

3次元計測による石造アーチ橋のモデル化について

浮羽工業高校 正会員 中島 栄治
東和大学 正会員 大隣 昭作
東和大学 非会員 田籠 陽二

第1章 はじめに

九州には多くの石造アーチ橋が現存しており、日本にある石造アーチ橋の9割以上が九州にあると言われている。その数は1500を超えている。九州の石造アーチ橋は、江戸末期から昭和初期まで盛んに作られてきた。これらの石橋の中には国や県あるいは市町村の文化財指定を受けた貴重な歴史的遺産ともいえる石橋も多い。しかし、これらの石橋も、長年の老朽化あるいは河川改修工事や車社会の影響を受け、石橋そのものの存在が危ぶまれているのが現状である。貴重な土木遺産として、文化財として石造アーチ橋を現状のまま保存することが望ましい。歴史的な価値を評価され文化財に指定されている橋は現状保存や移設などが行われる。しかしそうでない橋は、潮見橋の様に撤去されてしまうのが現状である。また、御船川目鑑橋の様に文化財に指定されている橋であっても流失によって失われることもある。

そこで保存計画に役立てると共に、流失などで失われた後にも、より多くの情報を残すために、写真測量を応用することで石造アーチ橋の3次元計測を行い3Dモデルの作成を行い、迅速かつ正確に3Dモデリングするため手法を検討した。

第2章 三次元計測とモデリングについて

本研究では立体写真測量の原理を応用し、デジタルカメラで撮影した画像とトータルステーションで取得した3次元座標を基に画像計測ソフトを使い解析することで石造アーチ橋の3Dモデル化を行う。3次元計測は、トプコンの「3D画像計測ステーション PI-3000」（以下 PI-3000）を使って行った。PI-3000はデジタルカメラで撮影したステレオ画像と基準点の3次元座標を使って解析することで3次元計測を行いテクスチャ付きの3Dモデルを作成することが出来る。より正確な計測を行うために、内部標定を行ったデジタルカメラでマニュアルフォーカス撮影を行う必要がある。本研究ではマニュアルフォーカス撮影ができ、手ぶれ補正機能がついたコニカミノルタのDimage A1を使った。3次元計測を行う際に標定点としても利用できるターゲットシールを対象物に貼り、その点の座標をトータルステーションと電子平板を用いて測量する。

第3章 秋月眼鏡橋の計測

秋月眼鏡橋（橋長：17.9m）の3Dモデリングを試みた。この橋は国内唯一の御影石造りの石橋で福岡県指定の有形文化財である。秋月藩が長崎の石工を雇い数年かけて工事が進められたが国内に例のない硬い御影石を使用したアーチ橋で文化7年（1810）に完成している。秋月眼鏡橋は道路幅、橋長、高さなど3次元計測を行うには良いモデルでもあるが福岡県にある80以上の石橋の中でも代表されるでもあることから、この橋を対象として3Dモデリングの手法を検討する。

8月に4名で観測を行い3Dモデル化して、足りない部分の観測を10月に行った。測量を行うための基準点を設置、同時に眼鏡橋にターゲットシールを貼る作業を行った。壁面などから伸びる草などを取り除きながらの作業で外業の中で一番時間がかかる作業である。その後、トータルステーションによりターゲットシールの座標を測定し、同時にデジタルカメラによる撮影を行う。ステレオ画像にする2つの写真は、計測範囲に対して鉛直方向から撮影されていて、撮影距離が一定で撮影されたものが良い。そのような画像を撮影するために、川に入り、横切りながら撮影を行った。アーチ部分の撮影する際、明るい空と暗いアーチ部分

を同時に撮影する必要があり難しかった。8月の観測では上流、下流の壁面とアーチ部分を中心として120枚の写真撮影と160点の座標を測量、10月の観測では道路部分とアーチ部分で不足していたところを中心に170枚の写真撮影と約160点の座標を測量した。

第4章 秋月眼鏡橋の3次元計測とモデリング

撮影した画像から3次元計測を行う。画像の中からステレオ画像になる写真を選び、2つの写真の共通点を6点以上指定する。そのうち4つは座標がわかっている必要がある。

アーチ部分と壁面部分の様に2つの面が交わり角をなす部分を3次元計測する場合、それぞれの面を正面から撮影したステレオ画像で計測できる範囲を指定、3次元計測して3Dモデルを作成する。別のステレオ画像で作成したモデルとの間に隙間が出来ないように、2つの面が同程度写る斜めの角度から撮影したステレオペアを準備し、2つの面とその接続部分となる角を含む範囲を3次元計測してモデルを作成することで3つのモデルがつながり隙間のないモデルを作成する必要がある。

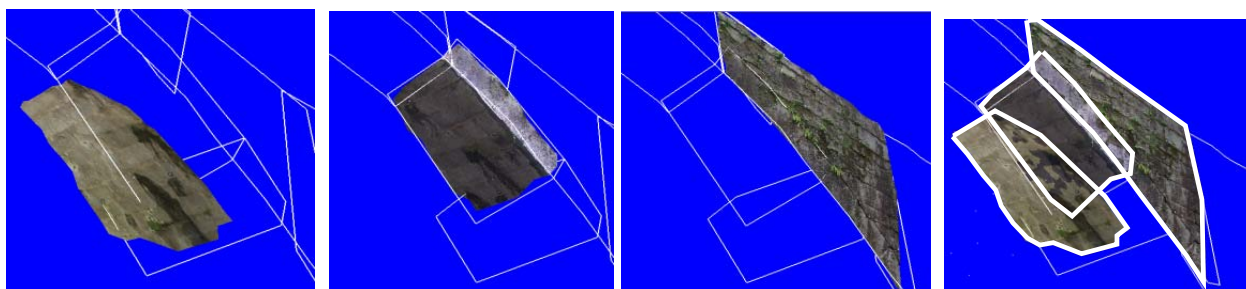
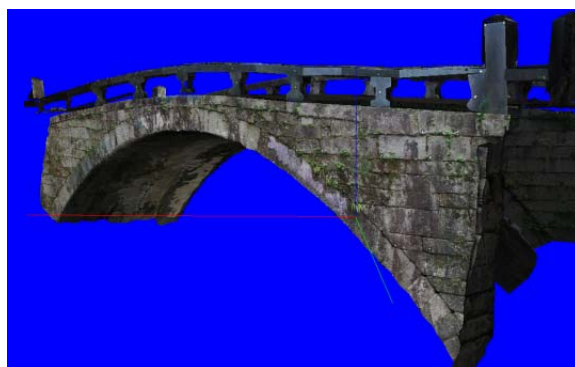


図-1 重ね合わせる部分

アーチ部分は、凹凸がなく標定しやすいように思える。しかし、アーチ面は曲面なので、平面の比べると、標定計算時に誤差がでることが多かった。そのため標定点を設ける作業は注意を払い、誤差を減らすように行った。

画像に草が写っている場合などその草もモデリングされてしまうため、事前に草刈を行ってから撮影の方が良かった。

道路部分の撮影は、7mの竿の先に三脚を装着しコンピュータから遠隔操作をしながら撮影した。撮影に最低3名を要する。欄干部分は幅が狭く解析の間隔を決めるのが難しかった。今回は測定間隔0.015mを基本とし、作成された3Dモデルによっては0.010mとした。



第5章 まとめ

写真を使った解析を行うため、写真の鮮明さが作業や精度に影響が大きいことを実感した。欄干など細い部分の計測が難しいことがわかった。特に角の部分のモデリングをする際に、使用しなければならないステレオ画像も多くなり、解析も非常に難しかった。試行錯誤を繰り返しながら行ったため、計測して3Dモデルの作成まで3ヶ月ほどかかった。ただし、今回の3次元計測で得られた手法を用いて別の橋の測量および写真の撮影を行ったところ2日かかっていた作業を1日で行うことが出来、得られた写真も良好であったことなどから3Dモデリングにかかる時間も短縮されると思われる。