

移動床におけるブロック堰堤の安定性能向上に向けた実験的検討

立命館大学理工学研究科 ○日浦啓太

立命館大学理工学部 牧輝磨 原田紹臣 藤本将光 里深好文

共和コンクリート工業株式会社 神野忠広 佐藤哲也 平澤健

1. はじめに

「火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン」¹⁾を受けた緊急ハード対策において、ブロック堰堤による対応も降灰後の土石流等の捕捉に有効とされている。ブロック堰堤は地形変化への緊急対応が可能であるとともに、移設が可能で除石工事に有利であると考えられる。また、従来の不透過型砂防堰堤は満水した際に流木の捕捉が困難になるが²⁾、ブロック同士の嵌合に間隙のあるブロック堰堤は透水性があるので満水しにくい。

令和7年8月、石川県輪島市久手川町の塚田川に仮設されたブロック堰堤が大雨で流出した土砂・流木を捕捉した事例³⁾などを受け、今後の更なるブロック堰堤の活用に向けて、その機能と安定性の向上が求められている。

先行研究⁴⁾では、ブロック堰堤の模型実験により、ブロックの積み方の違いによる堰堤の安定性への影響などが明らかにされている。しかし、移動床におけるブロック堰堤の基礎洗掘メカニズムについては殆ど議論されていない。そこで、本研究では、ブロック堰堤の基礎洗掘への対策方法を提案し、その効果を実験により検証を行った。

2. 実験概要

実験は勾配 5° の矩形断面水路にて行った。水路下流寄りに粒径 5 mm の珪砂を水平に敷き詰め、その上にブロック堰堤の模型を設置した(図-1)。実験で用いたブロックは実物の概ね $1/25$ 程度の縮尺の模型を使用した(図-2)。

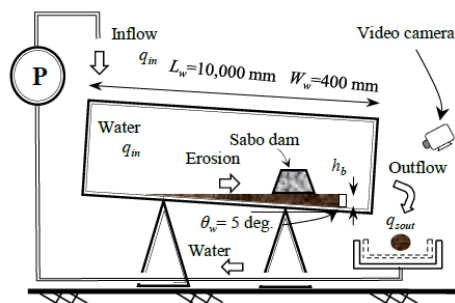


図-1 実験装置

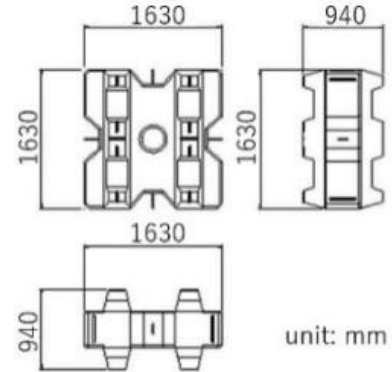


図-2 ブロック（実物）の形状と寸法

3. 実験条件（基礎洗掘防止構造の提案）

移動床条件下では、ブロック堰堤の基礎部において潜り流れが卓越しやすく、堰堤下流側の基礎付近を起点として、進行性洗掘が発生し、その結果として堤体の沈下・傾斜・転倒へと連鎖的に至る可能性が懸念される。特に最下段のブロックの凹凸が原因となり、堤体の基礎面に沿った水流が発生しやすいと考えられる(図-3)。

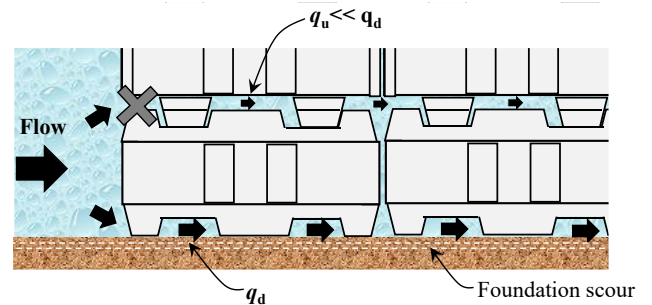


図-3 嵌合間隙量の違いが水流に与える影響

そこで本実験では、従来のブロック (Block-A) の型枠を活用して、耐洗掘基礎ブロック (Block-B) として片面に凹凸のないもの (図-4) を最下段に配置したものを構築し、底面洗掘の違いを比較することとした。底面の凹凸の有無 (Type1: 底面凹凸あり、Type2: 底面凹凸なし) 以外の実験条件を同一とし (図-5)、水の供給量は 4.6 L/s に設定し、ブロックの積み方は、実際の現場における施工・配置と整合するように設定した (図-6)。

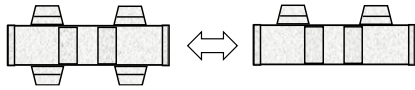


図-4 Block-A (左) と Block-B (右) の比較

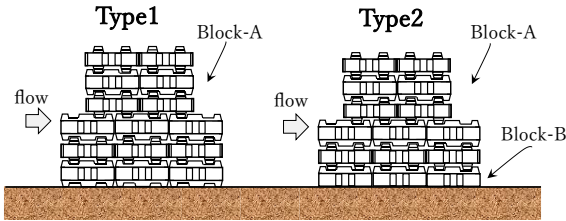


図-5 提案する基礎洗掘防止構造の概要 (側面図)



図-6 ブロックの積み方 (水路横断方向に7列)

4. 実験結果・考察

実験結果の分析は、基礎洗掘の有無、堤体の安定性の2つの観点から行った(表-1)。

Type1 (堤体の底面に凹凸あり) では、上流側の水位が堤体の最上段付近まで上昇した後、下流側の基礎洗掘が開始した。堤体内の透水よりも基礎部を透水した潜り流れが卓越していると見られ、これにより基礎洗掘の勢いは徐々に増加した。しかし、堤体が転倒・崩壊することはなく、ブロック堰堤の有する屈撓性により、堤体が地盤の変形に追随しながら沈下する様子が確認された(図-7)。

Type2 (堤体の底面に凹凸なし) では、満水状態まで水位が上昇しても、基礎洗掘が著しく進行することはない。しかし、堤体は崩壊してしまった。これは、耐洗掘基礎ブロック(Block-B)の配置により、基礎底面の排水性が低下し、上流側水位がType1よりも上昇することで水圧が上がったためと考えられる(図-8)。

これらの結果から、従来のブロック(Block-A)では基礎底面付近の透水性能が高く、潜り流れの形成を通じて基礎洗掘が進行しやすい。一方、Block-Bでは潜り流れを抑制するため、基礎洗掘は進行しにくい。一方、Block-Bでは、堰堤全体としての透水性能は低下し、堤体内部から下流への透水が阻害される。このため、上流側の水位の

上昇(湛水)が顕著となった。したがって、Block-Bは洗掘対策には有効であるが、条件によっては堰堤上流の水位上昇と堰堤に作用する外力の増加により堤体の不安定化を招く可能性があると考えられる。

表-1 実験結果

	基礎洗掘	堤体の安定性
Type1	あり	基礎洗掘の進行に伴って、堤体は沈下したが、崩壊はしなかった
Type2	ほとんどなし	上流側の水位が満水状態に達し、水圧に耐えられず、堤体が崩壊した



図-7 Type1の基礎洗掘・沈下の様子

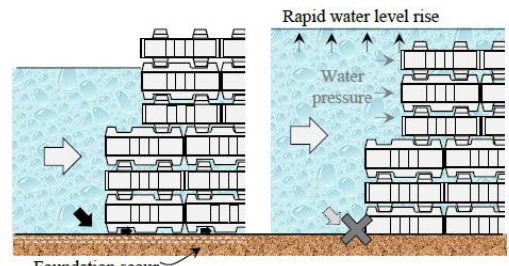


図-8 耐洗掘基礎ブロックが水位上昇に与える影響

参考文献

- 1) 国土交通省 砂防部：火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン、2023
- 2) 国土交通省 国土技術政策総合研究所 土砂災害研究部 砂防研究室：砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(令和7年3月一部改訂版)、2025
- 3) 国土交通省：R07.8.10～8.12:石川県輪島市 能登半島地震等の応急対策事例(砂防)、2025
- 4) 中村達也・藤本将光・里深好文・原田紹臣・佐藤哲也・橋口聡太郎・神野忠広：コンクリートブロック積み砂防堰堤の機能性に関する実験的検討、R5年度砂防学会研究発表会概要集、2023