

## 函館山軍用石橋の石積みに関する計測調査

函館高専 学生会員 ○川合 友也  
 学生会員 大塚 祐記  
 正会員 蕨澤 憲吉

### 1. はじめに

函館山には、函館要塞跡という貴重な土木遺産があるが、その山の麓に石積みのアーチ橋が残っている。この函館山軍用1号橋は、北海道内では3橋しか現存していない石積みアーチ橋のうちの1橋であるが、この橋は軍事関連施設としての過去を持っているため、これまで詳細なデータなどの資料は全く残されていない。軍事関係の土木構造物であるため堅固なものであり、当時優れた石工が施工に携わったと考えられることなどから、土木構造物遺産としての重要な価値があると考えられる。

また、函館要塞跡については、砲台跡と共に、函館山軍用1号橋など他の土木構造物も含めて保存し、全体としてそれらを後世に語り継ぐ歴史遺産群として活用することが、土木史上大切なことであると考えられる。そこで、軍用1号橋の保存活用に向けてアーチ橋を構成している石材一つ一つの形の現地計測調査を行い、その石組みの状況をネットワーク図として、資料にまとめた。

### 2. 函館山軍用1号橋

日清戦争、日露戦争の間である明治32年（1899年）7月14日、日本全国に「要塞地帯法」が制定され、舞鶴や佐世保などの、軍港が設置されていた都市を中心に、要塞の建設が計画されたが、それ以前に函館では、明治29年（1896年）に「函館港防御計画」が策定され、函館要塞建設の計画が立てられていた。函館には、軍港、海軍基地などの軍事施設は設置されていなかったが、太平洋に抜けるシーレーンである津軽海峡や、当時日本最大級であった函館造船所があったため、最重要防衛拠点に指定され、明治31年（1898年）には函館要塞の建設が進められた。その後、函館要塞も「要塞地帯法」に組み込まれ、明治35年（1902年）10月には大部分の完成を見た。函館要塞が完成し軍事施設となった函館山は、それ以降、一般市民の入山が禁止された。

函館山軍用1号橋は、この函館山要塞建設の工事用道路の一部として計画・施工され、明治30年（1897年）には竣工していたと考えられ、現在も函館山の麓、登山道入り口に現存している。

### 3. 計測調査内容

#### 3.1 橋面のレベル計測

橋面の水平度を調べ、基準となる水平軸を設定するために、レベル、スタッフを使用し、地覆位置で橋軸方向にレベル計測を行った。

#### 3.2 橋側面の石組み計測

橋側面の石組みの状態を観察したとき、石材と石材が面接触している部分は、側面から見ると線状（接触線）に見える。また、石材の角の部分は、そこに集まっている石材の接触線が交わって交点を形成しているように見える。このように考えると、橋側面全体の石組みは、線と交点によって形成される「ネットワーク」として表される。したがって、石組みネットワークの「交点」の位置を計測することで、石組み形状を「ネットワーク」の形で記録することが出来る。

そのための橋側面における石組み交点位置の計測は、オフセット測量の形式によって行った。アーチクラウン上部の基準とした点から、石組みの一つ一つの交点の位置までの本線距離である水平距離（ $x$ 座標）と、オフセット距離である鉛直距離（ $y$ 座標）を巻尺で計測し、5mm単位の座標データとして記録した。



写真1 橋側面の石組み交点の計測作業

#### 3.3 アーチ部裏面及び橋台部の石組み計測

アーチ部裏面の石組み計測は、石組み面について円弧状の円筒面内側に沿って行った。アーチ部裏面は、同程度の幅に加工された石材が、規則正しく南北方向に直線状に組み立てられており、そのラインに沿って、南北方向（橋軸直角方向）を $x$ 座標、東西方向（橋軸方向）を $y$ 座標として計測し、石組みをネットワーク図に表した。

またアーチ橋の橋台となっている部分の石組みの計測も行った。アーチ基礎部の石組みは、ある程度の規則性をもって石材が組み立てられていたが、アーチ基礎部から外側の部分の石組みでは、大小様々な石材が不規則に組み立てられていた。

キーワード 石橋、アーチ構造、土木遺産

連絡先 〒042-8501 函館市戸倉町14-1 函館工業高等専門学校環境都市工学科 TEL 0138-59-6482

### 3.4 橋面の計測

橋面上の地覆に設置されていた石材位置と寸法、幅員の計測も行った。

## 4. 石組みネットワーク図

### 4.1 石橋の石組みネットワーク図の作成

作図には現地で計測した座標データを元に、パソコンソフト「汎用CADソフトAutoCAD 2005」並びに「測量設計CADシステムWingneo」を使用した。「AutoCAD 2005」を使用し、橋側面、及びアーチ部裏面の石組みのネットワーク図、橋面の平面図、断面図及び、3D図面の作成を行った。また、橋側面の石組みネットワーク図では「Wingneo」を使用しての作図も行った。

### 4.2 北側および南側側面の石組みネットワーク図

作成した石組みネットワーク図は、図1、2のようになった。多少いびつな石材はあるが、ほぼ均等な高さや厚さの石材が中央の要石を中心に2重のアーチ構造を形成していることが分かる。また2重アーチ部分より上の層の石組みは、不規則な形の石材で組まれていることが分かる。アーチのスパンは北側、南側とも3,900mmと同じ長さであった。

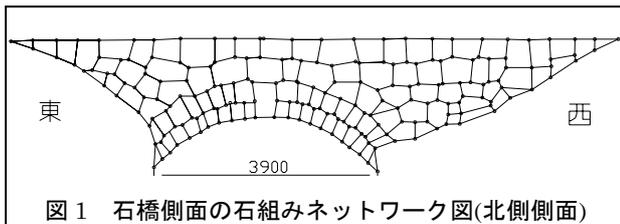


図1 石橋側面の石組みネットワーク図(北側側面)

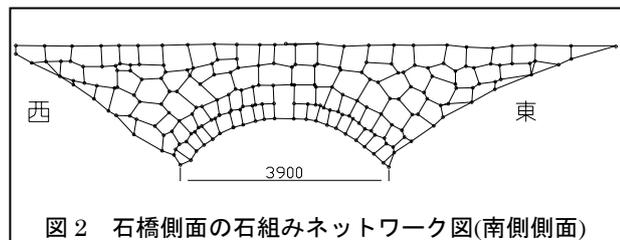


図2 石橋側面の石組みネットワーク図(南側側面)

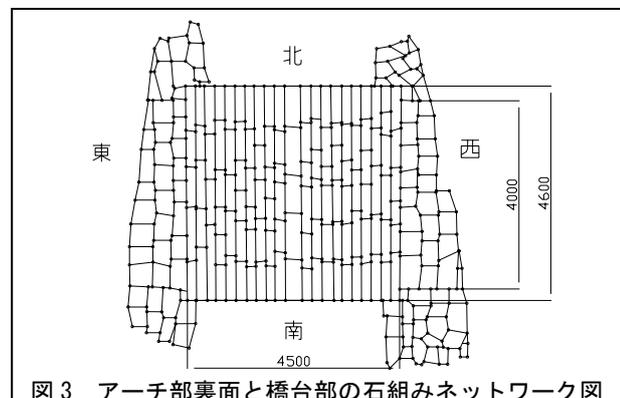


図3 アーチ部裏面と橋台部の石組みネットワーク図

### 4.3 アーチ部裏面と橋台の石組みネットワーク図

図3の中央の南北方向に石材が並んで配置されている部分がアーチ部裏面のネットワーク図であり、その左右の部分が東側と西側の橋台部分のネットワーク図である。アーチ部裏面のネットワーク図からは、アーチ作用で押し合う石材同士の幅員方向長さ寸法を隣の石材と異ならせることによって、石材同士の押し合う力が幅員方向に分散し広がっていく石組み構造になっているのが確認できる。

### 4.4 橋面の平面図と断面図

図4が石橋橋面の平面図と断面図である。地覆位置の石材は同じ間隔で配置されていたが、高欄といえるほどのものではなく、軍事要塞建設のための工事用道路なので注目するような装飾は施されていないかった。

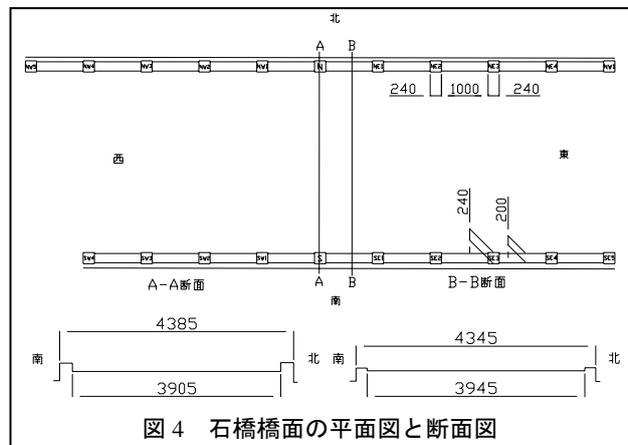


図4 石橋橋面の平面図と断面図

## 5. 計測調査による考察

アーチ橋側面の石組みは、湾曲した拱環石を使用した2重構造の平行積みであることが明らかになった。

また、アーチ部裏面と橋台部の幅員寸法が4,600mmと4,000mmで異なっており、橋台部を両側に300mmずつ拡幅していることが分かった。これは、施工時に何らかの事情により設計変更が生じたからだと推定される。

## 6. あとがき

現地における計測調査、及び橋の各面の石組みネットワーク図、平面図などの作図作業によって、函館山軍用1号橋の基礎的なデータを資料としてまとめることが出来た。各石組みネットワーク図を作成したことにより、石組みの状態がわかりやすくなり、容易に石材の配置、石材一つ一つの形や大きさが確認できるようになった。

今後は、計測で得られた座標データを基にして、石材の大きさと重心が求められるので、函館山軍用1号橋の石積みアーチの力学的な検討を進めていきたい。

## 参考文献

- [1] 葛西章, 進藤義郎, 今尚之, 佐藤馨一: 北海道に現存する石橋に関する調査(第22回土木史研究発表会, 2002)