

阿蘇大橋地区斜面防災対策工事（直轄砂防関連緊急事業）における 「無人移動体画像伝送システム」を用いた無線通信に関する実験報告

国土交通省九州地方整備局
(株)熊谷組
工学院大学

野村 真一 伊藤 宗輝
正会員 坂西 孝仁 正会員 大本 晋士郎 ○正会員 古谷 駿
羽田 靖史

1. はじめに

平成 28 年 4 月 16 日に発生した熊本地震により阿蘇大橋地区の斜面が崩壊した。阿蘇大橋地区斜面防災対策工事（以下本工事）はその対策として斜面上部に残る不安定土砂の除去と斜面からの土砂や落石を捕捉する土留盛土の築堤を行う工事である。本工事では余震や降雨等による二次災害が懸念されるため無人化施工により行われた。

無人化施工では通信が途切れにくいこと通信遅延の少なさが重要である。このようなニーズに対し、平成 28 年 9 月電波法が一部改正され「無人移動体画像伝送システム」[1]が利用可能となった。本報告では「無人移動体画像伝送システム」で利用可能となった無線周波数帯（以下新 2.4GHz 帯、新 5.7GHz 帯）を工事内の遠隔操作式建設機械（以下無人建機）およびドローンに利用し、既存の無線周波数帯との比較を行った結果について述べる。本実験は平成 28 年度建設技術研究開発助成制度による研究の一環として行われたものである。

2. 「無人移動体画像伝送システム」について

今日、無人化施工では現場の状況により既存の無線 LAN 等を組み合わせ、施工を行っている[2]。また航空写真測量で使用されるドローンの通信も既存の無線 LAN 等が利用されている。既存の無線周波数を利用することは伝送能力の制限や他方の無線からの妨害・混信といった問題が存在する。

「無人移動体画像伝送システム」では画像伝送の際の必要要件の検討が行われ、既存の無線 LAN 等と重複しない無線周波数帯を利用することで他方からの妨害・混信を避け、送信出力の向上等により画像伝送能力の向上が可能となった。

3. 実験について

平成 28 年 10 月は既存の無線周波数による実験、平成 28 年 12 月は新 2.4GHz、5.7GHz 帯の無線周波数による実験を行った。

無線機を無人建機とドローンに搭載し本工事内を移動させ、無線機が受信する受信電力値、映像の伝送速度を既存の無線機と比較を行った。



図 1 無人建設機械



図 2 ドローン

4. 実験方法

実験に使用した無人建機とドローンを図 1、2 に示す。無人建機のキャビン内に無線子機、受信電力値記録用 PC、キャビンの前方にネットワークカメラ、ベッセル上部にアンテナと GNSS ロガーを設置した。ドローンには無線子機とネットワークカメラを取り付けた。無線親機は図 3 の位置に設置した。実験で使用した無線機の仕様を表 2 に示す。無人建機とドローンを用いて以下の 2 つの実験を行った。

①無人建機を図 3 に示す本工事内を走行させ新 2.4GHz 帯の受信電力値の計測を一定周期で行い

キーワード 熊本地震, 阿蘇大橋, 砂防事業, 無人化施工, 無人移動体画像伝送システム

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2 番 1 号 (株)熊谷組 土木事業本部 機材部 TEL 03-3235-8627

走行区間内において通信が断絶しないことを確認する。

②無人建機，ドローンを図 3，4 に示す本工事内を移動させ，既存の 2.4GHz 帯と新 2.4GHz 帯，新 5.7GHz 帯を用いて映像を伝送し，それぞれ伝送量やコマ落ちの有無を確認する。

5. 実験結果

受信電力値の結果を図 5 に示す。無人建機が本工事内を走行した際に取得した電界強度は平均-97.75dBm であった。ただしこの値は無線機で取得したものであり絶対値ではない。

無人建機からの映像は，既存の 2.4GHz 帯について本工事内では途切れることなく映像の伝送が行えることを確認した。新 2.4GHz 帯では 5Mbps 以上のデータ容量で映像を伝送するとコマ落ちが発生することを確認した。新 5.7GHz 帯については 10Mbps 以上でも映像はコマ落ち等が発生せず正常に伝送することを確認した。

ドローンからの映像では，既存の 2.4GHz 帯では飛行中通信が断たれてしまったが新 2.4GHz 帯では今回飛行した範囲で途切れることなく通信を行うことができた。

6. 考察

受信電力値の平均値(図 5)から既存の 2.4GHz 帯の周波数と同程度の平均値を得ることができ，本工事内において通信が途切れることなく利用できることが分かった。

今回実験で使用した無線機は既存の無線機と比べ出力が大きいため，既存 2.4GHz 帯の無線機と比べ長距離においても通信が可能となった。しかし，データ容量が大きい映像を伝送する際にコマ落ちが発生した。原因として実験で使用した無線機のチャンネル幅が既存の 2.4GHz 帯では 20MHz, 22MHz であるのに対して 5MHz と狭いことがあげられる。チャンネル幅が狭くなると伝送可能なデータ量が少なくなり，データ容量の大きい映像を伝送する際にコマ落ちが発生してしまったと考えられる。

新 5.7GHz 帯についてはチャンネル幅が既存の周波数と同様 20MHz であるため問題なくデータを伝送することができた。

7. まとめ

新 5.7GHz 帯に関しては従来の無線周波数と同様に使用可能であり有用性を確認することができた。

新 2.4GHz 帯に関して，本実験で使用した 5MHz 幅は映像伝送のようなデータ容量が大きい通信ではなく長距離においても無線が途切れることが無いことから，無人建機の操作情報のようにデータ容量が小さい通信に向いていると考えられる。

8. 参考文献

- [1] 総務省，電波法施工規則等の一部を改正する省令，http://www.soumu.go.jp/menu_hourei/s_shourei.html
- [2] 北陸地方整備局，無人化施工 設計施工マニュアル

表 2 実験で使用した無線機の仕様

周波数帯	2.4GHz	5GHz
チャンネル数	5MHz幅 2ch	20MHz幅 5ch
出力	400mW	50mW
動作温度湿度	-40～+65℃ 0～90%	
防水防塵性能	IP65	
寸法	(W)150(H)115(D)55 mm	
重量	450 g	



図 3 無人建機の経路無線親機の位置

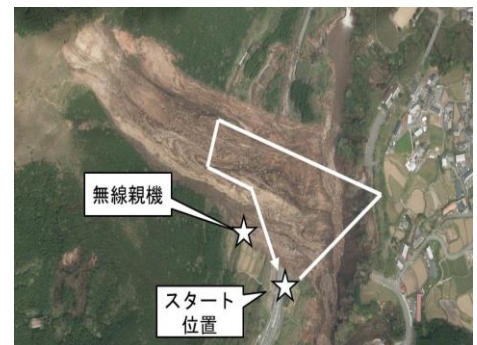


図 4 ドローン飛行軌跡
受信電力値の平均値

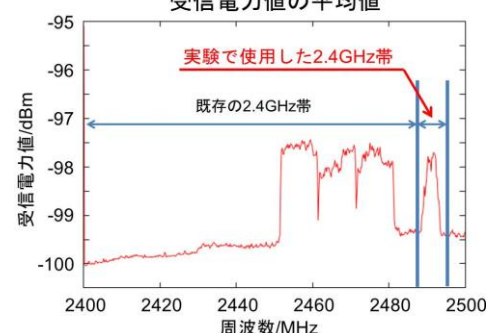


図 5 受信電力値の平均値