

大村湾における潮流制御技術の適用に関する研究

長崎大学工学部 正会員 矢野真一郎・富樫宏由 非会員 前田修司 旭テック 非会員 平松晃治
九州大学大学院工学研究科 フェロー 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（佐世保湾）を結ぶ2つの開口部のうち早岐瀬戸はほとんど海水の出入りはなく、もう一方の針尾瀬戸が海水交換のほとんどの部分を受け持っていることはよく知られている。しかし、この針尾瀬戸は最小幅が約 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、外海から湾内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、潮汐による流入出力（Tidal Prism）が湾内水量の約 1/36 であり、海水交換が非常に弱いことも分かる。本研究では、潮流の弱い大村湾において小松ら（1997a）による流れ方向により抵抗の異なる非対称形状の海底粗度を用いた潮汐残差流の制御が可能であることを潮流シミュレーションにより検討をした。

2. 潮流シミュレーションについて 針尾瀬戸を湾口とみなして大村湾全体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： $f = 7.94 \times 10^{-5}$ s⁻¹とした。境界条件は、開境界で振幅： $a = 0.32$ m の M₂ 潮を与えた。なお、開境界における振幅は湾内における振幅が、観測値の 0.24 m 程度になるように調整した値である。図-1 に現況の潮汐残差流の計算結果を示す。過去の研究において報告されている、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。

3. 海底粗度の効果について 小松ら（1997b）により提案されている 1/4 球型粗度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抵抗が小さい方向（以下、順流方向）に対して $C_{df} = 0.7$ 、抵抗が大きい方向（以下、逆流方向）に対して $C_{db} = 1.7$ であるので、それらから海底摩擦係数を換算したところ、順流方向に対して $\gamma_b^2 = 0.056$ 、逆流方向に対して $\gamma_b^2 = 0.137$ が得られた [Yano et al. (1999)]。但し、大村湾の平均水深を $h = 16$ 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。

本研究では、比較的潮流が強い湾口付近の海域（CASE-1）と湾内ではかなり潮流の弱い長崎空港周辺海域（CASE-3）、ならびに湾口海域と湾中央をつなぐ海峡部（CASE-5）の3カ所に海底粗度を配置した場合について、潮流制御の可能性を検討した。図-2 に CASE-1, 3 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 $\pm 90^\circ$ を向いている場合は順流、それ以外の方向は逆流とみなして計算を行った。また、各 CASE に対して、反対向きに粗度を配置した場合（CASE-2, 4, 6 とする）についても計算を行っているが紙幅の関係で、CASE-1, 3 の潮汐残差流の計算結果のみ図-3, 4 に示す。

潮流の強い湾口海域では、現況の反時計回りの潮汐残差環流とは逆向きに制御するよう海底粗度を設置した場合（CASE-1）には、よく潮汐残差流が制御されている。長崎空港周辺海域に設置した場合（CASE-3）では、潮流がかなり弱いにも関わらず良好に制御できていた。紹介していない他の CASE でも想定したとおりに良好に制御がされていた。

4. 終わりに 潮流が比較的弱いと考えられている大村湾においても、海底粗度により良好に潮汐残差流が制御できていることが確認された。現在、外海となる佐世保湾も含めた解析を進めており、拡散計算による海水交換促進効果の検討や粒子追跡計算による湾内水の挙動パターンの解析を行う予定である。また、大村-佐世保湾系は二重閉鎖性の特徴を持つことから、海水交換促進効果を調べるには佐世保湾の外海域も含めた検討を行う必要があるとも考えられる。【参考文献】1)小松ら(1997a):水工学論文集,41,pp.323-328., 2)小松ら(1997b):水工学論文集,41,pp.705-710., 3)Yano et al. (1999):Proc. 28th IAHR Cong., on CD-ROM.

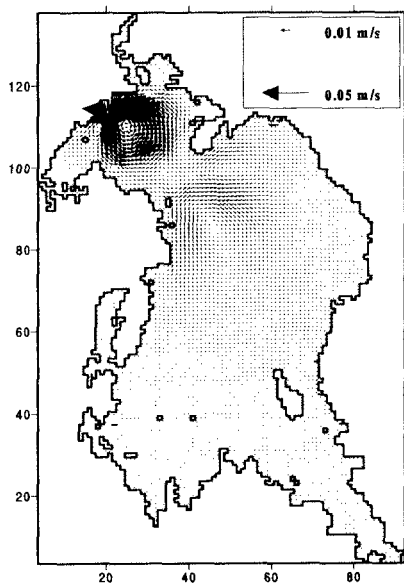
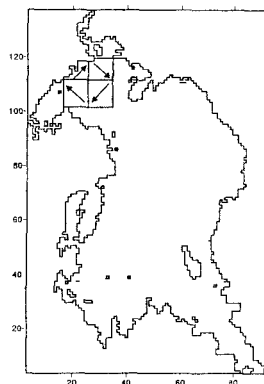
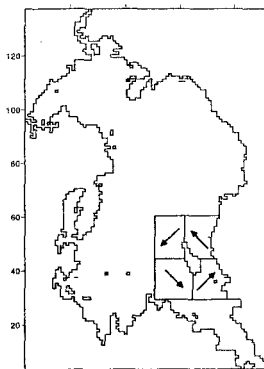


図-1 潮汐残差流の計算結果（現況）



a) CASE-1



b) CASE-3

図-2 海底粗度の配置（CASE-2,4 は1,3の粗度を逆に配置）

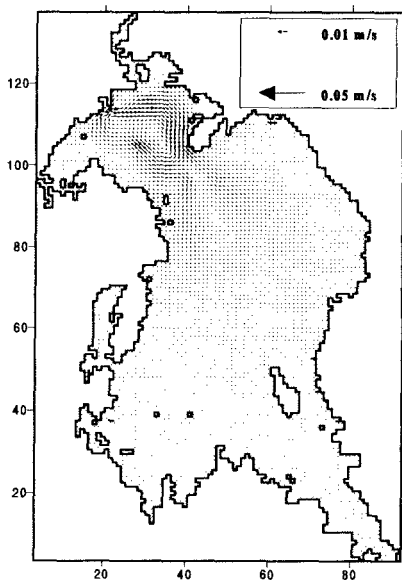


図-3 潮汐残差流の計算結果（CASE-1）

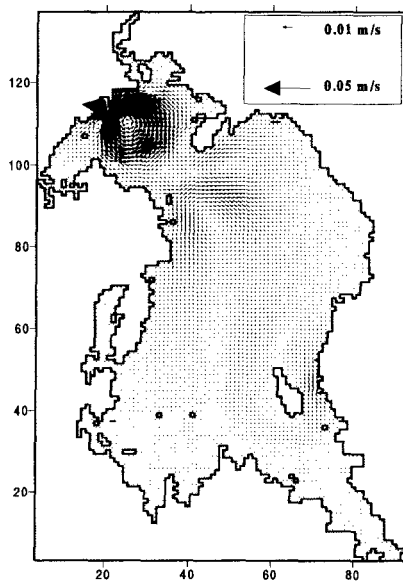


図-4 潮汐残差流の計算結果（CASE-3）