

小野田徳利窯の建設年代の推定に関する研究

馬場 明生 (感性デザイン工学科)

河原 利江 (感性デザイン工学科)

台信 富寿 (設計工学専攻)

静村 貴文 (感性デザイン工学専攻 2001 年度修了生)

A Study on the Ascertainment on Building Date of ONODA Bottle Kiln

Akio BABA (Department of Perceptual Design and Engineering)

Rie KAWAHARA (Department of Perceptual Design and Engineering)

Tomikazu DAINOBU (Division of Design Engineering)

Takafumi SHIZUMURA (2001 Graduate student of Division of Perceptual Design and Engineering)

This paper deals with the preservation of Onoda Bottle Kiln which was built in Taiheiyo Cement Factory in Onoda City. Cementitious rendering which had been spread partly on the furnace of the kiln until January 1999, were removed for repairing deteriorations. As a result, the old brick walls were found under the cementitious rendering. It was different from the other parts in bonding pattern. October 2000, the excavation started around the kiln so that three clay brick masonry foundations connected with the existing kiln and two small foundations in the east and one foundation in the west were found. From these investigation results and textual material, the existing kiln was clarified to have been built in 1883 (Meiji 16).

Keywords: brick masonry, preservation, modernization heritage, Portland cement, bottle kiln, Onoda City

1. はじめに

我が国において、明治時代初期は洋式建築のみならず、産業・交通・土木施設などの建造物の構造体を使用する材料として煉瓦が最も普及した時代であり、この時代において最も重要な材料製造技術は、煉瓦の製造とその目地の結合材料としてのポルトランドセメントの製造であった。特に後者の製造にはそれまで我国に存在しなかった高度の技術を必要とし、この技術の良否が当時の都市を形成した野丁場建築物の質を決定した。

日本で初めてポルトランドセメントが使用されたのは幕末のころ、文久元（1861）年に幕府が長崎製鉄所をオランダ海軍士官ハルデス（H.Hardesu）の指導で建設した際に、煉瓦の接着に輸入セメントを使用したのが最初であり、次いで慶応 2（1866）年に始まった幕府の横浜製鉄所の建設においても、ごく少量ではあるが輸入セメントが使用されたのではないかとされている。その後、明治 4（1871）年、横須賀造船所 2 号ドックの工事をする際に使用したフランス製のセメントが巨額であったことから、セメントの国産化の気運が高まったと伝えられている。この頃の日本は、国家近代化を強力に進めようとしているときであり、経

済・産業の近代化を政府主導のもとに急速に推進した時代であった。鉄道・港湾・軍施設・官庁・大学・工場などの建設が盛んに行われ、セメント需要は増大していた。そのため、日本の研究者たちは、セメント工場の必要性を国に進言するとともに、東京・赤坂につくられた科学試験所でセメントの研究に励むこととなった。明治 6 年（1873 年）、東京・深川にイギリス、フランスなどから輸入された技術を導入した、我が国初の官営セメント工場（当時工部省深川工作分局）が建設され、明治 8（1875）年 5 月、日本で初めて信頼できる品質のポルトランドセメントの製造に成功した。その後、明治 14（1881）年山口県小野田市に我が国初の民営セメント工場が建設された。これが現在の太平洋セメント小野田工場（当時小野田セメント）であり、当時の野丁場建築である煉瓦造建築物の建設への材料供給という重要な役割を果たしていた。

本研究の対象とする小野田徳利窯は、小野田セメント創業当時、セメントクリンカーを焼成していた煉瓦造の堅窯であり、明治時代初期の建設技術の近代化にとって必要不可欠な技術の象徴として現在山口県重要文化財に指定されている。現在、日本でセメント製造が開始された当時の焼成窯として、完全な形で残存するものは全国でこの 1 基のみである。平成 11（1999）

年度から、同窯を「近代化遺産」として保存するために「徳利窯保存調査委員会」²⁾が設けられ、補修・補強のための調査および情報発進を含めた利用計画の策定が行われている。

本報では、同窯が将来近代化遺産として保存される上で、最も基本的でかつ重要な事項である建設年代の推定に的を絞り、これまで実施されてきた保存調査の中で明らかになったことや社史を含めた多くの歴史的資料から考察した結果を今後の保存のための一資料として残すことを目的としている。

2. 研究の経緯

平成 11 (1999) 年 7 月の委員会設立以降、保存調査項目の策定および次に挙げる予備調査が実施された。平成 12 (2000) 年 2 月に、同窯の焼成部の北・西面の外壁に塗布されている石灰セメントモルタル塗り層に、ひび割れや剥離が生じ、煉瓦に悪影響を及ぼしている部分があるということから、新たな煉瓦表面の保存処理法を探るといった目的でこれを除去する工事が行われた。その工事によって現れた煉瓦壁面は以前から露出していた煉瓦壁とは組積パターンにおいても煉瓦の質においても全く異なる、さらに古い煉瓦壁であった。

そもそも現存する徳利窯は明治 26 (1893) 年に建設されたものであると考えられていた。しかし、焼成部が異なる煉瓦および組積パターンで大型化されていることが明らかになったことで、同窯の建設年代を明治 26 (1893) 年に確定するのではなく、下部の古い焼成部が建設された年代、その上部を拡大した年代についても詳細に解明することが必要であると考えられ、徳利窯の焼成部の煉瓦組積調査を実施することとなった。また、同時期に行われた徳利窯焚き口前の発掘調査、さらには平成 12 (2000) 年 10 月に行われた徳利窯周辺発掘調査によって、新たな事実が明らかになった。

3. 徳利窯の基本形状

徳利窯は Photo1 および Figure1³⁾に示すように、直方体の焼成部と、上部ほど徐々に細くなる円錐形の煙突部とから成っている。焼成部の内側はすり鉢状になっているため、何段かごとに徐々に厚みを変えて組積されている可能性が大きい。最も内側の面は小口積みでライニングされている。煙突部は円錐形をなしており、外壁については外観を観察する限り、扇形の煉瓦で組積されていると考えられる。煙突内部は焼成部と同様に Photo2 に示すような小口積み

になっており、さらに目地の部分は目地モルタルを完全に充填せず中間部までにとどめ、煉瓦先端部までは隙間を空けるという特徴的な組積方法となっている。これは当時この窯が 1,500°C 程度という高温で熱されていた可能性があるため、煉瓦の熱膨張に対する工夫のあらわれではないかと考えられる。

4. 調査結果

4.1 現存する徳利窯に関する調査結果

1) 徳利窯の施工年代に関する文献調査

Figure2 は、「小野田セメント創業五十年史」に残る明治 16 (1883) 年から明治 27 (1894) 年までの「小野田セメント本社工場設備配置変遷図」⁴⁾である。堅窯と示してある場所が徳利窯の建設された位置である。

この一連の図面は同社史の巻末付録として掲載されているものである。同社史は昭和 2 (1927) 年 5 月にその編纂が始まり、工場内に残されていた経営・生産工程・品質管理・製品の販売などに関する資料、および同時期に行われた「小野田セメント製造株式会社治



Photo 1 Appearance of Onoda bottle kiln (from southeast) Photo 2 Inside of the Smokestack (the upper part)

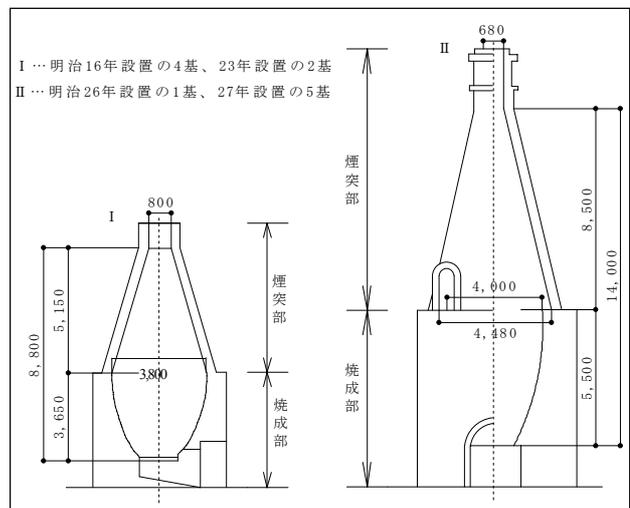


Figure 1 Outline of the shape on Onoda bottle kiln

革編纂会議⁹⁾の議事内容をもとに書き上げられたものである。しかし、Figure2の図面が、編纂会議開催時にすでに存在していたものか、会議の議事内容をもとに新たに作成されたものかという判別は現在のところ不可能である。

徳利窯保存調査委員会が設けられた当初、Photo1に示す現存する徳利窯は、前述のとおり、明治26(1893)年完成の第7号窯であると考えられていた。「小野田セメント百年史」に残る年表⁶⁾には、徳利窯は明治16(1883)年3月に4基完成したが、同型のものを明治23(1890)年11月に2基増設し、更に改良型の一回り大きい徳利窯を明治26(1893)年1月に1基、明治27(1894)年下期に5基増設し、合計12基が明治30年代前半まで主力窯(一部は明治時代末迄)として稼働していたとある。このように徳利窯が増設されていったのは以下に示す歴史的事実が存在したためである。

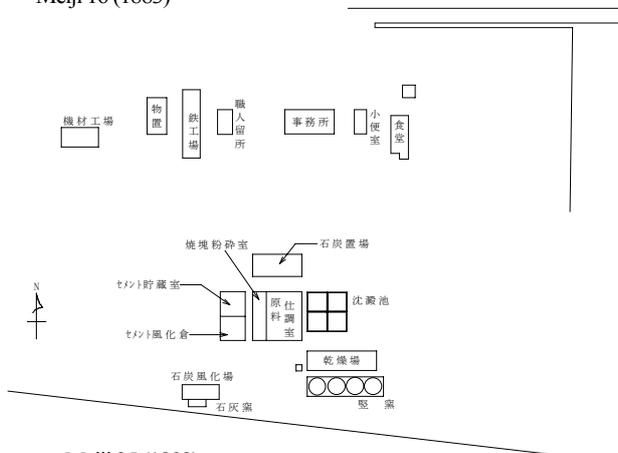
明治14(1881)年の会社設立と同時に工場設備の建設が始まり、明治16(1883)年に小野田セメントの本格的な創業が始まった。この時建設されていたのが工場敷地内の海側に東西方向に連続した4基の徳利窯である。小野田セメント創業当時の徳利窯におけるセメント製造方法はイギリス式の湿式法であったが、その

後湿式法の弱点を克服するために建設されたのが乾式法を導入した明治22(1889)年完成のホフマン式輪窯であった。しかしこの輪窯には焼成過程で生焼けになりやすいという欠陥があったため不良品が多く、結局翌年7月に廃止へと追い込まれたのであった。この事態に対処するため4基の徳利窯の東側に2基の徳利窯が増設されたのである。これら2基の徳利窯でのセメント製造には、Table1に示す「小野田セメント五十年史」に残る当時の「徳利窯運転実績」⁷⁾からも分かるように乾式法の原料製造法が採用されている。

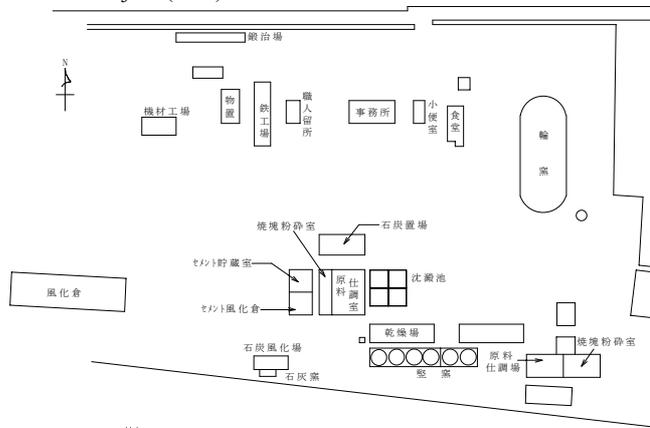
ここで創業当時のセメント製造方法、湿式法と乾式法との相違点について「小野田セメント百年史」を参考にして⁸⁾以下のように取りまとめた。

当時のセメント製造方法はイギリスで行われていたいわゆる湿式法であった。イギリスでは原料として白亜⁹⁾を使用していたが日本では白亜は産出しないので生石灰を風化させた消石灰を使用していた。しかし、風化させただけでは未反応の小粒滓が最後まで残り製品の使用に支障をきたすため、後に焼立ての石灰を水中に投入し、乳汁としたものを泥土と混合することとした。石灰と泥土との調合は、石灰6、泥土4の比率を標準とした。石灰・泥土ともにそれぞれ一定の量器

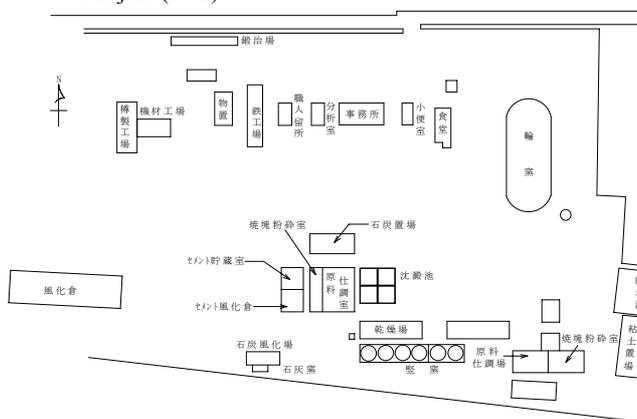
Meiji 16 (1883)



Meiji 22 (1889)



Meiji 25 (1892)



Meiji 27 (1894)

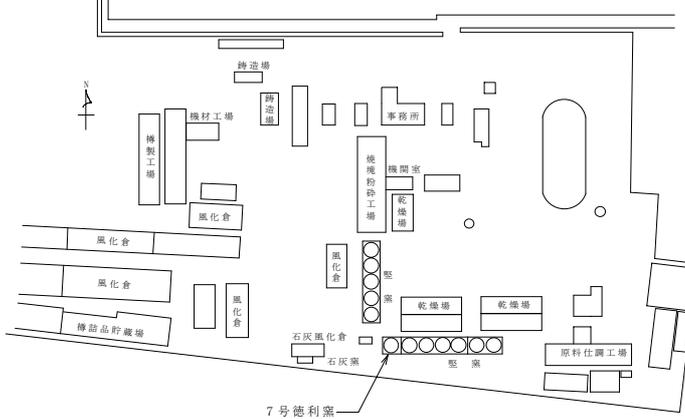


Figure 2 Site plans in Onoda Cement factory (transition of the equipments in Meiji era) (小野田セメント本社工場設備配置変遷図)

で計り、攪池へ鍬で掻き入れた。攪池には攪拌機が据付けられ、蒸気力で石灰と泥土とを水を混入しながら攪拌した。攪拌されてでてきた乳状の混合物が樋口から流れ出すのを運転柄杓で受け揚げ、木樋で隣接の沈殿池へ送る。沈殿池で上水を排除したものを乾燥場で乾燥させて片塊となったものが焼窯に入れる前の原料であった。原料の徳利窯装填の際には、まず火床の上に松の枯枝を敷き、原料と石炭を交互に積み重ね点火する。焼成すること7昼夜で焼塊の取出しにかかる。この焼塊は均質ではないため選定する必要があった。これらの焼塊を今度は粉砕機にかけて製粉した。かくて出来上がった製粉も風化させなければ硬化後に亀裂を生じる恐れがあったので、風化倉で数ヶ月風化させた。以上が、創業当時の湿式製造法の大きな流れである。湿式法では、焼成の不均一性や風化期間の長期性が問題となっていた。そこでドイツ式の乾式製造法が導入された。乾式法では乾燥させた粘土と石灰石とともに荒割機、中碎機および磨機の三つの機械にかけて粉末とし、それに水を加えつつ混和機で練ったものを型切機へ送って煉瓦大に切り、乾燥させた「角製」というものを焼窯に装填するという方法が取られた。この方式が導入されることによって原料および焼塊の粉末度が向上し、さらに製品の品質が向上した。不良品の焼成割合も減少し、明治24(1891)年にはすべての徳利窯において乾式法が導入されている。

明治26(1893)年、セメント需要の増加から炉内量が2倍の徳利窯が4基の窯の西側に1基増設された。第7基目の窯である。Figure1からもわかるように焼成部、煙突ともに大きく改良されている。この窯は東側の4基の連続窯とはつながっておらず独立した構造で建設されたと考えられる。前述のとおり、現存する徳利窯はFigure2の矢印で示す第7基目の窯であると考えられてきたのである。

さらに明治27(1894)年には7基の窯に直交する形で南北方向に5基の徳利窯が増設された。この時点では合計12基の徳利窯が存在しており、セメント生産が最も安定していた時期であると言える。現存する窯は「第7号窯」と呼ばれていたのだがこれは前述の「小野田セメント製造株式会社沿革編纂会議」の中で笠井社長がその当時1基残されていた徳利窯を7号と呼んだことに由来するのではないかと考えられる。以下に、その会議録の一部を示す。

「笠井 三十年頃までは記録が残って居ります。その辺を見て茲の数字は調べなくちゃならぬ。茲には窯が四本となって居りますが(中略)焼窯を一番初めに四つ造ったと云うことは間違いありません。周布 夫は四つです。初めからちゃんと四つです。笠井 その四つ出来たのは、一番東側に細い一号二号

とある。其処は隧道があつて、之が一、二、三、四、五、六、七号、この7号は大きな窯で、夫から八、九、十、此処にも隧道があつた。十一、十二と斯う云うことになって、その内のどれが一番先であるか、三、四、五、六が一番先に出来たのでしょうか。夫が一、二を築いたのであるか、周布 之はその後でしょう(中略)。笠井 三、四、五、六が一番初めに違いない。保科 今残って居るのはどれですか。笠井 確か7号ですか一本・・・(以下省略)」

2) 焼成部の煉瓦組積に関する調査

焼成部表面に塗布されていた石灰セメントモルタル塗り層を除去する工事が行われる以前、徳利窯焼成部の北・西面はPhoto3 および Photo4 に示すように上部のみ煉瓦壁が露出していた。Photo5 および Photo6 は焼成部南面、東面の様子である。

その時点では北・南面に露出しているオランダ積み部分の部分が創建当時の煉瓦壁であり、その後、煉瓦の劣化のために東・西面を長手積みで組積しなおしたと考えられていた。しかしこの工事によってPhoto7に示すようなフランス積みの煉瓦壁が現れた。工事の結果、この塗り層はフランス積みの煉瓦壁のみを覆っていたということが分かった。このフランス積みの煉瓦壁は、北・西面とも目地のひび割れや煉瓦の剥落など、劣

期別	基数	焼出窯数計A	焼成高(トン)				1窯当り精品焼出高(kg) B/A
			精品B	焼過生焼C	B+C=D	C/D (%)	
明治18年下	4	湿式 39	366	130	496	26.2	9385
19年上	4	" 37	352	135	487	27.7	9514
下	4	" 26	274	97	371	26.1	10538
20年上	4	" 38	539	96	635	15.1	14184
下	4	" 50	760	142	902	15.7	15200
21年上	4	" 60	941	270	1211	22.3	15683
下	4	" 56	870	259	1129	22.9	15536
22年上	4	" 47	743	248	991	25.0	15809
下	4	" 51	838	227	1065	21.3	16431
23年上	4	" 71	1160	232	1392	16.7	16338
下	6	湿式 34	649	134	893	17.1	19088
		乾式 63	1750	292	2042	14.3	27778
24年上	6	湿式 20	321	79	400	19.8	16050
下	6	乾式 88	2632	497	3129	15.9	39909
	6	" 74	2144	415	2559	16.2	28973
25年上	6	" 88	2775	451	3226	14.0	31534
下	6	" 99	3195	391	3586	10.9	32273
26年上	7	" 102	3425	434	3859	11.2	33578
下	7	" 103	3571	433	4004	10.8	34670
27年上	7	" 109	3856	705	4561	15.5	35376
下	12	" 142	4558	850	5408	15.7	32099

<表の見方>
 焼出窯数計A：半期の全窯による1焼成サイクル数の合計
 B+C=D：半期の全焼成高(トン)
 C/D：全焼成高に対する不良品焼成高の割合(%)
 1窯当り精品焼成高B/A：半期における1窯1焼成サイクル当りの平均精品焼成高(トン)

Table 1 Operating results of bottle kilns (徳利窯運転実績)

化の激しい状態であった。なぜフランス積みの部分のみを石灰セメントモルタルで覆わなければならなかったのかという理由もこの点にあるのではないかと考えられる。また、北東隅角部には、Photo8に示すように、上下に大きなひび割れが入っており、東面の煉瓦壁を後に長手積みで補修した様子が明確に現れていた。

Photo9 および Photo10 に、石灰セメントモルタル塗り層除去後に現れたフランス積みの組積パターンを示す。芋目地になっている部分や、地下水位以上では煉瓦自体に凍害と考えられるひび割れおよびスケリングを生じていた。

Table2 および Table3 に焼成部各面における煉瓦および目地の寸法測定結果を示す¹⁰⁾。測定箇所は南面オランダ積みの煉瓦壁、東面長手積みの煉瓦壁、北面についてはオランダ積みの部分とフランス積みの部分、西面については長手積みの部分とフランス積みの部分をそれぞれ測定した。測定結果から標準偏差 (S.D.)、変動係数 (C.V.) を算出し、平均値からの寸法のばらつきを確認した。まず、フランス積みの部分は、北面と西面では長さ厚さとも 2~3mm 程度の差があり、同じ大きさの煉瓦が用いられているとは言えないが、高さを見るとどちらも 54~55mm と、かなり薄いものであった。オランダ積みの部分は北面と南面では長さに 2mm 程度の差があるが、厚さ・高さに関してはほぼ同等の大きさであった。特に南面の煉瓦は他の面の煉瓦よりも標準偏差、変動係数が小さく、精度のよい煉瓦が用いられていることが分かる。北面のオランダ積みの部分に関しては全てについて変動が大きくなっている。この部分には明治時代に窯にかかっていた上屋の梁受けの穴があるため、煉瓦を切って合わせている部分が多いこと、また測定数が少ないことが原因として挙げられる。再調査した上でのより正確な評価が必要である。

東面長手積みの部分の煉瓦は長さ・厚さともやや小さめのものが使用されている。西面長手積みの部分の煉瓦も、長さ、厚さともに小さいものであるが、どちらも変動が大きくあまり精度の良くないものであるということが分かる。補修のために



Photo 3 North side of the furnace (before the removing of Cementitious rendering)



Photo 4 West side of the furnace (before the removing of Cementitious rendering)



Photo 5 South side of the furnace



Photo 6 East side of the furnace

煉瓦を切り、寸法合わせをしていたということがうかがわれる。目地に関しては、フランス積みの部分は 8mm 程度ではほぼ同じ寸法であり、どちらも変動が小さく精度が良かった。一方、東・西面については、他の面に比べて寸法も変動も大きいが、これは前にも述べたように、煉瓦を切って寸法合わせをすると同時に、目地によって全体の寸法を調節していたことが原因ではないかと思われる。北面のオランダ積みの部分に対しても同様のことが言える。



Photo 7 North side of the furnace (after the removing of Cementitious rendering)



Photo 8 Evidence of repairing the northeast corner



Photo 9 Flemish bond of the north side



Photo 10 Flemish bond of the west side

Parts	Length			Width			Height		
	Average (mm)	S.D. (mm)	C.V. (%)	Average (mm)	S.D. (mm)	C.V. (%)	Average (mm)	S.D. (mm)	C.V. (%)
East side (Stretching bond)	225.1(45)	3.7	1.6	—	—	—	56.2 (39)	2.5	4.3
West side (Stretching bond)	224.1(30)	5.4	2.4	—	—	—	54.9 (37)	3.3	6.0
South side (Dutch bond)	227.0(34)	2.5	1.1	108.6 (45)	1.9	1.8	60.3 (37)	1.9	3.1
North side (Dutch bond)	226.7(15)	4.9	2.2	108.2 (28)	3.1	2.9	59.0 (31)	3.5	6.0
West side (Flemish bond)	225.2(29)	4.6	2.0	109.7 (27)	23.7	21.6	55.9 (45)	2.6	4.6
North side (Flemish bond)	227.5(31)	5.0	2.2	112.4 (33)	2.6	2.3	54.6 (29)	3.3	6.1

Table 2 Results of dimensional investigation on bricks of Onoda bottle kiln

場所	Vertical joints						Horizontal joints		
	Stretcher course (Vertical joints)			Header course			Average (mm)	S.D. (mm)	C.V. (%)
	Average (mm)	S.D. (mm)	C.V. (%)	Average (mm)	S.D. (mm)	C.V. (%)			
East side (Stretching bond)	12.5 (37)	3.3	26.2	—	—	—	12.1 (35)	2.6	21.3
West side (Stretching bond)	19.0 (34)	3.7	19.6	—	—	—	13.0 (27)	3.9	30.1
South side (Dutch bond)	9.9 (34)	1.9	19.6	10.8 (41)	2.0	18.4	13.8 (34)	3.0	21.6
North side (Dutch bond)	10.9 (14)	3.9	35.7	9.8 (28)	2.0	20.8	14.6 (28)	4.5	30.6
West side (Flemish bond)	7.8 (54)	1.7	21.6	—	—	—	7.8 (42)	2.2	27.7
North side (Flemish bond)	7.8 (69)	1.8	23.5	—	—	—	8.3 (29)	2.4	28.7

Table 3 Results of dimensional investigation on joints of Onoda bottle kiln

煉瓦の製造地は創業時の徳利窯建設に使用された煉瓦については工場付近の山の手のあたりに登り窯を築き苦心の上製造したとの証言が、「小野田セメント創業五十年史編纂会議」において当時の社長である笠井氏からなされている¹¹⁾。その他の煉瓦については現在のところ製造地は確定できていない。

3) 徳利窯焚き口前の発掘調査

劣化した石灰セメントモルタル塗り層の除去工事と同時期に徳利窯焚き口前の発掘調査が行われた¹²⁾。この調査は主に徳利窯の基礎の確認および1~6号窯の予備的な遺構確認を目的として実施された。Photo11はその様子である。地下水が大量に湧き出たため、その水をポンプでくみ上げながら進めた。窯焚き口前を1mほど掘削した結果、大量の煉瓦やPhoto12に示すような道具類が出土し、また当時の排水溝なども発見された。石灰セメントモルタルの塗布されていた煉瓦壁がひどく劣化していたのに対し、地下水位以下に埋もれていた煉瓦壁は非常に良好な状態で残っていた。この段階では基礎底面は確認できなかったが、Photo13に示すように、発掘によって新たにあらわれた煉瓦壁が1~4号窯方向に一体となって繋がっており、積み方もフランス積みであることから、現存する徳利窯は独

立したものではなく隣り合う数基が同一時期に築造された中の1基ではないかという事実が明らかになった。つまり、Figure2の矢印で示す独立窯ではないということが分かったのである。

4.2 徳利窯周辺発掘調査

1) 調査結果の概要

平成12年(2000)年10月から11月にかけて、徳利窯周辺発掘調査が行われた。この調査では、明治16年(1883)年から明治26年(1893)年までに施工された7基の徳利窯の遺構を確認する目的で行われた。調

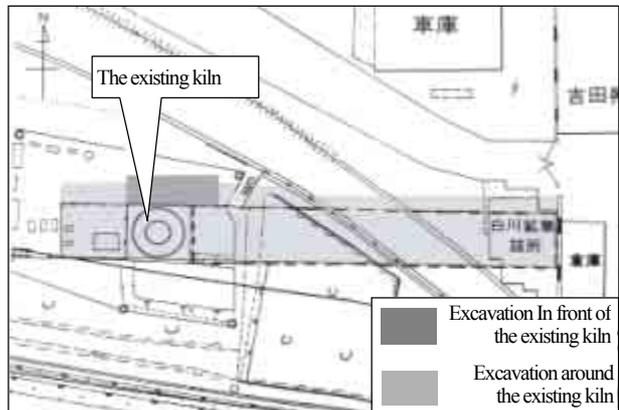


Figure 3 Sphere of excavation of the existing kiln



Photo 11 Excavation In front of the existing kiln



Photo 12 An excavated toll



Photo 13 A Brick wall connected with the existing kiln to the east

査範囲は Figure3 に示す網がけの部分である。調査の結果、Figure4 に示すように現存する窯も含め東西方向に7基の徳利窯が確認された。その7基の徳利窯のうち、4基は現存する窯を含む連続した煉瓦壁でつながっていた。その東側に約1mの通路を挟んで2基、やや規模の小さな窯基礎が発見された。この2基の窯基礎にはプレス加工された煉瓦¹²⁾が使用されていることから、年代のより新しいものではないかと考えられる。この煉瓦の詳細については後に触れることとする。また、焚き口の形も4基の連続窯のものとは異なっており、クリンカー焼成方法の改良が行われたことをあらわしているのではないかと考えられる。

さらに、4基の連続した窯の西側に1基、独立した窯基礎が1基発見された。この窯は、他の窯が北向きの焚き口をもつのにに対し、90度異なる西向き焚き口をもつ。Figure4 は寸法測定調査結果をもとに作成したものであるが、この図と Figure2 の明治27(1894)年の図を比較することによって、窯の基数および配置が Figure2 の図面作成時点で正確に表現されていたことが確認できる。また、現存する窯が7号窯ではないという事実も明瞭に確認することができる。

2) 出土した各窯基礎の基本形状

各窯基礎の基本形状を Photo14 から Photo19、および Figure5 に示す。1号窯の基礎部分の形状はアーチ状の入り口の部分が少し大きく、その奥は50cm程度狭まっている。建設当初は長方形の形であったと考えられるが、現状は創業当時のセメント製造方法が湿式法であったためか、クリンカーを焼成した際のアンザツが多量に付着しており、内部の煉瓦面は完全に覆われて

いる。2号窯の基礎部分は煉瓦で埋められているため外側からしか確認することが出来ないが1号窯と同時に建設された⁶⁾ということから考えると1号窯の形状と全く同じではないかと考えられる。3および4号窯は擁壁と盛り土の関係上完全に発掘することが出来ないため、その形状も確認することはできなかった。

5号窯は1から4号窯に比べると一回り小さい。焚き口の形は、非常に確認しやすく、付着物もほとんどない。内部の煉瓦は表面が黒くすすで汚れている程度であった。6号窯は5号窯と同じ大きさであるが焚き口の形に違いがあった。5号窯は焚き口奥まで同じ平面でつながっていたのに対し、6号窯は焚き口奥に行くほど煉瓦がスロープ状に敷き詰められ、小高くなっていた。内部は5号窯と同様に付着物はほとんどなかった。5・6号窯は1889(明治22)年に乾式法を導入したホフマン式輪窯の操業が軌道に乗らなかったことに対処するために建設された乾式法を導入した徳利窯であり、同時期に建設されたものである⁹⁾が、この形

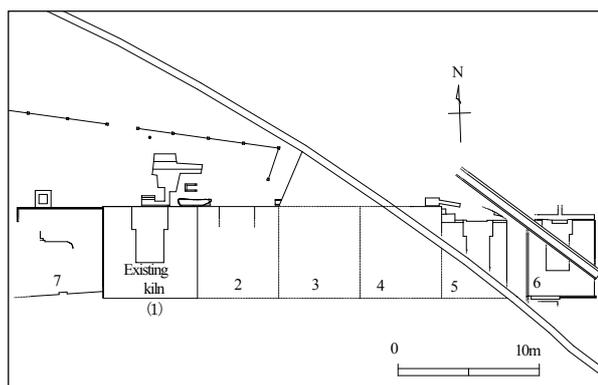


Figure 4 A result of excavation around the existing kiln



Photo 14 Furnace of Kiln 1 (from northeast)



Photo 15 Foundation of Kiln 2 (from north)



Photo 16 A part of foundation Kiln 4 (from east)



Photo 17 Foundation of Kiln 5 (from northwest)



Photo 18 Foundation of Kiln 6 (from northwest)



Photo 19 Foundation of Kiln 7 (from northeast)

状の違いにどのような理由があるかはまだ解明されていない。また、5・6号窯の間には1.4m程度の丈夫な通路があり、6号窯の通路側の外壁は通路面から50cmの高さまでセメント煉瓦できれいに覆われていた。

7号窯は、現存する徳利窯の西側にあり、焚き口の方向は1から6号窯が北向きであったのに対し西向きであった。また焚き口の形状も異なっており、焚き口奥の部分は煉瓦で円形に組積されていた。7号窯は1893(明治26)年にそれまで以上のセメント製造量拡大を目的として建設された改良型の一回り大きな徳利窯である。この徳利窯の建設をはじめ翌年には同型の徳利窯が5基建設されることとなるのだが、改良型ということもあり焼成部特に焚き口の形状にも大きく改良が加わったのではないかと考えられる。

排水溝は各窯の北面に沿って通っており、水はFigure5で見ると6号窯から7号窯前のピットへと流れるようになっている。発掘調査の際も排水にはかなりの苦勞を伴ったが、当ても窯の建設の際には同様の問題を抱えていたのではないかと考えられる。それだけに排水溝は精巧に設計されていた。また、現存する徳利窯(1号窯)前の地盤確認の際に、約4枚程度の厚さの煉瓦敷きが発見された。この煉瓦敷きが徳利窯操業当時どのような役目をしていたのかは現時点では明らかになっていないが、この場所は当時作業場として使用されていたと考えられ、この煉瓦敷きは作業場つ

まり徳利窯に架けられていた上屋の柱基礎の跡なのではないかという見方もできる。

3) ポンディングパターンおよび煉瓦の種類

現存する徳利窯(1号窯)には焼成部の下部に薄く白っぽい型枠成形(Cast molding)の煉瓦が使用されており、さらにフランス積みで組積されている。この煉瓦は前述のとおり小野田セメント創業当時、工場付近の登り窯で製造されたものであるということが分かっている⁹⁾。2号窯から4号窯までは1号窯と連続した窯であるということからも分かるように、同質の煉瓦が使用されている。積み方も1号窯と同様にフランス積みである。一方、5・6号窯は1から4号窯とは異なり、オランダ積みで組積されている。ここに建設された年代の違いが現れている。また、基礎下部および窯の間の通路にはPhoto20およびPhoto21に示すように平面のくぼんだ煉瓦が使用されている。この煉瓦は型枠成形の煉瓦とは異なり、濃いオレンジ色をしている。発掘調査の際に出土した同種の煉瓦の切断面を観察すると材料混合が均一で密度も非常に高かった。

さらにこの煉瓦には「大日本 JHCB」という社名が入っており、調査の結果神戸で製造された「ハンター特製煉瓦」という名の煉瓦であり、さらに「プレス成形(Press molding)」という特殊な成形方法で作られている煉瓦であるということが分かった¹³⁾。煉瓦製造の

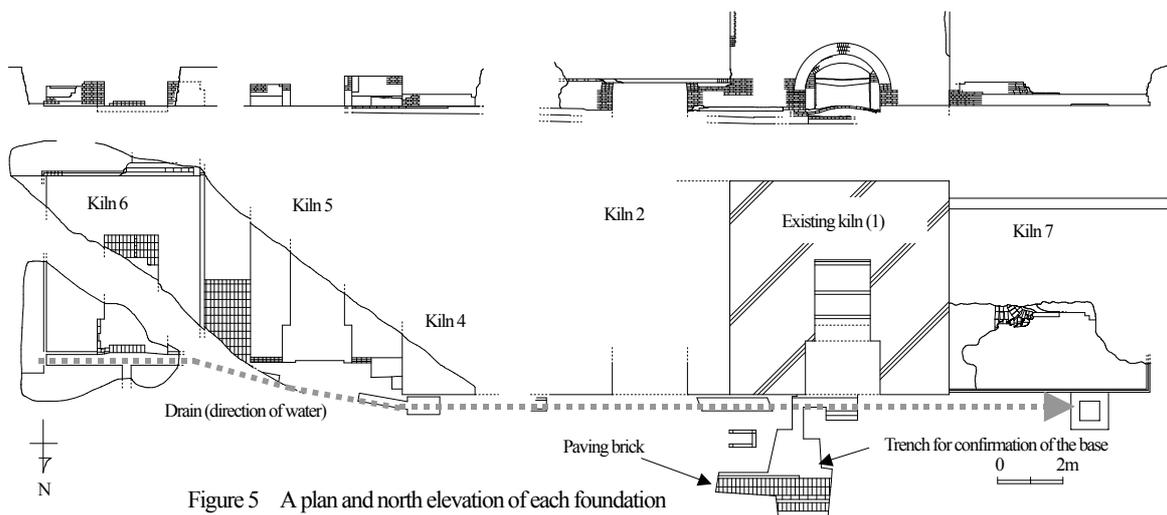


Figure 5 A plan and north elevation of each foundation



Photo 20 A press molding brick



Photo 21 The section of press molding brick

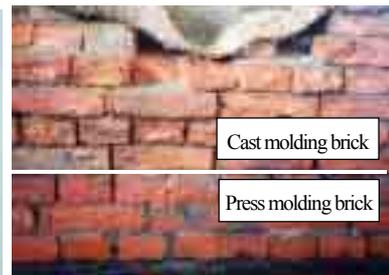


Photo 22 East side of Kiln 5 (A part of foundation made by press molding brick)

発展段階に位置づけられる貴重な製造方法であり、またこの煉瓦も貴重であると言える。なお、このプレス成形の煉瓦の上に組積されている煉瓦については、材質は1から4号窯に使用されている煉瓦と同様に型枠成形のもので、もろく断面を見ると材料が不均一なものであった。Photo22 に示すように外面に面している煉瓦にはひび割れや剥離が多く見られた。

7号窯は長手積み1段の上に小口積み3段、さらにその上に長手積みという変則的なボンディングパターンとなっていた。これは焚き口の構造が改良されているのと同様に焼成部全体の構造に改良が加えられたことと関連があるのではないかと考えられる。煉瓦の材質はあまり均一とはいえないが1から6号窯に使用されている型枠成形の煉瓦に比べると丈夫な煉瓦が使用されている。

4) 窯基礎に使用されている煉瓦寸法測定結果

Table4 及び Table5 に各窯基礎に使用されている煉瓦の寸法測定調査結果を示す。調査箇所は2号窯の北面(高さ方向のみ)、5号窯の北面および東面、5号窯の東面のプレス成形煉瓦の部分、6号窯の北面および東面、7号窯北面とした。3・4号窯と6号窯基礎部のプレス成形の煉瓦は地表面に出ている部分が少ないため今回詳細な調査ができなかった。この調査で顕著に見られたのはプレス成形の煉瓦とそれ以外の煉瓦の寸法に大きな差があるということである。長手方向・小口方向・高さ方向どれについてもその他の煉瓦よりも大きいということが分かる。また、プレス成形の煉瓦はそれ以外の煉瓦に比べ変動が少なく精度がよい。

5・6号窯基礎の上部に使用されている型枠成形の煉

瓦については損傷が激しかったこともあり、煉瓦・目地ともに変動が大きくなっている。1号窯の北・西面の煉瓦はうすく55mm程度であったことが分かっているが、今回調査した煉瓦も高さ方向はプレス成形の煉瓦を除いて全て54~55mm程度であった。また、今回調査した窯基礎の中では1番新しいと考えられる7号窯の煉瓦は他の煉瓦よりも少し小さめであるということが分かった。

4.3 創業当時の徳利窯の写真

平成13(2001)年8月、Photo23 から Photo31 に示す徳利窯創業時代の一連の写真¹⁴⁾を整理し、これらの写真に基づいて現存する徳利窯の建設年代および改造年代について考察した。

Photo23 は明治23(1890)年当時の徳利窯である。明治16(1883)年に会社が創業して7年が経過し、明治16年に竣工した初期の4基の徳利窯と、その東側に増設された2基をあわせて6基の徳利窯が操業中である。屋根がかかっているが、途中で切れていることから2基は同時に建設された可能性が高い。Photo24 は、明治24(1891)年当時の徳利窯である。Photo23 と同様に6基が操業中である。Photo25 は明治26(1893)年当時の徳利窯である。この写真では6基の徳利窯の西側に大型の窯が1基増設されているのが確認できる。順番から考えると、この窯が第7基目の徳利窯ということになる。Photo26 は明治33(1900)年当時の徳利窯を海側から撮影したものである。この写真では海際に並んだ7基の徳利窯と直交する方向に徳利窯が増設されているのが確認できる。これらの窯は明治27(1894)年下期に増設された5基の徳利窯であると考

場所	Length			Width			Height		
	Average (mm)	S.D. (mm)	C.V. (%)	Average (mm)	S.D. (mm)	C.V. (%)	Average (mm)	S.D. (mm)	C.V. (%)
North side of Kiln 2							55.60(15)	2.80	5.03
North side of Kiln 5	226.18(28)	3.41	1.51	111.21(29)	2.94	2.65	55.61(28)	1.34	2.41
East side of Kiln 5	227.05(21)	3.33	1.47	110.15(27)	2.29	2.08	54.30(27)	2.80	5.15
East side of Kiln 5 (Press molding brick)	234.44(18)	2.99	1.28	113.97(33)	2.02	1.78	66.21(14)	1.63	2.46
North side of Kiln 6	226.40(15)	4.01	1.77	111.35(26)	3.78	3.40			
East side of Kiln 6	228.76(17)	3.43	1.50	110.66(32)	2.87	2.59	55.66(29)	2.41	4.33
North side of Kiln 7	221.03(30)	5.50	2.49	109.18(38)	2.96	2.71	54.88(32)	2.85	5.19

Table 4 Results of dimensional investigation on bricks (Kiln 2・5・6・7)

場所	Vertical joints						Vertical joints		
	Stretcher course (Vertical joints)			Header course			Vertical joints		
	Average (mm)	S.D. (mm)	C.V. (%)	Average (mm)	S.D. (mm)	C.V. (%)	Average (mm)	S.D. (mm)	C.V. (%)
North side of Kiln 2							6.73(15)	1.75	26.01
North side of Kiln 5	8.41(27)	1.91	22.68	6.94(34)	1.74	25.06	6.30(27)	1.14	18.06
East side of Kiln 5	9.75(20)	1.97	20.24	8.04(28)	2.02	25.19	8.17(30)	2.73	33.43
East side of Kiln 5 (A part of press molding brick)	5.50(16)	1.32	23.94	7.39(33)	1.54	20.83	6.78(9)	2.05	30.22
North side of Kiln 6	7.19(16)	2.29	31.70	6.90(29)	1.40	20.32			
East side of Kiln 6	10.72(18)	1.98	18.46	8.55(31)	1.84	21.54	6.87(31)	2.22	32.37
North side of Kiln 7	7.28(29)	1.67	22.91	5.81(37)	1.85	31.90	7.88(24)	1.96	24.93

Table 5 Results of dimensional investigation on joints (Kiln 2・5・6・7)

えられる。したがって合計で12基の窯が操業していることがわかる。さらにこの写真から初期の4基のうち、2基の高さが大きくなっていることが分かる。この2基のうち西側の窯が現存する徳利窯であると考えられる。このことから、現存する徳利窯は明治26年から33年の間に改造されたということが分かる。

Photo27はそれから2年後の明治35(1902)年当時の徳利窯である。Photo26の時期からほとんど変わっていない。Photo28は年代不明であるが足場の存在から徳利窯の改造工事中の写真ではないかと考えられる。写真の手前に写っているのは初期の4基のうち西側3基と第7基目の窯であり、これらは既に改造工事が終了しているのが確認できる。Photo29は明治36(1903)年当時の徳利窯である。この時点で全ての徳利窯の高さがそろっていることから、Photo28は明治35~36年頃の写真ではないかということが分かる。また、Photo29では海側の窯に直交する5基のうち2基が取り壊されているように見える。Photo30は明治41

(1908)年当時の徳利窯であるが、海際に並んでいる徳利窯が6基に減っている。位置から考えると第6基目の窯が取り壊されているということになる。つまり、この時点で徳利窯の基数は合計9基に減少していることがわかる。

Photo31は大正2(1913)年当時の徳利窯である。この写真では徳利窯の総基数が9基であることが確認できる。徳利窯はこの年をもってすべて廃止され、30年間の歴史に終止符を打つこととなったのである。

5. 現存する徳利窯の施工年代に関する考察

以上の調査結果から現存する徳利窯の施工年代について以下のように考察した。

焚き口前の発掘調査で明らかになった東側に隣接する窯基礎と連続する煉瓦壁の存在および周辺発掘調査で明らかになった現存する窯に連続する3基の窯基礎の発見から、現存する徳利窯焼成部の下部は、明治16

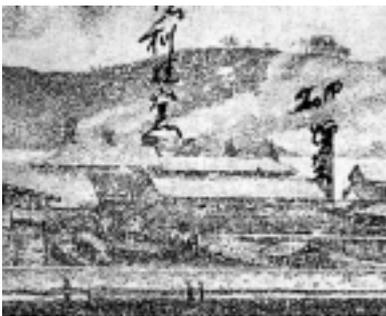


Photo 23 Bottle kilns in Meiji 23
(from north)

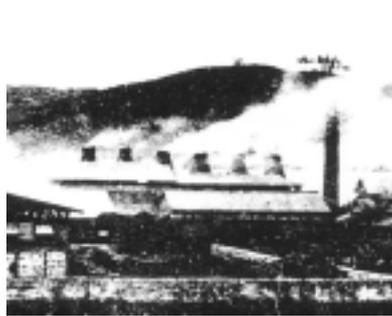


Photo 24 Bottle kilns in Meiji 24
(from north)

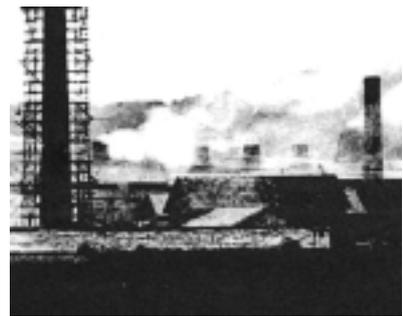


Photo 25 Bottle kilns in Meiji 26
(from north)

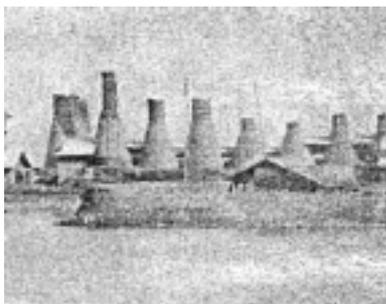


Photo 26 Bottle kilns in Meiji 33
(from south)



Photo 27 Bottle kilns in Meiji 35
(from south)



Photo 28 Bottle kilns in Meiji 36
(presumption) (from southeast)

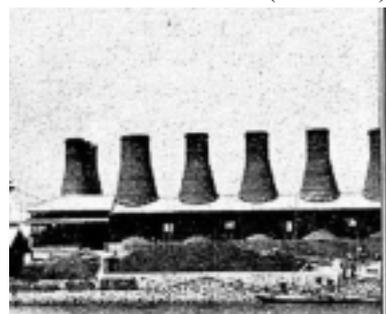


Photo 29 Bottle kilns in Meiji 36
(from southeast)

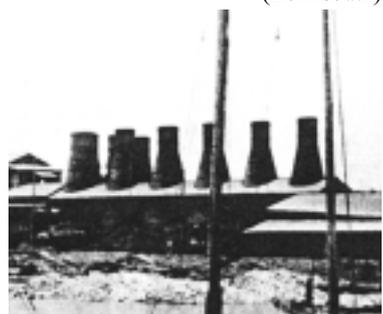


Photo 30 Bottle kilns in Meiji 41
(from southeast)

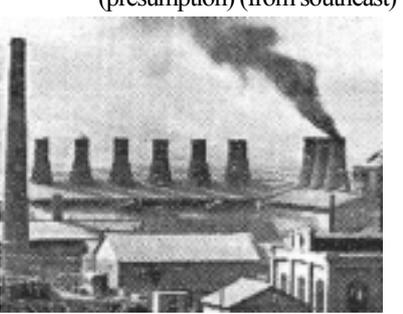


Photo 31 Bottle kilns in Taisho 2
(from north)

(1883)年の創業時に4基建設された窯のうちの最も西側の1基であるということが推測できる。また、新設時にフランス積みの上にオランダ積みで組積したとは考えにくく、新設された後に焼成部の改造を行ったのではないかということが分かる。写真によると、その改造は明治26(1893)年から33(1890)年の間に行われたということになる。「小野田セメント百年史」によれば、明治26(1893)年から明治27(1894)年にかけてセメント需要増に対する工場設備拡張が行われ、明治26(1893)年に炉内容量約2倍の徳利窯を1基増設、同様に大型のものを5基増設し、それ以降も工場の局部的改廃を実施した¹⁵⁾ということである。この当時、残り6基の徳利窯の改造も行われていたとすると、現存する徳利窯焼成部の組積パターンの相違についての推測も確実なものとなる。

また同窯は上述の増設後7号窯と呼ばれていたと考えられる。しかし、明治時代に存在していた全12基の窯が当時どのように呼ばれていたかについては現時点では解明されていない。なお、東面の長手積みの補修部分は、大正2(1913)年に徳利窯が廃止され、記念物として1基保存されるときに、東側に連続する窯を取り壊した跡を補修したものであるという可能性が高い。西側の長手積みの部分は現時点ではいつ補修されたのか確定できない。

6. まとめ

平成11(1999)年度から平成13(2001)年度にかけて様々な調査が実施され、現存する徳利窯の施工年代についての推論が徐々に明らかになってきた。石灰セメントモルタル塗り層の除去によって姿を現したフランス積みの煉瓦壁、その上に組積されたオランダ積みの煉瓦壁、さらに長手積みで補修された煉瓦壁というように数回の段階を経て現在の姿に至っているということ、さらには隣接する窯基礎と現存する窯の基礎が連続していたということは最も大きな歴史的発見であった。そしてこれらのことによって現存する窯は創業と同時に建設された1~4基のうちの一つであるという事が明らかになったのである。

また、徳利窯操業時の一連の写真から、現存する徳利窯を含め周辺に存在した窯の施工年代も大きく把握することができた。現存する窯は、明治16(1883)年の創業とともに建設され、明治26(1893)年から明治33(1900)年の間にセメント需要の拡大に伴ってその大きさを変え、大正2(1913)年に廃止されるまで、幾度となく劣化・補修を繰り返し、記念物として保存されたのである。現時点では、過去の文献と発掘状況を照合することで各窯の施工年代について考察してい

るが、今後は発掘調査の際に出土した煉瓦を試験体とした材料実験を行い、徳利窯に使用されている煉瓦の性質の面からも考察を行っていく予定である。

小野田徳利窯は、120年の間工場の激動を見つめ続け、現在も創業当時の生産技術の象徴として敷地内に存在し続けている。また敷地内には、小野田徳利窯のほかにも明治・大正期に建設された煉瓦造や木骨煉瓦造、さらには現在の鉄筋コンクリート造の根源とも言えるコンクリートブロック造の建築物および鉄筋コンクリート造の建築物が現役で使用されている。徳利窯も含め、これらの建築物は建設技術の発展における1つの流れを形成していると言えよう。セメントという、多様な可能性をもつ材料を生産していた場所において、時の技術者達はその可能性を十分に見出し、それを確実に形にして残していたのである。この努力に対し敬意をもって今後の研究を進めたい。(本研究の一部は日本建築学会大会、九州支部研究発表会、中国支部研究発表会に発表している^{16) 17) 18)}。

謝辞

本研究の実施に当って、保存調査の御指導をいただいた沢田正昭奈良国立文化財研究所センター長、中村徹也氏山口県埋蔵文化財センター長、ならびに保存調査の実施に当って年代推定の資料の提供に積極的に御協力いただいた台信富寿太平洋セメント(株)小野田工場長に深く謝意を表します。さらに、保存調査委員会の実施・運営に御協力いただいた山口県、小野田市の文化財課の方々および、太平洋セメント株式会社小野田工場の方々に深く感謝いたします。

註

- 1) 社団法人 セメント協会編著：「セメントの常識」, p.64 資料編 セメント・コンクリートの歴史, 1998.11
- 2) 同委員会は山口県、小野田市、太平洋セメント株式会社小野田工場が主催しており、本論文の筆者の一人である山口大学工学部馬場が委員長を務めている。
- 3) 上田隆介他著、財団法人日本経営史研究所編：「小野田セメント百年史」, p.22 第1章第3節「セメント製造開始と創業当時の経営」, 1981.8
- 4) 井田幸治編著：「小野田セメント創業五十年史」, pp.757~766 巻末付録, 昭和6年5月3日
- 5) 「小野田セメント沿革編纂会議録」
この会議は、小野田セメント創業五十年史編纂のために昭和2(1927)年5月に開かれた会議であり、徳利窯保存調査委員会資料として平成11(1999)年6月にその議事録が紹介された。
- 6) 「小野田セメント百年史」, pp.792~820 巻末付録
- 7) 「小野田セメント百年史」, p.60 第2章第2節「乾式法による生産の開始」

- 8) 「小野田セメント百年史」, pp.21~24 第1章第3節「セメント製造開始と創業当初の経営」
- 9) ここで白堊とは、塗料の顔料として用いる天然の炭酸カルシウムではなく、土混じりの石灰石であると考えられる。
- 10) 平均値 (Average) の () 内の数字は測定個数を表す。また、長手積み(Stretching bond)・フランス積み(Flemish bond) の場合、垂直目地(Vertical joints) は長手コース(Stretcher course)、小口コース(Header course) には関係なく全て垂直目地として計算しているが、ここでは、それぞれの垂直目地を長手コースの欄に入れることとした。よって、小口コースの欄は“—(数値なし)”とする。
- 11) 焚き口前の発掘調査および周辺発掘調査は山口県埋蔵文化財センターの協力により行われた。
- 12) この煉瓦は東側の 2 基の窯基礎下部にのみ使用されており、その断面の材料均一度、密度の高さから、型枠成型の際に機械による圧力をかけて成型されたものではないかと考えられる。現在、詳細な調査を行なっている段階である。
- 13) 水野信太郎著、「日本煉瓦史の研究」, 1999, pp.49~52, 法政大学出版局
- 14) これら 10 枚の写真は、太平洋セメント小野田工場の資料室内に保管されていたもので、記載されていた撮影年代は写真枠内に印刷されていたものと、後に書き加えられたものがある。その写真名および撮影年代に関する諸元を以下に示す。
- <写真-23>明治二十三年當時の本社全景 (写真枠内印刷)
- <写真-24>明治 24 年 徳利窯・輪窯時代 (書き加え)
- <写真-25>5.3.24 明治 26 年度セメント工場 (ガラス板添え書き)
- <写真-26>明治三十三年頃の新工場と旧工場の一部 南方海上より撮影 (書き加え)
- <写真-27>明治三十五年小野田セメント会社セメント窯全景 (書き加え)
- <写真-28>東 (旧) 工場焼窯 (徳利窯) 左方高きはディーチ窯 (書き加え)
- <写真-29>明治三十六年當時の本社全景 (写真枠内印刷)
- <写真-30>明治四十一年 「防長名跡」より複写 (書き加え)
- <写真-31>現在の本社工場 大正二年九月竣工 (写真枠内印刷)
- 15) 「小野田セメント百年史」, pp.63~64 第2章第3節「日清戦争期の設備拡張と生産」
- 16) 河原利江, 馬場明生, 静村貴文: 「小野田徳利窯の保存に関する研究 (その1)」, 日本建築学会研究報告九州支部, 第39号・3 計画系, pp.553~556, 1999.3
- 17) 河原利江, 馬場明生, 中園真人, 稲井栄一, 渡部嗣道, 静村貴文: 「小野田徳利窯の保存に関する研究 (その1)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (東北), F-2 建築歴史・意匠, pp.63~64, 2000.9
- 18) 河原利江, 馬場明生, 静村貴文, 山中雅登: 「小野田徳利窯の保存に関する研究 (その3)」, 日本建築学会中国支部研究報告集, 第24巻, pp.867~870, 2001.3

(平成 14 年 8 月 30 日受理)