

萑山反射炉維持管理事業での煙突壁面の外観画像調査

(株)計測リサーチコンサルタント 正会員 渡邊 弘行

1. はじめに

静岡県伊豆の国市にある萑山反射炉は平成 27 年 7 月に明治日本の産業革命遺産の一つとして世界遺産に登録された国指定史跡であり現在維持管理事業が進められている。反射炉とは燃料から発生した炎や熱を炉内のドーム型天井で集中するように反射させて銑鉄を溶かす様式の溶解炉であり我国で実際に稼働した反射炉が残っているのは萑山反射炉のみである。萑山反射炉は溶解炉を 2 つ備えた連双式を 2 基直角に配置し大型砲を鑄造していた。完成したのは安政 4 年(1857)で

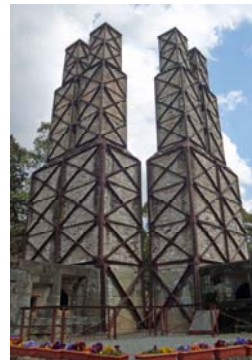


図1 萑山反射炉

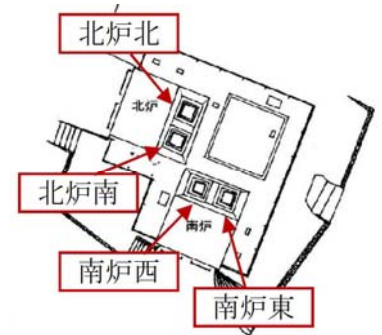


図2 反射炉配置

ある。完成当時の萑山反射炉は煙突外側の煉瓦表面に漆喰が施されており現在のような鉄骨フレーム補強が施されたのは昭和 32 年(1957)である。現在までに適宜保存修理が行われており最近では昭和 60 年(1985)から平成元年(1989)にかけて大掛かりな保存修理事業が実施されている。

現在の萑山反射炉は煉瓦表面の漆喰の大部分が消失しており維持管理事業においては煉瓦の風化進行が課題である。今後の合理的な維持管理のためには現状を正確に把握記録しこれを活用して維持管理方策を施すことが望まれる。このような状況を背景とし平成 25 年度と平成 27 年度の調査業務¹⁾において煙突内外の壁面を対象に外観画像調査を実施した。また平成 27 年度よりこれらのデータを活用するための電子カルテシステムの作成に着手するとともに煙突内部の温湿度計測を開始した。本報ではこれらのうち外観画像調査について報告する。

2. 煙突外壁外観画像調査

煙突外壁を対象にした外観画像調査は平成 25 年度に実施し平成 27 年度には一部分の再調査を行った。この調査では調査品質向上や外観画像保存等の要素を勘案し調査対象外壁の高解像度画像モデルを作成する調査方法とした。



図3 外壁用撮影システム

煙突のように高さのある構造物の外観調査では足場を利用した近接目視調査や双眼鏡等を利用した遠方目視調査が旧来の方法である。近年は外壁調査において写真画像を利用した方法が実務レベルで利用されており正確性や信頼性等の点からは目視調査に比べて優位である。調査の具体的な方法は現地の条件等を考慮して検討し図 3 に示すシステムを利用することとした。これは遠方目視調査と類似の方法である。2 軸で自動動作する雲台を利用して調査対象をズームレンズにより高解像度近接画像で多数に分割して撮影する。取得した複数の画像を合成処理して高解像度画像モデルを作成して調査に利用する。合成したモデルの例を図 4 に示すとともに拡大例を図 5 に示す。このモデルは多層構造のレイヤーにて画像を保存しており PC 上の拡大縮小等の操作がスムーズである。そのため PC 上での目視調査を快適に



図4 北炉南面



図5 拡大例

キーワード 世界遺産, 維持管理, 保存, 写真画像, 外観画像調査, 高解像度画像

連絡先 住所: 〒120-0006 東京都足立区谷中 2-10-7 エムケイビル 電話: 03-5673-7050 FAX: 03-5673-7053

実施することができる。また複数の関係者で調査対象箇所を目視できるため調査内容や評価についての意見交換や相互確認が可能である。平成25年度にはこの画像モデルに基づき損傷図を作成した。個々の煉瓦について断面欠損に基づく表面劣化程度の判定を行うとともにクラック、割れ、漆喰残存状況等を記録した。

3. 煙突内壁外観画像調査

煙突内壁を対象にした外観画像調査は平成27年度に実施した。調査方針は外壁と同様であり高解像度画像モデルを利用した調査である。反射炉の高さは約15.7mであり煙突内壁は一辺68cm程度の矩形空間である。内壁の近接画像を取得するには煙突の上部開口からこの矩形空間に写真撮影用機材を挿入する必要がある。機材の挿入や移動にはクレーンを利用することとし図6に示すような機材を製作した。これは鋼材フレームとアジャスター等を組み合わせた構造枠に撮影用カメラ3台とLEDライト4台を搭載したものである。撮影はカメラのインターバル撮影機能を利用し機材を慎重かつ丁寧に煙突内を往復移動させて行った。カメラのレンズは焦点距離12mmであり3台で画像合成に必要なラップを十分に確保できる。撮影状況を図7に示す。撮影は1壁面毎に実施し合計で16回の撮影となり1壁面あたり1,000枚程度の枚数となった。撮影した画像はSFM画像解析を利用して1壁面毎のオルソ画像としてまとめた。オルソ画像の例を図8に示す。内壁では高さ方向で煉瓦の外観に相違が認められる。



図6 内壁用機材



図7 内壁撮影状況

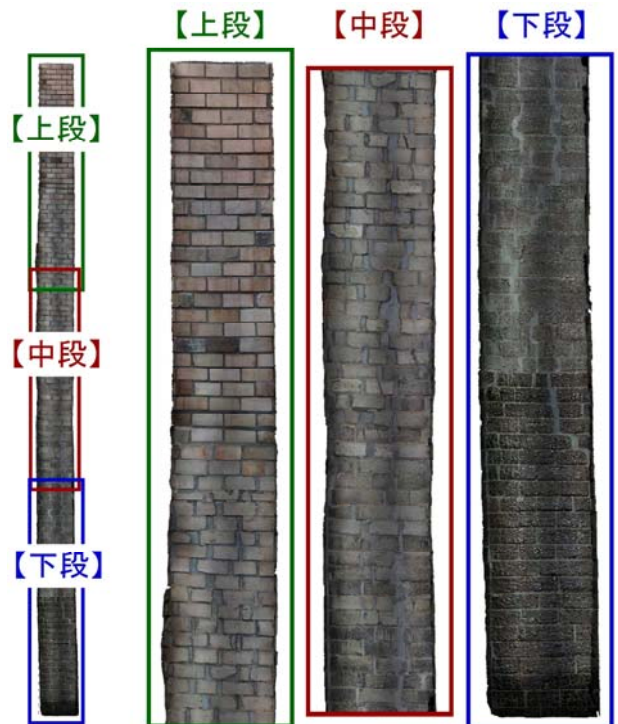


図8 オルソ画像の例(南炉東西面)

4. その他の外観画像調査

平成27年度調査では他に次の外観画像調査を行った。

①煙突間壁面

連双式2本の煙突間の狭い空間にある壁面は図9に示す機材を煙突間に挿入して写真撮影を実施し内壁と同様の方法にて高解像度画像モデルを作成した。

②煙突最下部

煙突最下部の炉接続部は図10に示す内壁用を下方撮影用に改造した機材を最下部に下ろして撮影した。

③炉体灰穴部

炉体灰穴部の煉瓦部は一眼デジタルカメラの手持撮影にて写真撮影を実施し内壁と同様の方法にて高解像度画像モデルを作成した。



図9 煙突間用機材



図10 最下部用機材

5. まとめ

本調査で取得した外壁画像は現在の煉瓦状況を読み取るのに十分な品質であり葦山反射炉の維持管理事業を合理的に進めるための有効なデータである。また正確な画像記録が保存されることは将来的な視点からも有意義なデータと考えられる。本調査で実施したような画像調査は調査対象や内容に応じて柔軟に対応することが可能であり適用範囲も広い。そのため今後様々な領域で広く活用されることに期待したい。

【註】1)本報告は伊豆の国市が(公財)文化財建造物保存技術協会に委託した「平成24-25年度 葦山反射炉維持管理事業 葦山反射炉調査業務」及び(株)計測リサーチコンサルタントに委託した「平成27年度 葦山反射炉維持管理事業 葦山反射炉調査業務(壁面画像記録・温湿度計測・電子カルテ作成)」の成果を元に作成したものである。