

高波による海岸堤防破壊メカニズムの研究

東海大学大学院 学生会員 ○南 宣孝
東海大学大学院 フェロー 山本 吉道

1. 研究の目的

海岸防災は四方を海に囲まれている我が国において極めて重要なテーマである。台風が来襲したとき、前面水深が浅い場合や砂浜がある場合の堤防・護岸が高波で破堤する原因は、堤防・護岸が波力によって直接的に破壊されるのではなく、前面洗掘が進み、堤体内部の土砂が吸い出されるからであることが既往の研究で明らかにされている(例えば、大河原ら, 1983)¹⁾。本研究では、海岸堤防の吸出しによる破壊機構を確認し、破壊に至る吸出しの評価式の提案を試みた。

2. 研究の内容

本研究では、幅 0.5m×高さ 0.8m×全長 22mの水路部とボールネジ駆動式装置から構成された造波水路を用いて、下記の実験を行った。

(1) **実験ケース 1**: 典型的な高波による災害事例である平成 9 年台風 9 号による静岡市広野海岸堤防の破堤を再現した。コンクリート堤防モデルのスケールは 1/30 とし、入射波高・周期はフルード則を用いて各々 20.67cm~22.33cm と 2.48sec~2.78sec である。砂の粒径は、伊藤の底質に関する相似則(1986)²⁾を当てはめた底質粒径縮尺比 1/3 から、0.2 mm と 0.66 mm の砂を 2:1 で混合して用いた。また、流速計を堤防模型前面に 1 台設置し、堤防のり先矢板下端で発生する動的(過剰)間隙水圧を測定するために間隙水圧計を沖向き方向と岸向き方向に 2 台設置した。

(2) **実験ケース 2**: 同じ模型地形と底質粒径で、不規則波および規則波を入射させた吸出し実験を行った。

3. 主要な結論

(1) **吸出し機構**: ケース 1 に対する実験状況写真-1~4 に示されるように、前面洗掘が入射 40 分後(現地時間で約 3.6 時間後)には矢板下端まで達するが、それより深く掘れにくくなる。堤体内部での動的間隙水圧が大きくなり、内部からの吸出しも顕著になり、120 分後(現地時間で約 11 時間後)には、堤体内部の約 2/3 の砂が吸出され破堤寸前となった。実際には、次の来襲台風時に破堤した。

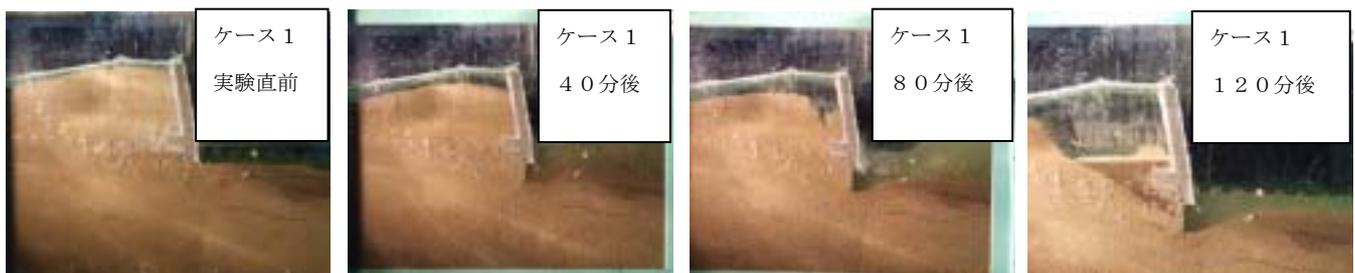


写真-1~4 ケース 1 での堤防前面洗掘と堤体内からの吸出しの状況

(2) **吸出し判別式の提案**: 堤体内部からの吸出しは、吸出しスベリ面でのせん断抵抗力とせん断力の差で決まると考えて、次式のように提案した。

$$\text{せん断抵抗力: } \tau_r = (\rho_s g d - \rho_w g d - P_0) \tan \phi \quad (1)$$

$$\text{せん断力: } \tau_f = 0.5 f \rho_w V^2 \quad (2)$$

ここで、 ρ_s は砂層の湿潤密度、 ρ_w は海水の密度、 g は重力加速度、 ϕ は内部摩擦角、 f は摩擦係数(=0.05:粗い状態)、 d は堤防前面砂層厚(=前面地盤高-矢板下端位置)である。 V は吸出しスベリ面上での流速で、 $V = \sqrt{2P_o / \{1.4(d/H)\rho_w\}}$ で求まる。

さらに、動的間隙水圧 P_o は、堤防前面入射波高 H と堤防前面砂層厚 d の関数になると考えて次のように求めた。ここには入射時と戻り流れ時の両方について求めているが、当然のことながら、吸い出し判別計算では戻り流れ時の式を用いる。

$$\text{戻り流れ時の過剰間隙水圧} : \frac{P_o}{\rho_w g H} = 1.0 \tanh\left(0.03 \frac{H}{d}\right) \quad (3)$$

$$\text{入射時の過剰間隙水圧} : \frac{P_o}{\rho_w g H} = 2.7 \tanh\left(0.03 \frac{H}{d}\right) \quad (4)$$

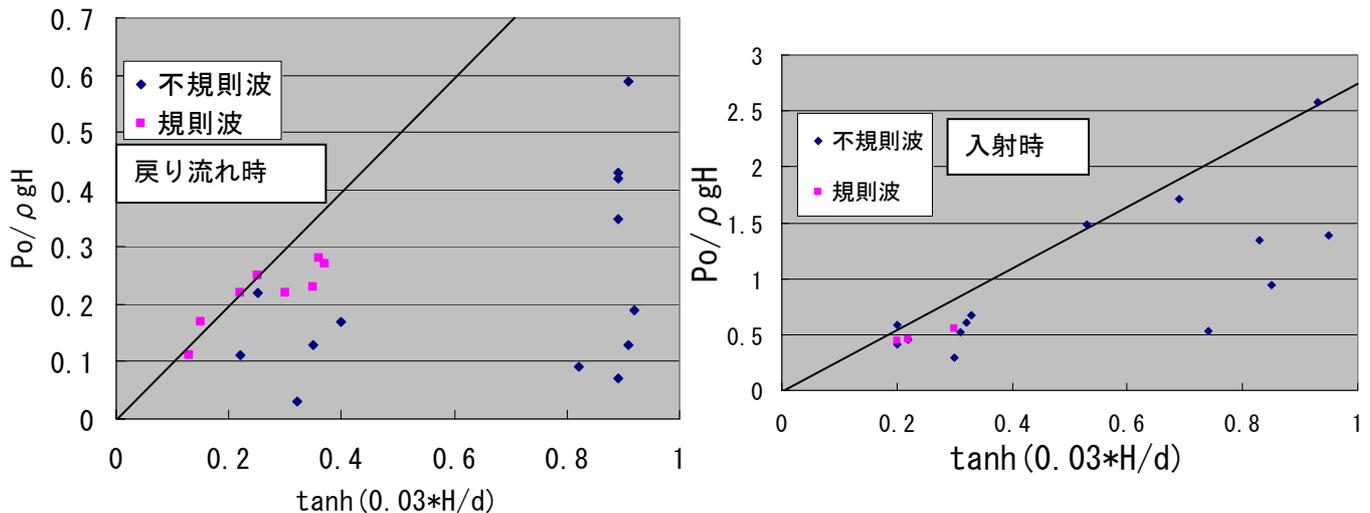


図-1 無次元動的間隙水圧と無次元底質粒径との関係

なお、戻り流れ時の動的間隙水圧を測るために陸向きに設定した水圧計は、入射時の動的間隙水圧の回り込み分も計測してしまうので、それを差し引く必要がある。また、動的間隙水圧の測定値は非常にバラついた。この原因は、注目している波より先に入射した波が堤防に当たって反射し、注目している波にぶつかって、干渉するからであり、先の波の大きさが違うと、注目している波の波高が同じであっても、動的間隙水圧の値が違ってくる。本研究では堤体内充填材として砂を扱ったが、充填材の粒径を変えれば、式(3)と(4)の係数は変わってくる。例えば、粒径を1cm程度の砕石にすれば、係数は半分程度なり、次式のようなになる。

$$\text{戻り流れ時の過剰間隙水圧} : \frac{P_o}{\rho_w g H} = 0.5 \tanh\left(0.03 \frac{H}{d}\right) \quad (5)$$

$$\text{入射時の過剰間隙水圧} : \frac{P_o}{\rho_w g H} = 1.0 \tanh\left(0.03 \frac{H}{d}\right) \quad (6)$$

参考文献

1)大河原満, 橋本宏, 斉藤雄三郎:被災事例から見た海岸堤防・護岸に関する一考察, 第30回海岸工学講演会論文集, pp. 246-268, 1983.
 2)伊藤正博:二次元海浜変形の特性和その相似則に関する研究, 京都大学学位論文, 1986.