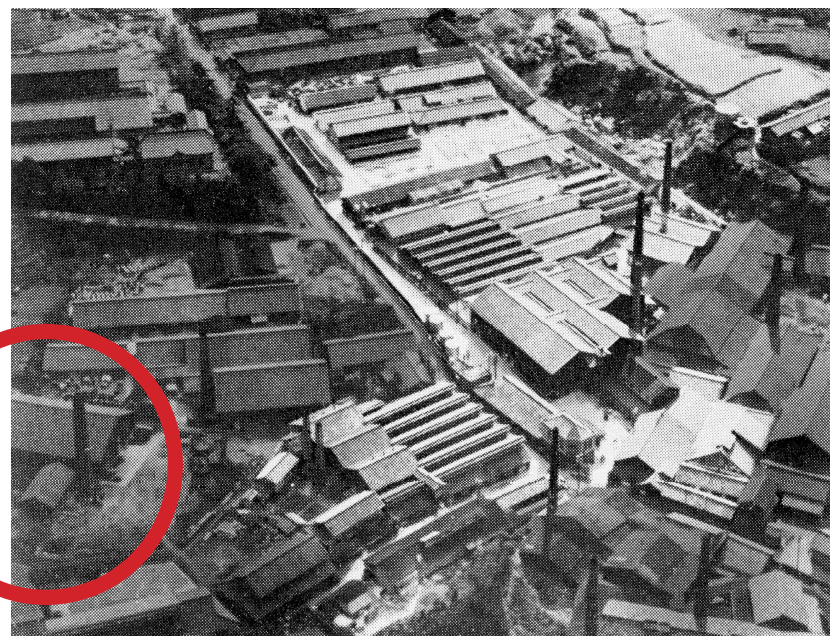


「窯のある広場・資料館」保全工事概要

1. 建物の歴史

1921(大正10)年	土管製造業の片岡勝製陶所 窯場として創建
1944(昭和19)年12月7日	2度の大きな地震に遭遇し、 煙突と建屋の一部が倒壊、直後に復元
1945(昭和20)年1月13日	
1958(昭和33)年	窯の大改修を実施
1971(昭和46)年	操業停止
1986(昭和61)年	「窯のある広場・資料館」開設
1997(平成9)年	国登録有形文化財(建造物)に登録
2003(平成15)年	建屋(上屋)の耐震補強工事を実施
2007(平成19)年	経済産業省近代化産業遺産に認定
2016(平成28)年12月	保全工事開始(一時閉館)
2019(令和元)年10月	リニューアルオープン



2. 建物診断

2015年8月～2017年11月、国登録有形文化財保全目的の建物診断を実施した。

日建設計コンストラクション・マネジメント株式会社

日置拓人＋南の島工房一級建築事務所

日本診断設計株式会社

● 調査結果【煙突】

目地部分の劣化が激しく、引張強度測定ができなかった。したがって、組積造設計規準で規定されている引張り耐力が計算できず、煉瓦建築の耐震工事として一般的な、免震構造台の上に既存煉瓦構造物を乗せる方法が適用できない。



煙突調査の様子

● 調査結果【窯】

地下から自由水(地表からしみ込んだばかりの雨水)が煉瓦に浸透。土管工場操業中に煉瓦内部にしみ込んでいたイオン成分(Na^+ 、 Ca^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 NO_3^- など)と一緒に表面にしみ出し、表層で結晶化することで、煉瓦を崩壊している現象(塩類風化)が観察された。

1972「窯の保存に関する調査」INAX生産本部技術部分析サービス室

また、目地付着力が小さい状態で自立している現状は、震度6強程度の地震に対して崩壊する危険性もある。



塩類風化の様子

● 調査結果【建屋】

2003年に実施した鉄骨による耐震補強工事により耐震性能は有している一方、瓦、外壁材の劣化や一部木造柱に白蟻の被害が確認され、台風等での被害が懸念される。



建屋調査の様子

3. 保全工事計画

診断結果を受けて保全計画案を策定。文化庁との協議を行い、以下の保全工事を実行した。

3-1. 煙突保全工事

地震による煉瓦煙突の被害は、煙突が折れて倒壊するのではなく、表層の煉瓦が崩れ周囲に飛散するものである。したがって、煉瓦煙突の内側だけを鉄板等で補強しても、外側の煉瓦の飛散を防ぐことはできない。しかも、目地材に接着力がないため、免震台に乗せることも難しい。

当初、できるだけ解体せずに保存方法を検討するようにと文化庁から指導を受け、保護アングルを用いた外周補強など他の煉瓦造煙突保全事例を参考に検討した。

しかし、煙突基盤地下部分の自由水の存在などの特殊事情から、やむをえず解体し、鉄筋コンクリート造で土台と煙突を構築し、その上に解体した煉瓦を張り付ける工法を選択した。解体の際には表面の煉瓦全てに番号を付け、再構築の際に元の位置に張り付けた。



煙突保全工事開始の様子



煉瓦解体時に確認された地下自由水



1. 煉瓦位置を記録



2. 既存煉瓦煙突を解体



3. 段ごとに煉瓦をパレット保管



4. 全数ケレン処理



5. 鉄筋コンクリートの煙突構築



6. 既存煉瓦を元の位置に張り付ける

● 解体からわかったこと

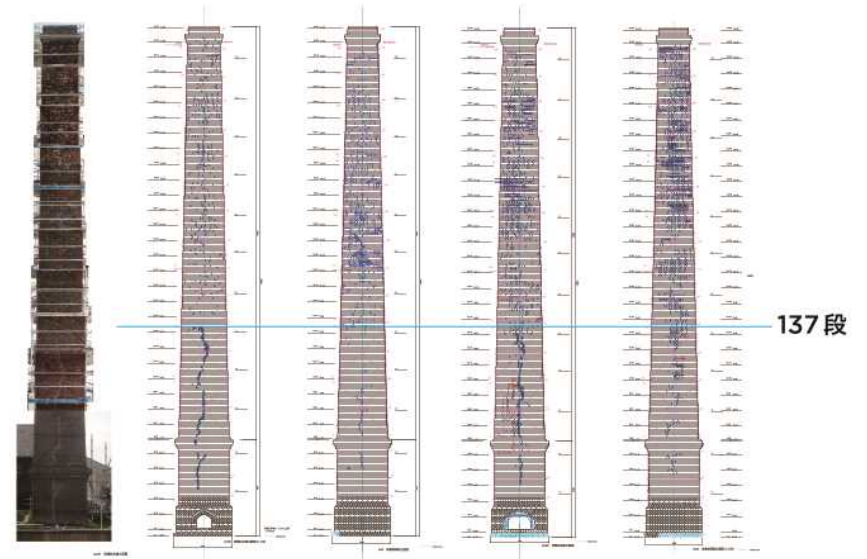
「煙突の上部と下部で煉瓦積み技術に大きな差があり、上部の煉瓦を積んだ職人は未熟な職人ではないか」と、解体を行った煉瓦積職人から聞いた。

そこで、目地開きの様子を図面化したところ、地上137段目を境に、下部の目地開きは規則正しいが、上部はばらつきが激しいことが確認できた。また、北面と南面の137段目より下部において、中央付近に亀裂のような連続的な目地開きがあった。

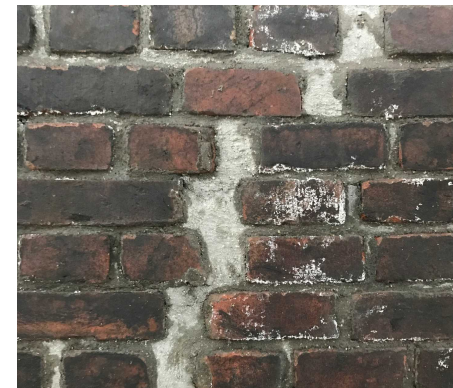
煙突は、1944年12月7日 東南海地震、1945年1月13日 三河沖地震の2回の地震で倒壊し、その直後に知多郡河和に駐留していた軍隊の応援で復元されたと伝えられている。

すなわち、上記地震で137段目付近から上部が倒壊し、北面と南面中央部の亀裂をモルタルで補修後、上部を素人同然の兵隊が煉瓦積み作業をしたことを、この解体を通じて立証できたのかもしれない。

この結果をもとに、今回の耐震工事においては、地上から137段目までの北面と南面の亀裂跡をも敢えて再現し、この事実を後世に残し伝えることとした。



図面化した目地開き



解体前の目地開き



目地開きを再現している

● 煙突のコーナー保護とブレース(筋交い)について

煙突周りのコーナー保護アングルは、1993年4月にブレース(筋交い)による耐震補強がなされている。

今回の工事では鉄筋コンクリート造として煙突に耐震性能を持たせたため、ブレースを撤去し、展示施設として公開(1986年)する以前の保護アングルを再現した。



2015年



2019年



1985年

3-2. 両面焚倒焰式角窯 保全工事

1986年に「窯のある広場・資料館」として開館して以来、コンサートや展示会なども開催し、多くの人に窯の内部の空間を楽しんでいただいていた。

今回の調査では、耐震と煉瓦の劣化（塩類風化）の不安が明らかとなり、地震および劣化への対策を講じる必要が生じた。



2015年 窯の内部

● 耐震補強工事の検討

煉瓦建築の耐震補強方法には、鉄筋アンカーを煉瓦構造体に打ち込み、壁面としての強度を向上させる事例が多い。

今回の検討においても当初、南北の壁煉瓦上部から地下10m以上まで鉄筋を打ち込んで壁面煉瓦を地盤と共に固定する工法(グラウンドアンカー工法)を検討した。

しかしながら、コンクリート技術支援機構耐震性能評価委員会より、不均一地盤でのアンカーのストレス管理は難しいとされ、他の方法を検討することとなった。

次に、窯側面の下部を20mm程度の厚さで切断した後、切断部分に繊維強化セメントを充填させて基盤とし、壁面上部から鉄筋を打ち込み、基盤と連結させる工法を検討した。

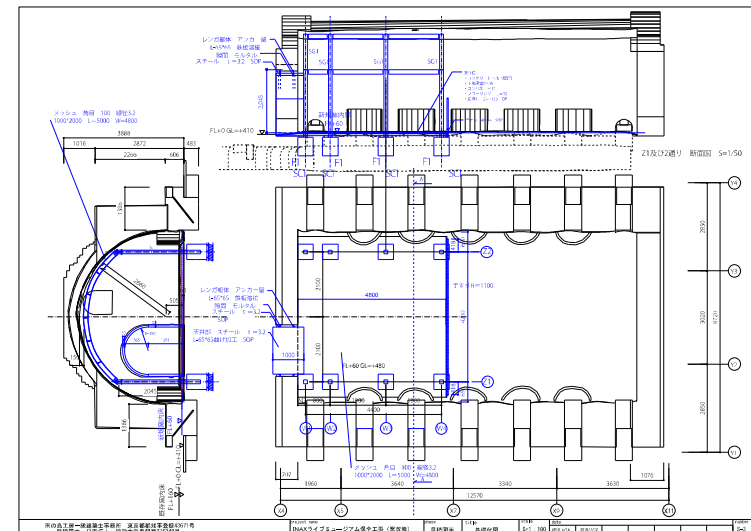
検討のため、煙突解体時に保管した煉瓦造の塊を用い予備試験を実施したが、切断はできるものの、内部の空洞が多くセメントによる基盤形成が期待できないことから、この方法も断念した。

この他にもいくつかの工法を検討したが、コスト面や実証面で有効な工法を見つけることができなかった。

そこで最終結論として、窯強度補強工事を実施せず、窯内部に鉄骨で耐震性に優れた空間を構築し、安全確保された空間のみに見学者立入を制限することとした。この空間を窯内の1/2以下として、展示方法を検討した。



煙突煉瓦構造体を用いた切断試験



窯内部 鉄骨の図面

● 塩類風化対策

塩類風化の原因は、地下からの水の浸透である。これを防ぐために、敷地外周に遮水壁を埋め込む工法が提案されたが、煙突の解体のため地下を掘り進めた際に地下自由水の量はそれほど多くないことがわかった。すなわち、地下からの水の供給先はさらに深い位置から粘土層を介して浸透しており、遮水壁の効果が小さいことが確認された。

そこで、外壁面および窯上面の煉瓦表面全てにウレタン系含浸強化剤を塗布し、水の蒸発機能を保ちながら（非造膜）煉瓦表面の強度を

向上させることで塩類風化の進行を防ぐ対策を施した。この対策は完全な対策とはいえず、今後の経過を観察していく必要がある。

塗布後40日経過した時点で、効果を確認するために煉瓦表面の強度を測定したところ、測定した煉瓦において表面の強度が上昇し、強化効果を確認した。しかしながら、一部の煉瓦においては風化現象が完全に止まっていないことも確認している。



窯上部の塩類風化の様子
（風化が進み煉瓦が粉状になっている）



窯入口の塩類風化の様子
（白華現象が起こっている）



塩類風化防止効果の確認
（表面強度測定）

3-3. 建屋 保全工事

● 外壁

既存外壁は、当初、杉板にコールタールを塗ったもので、その後、有機系塗料等で塗り直しが繰り返されているが、ひび割れによる漏水や台風時の剥がれが発生している。そこで、外壁全面の下見板を撤去し、木造軸組みの防蟻処理、土壁の補修、土壁全面に透湿防水シート張りを行い、高圧洗浄による「浮づくり処理」(エイジング)を施した上にタールフリー黒色塗料を塗り、下見板張りで再現した。



高圧洗浄水による浮づくり処理



浮づくり処理後の表面



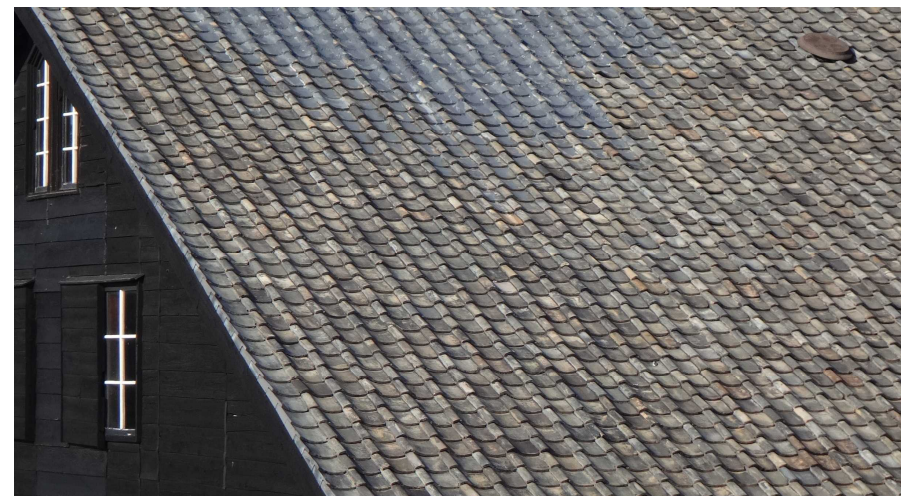
タールフリーによる塗装

● 屋根

瓦・葺土を全て撤去し、木造小屋組・木製野地板の防蟻処理を行い、屋根全面に断熱層を形成した後、アスファルトルーフィング張り、引っ掛け棧木の取付け、棧への釘打ち止めによるいぶし瓦葺きとした。

強度品質を確保しながら既設瓦の味わいを再現するために、兵庫県淡路島の達磨窯で焼成した淡路瓦（山田脩二氏*の制作）を主に採用した。

* 山田脩二氏は、昭和37-8年にカメラマンとして常滑を訪れ、当時の常滑の様子を多数写真に収めている。



保全工事直前の屋根瓦

工事直後の屋根瓦：太陽の光で表情を変える



晴れの日の朝



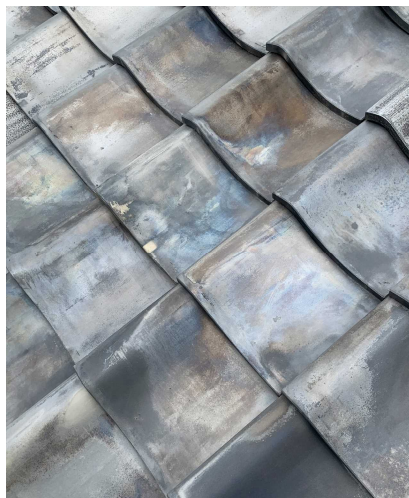
晴れの日の昼



晴れの日の夕方



瓦施工を見守る山田脩二さん



新しく葺かれた淡路瓦



鬼瓦(東側は既存のものを再利用)



山田さんと地元有志が作った達磨窯(淡路津井)



焚き口から炎が吹き上がる一瞬