

# 譲原地すべり地区における集水井点検の高度化について

磯部 颯士

関東地方整備局 利根川水系砂防事務所 工務課 (〒377-8566 群馬県渋川市渋川121-1)

利根川水系砂防事務所では直轄地すべり対策事業を群馬県藤岡市譲原地先で実施している。完成した施設の機能維持を目的として、施設の健全度を把握する点検を行っている。地すべり防止施設の一つである集水井の点検は、狭隘な立坑の中での作業となることから、様々な危険が伴い、安全に留意して点検を行う必要がある。本稿では集水井点検の高度化に向けて取り組んだ事例を紹介する。

キーワード 集水井, 地すべり, 360°カメラ, UAV, 点検の高度化

## 1. はじめに

利根川水系砂防事務所では主に群馬県内の4河川の流域において土砂災害から人命や財産を守る砂防事業を実施している。また群馬県藤岡市譲原地先において関東地方整備局で唯一の直轄地すべり対策事業である「譲原地すべり対策事業」に取り組んでいる。

本報告は譲原地すべり対策事業で整備した集水井の点検における取り組みを紹介するものである。

中の地下水を集めて抜き取る「集水井」や「排水トンネル」を作ることによって地すべりの動きを抑える「抑制工」と、地すべり斜面の下側において地盤を固定する「アンカー工」など強制的に地すべりの動きを止める「抑止工」の2種類の対策工がある。

「集水井」は鉛直方向に掘られた立坑と水平方向への集水ボーリングと排水ボーリングからなる対策工であり、集水ボーリングで地下水を集め排水ボーリングで下側の河川や集水井に排水を行う仕組みとなっている(図-1)。

## 2. 譲原地すべりについて

譲原地すべり対策事業は、平成3年10月16日に発生した集中豪雨により地すべりが活性化し、譲原地先において家屋や国道462号に変状が発生したことや地すべりの影響が2県にまたがることから、平成7年度より直轄事業として対策事業を進めている。

地先内の100haが地すべり防止区域に指定されており、すべり面の深さは約50mとなっている。地すべりが発生した際に移動する土砂の量は約2000万m<sup>3</sup>と想定される。

地すべりとは水がしみ込みやすい地層と、その下側のしみ込みにくい地層との間(すべり面)に、雨水や地下水がしみ込んで上側の地盤全体が動き出す現象である。

譲原地すべり対策事業で取り組んでいる対策工では地

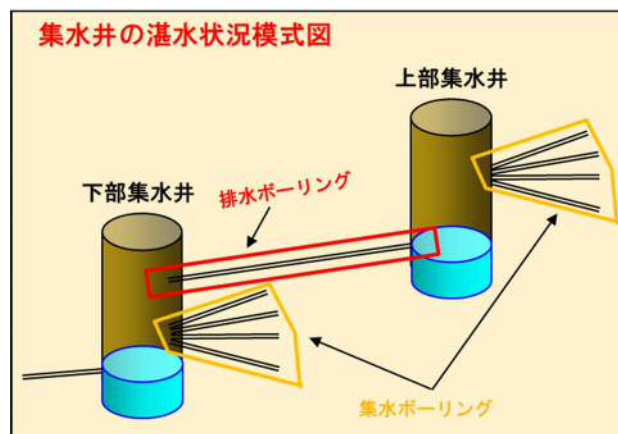


図-1 集水井の構造

### 3. 集水井の点検について

現在、譲原地すべり対策事業において62基の集水井がすでに設置されており、古いものでは施工から20年以上が経過している。集水井の変形や部材の腐食、ボーリング孔の目詰まり等で集水・排水機能が低下しないように点検を行い、地すべり安定の確保、施設の長寿命化を図る必要がある。

集水井の維持管理はブロックに分けて毎年点検を実施しており、今年度も管内の砂防施設を点検する業務においてA～IブロックまであるうちのBブロックにおいて7基の集水井の点検を実施した。(図-2)

集水井の点検は従来、内部に人が立ち入り目視で点検を行っていたが酸欠や有毒ガス、滑落等の危険が伴う事や、点検の際に身体をひねりながらスケッチ・写真撮影を行っていたため、得られるデータの品質が制限されてしまう事があった。そこで、近年では360°カメラを用いて集水井内の点検を実施することで作業員の安全確保と省力化を図っている。360°カメラを用いた点検(図-3)の手順としては、まずはじめに集水井内に補助照明を投下し、深度確認用のリボンテープを設置し、続けてカーボン製の竿に360°カメラを吊り下げ(図-4)、内部へ降下させながら撮影を行い、最後にカメラを吊り上げて終了となる。撮影した写真は深度確認用のリボンテープを基準につなぎ合わせて集水井内の展開画像を作成した。展開画像を確認することで一目で集水井内の状況を把握することができる。

点検結果の評価にあたっては国土交通省が定めている「砂防関係施設点検要領」に基づいて、部位単位で変状レベル評価(a～c)を行い、施設周辺の状況を踏まえた施設の健全度評価(A～C)を行った(図-5)。

今年度の点検では部材に多少のサビ等が確認されたが集水・排水機能に影響を及ぼす変状はないことが確認された。そのため、施設の健全度を「健全度A(対策不要)」と評価した。

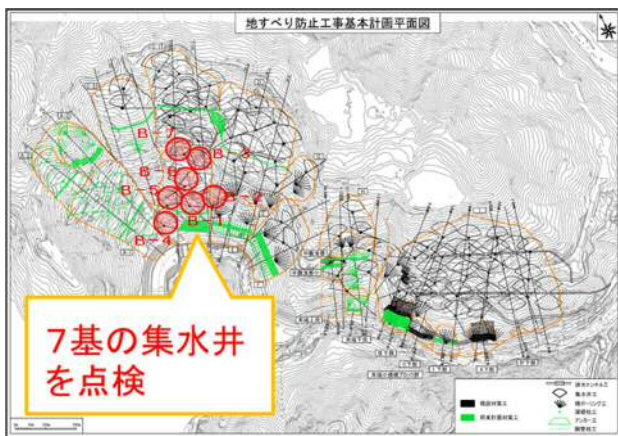


図-2 譲原地すべりのブロック分け

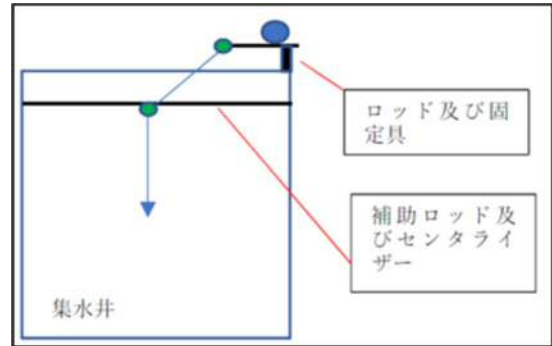


図-3 360°カメラを用いた点検



図-4 点検の状況

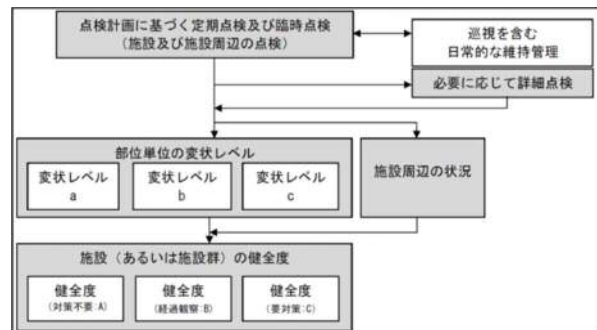


図-5 360°カメラを用いた点検

### 4. 360°カメラを活用した集水井点検の課題

360°カメラを活用することで従来の点検手法と比較し、点検時の作業員の安全確保及び省力化を実現しているが、一方で課題もあり、展開画像を作成した際に補助照明の光や日光の影響で展開画像に不明瞭な箇所が生じる場合があり内部の状況を判別できないケースがある(図-6)。また、従来の点検では集水井の中から上を見上げることで変形を確認していたが、360°カメラによる展開画像だけでは集水井全体の変形等を判別することが難しい点が課題として挙げられる。



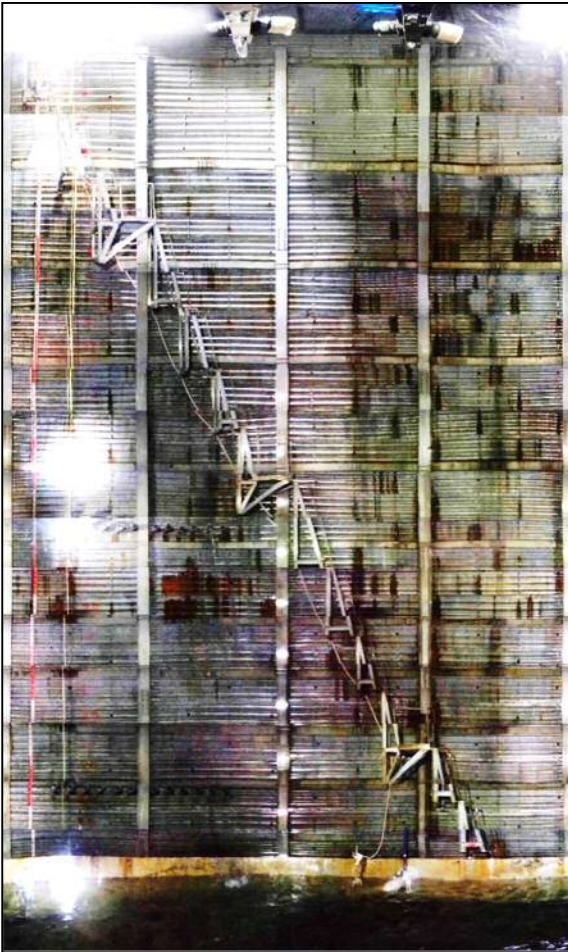


図-6 作成した展開画像

## 5. 課題の解決に向けたUAVの活用

前述の課題解決に向けて点検手法の高度化を図るため今年度業務において試行的にUAVを用いた集水井の点検を実施した。点検方法は360°カメラの場合と同様に、釣り竿にUAVをぶら下げて集水井内に投下し、上下移動はカーボン製の竿によって、水平移動はUAVの推力によって移動し近接でのデータを取得した。集水ボーリングの排水状況等を近接撮影し、変状がないかを確認した(図-7)。本試行ではBブロック内の「B-6集水井」とHブロック内の「H-5集水井」において試行を行った。2つの集水井を選んだ理由としてはB-6集水井は深さが30mとBブロック内において最深であり、調査時間が既往の点検方法との比較に最適であることから選定した。H-5集水井は過去の点検にて変形が認められており、その様子をUAVでも撮影可能か確認するためである。

選定した2つの集水井においてUAVによる撮影を実施したところ、360°カメラの活用時に課題とされた不明瞭な展開画像となってしまう点については点検したい箇所にUAVを接近させ近接で撮影をすることで、変状がないかを詳細に確認できた(図-8)。また、集水井の変形

についてもB-6、H-6集水井においてUAVを用いて撮影を行い、静止画(図-5)をもとにSfM解析を行うことで3Dモデル(図-9)を作成し、集水井に変形があることを確認できた。B-6集水井は集水井全体が谷側に傾いていることが3Dモデルから確認でき、同様にH-5集水井においても既に確認されている変形を作成した3Dモデルからも確認することが出来た。

今回の試行において360°カメラと同様に集水井内の展開画像の作成も行ったが、B-6集水井の一部で集水ボーリングからの排水の影響で撮影不可となる区間があった。また、作成した展開画像について全体的に不鮮明な画像となってしまった。原因は集水ボーリングからの排水が多いためUAVに搭載されているカメラのレンズが曇ってしまった事にある(図-10)。今回使用したUAVも防水機能がなく、集水状況が活発な場合はUAVが水を被ってしまい故障してしまうリスクもあるなど、集水ボーリングの集水状況によってUAVの利用が制限されてしまう場面があることが新たな課題であるとわかった。



図-7 集水ボーリング孔の状況



図-8 UAVで撮影した集水井内の状況

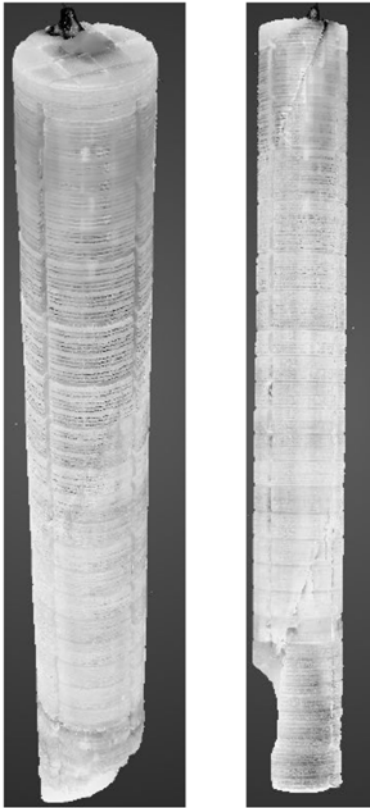


図-9 B-6集水井の3Dモデル

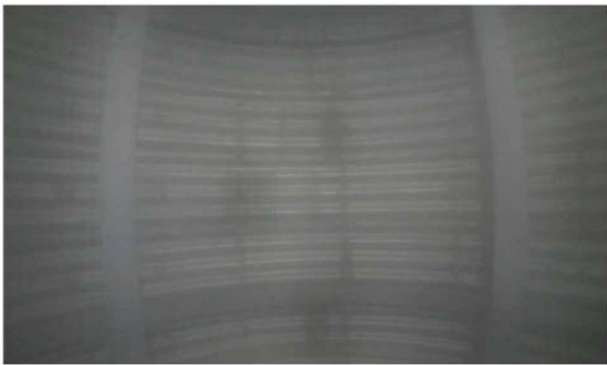


図-10 UAVカメラのレンズに発生した曇り

## 6. まとめ

従来の点検方法と360°カメラを用いた点検方法、UAVを用いた点検方法についてそれぞれのメリット・デメリット、今後の点検にあたっての運用方法等を検討した。

従来の人が立ち入る点検については前述したとおりガス濃度管理や落下防止などの複数の安全対策が必要であり、作業員の身体的な負担が大きいいため、360°カメラやUAVを使用できない特殊な状況下において従来の点

検方法を実施するべきであると考えられる。

360°カメラを用いた点検については作業員が集水井に入ることなく点検が可能であり、点検の所要時間も非常に短いため、作業員の身体的な負担が小さいといえる。また、360°カメラについては防水対策が可能のため、集水井の展開画像が比較的容易に作成可能である。一方で鮮明な展開画像を作成するためには集水井内に適切な光量を確保する必要がある。その方法については今後知見を集める必要がある。また、360°カメラでは着目対象に近接することが出来ないため、必要に応じてUAVによる近接撮影を併用するなどの対応が求められる。現時点において短時間で多数の集水井を安全に点検することができ、サビのような目視で確認できる変状であれば展開画像から容易に確認ができるため今後、標準的な点検方法として活用していくことが想定される。

UAVを用いた点検については360°カメラによる点検と同様に作業員が集水井に入ることなく点検が可能であり、点検の所要時間も短い。UAVの操作については集中心力を要するため、少なからずUAVの操縦者には負担はあるが全体的には作業員に対する負担は少ないものといえる。また、UAVを操縦することによって着目対象に近接して撮影することが可能であり、この点は360°カメラより優れているといえる。

また、集水井の展開図・3Dモデルが作成可能であるが、UAVについては防水仕様の機体が一般的でないため、集水・排水状況によっては撮影が不可能となる場合が想定される。運用方法については変状が認められた集水井において変状箇所の詳細画像の取得や集水井の変形量について時系列追跡を目的とした調査に活用していくことが考えられる。

運用の案であるが、集水井を点検する際に通常は360°カメラを用いることとし、過去に変状が確認されている場合や展開画像によって確認された変状をより詳細に確認するためにはUAVを併用する事が想定されるが、UAVを点検で運用するためにはさらなる知見を収集する必要がある。

## 7. おわりに

今年度、試行的にUAVを活用した点検を実施したが、さらなる点検手法の高度化を図るためには継続して試行を続け様々な知見を集めることが最も重要である。発注者の立場として積極的に試行のフィールドをコンサルに提供することで課題に対する知見を効率的に収集できると考える。当事務所においても地すべり防止施設の点検手法について継続的に試行を行い点検作業の高度化を図っていく事としたい。