

津波による高水位により転倒した防潮堤の遠心模型実験

津波，転倒，浸透破壊

徳島大学大学院 学生会員 ○福田典紀，大住俊揮
国際会員 上野勝利，鈴木壽，渦岡良介

1. 研究の背景と目的

近年増加している大規模な地震の影響により、堤防や防潮堤などの護岸構造物に多大なる被害が与えられている。そのひとつとして大規模地震によっておこる津波があげられる。津波によって滑動・転倒した被災現場を写真1・写真2に示す。2011年東北地方太平洋沖地震では堤防などの護岸構造物に多くの被害がみられた。そこで、岩手県釜石市唐丹町の防潮堤に注目した。

本研究では、模型実験によって水位上昇による防潮堤の破壊メカニズムを示すか検討し、防潮堤や基礎地盤の安定性に与える影響を確認する。

2. 実験試料

本実験に使用する試料として、埋戻し材料としてよく利用されているまさ土を選んだ。唐丹の土とまさ土の粒径加積曲線を図1に示す。また、一層ごとの締固め回数を下記の式より求める。

$$E_c = \frac{W_r \times H \times N \times X}{V} \quad (1)$$

上記の式により、重力場の土槽で一層 507 回、遠心力場の土槽で一層 203 回突き固め、基礎地盤を作成する。

3. 模型実験

重力場で 1 ケース、遠心力場で 2 ケース模型実験を行った。

本研究では、水位上昇による防潮堤の安定性を模型実験により検討した。また、水位上昇速度はどのケースも同じような値となるように調節した。

表 1 実験ケース

case	実験場	水位上昇速度 (モデルスケール)
case1	重力場	0.35cm/秒
case2	30G 場	0.35cm/秒
case3	50G 場	0.38cm/秒

4. 実験結果

重力場で発生した破壊形態として、模型の転倒は見られなかったが、越流による洗掘が確認された (写真3参照)。これは、水圧や揚圧力よりもアクリル板にはたらくグリスの摩擦力が上回っていたため、転倒や滑動を示さなかったのではないかと考えられる。

遠心場での滑動と転倒の被害形態をそれぞれ、写真4と写真5に示す。30G 場では、水位が 7cm まで上昇したところで模型が 1.5cm 程度滑動した。50G 場では、水位が 7cm まで上昇したところで滑動し始め、水位が 8cm まで上昇したところで模型が転倒した。

5. 安定計算

防潮堤に作用する力の関係を図2に示す。この図より、安全率は

$$F_{S1} = \text{自重のモーメント} / \text{静水圧のモーメント}$$
$$F_{S2} = \text{自重のモーメント} / (\text{静水圧のモーメント} + \text{揚圧力のモーメント})$$

となる。また、安定計算の結果を表2に示す。

表 2 安全率

	実際の防潮堤	防潮堤模型
静水圧のみの安全率 F_{S1}	1.63	1.68
揚圧力を考慮した安全率 F_{S2}	0.85	0.85
Mid-third	$e = 2.26 > \frac{8.5}{6}$	$e = 0.017 > \frac{0.07}{6}$

この結果により設計段階で揚圧力を考慮していなかったと考えられる。また、表の偏心距離 e が $e \leq \frac{D}{6}$ となれば、十分な地盤支持力が得られ、防潮堤は安定しているといえる。逆に、 $e > \frac{D}{6}$ となれば、地盤反力が負の値となる部分が生じ、防潮堤は不安定となる。

6. 考察

本実験において浸透破壊が起こらなかった原因として、実際の防潮堤では約 8 分ほどで水位が上昇していた。しかし、本実験では水位上昇速度が比較的に速くなってしまったので、地盤の浸透破壊よりも早く、転倒が起こってしまったからではないかと考えられる。

安全計算上では揚圧力が働かない限り転倒する恐れはなかったが、本実験では転倒や滑動がみられた。これは、遠心模型実験において地盤からの支持力が充分でなかったのではないかと考えられる。

また、実際の防潮堤と防潮堤の模型はミドルサードの条件を満たしていなかったため、防潮堤の下面に水が廻り込みやすくなり、地盤が不安定なってしまったのではないかと考えられる。



写真 1 岩手県釜石市唐丹町防潮堤



写真 2 岩手県釜石市唐丹町防潮堤

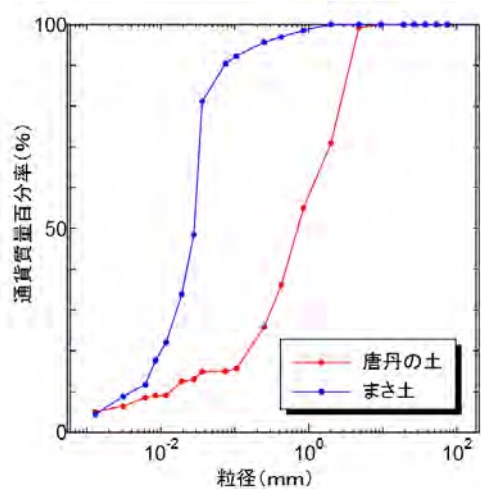


図 1 粒径加積曲線

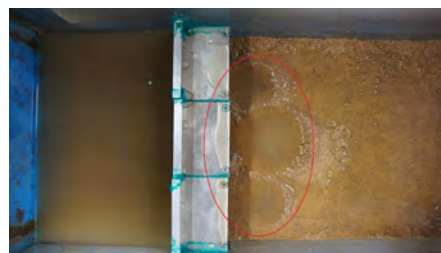


写真 3 越流による洗掘

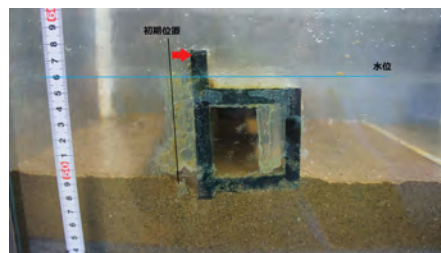


写真 4 滑動



写真 5 転倒

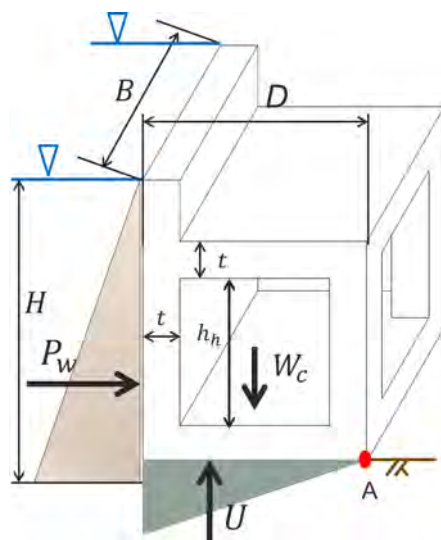


図 2 安定計算