

海岸堤防からの裏込め材吸出し予測法の改良研究

東海大学工学部土木工学科 山本 吉道

1. 研究の必要性と目的

ダムや防波堤などの整備や、骨材採取などが原因で、世界中の多くの海岸で侵食が進み、砂浜が消失しつつある。さらに、人間の社会経済活動によって、地球温暖化による海面上昇と台風などの激化が進んでいることから、長い海岸線を有する日本のような国では、海岸防災環境が年々悪化しており、海岸防災技術の向上が一層重要になりつつある。特に、海岸防災上の主役である極浅海域の海岸堤防・護岸の破壊では、計画外力を上回る波力による直接的破壊よりも、高波が長時間作用し続けると、堤体前面の洗掘が進み、波が堤体内に浸入し裏込め材が流出するようになり、これらによる堤体内の空洞・弱体化から破壊に至る場合が多い。

表法をコンクリート一枚板で被覆した海岸堤防については、著者らが、堤体前面の最大洗掘深算定法、裏込め材吸出し量算定法、吸出し対策法などを提案した。護岸については、複数の研究者が吸出し機構を再現できる数値計算モデルを発表した。本研究では、提案済み算定図から求めた堤体前面の最大洗掘深に対して、底質粒径が大きくなることによる低減係数と、入射角が傾くことによる低減係数を求めるグラフの精度が悪いので、精度を向上させたグラフを作成する。また、近年各所に設置されるようになったコンクリート・ブロック被覆堤からの裏込め材吸出し特性を明らかにして、このタイプの堤防・護岸用の吸出し量算定法を提案する。

2. 研究の実施概要と主要な成果

1) 堤体前面の洗掘深算定図の改良：洗掘量の予測精度が高いことを確認された、Caら(2002)と山本ら(2012)の数値予測モデルを用いて数値実験を行い、提案済み算定図から求めた堤体前面の最大洗掘深に対して、底質粒径と入射角による低減係数を精度よく求めるグラフを作成した。これらを図1と図2に示す。

2) コンクリート・ブロック被覆堤からの裏込め材吸出し：諸条件を変えた水理模型実験を多数実施して、裏込め材の最終吸出し量と諸元との関係を調べた結果、有義波高、有義周期、水深の増加に伴い、吸出し量が増加することと、中央粒径の増加に伴い、吸出し量が減少することを確認出来た。また、式(1)~(4)の下に、実験データを用い式(5)に示す吸出し量算定式を提案できた。この算定式による計算値の精度は非常に良く、多数の実測値との相関係数は0.99であった。

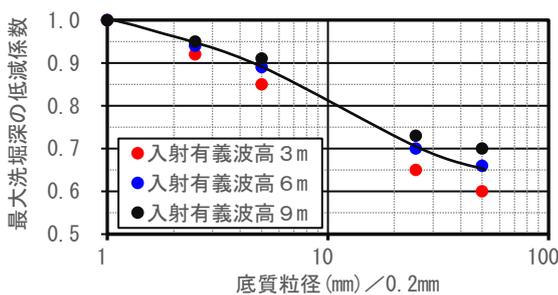


図1 中央粒径による低減係数

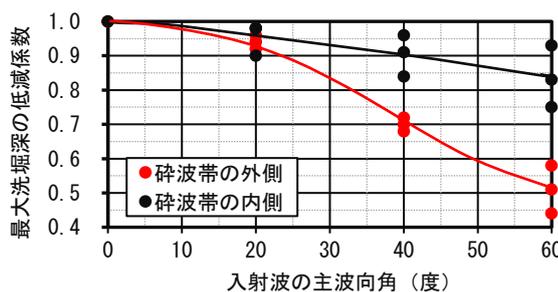


図2 主波向による低減係数

$$\tau_r = ((\rho_s - \rho_w)gd_t - P_{ob \max}) \tan \phi, \quad \tau_f = \frac{f}{2} \rho_w V_{\max}^2 \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{P_{ob \max}}{\rho_w g H_{1/3}} &= a \left[\tanh \left(\frac{0.03 H_{1/3}}{d_t} \right) \right]^b \\ a &= 0.37 \left(\frac{0.2 \text{mm}}{D_{50}} \right)^{0.85} + 0.30 \\ b &= 0.55 (0.2 \text{mm} / D_{50})^{0.78} + 0.05 \end{aligned} \right\} \left[1 \leq \frac{D_{50}}{0.2 \text{mm}} \leq 50 \right] \quad (2)$$

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{2P_{ob \max}}{\rho_w (h/H_{1/3} + 1.0)^{1.11}}} \quad (3)$$

$$\theta = \frac{\tau_f}{(\rho_s - \rho_w)gD_{50}}, \quad \theta_c = \frac{\tau_r}{(\rho_s - \rho_w)gD_{50}} \quad (4)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{q}{\omega D_{50}} &= \beta (\theta - \theta_c) \frac{1}{2} \left(1 + \cos \left(\frac{\alpha t}{T_{1/3}} \right) \right) \\ \alpha &= 0.00097 \times e^{-0.0058 \times \left(\frac{D_{50}}{0.2 \text{mm}} \right)} \\ \beta &= 0.056 e^{-0.098 \times \left(\frac{D_{50}}{0.2 \text{mm}} \right)} \end{aligned} \right\} \left[1 \leq \frac{D_{50}}{0.2 \text{mm}} \leq 50 \right] \quad (5)$$

τ_r : 砂の有効吸出し抵抗力, τ_f : 最大吸出し力, ρ_s : 砂層の密度, ρ_w : 水の密度, ϕ : 内部摩擦角(≒30度), d_t : 前面砂層厚(堤体前面地盤高-堤体前面下端深さ), f : 吸出し力係数(≒1), $P_{ob \max}$ および V_{\max} : 戻り流れ時の堤体前面下端での最大過剰間隙水圧と最大流速, $H_{1/3}$: 堤体前面での入射有義波高, D_{50} : 裏込め材の中央粒径(mm), h : 堤体前面下端までの前面水深, θ : 無次元最大吸出し力, θ_c : 無次元有効せん断抵抗力, q : 堤体前面からの単位幅・単位時間当たりの空隙を含む流出量, ω : 砂の沈降速度, $T_{1/3}$: 入射波周期, t : 吸出し開始後の経過時間。