

防災ヘリ「まんなか号」に搭載した衛星通信システムの効果について

内藤幸浩¹・梅原嵩仁¹

¹中部地方整備局 情報通信技術課（〒460-8514 名古屋市中区三の丸2-5-1）

防災ヘリ「まんなか号」は中部地方整備局が管理するヘリコプタであり、災害発生時に上空からの映像を災害対策本部等にヘリコプタ画像伝送システムにより伝送することで、被災状況調査に活用している。東日本大震災や紀伊半島大水害等の対応において、従来のシステムでは電波遮蔽物等による中継局との通信遮断や、同一地域に複数機のヘリコプタが飛行しても1機のみ映像しか受信できない問題が発生した。そこで、通信衛星を介して通信することで改善を図った。本件では、防災ヘリ「まんなか号」に搭載した衛星通信システムについて紹介する。

キーワード：ヘリサットシステム、広域化、高画質化

1. はじめに

平成28年4月14日に起こった熊本地震をはじめ、近年では洪水等の自然災害による被害が多発している。災害発生時に迅速に上空からの映像を伝送し共有することはきわめて重要である。

国土交通省では自然災害発生時において、迅速な対応のために8機の防災ヘリコプタを配備しており、中部地方整備局ではそのうちの1機である「まんなか号」を管理している。東日本大震災や紀伊半島大水害等においてヘリコプタによる被災状況調査が行われたが、通信方法について課題が残る結果となった。

一方で、災害発生時に、国土交通省では衛星通信を被災状況の調査や被災現場との通信を行う手段として利用している。衛星回線を用いることで地上での災害の影響を受けず、安定した通信が可能である。具体的には災害発生時に、Ku-SATや衛星通信車による、衛星通信を利用した被災現場の状況調査が行われる。

そこで、ヘリコプタとの通信手段として衛星通信を利用することで改善を図った。中部地方整備局では、ヘリコプタに搭載する衛星通信システム（以下「ヘリサットシステム」という）を整備し、平成28年度より運用に入るため、その効果について紹介する。

2. 従来のシステムの問題点

ヘリサットシステムが用いられる以前は、映像通信手

段としてヘリコプタ画像伝送システム（以下「ヘリテレ」という）が用いられていた。

ヘリテレはヘリコプタと飛行地域付近の中継局間で無線通信を行い、地上回線を経由することで整備局と映像や音声の伝送が可能なシステムである。また、運用範囲は1局の中継局から半径30～100kmであり、運用範囲を拡大するには多くの中継局が必要になる。（図-1参照）

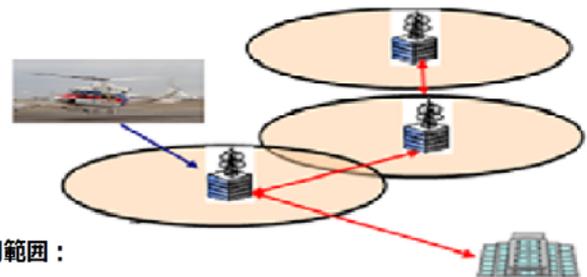


図-1 ヘリテレの運用範囲

ヘリテレの使用に関して、中継局との通信が必須である。そのため、災害等により中継局が破損した場合や、ヘリコプタと中継局との間に山岳等の電波遮蔽物が存在する場合は映像伝送が困難であった。また、大規模災害時には防災業務計画（BCP）に基づき、近隣地方整備局に応援要請し複数機のヘリコプタによる被災調査が行われるが、同一地域で映像伝送可能であるのは1機に限られる。撮影画像は画質も低く、利用方法にも課題が残った。（図-2参照）

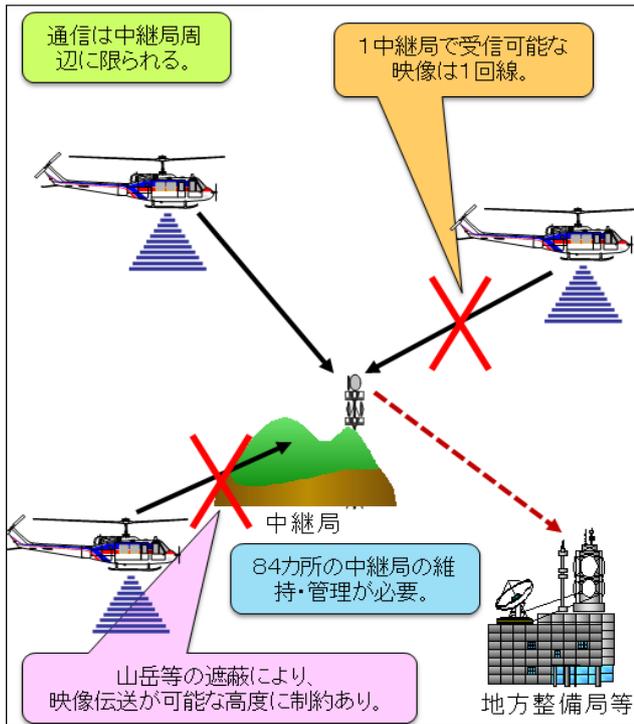


図-2 ヘリテレの概要

3. システム概要

ヘリサットシステムとはヘリコプタと衛星を利用して通信を行うシステムである。衛星と通信が可能な地上局は本省と近畿地方整備局の2ヶ所に設置されており、ヘリコプタから衛星に伝送された映像は地上局に送信され、その後地上局から各地方整備局に対して映像を配信する。ヘリサットシステムの導入により、同一地域に飛行中のヘリコプタ複数機の映像受信が可能になり、遮蔽物による影響も受けなくなった。(図-3参照)

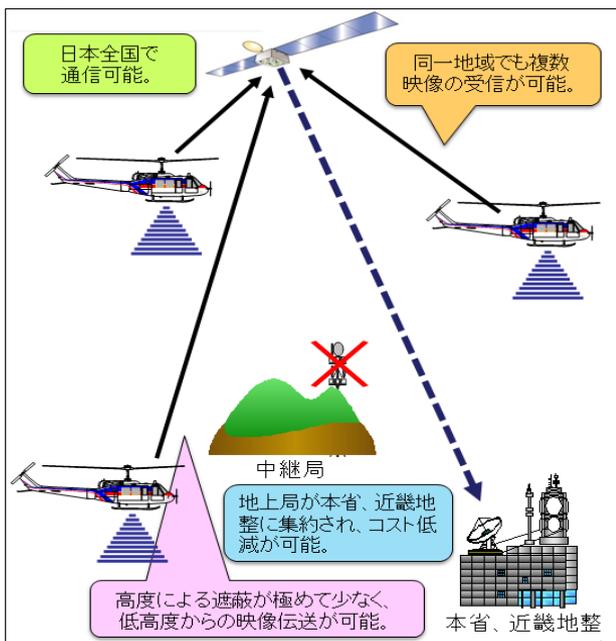


図-3 ヘリサットシステムの概要

(1) ヘリコプタ搭載設備

ヘリコプタには、機外にアンテナ装置とカメラ装置が設置されており、機内には映像設備や衛星通信系の操作設備が搭載されている。図-4にヘリサットシステムの機外設備の外観を示す。



図-4 ヘリサットシステム機外設備

今回のヘリサットシステムの整備にあわせて、カメラ装置の更新を行った。以前のカメラはアナログTV相当の画質だったが、フルハイビジョン相当の画質に向上した。

(2) 地上局設備

地上局は、本省と近畿地方整備局の2ヶ所に設置されており、衛星通信の接続、映像等の回線設備の設定、地方整備局等への配信を行っている。

(3) 中部地方整備局設備

中部地方整備局では3階の災害対策室にヘリコプタの位置情報や映像等を表示する設備が備わっている。図-5に実際に3階災害対策室に設置されている設備の外観を示す。



図-5 災害対策室のヘリサットシステム設備

(4) 衛星回線

衛星通信を行う際は、衛星回線の契約を行う必要がある。国土交通省では常時専用で使用可能な「終日専用回線」と、回線事業者の回線に空きがあれば使用可能な「臨時回線」の利用が可能な契約としている。

衛星回線の契約は、高価であるため、帯域を限定して契約しており、ヘリサットシステムの全国配備台数に合わせて契約の拡充を予定している。また、臨時回線契約を可能とすることで、回線費用の縮減を図っている。

表-1は終日専用回線について、今年度の利用可能な伝送速度と回線数をまとめた表である。表-2は臨時回線における利用可能な伝送速度と回線数をまとめた表である。表-3は伝送速度と画質の関係をまとめた表である。また、表-3中のfpsは1秒間に送る画像の枚数を表しており、枚数が多いほどなめらかな映像を伝送できる。

表-1 平成28年度終日専用回線（常時利用可能）

パターン	伝送速度・回線数
①	3Mbps × 2回線
②	768kbps × 3回線または 1.5Mbps × 3回線
③	6Mbps × 1回線

表-2 臨時回線（回線に空きがある場合利用可能）

パターン	伝送速度・回線数
①	768kbps × 2回線または 1.5Mbps × 2回線
②	3Mbps × 1回線
③	6Mbps × 1回線

表-3 伝送速度と画質の関係

伝送速度	解像度	fps
768kbps	720x240	15
1.5Mbps	960x540	15
3Mbps	1440x540	15
6Mbps	1440x1080	30

4. 主な機能

(1) 映像伝送機能

カメラ装置により撮影されたライブ映像をヘリコプタの位置情報（緯度・経度、高度等）のデータと音声信号とあわせて伝送する。

(2) 静止画像作成機能

静止画像をライブ映像から作成し、位置情報やカメラの角度等の情報に基づき地図上に画像貼り付けることが可能である。

5. 用いられている技術

(1) 衛星の自動補足

飛行しながら衛星通信を行うため、常に衛星の方向に向けて通信する必要がある。そのため、GPS情報や姿勢センサ等から機体の動きを検知し、衛星を自動補足・自動追尾を行う機能を有する。

(2) ヘリコプタの通信遮断対策

衛星通信を行うに当たり、アンテナがヘリコプタのブレードの下部に取り付けられているため、ヘリコプタの方向や姿勢により通信に影響が出る場合がある。図-6にヘリコプタの姿勢や方向違いによる通信遮断について示す。図-6において、ヘリコプタAではアンテナと衛星の間に機体が入り通信ができない。

機体自体の影響により通信が遮断されてしまう場合、自動で送信停止の制御を行う機能を有する。また、機体による通信遮断時でも機内のモニタで通信状況を確認できるため、ヘリコプタ内で方向と姿勢の制御が可能である。

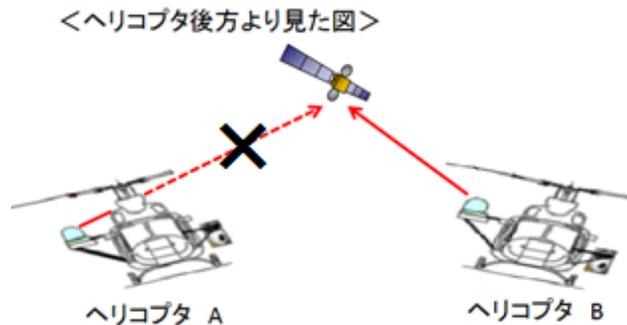


図-6 機体自体による通信遮断

(3) 間欠通信

ヘリコプタに搭載されているアンテナと衛星の間には、ヘリコプタのブレードが回転しているため、ブレードの遮蔽を考慮した通信方法が用いられている。

(a) 受信方式

ヘリコプタが地上局から受信を行う際には、同じデータを複数回にわたり伝送している。そうすることにより、ヘリコプタのブレードによる通信の遮断がないデータを受信することができる。（図-7参照）

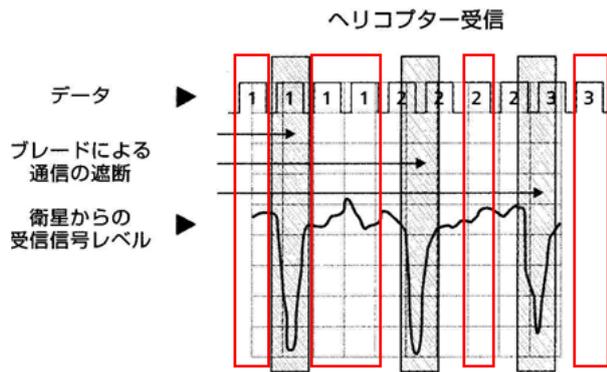


図-7 ヘリコプターの受信方式

(b)送信方式

ヘリコプタから地上局に送信を行う場合は、ヘリコプタのブレードの合間をぬうようにデータを送信している。(図-8参照)

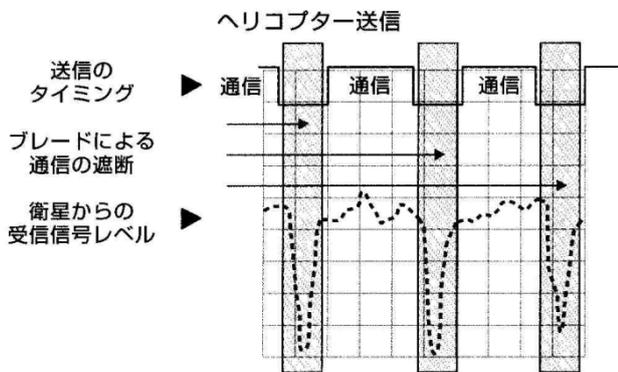


図-8 ヘリコプタの送信方式

(4)通信遮断中の対応

ヘリサットシステムでは5章(2)でも説明したように、ヘリコプタの姿勢等により通信が遮断された場合の対策もされている。実際に、通信が一時的に遮断された場合、ヘリコプタ内で送信できなかったデータを圧縮し通信が回復した際に送信する。そうすることで送信できなかった映像もコマ送りで見る事が可能となった。

6. 導入による効果について

本章ではヘリサットシステムの導入により得られた効果について説明する。

(1)サービスエリアの拡大

衛星通信を利用することで、中継局との通信環境にとられず通信が可能になったため伝送エリアが拡大した。(図-9参照)

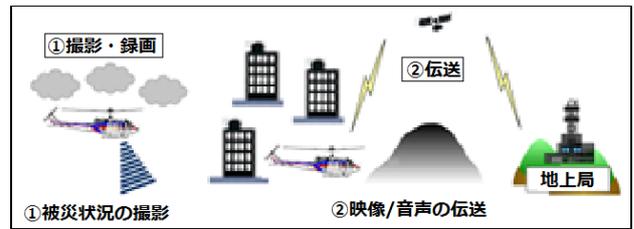


図-9 サービスエリアの拡大

(2)複数機による同時映像送信

ヘリテレでは1局の中継局に対して1機のヘリコプタのみ映像の送信ができたが、ヘリサットシステムでは複数機による同時映像送信が可能となった。

(3)撮影映像の高画質化

ヘリコプタの搭載カメラで撮影できる映像は、フルハイビジョン相当(1920x1080 約220万画素)の画質に向上し、84倍ズームが可能となった。これにより、遠方から高精細の映像を得ることが出来る様になり、被災調査の効率および精度の向上が期待される。また、ヘリコプタの機内にある録画装置に撮影したままの高画質の映像を保存し、ヘリコプタを降りた後から利用することが可能となった。

(4)撮影画像の幅広い活用

ヘリサットシステムにより撮影された画像は地図上に自動で貼り付けが行われ、ヘリコプタが通った経路の航空写真が作成される。(図-10参照) 地図画面上にヘリコプタの航路や撮影範囲の表示も可能である。こうした写真や地図は被災状況の面的な把握や、関係機関との情報共有に活用できる。また、統合災害情報システム(DiMAPS)との連携もあり災害対応においてさらなる活用が期待される。

さらにweb配信機能により行政端末からもヘリコプタの現在フライト位置が確認できるほか、過去フライトの飛行航路と航路に対応した画像をコマ送りで表示することが可能である。(図-11参照)



図-10 地図・映像表示端末表示機能

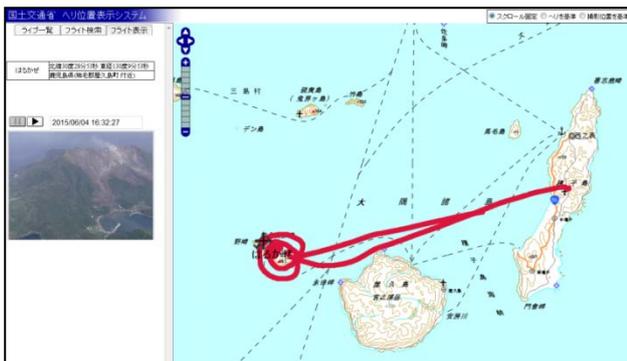


図-11 web配信画面

7. 災害時の活用事例（熊本地震での活躍）

国土交通省は熊本地震の対応の中で、ヘリサットシステムによる被害状況調査を行っていたため、その事例を紹介する。

熊本地震では、防災ヘリ「はるかぜ号」と「愛らんど号」、「ほくりく号」の3機が出動し、阿蘇大橋や九重連山の被災状況調査および砂防調査を実施した。出動した防災ヘリのうち「はるかぜ号」と「愛らんど号」にはヘリサットシステムが搭載されており、中部地方整備局でもリアルタイムで映像の確認（図-12参照）および全職員のクライアントで地図上に貼り付いた画像を見ることができ、被災状況の把握に活用された。（図-13参照）



図-12 リアルタイム映像「阿蘇大橋 被災調査」2016/04/17
愛らんど号



図-13 統合災害情報システム (DiMAPS) 2016/04/18
はるかぜ号

8. 運用の留意点

ヘリサットシステムの留意点として、以下があげられる。

ヘリコプタに搭載したアンテナと衛星との間で通信遮断の大きな原因は自身の機体であり、その通信遮断の状況は、機体内のモニタによって確認することができる。そのため、オペレータとパイロットが連携し、ヘリコプタの方向や姿勢を制御することで、機体による通信遮断を軽減することが可能である。ヘリコプタの運航の際は、特に、旋回時においては機体の方向や姿勢による通信遮断やカメラワークを考慮しながら運用する必要がある。

衛星回線に制約があるため、ヘリコプタが同時に運航する台数に反比例して伝送できる映像の画質が下がる運用になっている。そのため、ヘリコプタを同時に複数機運航する際に高画質での映像の伝送を行う場合は、回線利用のタイムスケジュールの厳密な調整や、緊急時に臨時回線を効率的に利用する等の運用面での工夫が必要である。

9. 今後の展開

現在、国土交通省が管理しているヘリコプタ8機のうち、4機はすでにヘリサットシステムの実装が完了しており、残りの4機も順次整備を進めている。ヘリサットシステムが実装されたヘリコプタが増えることで、通信に利用する衛星回線について対応が必要である。

ヘリサットシステムの導入により、リアルタイムで高画質な映像を伝送できるようになったため、より広域の詳細な被災状況の調査が可能となった。そのため、広域災害時における迅速な状況把握の有用な手段として、今後の活用が期待される。