

### 石橋の 3D 計測と 3 次元 FEM モデルへの適用

(株)計測リサーチコンサルタント 正会員 ○高橋 洋一 西村 正三  
九州大学 正会員 浅井 光輝  
中央コンサルタント(株) 正会員 荒木 和哉  
福岡県 大塚 晋 内藤 裕亨

#### 1. はじめに

石造アーチ橋は、アーチを形成する石材に作用するアーチ周方向軸力により、荷重を橋全体に伝達している。石造アーチ橋の強度は、石材の圧縮強度と石材同士の摩擦力により決定され、輪石のせん断方向の力が限界摩擦力以上になると輪石が滑り落ち、橋全体に力が伝達できなくなり崩落を招く。

本報告は、現存する石造アーチ橋について実施した 3D レーザスキャナによる測定と、3次元の FEM 解析モデルの作成について示すものである。

#### 2. 3D レーザスキャナ概要

3D レーザスキャナは、様々な地形や建物の測量に利用できるリアルタイム 3次元形状計測装置である。その測定原理は、レーザによる計測対象物とセンサの間をレーザパルスが往復する時間を計測することで距離を計測し、同時にレーザビームを発射した方向を計測することで、計測対象点の 3次元座標を取得するものである。特徴として、非常に短時間で広範囲を測定でき、測定データから必要な 3次元座標データを抽出することにより、形状計測が短時間で行えることである。

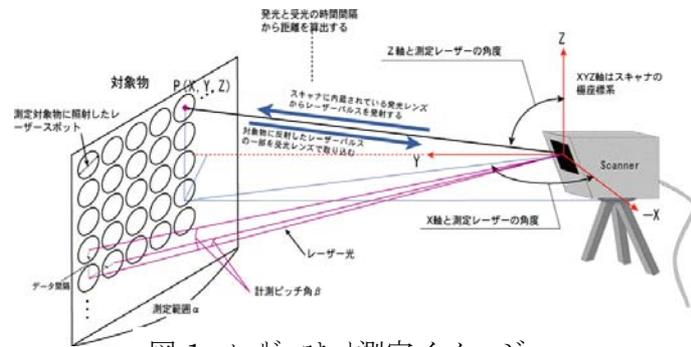


図-1 レーザスキャナ測定イメージ

本計測では、長距離型 3D レーザスキャナ LMS-Z420i (Rieggle 社) を使用した。

表-1 レーザスキャナ測定仕様

測定範囲	2~1000m (反射率 80%)、~350m (反射率 10%)
スキャニング角/速度	0度~80度 8000 ポイント/秒
最小データ間隔	5mm (10mの時)
ビーム角度	0.25mrad
測定精度	0.0025 度
レーザ波長	近赤外線
レーザ強度	クラス 1

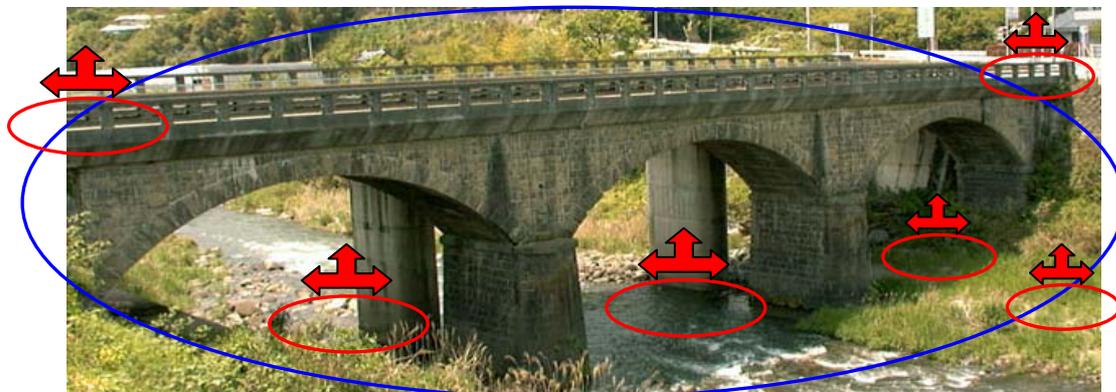


図-2 レーザスキャナ測定位置

キーワード：石造アーチ橋, 3D レーザ, 3次元 FEM モデル

〒812-0007 福岡市博多区東比恵 2-2-25 tel : 092-474-5206, fax : 092-475-0494

### 3. 3Dモデル作成

3Dモデルの作成では、レーザスキャナによる石橋の3次元形状データから、側面図等の正射投影画像を作成し、CAD上で石材をトレースすることにより、2Dのポリラインデータを抽出した。その後、CAD上で石材にナンバリングを施し、最後に石材の奥行き方法のデータを点群データより抽出して3次元のモデルとした。

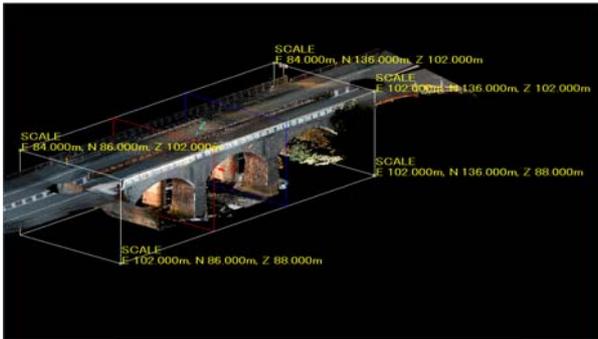


図-3 3次元点群データ

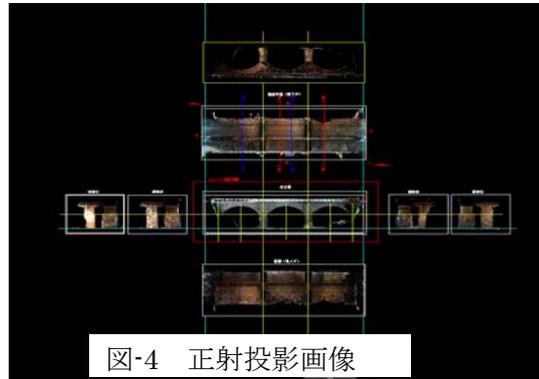


図-4 正射投影画像

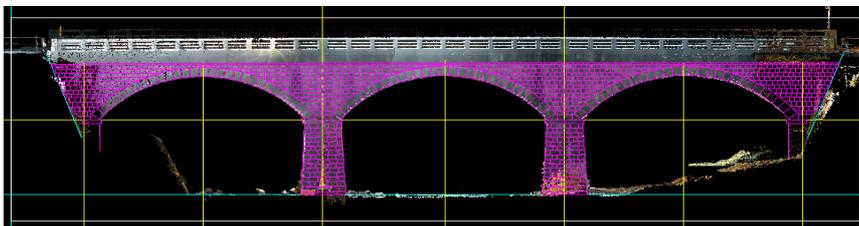


図-5 ポリラインデータ抽出

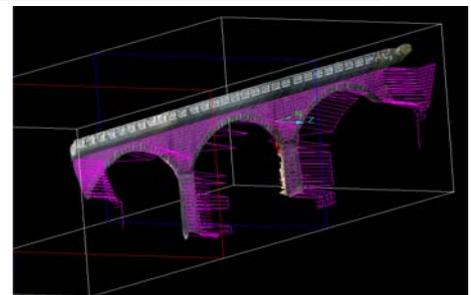


図-6 奥行きデータ抽出

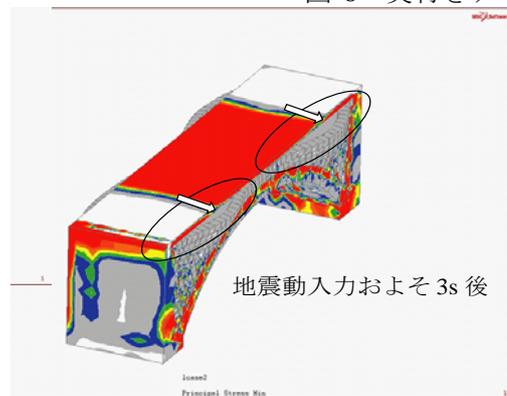
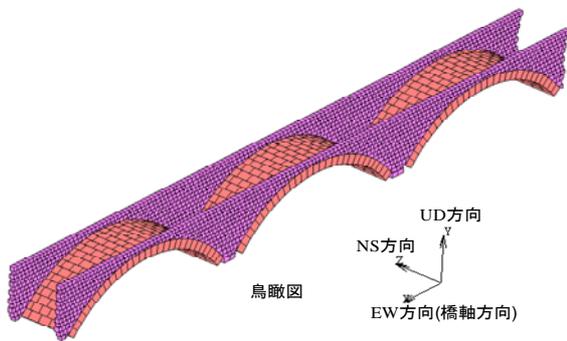


図-7 3次元 FEM 解析モデルと解析結果例

上記手法により作成した3Dモデルと解析結果例を図-7に示す。解析結果には、1連の例を示すが、3Dレーザスキャナにより得られる点群データを基に作成した3次元モデルを解析することにより、石造アーチ橋の挙動解析が可能であることが確認された。

### 4. まとめ

3Dレーザスキャナは、非常に短時間で広範囲を測定でき、測定データから必要な3次元座標データを抽出することにより、形状計測が短時間で行えることが特徴を持っている。今回、3Dレーザスキャナの点群データから作成した3次元モデルがFEM解析に適用可能であることが確認された。

今後も3Dレーザスキャナの有用性に着目し、解析への適用を精度よく行うことより、構造物の挙動解析に適用できればと思う。

**参考文献** ]和田雅昭・鈴木恵二・長野章・西村正三・増田稔：3Dレーザスキャナによる函館漁港船入潤防波堤の三次元計測、平成18年度日本水産工学会学術講演会講演論文集、pp.207- 210、2006

西村正三：「デジタル写真測量の理論と実践」文化財の保存管理におけるデジタル情報の活用(社)日本測量協会、2004