

数値計算による生物付着に適した基盤形状の基礎的検討

大成建設 正会員 ○高山百合子 正会員 ムチェブエ・エドウィン 正会員 織田 幸伸

1. 目的

港湾や沿岸部における自然再生の観点から、護岸や構造物の壁面付近に生物生息エリアを付け加えた生物共生型港湾構造物の整備が進みつつある。港湾構造物における生物共生機能は、護岸周辺に礫や石を積んで隙間を作る方法や、構造物壁面に凹凸を付ける手法により創り出すことができ、いずれも藻類やサンゴ等、浮遊期を持つ生物の付着を促し、その形状により食害から保護することによって付着後の成長や生態系の形成を促進する役割を持つ。浮遊期の生物が構造物に付着する要因は、生物自体の変態や、構造物形状による浮遊生物の捕捉など複合的であるが、付着する構造物の表面形状が浮遊生物の捕捉に影響している可能性は高いと言われている。例えば、凹凸形状については、凸部により形成される渦や止水域によって浮遊生物が表面付近に留まるために付着する確率が増加している可能性があり、これまでに藻類やサンゴの着生効果が実験的に確認されている^{1),2)}。凹凸に比べ複雑な形状については付着効果との関係について検討された事例は少ないが、単純な凹凸形状に比べ複雑な流況が生じることから付着効果の増大が期待できる。そこで本報告では、数値計算により凸型に突起を付けた形状の流況パターンについて凸型の場合と比較し、流れの観点から生物付着効果がより高くなる形状について考察した。

2. 計算方法

数値計算は、流体解析ツール OpenFOAM を用いて、2次元水路の底面に構造物を1個配置し流況を解析した(図1)。主な計算条件として、左右に流速・流出境界、底面境界は no Slip 壁、上面を大気境界として、ブロックメッシュにより全領域を 6mm で格子分割した。乱流モデルは RANS (k- ω SST) を用いた。計算ケースは、構造物を 6cm 四方の角柱タイプ、そこに 2cm 四方のブロックを取り付けた突起タイプ (3 ケース) の計 4 タイプを対象とし(図2)、境界流速を 0.05m/s, 0.2cm/s の 2 条件とした 8 ケースを設定した。

3. 計算結果と考察

図3は、定常状態における流速 u 成分の鉛直断面図である。カラーコンターは緑を中心に赤側は+、青側は-を示す。図3より、8 ケース全てにおいて構造物の上流側角部で流れが剥離し、構造物の背後に流れの弱い緑の領域が広く形成されている。その領域では底面近くにマイナス成分を示す青い領域が見られることから渦が形成されていることが分かる。構造物背後の流れが弱い領域(緑~青)の広さは、剥離する位置が高い突起タイプ B と境界流速が小さいケースにおいて相対的にやや広い傾向であった。

次に、構造物背後(近傍)の流速ベクトルを示す(図4)。図4の上段は境界流速 0.05m/s, 下段は 0.2m/s のケースである。図4より、構造物背後には、剥離流れにより形成された渦との間に、剥離流れによる渦と対になる反時計回りの弱い渦が形成されていた。この半時計回りの渦は、流速が小さいケース、および、剥離する位置が高い突起タイプ B、突起が下流側に付いている突起タイプ C において相対的に大きかった。また、突起



図1 計算領域図

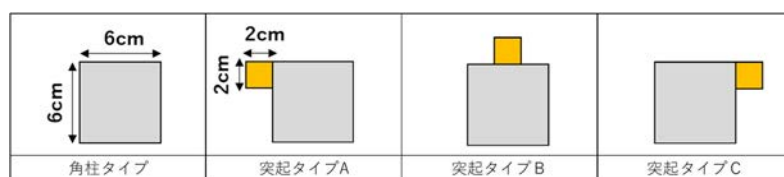


図2 構造物タイプ

キーワード 生物共生型港湾構造物, 生物付着, 浮遊幼生, OpenFOAM, CFD 解析

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター TEL 080-9579-4349

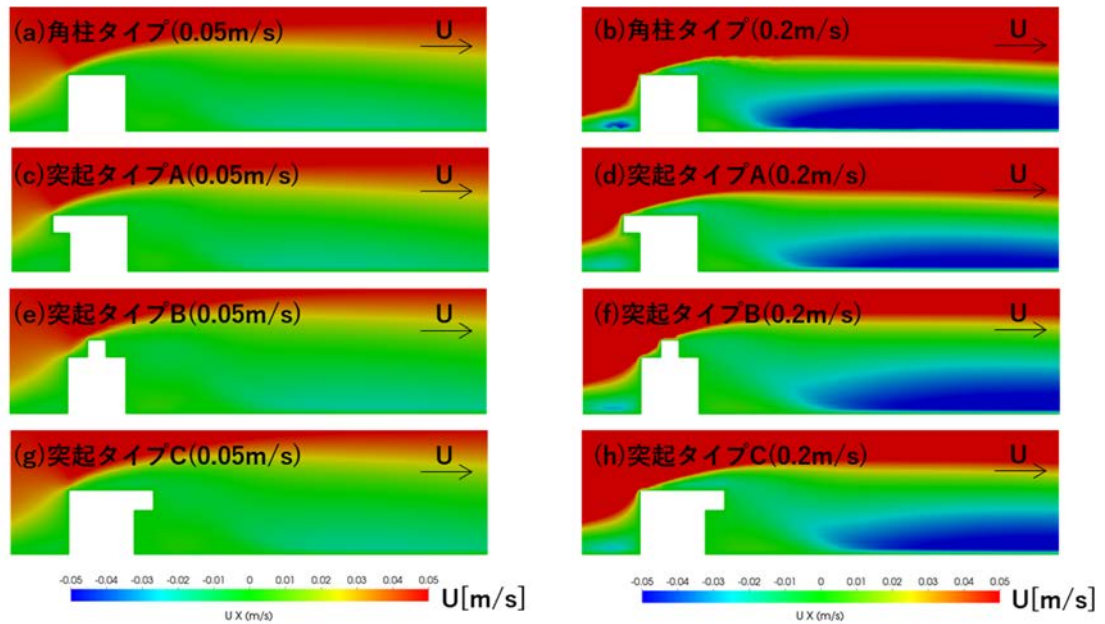


図3 流速分布(u成分)

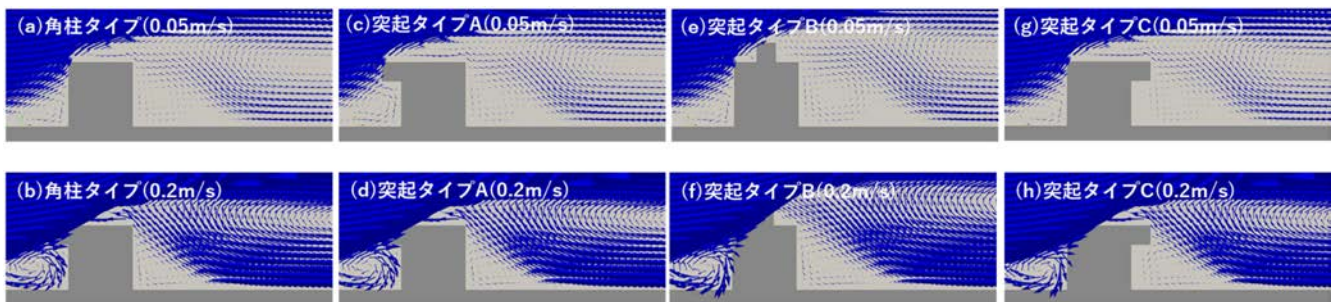


図4 流速ベクトル

タイプ C では、半時計周りの渦と構造物の間に止水エリアが形成される特徴が確認できた。浮遊生物が流れによって構造物に付着する機構について考えると、構造物近傍に到達した浮遊生物は角部の剥離によって形成された流れにより移流するが、構造物背後に戻された時に、反時計回りの渦に取り込まれる可能性がある。半時計周りの渦に取り込まれれば、構造物の近傍における滞留時間が長くなるので付着する可能性が高まる。また突起タイプ C においては、突起の下の止水エリアに入り込むことで半時計周りの渦が蓋となって滞留時間がより長くなることも考えられる。以上より、構造物近傍では、流れと構造物の間に安定した渦や止水域を創り出すことが、浮遊生物の付着に効果がある可能性が伺えた。突起タイプ C の形状のように渦が凹部の蓋となることも効果的であると考えられるので、凹凸を組み合わせた基盤材料を効率よく作製する方法が必要と考えられる。

4. まとめ

生物共生型港湾構造物への活用を念頭に、流況パターンから生物付着効果を高める突起形状について基礎的検討を行った。その結果、規模が異なる渦や止水域を創り出すことにより、構造物近傍に浮遊生物を停滞させて付着させる機能を付加できることが示唆された。現地実験では付着効果と形状の関係を明確に確認することは難しいが、CFD 解析により詳細な流況や最適形状を確認することが可能で、こうした様々な取り組みが増えることにより港湾や沿岸部における自然再生が進んでいくものと考えられる。

参考文献

- 1) 菅原哲也ら：海藻着生に適した表面形状の定量化について-雄冬漁港背後小段における事例-，寒地土木研究所，平成 18 年度技術研究発表会発表論文（環-44），2006。
- 2) 花城盛三ら：沖縄の港湾整備におけるサンゴ群集再生事業，環境技術，Vol.34, No.5, 2005。