

メソ数値予報モデルを利用した飛来塩分の高精度予測のための境界条件の高度化

長岡技術科学大学 正会員 ○中村 文則
 長岡技術科学大学大学院 学生会員 大原 涼平
 長岡技術科学大学大学院 学生会員 井野 裕輝
 長岡技術科学大学 正会員 下村 匠

1. 目的

構造物の塩害劣化の要因となる飛来塩分は、理論的な数値シミュレーションにより高精度で予測できることが報告されている。しかしながら、飛来塩分の数値シミュレーションの境界条件となる自然環境条件(風環境・波浪)を、個別の構造物に応じて設定する手法は確立されていない。

本研究では、メソ数値予報モデル GPV(MSM)を用いて、個別の構造物に対応した自然環境条件(風環境)を設定する手法について検討を行った。さらに、風向・風速と飛来塩分の現地観測および数値シミュレーションを実施し、その再現性について検証を行った。

2. 研究方法

(1) メソ数値予報モデルを用いた風環境条件の設定

飛来塩分の数値シミュレーションの境界条件となる構造物周辺の風環境条件に設定したデータは、気象業務技術支援センター¹⁾が公開しているメソ数値予報モデル GPV(MSM)である。データの範囲は緯度 120~150 度、経度 22.4~46.4 度であり、データ間隔は 5km である。公開されているデータの初期値を収集し、地表面から 10m の位置の風速を抽出した。図-1 は、冬季の季節風が卓越している 2017 年 2 月 10 日における風速分布を抽出したものである。図より、海上を含む沿岸域全域での風速分布が確認でき、各位置での風速の抽出が可能であることがわかる。図中央に示す新潟県大潟海岸の位置で風速を抽出し、それを入力条件として風環境および飛来塩分の数値シミュレーションを実施した。

大潟海岸位置の風速の抽出方法は次の 3 つの方法で行った。ケース 1 は対象位置に最も近い格子点の風速、ケース 2 は対象位置周辺の格子点 5 点の平均風速、ケース 3 は海側の格子点 3 点の平均風速である。その結果、抽出した風速はケース 1 が 8.3m/s、ケース 2 が 7.3m/s、ケース 3 が 11.1m/s となった。

(2) 風環境および飛来塩分の数値モデルによる再現性の検証

数値モデルの検証データとなる現地観測は、新潟県に位置する大潟海岸で 2017 年 2 月 10 日に実施した。観測点は図-2 のような 6 地点に 25~30 点を配置した。飛来塩分の測定方法はドライガーゼ法で行った。

数値シミュレーションモデルは、風環境・波浪および飛来塩分の発生・輸送過程を統合したものを構築した。風環境は N-S 方程式モデル、波浪は修正ブシネスク方程式モデル、飛来塩分の輸送過程は移流拡散方程式モデルである。計算地形は図-2 の領域であり、境界風速の鉛直分布の設定は建築物荷重指針²⁾を参考に式(1)で与えた。

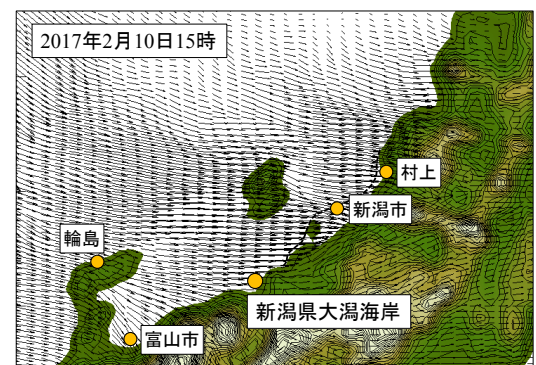


図-1 メソ数値予報モデル(風速)

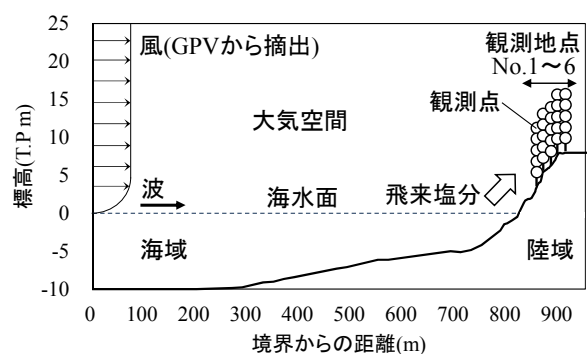


図-2 現地観測地点および計算地形

キーワード 塩害, メソ数値予報モデル, 飛来塩分, 風環境, 数値シミュレーション

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 TEL 0258-47-9626

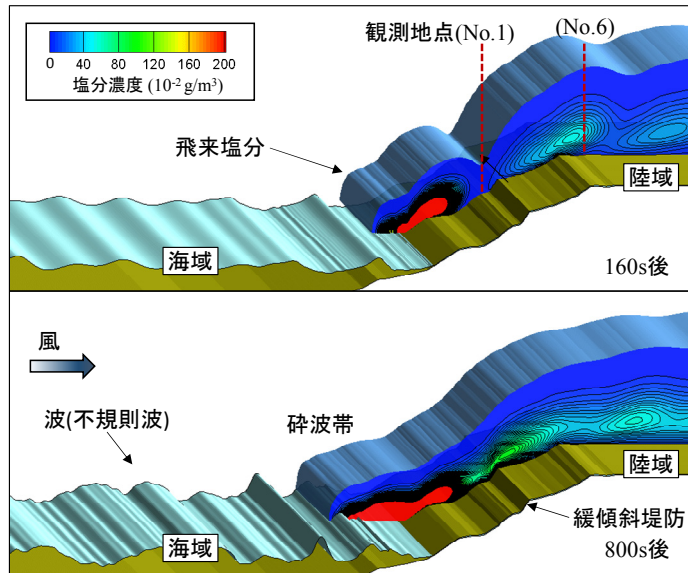


図-3 飛来塩分の発生・輸送過程の計算結果

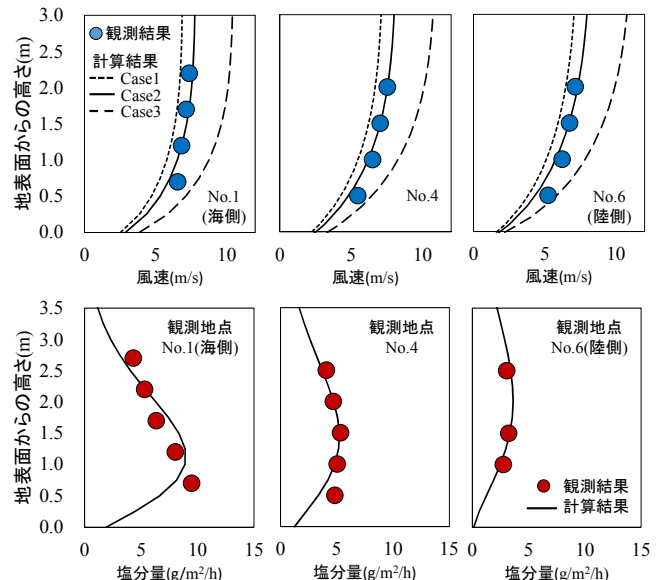


図-4 計算結果と観測結果の比較

$$u(z) = \begin{cases} u_0 \cdot 1.7(z_b/z_G)^\alpha & (z \leq z_b) \\ u_0 \cdot 1.7(z/z_G)^\alpha & (z_b < z \leq z_G) \end{cases} \quad \text{式(1)}$$

ここで、 $u(z)$ は風速の鉛直分布(m/s)、 u_0 は境界での代表風速(m/s)、 z は鉛直高さ(m)、 z_b 、 z_G 、 α は係数でそれぞれ5、250、0.1である。計算では、海面から10mの位置の風速がGPVから抽出した風速と一致するように、それぞれのケースに設定した。波浪条件は国土交通省港湾局が公開している観測結果から有義波高2.5mおよび周期7.0sとして、境界で不規則波を造波した。計算格子間隔は、水平方向0.5mおよび鉛直方向0.25mの等間隔格子である。海域から発生した飛来塩分の粒径は直径100 μ mであり、発生位置からの距離に応じて指数的に粒径を減少させている。

3. 研究結果および考察

数値シミュレーションによる飛来塩分の発生・輸送過程の計算結果を図-3に示す。図は計算開始から160および800秒後を示したものである。図に示すように、海域の波の砕波帯から飛来塩分が発生し、風によって内陸部へ輸送されている状況が再現できている。図-4は、風速と飛来塩分量の計算結果と観測結果を比較したものである。上図は風速を示した結果であり、抽出地点周辺の平均風速を設定したCase2で観測と計算結果が最も一致する傾向が見られた。下図は飛来塩分量を示した結果であり、Case2の風環境条件で計算した結果である。図より、地表面から0.5mの高さで飛来塩分量に差が見られるが、高さ1.0m以上の位置では計算結果は観測結果を良く再現できている。この結果より、沿岸域のような周辺に障害物が少ない地形条件であれば、メソ数値予報モデルの風速データを飛来塩分シミュレーションの境界条件に設定できることがわかった。また、計算結果の塩分量が地表面付近で観測結果を再現できていない原因としては、計算格子間隔が比較的大きいことが関係しており、格子間隔および形状を改善することで差を小さくできると考えられる。

4. 結論

本研究により、飛来塩分の数値シミュレーションの境界条件にメソ数値予報モデルから抽出した風速データを利用できること、それを利用することで風環境および飛来塩分の空間分布を高精度で予測できることが確認された。

謝辞

本研究は、(一財)日本建設情報総合センター研究助成「コンクリート構造物の維持管理に応用したCIMの構築とその有効活用」(研究代表者：中村文則)の一環として行ったものである。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 一般財団法人 気象業務支援センター：http://www.jmbasc.or.jp/jp/online/file/f-online10200.html
- 2) 日本建築学会：建築物荷重指針・同解説，pp.16-357，2004