

高頻度UAV観測に基づく町田統合堰護床工破壊メカニズムの分析

高知工科大学 システム工学群建築・都市デザイン専攻

海岸工学研究室 1220019 稲田裕人

指導教員 佐藤慎司

1. 研究の目的

研究対象は、物部川に位置する町田統合堰である。町田統合堰は、過去に野市上井堰のあった場所に位置している。昭和38年の台風による水害によって周辺の6堰が流亡したため、最も上流にあった野市上井堰の位置に再編統合された堰であり、現在まで香南市、南国市、香美市の農地へと農業用水を供給している。しかし、現在の町田統合堰には護床工の大幅な移動、破壊や上流から下流への適正な土砂移動を阻害しているなどの問題がみられる。それらの原因を解明するため、今回の研究を実施した。



図-1 観測地点

2. 現地調査の概要

(1) UAVによる高頻度観測

護床工の破壊が放置されている町田統合堰において、2か月間に数回の頻度でUAVによる高精細観測を実施し、破壊メカニズムを解明した。2021年7月1日から1月10日にかけて町田統合堰地点にある戸板島観測で測定された降水量と河川水位の標高を記録し、グラフを作成した。現地調査は2021年7月2日から9月1日の期間に、計8回の観測を実施した。

町田統合堰を含む300m四方の領域でUAVを高度36mで自動飛行させ、撮影画像をSfM解析することにより、解像度約1cmのDEMとオルソ画像を作成した。上流からの土砂流入状況を確認するため、町田堰の上流約1kmの山田島地点において、同様の観測を実施した。



図-2 水位, 降雨の時系列

3. 護床工の破壊と河床低下・巨石化の進行

観測期間中の8月中旬には中規模の出水があり、その間に起こった変化を比較するためにオルソ画像とDEMを分析した。すると、オルソ画像からは護床工の破壊と堰下流での巨石化、DEMからは河床低下の進行を確認することができた。

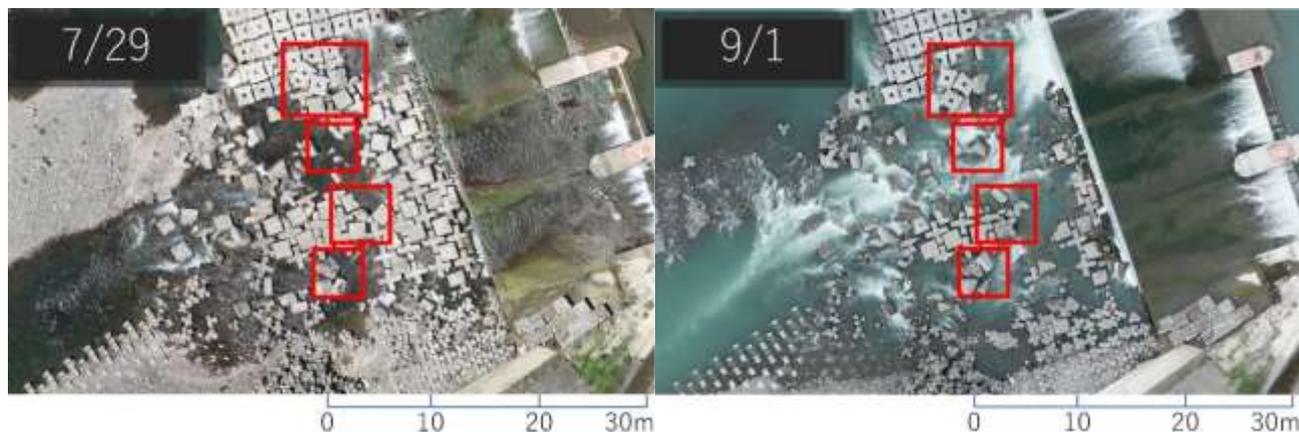


図-3 ブロック移動の証拠

図3は8月の出水前後で護床工が移動したことを表すもので、出水前後直近の調査日の7/29と9/1で比較をする。二つのオルソ画像を分析すると4つの地点で大きな変化が見られたため、赤い枠でマークをした。上二つの赤枠と一番下の赤枠では出水後に四角い護床工が1つ移動して来ており、下から二つ目の赤枠では十字の護床工2つと四角い護床工1つが移動して来ている。

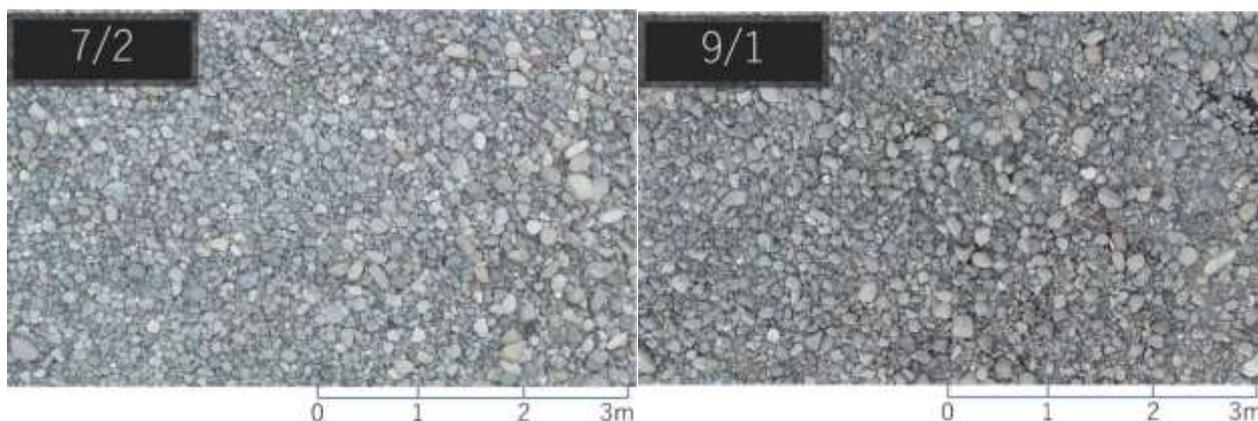


図-4 巨石化の進行

図4は町田統合堰で巨石化が顕著にみられた箇所をピックアップしたもので、7/2と9/1で同じ箇所を比較したところ石が全体的に大きくなっていった。しかし、表面の小さな石が流され下の層に存在していた大きな石が見えるようになったのか、大きな石が流されてくることでそこに堆積したのかどちらか不明なため同じ場所での標高の変化を調査した。

DEMで標高の差分をとったものを図5に示す。7/2と9/1のオルソ画像から巨石化の傾向が見られた地点での標高差は-0.16mとなっており、洗堀傾向にあった。その他の地点でも標高値の差分は全体的にマイナスの値であり、町田統合堰全体で洗堀が進行している。

図4と図5の結果から、町田統合堰下流部では巨石化が進行しており、それと同時に河床低下も進行していることが明らかとなった。

7/2と9/1の差分(町田統合堰)

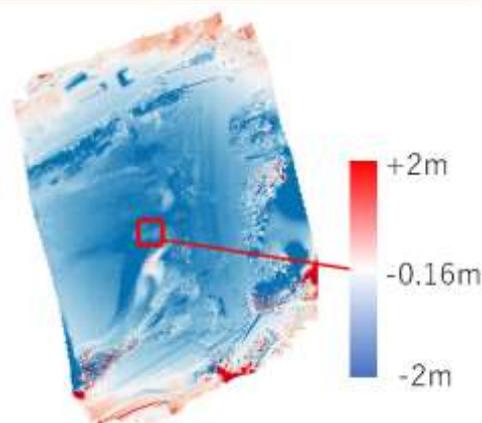


図-5 河床低下・巨石化の進行

4. 町田堰上流部での土砂堆積

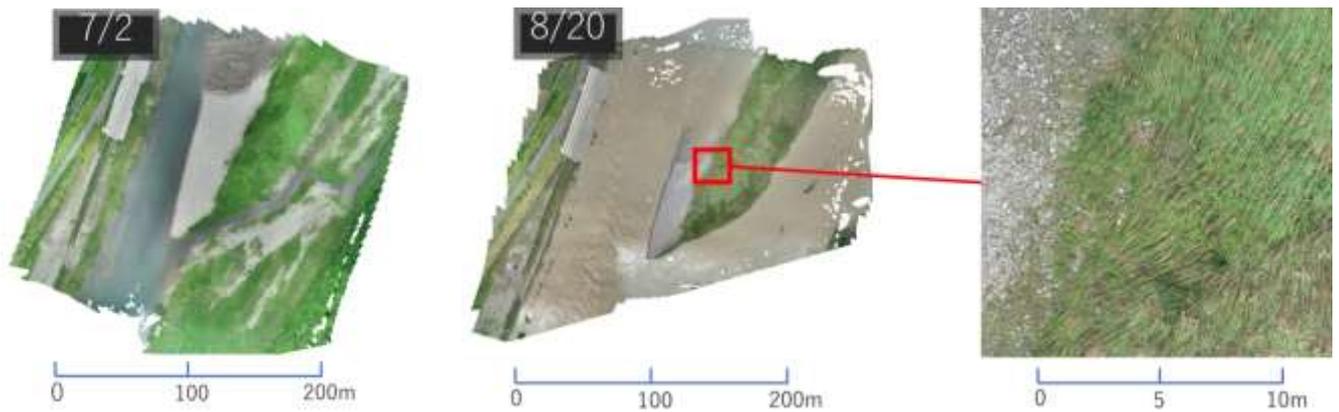


図-6 2021年8月中旬出水による山田島地点の水没状況

8月中旬の出水時には、山田島地点では下流端の観測範囲がほぼ水没することとなった。図6の8/20の画像では堆積土砂は完全に水没していないが、土砂横の草部分の拡大図を見ると7/2時点に比べ、流れによって草全体が根元から倒れこんでいることが分かる。このことから、8/20以前の出水時に山田島は完全に水没していたことが確認できる。

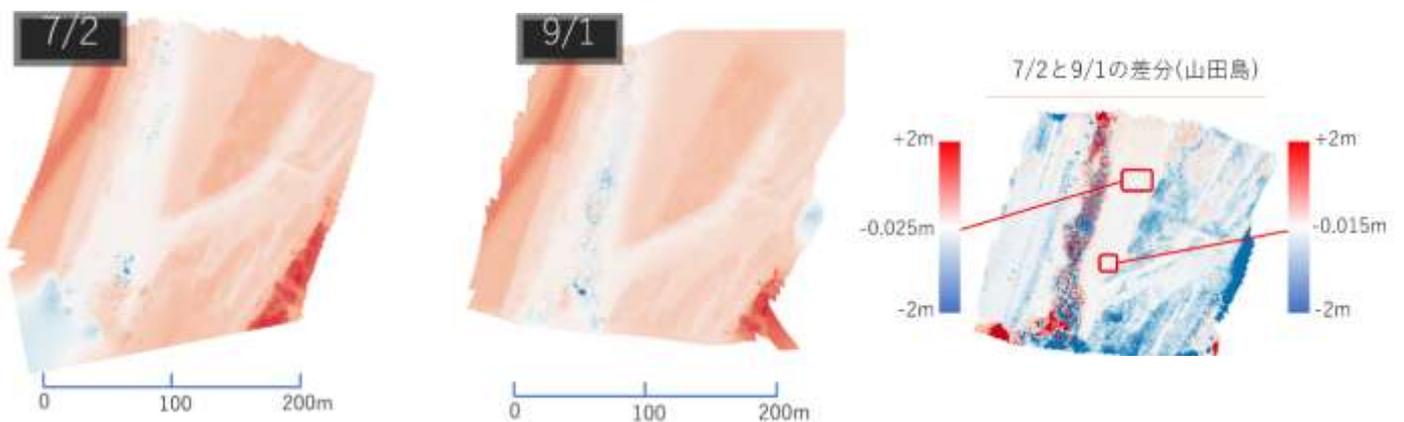


図-7 出水前後の地形変化

次に、DEMから出水前後での標高値の差分を取ったものを図7に示す。流れによる変化を強く受けそうな体積土砂の根元部分と先端部分の2箇所を調査を行った。根元部分での標高値の差分は-2.5cm、先端部分での標高値の差分は-1.5cmとなり、2箇所とも8月中旬の出水前後で顕著な地形変化は見られなかった。

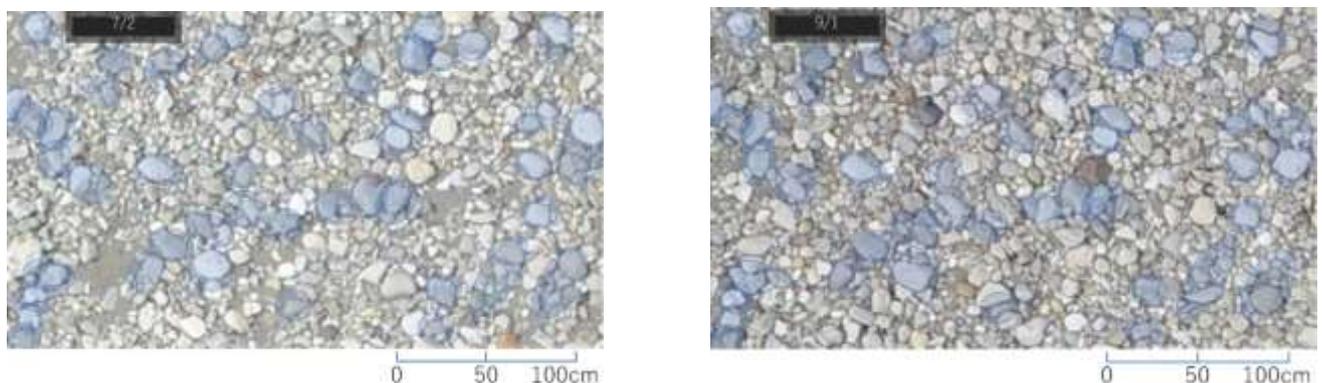


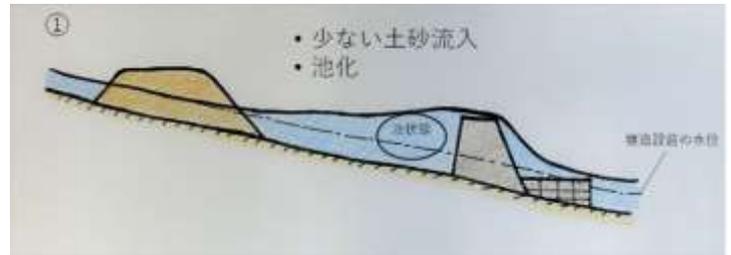
図-7 出水前後で粗礫が移動していないことを示す図

さらにオルソ画像を詳細に分析し、8月の出水前後で全く動いていない、もしくはほとんど動いていない礫を青い円でマークした。マークした礫の粒径とその他の礫の粒形を比較したところ、およそ粒径15cm以上の礫が出水前後でほとんど移動していないことが明らかとなった。

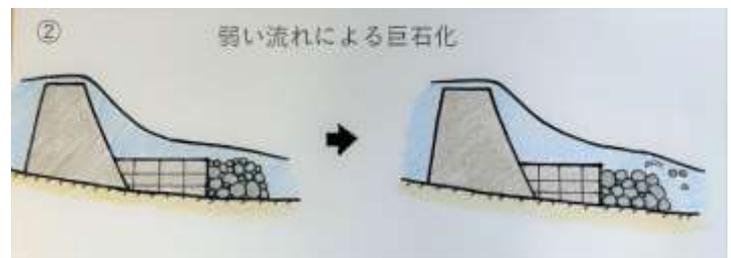
5. 護床工の破壊メカニズム

以上の観測から挙げられる町田統合堰と山田島での問題点は、町田統合堰では堰下流の全体的な巨石化と河床低下、護床工の移動、山田島では中規模の出水では町田堰上流の湛水部への土砂流入が小さく、特に粒径15cm以上の礫の流入は期待できないことである。これらの問題点から、町田統合堰での護床工の破壊メカニズムは以下のように結論される。

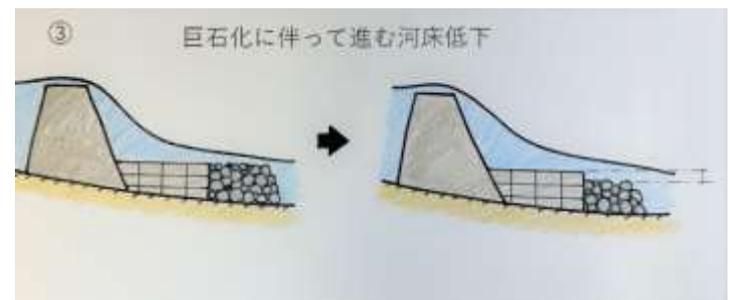
①町田統合堰の設置により物部川の流水傾斜が少なくなり、ほぼ水平となることで流れが弱くなってしまい池のような状態となる。それに加え山田島からは15cm以上の礫の流入が期待できないことから、余計に町田統合堰上流の池化が進行する。



②堰の造設と山田島から礫の流入が見込めないことから流れが弱くなってしまい、町田統合堰下流では大きな礫は流されず、小さな礫しか下流へと運搬されなくなる。これにより町田統合堰下流では礫が比較的に大きくなり、全体的な巨石化が進行する。



③町田統合堰下流での全体的な巨石化が進行する際、大きな礫は流されず、小さな礫が流される。これにより必然的に堰下流の標高が下がってしまう。このことから、巨石化の進行に伴って河床低下も同時に進行することとなる。



④町田統合堰下流全域で巨石化と河床低下が同時に進行することで、護床工周辺の支えが不十分になってしまい護床工の大幅な移動が観測された。このことから、今後2021年8月中旬程度の出水が起こると町田統合堰では護床工が移動、破損を起こし対策をしない限り堰としての機能が低下していく一方であると考えられる。

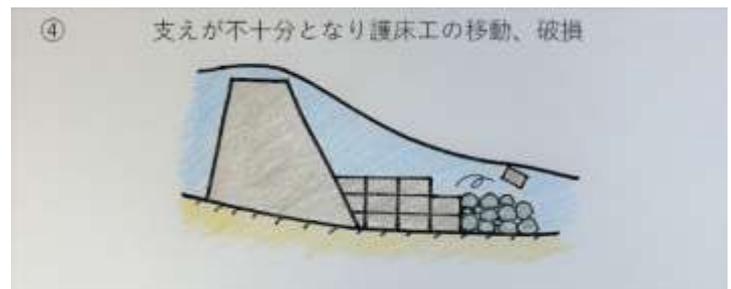


図-8 護床工の破壊メカニズムを示す模式図

6. 結論

UAVを用いた高頻度観測を実施することにより以下の結論を得た。

- (1) 町田統合堰下流部では巨石化と河床低下が進行しており、中規模の出水でも護床工は破壊が進んでいる。
 - (2) 山田島地点で粒形15cm以上の礫はほとんど移動していない。
 - (3) 山田島からの正常な土砂流入が期待できないことと、町田統合堰下流の巨石化と洗堀は今後も継続する。
- 以上より、上流から下流への土砂運搬の適正化と護床工の補強を行うことが必要である。