

大規模噴火時の緊急対策実施上の課題に対する AR 技術の活用について

国土交通省九州地方整備局九州技術事務所 坂井佑介、光益慎也
株式会社地圏総合コンサルタント ○内柴良和、家田泰弘、溝口裕也

1. はじめに

桜島の大正噴火(1914)や富士山の宝永噴火(1707)など、わが国では広域的な降灰をもたらす火山噴火が繰り返し発生している。そのような噴火が発生した際にも、砂防として緊急減災対策を実施することになる。しかしながら様々な噴火現象の影響が想定される中で、緊急減災対策を迅速に行うためには、資機材・人材の確保、視界不良や対策箇所へのアクセス困難、除灰土捨場の確保等の多様な課題が想定される。本稿では、このうち降灰による視界不良環境下での緊急的な無人化施工を実施する際の課題に対して、近年発達が著しい、レーザー測量やAR(拡張現実:Augmented Reality)技術を活用した課題解決手法を提案する。



図 1 降灰時の視界不良状況

写真出典:平成27年度九州国土交通研究会資料
『桜島の爆発・噴火時の対応と降灰除去について』大隅河川国道事務所,上原ら

2. 降灰による視界不良時の無人化施工の視覚補助

2.1 降灰環境下における無人化施工の問題点

火山噴火時の緊急対策実施に際して、降灰時の視界不良の影響を顕著に受けるのは、無人化施工である。大隅河川国道事務所が実施した桜島における視界不良時の無人化試験施工では一定以上の降灰環境下では視界を確保できないため作業を実施できないとの調査結果もある。特に問題となるのは、以下の点である。

- ①周辺の地形形状、走行ルートが分からない
- ②無人機の位置、方向、姿勢が分からない

特に、地形形状については火山噴火時には噴石や降灰、地盤の変動、あるいは対策の進捗等により逐次地形が変化する可能性がある。したがって、降灰環境下においても、ある程度リアルタイム性をもって地形情報を把握と、その中での無人機の位置情報を把握することが重要となる。

2.2 無人化施工時の視覚補助システムのイメージ

このような問題に対し、レーザー測量や AR 技術を活用することで視覚補助システムを構築できると考えた。

ある程度のリアルタイム性をもった地形変化の把握は、水中であれば音波を用いた3Dソナーが適用できるが、地上においてはレーザーキャナや画像解析等による対応が考えられる。また、無人機の位置、方向、姿勢に

ついては、無人機に搭載した GPS やジャイロセンサーを活用することができる。

レーザー測量等による地形データを用いた施工管理は情報化施工の分野で実用化されていることを踏まえると、地形情報を準リアルタイムで取得し、無人機オペレータの操作情報としてリアルタイムで表示するシステムが構築できれば、技術的には実現可能と考えられる。(図 2)

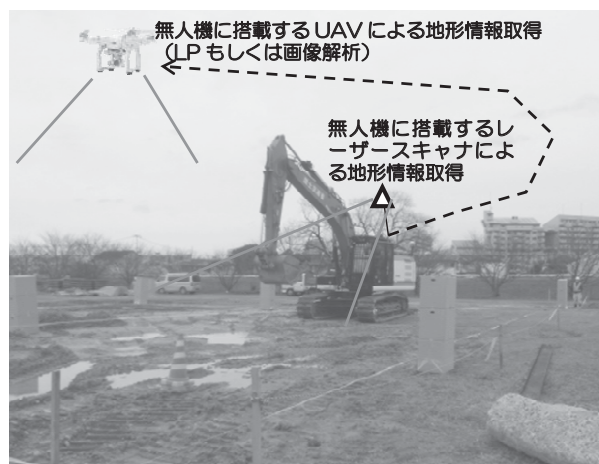


図 2 無人機にレーザーキャナ等を搭載した運用イメージ

3. AR アプリによる実地検証

3.1 開発したARアプリの概要

視覚補助システムの有効性を確認するために、タブレット端末による実地試験用 AR アプリを開発した。AR アプリは、タブレットのもつ内蔵カメラと 3D 地形データ及びGPSから取得する自機の位置情報を合成表示するものであり、視覚補助システム全体は下図の通りである。

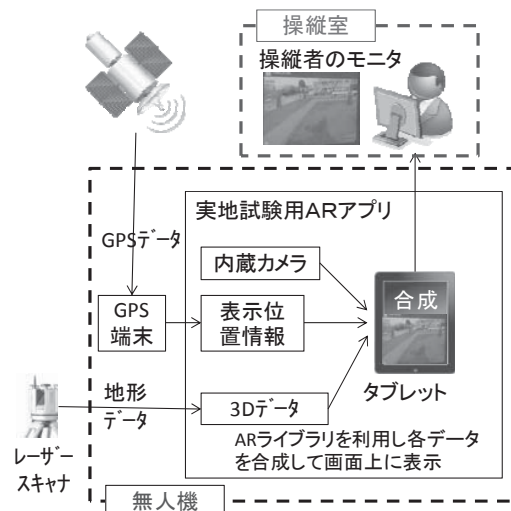


図 3 AR アプリによる視覚補助システムの動作概要図

3.2 実地検証結果

視覚補助システムを搭載した車両(無人機・乗用車)を用いて実地検証を行った。実地検証では、九州技術事務所実験場に設置した模擬地形内で、降灰状況を想定するためにカメラにスモークスクリーンを貼り付け、視界不良状況を再現して走行試験を行った。その結果、視覚補助システムによるコース地形を認識することが可能であることを確認した(図 5)。



図 4 無人機に搭載した視覚補助システムの画像

また、実際に、無人機オペレータに視界不良画像やARアプリによる視覚補助システムを用いた画像を確認(図 4)していただき、ヒアリングを実施した。その結果、視界不良(重度)の場合は作業・走行することは不可能であるが、位置情報の正確性が確保されたARシステムによる視覚補助があれば、十分作業が可能であるとの回答を得た。

3.3 視覚補助システムの課題・今後の展望

(1) 位置情報精度の確保

今回の試験では、重機に搭載したタブレットの電子コンパスが重機内に発生した電磁波の影響で正常に動作しなかったため正しく表示できない場面があった。これに対しては、前述のように無人機のマシンガイダンスシステム用の各種センサー(GNSS、チルトセンサー等)をARシステムに入力することで、精度の高い位置表示精度が確保されると考えられる。

(2) 追加情報や自機情報の表示

試験後のオペレータからのヒアリングより、今後、走行ルートや計画掘削ラインなどの情報をその場で入力す

る機能や、バックホウの姿勢やバケット位置を表示する機能を追加することが望ましい。

さらに、通常無人化施工を実施する際には、車載の主観カメラだけではなく、客観視点カメラも見ながら作業をする場合が多いが、本システムを応用すれば客観視点で 3D 地形内に無人機位置や状態を表示することも可能であるため、擬似的に客観視点カメラ画像を生成することも可能である。

(3) リアルタイム地形情報の取得

前述の通り、レーザースキャナーを重機に取り付けて 3次元地形データを取得することを想定するが、重度の降灰環境下でレーザーが貫通できない場合もあるため、ある程度貫通できる時間帯に随時計測を行うておくことになる。また、そのようにして取得した地形モデルを準リアルタイムでARシステムに表示するシステムが望ましいが、レーザースキャナーデータをARアプリ用地形データに自動変換するシステムを構築する必要がある。その計測およびデータ処理速度がリアルタイム性確保のボトルネックとなる可能性がある。

4. まとめ

火山噴火時の降灰による視界不良環境下での無人機の施工効率性の向上という課題に対して、AR技術による視覚補助システムの適用を検証した結果、本格運用にむけてはいくつかの課題が挙げられるが、一定の可能性を確認することができた。さらに、今回開発したタブレット端末のARアプリと、近年普及の著しいレーザープロファイラデータを活用することにより、様々な場面で防災対応を効率化できる可能性がある。

例えば、初期の緊急調査としてヘリ調査が果たす役割は大きいですが、上空から地形起伏はわかりにくく、視察ポイントを認識するのが困難であり、これらのポイントが判別できないと、土地勘がない調査者が搭乗すると現在位置を把握することが困難であるという問題がある。これに対して、ヘリ搭乗時に視察の補助ツールとして、当ARアプリを活用して、砂防堰堤の位置や主要な施設、ランドマークの位置をAR地形上で表現させ、ヘリ調査時の位置確認の補助とすることが考えられる。

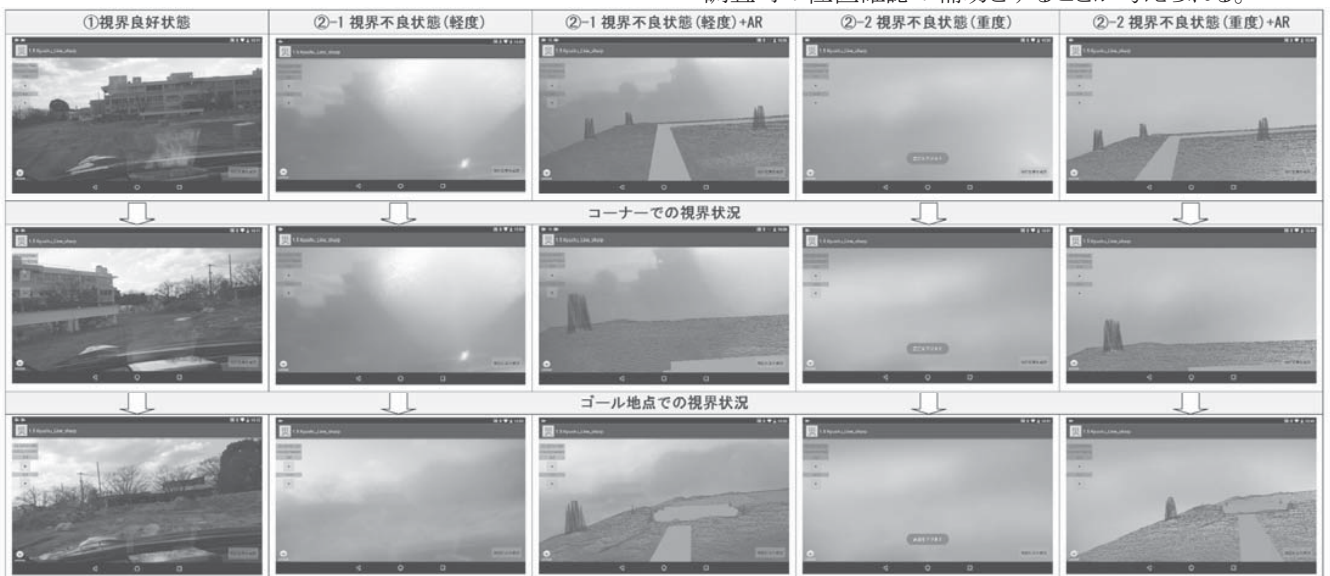


図 5 各種条件下での乗用車による試験コース走行時の画像