

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

正会員 ○味岡 収*

葦山反射炉 近代化産業遺産 世界遺産
煉瓦 温湿度

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 年度葦山反射炉維持管理事業においてこれまで網羅的に実施されることのなかった葦山反射炉内外の煉瓦画像記録調査について報告を行った。本稿²⁾は、画像記録調査の際に煙突内部に設置した温湿度計の計測結果について報告するものである。葦山反射炉の煙突は昭和 60-63 年に実施された保存修理工事の際に亀裂の補修や一部積み直しが行われて以来、銅板製の天蓋が閉じられ平成 27 年まで開けられることはなかった。そのため煙突内部の環境については把握することが出来ず、煉瓦への影響も不明であった。内部の状態については記録調査における画像判断では大きな損傷や劣化は見られないことは確認したが、今後の保存維持管理において内部の状態をどのように維持していくかは一つの課題と言えよう。また煙突内部には煉瓦のみならず学術的に貴重とされる葦山反射炉操業時に発生したと思われる溶融物が付着しており、下部ほど量が多く且つガラス質の性状を示している。これらも当然ながら保存の対象であることから、温湿度の状態や付着物の物性によっては改善のための対策が求められる。本事業における温湿度計測はこのような経緯から始まり、まずは基礎的なデータの収集を目的として通年以上の温湿度データの収集を行った。



図1 葦山反射炉煙突内部下位に付着する溶融物

2. 計測概要

葦山反射炉は L 字型に配置された北炉と南炉の 2 つの

炉があり、それぞれが連双式となっているため、全 4 基の煙突が存在する。温湿度計の設置はこの 4 基を対象とし、高さ方向での比較を行うために上中下段の 3 箇所に、天蓋から吊り下げるように所定の間隔で計 12 台設置を行った。また外気との比較のために敷地内の一角に百葉箱を設け、その中に 1 台を設置した。

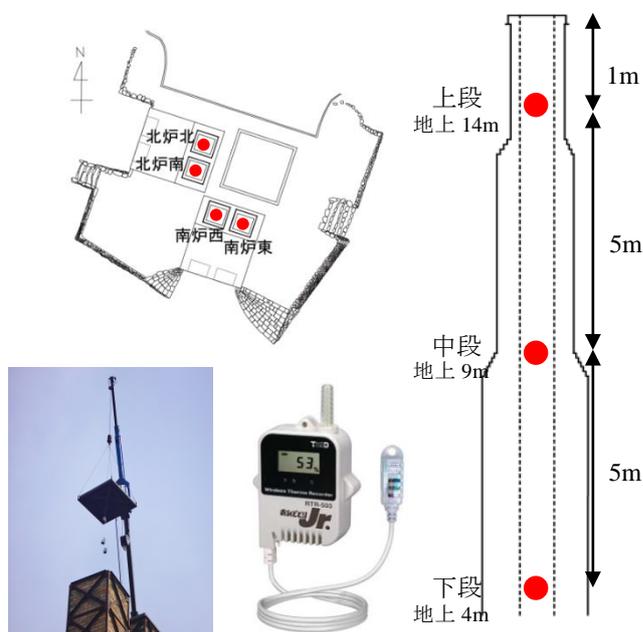


図2 温湿度計設置位置、設置状況、使用温湿度計³⁾

3. 計測結果及び考察

計測期間と回数は以下ようになった。

計測期間：2015/12/10 0:00 ~ 2017/2/13 11:00 (毎正時)

計測回数：温湿度共に 10,356 回

これらのデータを整理し月別平均値をグラフ化したものが図 3 である。ここでは例として北炉北と南炉東のグラフを示している⁴⁾。

まず温度については、北炉北と南炉東に有意な差は見当たらず、いずれの高さにおいても外気温度の $-1\sim+3^{\circ}\text{C}$ 辺りを推移しており、ほぼ追従している値を示している。

これに対して湿度は北炉北と南炉東で傾向が異なる。北炉北においては、温度と同様に湿度も外気に追従をしており、6 月から 11 月にかけて数%程度外気湿度より低

い値を示すものの、全体的な傾向は大きく変わらない。高さ方向での違いについてはいずれも 70%前後から 80%程度を推移しており、有意な差は認められない。対して南炉東の湿度は、外気湿度の変化の影響が北炉北に比べて小さく、高さ方向での湿度の差が顕著である。いずれも年間を通じて 10%以下の変化に留まり、上段は年間を通じて 90%を下回ることとはなく、下方に行くに従って 10~15%程度ずつ下がる結果となった。また全データからの最高最低平均値を示した表 1 によると南炉東上段の最低湿度は 78%、平均湿度は 95%であり、ほぼ確実に結露が発生していると思われる。

北炉の煙突内部は外気の温湿度両方に追従しており外気との循環が発生していると考えられるため、天蓋もしくは壁体の何処かに外気と通じる穴があると推測できる。煙突最下部には「岬」と呼ばれる炉内と通じている僅かな隙間はあるが、これは南炉でも同条件であるためこのみで空気の循環が発生しているとは考え難い。なお、北炉は昭和 5 年発生の北伊豆地震によって両煙突とも最上段が崩落している。その後昭和 32 年の工事において軽量コンクリートブロック積⁵⁾で修復され、昭和 60 年からの工事において煉瓦積へと復元がなされている。検証には更なる実験観測が必要となるため現時点では推測の域を出ないが地震被害、亀裂補修の不足、経年劣化等により外気と通じるルートが発生した可能性も考えられる。

4.おわりに

本稿で行った考察はあくまでも計測結果に基づくものであり、煉瓦及び付着物の物性までは考慮していない。結露が発生していることは間違いないと思われるが、北炉と南炉では外気の影響の度合いが異なるため、今後はその要因を探り内部環境を適切な状態で安定化させる方法を模索しつつ、保存対象への影響の調査及びその対策の検討を行う必要があるように思われる。また、昭和 63 年の修理工事における煉瓦物性試験結果⁶⁾によると、葦山反射炉の煉瓦の吸水率は 20%を超えているものが多い⁷⁾。JIS R1250 において煉瓦の吸水率は 15%以下とされており、現在の基準からすればやや高い数値といえるだろう。外気の最低気温は-4.1℃、煙突内の最低気温は 1.1℃と凍結融解の危険性もあることから今後の検討が期待される。

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
- 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 28 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)」の成果を元に作成したものである

- 3) T&D おんどとり RTR-507L
- 4) 北炉北と北炉南、南炉東と南炉西は共に近い傾向を持った計測結果を示す
- 5) 浜田稔：葦山反射炉保存工事について,建築雑誌,日本建築学会,1958.2, pp15-17
- 6) 葦山町教育委員,(財)建材試験センター, 史跡葦山反射炉保存修理事業報告書, 葦山町, 1989.03, pp162
- 7) サンプルは全 11 種用いられておりそのうち 1 種が 11%、残りが 20%程度である。しかしこのサンプルの取得場所は判然としな
- 8) 湿度が 100%を超えているものは結露発生によるエラー値と思われる

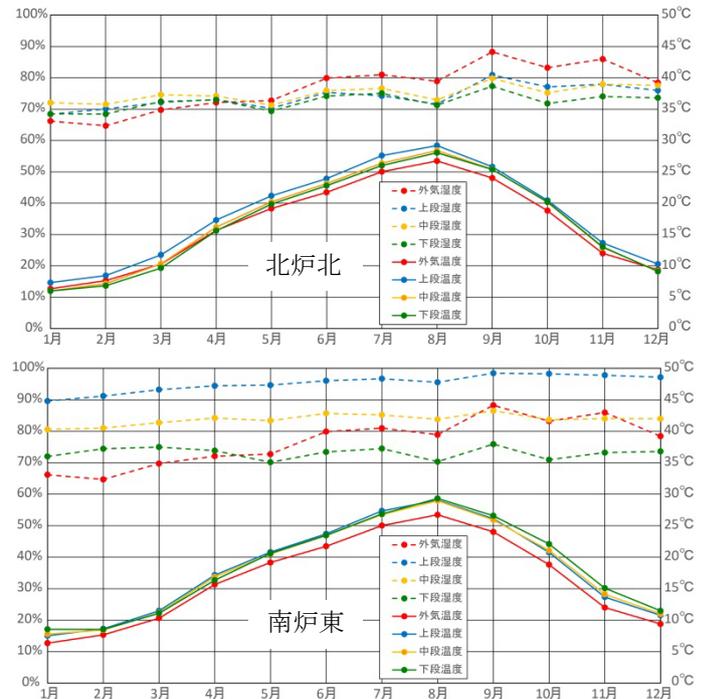


図 3 温湿度の月別平均値グラフ

表 1 温湿度の計測結果まとめ⁸⁾

位置		温度			湿度			
		最高	最低	平均	最高	最低	平均	
北炉	北側	上	37.2℃	1.4℃	18.1℃	97.4%	29.9%	73.9%
		中	30.6℃	2.5℃	17.2℃	97.6%	32.0%	75.0%
		下	29.8℃	1.4℃	16.9℃	97.6%	26.4%	72.4%
	南側	上	37.6℃	1.8℃	18.3℃	96.6%	27.1%	71.2%
		中	31.1℃	2.6℃	17.4℃	96.1%	27.7%	71.4%
		下	30.0℃	1.1℃	17.0℃	97.0%	24.0%	71.1%
南炉	西側	上	34.6℃	1.6℃	18.0℃	100.2%	47.1%	91.3%
		中	31.0℃	4.1℃	17.9℃	95.4%	48.0%	81.2%
		下	30.4℃	5.6℃	18.2℃	95.1%	22.7%	69.8%
	東側	上	34.7℃	1.5℃	18.1℃	102.2%	78.3%	95.3%
		中	31.1℃	4.5℃	18.0℃	92.4%	58.2%	83.7%
		下	30.5℃	6.1℃	18.4℃	95.2%	29.1%	73.1%
外気		35.7℃	-4.1℃	16.4℃	149%	13.6%	76.8%	