

散水システムを用いたガタ土浸食に関する実験的検討

佐賀大学理工学部 学 ○古川藍之 正 山西博幸

1. はじめに

有明海に面した河川の多くは河道内に大量のガタ土が堆積する傾向にある。河道内のガタ土堆積は、流水能を低下させ、外水氾濫を誘引させる。また、ガタ土堆積は高水敷の植生繁茂を促進させ、さらなる流水能の低下をもたらしている。これまで六角川水系牛津川では、植生管理対策として貯水トレンチを設置し、ヨシの繁茂抑制に成功している¹⁾。また、新たなガタ土堆積抑制のための散水システムが考案され、その効果が示唆されている²⁾。

本研究では、現地に適応可能な新たなガタ土堆積抑制用散水システムを現地に適用するための室内実験を通して、ガタ土浸食量の定式化を試みた。

2. 実験方法

ガタ土浸食実験に用いた実験装置を図1に示す。実験用のガタ土は本庄江川河口付近で採取し、これをアクリル製水槽（長さ 2m、幅 1m、高さ 0.5m）内に設けた長さ 0.6m、幅 0.5m、深さ 0.15～0.21m の土層枠に所定の傾斜角 θ になるように設置した。なお、設置の際の底泥はす

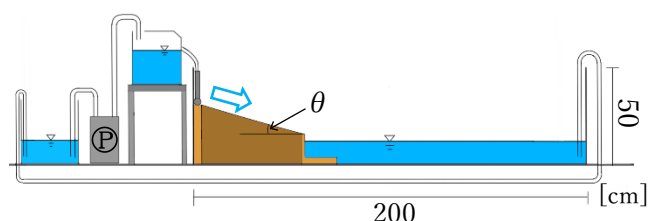


図1 実験装置

べて攪乱試料となっている。設置した土層の上流端部から小穴付塩ビパイプ（長さ 26cm、内径 16mm、小穴の孔径 6mm × 3か所）を通して散水した。散水後にガタ土面を流下した水は最下流部に湛水され、その後サイフォンを使って別の水槽に導水し、小型ローラーポンプ（東京理化器械株式会社製、RP-1000）を使って、ポリタンク（10L）に貯水させ、再び散水させるようにしている。実験条件として、散水流量 Q を 75 (L/h)、150 (L/h)、225 (L/h) の3通り、現地河岸部のガタ土堆積の法面勾配を参考に斜面角 θ を 0° 、 5° 、 14° の3通りとし、これらを組み合わせた全9パターンの実験を行った（表1参照）。なお、散水流量 Q はポンプの回転数を変更することで調整をした。

表1 実験条件

実験 No.	傾斜角 θ [deg]	流量 Q [L/h]
①	0	75
②	0	150
③	0	225
④	5	75
⑤	5	150
⑥	5	225
⑦	14	75
⑧	14	150
⑨	14	225

実験開始後、所定時間毎（0、1、2、3、6、12 時間後）に散水を一時的に中断させ、ガタ土面の浸食量を計測した。ガタ土面の地盤高計測には、ポイントゲージとカメラ画像を用いた。図2はポイントゲージによる測定点である。また、解析に用いた画像は、小型カメラ（GoPro 社製、HERO 4 Black、最大画素数 1200 万画素）で撮影し、オーバーラップ及びサイドラップともに 80%とした。撮影された多数の画像から SfM ソフト（Agisoft 社製、PhotoScan Pro）を用いて DEM 画像とオルソ画像を作成し、QGIS を用いて地盤高を求めた。そのほか、設置したガタ土の含水比、剪断強度も測定した。

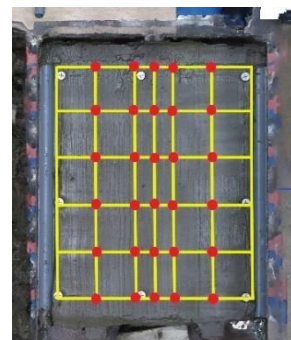


図2 測定点
(ポイントゲージ)

3. 実験結果および考察

図3は、実験④～⑥（ $\theta=5^\circ$ 、 $Q=75$ (L/h)、150 (L/h)、225 (L/h)）での地盤高の経時変化を示したものである。なお、図中の断面は図2の中央測線での地盤高である。図より、散水時間の経過とともに散水口を中心とした浸食域の広がりが観察された。また、浸食量 W は Q の増加とともに増加し、最大洗掘深の位置は下流側に移動した。最大洗掘深の位置移動は、 Q の増加に伴う放水水塊の水平速度成分が増加することに起因している。最大洗掘深は実験⑥の場合でおよそ 2.0cm であった。図4は、実験④における浸食量 W の経時変化である。図より、散水時間の継続により、その浸食率は低下し、12 時間経過でおよそ変化率 0 となった。実際の現場では、12 時間周期の潮汐の影響を考えると、散水時間は 2、3 時間の設定が妥当といえる。

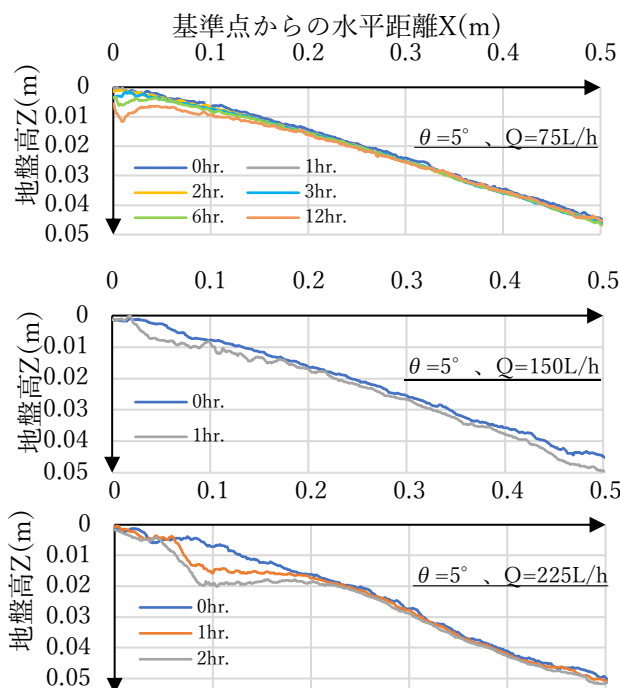


図3 各条件の地盤高の経時変化 (m)
(上：実験④、中：実験⑤、下：実験⑥)

ここでは、初期浸食速度 $E_{t=0}=dW/dt$ を定義して、整理を行った。図5は傾斜角 $\theta=5^\circ$ (一定) 下で Q を変化させた実験④～⑥での初期浸食速度 $E_{t=0}$ をプロットしたものである。図より、 Q の増加とともに $E_{t=0}$ は増加し、これを直線回帰すると次式が得られた。

$$E_{t=0}=0.46Q-10.75 \quad (R^2=0.97) \quad (1)$$

このとき、X軸との交点、すなわち限界浸食流量 Q_{cr} は23.32(L/h)となった。堆積ガタ土の物性にも依存するが、現地適用の際の参考データといえる。

写1は散水後、ガタ土が破断したケースを示したものである。いずれも $\theta=14^\circ$ の場合で、 $Q=75\text{L/h}$ 、 150L/h の条件で散水から2時間後、 $Q=225\text{L/h}$ の条件で散水から3時間後に破断が確認された。このような破断によるガタ土塊の除去は、多量の浸食量となり、その効率ももっとも良いといえよう。

一連の実験結果から、ガタ土の浸食は放水着地点を起点に広がり、その浸食形態は斜面角度に応じて落水浸食型、洗堀型、破断型に分けられるといえる。

4. おわりに

本研究では、新たなガタ土堆積抑制工の現場での適用を目的に、ガタ土浸食量の予測のための室内実験を行った。その結果、ガタ土の浸食は、放水着地点を起点に広がり、浸食形態は斜面角度に応じて異なることが分かった。また、初期浸食速度を散水流量で定式化するとともに限界浸食流量を導いた。今後も引き続き室内実験を行い、現場に適用可能なガタ土浸食量予測式の提案とともに、本システムの現地実装に向けた検討を進めたい。なお、実験実施に際し、学部3年市坪佑希君に補助していただいた。ここに感謝申し上げる。

[参考文献]

- 1) 山西・木塚・大峯・長濱, 植生管理に向けた新たな河川工作物の提案とその効果に関する実証研究, 土木学会論文集 G(環境), vol. 71, No. 7, III_211-III_228, 2015
- 2) 濱口・山西, 河岸ガタ土堆積抑制に関する新たな手法の提案とその効果に関する研究, 令和2年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 CD-ROM, 第II部門, pp. 231-232, 2021

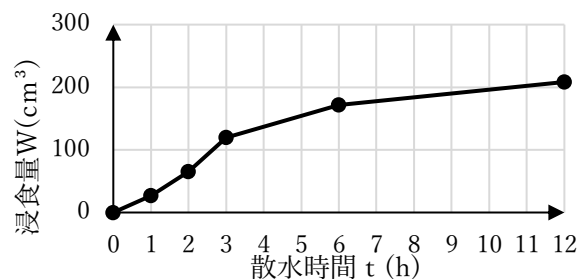


図4 浸食量 W の経時変化(実験④)

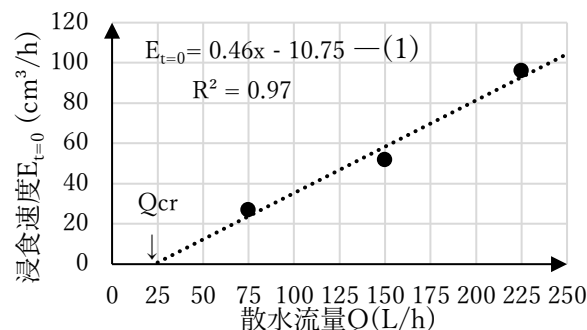


図5 散水流量 Q と初期浸食速度 $E_{t=0}$ の関係
($\theta=5^\circ$)



写1 ガタ土が破断したケース(実験⑦～⑨)