

UAV撮影画像 (SfM/MVS) を用いた 3D洪水痕跡シミュレーション



吉岡 徹
空間情報部
計測グループ グループマネジャー
測量士
yoshioka@nix-japan.co.jp



紺谷 聖次
空間情報部
計測グループ 担当課長
測量士補、GIS B課程
kontani@nix-japan.co.jp

1 はじめに

近年、豪雨災害の原因となる線状降水帯の発生により、各地で甚大な洪水被害が生じている。

洪水が発生した河川では、流下に係わる特性分析を行う基礎情報を把握するため、洪水後、洪水位の痕跡を調査/測量する場合がある。

本稿では、洪水痕跡の調査/測量結果について、洪水区間の流下痕跡を3次元で表現し、鳥瞰的に氾濫状況を再現・把握する目的で、UAV空中写真撮影画像を用い、3D-GISを利用した『3D洪水痕跡シミュレーション』を紹介する。

2 洪水痕跡調査における課題

洪水痕跡調査は、一般に警戒水位以上の洪水または低水路満杯流量(平均年最大流量)程度の洪水が発生した場合に行われる。

調査手法は、作業員が現地にて堤防などの構造物や法面などに繁茂する植生に付着した泥やゴミ等、洪水時に冠水したことを示す痕跡を目視で判断し実測を行い、調査で得られた結果を基に痕跡図面や状況写真帳が成果となる。(写真-1,図-1)

従来の痕跡図面は、平面図や縦横断面図の2次元図面であり、複雑な堤外/堤内地形において、洪水時の氾濫状況をより具体的に把握するには限界がある。

このため、堤外/堤内状況に3D地形データを利用することで、複雑な氾濫原を含む河道地形を把握することが可能である。また、洪水後の痕跡状況を示す空中写真とあわせて3Dデータが容易に作成できる



写真-1 現地調査

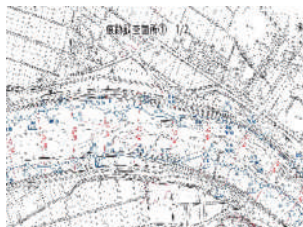


図-1 痕跡調査図

UAV空中写真を活用することとした。

3 UAVによる空中写真撮影

UAVによる撮影により通常オルソフォトを作成する場合は垂直撮影が基本であるが、洪水痕跡は、河岸斜面や構造物側面等の3Dデータを作成するため、斜め(オブリーク)撮影を行った。

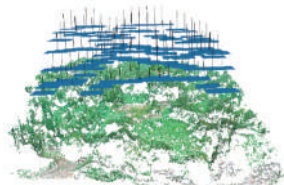


図-2 垂直撮影



図-3 斜め撮影

4 フォトグラメトリ^{※1}による3Dデータの作成

撮影した空中写真は、3D空間データ生成ソフト(Metashape)を用いて、SfM/MVS処理^{※2}を行うことにより、3D点群、3Dメッシュモデル、オルソフォト、DSM(DEM)を作成することができる(図-5~8)

作成した3Dデータの可視化、活用、共有の方法について検討することで、洪水痕跡を示す有効なデータになる。

※1 UAVで撮影した写真からSfM/MVS処理を行うことにより、3Dモデルを作成する一連のプロセス。

※2 Structure from Motion(多視点画像からの三次元形状復元:SfM)、Multi-View Stereo(多眼ステレオ:MVS)の略。複数の写真から特徴点の抽出を行い、高密度点群を作成する処理。

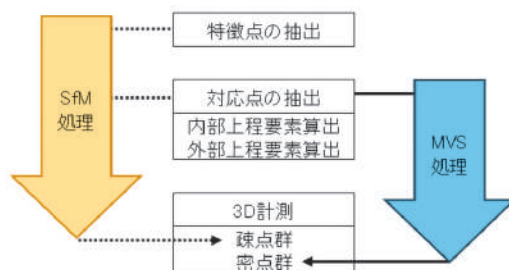


図-4 点群作成のプロセス



図-5 3D点群



図-6 3Dメッシュモデル



図-7 オルソフォト

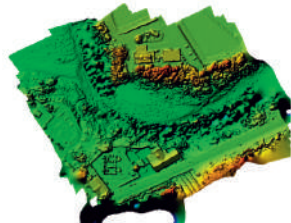


図-8 DSM(DEM)

5 3D洪水痕跡シミュレーション

3Dデータを効率よく可視化、活用、共有するために3D-GIS (ArcGIS-Pro)を利用した。洪水痕跡管理として使用する3Dデータは、現状や形状をテクスチャにより表現され、視覚的にも優れたTINで形成された『3Dメッシュモデル』(図-6)とした。

3D-GISでは、3Dデータの編集や可視化が可能であり、UAV撮影時の3次元表示(写真-2,図-9)、痕跡水位の計測位置(X,Y)や水位(Z)をポイント表示することで、高精度な再現が可能となる。(図-10,11)



写真-2 洪水時写真



図-9 3D-GISによる再現



図-10 支川河岸浸食



図-11 計測位置表示

現地計測した痕跡水位に合わせた水面(洪水水位)を作成、表示することで洪水時の状況を可視化することが可能である(図-12,13)。また、洪水水位を任意に変更することも可能であり、既往最大水位の再現や計画高水位による被害範囲把握のシミュレーションを行うこともできる(図-14,15)。この作成した3D痕跡データは、Webを介して共有閲覧する目的で、オンラインシステムにより受発注者間で共有した。

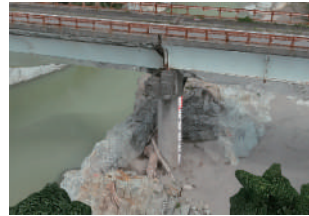


図-12 平水位



図-13 洪水痕跡水位

【水位上昇によるシミュレーション】



図-14 洪水痕跡水位での再現



図-15 既往最大水位での再現

6 おわりに

洪水痕跡調査の結果を、3D-GISにより可視化することで、本川河道の洪水再現を高い精度で表現することが確認でき、本川水位の背水影響により支川の河岸浸食が生じた原因特定も把握することができた。

今回のUAV写真による3Dデータ活用は、主に氾濫危険区域となる局所的な河道領域に焦点を当てて行い、広域的な氾濫原エリアのデータは国土地理院のDEMを活用している。今後、国土交通省が主導するPLATEAU(3D都市モデル)の整備領域が広がることで、広域的に3D氾濫原の表現が可能となる。また、近年ではALB航空写真を用いた3Dモデル作成技術も進んでいる。これらの広域的データを活用し、洪水直後の洪水痕跡をUAVによる3Dデータと統合利用することで、高精度な洪水痕跡等の再現シミュレーションが可能となることが期待される。

参考文献

点群データの取得と処理 (公)日本測量協会