

# 【 III - 1 】

## 津波による高水位により転倒した対策工に関する防潮堤の遠心模型実験

徳島大学大学院 学生会員 木下知樹  
正会員 上野勝利 渦岡良介 鈴木壽

### 1. 研究の背景と目的

2011年東北地方太平洋沖地震では、堤防や防潮堤などの護岸構造物に多くの被害がみられた。被害の原因のひとつとして津波があげられる。本研究では、岩手県釜石市唐丹町の防潮堤に注目した。津波によって滑動・転倒した被災現場を写真1に示す。唐丹町の小白浜漁港の防潮堤は転倒した。しかし、津波自体は防波堤により、波力が失われ、転倒の原因は水位上昇による水圧によるものと考えられた。

その設計は、防潮堤に水の浸透により発生する揚圧力を考慮していない恐れがある。想定外の転倒をした防潮堤と同様の設計により造られた既存の防潮堤は転倒の危険があり、対策の必要がある。その対策の一つとして矢板の打設を想定し、その効果を遠心模型実験により検証する。また、対策工（矢板）の打設により、防潮堤が水位上昇に対して安全性を保持できるか確認・評価する。

### 2. 模型実験

写真2に用いた防潮堤の模型を示し、図1・図2に実験の概要図と小白浜漁港の防潮堤の125分の1サイズの模型の寸法を示す。遠心载荷装置を用い50G場で2ケース表1行い、再現性を高めるため、1ケースにつき2回ずつ模型実験を行った。矢板に関しては図1示すように、防潮堤の海側に防潮堤下部から3cmの長さになるように設定してある。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。

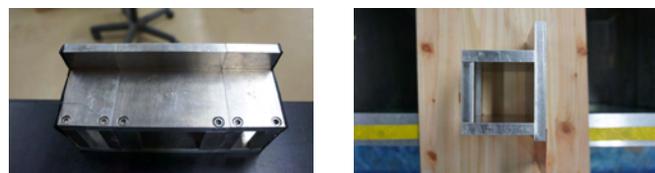


写真2 矢板を設置した防潮堤模型

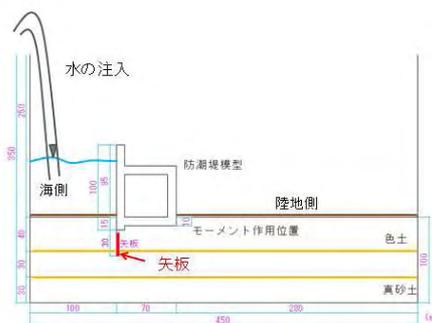


図1 概要図1(mm)

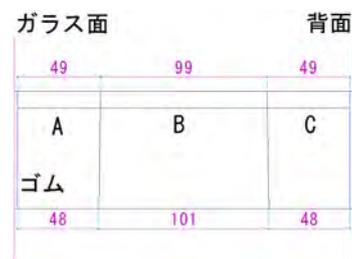


図2 概要図2(mm)



写真1 岩手県釜石市唐丹町防潮堤

表1 実験ケース

case1	対策工なし
case2	対策工あり (矢板3cm)

### 3. 実験結果

case1の被害形態として、写真3のように防潮堤模型の滑動・転倒が見られた。防潮堤模型が越流直前（水面は地表面から約8cm）で滑動し、傾き始め、越流とほぼ同時に転倒した。1回目の実験では、図1における模型B、Cが転倒した。2回目の実験では、模型Bが転倒した。滑動しながら転倒してしまったため、滑動自体の変位は判らなかった。今回、2回同じ実験を行い、2回とも越流とほぼ同時に転倒・滑動が生じた。また再現性が高い状態で初めて、対策工ありとの比較ができる。実際の防潮堤では、越流が生じてから転倒したので、現場の状況に近い実験ができ、再現性は高いといえる。また実験後、排水した際に基礎地盤を掘

削したところ、軟弱化していた。これは基礎地盤の浸透破壊が生じているためと考えられる。

case2 の被害形態として、2回中2回とも転倒は見られず、また排水後、地盤を掘削したところ、case1 より浅い部分のみ軟弱化していた。地盤の浸透破壊を抑制していることがわかる。2回同じ実験を行い、転倒・滑動は生じなかった。以上から水位上昇に対して防潮堤に対し矢板による対策を施すことは地盤支持力の低下の軽減、防潮堤の滑動・転倒の抵抗モーメントの増加により安定性は向上し、有効であると考えられる。

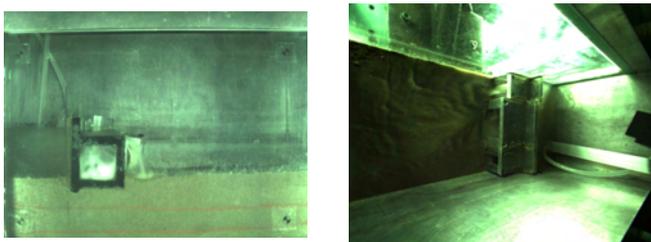


写真3 case1 転倒直後 正面・上面

#### 4. 画像解析

水を注入開始から 0.2 秒間隔で遠心载荷装置に設置してあるカメラを使用し、写真を撮影した。その画像をもとに画像解析を行う。解析対象は模型下部の地盤周辺(写真4)とし、メッシュ間隔を 10(pixel) とした。また、探索範囲を変位 ± 8(pixel) ずつとした。

case1, case2 とともに水平変位と鉛直変位の解析結果を図3~図6に示した。水平方向に海から陸地側の向き(右向き)が正、鉛直方向に浅くから深くの向き(下向き)が正である。色分けの意味合いとしては、赤くなるにつれて正に大きな変位を表し、青くなるにつれて負に大きな変位を表す。

対策工なしの case1 では、基礎地盤に水が浸透が進み、水平変位・鉛直変位が発生した。これをテルツァーギの支持力公式を用いて説明する。この公式から透水経路が伸びれば、支持力が低下するということが言える。図7のように防潮堤下部の地盤の透水経路が短い

ため、地盤支持力の低下が起きていると考えられる。対策工ありの case2 では、模型下部地盤の動きは水平・鉛直変位ともに case1 に比べ、非常に小さなものであった。これは図7のように 3cm の矢板の効果によって、透水経路が延長され、水の動水勾配が小さくなったためである。これにより地盤支持力の低下を防ぐことができる。故に、矢板による対策工の有効さを確認できた。

#### 5. 結論

対策工(矢板)の打設により、防潮堤が水位上昇に対して安全性を保持できるか確認・評価する。という目的に対して、一連の実験と画像解析を行った結果、対策工(矢板)が防潮堤に与える効果として以下のことがいえる。矢板の打設により、透水経路を矢板の長さ分だけ延長し、その影響で動水勾配が低下、よって浸透破壊を防ぎ、地盤支持力の低下を防ぐ。さらに滑動・転倒に対する抵抗力を増大させる。故に、矢板の打設により、位上昇に対して防潮堤は安全性保持できると評価できる。

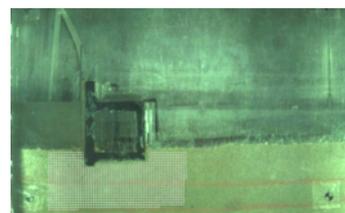


写真4 解析メッシュ部分

case1 水位 8cm 転倒前変位 (mm)

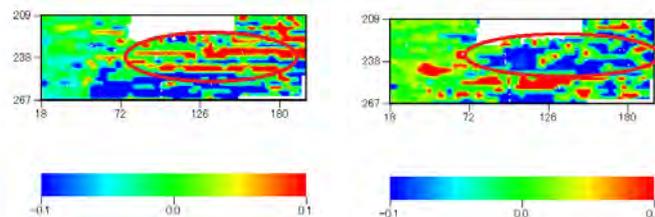


図3 水平変位

図4 鉛直変位

case2 水位 8cm 転倒前変位 (mm)

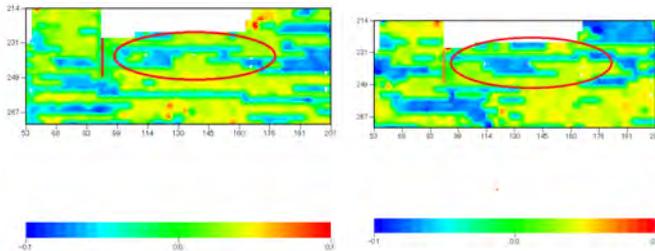


図5 水平変位

図6 鉛直変位

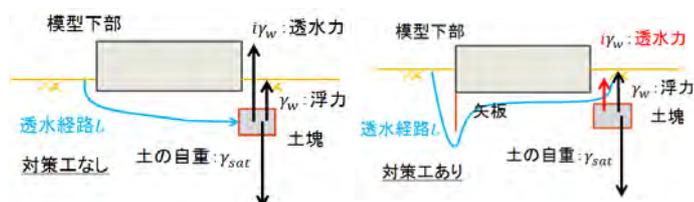


図7 テルツァーギの公式イメージ図