

UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する 試験方法

1. 試験目的

本技術は、UAV※¹等を飛行・巡回※²させることで、『砂防関係施設点検要領（案）※³』における砂防堰堤の施設点検に活用可能な画像を取得する技術として、砂防特有の環境下において、安全かつ効率的・効果的に砂防施設等の点検を実施するため、民間等の優れた新技術を公募し、砂防施設点検に適した技術を現場にて試験・評価する。

なお、試験への参加は、最終的に第三者機関である（一財）砂防・地すべり技術センター（以下、STCとする。）が作成する技術比較表の形で公表されることを前提とする。

※1：人が乗ることができない飛行機、回転翼航空機、滑空機、飛行船であって、遠隔操作又は自動操縦により飛行させることができるもので、機体本体とバッテリーの重量の合計が200グラム以上のもの。

出典：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
（国土交通省航空局）

※2：対象とする場所へ自動で航行し、画像撮影すること。

※3：砂防関係施設点検要領（案）（国土交通省砂防部保全課）

(https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/sabo/sabo_tenkenyouryou_202003.pdf)

2. 試験項目

今回の試験では、「事前調査」として、使用するUAV等の機体や撮影機器等の仕様について事前調査票に記入し提出したうえで、「飛行試験」を実施し、実際にUAV等を飛行させて、『砂防関係施設点検要領（案）』における砂防堰堤の施設点検に活用可能な画像を取得する。

3. 事前調査

事前調査は、使用するUAV等の機体や撮影機器等の仕様について確認することを目的としており、以下に示す（1）～（12）の項目について、事前に「UAV等の機体・撮影機器の仕様に関する事前調査票（別紙-3）」へ記入し、STCへ提出すること。

なお、提出された事前調査資料で不明な点がある場合は、ヒアリング等を実施することがある。その場合は、実施時期、方法及び内容等について、別途通知する。

（1）UAV等機器本体

- | | |
|-------------------|-----------------|
| ① 品名 | ⑪ 最大巡航速度 |
| ② 製造元（メーカー） | ⑫ 最大上昇速度 |
| ③ 型式（機種） | ⑬ 最高降下速度 |
| ④ 写真 | ⑭ 最高対地高度（仕様・実績） |
| ⑤ プロペラ枚数 | ⑮ 限界飛行高度（仕様・実績） |
| ⑥ 動力 | ⑯ 飛行距離（実績） |
| ⑦ 飛行時間（最大飛行時間・実績） | ⑰ 動作環境温度 |
| ⑧ 質量 | ⑱ 動作風速抵抗 |
| ⑨ 外形寸法 | ⑲ 人肩運搬の可否・必要人数 |
| ⑩ 限界積載重量 | |

UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する 試験方法

- (2) UAV等機器制御
 - ① 飛行制御方法
 - ② ビジョンシステム（安定化機能・障害物検知）
 - ③ 送信機（周波数・最大伝送距離）
 - ④ ジンバル（機能の有無・操作可能範囲）
 - ⑤ 送信機・GNSS途絶状態からの飛行形態

- (3) UAV等機器機能
 - ① 衝突防止機能
 - ② GNSS測位システム
 - ③ 防水機能（機能の有無・実績）
 - ④ 防塵機能（機能の有無・実績）
 - ⑤ 磁気センサ（機体方向検知機能）

- (4) 撮影機器
 - ① 品名
 - ② 製造元（メーカー）
 - ③ 撮影機器の種類（例：光学撮影カメラ、赤外線カメラ等）
 - ④ 撮影機器の画素数
 - ⑤ 撮影機器のセンサー（品名・サイズ）
 - ⑥ レンズ（品名・焦点距離）
 - ⑦ 変状自動判定機能
 - ⑧ 露出制御機能の有無
 - ⑨ 露出制御機能の性能（使用予定の制御機能・絞り値・シャッタ速度・ISO感度）
 - ⑩ 記録画像格納方法
 - ⑪ 撮影位置情報付与
 - ⑫ 撮影機器の着脱

- (5) (4) 以外に、砂防堰堤の変状を検出できる機器（名称と概要を記載）

- (6) UAV等に追加設置する機器

- (7) 飛行試験実施体制（必要人数3名以上）

- (8) UAV等操縦者の経験・能力（参考）

- (9) UAV等機器・撮影機器それぞれの価格（参考）

- (10) 画像処理を行う場合、画像処理に使用するソフトウェア（参考）

- (11) 安全性を確保するための技術や取り組み（参考）

UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する 試験方法

4. 飛行試験

飛行試験は、応募者が実際にUAV等を飛行させて、『砂防関係施設点検要領（案）』における砂防堰堤の施設点検に活用可能な画像を取得する。

4.1 試験概要

(1) 試験実施箇所

飛行試験は、以下の3箇所すべてとする。

- ①：おしが谷流域の砂防堰堤・床固工（長崎県島原市北上木場町）
（参考－1：本紙10・11ページ）
- ②：北千本木川3号砂防堰堤（長崎県島原市北千本木町）
（参考－3・4：本紙13～15ページ）
- ③：千本木1号砂防堰堤（長崎県島原市上折橋町）
（参考－3・5：本紙13・16・17ページ）

(2) 試験時期

令和2年12月～令和3年2月頃を予定（※）

（※上記の試験時期以外の応募は、受付不可とする）

(3) 試験の手順

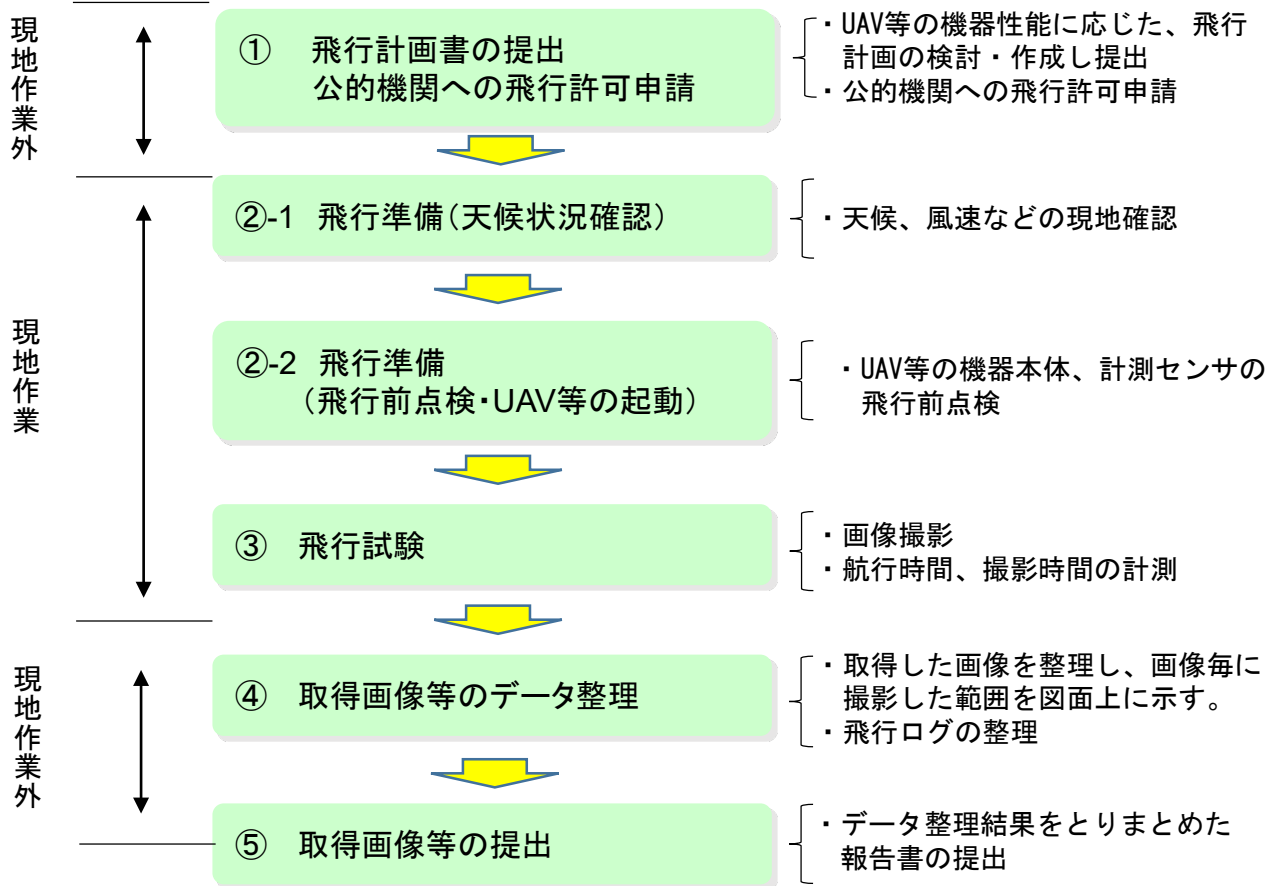
- ・飛行試験は以下の手順で実施する。
- ・次ページに飛行試験における試験フローを示す。
- ・飛行試験では、現地作業を同一日で実施する。

- ① 飛行計画書の提出、公的機関への飛行許可申請
- ②-1 飛行準備（天候状況確認）
- ②-2 飛行準備（飛行前点検・UAV等の起動）
- ③ 飛行試験
- ④ 取得画像等のデータ整理
- ⑤ 取得画像等の提出

なお、飛行試験は、「事前調査」、「飛行計画書」に記載された機体・撮影機器であることを確認して試験を実施する。

UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する試験方法

◆試験の実施フロー □：応募者の実施項目



4.2 試験方法

(1) 飛行計画書の提出、公的機関への飛行許可申請

- ・安全に飛行試験を実施するため、使用するUAV等の機体や撮影機器に応じた、適切な飛行計画を検討し、飛行計画書を作成すること。
- ・飛行試験の発着箇所は下記とする。
 - ① おしが谷流域の砂防堰堤・床固工：水無川4号砂防堰堤
 - ② 北千本木川3号砂防堰堤・千本木1号砂防堰堤：千本木川背割堤
- ・発着箇所から各砂防堰堤までの直線距離は以下の通りである。
 - ① おしが谷流域の砂防堰堤・床固工⇔水無川4号砂防堰堤：600mの範囲
 - ② 千本木1号砂防堰堤⇔千本木川背割堤：約450m
北千本木川3号砂防堰堤⇔千本木川背割堤：約600m
- ・飛行経路について、適切な経路を応募者が事前に決定し、飛行計画書に記載すること。
- ・飛行計画書は、飛行試験実施日の1週間前までにSTCへ提出すること。
- ・飛行試験実施にあたり必要な公的機関への許可申請は、飛行試験実施日の1週間前までに完了し、許可証の写しを飛行計画書に添付すること。
- ・飛行経路を決定するにあたり、事前に現地に入ることを希望する場合は、STCに連絡し、STCが砂防堰堤の管理者と調整を行う。

UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する 試験方法

(2) 飛行準備

① 飛行準備（天候状況確認）

風向風速計、湿度計、照度計を用いて、試験場の天候、風向風速、湿度、照度を確認し、報告書に記載する。なお、計測機器はSTCが準備したものをを使用すること。

② 飛行準備（運航前点検・UAV等の起動）

UAV等の機器本体、計測センサの飛行前点検を実施した上で、UAV等を起動させ、飛行ができる状態にする。

(3) 飛行試験

■ 画像取得対象

以下を画像取得の対象としている。

① 実施箇所 : おしが谷流域の砂防堰堤・床固工

画像取得対象 : 複数の砂防堰堤や床固工に設置した対象物
(1辺0.5mの箱)

② 実施箇所 : 北千本木川3号砂防堰堤の本堤

画像取得対象 : 北千本木川3号砂防堰堤の全景
北千本木川3号砂防堰堤本堤の本体（鋼製透過型構造の越流部本体）の変状

③ 実施箇所 : 千本木1号砂防堰堤の本堤・副堤

画像取得対象 : 千本木1号砂防堰堤の全景
千本木1号砂防堰堤本堤・副堤の本体と袖部の変状

■ 画像取得条件

以下の条件下で飛行試験を実施する。

〈前提条件〉

- ・ 有視界（操縦者・安全監視員が目視にて機体を確認できる）条件下で撮影する。
- ・ 使用機体は、一連の試験を通して1機種1機体とする。
- ・ 飛行試験での航行は、自動航行・手動航行で実施する。
- ・ 飛行試験当日、天候不良（雨天、風速10m/s以上の強風下、視界不良）、測位衛星の配置状況等、STCが飛行試験実施が困難と判断した場合は、飛行試験を中断・中止することがある。
- ・ 参考ー6（本紙19・20ページ）に試験実施箇所の法規制等について示すが、別途、応募者が試験実施時に必要と考える法規制等についても遵守して飛行試験を実施する。

UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する 試験方法

■ 試験方法

①：変状箇所把握試験

自動航行・手動航行により、以下の画像を取得する。

- ・北千本木川3号砂防堰堤本堤の本体（中空鋼管による格子式鋼製透過型構造の越流部本体）を対象として、予め全景を撮影した上で、指定する範囲の変状が把握可能な画像を取得する。
- ・千本木1号砂防堰堤本堤・副堤の本体と袖部を対象として、予め全景を撮影した上で、指定する範囲の変状が把握可能な画像を取得する。

②：飛行性能把握試験

おしが谷流域の砂防堰堤・床固工にて、自動航行で複数の砂防堰堤に設置された対象物（1辺0.5mの箱）を真上から撮影し、対象物の底面が把握可能な画像を取得する。（参考－2（本紙12ページ））

（4）取得画像等のデータ整理

取得した画像より、画像の枚数、容量を整理するとともに、画像毎に撮影した範囲を図面上に示す。また、飛行ログについても整理可能な場合は整理する。

（5）取得画像等の提出

（4）のデータ整理結果や飛行ログをとりまとめた報告書をSTCへ提出する。

試験実施から提出までの期間は、2週間程度を予定しており、具体的な提出期限については、STCが別途指定する。

なお、提出書類のうち、技術の記載部分については、今回の試験、及び評価に使用するものとし、それ以外には使用しないものとします。また、使用技術及び撮影画像を他社へ開示・提供することはしないものとする。

UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する 試験方法

4.3 試験結果の評価等について

■ 評価指標値の算出

STCは、提出された報告書を基に【画像データの取得性能】、【飛行性能】を各技術毎に算出する。

(※詳細は【別紙-2】参照)

○ 画像データの取得性能

画像データの取得性能は以下の3つの項目より評価する。

【情報収集能力】

＝ (当該技術で把握した変状箇所数※①) / (目視点検で検出した変状箇所数※②)

【正確性】

＝ (当該技術で把握した変状箇所のうち、目視点検結果で評価した変状レベルと同等の評価となった箇所数※③) / (当該技術で把握した変状箇所数※①)

※① 当該技術で把握した変状箇所数

… 応募者が提出した報告書を基に、STCが把握した変状箇所数

※② 目視点検で検出した変状箇所数

… STCが目視点検により確認した変状箇所数

(目視点検の確認事例として、『砂防関係施設点検要領(案)』における事例写真を参考-7；本紙21・22ページに示す)

※③ 当該技術で把握した変状箇所のうち、目視点検結果で評価した変状レベルと同等の評価となった箇所数

… 応募者が提出した報告書を基に、STCが評価した変状レベルと、STCが目視点検で評価した変状レベルが一致した箇所数

○ 飛行性能

飛行性能は以下の項目より評価する。

・ 到達基数 = 当該技術で巡回可能な砂防堰堤の基数

(到達基数は、複数の砂防堰堤に設置された対象物の撮影結果を用いて評価する。)

UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する 試験方法

■ その他の指標

- ①：変状把握試験、飛行性能把握試験では、飛行に要した時間を計測する。
なお、計測時間の最小単位は1秒単位とし、時間の計測はSTCが実施する。
(評価の対象とはしない。)
- ②：応募者が提出した画像から、目視点検では把握できなかった変状箇所を把握した場合は、目視点検以上の把握能力を有する技術として、その変状内容と箇所数を、参考情報に別途STCが整理する。(評価の対象とはしない。)
- ③：三次元モデル構築可能な画像を取得し提出してもよい。
その場合、参考情報としてSTCで画像処理を行い、変状箇所を把握する。
(評価の対象とはしない。)

UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する 試験方法

6. 比較表の作成について

- (1) STCは、以下の項目を記載した比較表を作成する。
- ・ 技術名称
 - ・ 応募者名
 - ・ NETIS登録番号
 - ・ 技術概要
 - ・ UAV等機器本体の諸元
 - ・ UAV等機器の機能
 - ・ 撮影機器の諸元
 - ・ 撮影機器以外に砂防堰堤の変状を検出できる機器
 - ・ UAV等に追加設置する機器
 - ・ UAV操縦者の経験・能力（参考値）
 - ・ 試験状況
 - ・ 検証結果（評価指標）

- (2) 比較表は、九州地方整備局新技術活用評価会議へ報告する。

7. その他

7.1 費用の負担について

本試験に係る資料及び追加資料の作成、提出、ヒアリング、選定された応募技術の現場実証計画（現地の下見を含む）、現場実証の実施及び結果資料の作成・提出に要する費用は、応募者の負担とする。

7.2 無人化施工について

おしが谷に隣接する赤松谷川では無人化施工が実施されているが、本試験の実施にあたっては、無人化施工への影響がないよう、STCが無人化施工業者と調整した上で試験を実施する。

7.3 事故発生時について

本試験中の事故等で発生した損害については、全て応募者が負担することとし、STC、及び国土交通省は、一切責任を負わないものとする。

7.4 試験実施時の質疑応答について

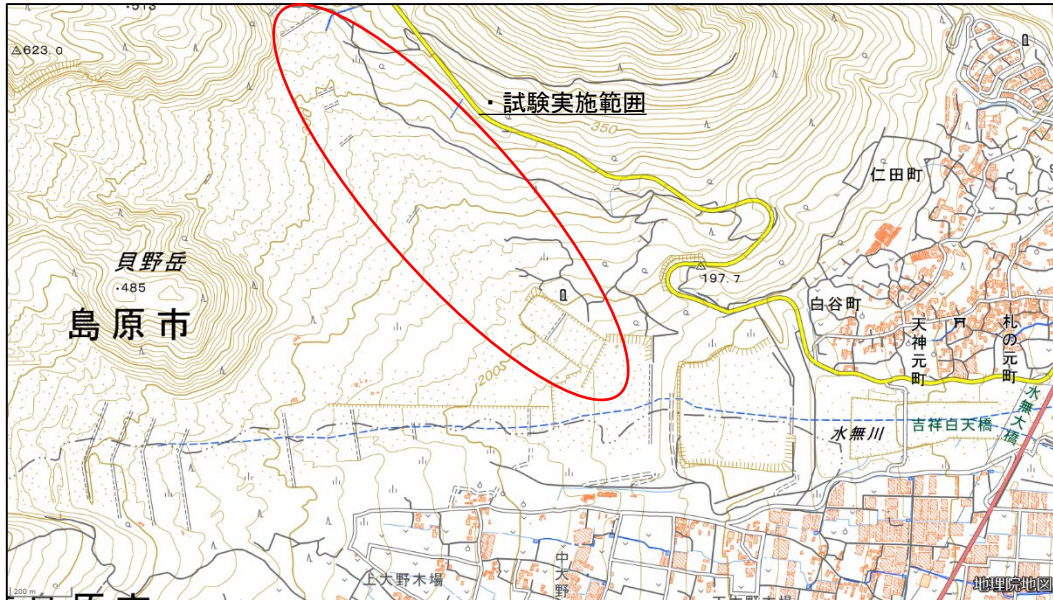
本試験時の質疑応答については、日本語のみとする。

UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する試験方法

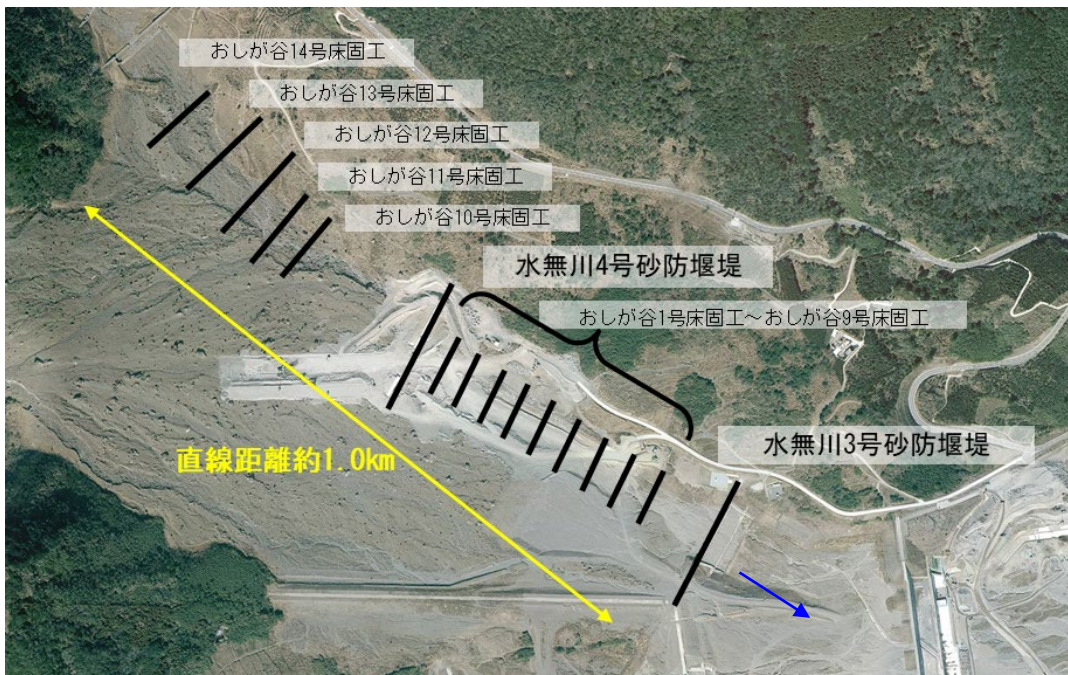
参考-1

○長崎県島原市おしが谷流域の砂防堰堤・床固工

◇位置図（背景に国土地理院2万5000分の1電子地形図を使用）



◇位置図（背景に電子国土基本図（オルソ画像）を使用）



UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する試験方法

参考-1

○長崎県島原市おしが谷流域の砂防堰堤・床固工

◇現場写真



◇発着箇所（長崎県島原市水無川4号砂防堰堤左岸付近）



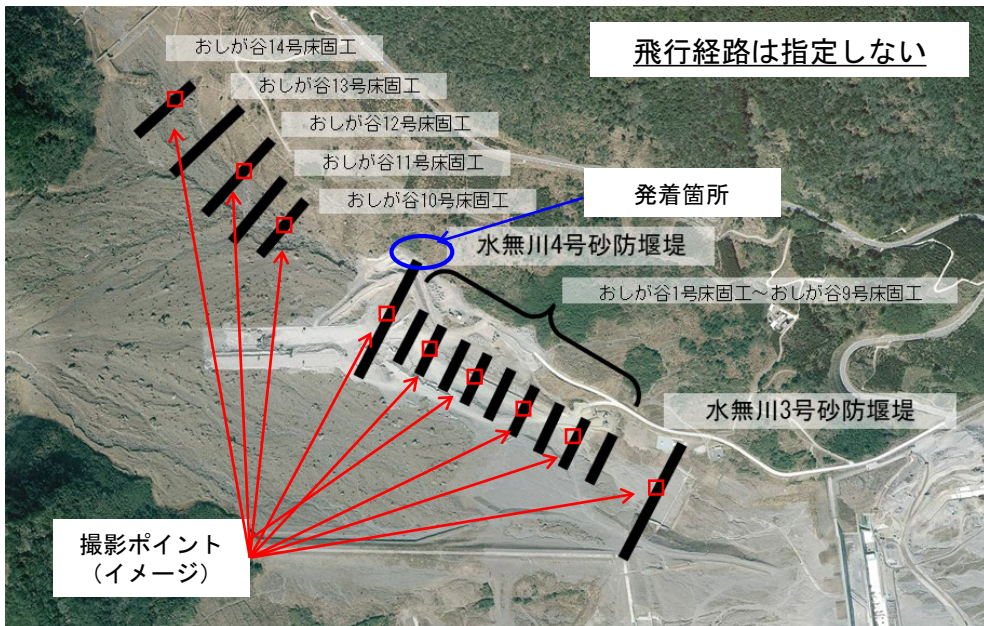
UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する試験方法

参考-2

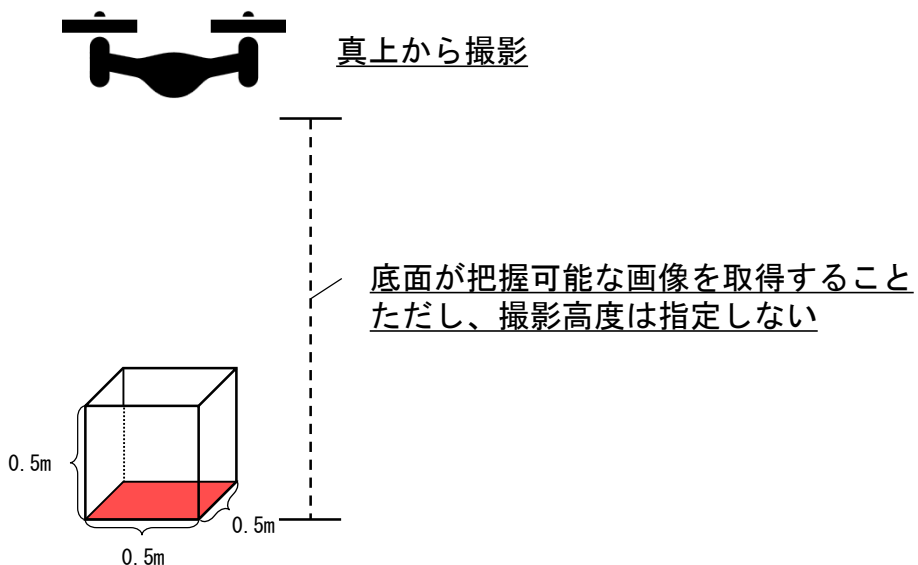
○飛行性能把握試験のイメージ

○長崎県島原市おしが谷流域の砂防堰堤・床固工

◇平面図



◇撮影イメージ



UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する試験方法

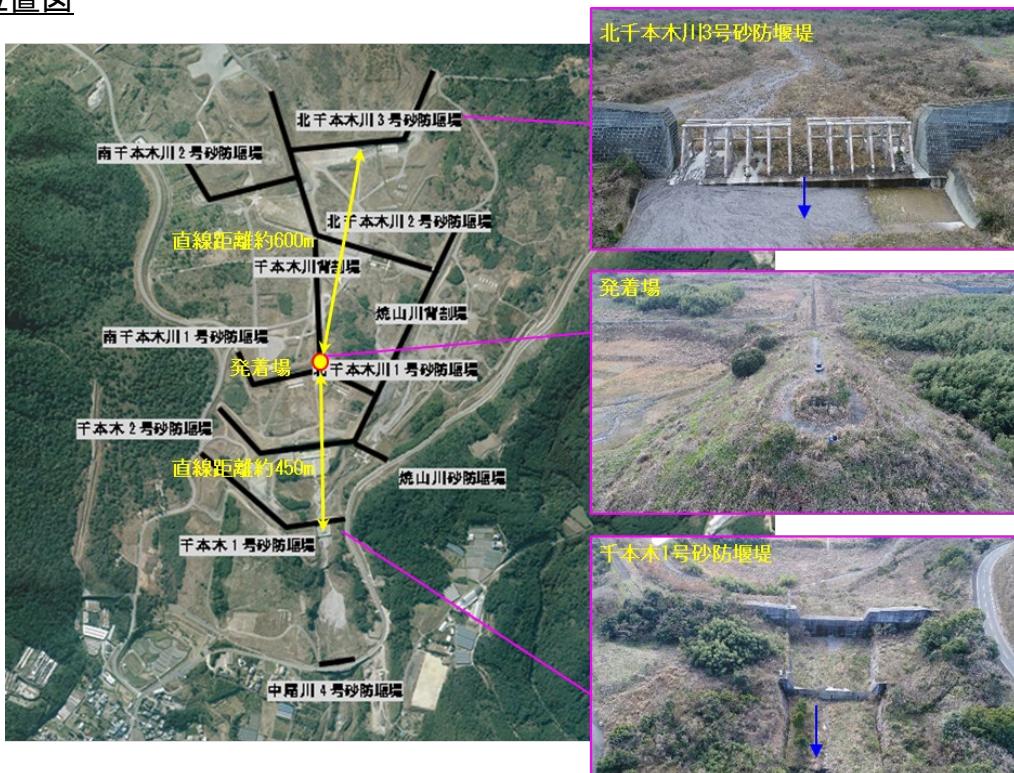
参考-3

○長崎県島原市北千本木川3号砂防堰堤・千本木1号砂防堰堤

◇位置図（背景に国土地理院2万5000分の1電子地形図を使用）



◇位置図



UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する 試験方法

参考-4

○長崎県島原市北千本木川3号砂防堰堤

◇現場写真

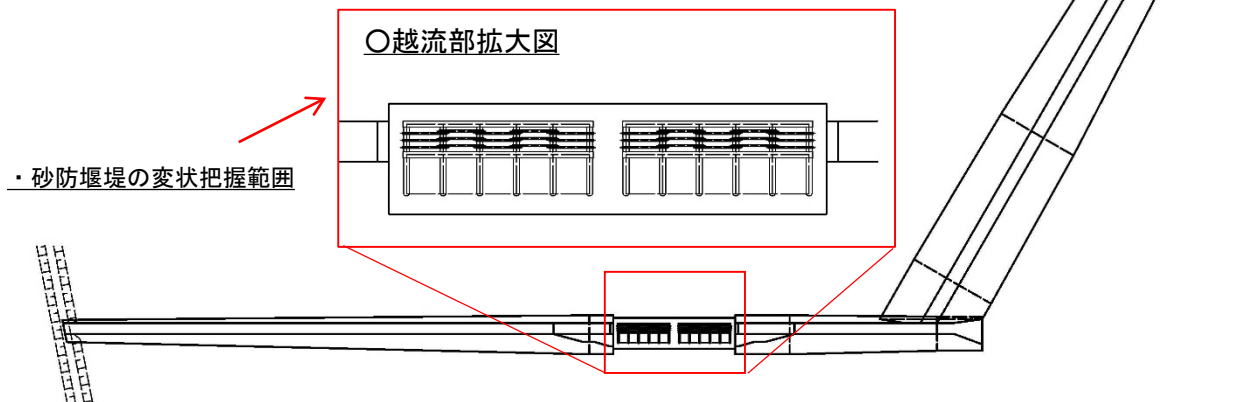


UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する試験方法

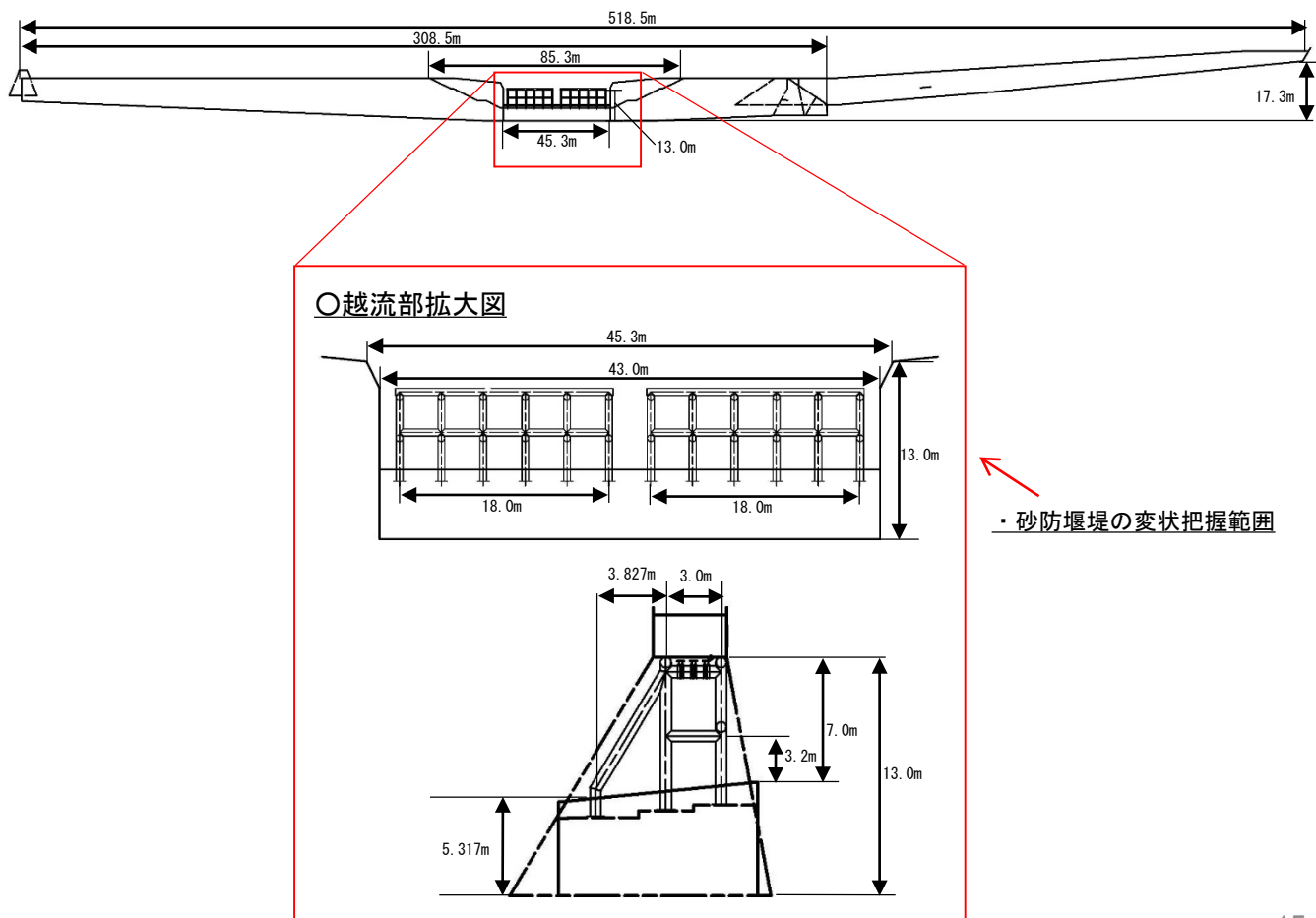
参考-4

○長崎県島原市北千本木川3号砂防堰堤

◇平面図



◇構造図



UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する試験方法

参考-5

○長崎県島原市千本木1号砂防堰堤

◇現場写真

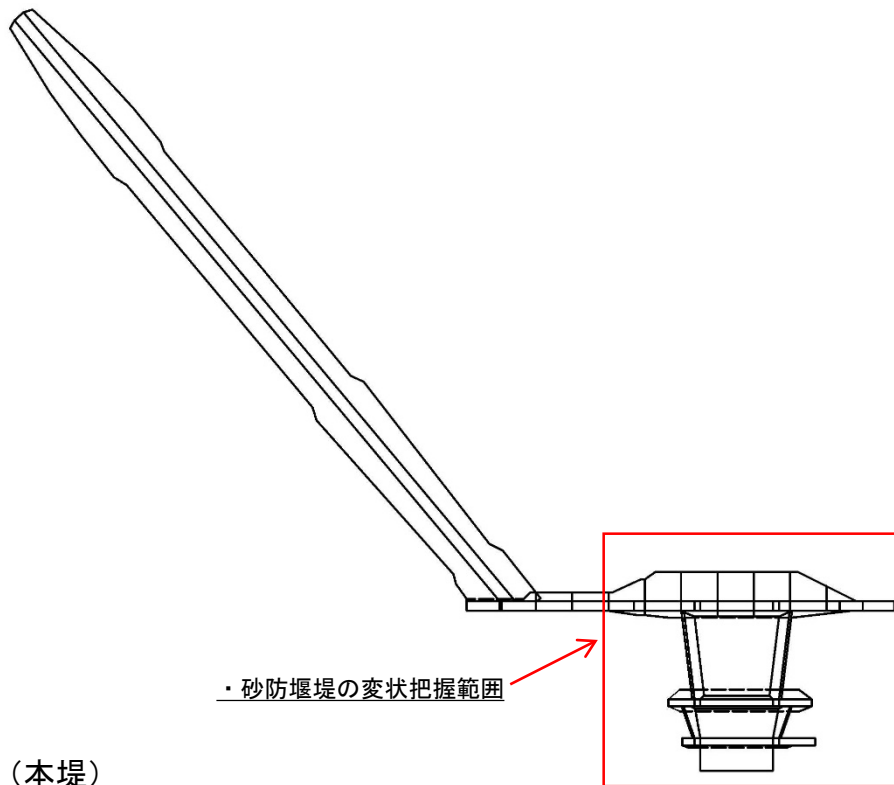


UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する試験方法

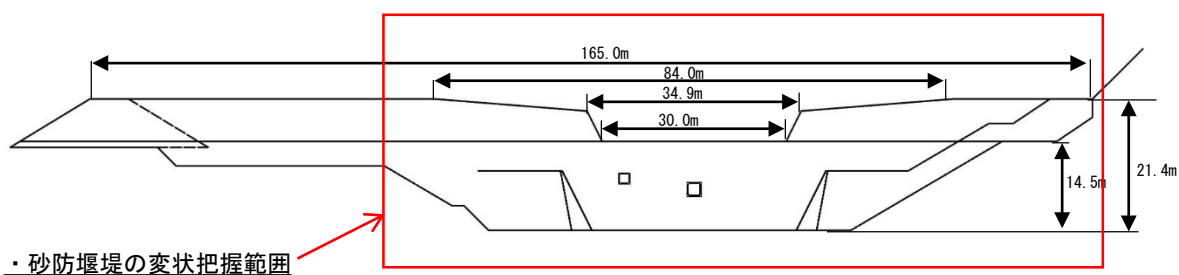
参考-5

○長崎県島原市千本木1号砂防堰堤

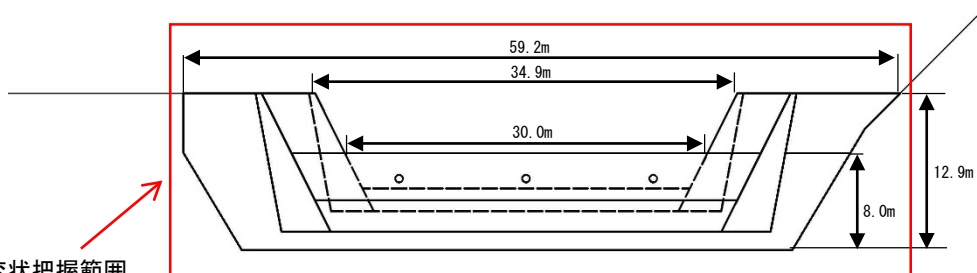
◇平面図



◇構造図（本堤）



◇構造図（副堤）



UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する試験方法

参考-5

○発着箇所（長崎県島原市千本木川背割堤）

◇現場写真



◇現場写真（発着箇所から対象砂防堰堤を撮影）



UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する 試験方法

参考-6

○飛行試験実施箇所における法規制等について

	法令等	試験実施予定箇所の状況
①	航空法	人又は物件から30m以上の距離を確保できない位置で撮影する場合は申請が必要。 なお、人口集中地区・航空等の空域はエリア外。
②	小型無人航空機 飛行禁止法	該当する施設なし。
③	道路交通法	該当しない。 (国土交通省・長崎県管轄範囲での撮影を予定)
④	個人情報保護法	千本木1号砂防堰堤右岸周辺に公園あり。 応募者は撮影した画像に個人を特定するものが入る場合、 対象物をぼかす等の措置を行った上で画像を提出すること。
⑤	電波法	応募者が使用する機器によって申請が必要な場合がある。
⑥	民法	千本木1号砂防堰堤の周辺には道路・私有地があるので、 道路・私有地を通過する飛行ルートは避けること。
⑦	その他（施設）	付近に送電線等の施設なし。

UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する試験方法

参考-6

◇試験実施箇所周辺の人口集中地区（国土地理院HPより引用）

※対象範囲に人口集中地区なし

○長崎県島原市おしが谷流域の砂防堰堤・床固工



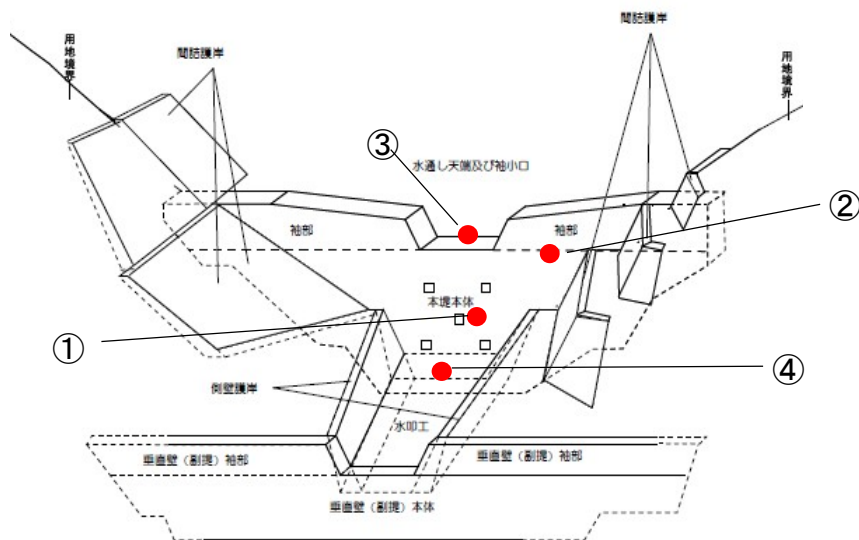
○長崎県島原市北千本木川3号砂防堰堤・千本木1号砂防堰堤



UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する試験方法

参考-7

○砂防関係施設点検要領（案）における事例写真



①砂防堰堤の本体のひび割れ

②砂防堰堤の袖部の漏水



③砂防堰堤の本体水通り天端の摩耗

④砂防堰堤の水叩きの摩耗



【引用資料】

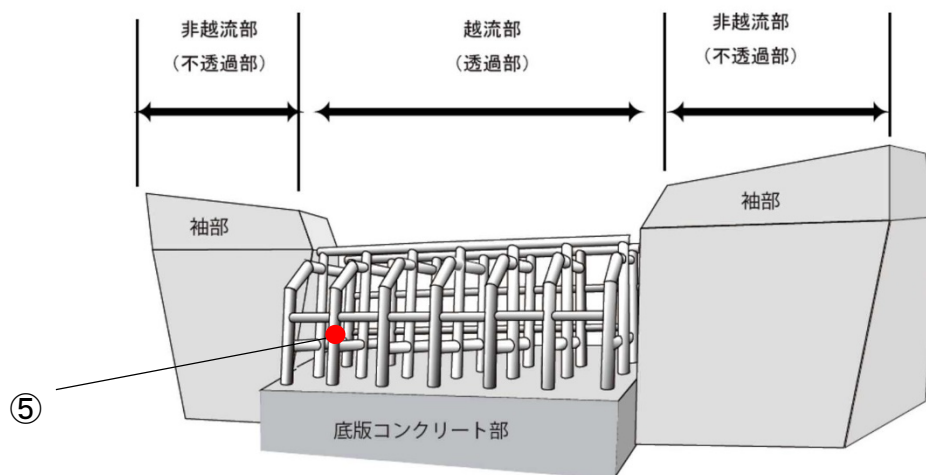
国土交通省砂防部保全課（令和2年3月）「砂防関係施設点検要領（案）」
https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/sabo/sabo_tenkenyouryou_202003.pdf

UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する 試験方法

参考-7

○砂防関係施設点検要領（案）における事例写真

透過型砂防堰堤（鋼製）の部位の名称



⑤砂防堰堤の本体（鋼製透過型構造の越流部本体） の変形・欠損



【引用資料】

国土交通省砂防部保全課（令和2年3月）「砂防関係施設点検要領（案）」
(https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/sabo/sabo_tenkenyouryou_202003.pdf)

UAV 等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術に関する性能評価項目と評価指標

性能評価項目		評価指標		要求性能	性能評価	
画像データの取得性能	情報収集能力	取得した画像に基づき、砂防施設の「変状箇所」が把握可能な画像を取得できる。	変状箇所把握率	(当該技術で把握した変状箇所数) ／(目視点検で検出した変状箇所数)	目視点検と同等であること	1に近い方が高性能
	正確性	取得した画像に基づき、変状箇所の「変状レベル」を適切に評価できる性能を有する。	変状レベル評価可能率	(当該技術で把握した変状箇所のうち、目視点検結果で評価した変状レベルと同等の評価となった箇所数) ／(当該技術で把握した変状箇所数)	目視点検と同等であること	1に近い方が高性能
飛行性能		UAV 等が所定の砂防堰堤を自動巡回し、発着場へ帰還できる運動性能を有する。	到達基数	当該技術で巡回可能な砂防堰堤基数	所定の砂防堰堤を自動巡回し、帰還できること	到達基数が多い方が高性能

※画像データの取得性能に関する性能評価項目は、『砂防関係施設点検要領（案）』の変状レベルが把握できることを対象とする。