

## 飛砂粒子の挙動に海岸砂防構造物が与える影響

福島工業高等専門学校 産業技術システム工学専攻 社会環境システム工学コース 学生会員 ○遠藤 萌美  
 福島工業高等専門学校 都市システム工学科 正会員 菊地 卓郎  
 長岡工業高等専門学校 環境都市工学科 正会員 衛藤 俊彦  
 東京建設コンサルタント 東京本社 河川本部 河川計画部 正会員 大澤 範一

## 1. はじめに

飛砂は風によって砂粒子が運ばれる典型的な固気二相流であり、人々の生活環境・経済活動に甚大な被害を及ぼす現象であるため、その制御においては海岸砂防構造物と呼ばれる高さ数mに及ぶ構造物が建設されている。

海浜の平坦部で発生する飛砂は、砂表面付近に集中し、全体の90%は高さ20cm以下で移動し、50cmを超えるような飛砂は全体の1%にも満たないことが知られているが、実際の沿岸部では相当量の飛砂が高さ数mの海岸砂防構造物を越えて、陸側に堆積していることが確認されている<sup>1),2)</sup>。そこで本研究では飛砂をラグランジュ型のモデルで再現し、飛砂粒子一つひとつの挙動を追うことによって、構造物の存在が飛砂粒子の運動にどのような影響を与えるのかを把握すべく数値解析を行った。

## 2. 数値解析概要

本研究では、流動解析ツールとしてOpenFOAMを用いて、ラグランジュ型モデルの一つであるMPPIC (Multi-Phase Particle In Cell) 法を採用した。

まず解析領域を決定するために、海岸砂防構造物と飛砂の挙動に関する風洞実験を行っている鶺鴒<sup>2)</sup>の風洞実験を参考にし、図-1に示すようなモデルを作成した。具体的には流下方向x軸を20m、鉛直方向y軸を1.1m、奥行き方向z軸を1.0mとして、メッシュ分割数はメッシュアスペクト比を考慮し、図の括弧内の数値とした。また、海岸砂防構造物を模したオブジェクトも風洞実験<sup>2)</sup>と同様に流下方向15m地点に高さ10cmで設定した。砂も同様に粒度が揃えられた砂を想定し、中央粒径が0.15mm, 0.48mm, 0.68mm(以下, D15, D48, D68と表記)

の3ケースとし、オブジェクト手前の底面部10cm分を砂層とした。また、流入風速についても風洞実験<sup>2)</sup>で計測されている鉛直方向15点分のデータを基に分布形で与えた。表-1に解析に用いた計算諸量を示す。

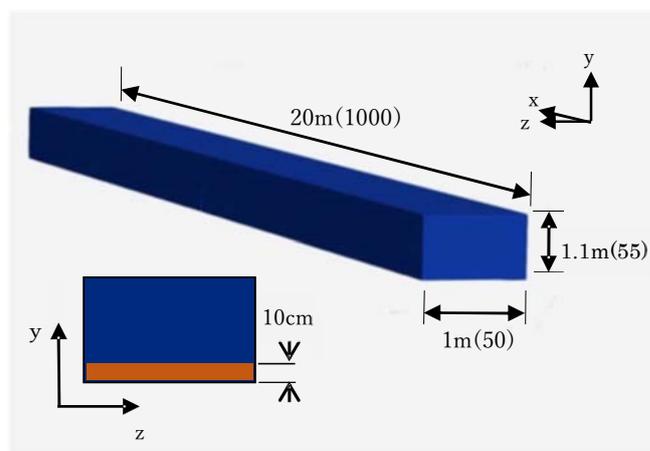


図-1 数値解析モデル図

表-1 計算諸量

case	1	2	3
風速 $U_m$ (m/s)	16.97	13.7	13.85
砂の粒径 $d$ (mm)	0.15	0.48	0.68
砂の密度 $\rho_s$ ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	2650		
乱流運動エネルギー $k$ ( $\text{m}^2/\text{s}^2$ )	0.375		
分子粘性比散逸率 $\omega$ (1/s)	1.437		

## 3. 数値解析結果

海岸砂防構造物が飛砂粒子の挙動に与える影響を評価するために、それぞれのcaseにおいて、海岸砂防構造物を模したオブジェクトを設置した場合と未設置の場合についての数値計算を行った。

図-2, 3に海岸砂防構造物未設置の場合の飛砂粒

Keys Words : 飛砂粒子, 海岸砂防構造物, ラグランジュ型, 数値解析

連絡先 : 〒970-8034 福島県いわき市平上荒川字長尾30 福島工業高等専門学校 都市システム工学科

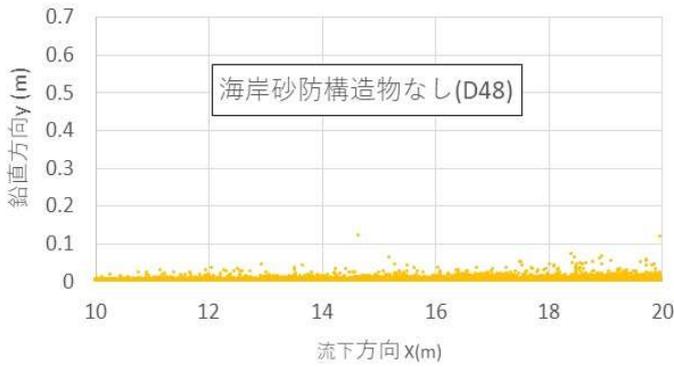


図-2 飛砂粒子の挙動  
(海岸砂防構造物なし【D48】)

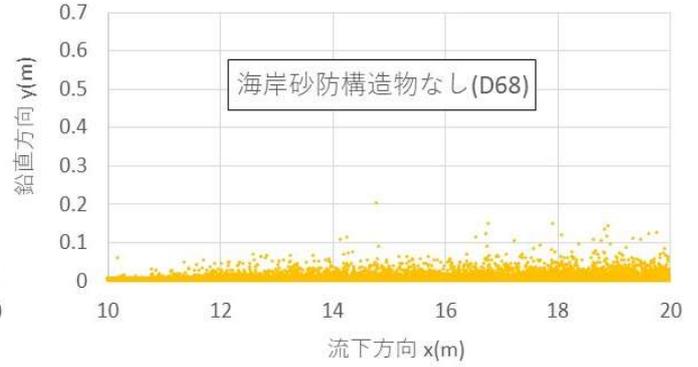


図-3 飛砂粒子の挙動  
(海岸砂防構造物なし【D68】)

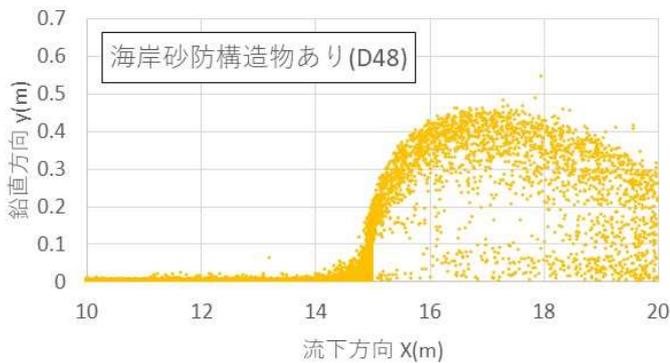


図-4 飛砂粒子の挙動  
(海岸砂防構造物あり【D48】)

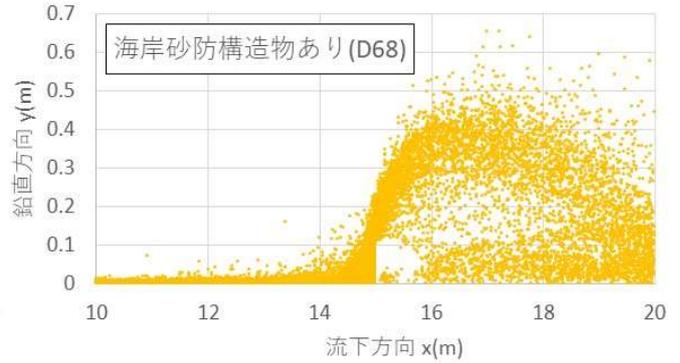


図-5 飛砂粒子の挙動  
(海岸砂防構造物あり【D68】)

子の挙動を示す。これは平坦な砂面上の砂粒子の挙動を表現しており、鵜飼ら<sup>2)</sup>が風洞実験で確認しているように飛砂量は高さ 10cm 以内に集中するという実験結果と同様な傾向を示している。また、飛砂は転動、跳躍、浮遊の 3 つの運動形態があり、平坦な砂面上では主に転動と跳躍運動によって、砂粒子が運ばれることが知られており、粒径が大きいほど跳躍高さが高くなる傾向があるが、図-2 と図-3 を比較すると、粒径が大きい D68 の砂粒子の方が跳躍高さが高い砂粒子が多いことが確認できる。このことから本モデルが砂粒子の運動形態の傾向を表現できていると考えられる。次に海岸砂防構造物を設置した場合の飛砂粒子の挙動を図-4、5 に示す。流下方向  $x=15\text{m}$  地点に存在する高さ 10cm の海岸砂防構造物によって、飛砂粒子が構造物を越えて、風下側に運ばれているのがわかる。また、風下側の砂粒子に注目すると、構造物直近で落下する飛砂量は粒径の大きさに関係なく少ないが、流下距離 16m を越えたあたりから飛砂

粒子量に違いがみられる。これは粒径が小さいほど砂粒子が浮遊の状態の後方に運ばれており、砂粒子が風洞末端を通過したことを意味している。

#### 4. まとめ

本研究では適用した解析モデルが海岸砂防構造物の存在によって、平坦部における飛砂粒子の挙動とは違い、高さ 50cm 以上を超えるような飛砂が発生することを再現できることが確認できた。今後の課題としてはより現地の状況を再現した数値計算を実施することが挙げられる。

#### 参考文献

- 1) 鵜飼正志, 保坂幸一, 久保田進, 堀田新太郎 : 海岸砂防構造物を越える浮遊飛砂について, 海洋開発論文集 21 巻, pp.415-420, 2005
- 2) 鵜飼正志, 田村貴史, 久保田進, 堀田新太郎 : 海岸砂防構造物を越える浮遊飛砂についての風洞実験, 海洋開発論文集 22 巻, pp.475-480, 2006