

II-90

沿岸域における飛来塩分の数値解析

熊本大学工学部 正会員 ○ 山田 文彦

熊本大学工学部 正会員 滝川 清

熊本大学工学部 正会員 外村 隆臣

1. まえがき

沿岸域においては、強風により海から運ばれる飛沫（飛来塩分）によって、多くの災害（潮風害）が発生している。平成3年9月、相次いで上陸した台風17・19号がもたらした潮風害によって、九州各県下では多大な被害を被っており、それを一つの契機に飛来塩分量の軽減策が検討されている。筆者らは、平成3年の台風により熊本県内で最も水稻の被害が大きかった玉名郡横島干拓地区において、飛来塩分量の現地観測を平成4年より実施し、その空間分布特性などを明らかにしている（滝川ら, 1995a）。しかし、現象が地形・波浪・気象などの影響を受ける地域性の強い問題であるため、そのメカニズムには依然不明な点が多く残されている。本研究は、数値解析により飛来塩分特性の解明を試みるとともに、軽減策の一つとして防風林・防風スクリーンのような透過性フィルターを設置する場合の検討などを行うものである。

2. 数値解析手法

飛来塩分は、波が沿岸で砕けることにより発生し、それが風によって内陸部へと運ばれるため、一連の過程をモデル化するには不確定な要素が多い。そこで本研究では、飛来塩分の発生過程と輸送過程の2つに分けてモデル化を行った。今回は、輸送モデルについて説明し、発生モデルについては解析結果を示す。

2. 1 発生過程の数値解析

筆者らは、斜面上および潜堤構造物上で波が砕波するような非常に非線形性の強い波動現象に対して、FEMとSMAC法を組み合わせた数値解析手法を開発している（図-1）（滝川ら, 1991; 1995b）。図-2は同様の手法を用いて、防波堤に波が衝突する計算結果を示す。今後は室内実験により越波量・飛沫の発生状況などについて詳細な検討を行う予定である。

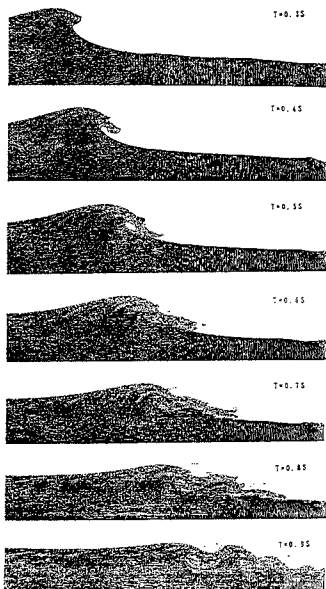


図-1 斜面上の砕波変形

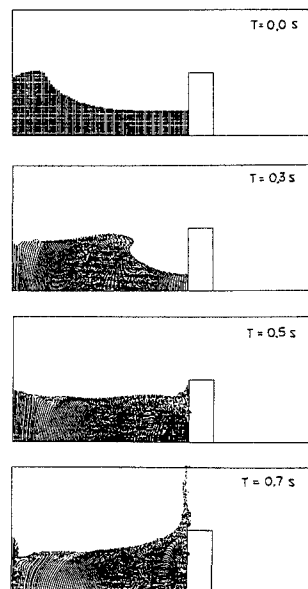


図-2 防波堤への波の衝突

2. 2 輸送過程の数値解析

現象を2次元的に考え、風速場の密度は一定であると仮定すると、基礎式は非圧縮性流体を対象とした式(1)～(3)で表される。また、飛来塩分濃度の基礎式はFickの拡散方程式(4)を用いた。

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial uu}{\partial x} + \frac{\partial uv}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + F_x + F_{ix} \quad (2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial uv}{\partial x} + \frac{\partial vv}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \nu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + F_y + F_{iy} \quad (3)$$

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \frac{\partial uc}{\partial x} + \frac{\partial vc}{\partial y} = w_0 \frac{\partial c}{\partial y} + k \left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right) + C_{cut} \quad (4)$$

$$F_{ix} = C_D \frac{(1-\varepsilon)}{\varepsilon} |u| u \quad (5)$$

$$F_{iy} = C_D \frac{(1-\varepsilon)}{\varepsilon} |v| v \quad (6)$$

ここで、(u,v)は(x,y)方向の速度成分、 ρ は密度、 p は圧力、 ν は動粘性係数、(F_x, F_y)は(x,y)方向の物体力成分、(F_{ix}, F_{iy})は(x,y)方向の透過層内での流体抵抗、 C_D は抵抗係数、 ε は空隙率、 c は濃度、 W_0 は海塩粒子の沈降速度、 k は拡散係数、 C_{cut} は透過層内での濃度の減衰項である。離散化はSMAC法を用い、N-S方程式および拡散方程式中の移流項には3次精度の風上差分（桑原・河村スキーム）を適用し、直接シミュレーションを行う。また、圧力および濃度の反復解法には前処理付き共役勾配法を用いた。

3. 計算結果

図-3は現地の地形を用い、透過性フィルター設置の有無による流速分布および濃度分布の変化を示したものである。フィルター背後で流速が減衰し、濃度も減衰していることから、透過性フィルターの有効性が数値的にも確認できる。また、図は示していないがフィルターの設置場所に関しては、堤防の直後よりも風速場が安定した場所に設置した方が濃度の減衰効果が高いことが確認できた。なお、計算格子幅はともに50cmであり、今回の計算では、 W_0 、 C_{cut} は考慮していない。

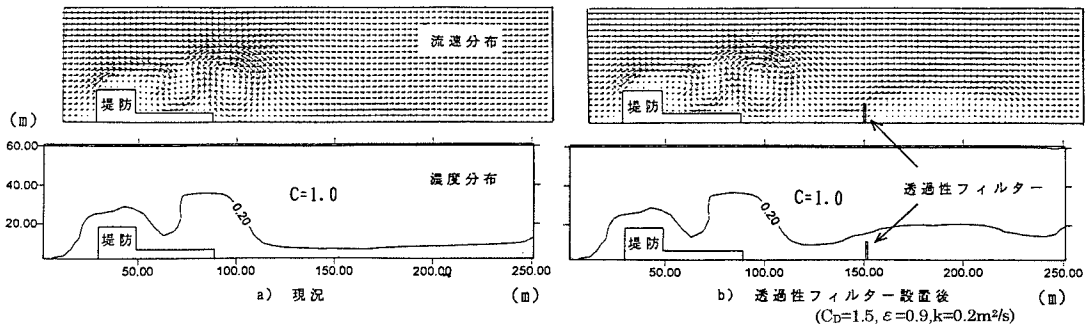


図-3 計算結果（上：流速分布、下：濃度分布）

4. あとがき

今後は、現地観測により降雨および海塩粒子の沈降による飛来塩分濃度の減衰をモデル化するとともに、乱流モデルを組み込み、現象の解明を行う予定である。

参考文献

- 滝川 清、山田文彦、有元光久(1991)：海岸工学論文集、第38巻、(1)、pp.61-65
- 滝川 清、山田文彦、外村隆臣(1995a)：自然災害総合研究班西部地区部会研究発表会（印刷中）
- 滝川 清、山田文彦、松本健作(1995b)：海岸工学論文集、第42巻、(1)、pp.71-75