

## 高波による海岸堤防吸出しに裏込め材の粒径の違いが及ぼす影響とその予測法の改良

東海大学大学院 学生会員 ○五百蔵政文  
東海大学大学院 フェロー 山本吉道

## 1. はじめに

海岸防災はわが国において極めて重要なテーマであるが、未だにその詳細が明らかとなっていない部分もある。台風が来襲したとき、高波によって堤防・護岸が破堤してしまう主要な原因は、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、矢板下端からの堤体裏込め材の吸出しによると言われている。比嘉・山本(2010)は、裏込め材粒径が過剰間隙水圧(動的間隙水圧)に及ぼす影響を調べるため、0.2mm~1cm 間で粒径を変えた実験を行った。本研究では、数多くの実験を追加して、過剰間隙水圧算定式の精度を高める。

## 2. 実験の方法

## 2.1 実験装置

本実験で使用した装置は、図-1 に示される幅 0.5m の水路部と造波装置の 2 つにより構成されており、鉛直二次元の規則波と不規則波を発生出来る。また、左端の堤防模型の根元の矢板から 1.6cm 離して間隙水圧計を設置し、吸出し実験を行った。

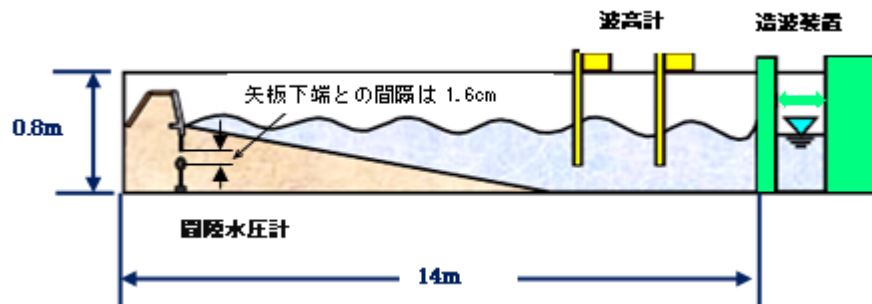


図-1 実験装置の説明図

## 2.2 実験方法

- (1) 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もう一度再現することによって、本実験の再現性を確認した。被災時には最大有義波高 6.91m, 周期 13.9 s の高波が来襲した。使用した実験装置の制約から模型スケール 1/30 とし、フルード則を用いて入射波高は最大 22.33cm, 周期は最長 2.78 s の不規則波を 2 時間 20 分(実来襲時間の換算値)入射させた。砂浜と裏込め材の粒径は、現地海岸の底質粒径が主に 0.5~1.0mm 程度の細粒分と 2~3mm 程度の粗粒分から成り立っており、伊藤の底質に関する相似則(1986)を当てはめると、底質粒径の縮小スケールは 1/3 となり、0.2mm と 0.66mm の砂を 2:1 で混ぜた混合砂を用いた。また、模型前面に流速計を 1 台設置し、矢板下端に発生する間隙水圧を測定する為に間隙水圧計を冲向きと岸向き方向にそれぞれ設置した。
- (2) ケース 2~5: ケース 1 と同じ模型および外力条件で、ケース 1 における堤体内の吸出し部に、中央粒径 0.2 mm (ケース 2), 中央粒径 0.66 mm (ケース 3), 中央粒径 5 mm (ケース 4), および、中央粒径 10 mm (ケース 5) の自然砂または石を詰め込み、有義波高 22.33 cm, 周期 2.65 s の不規則波を 3.5 時間入射する実験を複数回行った。流速計と間隙水圧計による計測法は、上記と同様である。

## 2.3 実験結果

ケース 2・3 については造波開始後 40 分頃には、砂の吸出しが見られ、2 時間後には堤体内の 2/3 程度の砂が吸出され破堤寸前となった。ケース 4・5 については中央粒径 5 mm の場合は弱い吸出しが認められ、同 10 mm の場合は全く吸出しが認められなかった。どのケースにおいても比嘉・山本(2010)とほぼ同様の結果となった。

キーワード 海岸堤防, 破壊機構, 過剰間隙水圧, 吸出し

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 4 丁目 1 番 1 号 東海大学 TEL0463-58-1211



図-2 ケース 2 の堤防前面洗掘と堤体内からの吸出しの状況

### 3 理論的考察

堤防の吸出しに対する安定判別は、比嘉・山本(2010)によると有効せん断抵抗力とせん断力の大小で決まる。

$$\text{有効せん断抵抗力: } \tau_r = (\rho_s g d - \rho_w g d - P_0) \tan \phi \quad \text{せん断力: } \tau_f = 0.5 f \rho_w V^2 \quad (1)$$

ここで、 $\rho_s$ は砂層密度、 $\rho_w$ は海水密度、 $g$ は重力加速度、 $d$ は前面砂層〔=前面地盤高-矢板下端位置〕、 $P_0$ は戻り流れ時の過剰間隙水圧、 $\phi$ は内部摩擦角、 $f$ はスベリ面での摩擦係数(≒1:砂粒子を押し出す流体力の係数だから)、 $V$ は戻り流れの速度で、比嘉・山本によると前面水深  $h$  と堤防前面の進行波高  $H$  を用いて次式で求まる。

$$\text{戻り流れの流速: } V = \sqrt{2 p_o / c \rho_w} \quad (2)$$

式(2)の流体力係数  $C$  は  $h$  が負の場合があるので、実験データを整理して求めた図-3 から次式で求める。

$$\text{流体力係数: } C = 1.11(1.0 + h/H) \quad (3)$$

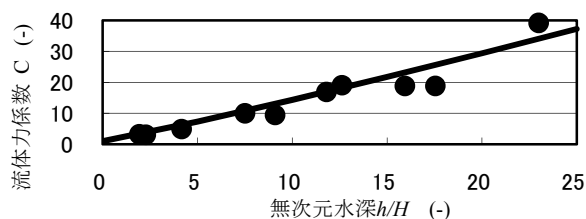


図-3 流体力係数と無次元水深の関係

$P_0$ を求める式には式(4)を提案し、比嘉・山本の研究に実験データを大幅に追加して求めた図-4 より、係数  $a$  と  $b$  は図-5 のようになる。

$$p_0 / \rho_w g H = a (\tanh(0.03 H / d))^b \quad (4)$$

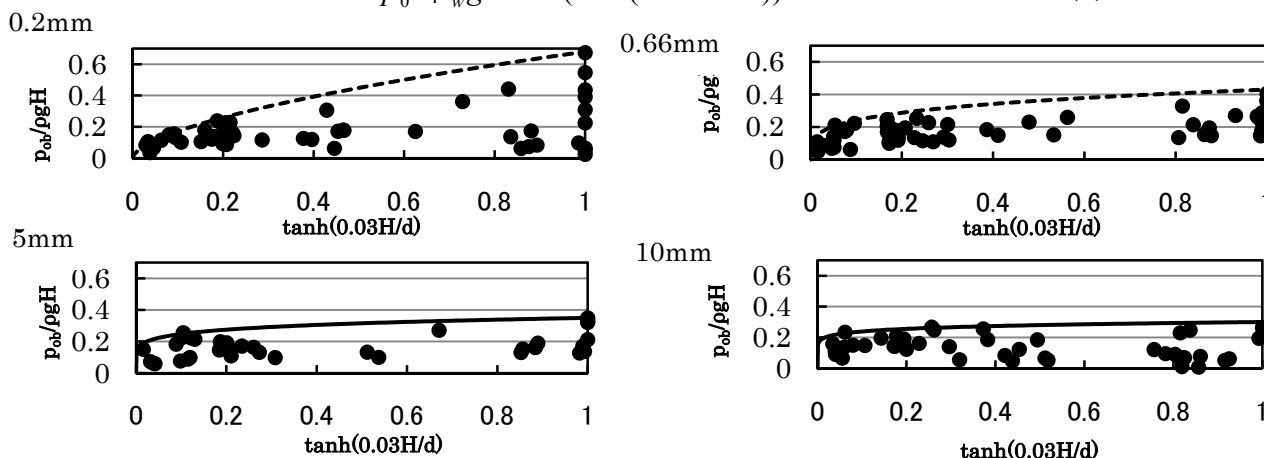


図-4 前面砂層厚の無次元量と戻り流れ時の過剰間隙水圧との関係

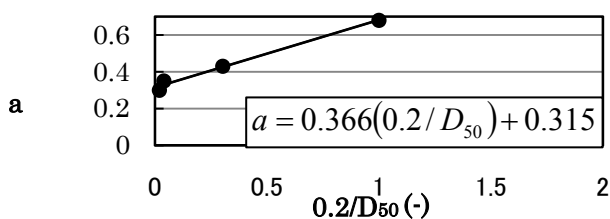


図-5(1) 係数 a と粒径の関係

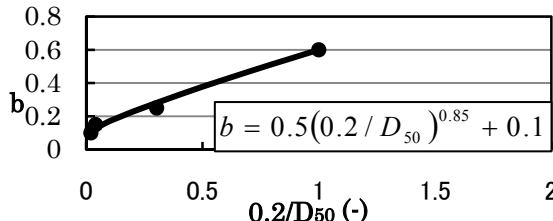


図-5(2) 係数 b と粒径の関係

### 4. 結論

裏込材の粒径が大きくなるほど、前面洗掘が進まない時点でより大きな過剰間隙水圧を示すが、前面洗掘が進んだ時点での過剰間隙水圧は小さくなり、それを考慮した過剰間隙水圧式を提案できた。

### 参考文献

比嘉了規, 山本吉道: 高波による海岸堤防吸出しに裏込め材の粒径の違いが及ぼす影響とその予測法 2010.