

# トレンチによる飛砂捕捉効果に関する数値解析

福島工業高等専門学校 専攻科 社会環境システム工学コース 非会員 ○泉澤 ことね  
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 総合河川本部 河川計画部 正会員 大澤 範一

## 1. はじめに

飛砂を考慮した養浜設計は重要であり、飛砂制御として堆砂垣、植栽帯、静砂垣、除砂帯、トレンチなどの構造物を組み合わせた面的防護が取られている。その1つであるトレンチは、現地観測によって、高い飛砂捕捉能力があることが確認されているものの、現地での実用性を考慮すると作業効率・安全性の問題が指摘されており<sup>1)</sup>、その問題と飛砂捕捉能力とのバランスが取れたトレンチが提案できれば、現地での活用の幅が広がると考えられる。トレンチの形状に着目した既往研究<sup>2)</sup>によるとトレンチの幅と深さの比であるアスペクト比( $B/h$ ,  $B$ はトレンチ幅,  $h$ はトレンチの深さ)は5~6程度が適切であると報告されているが、風況による評価であり、固気二相流の観点からの評価は十分とは言い難い。

そこで本研究では飛砂の流動現象を固気二相流として、流体力学的に捉えて、解析的にアプローチすることによって、現地適用性の高い作業効率・安全性と飛砂捕捉能力のバランスの取れたトレンチのアスペクト比を検討することを目的とする。

## 2. 数値解析モデル

数値解析モデルは本研究グループによって、現地スケールの飛砂の流動現象の再現性が確認されているモデルを用いることとした<sup>3)</sup>。解析ツールはOpenFOAMを用いて、気相では標準  $k-\epsilon$  乱流モデル、粒子相では B.G.M.VanWachem<sup>4)</sup>による動力学モデルを取り入れている。固気二相流の支配方程式である連続の式と運動方程式は有限体積法に基づき分散化し、圧力 - 速度連成手法には PISO 法と SIMPLE 法を組み合わせた PIMPLE 法を用いている。

## 3. 数値解析条件

トレンチのサイズを変更した4つのモデルを作成した。解析領域は流下方向  $X=50m$ 、高さ方向  $Y=3.55m$  の鉛直2次元領域とし、計算格子間隔( $\Delta x$ ,  $\Delta y$ )はそれぞれ  $0.05m$  とした。底面に厚さ  $50cm$ 、トレンチ内に厚さ  $5cm$  の一様な砂層を設け、砂の粒径は  $0.24mm$  とし、一様粒径で与えた。また、高さ  $3.5m$  地点で  $8.8m/s$  となる対数則に従った分布形の風速を上流端から送風する条件とした。今回はアスペクト比5のモデルを2種類 model 1 (幅  $5m \times$  深さ  $1m$ )、model 2 (幅  $10m \times$  深さ  $2m$ )、アスペクト比を10にしたモデルを2種類 model 3 (幅  $5m \times$  深さ  $0.5m$ )、model 4 (幅  $10m \times$  深さ  $1m$ ) を作成した。図1, 2, 3, 4にそれぞれの縦断図を示す。

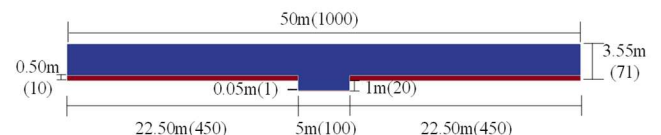


図1 model 1

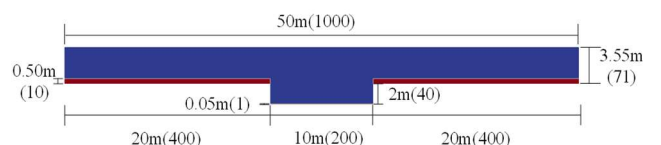


図2 model 2

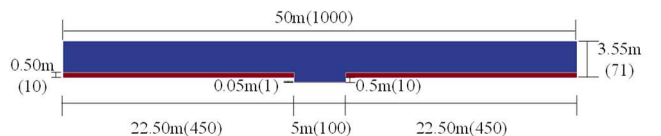


図3 model 3

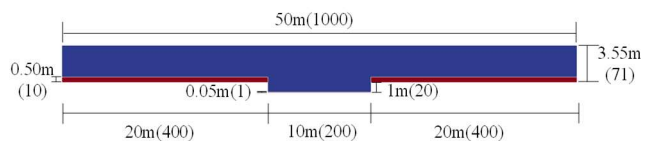


図4 model 4

キーワード：飛砂, 数値解析, トレンチ, アスペクト比

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

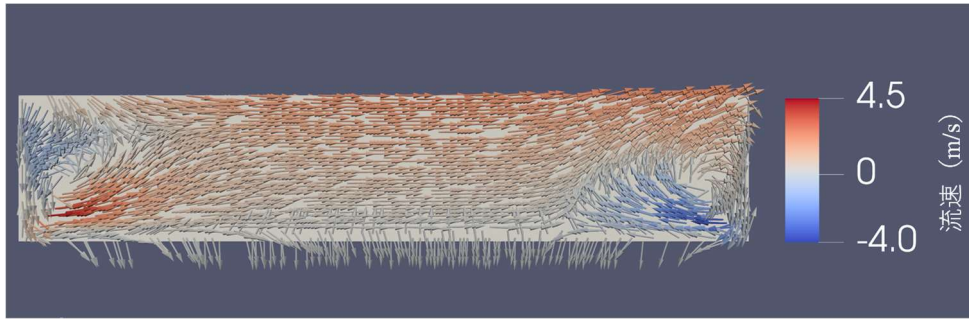


図5 model 2におけるトレンチ内の風況の様子

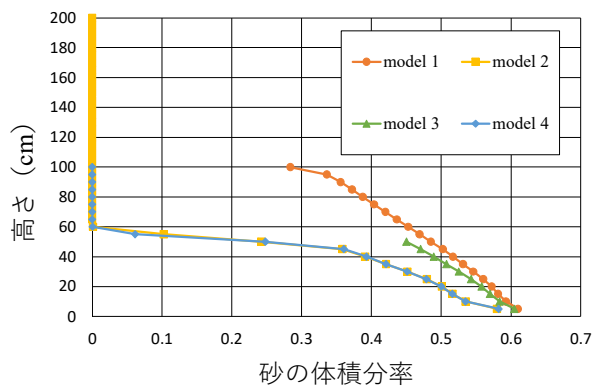


図6 飛砂の体積分率の比較

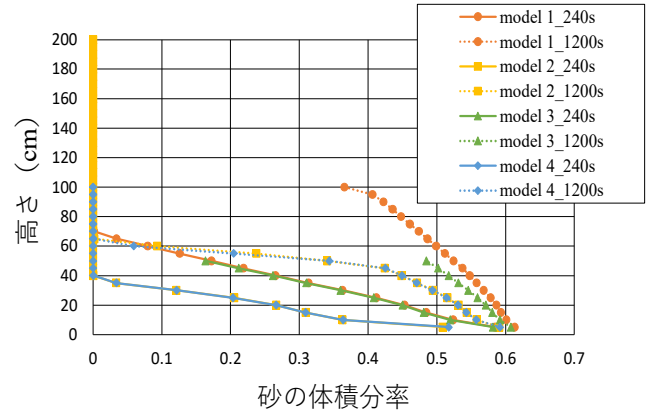


図7 砂の体積分率の経時変化

#### 4. 数値解析結果

風況の代表例として、図5に model 2 の送風開始から 60 秒後の風況を示す。各モデルの風況を比較するとすべてのモデルにおいて、トレンチの両端で循環流が発生し、下流側において、循環流から風下へ流れていく風速がトレンチ内で最大となっている。この最大風速はトレンチの深さが深いほど大きくなる傾向を示した。

次に、各モデルの飛砂の体積分率を比較する。図6に各モデルの送風 840 秒後における飛砂の体積分率を示す。なお、本体積分率はトレンチ中央位置における鉛直データを抽出したものである。各モデルのトレンチ内の底面部では飛砂の体積分率は 0.6 前後を示し、どのトレンチでも底面部では満砂に近い状態まで溜まっているといえる。トレンチ内の上面端では、model 1 と model 3 は飛砂が溜まり始めており、体積の小さい model 3 の方が体積分率が大きくなるという結果を示した。また、深さ 50cm までの体積分率をみると model 1 のほうが大きいという結果を示した。model 2 と model 4 では上面端部まで溜まっておらず 0 を示した。図7に各モデルの送風 240 秒後と 1200 秒後の飛砂の体積分率を示す。どちらの時間においてもトレンチの幅が同じであれば、砂の堆積

傾向はほぼ同じである。したがって、トレンチの上面端部まで飛砂が到達しない場合の捕捉能力は同じであるといえる。

#### 5. まとめ

本研究では、幅と深さ、アスペクト比の違うトレンチを設置した場合の飛砂の数値解析を行い、捕捉能力の違いについて検討を行った。今回の解析ではトレンチの幅が同じでトレンチ上部端まで砂が溜まらなければ、砂の捕捉能力はアスペクト比が 5 でも 10 でも変わらない結果となったが、上部端に達する時間はトレンチの体積に比例するため、その点も踏まえて、今後の検討が必要である。

#### 参考文献

- 1) 片野明良：中央大学博士論文，pp.122，2022
- 2) 堀川ら：土木学会海岸工学論文集，第 43 巻，pp.671-675，1996
- 3) 山岸ら：第 39 回土木学会関東支部新潟会研究調査発表会，II-314，2021
- 4) B.G.M. van Wachem：Ph.D. Thesis, Delft University of Technology, pp.201，2000