

# ジオセルを用いた防潮堤基礎地盤の洗掘対策

八戸工業大学 学生会員 ○江利山 勇希  
八戸工業大学 学生会員 小山 直輝  
八戸工業大学 正会員 橋詰 豊・金子 賢治

## 1. はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震により発生した巨大津波によって多くの防潮堤が崩壊した。防潮堤の破壊形態の一つとして裏法尻部の基礎地盤の洗掘が挙げられる。防潮堤は津波の力を低減し、背後の生活空間や人命を守るための重要な構造物である。しかし、津波発生時以外には不必要なため震災以前は注目されることは少なく、また、越流しないことを前提としていたため、裏法の基礎地盤の洗掘対策の研究はほとんど行われてこなかった。本研究では、ジオシンセティックス材料の1つであるジオセルを用いた防潮堤基礎地盤の洗掘対策手法の効果について、水理実験を行い検討した。

## 2. 実験の概要

本研究で使用した開水路の概要図を図-1に示す。開水路の大きさは水路幅0.6m、水路長11m、水路深0.8mである。ポンプを用いて水を循環させることで、防潮堤模型に対して定常的な越流状態を長時間維持することができる。上流から4mの位置に木材を用いて作成した厚さ30mm、高さ350mm、奥行き600mmの直方体の防潮堤モデルを250mm根入れして固定した。したがって、防潮堤の高さは150mmである。基礎底盤は固定床とし、防潮堤背後の800mmの間のみ深さ200mmの移動床を設置した。図-1には、移動床の部分も固定床として予備実験を実施して測定しておいた定常越流状態の流れを概略で示している。防潮堤より上流側では約200mmの水深であり、流速は約10cm/sである。防潮堤直上の越流水深は45mmであり、防潮堤高さの30%程度であった。また、防潮堤を越流後、水流が基礎地盤に当たる部分の防潮堤からの距離は約150mm前後であった。

本研究で実施した実験ケースを図-2に示す。ケース0は無補強の場合であり、移動床のみである。ケース1はジオセル1段を防潮堤から300mmまで敷設した場合である。ケース2は1cmの覆土の下にジオセルを3段に重ねて設置している。ケース3は、覆土とジオ

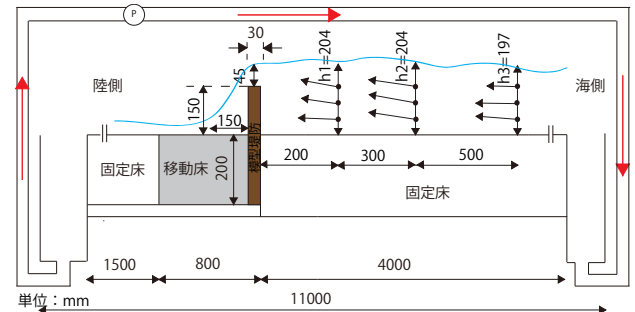


図-1 実験水路

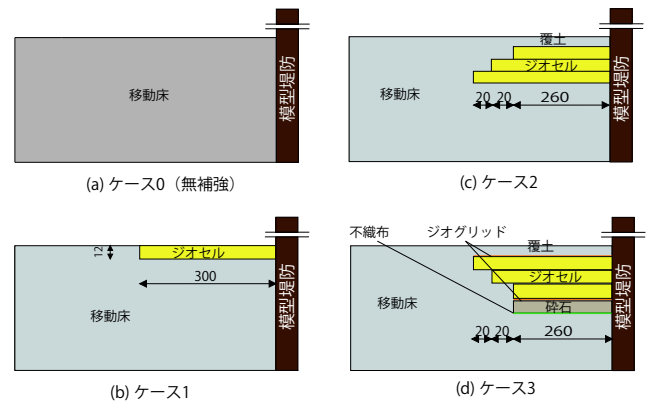


図-2 実験ケース

セルの間にジオグリッドを敷設し、ジオセルとジオグリッドを結束番線で結束している。ジオセルは3段とし、その下には碎石のみを敷いている。最下部のジオセルと碎石の間にはジオグリッドを敷設し、移動床と碎石層の間には不織布を敷設した。

ジオセルはポリプロピレン製のOHPシートを使用して作成した。実物大で高さ300mmのジオセルを縮尺1/25と想定して、高さ12mmのジオセルを作成した(図-3)。ジオセルの中詰め材としては、100~250mm程度の割栗石を想定して、4.75mm~9.5mmの碎石を用いた。ジオセル中に碎石を充填して締固めた後、粒径0.05~0.15mmの珪砂8号を碎石の空隙に水締めにより充填した。また、ジオグリッドの模型としてPP製の網戸の網を、不織布としてワイピングクロスを用いた。洗掘の対象となる移動床に用いた山砂の基本的性質を表-1に示す。移動床は締固め度90%になるように10cmずつ2層に分けて突き固めて作成した。

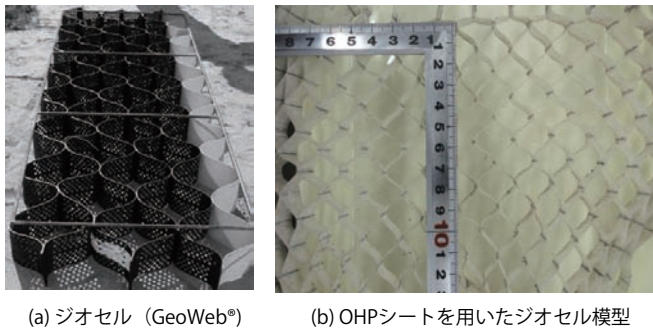


図-3 ジオセルとその模型

表-1 実験に用いた山砂の基本的性質

|                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| 土粒子の密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | 2.758  |
| 均等係数                              | 20.00  |
| 曲率係数                              | 0.49   |
| $D_{50}$                          | 0.70   |
| 最適含水比 (%)                         | 17.119 |
| 最大乾燥密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | 1.716  |

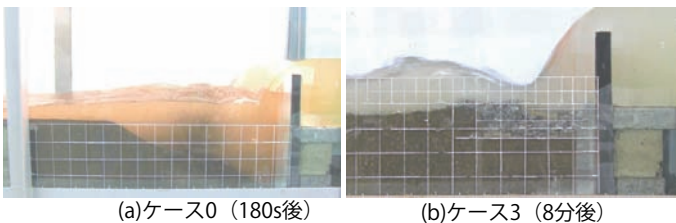


図-4 洗掘実験の様子

### 3. 実験結果

本研究では、定常越流時間 10 分を目標とした。ケース 0 と 3 の場合を例として、洗掘実験中の写真を図-4 に示す。また、実験中の様子を撮影した画像から各ケースの実験中の地盤面を抽出し図-5 に示す。

無体策のケース 0 は、越流直後から洗掘が始まり、180s 後 (図-4(a)) には防潮堤背面の基礎地盤まで洗掘が生じた。本実験では防潮堤を底盤まで根入れし剛結しているため防潮堤は自立しているが、実際には防潮堤直下まで洗掘が発展し不安定化するものと考えられる。したがって、180s 程度で実験を終了した。ジオセルを 1 段設置したケース 1 では、越流開始直後にジオセル中の中詰め材が流出し、ジオセル自体も流された。ジオセルが流された後は、ケース 0 と同様に洗掘が進展し、ジオセルの補強効果はほとんど見られない。ジオセルを 3 段設置したケース 2 では、ケース 0 および 1 と比較して数十秒洗掘の開始を遅らせることができた。しかし、3 段のジオセル層においても流体のエネルギーを低減することができず、最下部のジオセルの下砂が徐々に流出したこと、最上部の中詰め材が流出したことによりジオセル補強部分が崩壊し流出し

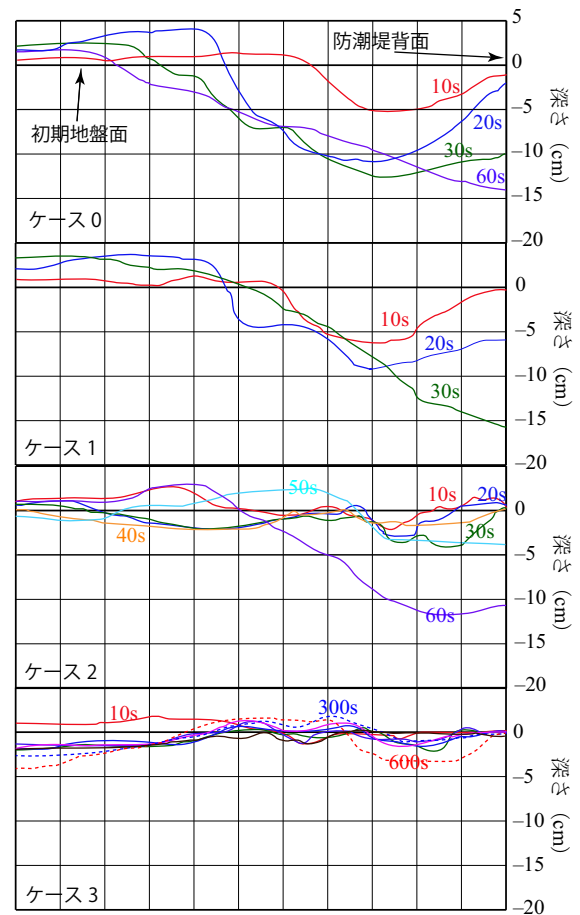


図-5 基礎地盤面の洗掘による変化

た。補強部分流出以降は、ケース 0 や 1 と同様に短時間で洗掘が進展した。ジオセル補強部分の上部と下部にジオグリッドを敷設し、最下部に碎石層および不織布を設けたケース 3 の場合には越流開始から 8 分後でも防潮堤が不安定になる程の洗掘は生じていない。最上部のジオセルの中詰め材は若干流出しているが、補強した部分も崩壊していない。ジオグリッドにより中詰め材の流出を防いでいることと、最下部碎石層を設置したことにより砂地盤に達する流体のエネルギーを低減できたためと考えられる。また、図-4(b) に見られるように、防潮堤背後の補強により跳水が発生しており、洗掘が発生しなければ越流した津波エネルギーを低減できる可能性があると考えられる。

### 4. まとめ

本研究では、ジオセル等を用いた防潮堤背後の洗掘対策について検討した。その結果、ジオセルとジオグリッドを組み合わせることで、コンクリートなどの固化体を用いなくても洗掘とそれによる防潮堤の崩壊が防止可能であることがわかった。防潮堤背後の地盤の補強パターンは他にも考えられるため、実験ケースを増やすことで合理的な洗掘対策手法の検討を行いたい。