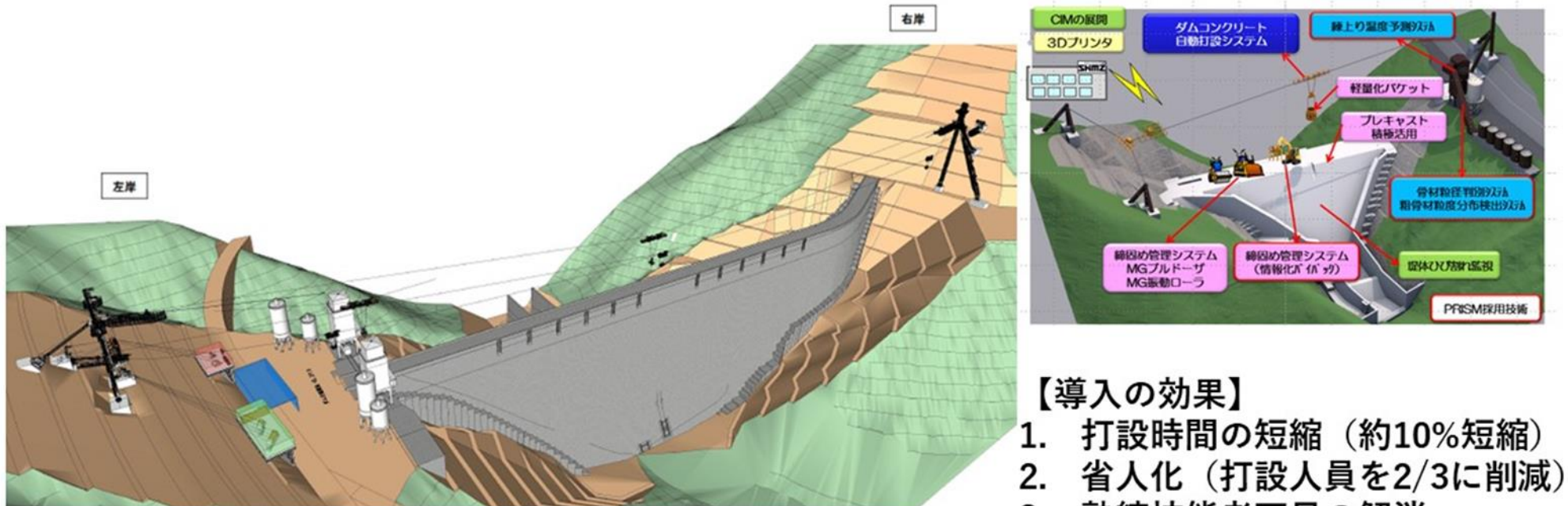


足羽川ダム本体建設工事におけるDXの活用について

DXとは……最新のデジタル技術を駆使して、建設作業の生産性改革を行い、工期短縮、コスト縮減を達成する。

足羽川ダムでは、

『ダムコンクリート自動打設システム』・『コンクリートの締固め管理システム』を活用し、堤体コンクリートの生産性改革を目指す。



ダムコンクリート自動打設システム

第21回 国土技術開発賞 優秀賞

事例：築川ダム（岩手県）
H=77.2m V=230,000m³

① 骨材貯蔵ビン
バッチャープラント設備内のトップビンに貯蔵された骨材が一定数量を下回ると自動供給します。



② バッチャープラント
打設計画に記されたコンクリートの配合および数量より、自動で計量と練混ぜを行います。



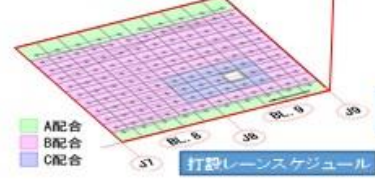
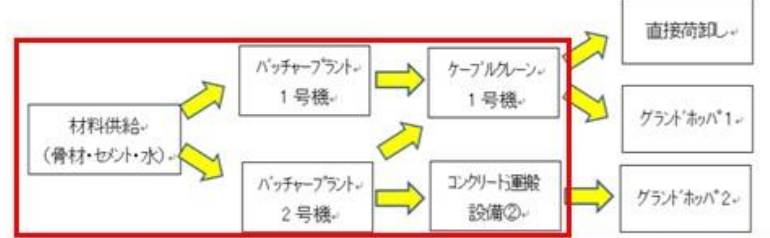
③ トランスファーカ
バッチャープラントで製造されたコンクリートはトランスファーカに搬送され、その後、コンクリートバケットへ運搬されます。




④ 軌索式ケーブルクレーン
打設計画に記された打設箇所コンクリートを自動搬送します。ケーブルスレーンのワイヤー制御により、垂直位置と傾斜角を調整を行います。



⑤ 打設機
打設可能な高さまで垂下を行い、コンクリートを放出します。その後、バケットにより傾斜角を入ります。

自動運転

No.	地点	打設量	打設位置	打設傾斜角
1	A	0.25	30M 3.2	-30° 07' 0
2	A	0.50	30M 5.0	-30° 02' 3
3	A	0.50	30M 6.8	-30° 02' 7
4	A	0.50	30M 8.6	-30° 05' 8
5	A	0.50	30M 10.4	-30° 07' 5
6	A	0.50	30M 12.2	-30° 05' 5
7	A	0.50	30M 14.0	-30° 08' 5
8	A	0.50	30M 15.8	-30° 05' 5
9	A	0.50	30M 17.6	-30° 02' 5
10	A	0.50	30M 19.4	-30° 02' 5



① 災害発生初期段階の無人航空機（UAV）活用検討

無人航空機（UAV）の普及

取り扱いが容易な小型無人航空機（UAV）は、警備、消防、文化財、環境調査、報道・芸能、農業、物流、施設設備管理、防災、建設（i-construction）など多くの分野で活用されている。

近年、自然災害が頻発・甚大化

無人航空機（UAV）の活用

無人航空機（UAV）は、**災害発生初期段階における被災状況等の情報（映像）を安全・迅速かつ効果的・効率的に取得する有効な手段**

<無人航空機（UAV）活用の有効性>

- 機動性を活かし早期に情報（映像）を得ることができる。
- 高い視点から広範囲の被災状況が確認できる。
- 人が入れない箇所でも情報（映像）が収集できる。
- 動画や静止画の情報（映像）を容易に共有できる。
- 撮影した情報（映像）データできる。

<抱える課題>

- 共通した調査手法が定まっていない。
- 操縦者等の調査員の主観的な考え方による調査となる。
- 必要な情報（映像）が得られていない可能性もある。

被災状況調査に関するUAV運用の手引き（案）を作成

無人航空機（UAV）を活用した災害発生初期段階における情報情報（映像）収集を、安全・迅速かつ確実にを行うことができる共通の運用の手引き



近年の無人航空機（UAV）による被災状況調査

調査日	調査場所	被災事象	要因
平成30年6月18日	大阪府高槻市（府道16号）	水道管破裂による道路陥没	大阪北部を震源とする地震
平成30年6月21日	大阪府箕面市	斜面崩壊	大阪北部を震源とする地震
平成30年7月6日	京都府京都市（淀川水系桂川）	河川氾濫・浸水	集中豪雨
平成30年7月6日	京都府亀岡市（淀川水系桂川）	浸水の状況確認	集中豪雨
平成30年7月8日	大阪府能勢町（一般国道173号）	道路路面の崩壊	集中豪雨
平成30年8月24日	和歌山県新宮市（新宮川水系熊野川）	浸水の状況確認	台風20号
平成31年1月29日	京都府福知山市（一般国道9号）	道路路面の崩壊	
令和2年7月10日	奈良県十津川村（紀伊山系砂防）	河道閉塞箇所の状況確認	集中豪雨
令和3年5月7日	奈良県王寺町（一般国道25号）	道路路面の崩壊	

無人航空機（UAV）に係る規制の運用（特例）

- **事故や災害等の発生時における人命の捜索・救助等のための特例**（航空法第132条の3） → **事前の飛行許可申請は不要**
 - **適用者**（航空法施行規則第236条の7）
 - (1) 国又は地方自治体
 - (2) 国又は地方自治体の依頼により捜索又は救助を行う者
- ※ 捜索又は救助には、人命の危機又は財産の損傷を回避するための措置（調査・点検、捜査等の実施）も含まれる。

② 被災状況調査に関するUAV運用の手引き（案）の概要 ～初動活動における画像撮影～

■ 被災の種別

- 大規模災害以外の6つ災害事象を想定

災害種別	被災種別					
	① 堤防・護岸崩壊	② 河川氾濫・浸水	③ 土石流	④ 斜面崩壊	⑤ 道路法面前壊	⑥ 橋梁倒壊
河川災害	○	○	—	—	—	—
海岸災害	○	○	—	—	—	—
土砂災害	—	—	○	○	—	—
道路災害	—	—	—	○	○	○

■ 対象者

- 10時間以上の飛行経験がある事務所職員を想定

■ 調査体制

- 被災現場での撮影は、安全飛行や二次災害防止の観点から3名体制を標準

撮影区分	調査目的
作業責任者 (班長)	<ul style="list-style-type: none"> 飛行可否(調査可否)の判断をするとともに、現地調査では常に周辺状況、作業状況、天候等を監視する。 第三者に対して注意を払い、離着陸場所及び周辺への侵入を防止するための適切な指示又は対応を行う。
操縦者	<ul style="list-style-type: none"> 常に機体、プロローターを見ながら操縦を行う。 機体監視者から常に状態の報告を受け、危険が想定される場合は、適切な対応を行う。
機体監視者	<ul style="list-style-type: none"> 常に飛行中の機体を目視により監視し、飛行状態を作業責任者及び操縦者に伝達する。 (機体が視認できず確認できない場合は、双眼鏡等を用いる)
※ アンクル確認者	<ul style="list-style-type: none"> アンクル指定の撮影を行う場合、モニターによりアンクルの確認を行い、操縦者に機体位置やカメラ方向を指示する。
※ 見張員	<ul style="list-style-type: none"> 注意を要する施設周辺や見通しが悪い場所を飛行する場合は、UAVと障害物との距離、飛行状態を監視する見張員を配置する。

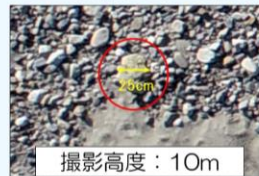
■ 撮影手順

- 被災場所の位置関係がわかるよう周辺状況との関連や連続性、被災場所の全体像の概要把握を行い、調査の安全を確認した後で段階的に被災状況の詳細を撮影

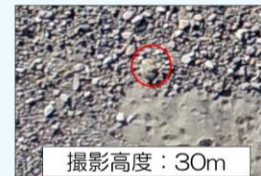
撮影区分	調査目的	撮影範囲	撮影モード
ステップ1 全体撮影	【状況把握、機体調査計画の検討】 ・被災種別や被災場所の特定 ・周辺の土地利用、関連被害の有無判読 ・周辺の安全確認	・高高度(100m以上)からの撮影 ・被災場所周辺も含めた広域を定点撮影(解像度より1画幅を広く)	・動画撮影を基本(垂直・斜め)
ステップ2 概要撮影	【詳細撮影の必要性、調査箇所の検討】 ・被災箇所の概略規模、損傷・崩壊等の状態、被災箇所周辺状況、関連被害の状況を判読	・中高度(50~100m)からの撮影 ・被災箇所全体を対象とした撮影(被災箇所の起・終点を考慮)	・動画・静止画撮影(斜め、対象場所に正対)
ステップ3 詳細撮影	【二次災害発生、要注意箇所等の検討】 ・要注意箇所(危険箇所や代表箇所)の状態、その境界部の状態、被災断面等を詳細に判読	・低高度(30m以下)又は近接(10m~20m)からの撮影 ・撮影箇所を絞り込んだ撮影(解像度を確保)	・静止画像を基本(斜め・垂直、対象箇所に正対)

■ 撮影諸元

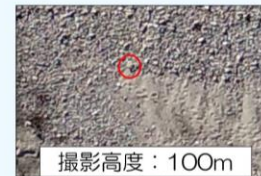
- 地上解像度と撮影高度(イメージ)



撮影高度: 10m

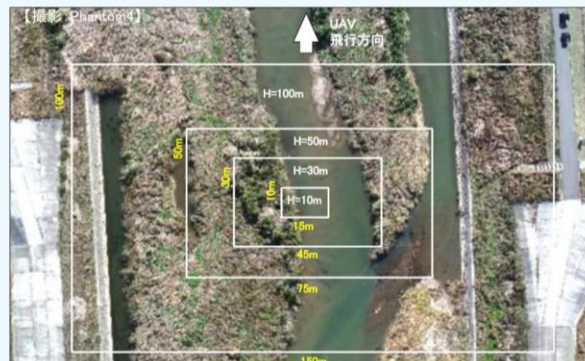


撮影高度: 30m



撮影高度: 100m

- 1画郭の範囲と撮影高度(撮影距離)の関係



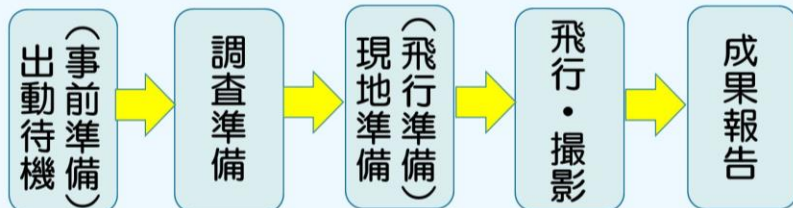
■ 撮影機種の選定

- 近畿技術事務所が所有する無人航空機(UAV)の被災状況調査への適用性

項目	Phantom4	α・UAV	NEO(全天候型)
調査点検への適用性	<ul style="list-style-type: none"> 軽やかな飛行、近接撮影が可能であり、運搬等も容易であるため、効率的な作業が可能で、適用性は高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 現地での準備時間が長く、軽やかな飛行等が困難なため、適用性は低い。 標定なしで精度を高める場合の適用性は高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 人力での自由な持ち運びや軽やかな飛行等が困難なため、適用性は低い。 なお、全天候型であり、積雨時や強風時(20m/s程度まで)は適用性は高い。
飛行時間・飛行距離(参考)	<ul style="list-style-type: none"> 安全飛行時間 約18分 飛行可能時間(カタログ) 約30分×安全率(60%) 飛行可能距離 約5,400m(速度5m/s) 	<ul style="list-style-type: none"> 安全飛行時間 約12分 飛行可能時間(カタログ) 約20分×安全率(60%) 飛行可能距離 約3,600m(速度5m/s) 	<ul style="list-style-type: none"> 安全飛行時間 約12分 飛行可能時間(カタログ) 約20分×安全率(60%) 飛行可能距離 約3,600m(速度5m/s)
機体写真			

③ 被災状況調査に関するUAV運用の手引き（案）の概要 ～初動活動における画像撮影～

■ 被災状況調査の流れ



■ 被災状況調査にあたっての主な留意点

(1) 出勤待機（事前準備）

<出勤人員の確保>

- ・撮影は、**3名体制を標準**
- ・撮影アングルが重要な場合は、4名体制
- ・見張員が必要な場合は、必要に応じて人員を増員

<機材準備・点検>

- ・機材準備に対応するチェックリストによる確認
- ・電源を必要とする**機器の充電状態の確認**（満充電）
- ・データで**記憶媒体（SD等）の規格・残容量確認**
- ・現場での通信機器（トランシーバ、携帯電話等）

(2) 現地準備（飛行準備）

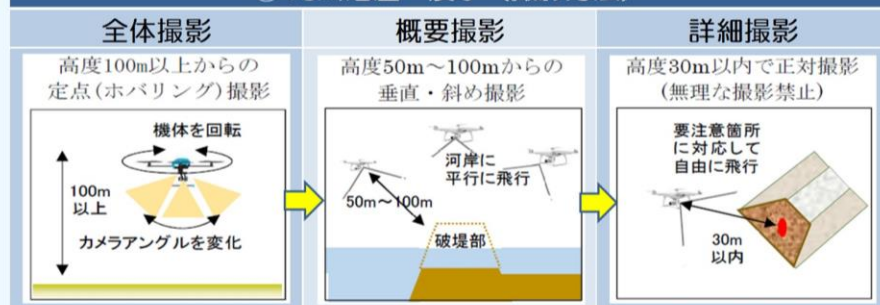
- ・安全に**離着陸できる場所の確認**（平坦で障害がない）
- ・**周辺障害物の確認**（電柱、電線、樹木、建物、柵等）
- ・周辺地形や**現場天候の確認**（特に雨・風の状況に留意）
- ・被災状況や飛行可能時間を想定した**無理の無い飛行計画**

(3) 飛行・撮影

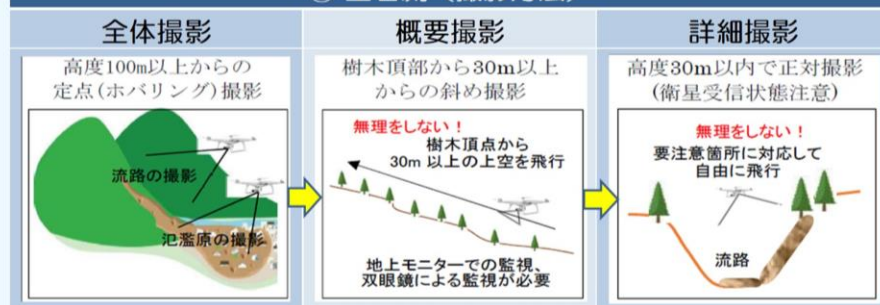
- ・**撮影高度に応じた撮影速度**（詳細撮影では3m/s程度）
- ・**映像の視認性・判読のし易さを考慮したカメラアングル操作速度**（急な操作を控えてゆっくりと操作）

■ 無人航空機（UAV）による撮影方法（代表例）

② 河川氾濫・浸水（撮影方法）



③ 土石流（撮影方法）



④ 斜面崩壊（撮影方法）



④ 無人航空機（UAV）による被災状況調査（撮影事例）

全体撮影



概要撮影



詳細撮影



平成31年1月29日 京都府福知山市（一般国道9号道路法面の崩壊箇所）



令和2年7月10日 奈良県十津川村（長殿地区河道閉塞箇所）



令和3年5月7日 奈良県王寺町（一般国道25号道路法面の崩壊箇所）

紀伊半島に大きな被害をもたらした台風12号

紀伊半島では台風12号の影響により、平成23年8月30日17時から9月4日24時の総降雨量は広い範囲で1,000mmを超え、記録的な大雨となりました。この大雨により、3,000箇所を超える斜面崩壊が発生、崩壊土砂量は紀伊半島全体で約1億m³に達しました。

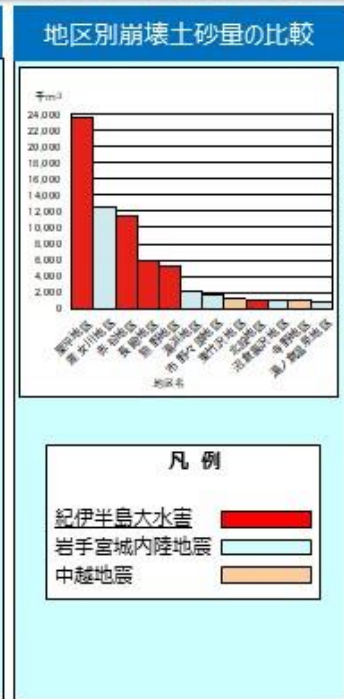
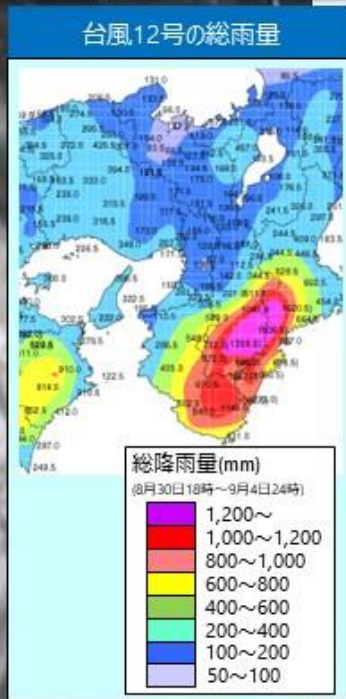
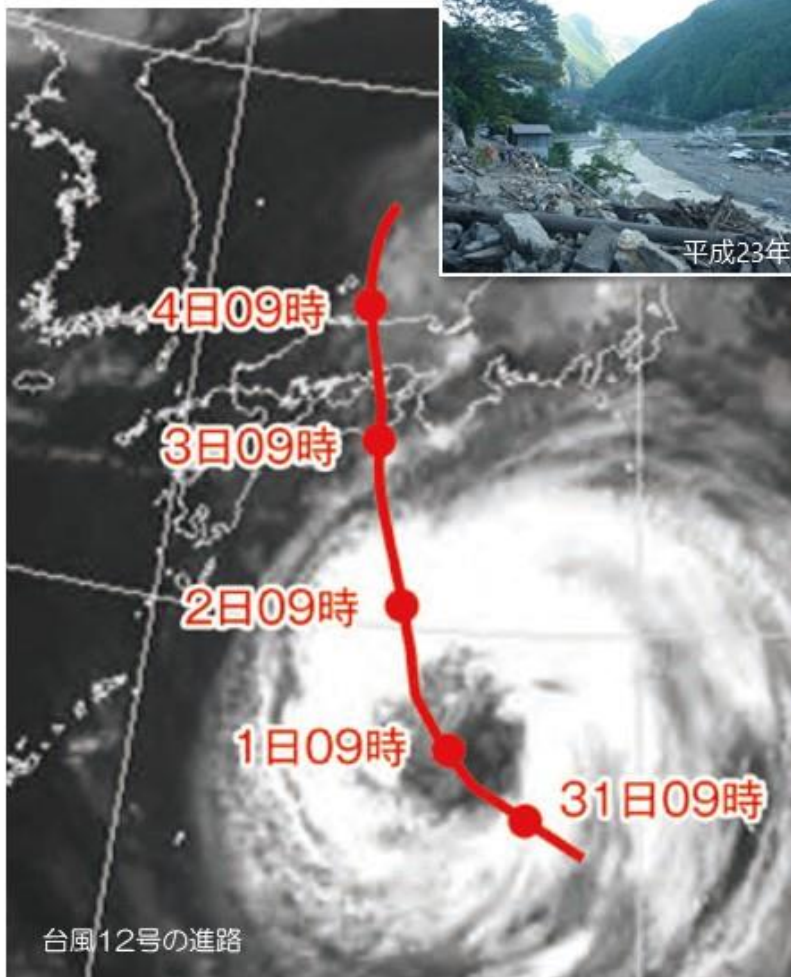
奈良県五條市大塔町の土砂災害状況



奈良県野迫川村北股の土砂災害状況



和歌山県那智勝浦町の土砂災害状況



紀伊半島大水害で発生した河道閉塞

奈良県・和歌山県では17箇所の河道閉塞が形成されたが、その中で越流・決壊した場合に甚大な被害の生じる可能性がある大規模な河道閉塞箇所5箇所（赤谷・長殿・栗平・北股・熊野）が確認されました。



○大規模な河道閉塞により湛水池が形成されました



河道閉塞に対する初の緊急調査を実施

大規模な河道閉塞箇所5箇所について、改正施行された土砂災害防止法（H22.11改正、H23.5施行）に基づき、全国で初めてとなる国による緊急調査を平成23年9月6日より実施しました

緊急調査対象の要件

■河道閉塞による湛水を発生原因とする 土石流

〈国土交通省が実施〉

- 河道閉塞（天然ダム）の高さが概ね20m以上ある場合
- 概ね10戸以上の人家に被害が想定される場合



■河道閉塞による湛水

〈国土交通省が実施〉

- 河道閉塞（天然ダム）高さが概ね20m以上ある場合
- 概ね10戸以上の人家に被害が想定される場合



ヘリから河道閉塞箇所を調査



平成23年9月6日

長殿での現地調査の様子



平成23年9月12日

熊野での詳細調査の様子



平成23年9月27日

Q1 緊急調査とは？

答)

○緊急調査とは、土砂災害防止法による緊急情報の提供や、天然ダムに関する調査・情報を自治体や住民の方々に提供すること。

紀伊半島大水害まで、緊急調査の適用については火山噴火に起因するものについては実績があったが、河道閉塞についての適用は今回が初であった。

天然ダムの形状や水位、浸食状況や土砂流失危険といった情報を提供する。解除要件としては災害を防止する基幹堤防の整備と天然ダムの消失が必須。

緊急調査対象箇所を進捗状況

河道閉塞発生から10年経過した現在、緊急調査を行った全ての5箇所において基幹堰堤は完成しており、また順次、湛水池の埋戻しも長殿地区を残し、すべて完了しております。

	基幹堰堤	湛水池の埋戻し
北股	 <p>北股 平成29年1月完成</p>	 <p>北股 平成23年12月完了</p>
熊野	 <p>熊野 平成28年3月完成</p>	 <p>熊野 平成23年11月完了</p>
赤谷	 <p>赤谷 平成28年3月完成</p>	 <p>赤谷 令和3年3月完了</p>
栗平	 <p>栗平 平成29年1月完成</p>	 <p>栗平 令和3年3月完了</p>
長殿	 <p>長殿 平成29年3月完成</p>	

緊急調査の終了の経緯について

【緊急対策工事の進捗等による状況の変化】

- ✓ 埋戻しにより**湛水池が解消**
- ✓ **基幹となる砂防堰堤**等が完成
- ✓ 再度大規模崩壊が
発生するおそれが無い



平成31年3月に解除された北股・熊野に引き続いて、赤谷・栗平も令和3年3月に土砂災害防止法に基づく緊急調査を終了



<留意事項>

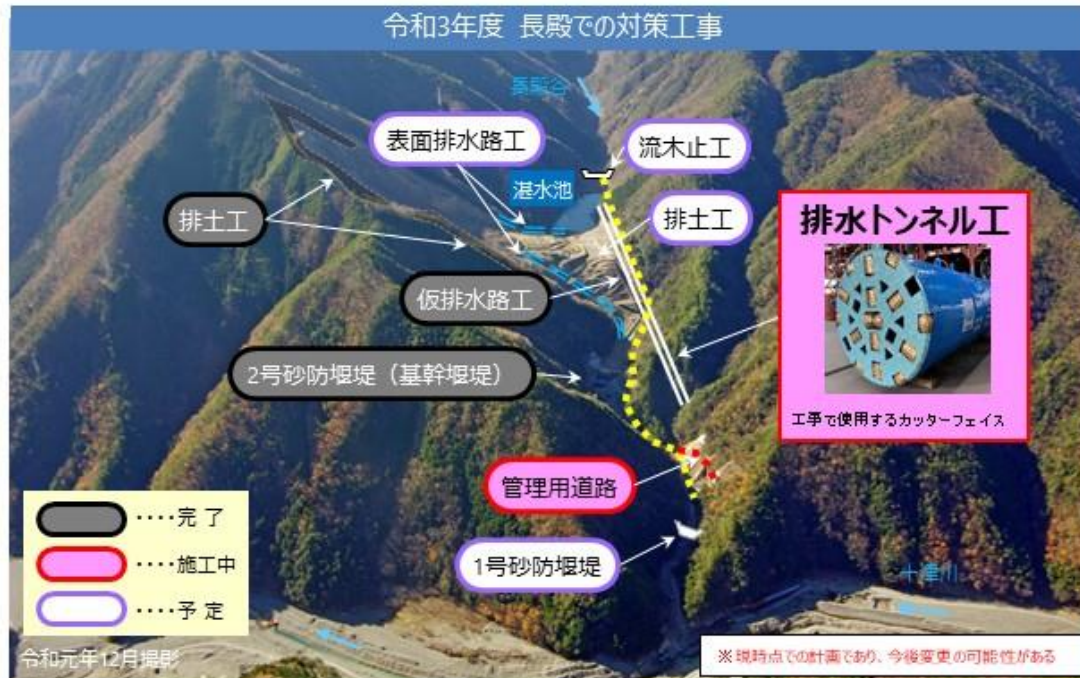
長殿では**湛水池が残存する**等、重大な土砂災害のおそれ無いと認められる状況ではないことから、**緊急調査を継続**しております。

※土砂災害防止法に基づく緊急調査（法第29条）

重大な土砂災害の急迫している状況において、市町村が適切に住民の避難指示等の判断等を行えるよう、土砂災害の想定される区域及び時期を明らかにするため、河道閉塞に起因する土石流及び湛水等の特に高度な技術等を要する土砂災害については、国土交通省が緊急調査を行うこととしている。

長殿での対策工事について

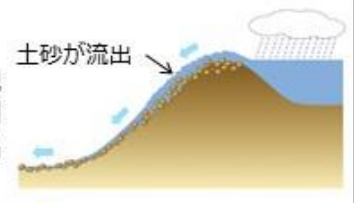
令和3年度から湛水池の水位を下げるための排水トンネルを整備しています。湛水池からの越流・決壊の危険性を排除することで緊急調査が早期に終了できるよう努めてまいります。



排水トンネルを整備する目的

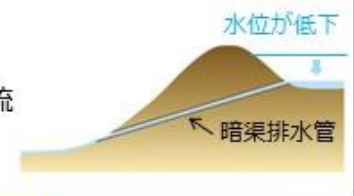
1

現状では、大雨等で湛水池から越流が起こり、河道閉塞部の土砂が下流域へ流出する危険性がある。



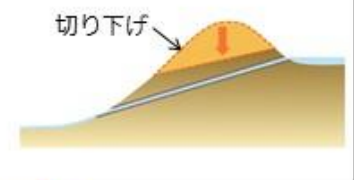
2

暗渠排水施設を整備して、湛水池の水位を下げて越流リスクを抑える。



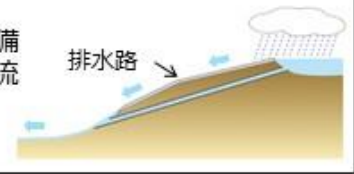
3

安全性を確保したら河道閉塞部の土砂の切り下げを実施。

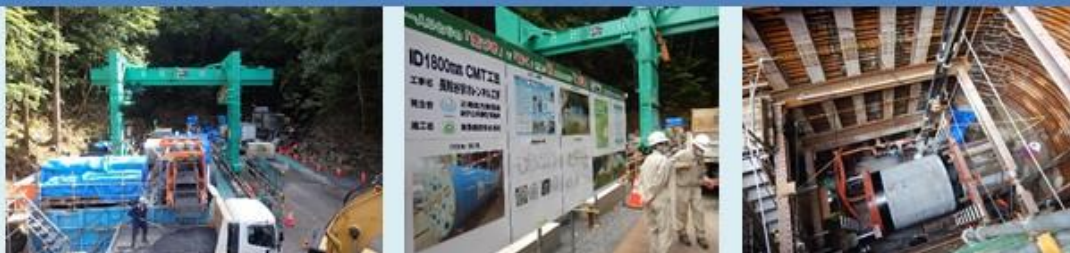


4

切り下げ後、排水路を整備して湛水池の水を安全に流下させる。



排水トンネル工 施工状況 (令和3年5月)



道路照明柱の折損事例について

概要

令和2年12月30日(水)早朝、国道42号白浜町富田地先(紀南河川国道事務所管内)にて道路照明柱が折損。
垂れ下がった電線により、一般車両が損傷する第三者被害が発生した。

位置図



転倒した照明柱は埋め込み式であり、支柱基部が腐食しやすい状況であったのに加え、海岸から近いことによる飛来塩分の影響が加わったため腐食を助長させたものと考えられる。

また、設置から約50年が経過していた。

直近の点検は平成28年度に行っており、総合的には「II判定」であったが、支柱基部の腐食の判定はeとなっていた。

折損状況



点検調書 (折損前)

部材及び点検箇所		対象有無	点検状況	損傷程度の評価																対策の要否	部材の健全性の診断							
				変状の種類																								
				鋼部材				コンクリート部材				共通																
部材等	点検箇所	記号	有	無	き裂	ゆがみ・屈曲	破断	腐食	変形・欠損	ひびわれ・剥離	うき	湧水	その他	点検前	点検後	点検前	点検後	点検前	点検後	点検前	点検後	点検前	点検後	点検前	点検後			
支柱	支柱本体	Pgh	有	済	a			c	a																	要 II		
	支柱継手部	Pgj	無																									
	支柱分岐部	Pgd	無																									
	支柱内部	Pgi	有	済				a																				
	リブ・取付溶接部	Pfr	無																									
	柱・ベースプレート溶接部	Pfp	無																									
支柱基部	ベースプレート取付部	Pfb	無																									
	路面境界部 (GL-0)	Pp-0	無																									
その他	路面境界部 (GL-40)	Pp-40	無																									
	柱・基礎境界部	Ppb	有	済	a			e	a																			
	電気設備用開口部	Phj	有	済	a			e	a																			
	開口部ボルト	Phb	有	済	a	a	a	a	a																			

今後の対策案について

効率的な日常点検

今回の箇所は、支柱基部が草や落ち葉で覆われていたため、日常巡視で腐食の進行を把握するのは困難な状態であった。

道路照明柱に限らず道路附属物全般に言えることであるが、同様の条件下にある支柱基部の腐食の進行を把握するために、支柱周辺の除草等の対策を検討する必要がある。

特に施設点検で支柱基部の判定が「e」となっている箇所は優先的に除草等の対策をしていく必要がある。

折損直後の支柱基部周辺



計画的な補修検討

右のように、海岸からの距離や基礎形式、設置年月、点検結果などを点数化し、一元的にまとめたリスト（加点式）を作成する。

これにより

更新の優先度と支柱基部の状況が誰にでも一目で判断できるため、点数の高い附属物から計画的な補修ができる計画表を作成し、補修を実施する。

サンプル

加点	海岸からの距離	路面境界部	設置年月	支柱基部の腐食	前回点検時期	前回点検結果
0	5km以上	ベースプレート露出 (滞水措置有り)	3年以内	なし	半年以内	I 判定
1	4km～5km未満	ベースプレート露出 (滞水措置無し)	5年以内	a	1年以内	
2	3km～4km未満		10年以内		2年以内	
3	2km～3km未満	舗装部等埋設 (滞水措置有り)	20年以内	b		II 判定
4	1km～2km未満	舗装部等埋設 (滞水措置無し)	30年以内		3年以内	
5	500m～1km未満		40年以内	c		
6	100m～500m未満	土砂部埋設	50年以内	d	4年以内	
7	100m未満		51年以上前	e	5年以上前	III 判定