塩分量の観測結果と計算結果

6. 参考文献

- 1) 中村文則, 大原涼平, 滝晴信, 下村匠: 大気中に供給された海水飛沫の時間・空間的な変動に関する現地観測とその予測解析, 土木学会論文集 B2, Vol. 74, No. 2, I_1285—I_1290, 2018.
- 2) 領域気象モデル(Weather Research & Forecasting Model) <http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/>
- 3) 波浪推算モデル SWAN(Simulating Waves Nearshore) <https://swanmodel.sourceforge.io/>
- 4) 気象庁 <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn>
- 5) 国土交通省港湾局: 全国港湾海洋は浪情報網, <https://www.mlit.go.jp/kowan/nowphas/index.html>
- 6) 中村文則, 下村匠, 大原涼平, 細山田 得三: 飛来塩分の予測シミュレーション技術の開発と構造物の長期的な塩害環境作用の評価への適用, 土木学会論文集 E2 (材料・コンクリート構造), Vol. 75, No. 2, 60-79, 2019