

ジオセルと根固めブロックの併用により裏法尻部を補強した河川堤防の模型水理実験

八戸工業大学

八戸工業大学

旭化成アドバンス（株）

学生会員 ○有川 正

正会員 橋詰 豊・金子賢治

非会員 坂野 一平・濱中 寿夫

1. はじめに

河川堤防は越流・決壊しないことが理想であるが、コスト・用地等の関係から絶対に越流・決壊しないものを整備する事は難しい。そこで、越流しても決壊するまでの時間を引き延ばすことができる粘り強い堤防構造の開発を進める必要がある。越流後の堤防盛土の崩壊の一因として裏法尻部の基礎地盤の洗掘が挙げられ、これを大型コンクリートブロックで補強することが検討されている。しかし、コンクリートブロックを敷き詰めたのみでは、流体力などによって基礎地盤の洗掘が生じることが懸念される。本研究では、コンクリート根固めブロックのみを砂地盤上に敷き詰めた場合と、ブロック下部の砂地盤をジオセルで補強した場合とを模型水理実験により比較して、堤防盛土裏法の基礎地盤の対洗掘効果について検討を行った。

2. 実験概要

図-1 に示した開水路の寸法は幅 0.6m、長さ 11m、深さ 0.8m の開水路装置を用いて越流実験を実施した。ポンプにより循環させて定常流を継続的に流している。図-2 に示す様に、水路幅方向に中央部から 2 つに分割して、一度の実験においてコンクリート根固めブロックのみを砂地盤上に設置した場合と砂地盤をジオセルを用いて補強した場合について、同時に実験を行う。実験のバラツキを考慮して同様の実験を 3 回実施した。

実験模型は縮尺 1/25 を想定した。基礎地盤と堤体は青森県十和田市で採取した川砂を用いた。実験に使用した川砂の基本的特性を表-1 に示す。本研究では、堤体自体の崩壊を想定しないようにするために堤体表面は法面保護のためにステンレス板を敷設し、その表面に川砂を接着した。また、基礎地盤は幅を高さ 400mm のステンレス板で半分に区切り、上流側から見て右側をジオセルなし、左側をジオセルありとし、5 分間定常流を流した。越流水深と流速は、それぞれ波高計、流速計を用いて計測し、堤体上流側越流水深は 32mm、下流側越流水深は 9mm、流速は 3cm/s であった。また、実験前後に法尻近傍の座標を 2cm 間隔でレーザー距離計を使用して測定した。その際、基礎地盤面を測定するために根固めブロックを外した状態で計測した。

実験に用いたジオセル模型および根固めブロック模型の写真を図-3 に示す。根固めブロックは 20 × 10 × 50mm のモルタルブロックに M3 ナットを接着したものを使用した。ジオセルは実寸で高さ 300mm、孔径 500mm のものを縮尺 1/25 とし、PP 製の OHP シートを用いて高さ 12mm、孔径 20mm で作製した。ジオセルの中詰材として粒径 100 ~ 250mm 程度の割栗石を想定し、粒径 4.75 ~ 9.5mm の碎石を用いた。また、実際に現場で行われている方法を再現するために粒径 0.05 ~ 0.15mm の珪砂 8 号を碎石の空隙に充填した。洗掘対象になる基礎地盤と堤体は、締め固め度が 96% になるように 125mm ずつ 2 層に分けてバイブレーターで締め固めて作成した。根固めブロックが水路壁面に引っかかり、アーチ状になる事を防ぐために、根固めブロックと水路壁面の間に 25mm の柔らかいスポンジを設置した。ジオセルを配置する場合には、法尻部堤体側もジオセルを

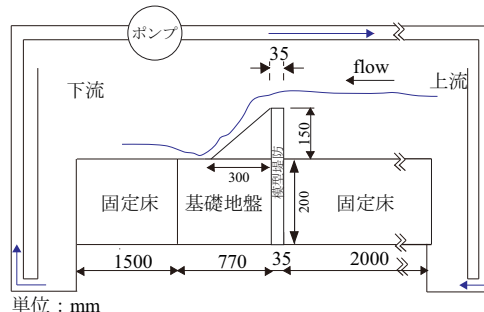


図-1 実験に用いた開水路の概要

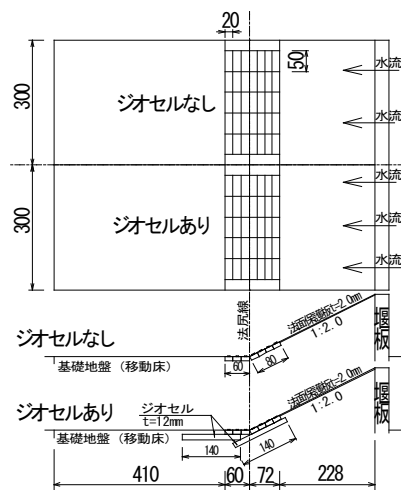


図-2 実験ケース模式図

Key Words: 河川堤防, 洗掘, ジオセル

(〒 031-8501 八戸市大字妙字大開 88-1)

表-1 実験に用いた川砂の物性値

試料名	川砂
土粒子の密度 (g/cm^3)	2.758
礫分 (%)	9.52
砂分 (%)	85.80
シルト・粘土分 (%)	4.68
最大粒径 (mm)	4.75
平均粒径 D_{50} (mm)	0.70
最小密度 (g/cm^3)	1.402
最大密度 (g/cm^3)	1.711
最適含水比	17.12
最大乾燥密度	1.72

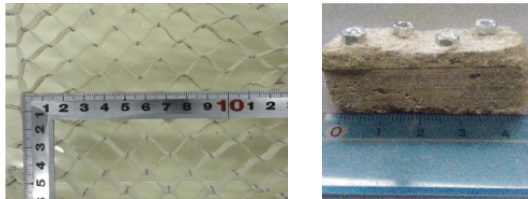


図-3 実験に使用したジオセルと根固めブロック

敷設し、20mm 程度根入れした。ジオセルの上下は、昨年度までの実験結果を参考にして¹⁾、中詰材の吸い出しを防ぐために不織布を上下に敷設した。不織布は、ワイピングクロスで代用した。

3. 実験結果

レーザー距離計によって上部から取得した各 60 点（2cm 間隔、奥行き方向 12 点×流れ方向 5 点）の座標をもとに 3 次元的に法尻近傍の地盤表面を表示した図を図-4 に示す。左側がジオセルを用いた場合の代表的な例であり、右側の図が根固めブロックのみの場合の例である。ジオセルを用いて基礎地盤を補強した場合の方が明らかに越流前の地形を保っており、根固めブロックのみを敷設した場合には大きく洗掘されている様子がわかる。

図-5 に各実験終了後の法尻近傍の洗掘された砂の体積を近似的に算出し比較して示した。洗掘体積は、レーザー距離計で計測した実験前後の鉛直座標から計測点の鉛直変位を計算し、計測点を重心とした 1 辺 2cm の正方形領域の代表値と仮定して直方体の体積を求め、全ての計測点について加えることで算出した。同図より、本研究での実験においては、ブロックのみの場合には 300 から 400 cm^3 程度の洗掘体積となるのに対してジオセルで補強した場合には最大で 50 cm^3 程度となった。ジオセルによりブロック下部の基礎地盤面を補強することにより、洗掘体積を大幅に低減できると言える。

各実験において計測点の変位を水路幅方向で平均して求めた法尻近傍の平均的な断面図を図-6 に示す。黒の実線は実験前の地盤の断面図である。ジオセル無しのブロックのみを敷設した場合には、法尻を中心として堤体下部まで大

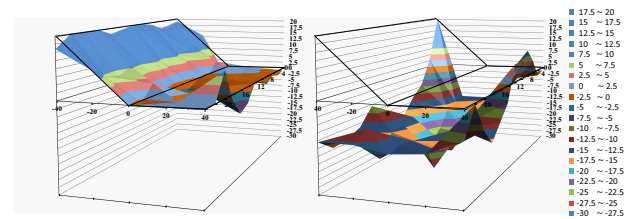


図-4 実験終了後の法尻近傍の 3 次元表示

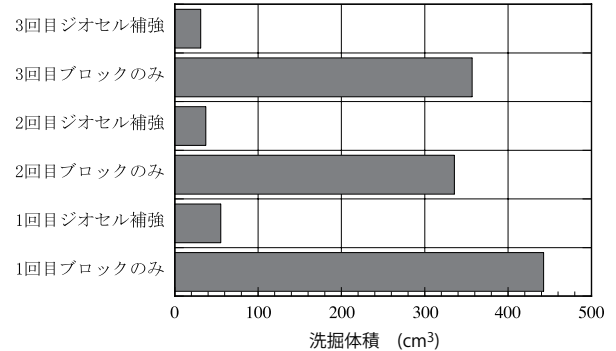


図-5 洗掘体積の比較

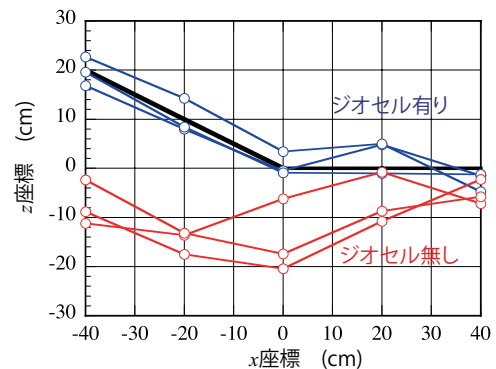


図-6 法尻近傍の断面

きく洗掘されている様子がわかる。したがって、ブロックのみを敷設した場合には洗掘により明らかに堤体が不安定化すると言える。一方、ジオセルで法尻付近を補強した場合には補強領域より下流側の 40cm の部分で若干洗掘が生じているが、この部分が洗掘されても堤体の安定性にはほとんど影響しないと考えられる。ジオセルにより補強することで、越流に対する堤体の不安定化を大幅に低減することができる。なお、ジオセルを用いた場合に初期の地盤面より若干盛り上がっている部分が見られるが、上部の砂が若干流出して堆積したためと考えられる。

4. おわりに

本実験から、ブロック下部をジオセルで補強することにより、越流した際の堤防裏法尻部の洗掘を大幅に低減することができることがわかった。また、これにより堤防の不安定化を防ぐことができると考えられる。今後は、越流の流量や流速等の水理条件を変化させた場合などについても定量的に評価して、設計法の確立を目指したい。

参考文献

- 1) 小山直輝・橋詰豊・金子賢治・濱中寿夫・石井大悟：ジオセルを用いた防潮堤基礎地盤の洗掘対策に関する実験的検討，ジオシンセティックス論文集，Vol.30，pp.75-80，2015。