

5.4.2. 急傾斜地崩壊防止施設

急傾斜地崩壊防止施設の標準的撮影箇所は、以下の通りとするが、現場状況を判断し、危険を避けて、出来るだけ安全に撮影可能な箇所を適宜選定して、撮影するものとする。

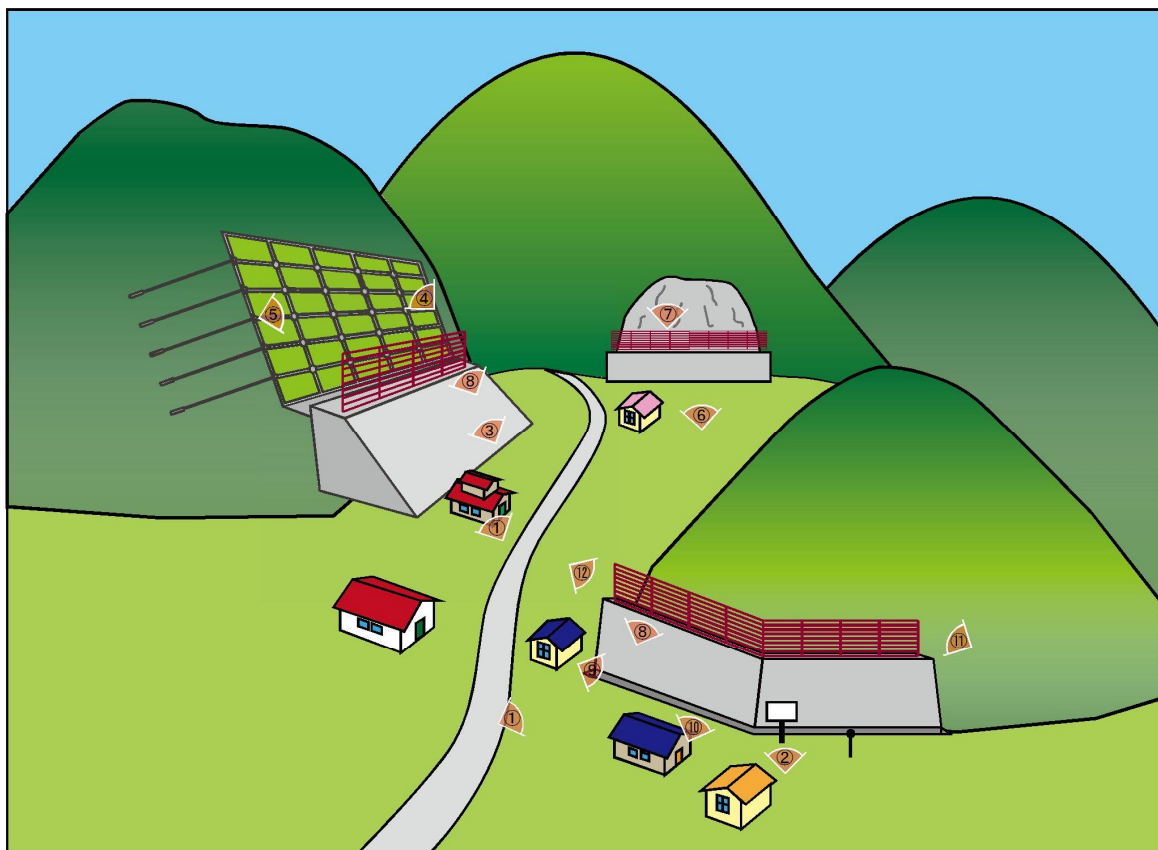


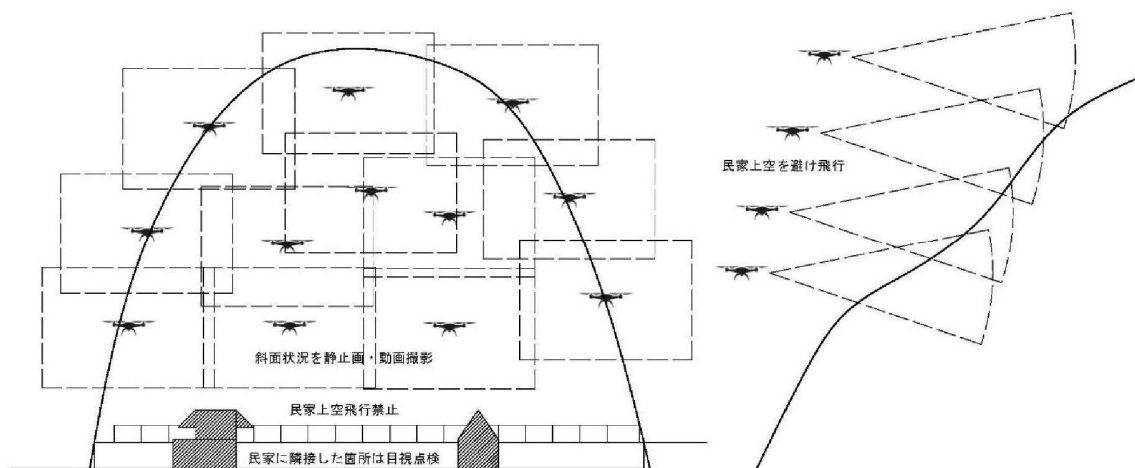
図 5.4.2. 急傾斜地崩壊防止施設写真撮影箇所位置図

表 5.4.2. 急傾斜地崩壊防止施設写真撮影箇所番号

番号	工種	撮影対象物
①	共通	全景
②	共通	区域標識
③	張工	本体表面、裏込部
④	プレキャスト法枠工	枠本体、中詰材
⑤	アンカー工	頭部とその保護施設、支圧板、受圧構造物
⑥	擁壁工	本体表面
⑦	吹付工	本体表面
⑧	落石防護柵工	支柱、柵部
⑨	排水溝	本体
⑩	待受擁壁工	全景
⑪	〃	背面状況（端部）
⑫	〃	背面状況（端部）

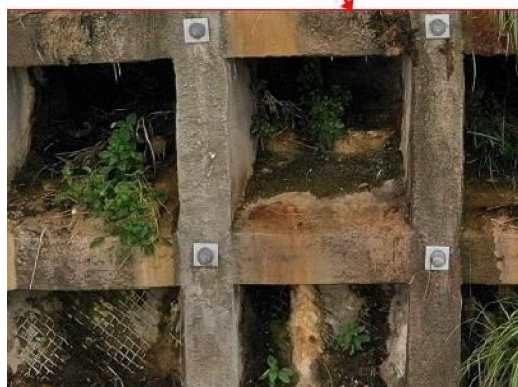
擁壁工は背面状況を連続的に撮影することが望ましいが、擁壁下部からの写真による状況確認で損傷状況が判断できる場合は、背面状況は擁壁端部の状況写真のみで良いものとする。

【UAV 点検標準撮影方法（急傾斜崩壊対策工）】



落石防止柵や擁壁類は人家の裏に位置することが多く、これらの施設の UAV 点検は、思わぬ墜落・接触が危惧されるため、人家等上空や隣接しての撮影は、実施しないことが望ましい。

【急傾斜崩壊対策施設の全景とクローズアップ撮影例】



5.4.3. 地すべり防止施設

地すべり防止施設の標準的撮影箇所は、以下の通りとするが、現場状況を判断し、危険を避けて、出来るだけ安全に撮影可能な箇所を適宜選定して、撮影するものとする。

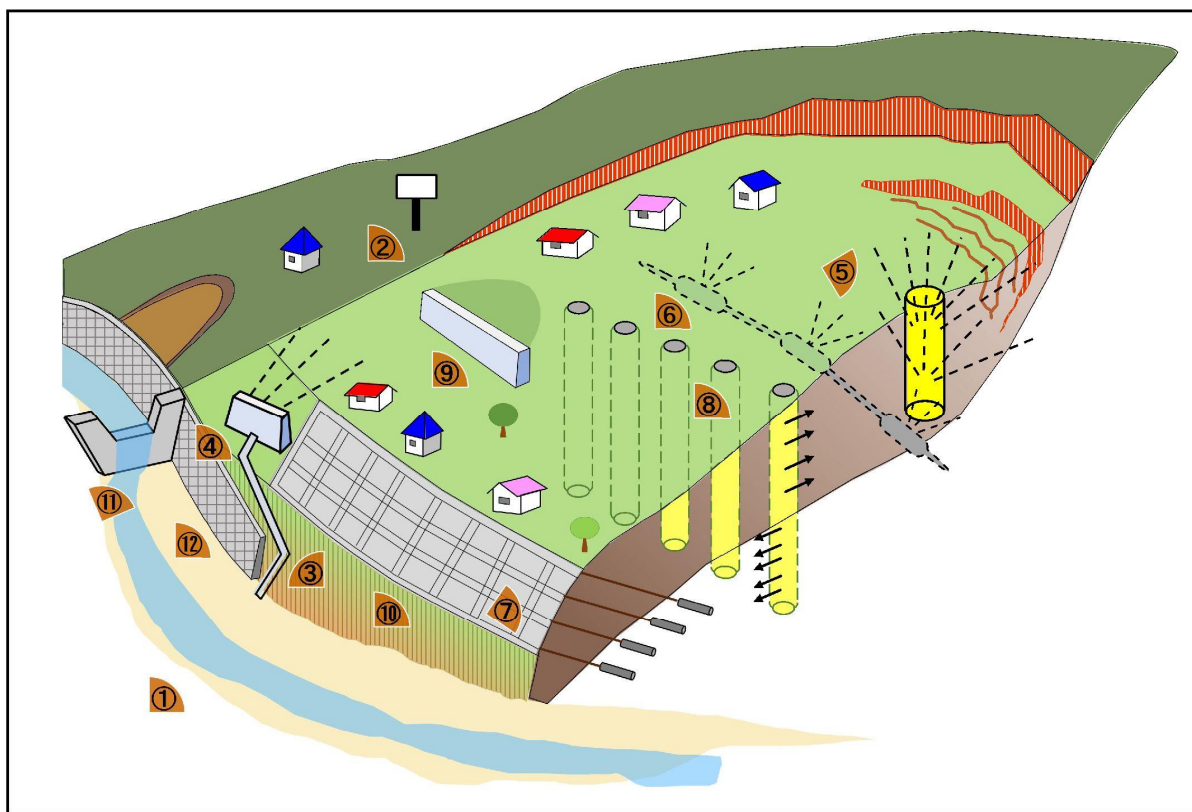
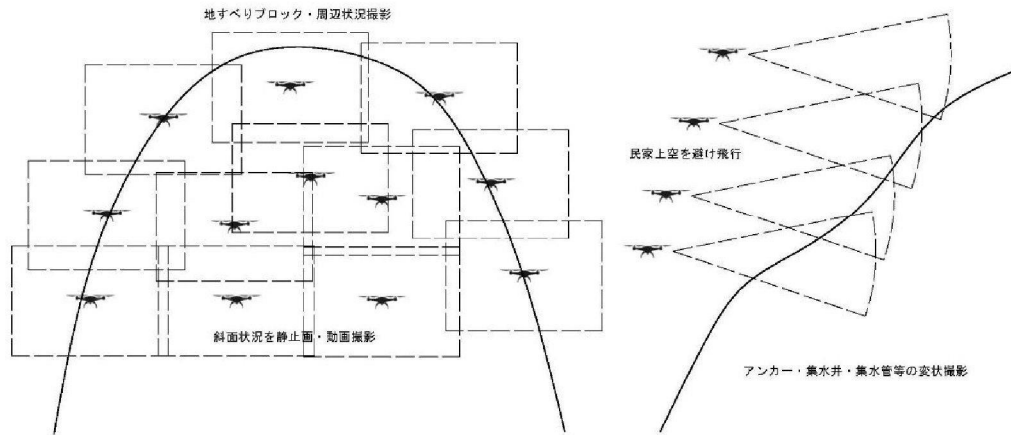


図 5.4.3 地すべり防止施設の各部位

表 5.4.3 地すべり防止施設写真撮影箇所番号

番号	工種	撮影対象物
①	共通	全景
②	共通	区域標識
③	水路工	本体
④	横ボーリング工	集水管孔口、集水枡
⑤	集水井工	本体とその管理施設、集排水管孔口
⑥	排水トンネル工	本体、排水路、集水管孔口
⑦	アンカー工	頭部とその保護施設、支圧板、受圧構造物
⑧	杭工およびシャフト工	頭部
⑨	擁壁工	本体表面
⑩	法枠工	枠本体、中詰材
⑪	堰堤工、床固工、帯工	本体
⑫	護岸工	本体

【UAV 点検標準撮影方法（地すべり防止施設）】



地すべり対策施設は、集水井をはじめ地下構造物が多いため、UAV 点検は地すべりブロック周辺を含めた概括的な点検に効果を発揮する。徒歩による近接点検では、滑落崖など周辺状況の把握に多くの時間を必要とするが、UAV 点検では短時間に斜面状態、植生や表面施設の変状を把握することができる。

なお、カメラも高精度化が進み、アンカーキャップなどの劣化損傷も把握することができるので、変状が確認できれば、ピンポイントの徒歩による近接点検が可能となるため、効率的な点検が期待できる。

【地すべり防止施設の俯瞰撮影例（地すべりブロック全景撮影）】



【UAV 点検撮影画像例（アンカーキャップ等の劣化損傷確認）】



5.5. UAV 点検の活用

5.5.1. UAV 点検のメリット、デメリット

点検計画の立案にあたり、UAV を活用する場合には、次頁の表 5.5.1 に示すような UAV 点検の特徴を踏まえたうえで、適切な点検計画を立案する必要がある。

5.5.2. UAV 活用のポイント

定期点検や臨時点検を実施する際には、UAV 等の優位性を踏まえ点検全体の効率性・安全性を向上させるため、UAV 等の技術を積極的に活用する。

なお、UAV を用いた点検の際はひび割れや欠損等の情報を把握するため、施設状況がわかる定点写真の他、点検ルート動画撮影や点検箇所における 3 次元点群データの取得等を合わせて実施することも検討する。また、技術の進展に応じて、AI を活用した画像判読等の新しい技術についても積極的に導入してゆくことが望ましい。

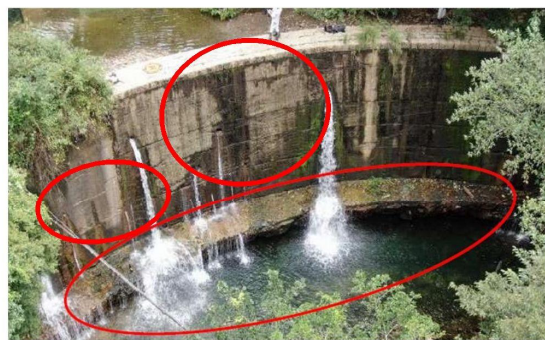
下記のように UAV による遠望点検の方が、効率性・安全性が向上する場合に活用する。

(参考) 施設機能低下等の顕著な状況変化の把握例

遠望点検において、顕著な変化として把握すべき変状は、大規模な本体の欠損・変形・土砂堆積・上流域の崩壊等、下流域への災害リスクが高まっている状況をいう。



堰堤本体の広範囲にわたる欠損



堰堤基礎の大きな洗掘や広範囲の漏水



大規模な堰堤の堆砂



上流域の崩壊

なお、活用にあたっては「砂防関係施設点検要領（案）R7.4 国土交通省砂防部保全課Ⅳ-4 参考資料：UAV 使用にあたっての手続き等」および「砂防現場における UAV 自律飛行点検マニュアル（案）R7.4 国土交通省水管理・国土保全局砂防部保全課」を参照すること。

表 5.5.1 UAV 点検のメリット・デメリットと注意すべき事項

UAV点検のメリット	UAV点検のデメリット	注意を要する事項
● 広範囲の施設点検を効率的に実施することができる。 ● 狭隘な場所、高低差のある場所、急峻な斜面などでも、安全に施設の点検が実施できる。 ● 施設の周辺状況を俯瞰的に確認できるとともに、同一箇所を容易に記録できるので、撮影時期ごとの状況変化を比較しやすい。 ● 現在、UAVに搭載されているカメラは、一般のデジタルカメラと同等以上の分解能を有しているため、徒歩による近接点検と同等の記録を残すことができる。 ● 堆砂地や周辺状況の変化を短時間で把握できる。 ● 山腹工、地すべりブロックなどの点検は短時間で広範囲の情報を得ることができる。	● UAVは一般に、降雨(小雨であっても)や強風時・霧発生時には飛行できない。 ● 可視範囲の施設の変状をつかむことは容易だが、水中や暗渠部等の変状の点検はできない。 ● 樹木が過度に密集している場所、或いは葉や草が繁茂している時期の点検は不向きである。 ● 変形量や亀裂幅、洗堀深さなど詳細な計測値を得ることは、現状のUAV点検では難しい。(ただし、垂直正画像である程度の計測は可能) ● 法令手続き等が多岐におよび煩雑(IV 参考資料「UAV関連法規等」の項を参照)	【法令順守】(IV 参考資料「UAV関連法規等」の項を参照) ● 航空法を遵守し、国土交通省が定める操縦者登録(飛行経験時間制限)、機種承認(機体認証、保険加入義務)を得たうえ、飛行許可承認(DIPS)を受けなければならない。 ● 電波法を遵守し、技術基準適合証明(通称：技適マーク)を有しない操縦装置は使用してはならない。特に輸入機種は必ず確認する。 ● 情報セキュリティ対応(令和2年各省庁申し合わせ)として、飛行時のインターネット接続禁止、データ流出防止に配慮しなければならない。 ● 飛行に際して、航空法以外の関係法令で飛行制限がなされている場
● 臨時点検においては、いち早く広範囲の施設の状態を把握できる。		所においては別途許可を得なければならない。 ● 使用する機体重量100g以上の機種は、航空法改正に伴い機体登録を行わなければならない(令和4年6月20日施行、義務化)また、ドローンを飛行させる前に緊急用務空域の確認を必ず実施(令和3年6月1日以降)する。 ● 民地や国有林等の上空を飛行する場合は、必要な承諾等を得なければならない。 【点検計画他】 ● 機体保守整備、使用点検(承認された飛行マニュアルに準拠)を必ず実施しなければならない。 ● 変電所、送電線等の磁気影響がある場所や、GPS等の受信が不十分な場所は、事前に影響を調査したうえで飛行計画を立案しなければならない。 ● UAV事故統計によれば、機体墜落の原因は、制御不能と樹木との接触が大半を占めているため、点検時はUAV衝突回避機能を過信することなく慎重に操縦しなければならない。 ● 現在UAVに使用されるバッテリーは、リチウムポリマー電池が主流で、高度な充電・放電・保管容量の管理が必要である。安易な管理では墜落事故に直結するため特に留意する。 ● 一般にUAVの飛行時間はカタログ上の飛行時間より飛行の形態で大きく変動するため、余裕を持たせた離着陸を心がける。

表 5.5.2 砂防関係施設点検での UAV 活用ポイント

施設（種類）		活用ポイント
砂防設備	砂防堰堤等	UAVが飛行可能な空間であれば、点検作業が危険な場所、高低差が大きい箇所、着目する部位が地上から見えにくい箇所、設備全体像を把握する場合において効率的に画像を得ることができ、変状の変化を的確に比較できる。また、施設の周辺状況（溪岸浸食、斜面崩壊、堆積地の変化等）も効率的に情報を得ることが可能である。 ただし、樹木の繁茂やGPS情報の取得困難箇所、あるいはコンパス・ジャイロ等に影響がでる飛行困難空域、猛禽類の保護エリアでの点検や詳細な計測が必要な場合は徒歩による近接点検が必要となる。 なお、「目視外飛行」となる場合は、航空法に基づき、点検ごとの飛行許可申請等の手続きが必要となる。
	溪流保全工	UAV点検が効果的な砂防施設で、広範囲を短時間で確認できる。施設の変状、河道の異常堆積や浸食等の全体像を把握することが可能（ウェイポイントフライト）で、変状がみられる施設、箇所については、垂直写真、水平写真、俯瞰写真などの画像により、時期的な変化を的確に比較できる。ただし、都道府県条例の空域制限、人口密集地上空、コンパス・ジャイロ等に影響がでる飛行困難空域である場合や、詳細な計測が必要な場合は徒歩による近接点検が必要となる。なお、「目視外飛行」となる場合は、航空法に基づき、点検ごとの飛行許可申請等の手続きが必要となる。
	山腹工	UAV点検が効果的な施設で、広範囲を短時間で確認でき、効率的に全体像を把握することが可能である。アンカーキャップや法枠の変状がみられる箇所については、垂直写真、水平写真、俯瞰写真などの画像を得ることができ、時期的な変化を的確に比較できる。なお、「目視外飛行」となる場合は、航空法に基づき、点検ごとの飛行許可申請等の手続きが必要となる。
地すべり防止施設	抑制工	地下構造物はUAV点検が不向きである。ただし、地表面の施設や斜面、滑落崖周辺の状況については広範囲を効率的に把握できるとともに、変状がある箇所などは水平写真、俯瞰写真などから時期的な変化を的確に比較できる。また、集水井工や排水トンネル工では、照明装置を設けることで構造物内の状況を把握することができる。
	抑止工	地下構造物はUAV点検が不向きであり、施設のほとんどが地下構造物となる抑止工は、原則として徒歩による近接点検が必要となる。ただし、アンカー工の受圧板やアンカーキャップ等の露出部については広範囲を効率的に把握できるとともに、変状がある箇所などは水平写真、俯瞰写真などから変化を把握することができる。
急傾斜地崩壊防止施設（雪崩防止施設含む）	擁壁工等	擁壁工等は家屋に隣接し、家屋の上空を近接して飛行するため、安全性の課題とともに飛行許可申請等の手続きが煩雑となりUAV点検は不向きであるため、徒歩による近接点検が必要となる。
	法面工	UAV点検が効果的な施設で、施設や斜面の全体像を効率的に把握することが可能である。また、アンカーキャップや法枠など施設の変状がみられる箇所については、家屋から適切な距離をとった上で、水平写真、俯瞰写真などを撮影することにより、時期的な変化を的確に比較できる。なお、都市部での飛行では、航空法に基づき点検ごとの飛行許可申請や地元住民の理解を得る措置などが必要となる。
臨時点検		地震・豪雨後に実施される臨時点検はUAV点検が効果を発揮するケースで、広範囲を短時間で、かつ安全に被災状況等を確認できる。飛行では、ウェイポイントフライトによって、垂直写真、水平写真、俯瞰写真、パノラマ写真などの画像を得ることができる。ただし、「目視外飛行」となる場合は、改正航空法に伴い飛行許可申請等の手続きが煩雑となる。

UAV 撮影ルートマップや離着陸のポイントや UAV 点検の有効性について、新様式に整理し活用事例を広げてゆくものとする。

5.5.3 UAV 点検実施上の留意点

安全性や効率性、現場条件等から UAV 点検を実施しようとする場合は、以下の表および「安全確保のための留意点」「効率性向上のための留意点」「精度確保のための工夫点」を十分留意して点検を行うこととする。

表 5.5.3 UAV 点検を選択する条件

条件	UAV 点検の選択要素
離発着	指定地等のなかで、離発着が可能なスペースが確保できるか。また、関係法令の許可・同意などを得ているか。
目視操縦	目視操縦を原則とする。ただし、目視外飛行をする場合、操縦者(DIPS 登録者)と同等の能力を有する補助員を配置するか。
飛行中の安全確保	航空法の飛行許可条件を満たした飛行であるか。また、情報セキュリティを順守したうえで飛行が可能であるか。
障害物の回避	樹木、送電線、配電線等の飛行に影響を与える障害物が無いか。
気象条件	降雨・雷・降雪・強風等、UAV 仕様を満足しているか。
機体整備	航空法による許可条件を満足する機体整備・始業点検がなされているか。
その他	航空法における付帯許可条件を満足しているか。

(1) 安全性確保のための留意点

- ① 操縦操作へ没入することで、操縦者や補助者が転倒・転落しないよう注意する。
- ② 樹木、施設、障害物に UAV 機体を接触させないように注意する。
- ③ 近接撮影時には、施設等に UAV 機体を接触、衝突させないように注意する。
- ④ 狭隘部や林縁部では GNSS 電波が阻害され、UAV 機体が高くなる可能性がある。
- ⑤ 堤体を境に、吹き上げや吹き下しなどの強い風で UAV 機体が高くなる可能性がある。
- ⑥ 低温や高温時ではバッテリーの消耗で飛行可能時間が短くなることに注意する。
- ⑦ 万一の際に短時間で帰還できるよう、点検は遠方から手前に向かって行うようにする。
- ⑧ 目視外飛行など補助者が必要な場合は、水音や風音で会話が遮られないよう無線機（トランシーバー）やインカムを用いて即時の通話を確保する。
- ⑨ 第三者の立入が確認された場合は、その頭上から UAV を直ちに退避させ、第三者の退出が確認されてから点検作業を再開する。

(2) 効率性向上のための留意点

- ① 高い視点から施設周辺を広く俯瞰的に撮影した写真は、施設の上下流や周辺地山の状況を把握できる、UAV 点検ならではの写真であり、必ず撮影して有効に活用する。
- ② 溪流保全工や護岸工などの施工延長が長い施設は、UAV を定速飛行させて動画撮影やインターバル静止画撮影を行うことで、均質な写真を効率的に得ることができる。
- ③ 吹付工、張工、アンカー工など面的な広がりを持つ施設についても、UAV の定速飛行と動画撮影やインターバル静止画撮影により、均質な写真を効率的に得ることができる。また、線状に長い施設や面的な持つ施設では、写真の撮影間隔を適切に定め、写真に過不足がないようにする。特に、過大に撮ると写真整理の効率が低下する。
- ④ UAV の連続写真を画像解析して、オルソ写真や施設・地形を作成することにより、一定範囲を図化して状況の把握に活用することができる。
- ⑤ 現地（外業）で撮影した UAV 写真を、室内（内業）で拡大して変状を確認するのが効率的であるが、送信機の小さな画面ではピントや明るさなどの写真品質を確認しにくく、室内作業で写真の不備に気づき、後日の撮り直しが必要になることがある。これを防止するためには、現地でタブレットやノートパソコン等を用いて写真品質を確認することが望ましい。

(3) 精度確保のための工夫点

- ① 変状がある施設・部位には、変状の規模（幅、長さ）を UAV 写真から把握できるように、スケールになり得るものを予め設置しておくことが望ましい。
- ② スケール類を常設できない場合は、UAV で遠景写真と近接写真の両方を撮影して、水通しの幅や天端幅などの寸法既知の構造諸元から変状の規模を読み取られるようにする。
- ③ 赤外画像はひび割れや漏水等の早期発見に有効であり、特に漏水等の変状を掘む上では有効な手段である。