

火山噴火に伴う土砂移動現象に対するコンクリートブロックを用いた緊急対策工の考え方について

(一財)砂防・地すべり技術センター ○高橋 健太、栢木 敏仁、池田 暁彦

1. はじめに

令和5年3月に「火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン」の改定版¹⁾が公表され、緊急対策工の検討方針として「例えば1ヶ月と想定するなど、短期間で実施可能な複数案を検討し、火山噴火時の状況に応じて適切な対策を選定できる体制を構築することが重要」とされている。これまでに令和2年度末時点で全国の44火山で緊急減災対策砂防計画がとりまとめられているが、①計画規模や施工期間について差異がある、②施工期間が半年以上となっている火山がある、③緊急対策計画における設計外力や安定性については統一された考え方が示されていない等の課題が挙げられる。

本研究では、既往研究²⁾に基づく緊急対策工の設計外力や安定性についての考え方を踏まえ、近年施工時間が短く、汎用性が高いことから緊急対策工として用いられているコンクリートブロック砂防堰堤について、施設整備に関する現状の課題等を整理し、適切に効果を発揮するために必要となるコンクリートブロック砂防堰堤の施設構造などの考え方について考察した。

2. 緊急対策工の外力の考え方

各火山で検討が進められている緊急対策工は、設計外力を計画規模としている事例が多い。このため、施設の断面が必要以上に大きくなり、施工時間が長くなっている傾向がある。既往研究では施工時間を短縮する方法として、①段階的な施工（図1）が可能な構造とすること、②設計外力（流量）を小さくすることにより、施設断面を縮小し効率よく施設効果を発現する方法を提案した。そこで、本研究では施設断面をさらに小さくする方法として、仮設工としての短期的な安全性を確保するため滑動や転倒の安全率を小さくしたときの断面についても安定計算を行った。なお、安定計算の条件等は既往報告と同様とした。その結果、堤体断面は1～2割程度縮小（図2）することが確認できたことから、設計外力を小さくし、安全率を緩和することにより、緊急対策工の施工時間がさらに短くなると考えられた。

3. コンクリートブロック砂防堰堤の安定性の課題

火山噴火に伴う土砂移動現象に対する対策は噴火前兆期～噴火までに行う対策のため、可能な限り施工期間を短縮する必要がある。このため、これまで計画・施工されている緊急対策工としての砂防堰堤は以下の理由によりコンクリートブロックが用いられてきた。

- ・ コンクリート堰堤の場合では、型枠の設置、コンクリート打設・養生期間が必要であるのに対し、予め備蓄されているコンクリートブロックを用いた場合ではこれらが不要となる。
- ・ 実際に噴火に至らなかった場合は、必要に応じて撤去することも考えられるため、その施工性に優れている。
- ・ 上述の段階的施工の場合、打ち継ぎ目を生じずに積み重ねることが出来るため、効率的に施設効果が発現できる。

しかし、コンクリートブロック砂防堰堤は、現状安定性等について統一された考え方が示されておらず、これまでの設計・施工事例を踏まえると、コンクリートブロック砂防堰堤の施設構造には、以下の点の課題がある。

①堤体の安定性の確保：コンクリートブロックによる砂防堰堤はブロックを積み重ねて構築するため、一体化が図れていない。現状一体化は連結金具により行われているが、上下方向で連結出来ないこと、引張強度が不足しているなど、施工面や強度面で課題が残されている。そのため、ブロック個別に水平力が作用するこ

色	位置づけ	施工期間	対象規模
灰	緊急対策工	数週間	施工期間から逆算
黒	緊急対策工	1か月程度	施工期間から逆算
赤	緊急対策工	3～6か月	施工期間から逆算
黄	基本対策	噴火終息後	計画規模

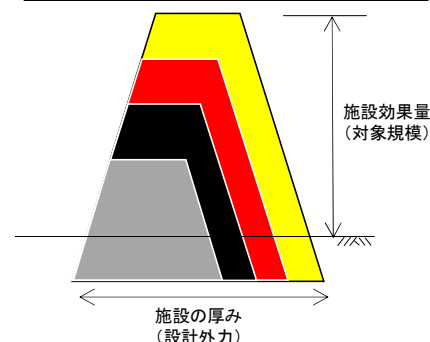


図1 段階的施工のイメージ

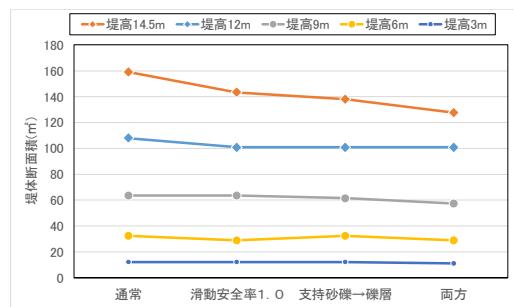


図2 安全率と堤体断面積の関係

と、さらに空隙部に入る水により浮力が作用するため、バラバラになり堤体全体の不安定化を招く恐れがある。特に最上段および下流側のブロックについては、バラバラになるとそのままブロックが流出してしまうため弱部になり易い。しかし、現状はブロック毎の噛み合わせにより剛体とみなして安定計算を行っているため、上記に対応した安定性を確保する必要がある。

②基礎部の侵食対策：上述のとおり一体化が図れていないことから、空隙部に入る水により基礎地盤が侵食され不等沈下が生じて不安定化を招く恐れがある。これに対しては、御嶽山における施工事例（図3）のように、基礎コンクリートを打設し侵食への対応を行う必要がある。

以上のようにコンクリートブロックを用いた堰堤とする場合には、現状において、いかに一体化を図るかが重要な課題となる。



図3 御嶽山の緊急対策工の施工事例

4. コンクリートブロック砂防堰堤の構造の考え方

(1) 一体化の方法

コンクリートブロックの一体化の方法は既往研究³⁾において、鋼管を用いた一体化手法が示されているが、恒久対策を対象としていることと、専用のコンクリートブロックの製作が必要など、緊急対策工として適用するには課題がある。そこで、簡易に一体化を図る方法として、迅速性を重視し、既存のコンクリートブロックでも対応可能とするため、コンクリートブロックに孔を開け、据え付け時に単管パイプを差し込むことにより、一体化を図る構造を検討した。

(2) 孔の配置

孔の位置は弱部となる下流側に重点を置くことや、可能な限りブロック単体の強度の低下を抑えるため把持用の中央孔や端部から可能な限り離れた位置とした。ただし、コンクリートブロック堰堤は、法勾配、現地盤との取り合い、噛み合わせの向上を目的に、側面および正面方向ともに千鳥配置で並べられることが多い。以上を踏まえ、孔の位置はブロックの2カ所（図4）として、少なくとも上下ブロックの1箇所が通るような配置とした（図5）。これにより、上下2段分は一体化を図れるため、水平力に対してせん断強度の向上が期待できるとともに、多少の変形は許容してもバラバラになることを防ぐことが可能になると考える。また、孔径は単管パイプが入るとともに、コンクリートブロックの設置時の許容も踏まえたうえでφ80cm程度とした。

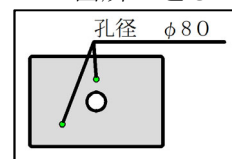


図4 孔の位置

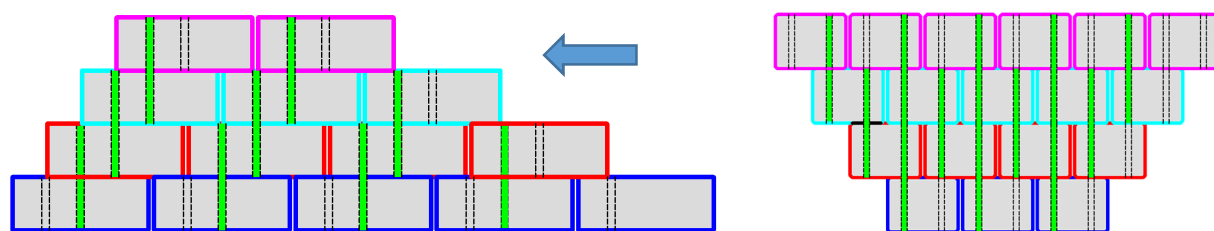


図5 孔を設けたコンクリートブロックの断面イメージ（左：側面図、右：正面図）

5. おわりに

本報告では特にコンクリートブロックの一体化を図る方策について述べたが、今後は孔の製作方法、孔を設けた場合のブロック単体の強度、コンクリートブロックおよび単管パイプを用いた砂防堰堤の構築方法、砂防堰堤全体の安定性についても検討を行い、より効率的・効果的で安全度の高い緊急対策工について具体化していく予定である。

【参考文献】

- 1) 「火山噴火緊急減災対策砂防計画策定ガイドライン」（令和5年3月、国土交通省砂防部）
- 2) 高橋ら（2022）：火山噴火に伴う土砂移動現象に対する緊急対策工の外力に関する考察, 令和4年度砂防学会概要集, P171-172
- 3) 植野ら（2020）：狭隘箇所における新たな砂防堰堤整備方法の提案、砂防学会誌 Vol. 72, No. 5, P. 67-73。