

# 津地区での飛来塩分シミュレーションの試み

NKK 正会員 武田 勝昭  
NKK 正会員 加藤 真志

**1. まえがき** 橋梁の初期コストから供用期間までのLCC(Life Cycle Cost)を低減するニーズが高まっている。鋼橋においては、耐腐食性を向上させるために、耐候性鋼材の適用性の明確化を行うことが重要である。実際には飛来塩分量 0.05mdd(mg/dm<sup>2</sup>/day)により、例えば北日本の日本海側では、離岸距離 20km まで無塗装耐候性鋼材の適用制限を受けている<sup>1)</sup>。しかし、0.05mdd の限界値は開けた平坦値での観測値が基本である<sup>1)</sup>ため、海岸近くでも山等の特殊な地形の影響を受けやすい場所であれば、飛来塩分量が少ない可能性がある。また、何らかの手法により飛来塩分量を短期間で評価できれば、新たに開発されている高耐塩性耐候性鋼材の適用可能性を判断することも可能である。そこで本研究では、先ず三重県津地区の比較的平坦な地形を対象とした飛来塩分シミュレーション結果を報告する。

**2. 解析手法** 飛来塩分のシミュレーションには、Reynolds 数が高いこと、計算の実用性等を考慮して、標準的な  $k-\varepsilon$  モデル<sup>2)</sup>を用いた。塩分は、(1)式の無次元塩分濃度  $\bar{C}$  に関する Fick の拡散方程式を解くことによって評価する。

$$\rho \frac{\partial \bar{C}}{\partial t} + \rho U_j \frac{\partial \bar{C}}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left\{ (\mu + \mu_t) \frac{\partial \bar{C}}{\partial x_j} \right\} + \bar{C}_g - \bar{C}_{cut} \quad \dots(1)$$

$\rho$  は空気密度、 $U_j$  は流速、 $\mu$  は分子粘性、 $\mu_t$  は乱流渦粘性、 $\bar{C}_g$  は沈降速度項、 $\bar{C}_{cut}$  は塩分損失項である。以上の手法は、昨年<sup>3)</sup>の報告と同様である。解析領域は、国土地理院の数値地図を用いて作成した(図1)。対象としたのは、NKK 津製作所を含む東西方向 15,450m 南北方向 12,900m であり、これに高さ方向 1,000m を考慮した三次元空間である。メッシュ分割は、東西方向 90、南北方向 93、高さ方向 31 分割である。このため、格子は平面的には概略 170m × 140m という大きさになる。風速は、海岸側の東側境界から、1/8 のべき指数分布に従う形で観測値を与えた。この時、海岸上で風速の鉛直方向分布が変化しないようなせん断力を、海面上に与えている。塩分は、海岸と陸地の境界上に  $C(y) = 1 \cdot \exp(-0.293y)$  の関数形で与えた<sup>4)</sup>。なお、解析には汎用流体解析プログラム STAR-CD を用いており、塩分輸送方程式の塩分損失項や沈降速度項は、ユーザー・サブルーチンにより考慮した。

**3. 観測結果** 現地で塩分の短期観測(2日間)を4回実施した。計測法は、JISZ2381 のガーゼ法に準ずる。ガーゼは海岸方向に向け、地表面上 1.5m の位置に固定した。観測点は、海岸波打ち際の砂浜から離岸距離 13km までの数点を選んだ。観測は、晴天で海風が吹いているタイミングで実施した。図2に、観測結果を示す。4回の短期観測結果は、気象条件が異なるために、塩分の絶対量が異なっている。そこで、波打ち際の観測値を 1.0 として表示した。ただし、1, 4 回目の観測結果は波打ち際のデータが消失したため、2m 離れた点を基準としている。同図の結果は、最小、小、大、最大の順に塩分観測量の絶対値が大きいことを示しており、この違いは観測時の海風の強さ等に起因する。この結果から、塩分観測量が多い最大、大の場合は、塩分量が離岸距離とともに低下するという平坦地における一般的な傾向を示すが、塩分量が少ない最小、小の場合はそのような特性に対するばらつきが大きくなることが分かった。ただし、このバラツキが、検出量の絶対値が小さいことによるものか、海風が弱かったためか、現段階では判断できない。

**4. 解析結果** 図3は、図2で塩分観測量が最大であった観測値と解析結果を比較したものである。解析値は、沈降速度項・塩分損失項双方無し、沈降速度項を  $W = 0.06 \exp(-0.012x)$  として評価、沈降速度項無し、塩分損失項を  $\rho \gamma \bar{C} U$  と定義し、 $\gamma = 0.1$  で評価(ただし、 $\bar{C}$ 、 $U$  は地表面に接するセルの値)、

キーワード：地形、飛来塩分、シミュレーション、 $k-\varepsilon$ モデル、流れ解析

連絡先：〒210-0855 川崎市川崎区南渡田町1番1号, Tel.044-322-6261, Fax 044-322-6519

沈降速度項  $W = 0.06$ ，塩分損失項無し，としたものである．どの結果も適度に観測値の傾向をとらえているので，沈降速度項や塩分損失項に対して塩分濃度の解析値は比較的鈍感であるが，沈降速度項と塩分損失項は，結果に微妙な影響を与える．本結果だけでは断言できないが，津地区という比較的平坦な地形における数値解析では，沈降速度項を  $W = 0.06$ ，塩分損失項無しとした の結果が，離岸距離と塩分濃度の関係を最も精度良くとらえている．

**5. まとめ** 平坦な地形ではあるが，解析的に離岸距離とともに飛来塩分量が減少する一般的な特性をとらえることができた．なお，山が存在し凹凸が大きく，さらには表面が樹木で覆われているような地形では，別途塩分損失項等の検討が必要であると考えている．

**参考文献** 1)建設省土木研究所，鋼材倶楽部，日本橋梁建設協会：耐侯性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書( ) - 無塗装耐侯性橋梁の設計・施工要領(改定案) - ，1993年．

2)Lauder,B.E. & Spalding,D.B. : The numerical computation of turbulent flows , Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering , 3. , pp.269-289 , 1974.

3)武田勝昭，加藤真志：橋梁断面部位毎飛来塩分量の流れ解析による予測，第54回土木学会年次術講演会， -A204，1999年．

4)仲座栄三ほか：飛塩(海塩粒子)拡散の数値流体力学解析，海岸工学論文集，Vol.40，No.2，1993年．

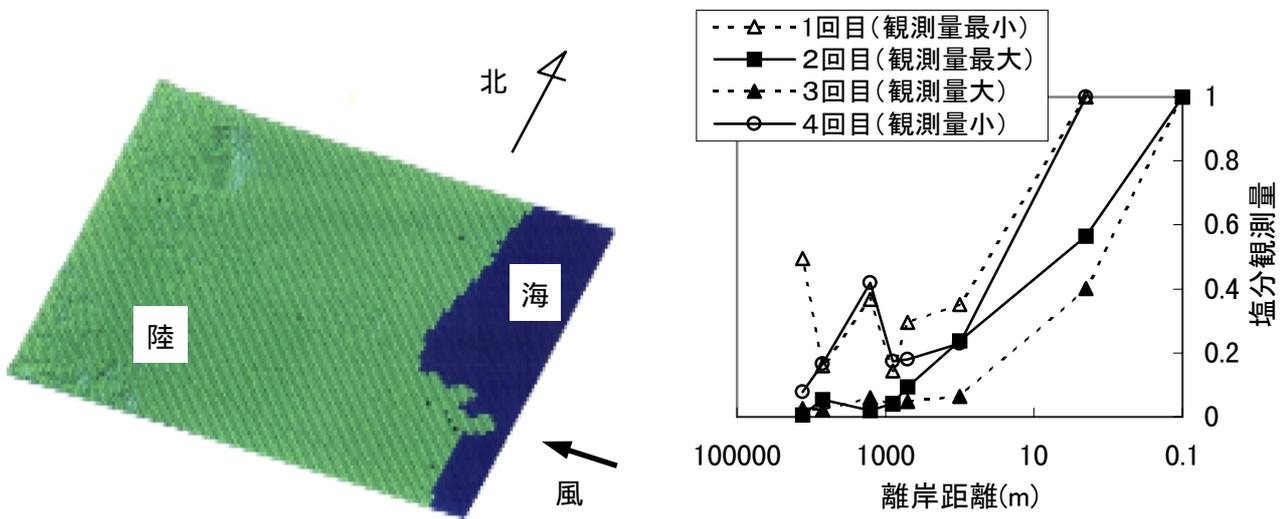


図1 津地区解析領域

図2 飛来塩分量短期観測結果

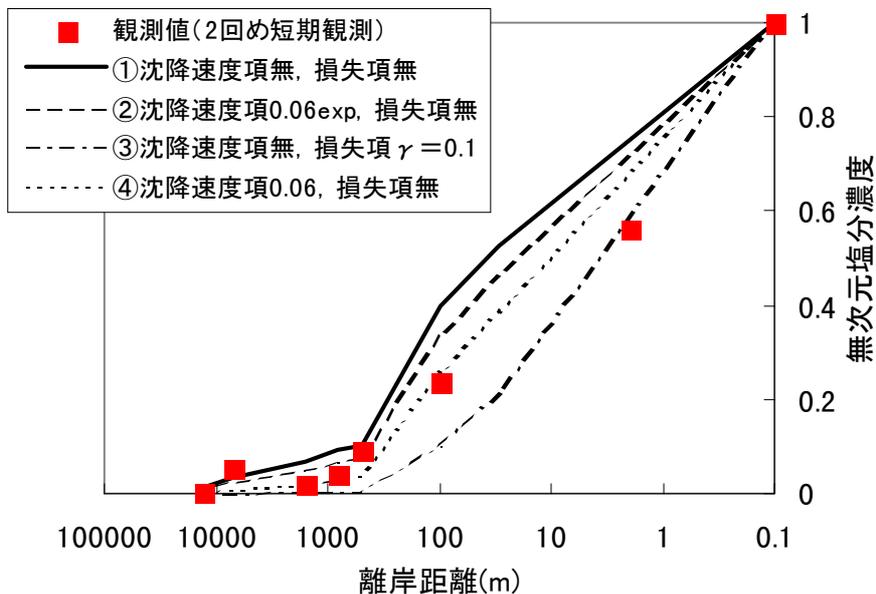


図3 飛来塩分量，観測値と解析値の比較