

大村湾・佐世保湾系における潮流制御技術の開発

長崎大学工学部 学生員○前田修志 正会員 矢野真一郎 フェロワー 富樫宏由
九州大学大学院工学研究科 フェロワー 小松利光 学生員 小橋乃子

1. はじめに 大村湾は長崎県の中央部に位置し、水表面面積が約 330 km²、平均水深が 16 m の非常に閉鎖性の強い内湾である。大村湾と外海域を結ぶ佐世保湾は、大村湾と2つの細長い瀬戸（早岐瀬戸と針尾瀬戸）で繋がり、外海とは幅約 1km の非常に狭い開口部で接続しており、大村湾・佐世保湾系は二重閉鎖性内湾系を構成している。2 つの瀬戸のうち早岐瀬戸はほとんど海水の出入りがなく、もう一方の針尾瀬戸が海水交換の大部分を受け持っていることが知られているが、幅が最小約 200 m（西海橋付近）、長さが 2 km 強の水路のような海域であり、佐世保湾から大村湾への潮汐の伝搬を阻害している。実際、佐世保湾の M₂ 潮による振幅が 83 cm であるのに対して、大村湾内では 24 cm であり潮汐が非常に弱い。また、潮汐による流入量（Tidal Prism）が湾内水量の約 1/36 であり、海水交換も非常に弱い。本研究では、大村湾・佐世保湾系の海水交換促進を図ることを目的に、非対称3次元形状により流向による抵抗差を生じさせる海底構造物（以後、海底粗度と呼ぶ）を用いた潮流制御技術〔小松ら(1997a)〕の適用可能性について潮流シミュレーションによる検討を行った。

2. 潮流シミュレーションについて 佐世保湾湾口部である寄船崎を湾口とみなして大村湾と佐世保湾全域を計算領域とした平面2次元潮流シミュレーションを行った。計算条件は、計算格子間隔： $\Delta x = \Delta y = 250$ m、時間格子間隔： $\Delta t = 10$ s、コリオリ係数： $f = 7.94 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 、海底摩擦係数（海底粗度のない海域）： $\gamma_{bf}^2 = 0.0026$ とした。今回の検討では、開境界での振幅 a と渦動粘性係数 ν_t が未知であるため、大村港と佐世保港における潮位振幅がそれぞれ観測値の 0.24m、0.83m 程度になるように試行錯誤的に両パラメータを調整し、 $a = 0.835$ m、 $\nu_t = 130 \text{ m}^2/\text{s}$ と値を決定した。図-1 に現況の潮汐残差流の計算結果を示す。過去に報告されている、大村湾湾口部の反時計回りの環流などが良好に再現されている。また、潮位変動の計算結果より佐世保湾と大村湾の間に存在する約3時間の位相差の再現も確認されている。

3. 海底粗度の効果について 1/4 球型粗度〔小松ら(1997b)〕を用いた場合を想定して検討を行った。相対水深 $h/k = 5$ の場合、1/4 球型粗度の流れの方向による抗力係数が既知であるため、それらから海底摩擦係数を換算したところ、順流方向（抵抗の弱い方向）に対して $\gamma_{bf}^2 = 0.056$ 、逆流方向に対して $\gamma_{bb}^2 = 0.137$ が得られた。但し、平均水深を $h = 16$ m、粗度高さを $k = 3.2$ m、配置密度を 10 m 四方（100m²）に1個としている。これらの海底摩擦係数により海底粗度設置の効果を与えた。

今回の検討では、潮流の強い大村湾湾口海域（CASE-1, 2）、潮流の弱い長崎空港周辺海域（CASE-3, 4）、大村湾の湾口海域と湾中央海域をつなぐ海峡部（CASE-5, 6）、佐世保湾（CASE-7, 8）に設置した場合の合計8ケースについて検討を試みた。図-2 に CASE-5, 8 の粗度配置を示す。潮流の方向が、図中の矢印が示す方向を中心に±90°を向いている場合を順流、それ以外の方向は逆流とみなして計算を行った。また、CASE-1, 3, 5, 7 に対して、反対向きに粗度を配置した場合 CASE-2, 4, 6, 8 についても計算を行っているが紙幅の関係で、CASE-5, 8 の潮汐残差流の計算結果のみ図-3, 4 に示す。大村湾湾口海域（CASE-1, 2）、長崎空港周

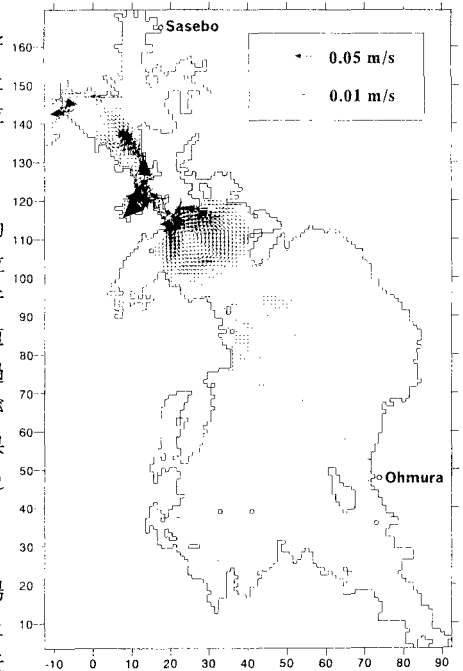


図-1 潮汐残差流の計算結果（現況）

辺海域 (CASE-3, 4) とも、良好に潮流が制御出来ていた。CASE-5, 6 では、大村湾の湾口部と湾中央部の環流をつなぐ流れが発生しており、それぞれの環流にトラップされていたと考えられる水塊の交換が起こるものと期待できる。また、佐世保湾に設置した場合 (CASE-7, 8) も、想定した環流方向の潮汐残差流が発生しており良好に制御出来ている。以上、大村湾・佐世保湾系において海底粗度により良好に潮汐残差流が制御できることが確認された。

4. 終わりに 海底粗度を用いた潮流制御技術について、大村湾・佐世保湾系を対象とした適用可能性の検討の結果、期待通りの潮汐残差流パターンが得られており、良好に潮流を制御できることが確認された。今後の課題としては、拡散計算などによる海水交換促進効果の確認、3次元計算による成層流や吹層流の影響を考慮した検討、経済性を念頭に入れた粗度配置の検討が必要と考えられる。

[参考文献] 1)小松ら(1997a):水工学論文集(41),323-328., 2)小松ら(1997b):水工学論文集(41), 705-710.

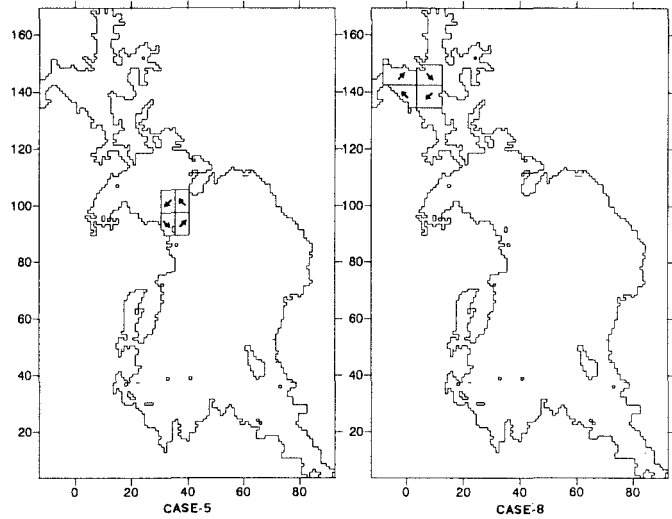


図-2 海底粗度配置図 (左図: CASE-5、右図: CASE-8)

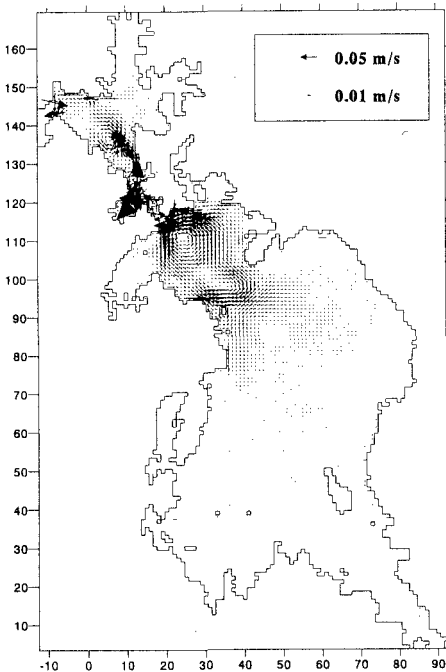


図-3 潮汐残差流の計算結果 (CASE-5)

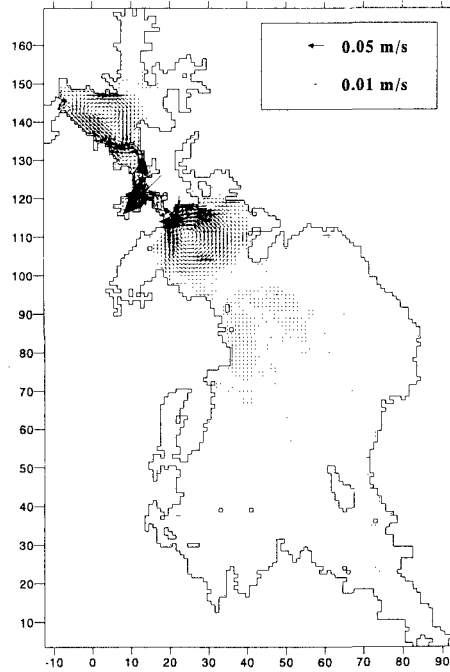


図-4 潮汐残差流の計算結果 (CASE-8)