

## 熊本地震におけるMMSを活用した河川堤防調査

㈱荒谷建設コンサルタンツ 計測情報システム部

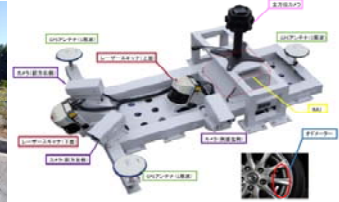
南免羅 裕治

キーワード: MMS, 車載写真レーザ測量, 災害調査



## MMS (Mobile Mapping System) とは

自動車にGNSS、レーザースキャナ、デジタルカメラを搭載し、走行しながら道路及び沿道の3次元デジタルデータを取得する移動体計測システムである  
 <取得データ: ①3次元点群データ、②画像データ、③走行軌跡データ>



## MMSの特徴と利点・欠点

### 特徴① 一度の計測で、多様なデータが同時取得可能(位置情報・点群・画像)

【利点】・従来手法(基準点設置～TS観測)に比べ、短時間で広範囲の計測が可能  
 ・座標は点群から、対象物は画像から特定できるため、データの判別が容易であり平面図作成の他、データベース化などの作業効率が向上  
 【欠点】ブロック塀やガードレール等の遮蔽物の裏は計測できないため補測が必要

### 特徴② 交通の流れに沿って計測できる(時速80km/hまで計測可能)

【利点】交通規制を伴わない計測により、安全性の向上、作業の効率化  
 【欠点】計測は車両が通行できる箇所に限られ、雨天は計測不可

### 特徴③ 安定した精度確保が可能

・衛星不可視の状態でもIMU・オドメータの補完により、連続的にデータ取得が可能  
 ・目的に応じた精度が得られない場合は、標定により補正を行うことで精度向上が図れる  
 【利点】公共測量作業規程の準則に記載され、一般的な測量技術としての利用が拡大  
 ・数値地形図データの地図情報レベルは、500および1000が標準  
 【欠点】高精度を必要とするポイント計測(境界測量等)までは対応できない

## 調査の概要

平成28年4月14日夜から発生した熊本地震により、震源に近い国土交通省の直轄河川の白川、緑川でも河川堤防に大きな被害を受けた。  
 ・国土交通省発表(4/27時点)では、白川44箇所、緑川127箇所の変状を確認

白川、緑川の堤防において、堤防の不陸や亀裂が多数発生しており、堤防の健全性を早急に調査する必要があった。通常行う目視による点検だけでは、全体の状況把握や不陸の調査は困難な状況であった。

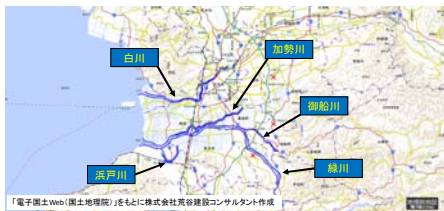
### 【調査の目的】

調査は、MMSを用いて河川堤防天端を計測し、詳細な3次元地形データの取得及び被災状況の画像を記録し、目視では確認できない不陸等の堤防の変状を把握するものである。

## MMS計測の範囲と延長

直轄河川の堤防(左右岸)

- ・白川 34.6km
- ・緑川水系(緑川・浜戸川・加勢川・御船川) 102.3km



画像の青線は、実際にMMSで計測した走行軌跡

## 実施内容

### ① MMSによる堤防高等の計測

・計測方向は、堤防天端を1方向の計測を基本とし、走行位置は堤防天端道路の中央付近とする

### ② 3次元地形データの作成

・GNSSデータの取得間隔は1秒以下とし、車両の位置姿勢解析結果、キャリブレーションデータを用いて、3次元レーザ点群データの生成を行う

### ③ 被災状況の画像記録

・撮影間隔は3mで記録し、取得した全方位画像、固定カメラ画像及び3次元レーザ点群データと計測位置が連動して閲覧できるビューアデータを作成する

実施内容

④ 連続堤防縦断面図の取得

- ・堤防高取得測線を設定し、測線上の点群から10m間隔で標高を抽出する
- ・抽出したデータをもとに連続堤防高縦断面図を作成する

⑤ 堤防変状の高度化検討

- ・堤防天端の3次元点群データから標高段彩図(ヒートマップ)を作成し、堤防の抜け上がり箇所や余裕高不足等の危険箇所を調査する

⑥ オルソ画像作成

- ・3次元レーザー点群データの解析結果及び画像をもとに堤防天端のオルソ画像を作成する

MMS計測の実施

- ・4/16の本震発生→5月初旬に応急復旧及び緊急復旧工事完了
- ・5月中旬からMMS計測を実施

現地踏査

計測経路を現地で確認し、河川利用者の状況確認、計測出来ない箇所、上空の障害物状況等の確認を行った。



計測状況



実施結果『3次元点群データ』



実施結果『画像データ』(MMSビューア)



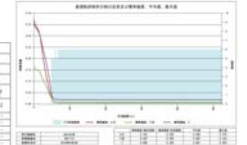
実施結果『精度管理』

【解析結果 精度管理表】

解析結果 精度管理表 (Eighty Graph 方式)

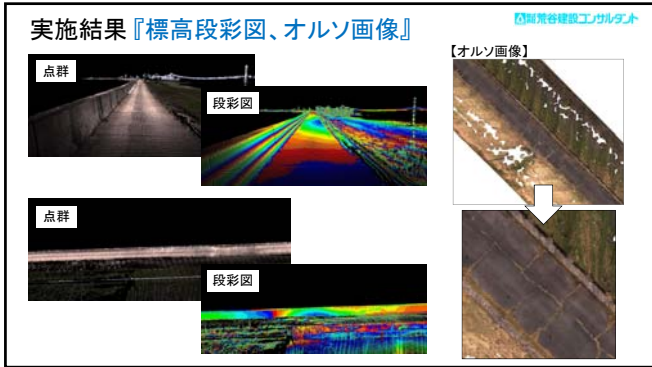
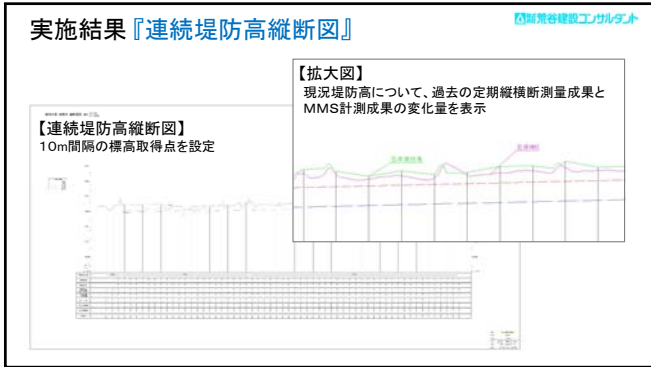
項目	名称	座標	精度	備考
観測点	1001	49.84	141.26	0.02
	1002	49.84	141.26	0.02
	1003	49.84	141.26	0.02
	1004	49.84	141.26	0.02
	1005	49.84	141.26	0.02
	1006	49.84	141.26	0.02
	1007	49.84	141.26	0.02
	1008	49.84	141.26	0.02
	1009	49.84	141.26	0.02
	1010	49.84	141.26	0.02
	1011	49.84	141.26	0.02
	1012	49.84	141.26	0.02

【最適軌跡解析】



【点検測量 精度管理表】

項目	名称	座標	精度	備考
観測点	1001	49.84	141.26	0.02
	1002	49.84	141.26	0.02
	1003	49.84	141.26	0.02
	1004	49.84	141.26	0.02
	1005	49.84	141.26	0.02
	1006	49.84	141.26	0.02
	1007	49.84	141.26	0.02
	1008	49.84	141.26	0.02
	1009	49.84	141.26	0.02
	1010	49.84	141.26	0.02
	1011	49.84	141.26	0.02
	1012	49.84	141.26	0.02



### 考察と課題

広範囲を『短時間に』『面的に』『均一な精度で』把握 ⇒ 迅速な情報提供

- ・MMSによる3次元計測により、広範囲の被災実態および現況をいち早く知ることができた ⇒ MMS計測日数: 5日 (137km)
- ・3次元の地理空間情報を活用して、目視で判別できない堤防の不陸等の変状を高密度・高精度な数値データから視覚的に把握することができた
- ・MMS計測データを利用することで、現場へ行かなくても現地状況の把握と机上計測が可能であった ⇒ 本業務だけではなく河川堤防管理業務全般に利活用

**【課題】**

- ・MMS車両が通行できない箇所は計測ができないため、データの欠測区間が生じる
- ・被災前後の正確な差分解析には、平常時(被災前)におけるモニタリング(3次元データ)が必要

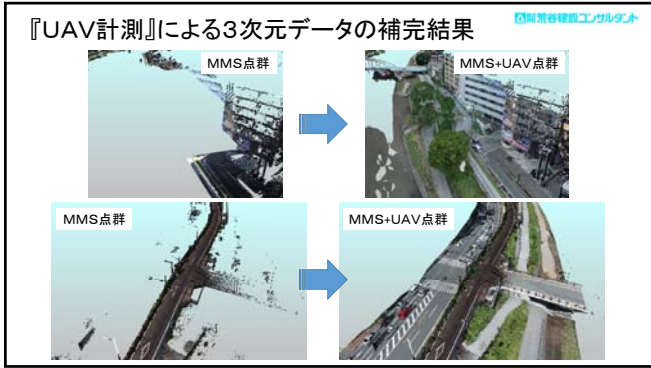
### 課題解決方法

MMS計測が困難な箇所は『UAV計測』により補完

- ・無人航空機(UAV: Unmanned aerial vehicle 通称ドローン)を使用
- ・3次元点群データは応用測量で活用できる「UAVを用いた空中写真による3次元点群測量」に準じて実施

**【UAV計測状況】** **【UAV計測による補完箇所】**

「電子国土Web(国土地理院)」をもとに株式会社長谷川建設コンサルタント作成



### 今後の展望

**『3次元データの有効活用』**

- ・3次元データを河川堤防の維持管理やCIMでの有効活用
- ・シミュレーションやVRへの展開

**『多様なデータの蓄積と高度解析』**

- ・河川堤防等の定期的なモニタリングによる経年変化の把握と差分解析
- ・赤外線カメラ等による調査分野の拡大

**『より迅速かつ高精度に計測』**

- ・UAV搭載のレーザ計測との併用による高精度な3次元地形データの取得
- ・準天頂衛星により衛星測位の安定及び精度向上が期待され、更なる移動体計測の利用領域が拡大