

山間部で DX 推進！

～衛星コンステレーションを活用したインターネット通信公共事業初導入～

三輪 憲太¹

¹国土交通省中部地方整備局 越美山系砂防事務所 調査課技官

越美山系砂防事務所管内の電波不感地帯におけるインターネットサービスの利用について、2023.3に関係機関の協力を得つつ低軌道周回衛星を活用した実証実験を行った。実証実験の中では、工事現場との遠隔臨場や UAV による映像のリアルタイム配信の実証実験を行い、遠隔臨場システムによる配信確認や UAV による映像のライブ配信状況を確認した。

今回は、実証実験により判明した今後の活用に向けた課題や可能性について紹介する。

キーワード：インフラDX、働き方改革、衛星コンステレーション

1. はじめに

中部地方整備局越美山系砂防事務所の直轄事業は、岐阜県本巣市の山間部および揖斐川町のほぼ全域で行っている（図-1）。事業区域には、標高約1,600mの能郷白山や1,300m級の冠山などの山地が連なる越美山地がある。ここでは、雨や雪が多く年間降水量は、3,000mmを超える年がある一方、地質は脆弱で土砂流出が多いことで知られている。このような地形、地質、気象のため幾度も土砂災害が発生している。

このような厳しい自然環境下で土砂災害を防止する砂防事業などの地域のインフラ整備・維持は、安心・安全の確保を担う地域の守り手である建設業が担っている。

2. インフラ分野のDX推進

建設業の現状は、担い手が不足し建設業者数、

建設業就業者数がピーク時より20%以上減少しており、その原因は、労働人口の減少、賃金、労働時間、休暇等の労働環境にあると言われている。今後も担い手を確保するには、働き方改革の取り組みを進めていく必要がある。

国土交通省では、インフラ分野においてデータとデジタル技術を活用して社会資本や公共サービスを変革するとともに建設業や国土交通省の文化・風土や働き方を変革し、安全・安心で豊かな生活を実現すべくインフラ分野のDXを推進している。当事務所では2022年度に「越美山系砂防事務所インフラDX行動計画」を策定・推進している（図-2）。

DX推進のため、当事務所では「砂防 ICT 意見交換会」（図-3）を実施しており、本意見交換会では、建設 ICT を推進していくにあたり、発注者と工事・業務受注者の3者が連携して課題を解決するための議論を行い、その議論を踏まえ ICT 建機メーカー、通信企業等と打ち合わせを実施している（図-4）。



図-1 事業区域位置図



図-2 越美山系砂防事務所インフラDX行動計画



図-3 砂防ICT意見交換会



図-4 ICT 建機メーカー、通信企業等との打ち合わせ

各位との議論で、働き方改革や建設 ICT の推進による生産性向上が進まないのは、山間部では通信電波が届かない地帯（図-5）が多く、モバイルデータ通信ができないことが支障となっているとの意見が多く寄せられていた。また、岐阜県、本巣市、揖斐川町等の自治体からも山間部の通信環境の構築について意見が寄せられており、これらの意見を踏まえ、通信環境の構築に向け関係機関の皆様と議論を重ねてきた。

3. 衛星コンステレーションについて

砂防事業は、工事箇所が点在し数年から10数年程度の期間で工事を行うため、広く通信インフラとして採用されている光ファイバー網の敷設や通信基地局等による通信インフラ構築は多大な費用と時間を要するため適さない。

近年、人工衛星に使用される機器の小型軽量化や衛星打ち上げ費用の低廉化により、小型の人工衛星の実用化が比較的容易になっていることを受け、中・低軌道に打ち上げた多数の小型非静止衛星を連携させて一体的に運用する「衛星コンステレーション」が構築されている（図-6）。

衛星コンステレーションは、通信の遅延時間が短



図-5 管内のモバイルデータ通信不能エリア

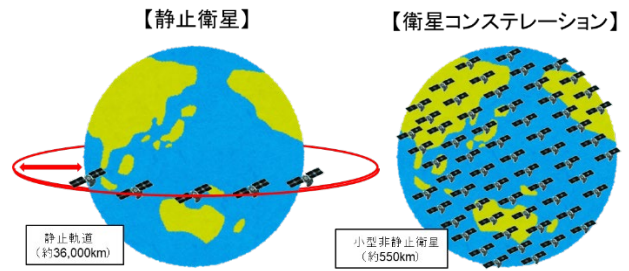


図-6 衛星コンステレーションの外観イメージ

い中・低軌道を周回する非静止衛星を用いるため、世界全域を対象として、緊急時・平時を問わず、陸上・海上・航空機上で、高速大容量通信など多様な通信サービスの提供が可能となる。

衛星コンステレーションによるブロードバンドサービスは安価で通信速度が速く、受信機等の移動も可能である。

今回は、2022年10月から東日本で、同年12月から西日本で提供が開始された、衛星ブロードバンドサービスを用いて、当事務所管内で通信環境構築の可能性について実証実験を実施した。

4. 実証実験の概要

実証実験は、モバイルデータ通信等の不安定な通信環境である堂洞第一砂防堰堤で「遠隔臨場実証実験」及び、モバイルデータ通信等の通信ができない環境である百々之木谷第1砂防堰堤（図-7）で「UAV リアルタイム配信実証実験」を実施した。使用した機器は、アンテナと市販の4G回線用のルーター等（図-8）で、容易に運搬することが可能であった。

実証実験にあたっては、表-1に示す、関係機関



図-7 実証実験位置図

表-1 実証実験の開催概要

<p>【開催概要】 日時:2023年3月13日(月)10:30~11:30 場所:視察会場:道の駅 星のふる里ふじはし (岐阜県揖斐郡揖斐川町)</p> <p>1)遠隔臨場実証実験:堂洞第1砂防堰堤 2)UAVリアルタイム配信実証実験:百々之木谷第1砂防堰堤 協力:岐阜県, 揖斐川町, 本巣市 (一社)岐阜県建設業協会,(一社)日本建設機械施工協会中部支部,(一社)岐阜県建設コンサルタンツ協会,(一社)揖斐建設業協会,(一社)中部地域づくり協会,(一社)岐阜県測量設計業協会,KDDI(株),(株)パスコ砂防工事安全技術協議会他</p> <p>現地視察者数:約70人 WEB 視聴者:約150人</p>



図-8 使用機器

の協力を得て実施した。実証実験の視察会場は揖斐川町の「道の駅：星のふる里ふじはし」とし、各実証実験現場から視察会場、国土交通省砂防部、中部地方整備局、岐阜県、本巣市、揖斐川町、その他事前に応募のあったWEB 会議視聴者とWEB 会議システムで接続して、実験状況の配信を行った(図-9, 図-10)。なお、視察者は、約220名(来場者数約70



図-9 実証実験会場(道の駅:星のふる里ふじはし)

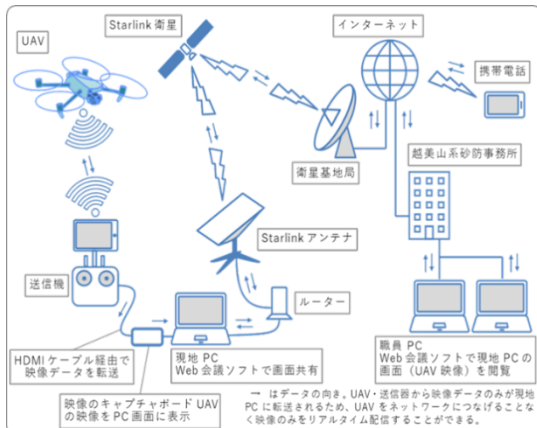


図-10 「UAV リアルタイム配信実証実験」WEB 配信イメージ

名, Web 視聴者150名)であった。

5. 実証実験の目的と結果

(1) 遠隔臨場実証実験の目的と結果

堂洞第1砂防堰堤は、モバイルデータ通信エリアであるものの、樹木が生い茂り、谷が深い地形のため、音声や映像の途切れなどが発生し遠隔臨場がスムーズにできない現場である(図-11)。「遠隔臨場実証実験」では、既存のモバイルデータ通信と衛星コンステレーションによる通信状況を比較し、通信状況(映像の連続性や音声等の品質)や建設現場における適用性、課題等を確認した。

実験の結果、モバイルデータ通信(4G)では通信途絶時間が多く、映像配信に途切れが発生した。一方、衛星コンステレーションは、衛星切り替え時に一瞬の通信遅延があったものの通信速度は約20Mbps以上で鮮明な映像が配信できスムーズな遠隔臨場ができた(図-12)。

(2) UAVリアルタイム配信実証実験の目的と結果

百々之木谷第1砂防堰堤工事現場は、モバイルデータ通信や静止衛星による通信ができない現場である(図-13)。「UAV リアルタイム配信実証実験」では、UAV 撮影映像を衛星コンステレーションとWEB 会議システムでリアルタイム配信し、その際の通信状況(映像の連続性や音声等の品質)を確認した。また、遠隔地からの指示を受けリアルタイムで現地確認する場合を想定し、WEB 会議参加者の岐阜県庁から撮影場所の指示を受け UAV が指示を



図-11 遠隔臨場実証実験(堂洞第1砂防堰堤)



図-12 遠隔臨場システム画面



図-13 UAVリアルタイム配信（百々之木谷第1砂防堰堤）

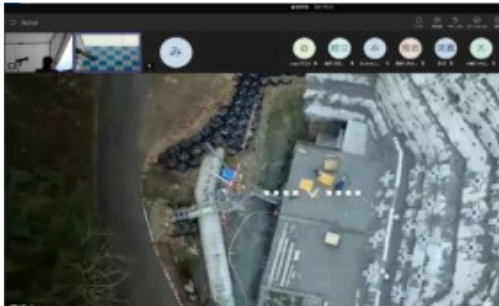


図-14 UAV リアルタイム配信画面

受けた場所の映像配信をした。

実験の結果，UAV 撮影映像を高画質でリアルタイム配信でき，遠隔地からの指示を受けて UAV 映像配信することができた（図-14）。

(3) 実証実験で得られた知見と今後の活用

今回の実証実験により，衛星コンステレーションを活用することで，山間部で通信環境を構築することが可能であることを確認した。

a) 工事現場での活用

遠隔臨場や UAV 撮影映像をリアルタイム配信できることを確認した。遠隔臨場などの実施に伴い現場と事務所間の往来が減り，GX 推進にも繋がると考えられる。実験後，衛星コンステレーションによる通信サービスを導入した工事現場の受注者からは，「現場で通信連絡が可能となり，本社や発注者と連絡できるようになり業務が効率化された。」

「現場に通信環境が整備されたことにより，急激な気象状況の変化を速やかに把握することが可能となった。」等の意見が寄せられた。

b) 災害時の活用

山間部などの通信環境が悪いところで災害が発生した場合において，被災状況の迅速な把握が期待される。国土交通省では，大規模な自然災害時に被害状況の迅速な把握，被害の発生の拡大の防止，被災地の早期復旧などに取り組み，被災自治体を支援する「TEC-FORCE」が設置されている。今回の実験で用いた衛星コンステレーションとウェアラブルカメラやUAV をリンクさせ，被災状況のリアルタイム配信や，被災状況調査結果を共有するアプリケーションTEC アプリ（図-15） SMARTSABO（図-16）による即時の状況報告を行う



図-15 TEC アプリ（被災状況調査支援ツール）



図-16 SMART SABO（砂防調査・管理効率化ツール）

ことができれば迅速に被災自治体の支援が可能になると思われる。

さらに，アンテナ等の機器さえあれば通信することのできる衛星コンステレーションは，非常時の通信手段としても有効であると考えられる，自然災害により既存の通信インフラ設備が損傷し，主回線の通信が遮断した場合に，非常用の通信手段として避

難所の通信環境整備や企業・自治体の通信環境維持に利用し，BCP対策として利用することができる。

c) 観光業での活用

建設分野での活用や災害対応の他に，これまで通信環境のなかった山間部の山小屋や離島などの観光地で通信サービスを提供することが可能となり，観光産業の発展，地域の活性化が期待できる。

d) 衛星コンステレーションによる通信の課題

現状としては，本実証実験前に数箇所の工事現場で実験をしたところ，アンテナの設置箇所の上空視野角が100°開けた場所でないと安定した通信ができなかった。また，上空が開けていない場所では，アンテナを設置しても通信できるまでに10分程度時間を要することがあった。電波を受信できる箇所があれば，ルーターを使用することによってアンテナから離れた現場で活用可能となるものの，全ての現場で上空視野角を確保できるとは限らない。

今後，多くの工事現場で遠隔臨場を実施できるよう各現場で受信可能な設置場所を確認する予定である。

また，全ての現場で数秒の通信遅延があった。これは，アンテナが受信する衛星を切り替える時に生じられると思われる。いずれの実証実験でも支障とはなかったが，通信の遅延は有事の活用の際には支障をきたすことがあり得る。衛星は毎週数十基打ち上げられており，通信環境は改善されているため，今後，通信遅延が解消されることが期待される。

なお、将来は衛星とスマートフォン等との直接通信が可能となる動向が示されており、衛星から直接位置情報等を取得できるようになれば、遠隔地から UAV をコントロールして流域監視などができる等、業務の省力化・高度化や ICT 施工の推進が期待できる。

6. おわりに

今回の実証実験により、通信ができなかった山間部でも上空が開けた箇所にアンテナを設置すれば、データ通信ができることを確認しました。これを活用し、働き方改革を推進し、安全・安心で豊かな生活を実現すべくインフラ分野の DX を推進します。

今年度は、既存の 3 次元データに TLS や Li DAR

スキャナで得たデータを取り入れ、3次元空間で用地境界立ち会いや関係機関と打ち合わせ等を行うことを目標としています。併せて、各分野の新技术・新工法等をいち早く取り入れながら3次元モデルをあらゆる段階で導入することで事業関係者間の情報共有を容易にし、建設生産・管理システムの効率化・高度化を目指す BIM/CIM を推進してまいります（図-17）。

謝辞：この度の実証実験が実施できたのは、ひとえにご協力頂いた皆様のおかげです。誌面を借りて感謝を申し上げますとともに、今後も意見交換等を重ねながら皆様と共に DX を推進して参りますので、ご協力を賜りますようよろしく御願ひ申し上げます。



図-17 DX 推進に向けた取り組み