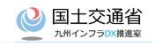


デジタルを用いた安全で効率的な災害対応

九州地方整備局 インフラDX推進室



九州@インフラDX推進室がめざすDX



○ はじめに

- ・DXとはデジタル技術自体ではなく、「デジタル技術を用いた働き方の改革」のこと。
- ・どんなに高度な技術であったとしても、働く人の負担が増えるものはDXではない。

- ・現在様々な手法で業務改善が行われてきているが、すでに効果的な手法はやり尽くされたという意見もある。
- ・そこで、デジタル技術を用いて仕事のやり方やルール自体を変えることで、大幅な効率アップにチャレンジする。
= デジタル技術を用いた働き方の改革 (DX)

- ・特に災害対応は、発生の予見が困難、非常に多くの労力を要する、衛生・安全の確保が難しい等、非常に大変な業務であるため、優先的に改革する必要がある。

- ・高度な技術であっても、「習得に時間を要する・難しい」「費用が高い」「扱いが難しい」「壊れやすい」「重い・大きい」のであれば、大きな改革は望めない。
- ・そのため、「使い方を簡単に習得できる」、「安い」「必要な機材が入手しやすい」、「軽くて小さい」ことが、働き方を改革する上で重要。このため最先端技術にこだわらず、入手しやすく安価で扱いやすい一般的な機材の活用が望ましい。

内閣人事局・デジタル庁・人事院共催「ワークスタイル変革取組アワード」



○内閣人事局・デジタル庁・人事院共催「ワークスタイル変革取組アワード」

公務におけるワークスタイル変革の取組を表彰する「ワークスタイル変革取組アワード」を実施。

- ・各府省から146件の応募があり、九州地方整備局からは3件応募 (3/146)

- ・24件が一次選考を通過。九州地方整備局は応募3件全てが通過。(3/24)

- ・この24件を令和5年4月24日～5月19日の期間、各府省の職員投票が行われました。

6月16日に投票結果を公表
結果発表を、「えうご期待」

九州応募：デジタルを用いた安全で効率的な災害対応



【取り組み】

・国土交通省は所管事業の被災対応だけでなく、緊急災害対策派遣隊 (Tec-Force) を被災地に派遣している。令和2年7月豪雨では延べ10,606名を派遣、自治体支援等の活動を行った。

災害対応は大きな作業量が生じ、国、自治体、建設業界等では昼夜を問わず一日も早い地域の日常の回復のために働いている。また被災現場は安全や衛生面での課題も多く、作業者の安全確保が非常に難しい。

このような状況を鑑み災害対応作業者の働き方改革のため、効率的で安全性が高く、安価かつ機材の入手が容易で技術習得が容易な技術を開発、業界への普及促進を実施した。

【業務効率化事例】

・R4年1月22日、日向灘を震源とする震度5強の地震では、2週間の作業を1日で完了。さらに安全かつ作業員の負担を軽減。

・被災直後の3Dモデル等による災害情報の共有は、被災自治体の初期対応に活用された。(従来は報告までに2週間程度かかるため初期対応には使用できない)

○安価で入手しやすい市販ドローンを用い、2万m²以上の面積の現地調査 (写真による3D作成等のデータ取得) を90分で終了。

○iPhoneのレーザー測量機能を用い2.0mのクラックの3D計測を1人で30秒 (従来は4人で数時間) で終了。

○クラウドを用いて報告資料を作成。URLを送付するだけで、VR、写真、3Dモデル、写真、動画共有が可能。

○計測機材の故障・重量が大幅に減少、非接触の計測を行うことで、作業者の安全性向上、負担軽減を図立。

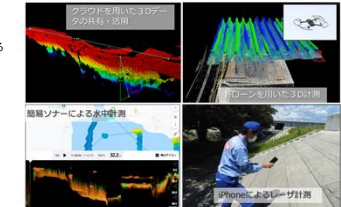
○各県政令市、業界団体等で多数の体験型講習会を開催し、建設業界全体のデジタルを用いた働き方の改革 (DX) を推進。

○多くのTV・新聞報道、専門誌掲載、行政、大学、業界等へ講演実績有り。

従来の手法 (令和2年7月豪雨)



デジタルを用いた新たな働き方 (令和4年1月～)



九州応募：インフラ分野におけるメタバースを用いた業務効率化



【取り組み】

- 九州地方整備局では、平成30年に3次元デジタルデータを用いた働き方の改革のための「VR研究室」を設置、インフラ分野におけるVR技術の開発を開始。
- 令和元年6月には国立研究開発法人土木研究所と「VR技術を用いた川づくりの推進」についての協定を締結。

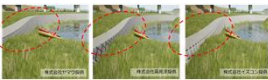
- 令和3年7月、「河川CDM標準化検討小委員会成果報告書」において、VRを活用したインフラ整備手法を河川の3D設計等の標準化案の一部として提案。
- 令和3年12月には、VRを発展させた「メタバース」を用い、山国川下流川まちづくり事業における住民との合意形成において、我が国初となる社会実装を行った。その後、複数の河川事業や道路事業で用いられている。

【業務効率化】

- 従来の合意形成は、デジタルの測量結果をパース図や模型（アナログ）にし、合意形成後にデジタルに戻す作業が必要であった。本手法では二連の作業をすべてデジタルで行うため、大幅な効率化が可能である。
- 特に模型を用いた場合、住民意見を反映した模型作成・修正や、合意形成後デジタルの設計図を作成するため大きな作業量が生じる。メタバースを用いることで、地形や護岸デザイン、樹木の位置等をその場で変更でき、デジタルデータとして活用できるため効率である。
- メタバースを効率的に作成するシステム「Unreal Engine」は無駄かつ他分野でも広く使用されているため人材の流動が高い。
- 効率的にメタバースを作成できるよう、自動化ソフトウェアや各種データ、植物等の3Dモデル、マニュアル等を作成・無償公開
- 学会、業界団体、自治体、大学等を対象に講習会などを多数実施し、建設業界全体のデジタルを用いた働き方の改革（DX）を推進。多くのTV、新聞報道実績。



「メタバース」を用いた住民との合意形成を社会実装。整備前に「整備後の世界」を体験することで、迅速かつ精度の高い合意形成が可能。



業界と協働し、製品の3Dモデルを無償で貸出しクラウド上で見る仕組みを構築。実際の製品データを用い、住民と対話しながらメタバース上で様々な検討が可能。作成したデジタルデータは設計・施工に利用するため、効率的である。

2023 国土交通省「働き方改革コンテスト」

取組名：TEC-FORCE 災害対応UAV部隊 Blue Hawks の育成について

九州地方整備局 人材育成部門エンター

<取組の目的・概要> TEC-FORCEによる被災状況調査において、職員が直営でドローンを活用することで安全・迅速かつ的確に調査を行うことを目的にH25より人材育成の取組を開始。隊員1人が使命感・やりがいを感じながら多くの災害現場で活躍している。近年は調査成果の向上に努めつつ、他地整・他機関への知識提供、さらには通常業務での活用、DX（働き方改革）への取組など、隊員らの活躍の場が益々広がっている。

<取組の内容> <機内資格制度（九州独自）> <研修による資格取得と安全の徹底（九州独自）>

航空法上の技能講習修了の必須条件である「講師」の資格
 S級（操縦） 技能講習修了後の修業期間満了後
 マスター（操縦） 技能講習修了後の修業期間満了後
 航空法上の公的資格（準）取得要件
 A級（操縦） 技能講習修了後の修業期間満了後
 B級（操縦） 技能講習修了後の修業期間満了後
 C級（操縦） 技能講習修了後の修業期間満了後

UAVの知識と技能を修得させるため、C級(初級)、B級(中級)、A級(上級)、S級(上級者実習訓練) 別の枠組みで、各級2~4回(1年)研修を実施。九州で培った安全飛行のためのノウハウを蓄積した教材・経験豊富な隊員による直接指導等の研修内容による育成体制の成果もあり、人身事故・全損事故は0を継続中

R4.9:台風第14号対応
 360°画像、映像、点群をバーチャル上で
 東た成果を被災自治体に提供(動画向上)

R3.1.7:荒川 UAV チーム「Kingfisher」結成
 河川維持管理、災害時等における状況把握等の効率化・高度化を推進するため、河川や施設の状況監視、映像撮影などを実施

R2.1.1:航空局HP講習団体登録(国の機関で初)
 R2.11.1:関東地震HP講習団体登録(九州の支部初)を結成

R1.8:前線に伴う大雨対応
 六角川の浸水状況の調査および油流出範囲の確認を実施

H26:UAV部隊「BlueHawks」創設
 H26:TEC-FORCE ドローン部隊として広島へ初派遣

H25:若手教育の一環としてUAV活用検討委員会を設置

<取組の効果> UAV部隊「BlueHawks」は九州独自の育成体制を通して、資格保有者を確実に増やしつつ、安全かつ高度な飛行による成果を残せるようになったが、成果向上のためDXチームとして、点群測量(SFM)や夜間7分等の新たな取組も始めている。今後も隊員自らが業務に楽しさ・やりがいを見出し、そして積極的に取組めるよう、育成体制を工夫しつつ、今後の人材育成を継続していきたい。

新たなるTEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）の活動



○TEC-FORCE (緊急災害対策派遣隊)

大規模自然災害発生時、国土交通省職員によって構成した、「TEC-FORCE」が被災地地方公共団体等を支援。

右の写真は令和2年7月豪雨時のTEC-FORCE活動（被災状況調査）の写真。被災現場の把握は、デジタルカメラ、赤白ボール、アルミスタッフ、リボンテープ等を使用。

令和2年7月豪雨では、のべ10,606人を被災地に派遣。

危険で衛生的でない災害現場で、大きく重い機材を用いて調査を実施。<=>どうしても改革したい



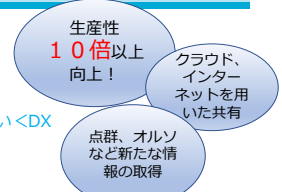
九州地方整備局HP 「令和2年7月豪雨への対応」より

新たなるTEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）の活動



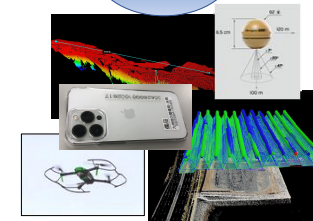
TEC-FORCEを変えるDX

高度な調査を短時間で実施。<デジタル化 安全、衛生的、安価、入手しやすい、技術の習熟が簡単、負担が少ない>DX



【DXに用いたデジタル技術】

- ①スカイバーチャルツアー
- ②360°画像撮影
- ③ドローン撮影写真による点群データ作成
- ④高精細オルソモザイク写真作成
- ⑤iPhoneによる点群データ取得
- ⑥クラウドによる点群データ処理・共有
- ⑦簡易水中測量機
- ⑧スマホ写真からの3Dモデル自動生成



新たなTEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）の活動

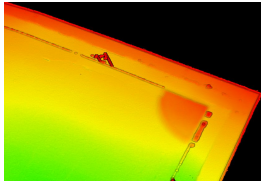


○実際の災害で災害調査におけるDXの効果を実証

R4年1月22日（土）1時08分、日向灘を震源とする震度5強の地震が発生。
被災自治体からの依頼で、TEC-FORCEが11時20分に出動。17時00分現地作業終了（現地作業90分）。
データ解析、クラウド等を用いて被害状況の共有までを含め、24時間以内に終了。

【効果】

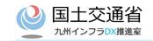
従来手法 : 工期2週間、2,000万円程度の費用
DX : 工期1日、(かつ安全で、負担が少ない)



TEC-FORCE U A V 航空隊「BlueHawks」空撮映像から作成したオルソ画像

空撮映像から作成した3Dモデル

新たなTEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）の活動

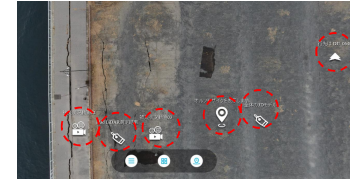


災害調査用 スカイバーチャルツアー

九州地方整備局が開発した「天空のストリートビュー」、ドローンで撮影した空からのVR映像（360°写真）等を使用。入手しやすい市販のバーチャルツアー作成ソフトを用いることで、簡単に短時間で作成可能。オルソ画像や3D点群モデル、動画等の様々なデータをとりまとめ、一元的に管理・使用することができる。

VR（360°映像）上の各種アイコンをクリックするだけで、その場所の各種情報にアクセスできるため、操作が直感的でわかりやすい。

インターネットを用いることで、どこからでも、PCやタブレット、スマートフォンからアクセス可能。クラウドを用いることで、非常に重たい点群データ（3Dモデル）をストレスなく使用できる。



画像、VR、点群、動画等多彩で大量のデータを、簡単に共有できる。



<各データへのリンクアイコン>

新たなTEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）の活動

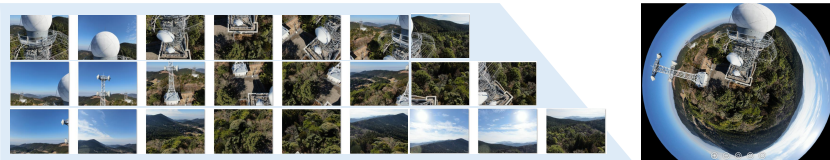


②ドローンによる360°写真撮影

ドローンを空中で静止させ、上下左右全方位を撮影。撮影した数十枚の高画質静止画像を合成してVR（360°映像）を作成。合成された画像はハイビジョンの3倍以上の画素数に相当。
*最近の機体では、一連の作業は自動的に終わります。



ドローンを空中に静止させ、上下左右全方位を撮影



隙間なく全方位を撮影

合成して1枚の写真を作成

新たなTEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）の活動



②360°カメラ

現在360°カメラは家電量販店などで容易に入手でき、スマートフォンと連動することで、遠方のカメラの画像の確認やシャッターを押す操作などが可能。自撮り棒などを用いることで、災害現場でも安全に撮影できる。また水中撮影も可能であり、従来確認が難しかった水中部分の確認も容易となった。



市販されている代表的な360°カメラ。家電量販店等で入手可能。2万円〜と比較的安価。



「自撮り棒」に取り付け、「スマートフォン」で画像を見ながらシャッターを押すことができる。危険な場所、狭い隙間、水中、立ち入り困難な場所でも、安全・簡単に撮影可能。



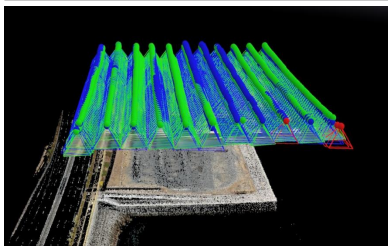
防水機能付き360°カメラを用いることで、簡単に水中の映像を撮影できる。

新たなるTEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）の活動



③ドローン撮影写真による点群データ作成

タブレットで計測したい範囲を入力すると、自動的に飛行計画（案）が作成される。案を承諾（もしくは修正）するとドローンが自動的に飛行、撮影を行う。（下図の三角形の頂点が撮影箇所）
撮影後PCのソフトウェアにて、写真の画像の差から点群を生成する。
飛行計画作成に要した時間は数秒。630枚の写真からの点群データ作成（オルソ画像作成も含め）に要した時間は高性能PCで約40分。



作成した飛行計画（上）と作成した点群データ（下）



作成した点群データ

新たなるTEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）の活動

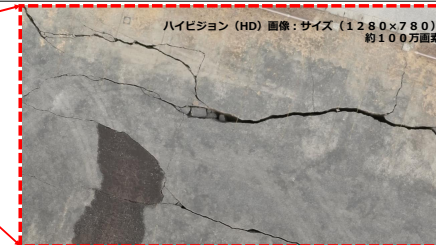


④高精度オルソモザイク写真作成

写真は原理的に端の方に行くといずれ「ひずみ」が生じ、特に航空写真は高いところから広い範囲を写すためひずみも大きくなる。このひずみを修正することがオルソで、多数の写真を組み合わせることをモザイクである。今回はドローンで撮影した**630**枚の写真を合成し高精度写真を作成した。（3Dモデルと合わせて作成できる）



作成したオルソモザイク画像（11252x10466）
11776万画素（約1.2億画素）



ハイビジョン（HD）画像：サイズ（1280x780）
約100万画素

今回作成したオルソモザイク画像は、ハイビジョンの約**120**倍の高精度画像。1枚の写真の写真で広域の被災状況が確認でき、**写真整理（位置等）の必要がない**。また、ひずみが小さいため地図などの**位置情報との重ね合わせが容易**

新たなるTEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）の活動



⑤iPhoneによる点群データ取得

現在九州地方整備局ではTEC-FORCE現地調査のため、現地に、ロードメジャー、赤白ポール、ピンポール、アルミスタッフ、巻き尺、コンベックス、リボンテープ、赤白ロッド、水平器、傾斜計、下げ振り、方位磁針を携帯している。しかし、被災地は足場が悪いため携行品は最小限が望ましく、また両手が空いていることも安全上重要。
iPhoneを用いることで、携行品を増やすことなく、高い精度を有する点群測量が可能となる。



現在携行している測量機器

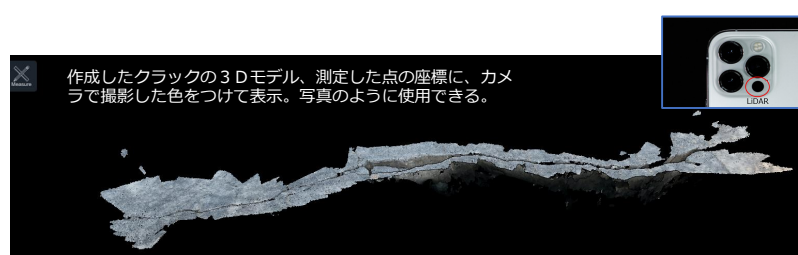


iPhoneで計測可能

新たなるTEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）の活動



iPhone13pro等の一部の機種には、高精度なレーザー測量装置（LiDARセンサー）搭載されている。このセンサーを用いて、クラックの計測を行った。延長約20mのクラック計測に要する時間は30秒程度。データの処理はiPhoneで行い、要する時間は1分30秒程度で点群データ（3Dモデル）の計測ができた。また自撮り棒などを使うことで安全に計測が可能。
従来の手法（アルミスタッフや巻き尺）と比較して、生産性が数十倍以上かつ高精度の計測が可能。



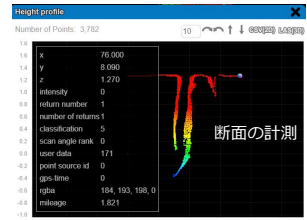
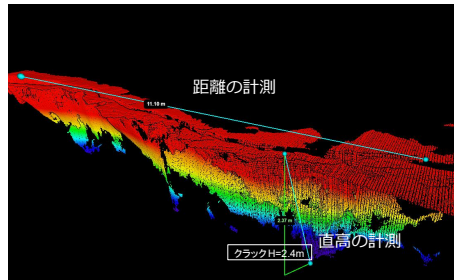
作成したクラックの3Dモデル、測定した点の座標に、カメラで撮影した色をつけて表示。写真のように使用できる。



新たなTEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）の活動



⑥クラウドによる点群データ処理・共有
クラウドを用いた従来は、点群を取り扱うには高性能のPCやソフトウェアが必要で、またデータ伝送にはハードディスクなどを要した。クラウドを用いることで、上記の問題を解消。
インターネットのブラウザから、低スペックのPCやタブレット・スマホからでも快適に使用できる。また、マウスだけで距離や面積の計測、断面図の作成等が可能。

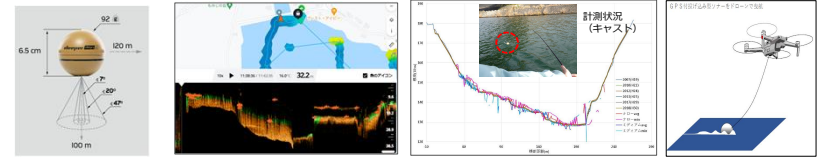


クラックの測定結果をクラウドにて解析

新たなTEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）の活動



⑦水中計測技術
河川の水深を測定するには、従来、マルチビームソナーやグリーンレーザー等が用いられてきたが、前者は比較的高価であり、後者は測定が高い場所については測定できない等の課題があった。
九州地の整備局では、レジャー用途に用いるGPS付投げ込み型簡易ソナーを用いた河川の測深について確認試験を実施し、実際のフィールドで活用できることを確認した。今後、この安価な機器（数万円）を用いて、例えば河床の深掘れや堆砂状況の把握などを、測定したい場所にキャストやドローン曳航で投入することにより、迅速に測定することが可能となった。



投げ込み型ソナー
測定した場所に投入することによりGPS位置情報に基づいた水深が計測される。最大100mまで対応可能。九州のダムにおいて、推進60mまでは、測定できることを確認した。

河床段彩図の作成と断面図
水深を測定した場所がgoogleマップ上に段彩図としてスマートフォンのアプリ上にリアルタイムで表示される。併せて、測定した断面が簡易的に表示され、底質の状態についても色別で表示される。水深のデータはGPSによる位置情報と紐づけられており、CSVファイルでの出力が可能となっている。

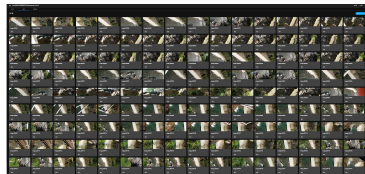
ALBとのデータ比較検証
投げ込み型でソナーの観測結果とALBでの観測結果を比較したもの。水面変動による若干の計測誤差はみられるものの、概ね測量データと同様の断面が確認できた。観測されたスパイクノイズについては、投げ込み型ソナーが曳航時の波等でバウンドした際に生じたものと考えられる。

ドローンとの併用
ソナーをドローンにて曳航することで、河川内や湖裡に入ることなく、岸から測れていた地点についても、安全かつ正確に測定が可能となる。

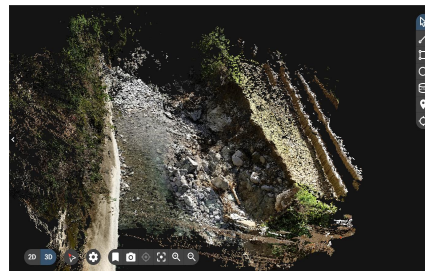
新たなTEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）の活動



⑧<令和4年台風14号>TECアプリによる3D計測
本年度から、災害現場写真を解析し3Dモデルを作成するTECアプリが導入。
令和4年台風14号では100を超える災害現場の3Dモデルが作成、クラウドにて共有された。



動画撮影のようなイメージで災害現場をスマートフォンで写すことで、自動的に3Dを作成するのに適したタイミングでシャッターが切られる。写真をクラウドにアップすると自動的に3Dモデルが作成・共有される。この現場では167枚で作成。



新たなTEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）の活動 2



○実際の災害で災害調査におけるDXの効果を実証 2

令和4年台風第14号において、TEC-FORCE DX班が出動。西米良村の被災現場において、デジタルを用いた調査を実施。従来のバーチャルツアー、3D点群（クラウド）を用いた調査結果を基に、査定資料を作成。

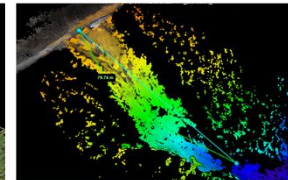
- ・直高100mの道路・法面被災を安価なドローンで10分で計測。従来は危険で負担が大きい作業が安全・負担小に。
- ・点群データを写真や図の代わりに使用する事で、災害申請のコストや負担が低減。
- ・従来の図面作成にも安価で簡単にデジタルデータ活用が可能。



TEC-FORCE DX班による調査



直高100mの被災現場をドローンで10分で計測



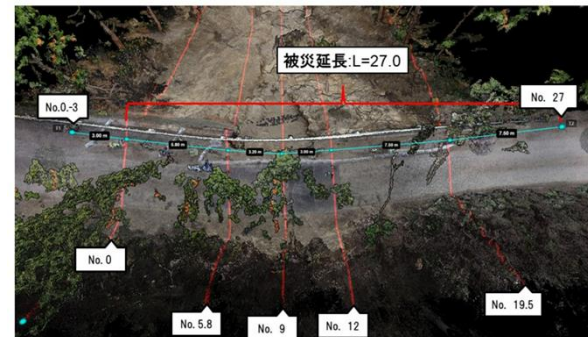
クラウドを用いることで、樹木の除去、段彩図の作成も容易



全体平面図(点群から)

従来は平面図を作成していたが、ドローンから作成した点群データを用いた。距離の計測は2クリック、横断面は3クリックで作成できる。

画面をキャプチャすることで、大幅に作業を軽減。



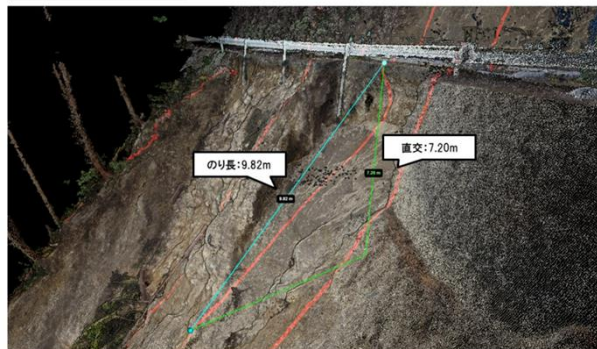
直高、のり長(点群から)

従来は写真を用いていたが、被災状況がわかる写真の作成は、危険で労力がかかるものであった。

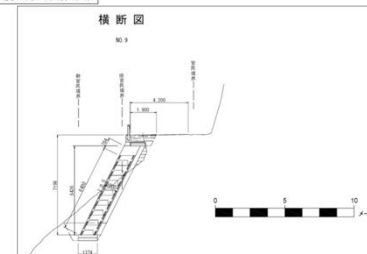
ドローンから作成した点群データを用いることで、あらゆるアングルからの図の作成が可能。

距離の計測は2クリック、横断面は3クリックで作成できる。

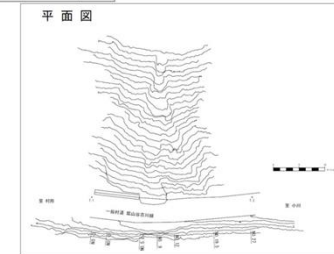
画面をキャプチャすることで、大幅に作業を軽減。



復旧方法(断面図)



全体平面図(図面化)

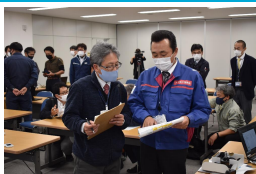


点群から、平面図（等高線）や横断面図をCADで使用できるデータで書き出すことで、申請後に必要となる、実施設計、施工の効率化も期待できる。

災害査定のデジタル化実証実験 1

○令和3年12月3日（鹿児島県さつま町所管事業）実証実験を実施。
現地で行った査定を、模擬査定ではバーチャルツアーと点群クラウドを用いて、現地に行かずに室内で実施。

九州財務局、自治体職員、コンサルタント等40名が参加。
・査定時に危険で立ち入れなかった視点からの映像を点群データを用いて確認ができた。
・簡素化につながる。



▲鹿児島県さつま町（実証実験）

○令和3年12月17日（熊本県所管事業）実証実験を実施。
書類による査定を、模擬査定では写真や図面の代わりにデジタルデータを用い書類を作成。バーチャルツアーと点群クラウドを補足に用いて実証実験を実施。

国土交通本省、九州農政局、九州財務局、自治体職員、コンサルタント等60名が参加。

・スムーズかつ安全に資料作成・査定ができる。
・見たい箇所を見ることができ、理解しやすかった。
・画面上で正確な計測が即座にできるため効率的。



▲宮崎県西米良村（災害査定）

災害査定のデジタル化実証実験 2

○令和4年12月20日（宮崎県西米良村所管事業）で災害査定時に使用。

日時：2022年12月20日（火）11:30~12:00

場所：西都土木事務所

参加：災害査定官、西都土木事務所、西米良村職員（20名程度）

内容：査定対象（西米良村 令和4年発生 道路災 第807号 一般村道 釜山谷・古川線）

（取り組みについて）

・非常に良い。TEC-FORCE調査は被災直後に調査に入るが、調査した情報が自治体に十分生かして頂けてない課題がある。デジタルを用いることで、災害対応だけではなく災害査定にも使用できる。

（査定資料として）

・災害査定でポイントになるところとして、起終点を正確に確認する、災害痕跡や災害メカニズムを確認する、等がある。今回のデジタルデータ技術は、災害査定に必要なポイントをきちんと押さえられるものである。

（その他）

・（近年災害査定まで時間を要するケースも多い）災害査定に必要な発災直後のデータを写真と点群で記録しておくというのは非常に有効。
・災害時人員不足が生じる自治体にとってはデジタル技術が役に立つという期待がある。実装に期待する。



事前に西米良村にてデジタル災害査定技術を講習



デジタルによる災害査定技術を活用

まとめ

○災害調査について

安全・衛生、きつい等の問題がある、災害調査のDX手法を開発。

実施の災害に用い、良好な結果を得た。県・政令市、市町村、業界、大学等に本技術を体験、講習、講演などを行い普及促進を図っている。

○災害査定について

災害査定は、申請が通れば約99%の復旧費用が即国から支給されるため、地元の日常の回復に非常に重要である。しかし、申請者（自治体）の技術者の減少や業界の少子高齢化により、対応が困難になりつつある。

災害査定デジタル化については、今後開発した手法を実際に用い、どの程度安全の確保や働く者の負担が軽減できたか、検討を行いさらなる改良を行う

○災害復旧全体について

地域の日常の回復は、調査、査定、設計、発注、施工の一連の作業が必要となる。

現在は調査、査定のデジタル化の手法が開発できたが、すべての工程がデジタル化できると、効率が飛躍的に向上すると思われる。現在は各パーツの最適化を行っているが、今後は全体としての効率化を視野に検討を進めたい。