

ジオセルを用いた防潮堤の津波水理実験

八戸工業大学大学院 学生会員 ○小山 直輝
 八戸工業大学 正会員 橋詰 豊
 八戸工業大学大学院 正会員 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おおくの防潮堤が崩壊した。防潮堤は、津波防災において最重要な構造物であり、海岸線から若干陸側に背後の生活空間や人命を津波から守ることを主目的として構築される。しかし、津波発生時以外には必要としないため震災以前は注目される事は少なく、多くの研究はされてきていない。著者らは、まず、防潮堤の形状を変化させた剛体モデルによる津波水理実験を行って、津波エネルギーの低減といった意味での最適な防潮堤の勾配について検討した。その結果、従来あるいは通常防潮堤に用いられているような1割～2割勾配と比較して、海側・陸側共に75°～90°の急勾配盛土とした場合には大幅に津波エネルギーを低減できることがわかった¹⁾。本研究では、越流津波に対して防潮堤形状（主に陸側勾配）がエネルギー低減に与える影響について検討する。補強防潮堤の体積・海側勾配を一定として、陸側勾配をジオグリッドとジオセルを用いて盛土モデルを作成した。また、陸側勾配をジオセルで作成し、ジオセルの裏法幅の角度の盛土モデルを作成し越流津波のエネルギー低減効果に着目して実験を行い比較検討した。

2. 実験概要

本研究では、全ての実験において段波を作用波として用いる。作用波の波速は約1.6m/sであり、1/100の想定したフルードの相似則により実物大換算では約50km/hとなる。2011年東北地方太平洋沖地震時に陸地付近で観測された津波の波速は、10km/h～百数

10km/hであり概ね妥当な波速と考えられる。防潮堤越流後の津波エネルギーを計測する必要があるが、複雑な流れ場となるため計測が難しい。したがって、背後の傾斜板における遡上高を計測し位置エネルギーとした。なお、基礎地盤は滑らかなステンレスで作成しており、基礎地盤との水との摩擦は無いものと仮定した。盛土材料には、徐冷フェロニッケルスラグを最適含水比に調整し、締固め度95%となるように作成した。実験に使用した盛土材の基本的性質を表-1に示す。基礎地盤面はステンレス製の剛体で作成し、堤体と基礎地盤の境界には摩擦を確保するために両面テープにより砂を接着した。

盛土モデルの概要図を図-1に示す。ケース1～3は防潮堤は壁高8cm、海側勾配75度として、フェロニッケルを締固め作成した。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1/15と想定して、高さ20mmのジオセルを作成した。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。また、ジオグリッドの模型としてPP製の網戸の網を用いた。ケース4～6は壁高を8cm、海側勾配75度として、上から1層目は0.8cm、2層目からは1.2cm毎の7層に分けて締固めを行って防潮堤盛土を作成した。ジオグリッド模型は1.2cm間隔で敷設

表-1 実験に用いた盛土材の基本的性質

試料名	フェロニッケルスラグ
土粒子の密度 (g/cm ³)	3.232
均等係数	28.89
曲率係数	0.75
最適含水比	8.282
最大乾燥密度	2.246
内部摩擦角 ϕ_d (°)	40

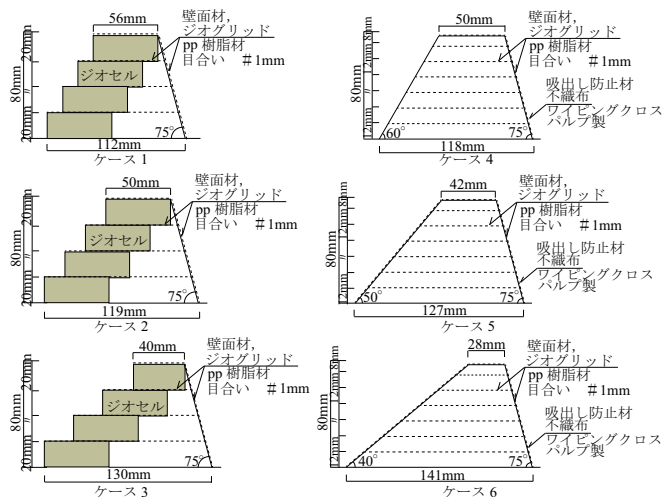


図-1 防潮堤モデルの概要図

Key Words: 津波, ジオセル, ジオテキスタイル補強防潮堤

〒031-8501 青森県八戸市妙字大開 88-1 八戸工業大学地盤工学研究室 TEL: 0178-25-3111(内 2657)

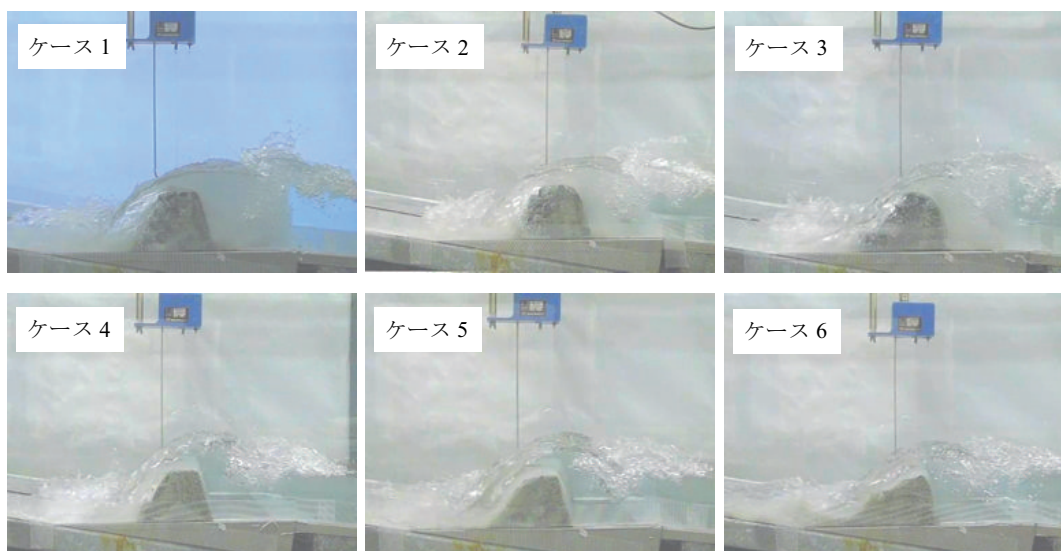


図-2 防潮堤越流時の様子

した。陸側勾配は、ジオセルを敷設した時の段差の角度とし防潮堤を作成した。ジオグリッドおよび壁面材の模型としてはポリプロピレン製の網戸（目合 1mm × 1.03mm）を用いた。吸い出し防止材として、パルプ製のワイピングクロスを使用した。また、天端の津波による浸食を防止するために、盛土全体を壁面材で覆っている。

3. 実験結果

図-2 にケース 1～6 の盛土モデルに津波が到達してから 0.7 秒後の防潮堤越流時の様子を示す。いずれのケースも、海側勾配が急になるほど鉛直上向きに跳ね上がる様子が観察できる。同図より、ケース 1～3 では、ジオセル内を通過する流れと、ジオセルの表面上を階段状に流れる事が確認できた。そのため、ジオセル内の流れには、碎石により摩擦が発生し流れが乱されるため、津波エネルギーが低減したと考えられる。ケース 4～6 では、ジオセルを使用していない分エネルギーの低減は少ないと考えられる。

図-3 に各ケースの遡上高の比較を示す。同図より、ケース 1～3 では、ジオセルの敷設長が長いケースより短いケースの方がエネルギーを低減していることがわかる。これは、セル内で損失したエネルギーよりも鉛直に落下し損失したエネルギーが大きいためだと考えられる。ケース 4～6 も同様に、陸側勾配が急勾配のケースの方がエネルギーを低減していることがわかり、鉛直に落下しているためだと考えられる。この結果から、ジオセルの敷設長の影響は大きくないことがわかった。また、鉛直に落下する場合でもジオセルな

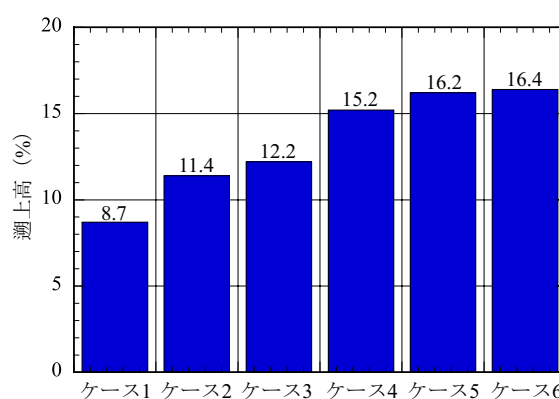


図-3 遡上高の比較

どの拘束があり、浸透性のある材料を用いることで津波エネルギーを低減できると考えられる。

4. おわりに

本研究では、陸側斜面を補強土で作成した場合の津波エネルギーの減勢効果の検討に関する水理実験を行った。まず、勾配などが異なる盛土モデルを 6 ケース作成し、津波エネルギーの低減に与える影響を調べた。その結果、勾配が急勾配にすることにより鉛直に水が落下するエネルギーの損失が大きかったことがわかった。また、ジオセルを陸側勾配に用いることにより最大で 40% 程度エネルギーを低減することができた。今後の課題として、防潮堤の全体安定性の検討として、津波による基礎地盤の洗掘の対策が挙げられる。

参考文献

- 1) 橋詰豊・小山直輝・金子賢治・野添重晃：ジオテキスタイル補強防潮堤の基礎的津波水理実験，ジオシンセティックス論文集，Vol.28，pp.237-244，2013。