

## 堤防裏のり面下部のシート補強工法による耐越水性の検討

東京理科大学 正会員 ○二瓶 泰雄  
 東京理科大学大学院 学生会員 篠原麻太郎  
 東京理科大学大学院 学生会員 倉上 由貴  
 三菱ケミカルインフラテック(株) 正会員 明永 卓也

### 1. 序論

国交省は、2015 年関東・東北豪雨を受けて、「水防災意識社会 再構築ビジョン」<sup>1)</sup>を公表した。このビジョンでは、より実効性のある「住民目線のソフト対策」に加えて、「洪水を安全に流すためのハード対策」とともに洪水氾濫被害を軽減する「危機管理型ハード対策」の導入を謳っている。この「危機管理型ハード対策」としては、越水などが生じた場合でも決壊までの時間を少しでも引き延ばす堤防構造の工夫（粘り強い構造の堤防）が求められている。具体例としては、堤防天端の保護や堤防裏のり尻の補強が挙げられる。このうち後者に関しては、裏のり尻をブロック等でカバーすることにより、のり尻部における深掘れが抑制され、決壊までの時間が引き延ばされる効果が期待される。これを受けて、国総研・河川研では、天端保護と裏のり尻補強に関する詳細な実験を行っている（服部ら<sup>2)</sup>）。裏のり尻部の補強に関しては、様々なブロック形状やそのブロック高さ（粗度高さ）を変えて実験を行い、これらのブロック条件と裏のり尻部の洗堀状況の比較を行っている。これらの簡易的な補強工法はある程度確立された技術であるものの、粘り強い堤防構造とするための工夫や改良は今後も必要である。本研究では、裏のり尻部の簡易補強に注目して、裏のり面下部から平場（基礎地盤）をカバーするシート補強工法による耐越水性強化技術を検討することを試みる。そのため、高さ 1.8 m の開水路を用いて、模型堤防としてシート補強工法及び三面コンクリート張りのアーマ・レバーを作成し、堤防越水実験を行い、シート補強工法の耐越水性向上効果を検討する。

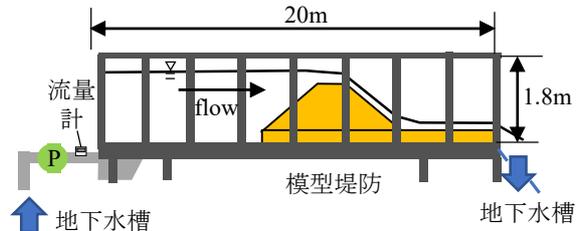
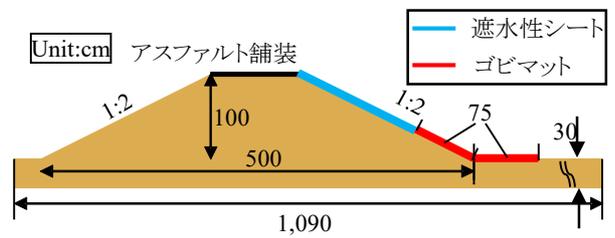
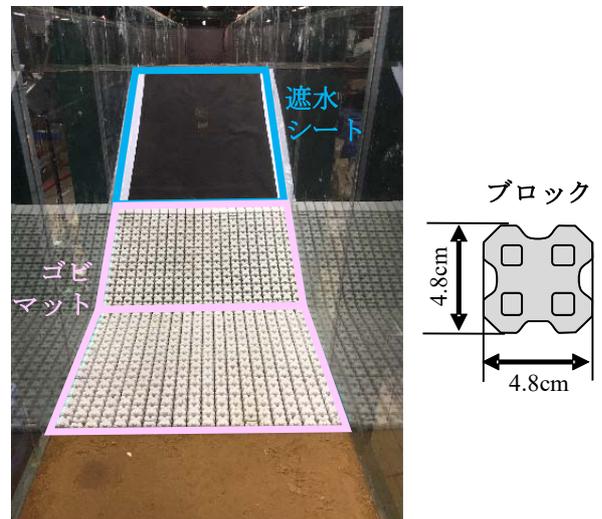


図-1 実験水路の概要



(a) 堤防サイズ



(b) ゴビマットの設置状況

図-2 模型堤防の概要

### 2. 実験方法

本越水実験に用いた開水路の概略図を図-1 に示す。この水路の寸法は、長さ 20 m、高さ 1.8 m、幅 1.0 m である。ここに、図-2(a) に示すように、基礎地盤厚さ 0.30 m、堤体高さ 1.0 m、天端幅 1.0 m、のり面勾配 2 割とする堤防模型を作製した。用いた堤体材料は銚田砂 ( $D_{50} = 0.22$  mm, 細粒分含有率  $F_c = 8.4$  %, 最適含水比  $w_{opt} = 13.5$  %) を最適含水比で作製した。締固め度  $D_c = 90$  % (JIS A 1210) となるように層厚 0.056 m として締固めた。実物の堤防高を 4m と想定すると、本模型は 1/4 のスケールとなる。

堤体の補強条件としては、図-2 に示すように、裏のり面下部と続く基礎地盤表面に土壌侵食防止ブロックマット（ゴビマット、三菱ケミカルインフラテック(株)製）を用いた。これは、多数のコンクリートブロックを耐久性に優れた透水性シートと一体化したものであり、河川・海浜・調整池の護岸や用水路に施工実績を有する。本実験では、幅 1m、流下方向長さ 1.50m の透水性シート上にブロック（4.8cm 四方、高さ 2.5cm）

キーワード：堤防，越水，洪水，シート工法，粘り強さ

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641, TEL : 04-7124-1501 (内線 4031) , FAX : 04-7123-9766

を幅方向 20 個，流下方向 30 個，計 600 個設置した．このブロックサイズも実物の 1/4 スケールであり，外枠を 3D プリンタで作成し，枠の中にモルタルを詰めた．シート長さ 1.5m のうち，裏のり面部分は 0.75m であり，裏のり面長さ (=2.24m) の約 1/3 に相当する．裏のり面におけるゴビマットの上側に関しては，植生を繁茂させることが困難であったので，服部ら<sup>2)</sup>に倣い，遮水シートを設置した．また，比較用として，アーマ・レビーの実験結果<sup>3)</sup>も用いる．アーマ・レビーでは，堤体の表のり面・裏のり面をコンクリート製被覆工でカバーし，天端はアスファルト舗装とする．被覆工として，幅 0.25 m，長さ 0.25 m，厚さ 0.05 m のコンクリート平板を用いた．

越流条件としては，**図-3**に示すように越流水深の時間変化を与えた．この越流水深の条件としては， $t=60$ 分までは鬼怒川の堤防決壊時の越水条件を参考にしている<sup>4)</sup>．模型の侵食・越水状況を把握するため，複数台のビデオカメラを設置した．

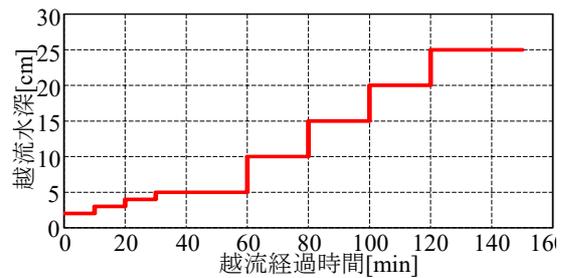
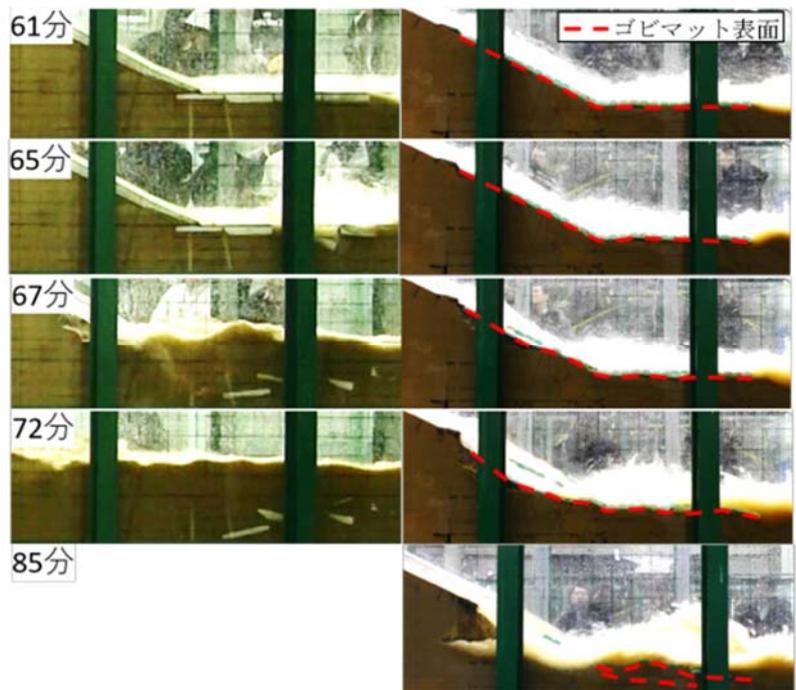


図-3 越流水深の設定

### 3. 実験結果

実験結果の一例として，アーマ・レビーと本シート工法における裏のり尻部の侵食状況の時間変化を**図-4**に示す．ここでは，シート工法に関しては，ゴビマット表面位置を赤破線で表示している．これより，両ケース共に，越流水深 5 cm，越流時間  $t=60$  分までは，堤体の侵食や被覆工の変位は全く発生しなかった．その後，アーマ・レビーでは  $t=65$  分で被覆工の流出が始まり，わずか 6 分間で全ての被覆工が流出し，裏のり尻部も大きく侵食が進んだ ( $t=72$  分)．一方，シート工法では，ゴビマットの変形が  $t=67$  分に発生し，その後，ゴビマット直下の土砂の移動・流出が発生した．それに伴って，ゴビマットが徐々に沈下し ( $t=72$  分)，最終的には  $t=85$  分にゴビマットがめくれ上がり，裏のり尻部の侵食が進行した．このように，シート工法では，アーマ・レビーと比べて，シートの変形発生時刻が遅くなるとともに，一端シートの変形が始まってものり尻部の侵食に至るまでの時間が大きく引き伸ばされていることが分かる．このように，裏のり尻部におけるシート工法の導入により，堤防の粘り強さの向上につながったものといえる．



(a)アーマ・レビー

(b)シート工法

図-4 堤体裏のり尻部の侵食状況の時間変化

同じ**図-4**より，本シート工法におけるゴビマット上の水深は，アーマ・レビーのケースよりも大きくなっていることが分かる．これは，ゴビマット表面のブロックによる抵抗効果によるものであり，結果として，裏のり尻部や基礎地盤上の流速を低下させている．流量と水深から断面平均流速を算出したところ，本シート工法では裏のり面上で 1.5~4m/s，基礎地盤上で 0.8~2.0m/s となっていた．同サイズの木製模型の断面平均流速は裏のり面では 2.5~5m/s，基礎地盤上では最大値が 10m/s を越えており，本シート工法によるブロック効果が見られる．また，ゴビマット上流端付近での流速は約 2m/s となっており，この接近流速は堤防植生の耐侵食力の一般値<sup>2)</sup>と同程度である．そのため，ゴビマットの耐侵食力には問題はないが，裏のり面上部の植生域との接続が重要であり，ここでは，ゴビマットの上流端形状の工夫を施している．

### 参考文献

- 1)国交省：水防災意識再構築ビジョン，<http://www.mlit.go.jp/river/mizubousaivision/pdf/vision.pdf>，2015.
- 2)服部敦，森啓年，笹岡信吾：越水による決壊までの時間を少しでも引き延ばす河川堤防天端・のり尻の構造上の工夫に関する検討，国土技術政策総合研究所資料，No.911，pp.1-65，2016.
- 3)倉上ら：ジオシンセティックス論文集，Vol.31，pp.191-198，2016.
- 4)国交省関東地方整備局：第二回鬼怒川堤防調査委員会資料，2015.