

葦山反射炉維持管理事業における調査報告 その3
レーザースキャナによる壁面煉瓦の凹凸評価

正会員 ○味岡 収*

葦山反射炉 近代化産業遺産 世界遺産
煉瓦 レーザースキャナ 表面劣化

1.はじめに

国指定史跡葦山反射炉（以下葦山反射炉）は平成 27 年 7 月に「明治日本の産業革命遺産 製鉄・製鋼、造船、石炭産業」の構成資産の一つとしてユネスコ世界遺産に登録され、将来の長きに亘ってその価値を伝えていくための具体的な方法が委員会などを通して模索されている。

拙稿¹⁾では平成 27 年度に実施された葦山反射炉内外の煉瓦画像記録調査、平成 28 年度に実施された煙突内部の温湿度計測の結果について報告を行った。本稿では、引き続き実施された葦山反射炉維持管理事業での壁面煉瓦の凹凸評価について報告を行う²⁾。

現在、葦山反射炉の煙突部には昭和 60 年から 63 年にかけて実施された修理事業によって補強鉄骨が取り付けられており、耐震性には大きな問題のない状況とされている。しかし、煙突部を構成する煉瓦は長年風雨に晒された結果、一部には大きく表面劣化が進行しているものが存在している。これらの修復設計については検討が行われているが、そのためには個々の煉瓦の表面劣化の進行度を定量的に把握する必要がある。煉瓦の補修方法は表面劣化の進行度によって適用出来る手法が異なるため、個々の煉瓦の状況に応じて適切な設計を行う必要がある。解析に利用したのは過去に 3D レーザースキャナで取得した点群データである。この点群データは元々平成 24 年度に実施された維持管理事業³⁾の際に図面作成のために取得されたものであったが、煉瓦表面の詳細な形状が記録されているため、今回の解析に使用することとした。なお、凹凸評価の対象とする煉瓦は既に画像調査によって劣化が進行している事が明らかとなったものを対象とし、また、点群データが十分に取得できていない範囲は対象外とし、今後補完計測と解析を実施する予定である。



図1 表面劣化の進行した煉瓦

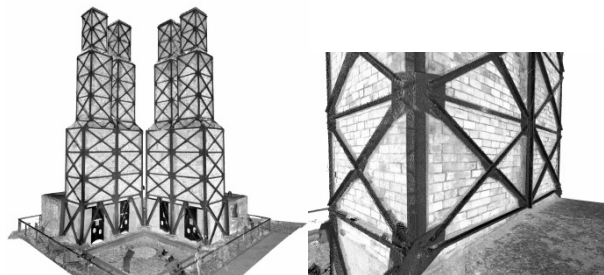


図2 3Dレーザースキャナで取得した点群データ

2. 凹凸評価の方法

葦山反射炉の外壁の各面は部分的に孕み出しや捻れがあり、煉瓦は一様な面上に配置されているわけではない。そのため、表面劣化の進行度を深さ方向で定量化するには、壁面全体を共通の基準面からの離隔を元に解析することは出来ない。従って下記のように、2段階の解析によって定量化を行った。

◇STEP1 (エリア解析) :

補強鉄骨接合部の添接板を元にした基準面と、鋼材に囲まれた三角形内の煉瓦との距離を計算することで、周辺の健全な煉瓦に対して大きく表面劣化の進行している煉瓦を抽出する

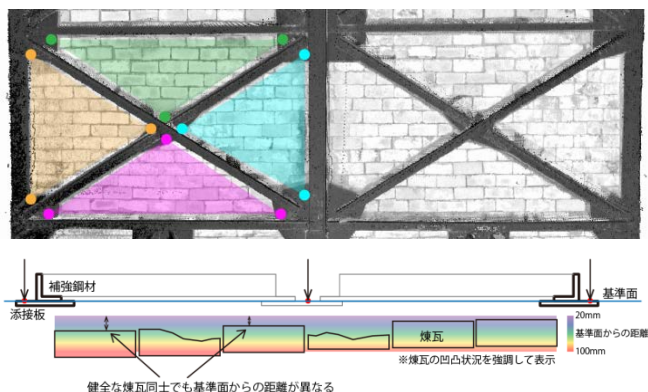


図3 基準面（添接板）からの距離計算

◇STEP2 (個別煉瓦解析) :

STEP1 で抽出された煉瓦と既存の画像調査結果を参照し、周囲の健全な煉瓦面からの劣化深さを測る解析を行った。その結果個々の煉瓦の表面劣化の進行度を可視化することが出来た。

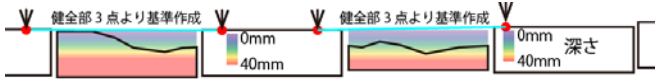


図4 周囲の健全部からの劣化深さ

カラーコンタは 0mm から 100mm 以上まで 10mm ピッチで構成し、0~20mm までを「擬煉瓦補修」、20~50mm までを「煉瓦貼付補修」、50mm~を「煉瓦差替」とした⁴⁾。

凡例 (mm)	仮補修方法基準
0~10	擬煉瓦補修
10~20	
20~30	煉瓦貼付補修
30~40	
40~50	
50~60	煉瓦差替
60~70	
70~80	
80~90	
90~100	
100~	

図5 仮補修方法基準凡例

3. 凹凸評価結果

煉瓦の凹凸評価結果は図6のように反射炉の各面毎に表示を行った。これにより表面劣化の進行している煉瓦の位置と分布が明らかとなった。上段や中段の一部、肩部(階段状の部分)については今回解析対象外としたので、解析を完全に終えている下段部分については北炉と南炉ではそれぞれ擬煉瓦補修が 1.6%/6.0%、煉瓦貼付補修が 3.2%/7.5%、煉瓦差替が 1.3%/1.4%となり、全体的に南炉の方が、補修対象が多い事が分かる。現状でこの要因を断定することは出来ないが、おそらく前回実施された修理工事の際の煉瓦補修位置や方法に関係があると思われる。この詳細は次回報告の課題とする。

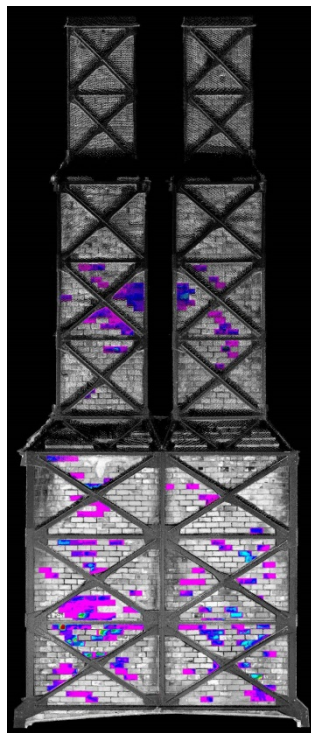


図6 凹凸評価結果 (南炉南面)

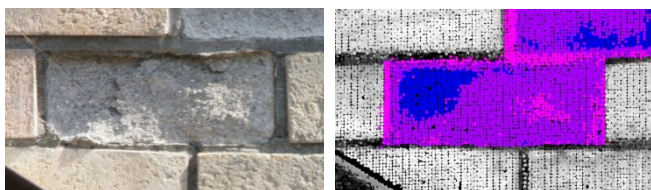


図7 同レンガの画像と凹凸評価結果

凹凸評価の解析結果は個々の煉瓦の記録や状況などの情報と統合するために既存の電子カルテに格納した。この電子カルテには既に詳細撮影画像や各種損傷の状態や刻印等の有無が記録されており、ここに追加する形で個別の煉瓦の画像データを作成し、データベースでの紐付けを行って関係者間で閲覧・共有が可能なようにした。

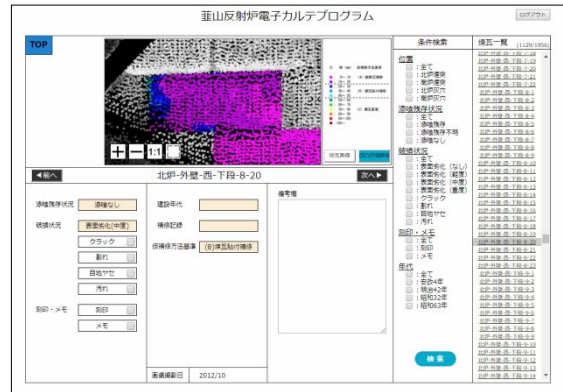


図8 電子カルテ個別煉瓦ページ

4. おわりに

本稿では、葦山反射炉の壁面煉瓦の表面劣化を定量的に把握するために過去に取得した点群データを用いて解析を行った。レーザースキャナのデータはある目的に資するデータのみならず、観測者が意図しないほどの膨大なデータを取得していることがあり、全く違う用途に活用出来るポテンシャルを有している。解析の成果だけでなくこうしたオリジナルのデジタルデータを管理していくことは、今後の文化財の維持管理に重要な観点の一つであるように思われる。

注:

- 1) 味岡収: 葦山反射炉維持管理事業における調査報告その1 デジタルカメラを用いた煉瓦画像記録, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2016.8
味岡収: 葦山反射炉維持管理事業における調査報告その2 煙突内部の温湿度計測, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2017.9
- 2) 本報告は、伊豆の国市が(株)計測リサーチコンサルタントに委託した「平成29年度 葦山反射炉維持管理事業 葦山反射炉調査業務(温湿度計測・電子カルテ作成(史跡葦山反射炉でのスキャナデータに基づく煉瓦の凹凸評価))」の成果を元に作成したものである
- 3) 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」
- 4) この補修方法の基準はあくまでも仮のものであり、個々の煉瓦の破損状況及び周囲との納まり等により、各補修方法の適用を判断するものとする

* (株) 計測リサーチコンサルタント 博士 (工学)

* KEISOKU Research Consultant CO. Dr.Eng.