

360° カメラの土木分野への活用について

瀧川 有希子¹・岩熊 真一²・房前 和朋³

¹・²九州技術事務所 品質調査課 (〒830-8570 福岡県久留米市高野1丁目3番1号)

³九州地方整備局 災害対策マネジメント室 (〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東2-10-7)

九州技術事務所では、急速に普及が進んでいる360°カメラの災害対応への活用について、いち早く取り組みを開始し、2018年度の耶馬溪土砂崩れ、北海道胆振東部地震等の災害現場で活用した。この災害現場での活用事例と実証実験の結果について整理した。また、この360°カメラとクラウドを用いることで、災害現場の状況を迅速かつ正確に、PCやスマートフォン等で閲覧できる技術を開発し、令和元年度より九州地方整備局において災害情報共有の実運用を開始したので報告する。

キーワード 災害情報の共有, 360°カメラ, クラウド

1. はじめに

災害現場等における現場状況把握ツールとして主にデジタルカメラが用いられている。しかし、その情報伝達(データ送信)を行うには、パソコンがある事務所等への移動を要し、タイムラグが生じていた。また、一方向のみの撮影となり、現場状況の把握のために再度撮影が必要になるなど手戻りが生じたり、数多くの写真を撮影する必要もあった。

そこで近年一般に普及され始めた360°カメラを利用出来ないか、実際の災害現場で使用し、その有効性を確認し、実証実験を行った。

シャッターを押す必要があったが、360°カメラでは撮影後に自由に見る場所や範囲を選ぶことができるためである。つまり、写真を撮る時に構図等を気にせず、とにかくシャッターを押してしまえば、後で自由に構図を決めて見たいところを見ることができるということである。また撮影時にどこを向けてどう持っても同じ写真が撮れてしまうため、持ち方や向きを気にする必要もない。

表-1 360°カメラ

	製品名	THETA V
	メーカー	リコー
	内蔵メモリ	約19GB
	撮影容量	
	静止画	4,800枚
	動画	通常 最大5分 合計 約40分

2. 360°カメラ

360°カメラは多種多様であり、形状やレンズの数など基本的な構造が大きく異なるが、現在主流なのは「表と裏に2枚のレンズ」をもち「棒状」の形をしたものである。このレンズは180°以上の画角(撮影範囲)を持つため、表裏の2枚のレンズで全方位を切れ目なく撮影することができる。また通常のカメラでは、撮影時に使用するファインダーや液晶画面、ズームの操作などを有するが、360°カメラにはそうした装置はない。

従来のカメラは、写す場所や範囲をあらかじめ決めて

3. 360°カメラを用いた情報共有

九州技術事務所では、災害発生時に保有する災害対策機器を迅速に現地に輸送し運用を開始する責務があり、現地の詳細な情報が不可欠である。また、災害現場は地方自治体、消防、警察、自衛隊など多くの組織がおのの災害対策機器等を展開しており、それらを把握し調整する必要がある。このため360°カメラの「撮影した後に見る場所・範囲を自由に選べる」という特徴が有用であると判断した。

4. 耶馬溪土砂崩れにおける試験運用

2018年4月11日に大分県中津市耶馬溪町において大規模な土砂崩れが発生した。九州技術事務所では即座にT e c - F o r c eによるドローン撮影のため職員を派遣し、併せて360°カメラの試験運用を行った。このとき、現地から360°カメラで撮影した写真を電子メールで送信、九州技術事務所を受信し、災害対策車両の配備に役立てることで、的確な指示が実施できた。



写真-1 耶馬溪山崩れ

写真-1は実際の耶馬溪山崩れで撮影した360°写真を切り出したものである。各組織の配置や作業状況、重機の数や種類、法面をタイヤで移動可能か、敷鉄板が必要かなど、多くの判断に必要な情報が1枚の写真で入手可能である。

5. 北海道胆振東部地震における試験運用

2018年9月6日には、北海道胆振地方東部を震源とした震度7の地震が発生した。

九州技術事務所では、T e c - F o r c eとして災害対策機器を迅速に現地に派遣した。写真-2は現地の写真であるが、平坦な土地にたくさんの重機が動いている事がわかるが、この撮影方向だけを見ても何を行っているか理解が難しい。

360°カメラにて周囲を確認することで、撮影位置が「道路ではなく橋梁」であり、「河川が周囲の土地とレベルになるほど閉塞」しており、下流側を見ることでどの程度の深さで土砂が堆積しているか、を理解することができる。また、何台の重機が動いているか、については通常の写真では重複や漏れが生じやすいが360°カメラでは簡単確実に撮影することが可能である。



写真-2 北海道胆振東部地震（災害直後）

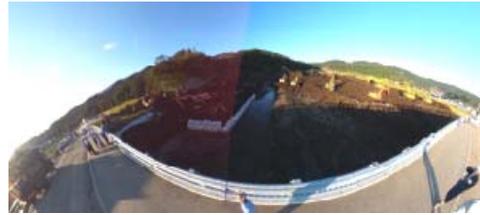


写真-3 北海道胆振東部地震（復旧後）

また写真-3は同じ場所で24時間経過後に撮影した写真で、作業の進捗が一目でわかる。360°カメラであるため現場全体が撮影されており、また同じ位置でシャッターを押せば、画角やズームの設定を気にすることなく同じ写真が撮影出来るという利点もある。

6. 360°カメラ静止画実証実験

360°カメラとUAVを用いた情報収集の手法を検討することを目的として実証実験を行った。実証実験では収集する情報（撮影対象）を「堤防破堤の災害現場」と想定し、九州技術事務所内に設置した河川構造物点検学習施設（堤防実モデル）を利用し、実際の災害現場で想定される照明車を配備した状況で行った。

(1) 検証

災害時には360°カメラの画像はパソコンディスプレイ上で確認することを想定し、比較した。その結果、撮影時間帯における最適な撮影モード毎にとりまとめた。災害現場では、撮影機器と被写体との距離により影響する「視認性」のうち、「文字判読性」及び「露出追従性」を検証した。

表-2 実証実験概要

機器	THETA V
地点	地上、ドローン搭載（空中）
時間帯	昼、夜（照明車有、無）
検証項目	視認性、カメラモード設定

a)文字判読性

「文字判読性」については、従来のデジタルカメラが360°カメラに対して明らかに優位である。昼間撮影結果（表-3）からは、離隔20mの撮影位置から直径20cmのランドルト環の方向をはっきりと確認できたが、離隔30mの撮影位置からの確認は不明瞭であった。

b)露出追従性

昼間は撮影モードによる差異が認められなかったためオート設定での撮影を推奨する。また、夜間撮影時は照明車の有無により撮影結果が異なったため、設定の推奨値及び留意事項を以下に示す。（写真-4、5）

表-3 文字判読性の比較検討 (□は判読可能)

	360度カメラ RICOH THETA V	デジタルカメラ
20m	 平成31年1月24日13時14分撮影	 平成31年1月24日13時12分撮影
30m	 平成31年1月24日13時17分撮影	 平成31年1月24日13時11分撮影
40m	 平成31年1月24日13時18分撮影	 平成31年1月24日13時10分撮影

照明車あり
「Autoモード」
「Option Setting (HDR合成)」
※スタンド等で固定することが望ましい。



写真-4 撮影モードによる比較 (照明車あり)

照明車なし
「Manualモード, ISO (64~100)
シャッタースピード (60秒~30秒)」

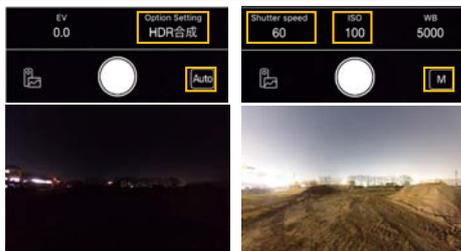


写真-5 撮影モードによる比較 (照明車なし)

(2) 検証結果

360°カメラの画像は、1枚の画像の中に周囲すべての情報を入れ込むため、被害箇所の詳細を見ようと拡大すると、解像度が低くなり粗い画像になってしまう。

また、紙面に印刷をするためには、部分的に切り出すか、世界地図のように無理矢理平面に引き延ばしたりする必要があるため、見にくい画面となってしまふ。

従って、360°カメラ、従来型のデジタルカメラ双方共に長所と短所があり、災害状況の記録としては、現場状況の把握と速報性の目的で、現場入りした直後に360°カメラを使用し、被害箇所の詳細の記録として従来型デジタルカメラで撮影するという、運用等が必要と思われる。

なお、2018年5月には本検証結果を基に作成された「360°カメラ操作マニュアル」が本局から配布されている。

7. 360°カメラの問題点

360°カメラの利点は大きいですが、反面使いにくいところもある。

1点目は写真を見るのに特殊なソフトウェアが必要であることである。360°写真は撮影後自由にアングルを変えることができるが、通常の写真ビューアでは対応していない。

2点目は写真のサムネイルが見づらいことである。360°写真を強制的に四角に表示するため、歪みが生じる。特に大量に撮影した場合、必要な写真を見つけにくい。(写真-6)



R0014874.JPG

写真-6 360°写真のサムネイル

8. クラウド

九州技術事務所では、専用のクラウドを構築することでこの問題を解消することに成功した。

(1) クラウドの利点

- a)通常は360°画像を見るソフトウェアが必要となるが、クラウドを用いることでソフトウェアが不要で、インストール、アップデート等の作業も不要となる。
- b)PCやスマートフォン、タブレットなど様々な機種で閲覧、登録が可能となる。
- c)現地からスマートフォンで簡単に登録できる。メールと異なり個別にデータを送信する必要がない。自動的

にGPSデータから地図上に表示されるため、整理に要する作業が不要。

d)データの管理はクラウドが行うため、バックアップや機器故障でデータが失われることがない。また写真であれば無制限の枚数を保管でき、記録容量を気にする必要がない。

e)そのまま360°写真の災害アーカイブができあがる。

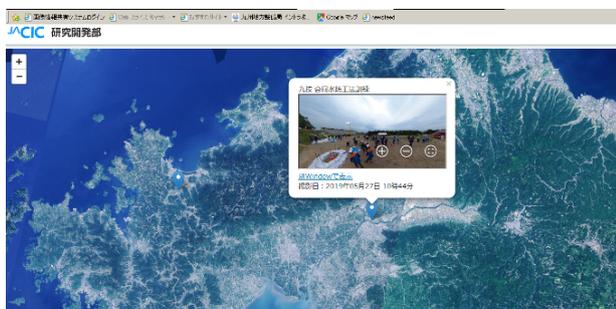


写真-7 クラウドによる360°写真の表示

(2) クラウドの実運用

今年度より360°カメラを21事務所に各1台配布されている。このクラウドを用いた災害時の360°写真の共有を行っている。

9. 360°カメラ動画実証実験

現在までの技術開発で、静止画像の共有については実用レベルとなった。次のステップとして、「動画共有」を目的とし研究開発を行っている。

災害現場での使用を想定しているため天候・気温・湿度・埃・衝撃等の悪条件でも長時間安定動作する事が必須条件である。現在でも運用が可能な試作1号機、5G等次世代の通信技術を用いた試作2号機を用いて実証実験を行った。ここでは試作2号機について説明する。

表-3 動画実証実験概要

	試作1号機	試作2号機
機器		
		
設置箇所	地上	バックホウ(遠隔操縦用)
通信技術	4G	5G



写真-8 動画実証実験

通常搭乗して操作を行う操縦者と同じ視点となるようにバックホウのフロントガラスに試作2号機を設置し、離れた対策本部車の中で配信された動画を確認しながら遠隔操縦を行った。(表-3, 写真-8)

実験の結果、試作2号機を用いた操作は通常のカメラでは見ることのできない左右側面部の確認やバックホウの前下面の足元部等を確認でき、有効であることがわかった。

10. 今後の取り組み

現在の遠隔操縦専用機での操作は、人間が搭乗して操作した場合の半分以下の作業効率である。そこで5G・AI技術を用いた360°カメラを用いることで、実際に人間が搭乗して操作した場合と同レベルまで作業効率を上げることが目標とし技術開発を行う予定である。

5Gは通信能力が数十～百倍程度に向上するだけでなく、遠隔操作でネックとなる遅延対策に多きなメリットがある。現在の技術では、映像の圧縮・伝送・解凍等で0.2秒程度の遅延が生じる。例えば、遠隔操作器のレバー操作をしてもバックホウ本体側のレバーが作動するのに0.2秒程度の遅れが生じるということとなる。このことが遠隔操作を行う上での作業効率低下の一因となっている。5Gでは、この遅延を0.001秒程度まで小さくすることが可能で、実質上人間が遅延を認識できないため問題が解消する、と言われている。

また360°カメラに搭載したAIが画像を認識解析し、人間の接近等操縦に必要な情報をオペレータに伝達することが可能である。

11. 終わりに

今回は災害時における360°カメラの活用を目的に実証実験等を行ったが、災害時に限らず設計検討や維持管理、合意形成等においても大変有効な技術と考えられる。今後、様々な場面で利用をしながら新たな活用方法を模索し、検討を重ねていきたい。