

## 泥谷砂防堰堤群における山腹工の今後の維持管理に関する一考察

一般財団法人砂防フロンティア整備推進機構 大矢幸司、渡邊 尚、中根和彦、○近藤康弘

### 1. はじめに

常願寺川上流の立山カルデラ内に位置する泥谷砂防堰堤群は、富山県が整備した施設が昭和4年の豪雨による破壊・流出を経て、富山県から内務省への委託により昭和13年に竣工したものである。泥谷砂防堰堤群は23基の堰堤群と側壁護岸、山腹工が一体となって構成されており、泥谷の土砂流出の防止と周辺の緑の回復に寄与してきた。

泥谷砂防堰堤群のように、古くから整備されており、かつ直接目視や踏査が容易でない山腹工の調査において、昨今建設現場等において導入が進んでいる UAV による空撮に加え、詳細目視調査を実施して現地情報を把握する調査方法を試みた。本発表ではその結果と有用性、さらに今後の留意点について報告する。

### 2. 泥谷砂防堰堤群の山腹工の概要

図1に「泥谷災害復旧工事竣工平面図」に加筆した泥谷砂防堰堤群の山腹工の位置図を示す。山腹工は左岸側に2箇所(3号～11号堰堤、13号～17号堰堤間)右岸側に1箇所(6号～12号堰堤)整備されている。泥谷砂防堰堤群の山腹工は主に植生工のほか石積の山腹基礎工と流路工により構成されている。山腹工は植生工と、植生の導入や回復の場の造成を図る山腹基礎工により構成される。そのため斜面全体を安定させるためには山腹基礎工と植生工の維持管理が重要である。



図1 泥谷砂防堰堤群の山腹工の位置図

(内務省新潟土木出張所立山砂防事務所「泥谷災害復旧工事竣工平面図」に加筆)

### 3. 山腹工に認められた変状について

現地調査に先行して実施した現地踏査の際、13号～14号堰堤左岸側の沢地形を呈した箇所に崩壊を窺わせる土砂流出痕跡が認められた(写真1,2参照)。



写真1,2 沢地形の土砂流出痕跡

この崩壊地が隣接する山腹工の山腹基礎工に及んでいる可能性があること、崩壊地からの土砂が泥谷の溪流付近にまで及んでいることが確認された。今後崩壊が進行した場合は山腹基礎工の洗掘が進行し、それに伴い山腹基礎工の損傷が発生するおそれがある。さらには植栽の

消失や山腹斜面の崩壊発生により泥谷砂防堰堤群に影響を及ぼすことも懸念された。

### 4. 山腹工の維持管理の現状

山腹工の点検方法は、現行の「砂防関係施設点検要領(案)」によると遠方目視を基本としている。また、変状レベルの評価方法については、同要領(案)では図2に示した観点で変状レベルaまたはcの評価を目視で行うこととしている。また、点検留意事項として「整備範囲が広範囲で、かつアクセスが困難な場合は航空写真等による点検評価も可とする」<sup>1)</sup>としている。

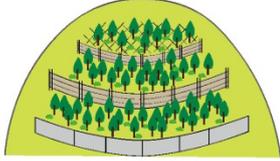
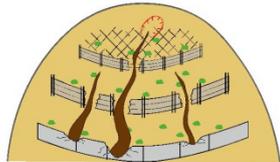
| 変状レベル | その他(山腹工)  |  |
|-------|-----------|--|
|       | 山腹工の損傷    |  |
| a     | 軽微な損傷     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○山腹工に変状なし</li> <li>○軽微な損傷あるが植生が回復している</li> <li>○軽微な損傷あるが表土の風化、侵食、崩壊の拡大防止が図れている</li> </ul>  |
| c     | 機能・性能低下あり | <ul style="list-style-type: none"> <li>○山腹工整備斜面に変状(ガリや拡大崩壊)が生じている</li> </ul>    |

図2 山腹工の変状レベル<sup>1)</sup>(※変状レベルbは該当なし)

従って、山腹工に発生している損傷を確認する場合、斜面下方もしくは斜面上の安全な箇所から目視調査と写真撮影を行うこと、もしくは斜面を見通せる箇所から遠方目視を行うことにより前述の変状レベルの判定を行う方法を考えた。しかし泥谷砂防堰堤群は河道線形上、遠方目視が可能な箇所がない。さらに確認したい斜面は植生が繁茂しており目視が困難であることに加え、勾配が45°以上と急勾配のため斜面上の調査は危険を伴うことが予想されることから、調査の際は安全面に十分留意する必要がある。

### 5. UAVによる空撮と詳細目視調査の結果

山腹工に発生した崩壊地の発生要因を把握するためには、崩壊地の全体像を把握することと、崩壊地を詳細に観察することによる基礎情報収集が必要である。

上述した課題を解決するために、山腹工とその周辺の全景写真を通常の遠望目視より近い視点で撮影することが可能である UAV による空撮を実施した。

空撮の結果を受けた、斜面上の現地調査については、砂防堰堤下流面の目視調査の様な高所作業で既に実績を有していることから、登山技術を持つ調査員による詳細目視調査を実施した。詳細目視調査は、安定していることが確認された樹木等に固定されたロープにより、調査員が懸垂下降を実施しつつ斜面上で目視確認と写真撮影、簡易計測を行うことにより実施した。



写真3 UAVによる崩壊地とその周辺の全景写真

写真3にUAVによる崩壊地とその周辺の全景写真を示す。これにより13号～14号堰堤左岸側斜面の上方に、幅約10m、長さ約15mの崩壊が発生しており、そこから崩壊が斜面上下方向に連続して発生していることを確認した。また当該山腹工設置斜面では一度回復したと思われる斜面上の植生が消失して、山腹工としての機能・性能が低下するおそれがあることを確認した。

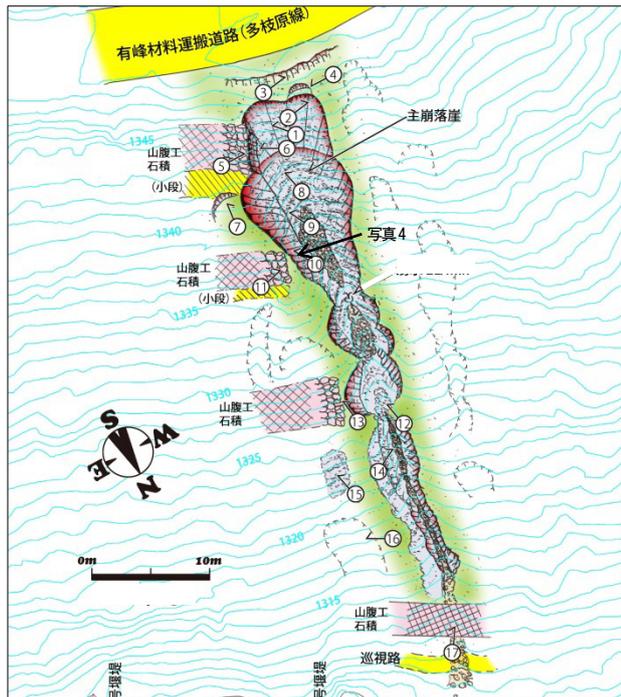


図3 崩壊地の調査結果平面図

図3に詳細目視調査と写真撮影により作成した崩壊地の調査結果平面図を示す。調査結果から石積の山腹基礎工は現存していることを確認した。また崩壊地の現況として、崩壊が上から3段目までの山腹基礎工の端部に及んでいること、崩壊地は主崩壊崖の上下に複数の崩壊地が連続して発生していること、崩壊土砂は崩壊痕跡に沿って流下し堰堤群付近の点検用巡視路まで達していること、崩壊地表層の土砂は比較的締まった状態であること等を確認した。

写真4に石積の山腹基礎工端部を崩壊地側から見た写



写真4 崩壊地と山腹石積工端部の状況

真を示す。この写真から崩壊深が2～4m程度もしくはそれ以上であることを確認した。

## 6. 今回実施した調査の有用性について

今回の調査では、UAVにより山腹工の崩壊地の概況を把握し、それを基に詳細な現地情報を詳細目視調査により収集した。その結果、崩壊地の発生範囲、発生位置、植生の消失状況等の概況を可視化できた。また、詳細調査により崩壊地の深さや分布状況、崩壊地表層の状況、山腹基礎工や点検用巡視路といった周囲の地物との詳細な位置関係等、維持管理に必要な基礎情報が把握できた。

本発表の事例のように、広範囲であり急勾配を有するような山腹工において、遠方目視のみの調査では作業効率が低くなる。UAVを用いることで効率的な点検が可能となり、必要に応じて詳細調査を併用することで精度の良い点検結果が得られるため、有用性があると考えられる。

## 7. UAVによる空撮と詳細目視調査の留意点について

今後の山腹工の維持管理を考える際、本発表で紹介した手法は有効である。今回報告したUAVによる空撮と詳細目視調査において留意すべき事項や課題を以下に記す。

### 【UAVによる空撮について】

- UAVの飛行は天候条件に左右されるため、事前と調査中の気象情報の把握を考慮した上で調査計画を立案する。
- 航空法や「無人航空機（ドローン、ラジコン機等）の安全な飛行のためのガイドライン（平成27年国土交通省航空局）」を遵守する。例えば、ガイドラインに記載されている飛行禁止区域や飛行方法の制限を遵守するため、現地周辺の地理的条件や飛行禁止区域に該当する施設等を事前に確認する。
- 操縦者からの視認が困難な箇所を飛行させる際は、見張り員の配置やモニター監視の対策を行う。
- 今後の課題として、高解像度の撮影機材が開発された場合、それを活用した空撮による変状の近接写真撮影の可能性について検討することも望ましい。

### 【詳細目視調査について】

- 調査者は山腹基礎工（石積）や山腹工（植栽）の構造や調査に関する知見が必要である。また調査時の安全確保のため登山技術を有することも必要である。
- 詳細目視調査を行う場合、通常の日視調査より安全対策を十分に検討した上で実施する必要がある。

謝辞：本発表については、国土交通省北陸地方整備局立山砂防事務所から現地調査や資料借用等において多大なご協力を頂いた。ここに謝意を表する次第である。

### 参考文献

- 1) 砂防関係施設点検要領(案) 平成26年9月24日 国土交通省砂防部保全課