

植生が繁茂した袋型根固め材の安定性について

株式会社不動テトラ 正会員 ○萩原照通
 東北大学大学院工学研究科 正会員 会田俊介
 東北大学大学院工学研究科 正会員 風間 聡

1. はじめに

袋型根固め材（以降 FU）に植生が繁茂することで、生物の生息域拡大、景観の改善、護岸の安定性向上といった効果が期待できる。著者らは秋田県馬場目川において FU 設置後の経過観察を実施したところ、ヨシを主とした植生が護岸前面に 2m 以上繁茂していた（写真-1）。河岸に繁茂した植生の護岸保護機能については調査研究がなされている。その中で、河床洗堀により土壌ごと植生が流出してしまう点が問題である¹⁾。植生が FU に繁茂した場合は、FU 自体が流出しない限り、植生は維持されと考えられる。しかしながら、植生にも流体力が作用するため²⁾、基盤となる FU の安定性に影響を及ぼすと予想される。本研究では、植生が繁茂した FU の安定性について、水理模型実験により確認した。

2. 実験方法

実験装置は図-1 に示す開水路（幅 0.4m、長さ 20m）を用いた。植生が繁茂した FU を表現するために、FU 模型に芝を生やしたものを用いた。模型諸元を表-1 に示す。水路の片側に模型を 1 列に並べ、流量を徐々に増加させて、FU 模型が移動したときの流速と水深を記録した。流速は FU 先頭から 0.1m 上流の地点で計測した³⁾。実験ケースは以下の 3 ケースとした。

case1：通常の FU

case2：植生付の FU

case3：2 列目以降を植生付の FU

各ケースで 2 回実験を行った。ここで、ケース 3 は現地状況に合わせたものである。上流端の FU は流体力が大きく作用するためか、植生が繁茂していない。

実験状況を写真-2 に示す。流量を大きくすると植生は徐々に倒れ、FU が被災する辺りでは完全に倒伏していた。上流端の FU は転倒して後方に流される被災形態であった。



写真-1 繁茂状況（2021年9月著者ら撮影）

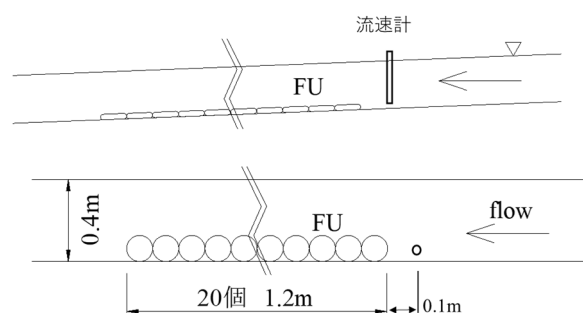


図-1 実験イメージ（上：断面図、下：平面図）

表-1 模型諸元

縮尺	2t 型 1/30
重量	通常 74g
	植生付 91g
植生高さ	70mm
本数	200～300 本/個



写真-2 実験状況の例（ケース3）

キーワード：袋型根固め材、安定性、植生、水理実験

連絡先：〒980-0803 仙台市青葉区国分町 1-6-9 株式会社不動テトラ

3. 実験結果

FU が被災した際の流速と水深を表-2 に示す。植生付の case2 では、case1 と比べて安定性が低下し、80%程度の流速で転倒する結果となった。植生に作用する流体力が FU の安定性に影響することが分かった。case3 では結果にばらつきがあったが、case 1 と同じ結果といえる。上流端を植生なしとすることによって全体の安定性が向上する。しかしながら、このケースは上流端の FU が転倒すると、2 列目以降の被災が急速に進行し、全ての FU が転倒する結果となった。現地においては、上流端の FU が流出しないよう配慮する必要がある。

4. 現地の FU の安定性について

植生が繁茂した FU の安定性を、現地条件で評価した。図-2 に示す領域において、数値シミュレーションを実施し、上流端 FU に作用する流速を算出した。計算には河川シミュレーションソフト iRIC-Nays2DH⁴⁾を使用した。格子サイズは 2m の正方格子とし、河床の粗度係数は 0.03、時間ステップは 0.05s とした。FU 設置範囲には FU の抵抗に関わる係数を与えた⁵⁾。上流端の境界条件には 2017 年 8 月 23 日の観測流量を与えた。この洪水は計画流量 280m³/s を超える規模であった。上流端 FU は被災しなかったものの、下流側で堤防の法面が崩れる災害が発生した。

通常は根固め材の安定性は、実験より抗力係数等を定め、力のつり合いから安定限界流速を算出するものである。FU については安定性に関わる諸係数が不明であり、設計では類似形状の係数を使用している状況である。ここでは、実験で得られた安定限界流速を適用して安定性の評価を行った。通常 FU と植生付 FU の安定限界流速を現地換算すると、それぞれ 3.7m/s、3.0m/s となる。図-3 は計算より得られた上流端 FU の流速と流量の時系列を示したものである。図より通常 FU の安定限界流速 v_1 に至る時刻 $t_1=15$ hour は流量 $Q_1=290$ m³/s となる。計画流量 280m³/s では被災しないが対象洪水のピーク流量 340m³/s では被災してもおかしくない条件である。一方、植生付 FU の安定限界流速 v_2 に対応する流量 $Q_2=220$ m³/s となる。当河川では例年の洪水ピーク流量は 100m³/s 程度であるため、直ちに被災する訳ではないが、計画流量に対しては安定性を確保できない。

5. おわりに

植生が繁茂した FU は、植生に作用する流体力の影響で安定性が低下する。ただし、上流端 FU が植生なしであれば、全体の安定性が向上する。上流端の FU は植生が生育し過ぎないように注視する必要がある。

表-2 実験結果

	流速(m/s)	水深(m)	備考
Case1	0.67	0.103	2 回とも同じ
Case2	0.55	0.086	2 回とも同じ
Case3	0.88	0.120	1 回目
	0.65	0.104	2 回目

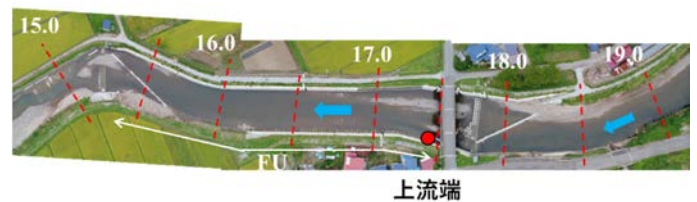


図-2 計算領域

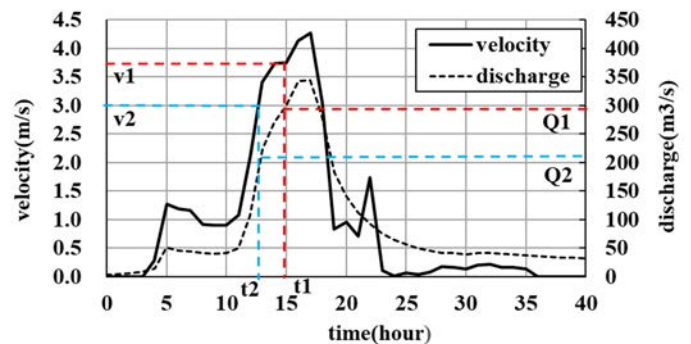


図-3 上流端 FU 周辺の流速時系列

参考文献

- 1) 福岡ら：柳水製の試験施工とその機能の現地調査，水工学論文集，第 42 巻，pp.445-450，1998.
- 2) 林，今野：流れによる変形や振動を考慮した河道内植生に作用する流体力と抵抗則の評価，水工学論文集，第 51 巻，pp.1231-1236，2007.
- 3) 護岸ブロックの水理特性値試験法マニュアル，財団法人土木研究センター，2003.
- 4) iRIC-Nays2DH ソルバーマニュアル，<https://i-ric.org/>
- 5) 萩原，会田，渡辺，風間：袋型根固め材周辺の浮遊砂堆積に関する数値解析，第 29 回地球環境シンポジウム講演集，pp.167-172，2021.