

1. はじめに

Photog-CAD は、災害復旧事業費の迅速作成用ソフトとして 2008 年に開発・提供された。家庭用デジタルカメラを用いた近接写真測量技術より 3 次元の地形モデル (TIN) 表示やファイル出力ができ 2 次元 CAD の設計で総合単価を用いた積算もできる。従来のポール横断測量が困難な災害現場でも遠隔写真撮影で対応でき、現場作業の短縮・効率化・低コスト化が可能で、データの記録・保存・編集・管理が容易である。また、航空写真や 3 次元レーザー測量と異なり天候に左右されにくい、災害現場でノートパソコンにより 20~30 分程度で査定報告書ができるとされる。

本報告では、Photog-CAD システムを用い東日本大震災で津波の被災を受けた仙台湾岸に展開する宮城県東松島市の野蒜築港跡レンガ橋台や東名運河の護岸などの土木遺産に適用し、これまでの地上型 3 次元レーザー測量結果と比較しながら、その適用性や今後の課題や展望について考察した。

2. 調査方法

調査は 2014 年 12 月と 2015 年 1 月に行った。調査地点は JR 仙石線の野蒜駅前の東名運河と野蒜築港跡の新鳴瀬川にあるレンガ橋台 (下の橋) を対象とした。これらの土木遺産は津波被災後、いずれも地上型 3 次元レーザー測量をすでに行なっている^{1)~3)}。

Photog-CAD のデジタル写真撮影の方法は、距離と高さを示すスタッフや測量ピンを設置し、このスケールを写し込みながら左右 2 か所と正面 1 か所の計 3 枚の写真撮影をする。左右 2 か所で座標を決め、正面はレンズのひずみなどを補正し精度を上げる。撮影での留意点は、次の通りである。

現場作業は、ポール (高さの測定、地面に垂直)、スタッフ・ターゲット設置 (スケール長さの測定) により座標決めを行う。デジタルカメラは解像度 400 万画素以上で、広角か望遠モードいずれか固定で撮影する。写真撮影時の位置関係は、撮影距離:撮影立ち位置 (左と正面の距離、正面と右の距離) = 3:1、現場の奥行:撮影距離 = 1:3 以上、撮影立ち位置のラインとスケール長さのラインは出来る限り平行にし (0~30 度の範囲)、仰角は左・正面・右の撮影立ち位置は、ほぼ同じ高さ (仰角の差が 3 度以内) が望ましい。災害現場では、左・正面・右の 3 方向からすべての写真に対象範囲全体を撮影する。

その後、パソコンへの写真の入力とスケール長さ入力や測点などのソフトによる解析を行い、3 次元の地形モデル (TIN) や横断面の表示、ファイル出力を内蔵の 2 次元 CAD の設計で総合単価を用いた積算が可能である。

3. 結果及び考察

図-1,2 は、東名運河護岸 (左岸・海側) の地上型 3 次元レーザー測量結果である。レーザー測量は、測定精度は十分であるが、降水・降雪や測定点の濡れや積雪では測定ができず、測定区域の除草などレーザー光線の障害物排除が必要となり費用も時間も必要である。

図-3~5 は、Photog-CAD のよる解析結果である。津波が越流した運河護岸の形状をほぼ再現できている。凹凸の激しくない面であれば精度は良好である。断面形状はパソコン上での測点の配置で決まるが、本ケースでは測点 15 点での成果である。Photog-CAD と TS (トータルステーション) による横断面図の精度比較 (技術資料) によれば、広角レンズ (18 mm) で撮影距離 42~49m で最大 6.4 cm (高さ方向)、望遠レンズ (55 mm) で撮影距離 42~70m で最大 6.0 cm (高さ方向) という検証結果が報告され、奥行調整にスタッフ設置が不可欠なことが示されている。

図-6,7 は、津波被災前後のレンガ橋台 (下の橋・右岸・浜市漁港側) の地上型 3 次元レーザー測量である。津波被災前後の 3 次元レーザー測量からせん断破壊されたレンガ積層数や空積みの石積み護岸の破損状況が記録できた。

図-8~10 は、Photog-CAD のよる解析結果である。レンガ橋台の様に、撮影者の方向に突き出している構造物は 3 方向からの撮影で陰になる部分が生じ、解析が困難となる。写真撮影の角度調整など、さらなるスキルアップが必要である。

4. おわりに

筆者らは、現在、東日本大震災で被災した東松島市の東名・亀岡・野蒜・浜市を中心に、海岸線の変化、高台移転に伴う土砂の仮置き場や嵩上道路、防潮堤などの日々変わる景観の記録としても調査を行なっている。また、津波で水中に没したレンガ橋台の水中測量を実施したいと考えている。

Photog-CAD は、デジタルカメラで、長さが既知のものを 3 方向から撮影するだけで簡単に計測ができる。

今後、学校での教育ツール、自然環境や生態調査などの現場での調査ツールなどを通じて一般に普及に努めたい。一般への普及は、災害時に現場に居合わせた多くの方々からモバイル通信などの協力で被災状況の迅速な情報収集が可能となる。

参考文献

1) 丹治・後藤「東日本大震災による野蒜築港関連の土木遺産被災調査について - 地上型 3 次元レーザー スキャナによるレンガ橋台の被災解析 -」平成 23 年度土木学会東北支部技術研究発表会

2) 丹治・後藤「2011年東北地方太平洋地震による地上型3Dレーザー測量による東名運河の津波被災調査」、平成24年度土木学会東北支部技術研究発表会

3) 後藤光亀「日本一の運河群、貞山運河・北上運河・東名運河をゆく(震災編)」青葉工業会報、NO.56、2012

謝辞：本調査に当たり、JACIC（一財）日本建設情報総合センターよりご協力を頂いた。記して感謝の意と評します。

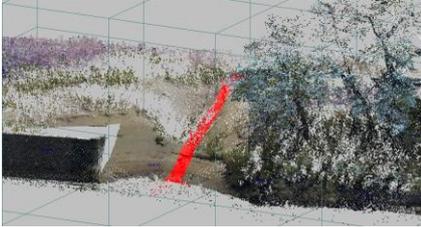


図-1 東名運河の津波被災状況 (3次元レーザー測量)
(手前が運河、赤のラインが図-2の横断面線)

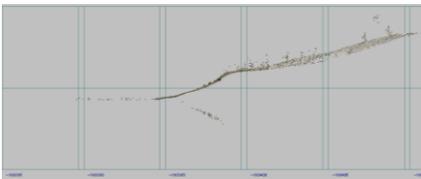


図-2 東名運河被災部の横断面図 (3次元レーザー測量)

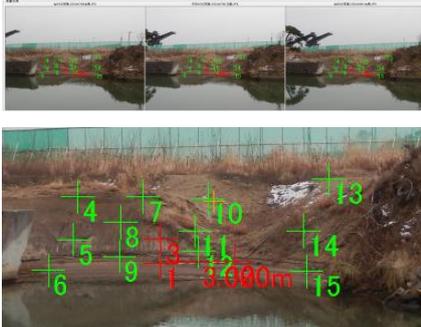


図-3 Photog-CADによる被災した運河護岸の3枚(左・正面・右)の写真撮影とパソコン上での測点入力

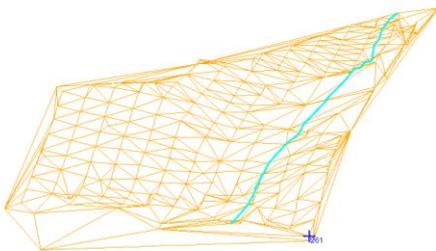


図-4 東名運河の3次元地形モデル(TIN)(Photog-CAD)
図-3の15点の測点から3次元地形モデル(TIN)を作成
(青のラインが図-5の横断面線、手前が運河)

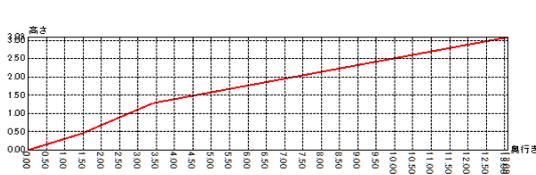
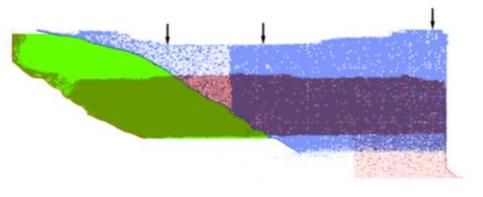


図-5 運河の被災部の横断面図(Photog-CAD)
図-4の青の横断面線(左：運河、右：運河護岸)



図-6 レンガ橋台(下の橋)の津波被災状況
(3次元レーザー測量)



■ 震災前 ■ 震災後 ■ 震災前護岸埋没部分 ■ 震災前後重複部分
■ 護岸流出部分

図-7 レンガ橋台(下の橋)の被災横断面(3次元レーザー測量)
津波被災によるレンガ橋台と石積み護岸の損壊教養



図-8 レンガ橋台(下の橋)の写真撮影とパソコン上での測点入力(Photog-CAD)
(青のラインが図-10の横断面線、手前が水面)

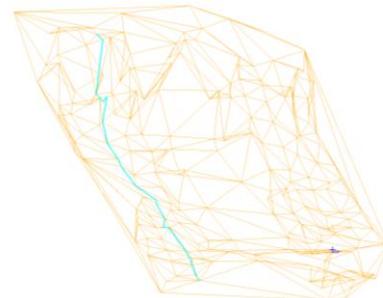


図-9 レンガ橋台(下の橋)の津波被災状況(Photog-CAD)
図-8の測点38点から3次元地形モデル(TIN)を作成、手前が水面。レンガ橋台を測点に含めず運河護岸のみで評価。

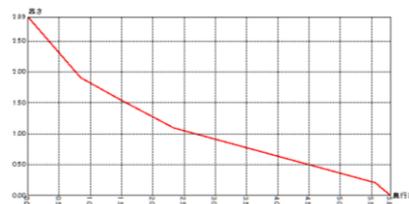


図-10 レンガ橋台(下の橋)の被災部の横断面図(Photog-CAD)
図-9の青の横断面線(左：運河護岸、右：新鳴瀬川)