

国指定重要文化財 旧下野煉化製造会社煉瓦窯 保存修理工事

歴史的赤煉瓦建造物の修理・保存・復元

鈴木 行 雄

本工事の「保存修理工事」は、明治23年(1890)に築造され昭和54年(1979)国指定重要文化財となった、旧下野煉化製造会社煉瓦窯(写真-1)の保存修理工事についてである。「構造形式は煉瓦窯及び木造、建築面積840.0m²、16角造、鉄板葺、中央煙突付、階段2箇所付属、直径(地盤面外周部)33.00m、煙突高(地盤面より煙突頂上まで)34.67m」^(注1)の煉瓦窯の躯体修理工事であり、本文はさまざまな部所での煉瓦の修理工事についての経緯と完了までを紹介するものである。

キーワード：近代化産業遺産、歴史的建造物保存修理、ホフマン式輪窯、赤煉瓦、ヴォールト積み、グラウト工法

1. はじめに

明治新政府は文明開化を旗印に、列強に追いつき追い越せと産業・軍事・風俗を含め欧米化を推進した。近代的手法により各種の建築物、工作物が造られたがその建築材料は赤煉瓦であった。明治19年には諸官庁の建築物に赤煉瓦を使用する指導があり、急速かつ大量の供給が必要となり、製造所の建設に官民間わず躍起となった。ここに登場したのが従来のだるま窯や登り窯に変わり、良質で大量生産が可能なドイツの「ホフマン式輪窯」^(注2)であり、下野煉化製造会社はこの時代に創業され近代化の一翼を担うのである。

下野煉化製造会社のホフマン輪窯は従来の窯を長くし最初の窯と最後の窯を連結させ一周の間に16の窯を環状(円形)に配置して、連続して煉瓦を大量に製造できるようにしたもので、一度点火した火は窯上の

投炭口から投下する粉炭(石炭)が切れなければ際限なく焚き続けることが出来る(図-1, 2)。良好な煉瓦の大量生産を可能とし国策に多大な貢献をし近代化産業の礎となったものである。日本に現存するホフマン輪窯5基のうち創業時の姿で残っているのは唯一旧下野煉化製造会社煉瓦窯のみである。

平成24年1月に始まった工事は、平成13年に解体されたままとなっていた11号窯のヴォールト(アーチ状天井のトンネル)、投炭坑、外壁の手すり壁、11号窯3号窯の階段の壁体、踏み段、煙道、集煙道を元



写真-1 修理工事前

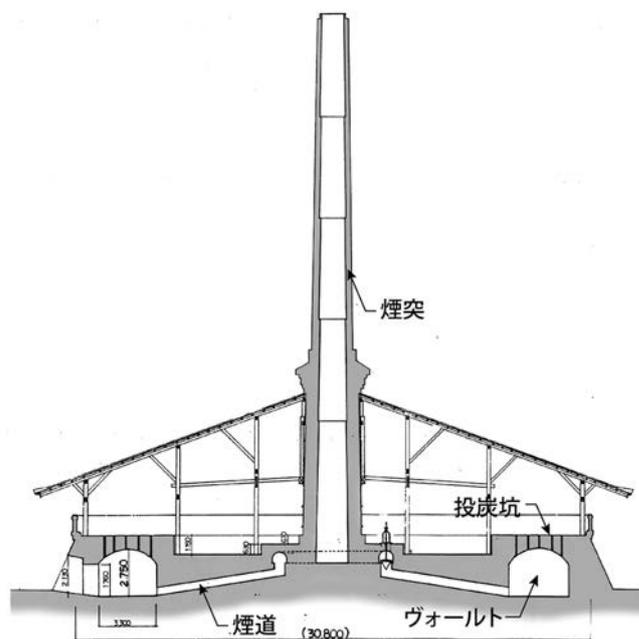
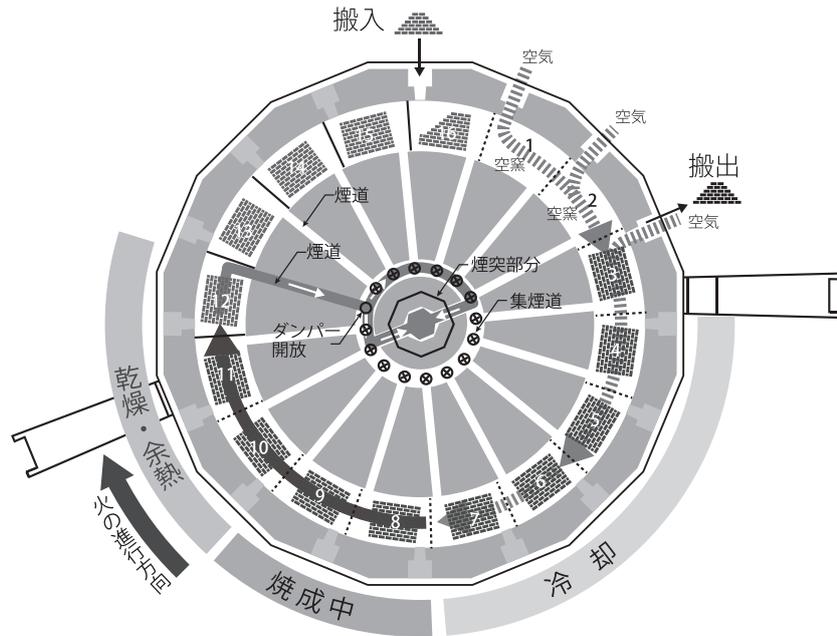


図-1 断面図(水野新太郎著『日本煉瓦史の研究』法政大学出版局1999年より引用)

(注1) 野木町 Web ページより引用

(注2) ドイツ人ホフマン(Friedrich.Hoffman)の開発した輪窯で1858年特許を得た。



図一 焼成工程図 (野木町 Web ページより引用)

通りに積み直す工事と、他に一旦解体された煙道上部、床および窯上部床の敷煉瓦の復元工事、また煉瓦の劣化している部分をハツリ取り、煉瓦を積み直す工事、煉瓦のクラックにグラウト材を注入、並びに目地の劣化している部分の目地を詰め直す補強工事などの保存修理工事を行い、平成 26 年 9 月に完了した。



写真一 2 撤去前



写真一 3 復旧後

2. 補足煉瓦の新規制作

修理箇所の煉瓦は解体し、研りそして同じ位置に再設置されるが、部分的には破損、破壊された箇所の修理に必要な煉瓦の新規制作が必要となる。原則は寸法、形状、色合いとも各箇所の既存の煉瓦に倣うことにした、また吸収率、圧縮強度は JIS 規格に適合したものとす。また煉瓦小口面に「平成二十四年補修」の刻印を押し焼成した。新規制作煉瓦は 9 種類 21,282 個であった。その他は再使用した。



写真一 4 投炭坑口撤去前の状況



写真一 5 投炭坑口の撤去前の番付作業

3. 敷煉瓦撤去復旧 (写真一 2 ~ 8)

敷煉瓦の撤去は投炭坑入口を拠点にするか、投炭坑の中間を拠点にするか当初から非常に困難なことになると予想された。放射状に敷かれた煉瓦は不揃いに置かれ、寸法の統一もなく長期間放置されていたため風化が始まり粉々になっていた。以上を踏まえ以下の工程にて修復を進めた。敷煉瓦を撤去後外部に集積したが、復旧が約 2 年後になり煉瓦風化現象によって一部煉瓦が粉になり、復旧に支障が出た。そのため外部での見直し対策を考えた。粉になった煉瓦もそのまま



写真一 6 外部での煉瓦積み替え



写真一 7 窯ごとの煉瓦撤出



写真一 8 風化が始まり粉々

復旧した。パレットに積んだ煉瓦番付番号を全部裏返しにし、元の位置に復旧した。

4. 外周壁復旧

地震により崩れかけた煉瓦壁を修復するに当たり、壁中間から下部にかけた部分だけを直そうとしたがやはり無理があり、袖壁上部から煉瓦を外した。外した煉瓦を全部ケレンし一度水で洗い修復した（写真—9）。

煉瓦壁、中央部アーチ上部は約 25 cm 膨らんでいた。煉瓦修復後も既存の膨らみに合わせ、蛇腹煉瓦までに膨らんだ壁を少しずつ直線に修復し隣の窯の壁にすり付けた（写真—10）。

煉瓦積みにおいて最下段は、根付と呼ばれ非常に重要な工程である（写真—11）。

写真—12、煉瓦積み、外周壁仕上げ状況。

写真—13、外周蛇腹部、この部分が手すり壁の根付



写真—9 外周壁修復



写真—10 アーチ上部の膨らみ



写真—11 根付



写真—12 外周壁仕上げ



写真—13 外周蛇腹部

となる。解体時煉瓦壁後ろから壁を支える煉瓦壁が発見され作業に支障が出た。壁がセットバックしているため倒れ止めのための過去の補強修理と思われた。

5. 11号窯外部アーチ芹杵制作（写真—14）

煉瓦壁を完了させ、芹杵を乗せる土台を制作しアーチ芹杵を乗せる。芹杵は煉瓦壁面の角度に合わせ現場で制作する。芹杵制作時の重要箇所は撓みを考え少し頂点を高くし、レベル調整は楔で行った。



写真—14 アーチ芹杵の取り付け

6. ヴォールト芹杵制作

ヴォールト芹杵の工夫は、高さを約 14 センチ均等にするために 350 mm 程度間隔で杵を変形させる工夫を考えた。

土台となる木台は、通常横に木を置きその上に芹杵を乗せるのが一般的だが、今回は高さ調整が大幅にあるため、縦に木を設置し 350 mm 間隔で木柱を置き、その上に芹杵を乗せた（写真—15）。

芹杵は 12 mm のベニアだけでは約 3,000 mm 程ある開口寸には強度的に少し弱く、角材でベニアの両面



写真—15 350mm間隔の木柱

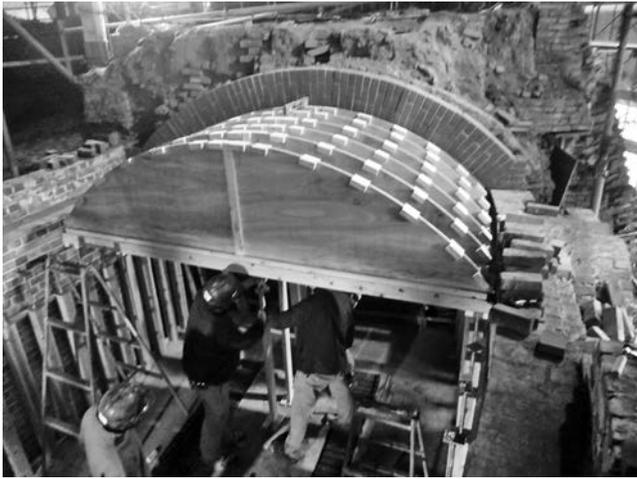


写真-16 柄の取り付けと調整

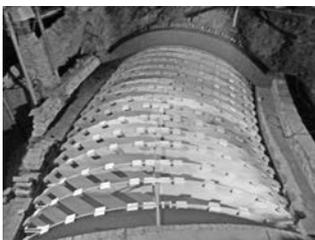


写真-17 ベニヤ板強化の固定材

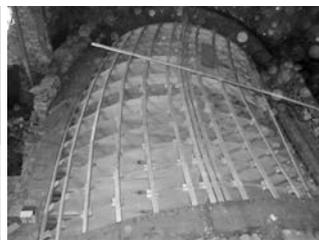


写真-18 骨組み上のサンギ材



写真-19 段差の削り



写真-20 墨出し

をはさみ補強した。高さ調整は全部の柱に柄を用いレベルを調整した（写真-16）。

骨組みを掛け中央部にベニヤの固定材を設け下部の骨組みの強化に努めた（写真-17）。骨組み上部強化はサンギ材で強化をし打設を考え全部釘、ビスをわざわざ下から打込んだ自在ベニヤを斜に切り（写真-18）、少し隙間を空け上部の段差を鉋で削り仕上げた（写真-19）。

煉瓦積みの墨出しは、緩やかな曲線を出すために、木材で定規をつくり（300mm）煉瓦割を決め定規で一段一段書き入れた（写真-20）。煉瓦積み作業前に下部の柄は撓みを考慮して通常高さより若干高め施工に努めた（写真-21）。

7. ヴォールト煉瓦積み

平成13年度の工事範囲で11号窯、12号窯、10号窯も修復予定であったものの、11号窯の側壁だけを



写真-21 中心の柄



写真-22 側壁とボールドの境界



写真-23 小端縦積み



写真-24 均等配分で積み

施工し工事が中断した。今回は11号窯のみの修復になり、10号、12号窯との取り合いがヴォールト復旧工事の重要ポイントとなった。10号から12号にかけてのヴォールトのレベルが約14cmも違っていたことで、骨組みを乗せる際にレベルを均等に設置したが、困難な調整となり最終的に側壁での調整で解決した。

側壁は二枚積みで、角度を決め加工し施工したが完全ではなく、ヴォールトでの調整も行った（写真-22）。

一層目の積みは150×230×55mm程度の台形型煉瓦を縦積みしながら施工した。四角い穴は投炭坑の穴でこれは全部手加工し、加工した面が解体前の形と同様にした。

二層目の積みは小端立積みで巻いた（写真-23）。ヴォールト積みは、均等に煉瓦を積むことが重要であ

る。外輪を5列施工し、内輪を5列積みと両サイドから少しずつ芹杵に荷重が均等になるよう配分し施工を完了させた。外輪、内輪の施工完了後それぞれヴォールトの上から水締めを行い強度が出るようにした（写真—24）。

8. 周煙道ヴォールト補修

この建造物は長期間放置されて幾度の天災にも見舞われ疲労が蓄積していたが、より顕著に表面化していたのが周煙道ヴォールトであった。目地と煉瓦が抜け落ち、クラック幅も広くサポーターでのリフトアップ保持をしていないと危険な状態であった。以下の手順で周煙道ヴォールト倒壊予防措置及び復旧工事を行った。

目地が抜け落ちた部分に煉瓦楔を打ち込んだ。既存煉瓦での楔はすぐに折れてしまい新規煉瓦を採用した（写真—25）。

クラック周辺の欠落した煉瓦を油圧ジャッキにてリフトアップし煉瓦楔を打ち込む（写真—26）。

欠落し粉碎した部分は選定した煉瓦に積み替えた（写真—27）。またヴォールト上部からのグラウト材の注入も行っている。煉瓦楔を打ち込む時、既存煉瓦目地からは砂が落ちる。これを持って楔が効いたと判断しヴォールトの強化に努めた。



写真—25 煉瓦楔の打ち込み 写真—26 油圧ジャッキによる押し上げ



写真—27 修理後

9. 投炭坑修理と復元

(1) 投炭坑の修理（写真—28, 29）

敷煉瓦撤去後投炭坑の高さ、大きさを確認し既存の投炭坑の崩壊を考え養生し管理した。崩れ落ちた煉瓦は、最終的に元の位置に戻し、角度、高さ、大きさを



写真—28 施工前状況

写真—29 投炭坑の修理

合わせ積み直した。

(2) 投炭坑の復元（写真—30, 31）

11号窯の投炭坑積みはヴォールトの寸法を出し、25個の穴の位置を決め煉瓦を積んだ。全投炭坑は放射状に作られていたため配分が難しいが床の高さをあげるため投炭坑の煉瓦を積み足した。敷煉瓦を元の位置に戻すため、角度、寄りを既存に合わせ調整した。投炭坑積みは基本的に数cmずらした変形積みであり頂部は投炭坑上蓋の金物寸法に合わせ調整した。



写真—30 投炭坑の煉瓦積み

写真—31 投炭坑頂部

10. ひび割れ補修（グラウト材注入）

(1) 穿孔（写真—32）

ひび割れ箇所の穿孔位置は、意匠を損なわないよう周辺目地に照準を定め、穿孔深さ及び角度は既存煉瓦壁の厚さ、クラック状況に応じその都度変えた。穿孔の向きはグラウト材の流動性を活かすため壁に対して下向きに穿孔した。穿孔径に合わせた専用ノズルの吸塵機を制作し塵を吸い取った。煉瓦塵は非常に粘り分を含んでいる場合があり、その場合は一度乾燥させてから粉塵を吸い取った。



写真—32 電動ドリルで穿孔

(2) 皮膜材塗布

吸収性の高い煉瓦とグラウト材のドライアウトを防ぐため合成樹脂エマルジョンを特殊ノズルにて塗布。清掃時同様ノズルを改良し孔内周に塗布できるよう噴射した。往々にして明治、大正に作られた煉瓦は吸水が高く、この工程は注入材の流動性を保持する意味で非常に重要である。

(3) グラウト材準備

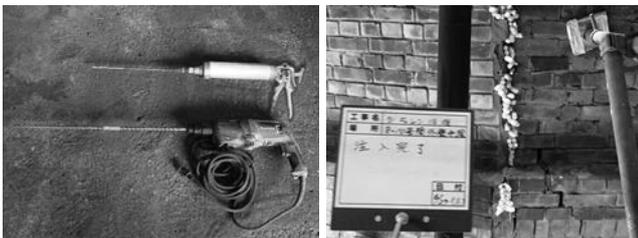
グラウト材（セメント系無収縮モルタル）と水の混合剤を滑らかになるまで攪拌する。90分以内で使用。

(4) グラウト材注入（写真—33）。

特殊注入ガンに改良ノズル（写真—34）を用い、煉瓦壁内奥側からの補強となり目視での確認が困難なため、すべて手動式機器を用い感覚を重要視し、一定の経験を積んだ者に注入させた。充填終了の目安は注入ガンが押し戻される時点。この作業を繰り返し行う（深さ 500 mm 前後まで可能）。煉瓦壁の 2, 3 cm 手前で注入を止めバックアップ材で孔を塞ぎ養生をした（写真—35）。目地材は現場調査し周辺煉瓦の目地と同色にし景観重視とした。



写真—33 グラウト材注入



写真—34 グラウト特殊穿孔ドリル 写真—35 バックアップ材で孔を塞ぐと特殊ノズル



写真—36 修理工事後

11. おわりに

本工事の特徴でもある煉瓦窯の複雑な構造は、いきおい修理保存工事においても難度の高いものであった。

工事前には解らなかったことが多く、新たな発見や課題のたびに手探りの試行錯誤を重ね、工具や工法の開発をもとに解決していった。これには長年の経験と実績に加え、国の重要文化財の工事を担うという現場の職人の誇りと情熱が問題解決の機転と知恵の発揮につながったものと確信するものである。追加工事を経て2年半余りという長期間の歳月で完成された、この由緒ある産業遺産の修理、保存工事に携われたことに感謝するとともに、今後とも赤煉瓦建造物の歴史的遺産とその修復技術を後世に継承すべく精進と使命感を覚える次第である。

謝 辞

最後に当工事に当たりご指導ご鞭撻を賜った野木町、松井建設(株)、公益財団法人文化財建造物保存技術協会の方々に御礼申し上げます。

JCMMA

【筆者紹介】

鈴木 行雄 (すずき ゆきお)
 (株)肥後屋
 常務取締役

