

日欧の歴史的乾ドックの形状から見た日本の煉瓦積み乾ドックの固有性

若村 国夫

岡山理科大学理学部基礎理学科

(2009年9月30日受付、2009年11月5日受理)

要 旨

明治32年と33年に旧東京石川島造船所と旧浦賀船渠により神奈川県横須賀市西浦賀町川間地区と浦賀町にそれぞれ築造された煉瓦積み壁乾ドックに対し、構造、形状、寸法などを技術移転元であるオランダ及びドイツの同様な造りの乾ドック、明治期築造の日本の石積み乾ドックおよびヨーロッパの歴史的乾ドックのそれらと比較し、以下の特徴を明らかにした。①乾ドック壁の階段列はヨーロッパにはほとんど見られないその数の多さと「逆ハ」の字型や「ハ」の字型の取り付け配置となっている。②この特徴的階段列配置は横須賀造船所2号乾ドック築造時頃より始まり、階段列の数は1900年頃に最大となっている。③このタイプの階段列配置が日本に広まった理由として、ドック内の各場所へ短時間で到着出来る構造が、作業効率を上げたいと考える日本人の技術思考に合っていたからと結論できる。④乾ドックの形状を表す(巾/深さ)の値は世界共通の経年変化を示し、船型との間にはっきりした相関を示す。⑤19世紀末築造の日本の2基の煉瓦積み乾ドックと19世紀初中期築造のオランダとドイツに現存する煉瓦積壁乾ドックの構造の違いは、修理対象とした船の構造に対応している。即ち、前者は鋼鉄製蒸気機関駆動スクリュウ推進船、後者は木造帆船である。⑥煉瓦積み乾ドックの技術変遷の理解には現存する日欧の6基を船の技術変遷と併せて見る必要がある。⑦日本を除く世界のどの技術先進国も歴史的造船施設を動態保存し、自国の技術の伝承や技術教育に役立てている。

1. はじめに

洋式帆船は喫水が深く、船巾が狭いので修理や建造のために図1のような船渠(ドック)と呼ばれる装置が用いられた。海辺や川縁に船と同じ程度の容積の溝を掘り、船を引き入れた後、図1の乾ドック入口部(渠口と云う)を水門や扉で閉め、後、内部の水を排水する。グレービング式(掘溝

式)ドックとも呼ばれ、排水を完全に行なわない湿式ドックと完全に行なう乾ドックとに分けられる。これらは船の建造に使用された場合もあるが、多くは船の修繕に用いられてきた。17世紀には、船を改造して同様の目的に使用する浮きドックと呼ばれる装置も現れた[1]。

西澤泰彦氏の報告[2]等を参考にすると、19世紀後半から20世紀初期にかけて日本にも西洋と同じ目的、同じ仕様の乾ドックが約30基造られた[2, 3]。これらの多くはお雇い外国人と呼ばれたヨーロッパの技術者による基本設計だが、その築造作業には多くの日本人技師や労働者が参加した[4, 5]。従って、これらの乾ドックには江戸時代からの日本固有の技術の方法や考え方が反映されたと期待される。この事を確かにするには日本とヨーロッパの歴史的乾ドックの比較が必要である。しかし、現在迄、この方面の具体的報告は見られない。

乾ドックは、大きさ、壁面の構造や材料、入口扉の構造、排水装置、周辺部の作業機械などで特徴付けられる。明治期築造の乾ドックの壁面材料には木材、煉瓦、石材、コンクリートブロックが用いられていた[2]。木

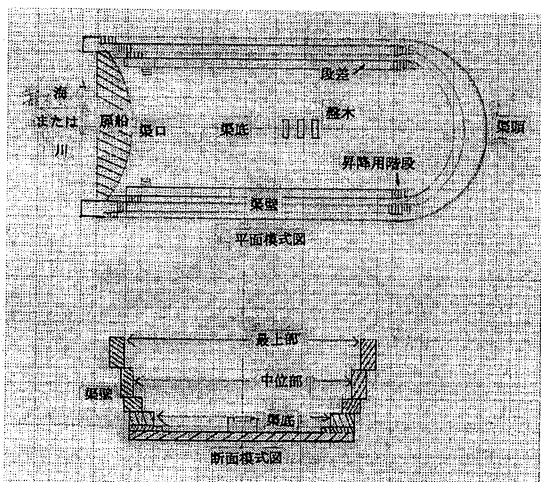


図1 乾ドックの概略図(平面図と断面図)

製壁の乾ドックは遺されていない[2]が、煉瓦積み壁の乾ドックは旧東京石川島造船所浦賀分工場(のち浦賀船渠に買収され川間分工場となる)と旧浦賀船渠(現・住友重機械工業浦賀艦船工場)の1号乾ドックの2基が現存している。これらは、オランダからの技術移転で築造されたと考えられる[4]。オランダの煉瓦積み乾ドックが浦賀に採用された経緯は若村等により示されたが[6]、オランダの乾ドックとの構造の類似性や大きさ、形などの比較についての報告は見られない。

本論文ではこの煉瓦積み乾ドックの構造的特徴を同時期に築造された横須賀造船所、函館船渠、横浜船渠などの石積み乾ドック、これらの乾ドックの技術移転元のオランダやドイツの煉瓦積み乾ドック、ヨーロッパの石積み乾ドックなどと比較し、それらの差違からそこに含まれる日本の特徴的技術アイデアを考察する。

石積み乾ドックと煉瓦積み乾ドックの形状や構造の違いをはっきりさせるため、乾ドックの寸法比(深さ/巾)を比較し、修理対象船の寸法との対応や経年変化から世界の造船技術史上での煉瓦積み乾ドックの保存の重要性を指摘する。

2章に日欧の19世紀の乾ドックの概観を、3章で調査方法を、4章に調査結果を示し、5章ではこれらを土台として、船舶材料や推進機関の変遷など19世紀に於ける船舶構造の大転換の観点から、歴史的乾ドックの特徴や時代変化、煉瓦積み乾ドックと石積み乾ドックとの違い等を明らかにする。また、日本の特徴的階段列取り付け方式と明治期の技術思考との関係を議論する。

2. 19世紀の日欧の乾ドック概観

ヨーロッパの乾ドックは、図1の壁面(渠壁と云う)材料が、木材から石材または煉瓦、さらにコンクリートブロックからコンクリートへと変化してきた。この事は次の例から言える。イギリス・チャタム造船所博物館には排水に初めて蒸気機関駆動のポンプを使用した19世紀初期の石積み乾ドックが保存されている。この乾ドックは、以前には小型で壁面は木製であったと云う[7]。日本では1900年に大阪造船所に英人技師・パルマーにより、80m内外の長さを持つ木製の小型乾ドックが造られた[2,3]。ドイツでは煉瓦積み壁以前には木製壁乾ドックが使用されていたことが写真に見られ[8,9]、また1821-22年にオランダ・ヘルフスルイスに築造された煉瓦積み乾ドックの説明に、「以前には木製乾ドックだった」と記されている。このように木材は初期の乾ドックの壁面材料と云えるが、それ以外に、船の乗る土台(盤木と呼ばれる)や図1の水門扉にも木材が用いられた。ヘルフスルイスの煉瓦積み乾ドックでは、長さ6mのもみの木2000本がドック

の底の発掘で発見されたと云う[10]。旧川崎造船所(現川崎重工神戸造船所)の乾ドックでは地盤を安定化させるため一万本近くの松の木がドック底部に打ち込まれた[11]。

一方、フランス・ロッシュオールに遺されている写真1の1700年代築造のルイ15世乾ドックや写真2の19世紀初期ナポレオンIII世の乾ドックは石積みである。ドック水門は写真3の下部部分に見られるように鉄製の扉船(あるいは戸船)と呼ばれる扉(図1参照)で閉められている。

ナポレオンIII世はベルギー・アントワープにも石積み乾ドックを造った[12]。水門は写真3のように木製の手動観音開きの扉であり、現在でも使用されている。ヨーロッパには多くの運河があり、各所に観音開きの水門扉が設けられている。これが乾ドックにも用いられたと思われる。石積み乾ドックの水門に取り付けられた木製扉はイギリス・SheernessのNo.4乾ドック[9]やアメリカの小型乾ドックの写真にも見られる[13]。

一方、平坦地のオランダでは石の入手が容易でないことと関係して、乾ドック壁にレンガ積みが採用され、発達した[8]。19世紀の初期、Jan・Brankenはフランスへ技術習得に行き後、壁面を煉瓦積みに変えた乾ドックをヘルフスルイスやデン・ヘルダーに築造した[14]。この技術は同様の環境の北ドイツにも移転された[8]。これらの事から19世紀の乾ドック壁の主要材料はフランス、イギリスの石積みに対し、オランダ、ドイツは煉瓦積みだったと云える。

丁度この頃日本は開国し、最初のグレービング式ドックが、1857年、渡米前の咸臨丸の修理の目的で、徳川幕府直轄の浦賀造船所(現・神奈川県横須賀市の旧住友重機械工業浦賀艦船工場敷地内)に見よう見真似で築造された[3]。文献[3]には、ドックは湾に注ぐ河口に掘られ、壁面は粘土で水止めされ、排水には手押しポンプが用いられたと記述されている。中川、若村はこの記述を確認するため長川の河口に電磁探査を行い、その構造を推測した[15]。これには当時の日本の左官や大工の技術が強く反映されていたと思われるが、その詳細は明らかでない。

徳川幕府は1861年(文久元年)、オランダの技術者等により長崎造船所(現・三菱重工業長崎造船所)を建設した[3,5,16]。しかし、長崎造船所に乾ドックが築造されたのは明治7年(1874年)になってからで仏人技師L.F.Florent等によった[5]。

日本で最初の本格的洋式乾ドックは横須賀造船所に1865年に起工され、1871年(明治4年)に竣工した[5,16,17]。幕府が雇用したお雇い外国人のフランス人技師、F.L.VernyやL.F.Florent等の指導の下で築造されたのだ。これが写真4の1号乾ドックである。以後、この

造船所内には明治期に4基が築造され[2,16]、現在尚、米海軍横須賀基地内で艦船の修理に稼働中である。フランスからの技術移転が今尚生きている。

横須賀造船所内にはVerny等の進言で1866年、造船技術学校「横須賀校舎」が開設された[5]。この卒業生は文献2,5に見られるように横浜船渠の二基の乾ドック[18]や川崎造船所の乾ドック[11]など、その後の多くの日本の乾ドック築造作業に寄与した[2]。技術教育の成果がフランスの技術移転を国内に広めたことになる。

明治27年に始まった日清戦争が終わると船の重要性が認識され、民間の造船所の設立が要請された[16]。瀬戸内の中小造船所を始め、全国に幾つかの造船所と乾ドックが築造された[2,3,16]。その中の一つが浦賀船渠であり、ここにオランダ人技師デ・レーケの基本設計でドイツ人技師エル・ネフリング・ボーケルの技術指導[4]で写真5の煉瓦積み乾ドックが築造された。オランダの技術移転である。完成は日本人の技師、杉浦栄次郎に任されたが、当時他の乾ドックは全て石積みであったのに、何故煉瓦積みが採用されたのかは興味深い。若村等はこの理由を創始者の一人の榎本武揚のオランダ留学にあると指摘している[6]。

これより一年前、浦賀船渠より2Km程離れた川間地区の旧東京石川島造船所浦賀工場では写真6の煉瓦積み乾ドックを完成した。この乾ドックの概観は旧浦賀船渠1号乾ドックとほとんど同じと云ってよい。この技術は日本で最初であるが、その経緯や技術の記録は見られない[19]。最近、若村等は、築造工事の進展具合や技術者の心理、築造時の造船所の経済的理由などから、この技術が浦賀船渠からの移転であることを指摘した[6]。この後、1900年を境に、日本の乾ドックの築造は文献2に示されるように日本人技術者のみの手で行なわれるようになった。

一方、19世紀には1807年のフルトンに始まる蒸気船[20, 21]の出現で推力は風力から大変換し、さらに外輪推進からスクリュウ推進へと変化が続く。また、1856年のイギリス人によるベッセマー炉の開発により鋼が容易に入手するようになって[20]、建造材料が木から鋼鉄へと大きく変わった。これらに伴い船の大きさや船型にも大きな変化が現れた[21]。当然、これを修理対象とする乾ドックにもその影響が現れたと予想される。従って、19世紀前後期の乾ドックにはこれらの変化が見られる筈だ。

オランダ、フランス、英国などに遺されている乾ドックは19世紀前半期のものであり、主に木造帆船の修理を行った。日本に遺されている乾ドックは、19世紀後半築造であり、スクリュウ推進・鋼鉄船の修理が中心となった。従って、これらの乾ドックに対し、当

時の船の形や大きさの変化との相関が期待される。このことは、世界の乾ドック史の中での日本の歴史的乾ドックの位置を船と乾ドックの時代変遷に関係付けて明らかにすることになる。以下にこれらを具体的に述べる。

3. 調査方法

調査は現地での乾ドックの外観観察、寸法の計測および聞き書きの他、関係者から提供された図面、著書、文献、ガイドブック、研究者からの資料提供によった。日本の歴史的乾ドックの寸法値は西澤氏の報告[2]を基本とし、ヨーロッパの乾ドックについては、実測を加えてデータを確かにした。

日本の歴史的乾ドックの存在場所を図2に、調査したヨーロッパの乾ドックの場所を図3にそれぞれ示す。保存されている歴史的造船施設の存在場所は、日本では近代化の始まった長崎や横須賀、横浜周辺、造船の盛んだった瀬戸内海に多く、ヨーロッパではドーバ海峡（パス・ド・カレー）から北海に集まっていることがわかる。また、ヨーロッパの造船施設の多くは大河の河口にあるが日本ではほとんどが海辺である。

調査した乾ドックのデータを表Iに示す。その中の幾つかは写真1-6に示した。原型を大きく変えられてしまったものには乾ドック名に下線を付した。浦賀1号乾ドックは1990年に底部を2m掘り下げ、水門部を30m延長し、これらの部分をコンクリートで造ったが[22]、

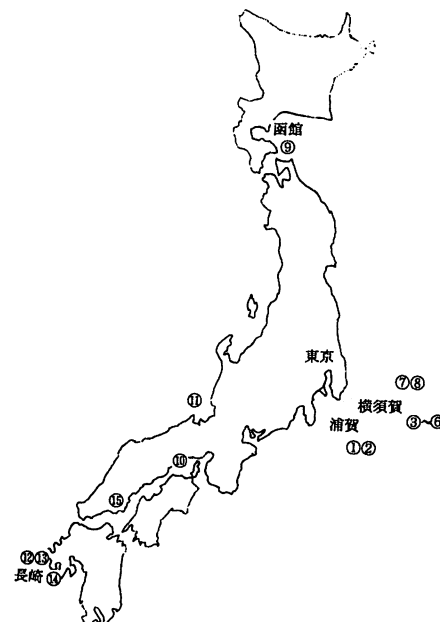


図2 表Iの日本の明治期の乾ドック所在地:①浦賀1号、②川間、③~⑥横須賀1~4号、⑦⑧横浜1, 2号、⑨函館、⑩川崎、⑪舞鶴、⑫⑬佐世保1, 2号、⑭長崎、⑮呉3号

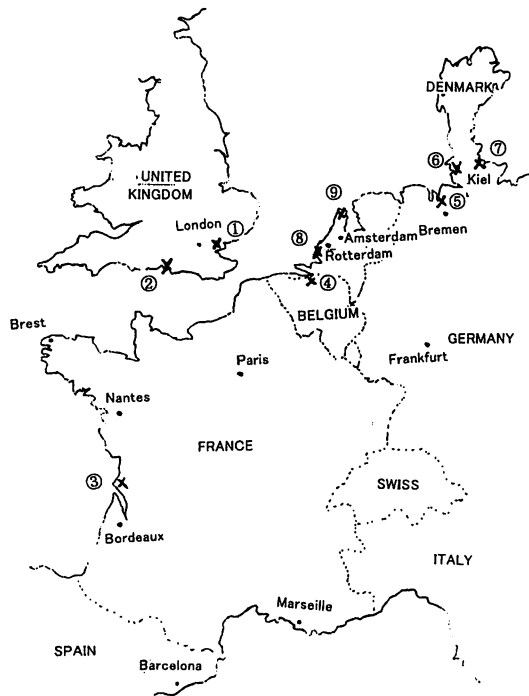


図3 調査したヨーロッパの歴史的造船施設博物館所在地
① Chatham, ② Portsmouth ③ Rosyth, ④ Antwerpen,
⑤ Bremerhaven, ⑥ Husum, ⑦ Kiel, ⑧ Hellevoetsluis,
⑨ Den Helder,

他は築造時のままである。初代日本丸の入渠している横浜2号乾ドックはクレーンの軌道設置で壁に石柱を何本も打ち込んでおり、築造時とは異なる壁面構造になっている[18]。函館船渠の乾ドックは壁面がコンクリート補強の一枚壁に直されている。旧舞鶴工廠の乾ドックは幅が広げられた。横浜2号乾ドック(YH2)は重要文化財とは言え、ドック壁には幾つもの窓が取り付けられ、階段の設置などで、乾ドックの様相を知ることにはできない程変えられている。

日欧で調査したドック壁の構造は2種類に分類で出来そうである。第一はドック壁が段差になっている構造。このとき、図1の昇降用階段は写真1, 2, 4 - 6のように壁面に沿う方向に取り付けられている。第二は写真7のような階段状壁の構造である。昇降用階段はドック壁面に垂直方向にドック最上部から渠底まで一直線状に取り付けられている。横浜船渠2号乾ドックには後で示す(写真21参照)ようにこれに似た壁面構造が一部組み込まれているが、昇降用階段の取り付け方向は壁面に沿っており、第一の構造との折衷式と推測される。表Iで階段状壁を持つ乾ドックには「印」を付した。

ドイツのデータはBremerhavenのドイツ船舶博物館のDirk J. Peters 博士から提供された資料によって

いる。アントワープの乾ドックについてはWebsiteに発表されているホームページ[12]を引用し、現地での実測でこれを確認した。

イギリス・チャタム造船施設博物館の乾ドックの深さはドック内に表示されている表示板の数値を基本とし、長さや幅の測定には光学距離計を使用した若村の実測による。表示の目盛は壁面最上部までは付けられていない。アントワープの例では図1の断面図にある最上部までの実測値が7mだが報告値は5mである。満水時の水面とドック底との差が深さとして報告されていると思われる。

乾ドック中の値は図1の断面図の底部、中位部、上部で大きく異なる。報告されている値がどの部分かははっきりしないが、筆者の測定値は最上部の値である。水が張られた乾ドックではこの場所以外の測定は難しい。実際に入渠できる船の寸法は中位部の寸法で決まる。報告されているアントワープの乾ドックの値がこの部位であることは上に述べた。

ポーツマスのイギリス海軍ドックヤードには17～19世紀初期築造の乾ドック16基があり、一部が見学可能だ。ここでは構造をはっきり観察できる2基のみに対して文献[23]の築造年代と寸法を示した。

4. 調査結果

表Iのデータより、乾ドックの寸法比(幅/深さ)、ドック壁面材料、築造年、階段列の数と取付け配置の様子を比較検討し、それらの特徴を指摘する。1900年以降になると乾ドックは大型化する。この傾向はアメリカ海軍の乾ドックに対しても見られ[24]、世界的な傾向である。

4.1 ドック壁材料

図4に表Iよりまとめたドック壁材料ごとの数を示す。コンクリートは近年の材料であり、伝統的材料としては石積みが圧倒的に多いことが分かる。煉瓦積み乾ドックは写真5, 6の浦賀及び川間の他、写真8のオランダ・アムステルダム郊外のデン・ヘルダーの二基、写真9のロッテルダム郊外のヘルフスルイス及び写真10の北ドイツのフーズムと、合計6基である。フーズムの乾ドックは潮汐利用のドックであり、ポンプ排水の大型乾ドックとは異なる。しかし、この乾ドックは現在でも小型船の修理に使用されている。水門の鉄製観音扉はエンジン駆動であるが、以前は手動であったと云う。写真10に示されるように底部とこれに接する壁面下部には煉瓦の使用が見られ、上部は土に覆われている。従って、大型の煉瓦積み乾ドックは5基と云える。

表 I オランダ、フランス、ベルギー、イギリス、ドイツ、日本の乾ドック比較要項

*:間仕切り扉設置、+:使用中、#:D.J.Peters 博士からのデータ提供 (x:現存せず)、○:博物館として保存中、△:残存、☆:その他、ドック番号は現地で呼ばれている番号付けに沿った。例えば、C3 は Chatham No.3 乾ドックである。寸法の単位は m で示した。

乾ドック名(国名)	長さ	幅	深さ	壁面材料	築造年 (段差数×階段列総数・方式)	保存・寸法比(W/T)
Chatam C2(英)†	110	22	8	石	1856 2x18, 垂直	○ 2.8
“ C3(英)†	120	24	6	石	1820 垂直	○ 4.0
“ C4(英)†	105	23	5	石	1840 垂直	○ 4.6
Portsmouth P1(英)†	80	18	6	石	1801 垂直	○ 3.0
“ P2(英)†	73	20	7	石	1802 垂直	○ 2.9
Roschfort R1(仏)	95	14	8	石	≈1830 5x28, 平行・ジグザグ	○ 1.8
“ R2(仏)*	105	15	8	石	1750 4x16, 平行・直線	○ 1.9
“ R3(仏)	65	10	6	石	1670 3x10, 並行・直線	○ 1.7
Antwerpen A1	160	24	6	石	1863 —	+, ○ 4.0
“ A2	72	12	3.9	石	1865 —	+, ○ 3.1
“ A3	50	10	2.8	石	1865 —	+, ○ 3.6
“ A4†	134	15	5	石	1881 4x25, 垂直	+, ○ 3.0
“ A5†	134	15	5	石	1881 4x25, “	+, ○ 3.0
“ A6†	134	15	5	石	1881 4x25, “	+, ○ 3.0
Bremerhaven B1(独)	87	28	4.8	煉瓦+木	1860 遺構	X 5.8
“ B2(独)	145	18	6.4	煉瓦+木	1871 遺構	X 2.8
“ B3(独)	237	33	11	石+コンクリ	1899 —	3.0
“ B4(独)	335	41	11	コンクリ	1913 —	3.7
“ B5(独)	113	17	4.5	煉瓦+木	1904 —	3.8
“ B6(独)	180	37	5.4	コンクリ	1910 —	6.9
Husum (独)	78	33	7.8	煉瓦+木	1877 斜面壁	+, ○ 4.2
Kiel K1(独)	179	32	7	石	1902 平行・直線	+ 4.6
“ K2(独)	201	30	28	石	1903 平行・直線	+ 1.1
Hellvoetsluis(蘭)†	157	31	7	石+レンガ	1806,1825 4x14, 平行・直線	+, ○ 4.4
DenHelder D1(蘭)	90	22	6.5	レンガ+石	1822 5x9, 平行・直線	+, ○ 3.4
“ D2(蘭)	120	25	8	レンガ+石	1866 6x20, 平行・直線	+, ○ 3.1
浦賀 U	148	20	8.4	レンガ+石	1899 5x60, 「逆ハ」字型	△ 2.4
川間 UK	137	16	9.7	レンガ+石	1898 4x55, 「ハ」字型	△ 1.6
横須賀 Y1+	122	25	8.4	石	1871 4x32, 平行・直線	+, △ 3.0
“ Y2*+	156	29	10.2	石	1885 5x72, 一部ハの字	+, △ 2.8
“ Y3+	94	14	7	石	1874 4x18, 平行・直線	+, △ 2.0
“ Y4+	220	26	10.5	石	1906 4x22, 平行・直線	+, △ 2.5
横浜船渠 YH1	168	28	9.2	石	1898 8x72, ハの字	○ 3.0
横浜船渠 YH2	128	18	8.3	石	1896 6x12, 平行・直線	☆ 2.2
函館造船所 H+	162	25	9.3	コンクリート・ブロック	1903 ハの字	△ 2.7
川崎造船所(神戸)KW	129	20	8.5	石	1902 4x27, 平行・直線	○ 2.4
舞鶴工廠(日立造船) M+	207	26	12.1	石	1904 平行・直線	△ 2.2
佐世保工廠 S1+	141	30	11.8	石	1895 平行・逆ハ	+, △ 2.5
(佐世保重工) S2+	177	29	16	石	1905	+, △ 1.8
長崎造船所(三菱) N3	222	29	9.4	石	1905 7x28, 平行・直線	△ 3.1
呉 K3	230	34	11	石+コンクリート	1912 平行・直線	+ 3.1

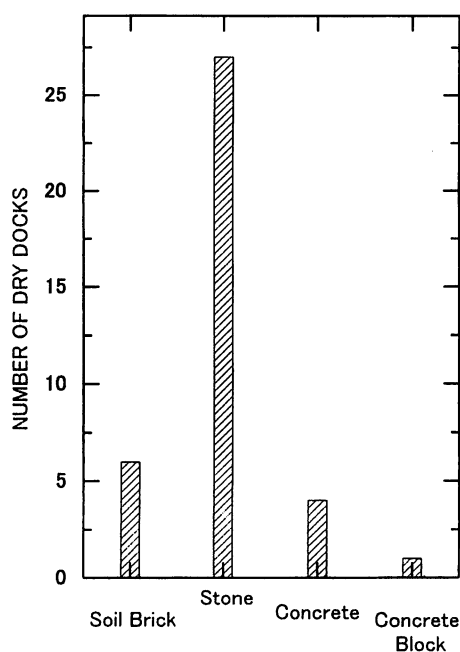


図4 乾ドック壁面材料の違いによる乾ドック数

これらのうち、オランダの3基は19世紀前中期の築造なので、主として木造帆船を修理対象とし、日本の2基は末期の築造なので鋼鉄蒸気機関スクリュウ推進船を修理対象としたことがわかる。

乾ドックの構造で特徴的なのは、写真9のオランダ・ヘルフスルイスの乾ドックである。写真11の模型で見られるように中央に仕切り用観音扉を持ち、乾ドックの入口部と奥部(渠頭と云う)を独立に使用できるように造られている。乾ドック周辺には写真12の平面図に示されるように幅1m、高さ2m程の煉瓦積みトンネルが取り巻いている。これは木造帆船の表面を焼く作業時に、熱や炎から作業者の身を守るために掘られたという[10, 25]。

ヘルフスルイスの乾ドックは写真11のように2基を直列につなぐ方式に完成されたが、この方式は写真1あるいは写真13の左側のフランス・ロッシュフォルのルイ15世乾ドックにも見られる。さらにフランス人技術者の設計で築造された写真14の横須賀2号乾ドックは中央に扉取り付け用石柱を持ち、全体の形が良く似ている。これらの事から、この直列方式はフランスの発生と考えられる。

実際、ヘルフスルイスの奥の乾ドックは1820年頃にJan Brankenがフランスへ学びに行き、築造された[25]。壁面には階段壁が採用され、その材料は壁面上部が煉瓦積み、下部は石積みだ。

入口部の乾ドックは1860年頃の築造でイギリス式と呼ばれているが、写真15に見られるように煉瓦

を十分使用したオランダ積みの壁面を持っている。この壁面は写真16の浦賀1号や写真17の川間乾ドックの壁面とよく似ており、これらの乾ドックへのオランダの技術移転の指摘が支持される。

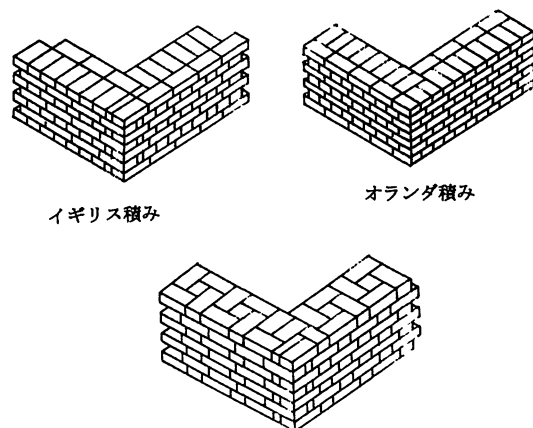


図5 煉瓦の積み方3種

煉瓦の積み方は日本では図5のように、フランス(フランドール)積み、イギリス積み、オランダ積みと区別されている。オランダ積みとイギリス積みは図5からわかるように、側面の積み方は同じであり、角のみが異なる。写真17の川間乾ドックの積み方は従来、イギリス積みと云われてきた。若村等は川間乾ドックの基本設計はオランダの技術が根底にあると判定し、煉瓦の積み方もオランダ積みと結論した[6]。筆者はこれを確かにするため、オランダやドイツの歴史的建築や護岸、橋脚などの煉瓦の積み方を調べた。ほとんどがオランダ積みであった。オランダの隣国、ドイツのブレーマーハーフェンの乾ドック遺構も写真18に示すように、オランダ積みである。ドイツが船舶技術の後進国だった事と、表1のように築造年がオランダより遅いことから、オランダからの技術が移転したと考えられる。これらの事から浦賀1号乾ドックの壁面を除き、煉瓦積み乾ドックの壁面はいずれもオランダ積みであることになり、これは煉瓦積み乾ドックがオランダからの技術移転であることの証と云える。

では、何故浦賀1号乾ドック壁はフランス積みなのであろうか。この理由として、若村等は、横須賀造船所から入った技術者[4, 5]がフランスの積み方を採用したと推測している[6]。

しかし、地域に基づく煉瓦の積み方の区別は日本のみで成り立つ分類法かも知れない。なぜなら、フランドル地方の代表的都市、アントワープで筆者の調べた幾つかの古い煉瓦造りの建物は皆オランダ積みであった。また、オランダのドック関係者にこの

分類法を尋ねると、オランダだからと云って、皆オランダ積みとは限らないと云う。明治期に煉瓦の積み方を習った日本人の独断と偏見がこのような名前を付けてしまったのではないだろうか。

4.2 壁面階段の取り付け方式

明治期の乾ドックの多くの壁面は写真4-6のように、段差が付けられている。その役割は2つある。第一は写真19の様に船体が傾かないよ、両側から棒で舷側を支える役割。第二は船の側面の修理や塗装作業の時の足場だ。

ヨーロッパの19世紀初期の帆船時代の乾ドック壁には3章で示した階段状壁面が見られる。例えば写真7のポーツマスの1号乾ドック、写真20の1820年築造のイギリス・チャタム造船所博物館のNo.3乾ドック[26]、Sheernessの海軍造船所の著書の写真に見られる乾ドック[9]、また写真9のオランダ・ヘルフスルイスの乾ドックの奥部や、アメリカ海軍の乾ドック[27]、さらにイギリスの流れを汲んだ写真21の横浜船渠2号乾ドックの中央部などにもこの形式が見られる。これらのドック壁には写真7, 20, 22に示されるように数カ所の斜面路が渠底まで直線的に取り付けられており、修理部品の上げ下げに使用された。ほとんどが19世紀初中期の築造なので、このタイプは古いタイプと云えるかも知れない。

19世紀後期になるとこの方式は姿を消していく。斜面路は横須賀2号乾ドックでは写真14のように先端部(渠頭)にのみに取り付けられている。さらに、19世紀中後期の乾ドックの壁面は階段状ではなく、段差壁面となる。写真5の浦賀船渠と写真6の川間分工場の乾ドックの段差は5段や4段である。一方、写真22のアントワープの4~6号乾ドックの10段やポーツマスの未公開の多数の段差を持つ多くの乾ドック[28]、初代日本丸の入渠している8段の段差の横浜1号乾ドック[19]などは、4~5段の段差壁へ移行する過渡期の構造と思われる。この乾ドック壁構造の違いが土木技術的な理由にあるのか、あるいは乾ドックの使用に関する付帯設備にあるのかを今後明らかにしていきたい。

壁面には渠底に降りたり、作業のために図1に示すような昇降用階段が取り付けられている。この取り付け配置を詳しく見るため、階段列配置の幾つかの平面模式図を図6a, 6bに示す。これらは現地見学、図面、写真を元に作製された。

19世紀中後期築造の乾ドックの階段列の多くは写真1, 2, 8, 9や図6aの横須賀造船所1号や図6bのナポレオン三世乾ドックなどに見られるようにドック壁面に沿った方向に設置されており、乾ドック入口部と奥部の二箇所への設置が多い。一方、多数段差壁の乾ドックでは図6bのアントワープ6号や写真23に見られる様に階段

列はドック壁面に垂直方向に一直線状に取り付けられている。

ヨーロッパからの影響を一番強く受けていると予想される写真4の横須賀造船所の1号や3号乾ドックの階段列は壁面に沿う直線的配置で[29]、ヨーロ

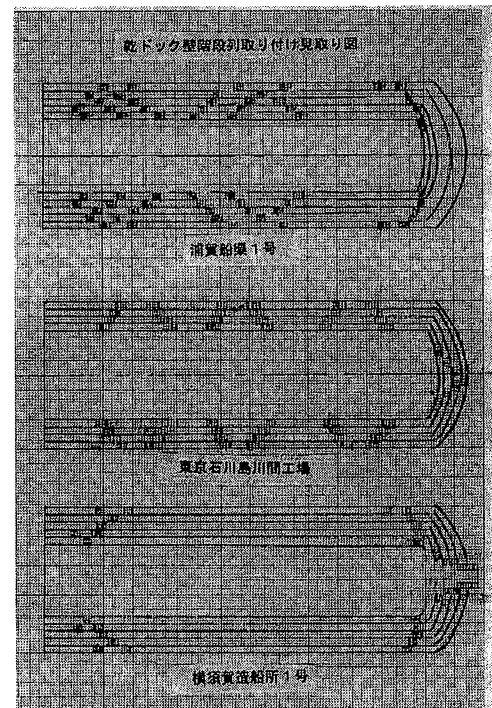


図 6a 乾ドック壁面階段列取り付け配置図

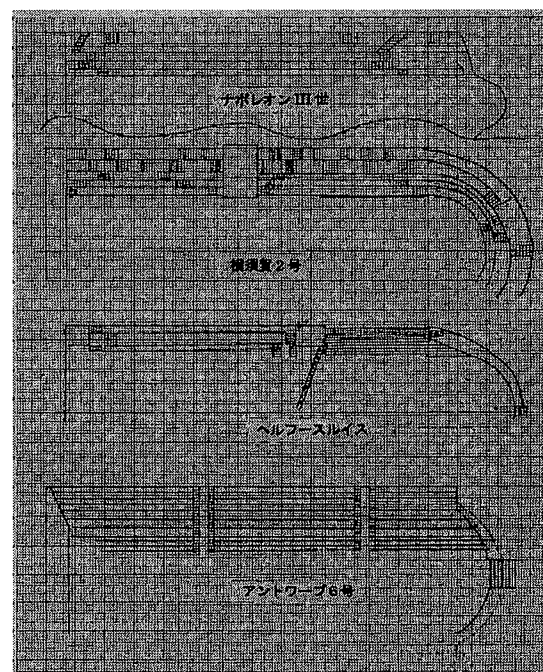


図 6b 乾ドック壁面階段列取り付け配置図

ツパと同じである。設計は仏人技師のフロランやウェルニーであり[5, 17]、ヨーロッパからのそのままの移入と考えられる。

しかし、その後に築造された横須賀2号あたりから、日本の乾ドックには特徴的配置が見られるようになる。写真24では壁面中央上部には多数の階段列が「逆ハ」の字型に配置されているのがわかる。さらに、図6aや写真5に示されるように、浦賀1号乾ドックの取り付け方式は「逆ハ」の字型と「ハ」の字型の階段取り付け配置、川間乾ドックは図6aや写真6のように「ハ」の字型配置で、いずれも多数の階段列が見られる。

浦賀1号乾ドックの築造直後に作られた函館船渠の1号乾ドックにはコンクリートブロックが使用された[2]。築造当時の写真には、川間乾ドックと同じ「ハ」の字型の対称的配置が見られる。同様な状況は横須賀4号乾ドックの図面[30]や横浜船渠1号乾ドックの図[18]にも見られる。階段列数は浦賀や川間ほどではないが、後で示すようになり多い。これらのことから、この時期に多数の階段列配置の良さが認識され、各ドックに採用されるに至ったと推測できる。

現在までの調査では、このスタイルの煉瓦積み乾ドックはヨーロッパでは遺されておらず、浦賀の二基はこの階段列取り付け方式の乾ドックとして世界的にも貴重と云える。

1920年あたりの築造からは、ドック壁はコンクリートの一枚壁へと変化していくが、この変化は作業の点から考えると、クレーンの採用と関係があるかも知れない。

4.3 段差あたりの階段列数

図6(a),(b)に示される階段列の取り付け配置はいろいろであり、取り付け階段列の数には表1に示されるように随分の開きがあることがわかる。ここでは乾ドックを取り巻く段差一段に取り付けられている階段列の数に注目する。

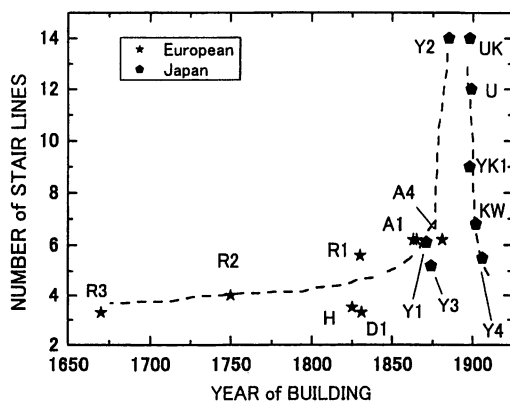


図7 日欧の乾ドック壁面上の平均階段列数の経年変化
図中の記号は表Iの乾ドック名と対応している。

階段列数の密度を見るため、乾ドックの周囲一周の段差一段に対する平均階段列数 R を調べる。図1ではドック壁階段列数10で段差幅なので $R=2.5$ である。

乾ドックでは図1の渠口部の二箇所のように渠底にも段差が見られるが、これは壁ではないので計算には入れない。どこまでを乾ドック壁の段差と見るかの判定は難しい場合もあるので、数値にばらつきが出ることになる。また、一般にドックの長さの長い場合には取り付け階段列数も多くなると考えられるので、厳密な比較には、単位長さあたりの数を扱う必要があるが、ここではこれは考慮しない。

この例として横須賀2号がこれに該当するかも知れない。写真24の中央の柱の左右に取り付けられた多数の階段列は、乾ドックを渠口部と渠頭部とで別々に使用する計画を暗示しているからである。乾ドック二基に対応する階段列が取り付けられていることになる。

図7に全階段列数を段差数で割った値(一段差あたりの平均階段列数) R_D を築造時の年代の関数として示す。この図から、ヨーロッパの乾ドックの階段数は少ないが、1850年頃から増加する。一方、日本の乾ドックは築造開始後間もなく R_D が急増している。ドック一基としては浦賀船渠(U)と川間工場(UK)が最大の階段列数を取っている。石積みでも横須賀2号、横浜1号、川崎造船所、函館船渠の各ドックの階段列はヨーロッパに比べるとかなり多い。

これに対しヨーロッパの石積み乾ドック、例えばドイツ・キールKBW社の乾ドックや写真22のベルギー・アントワープのNo.6の乾ドックでは、階段列数は少ない。アントワープ4～6号の乾ドックは写真7のポーツマスや写真20のチャタムの乾ドックと同様で階段の取り付け方向がドック壁面に垂直方向を向いており、日本の乾ドックとは異なるタイプだが、いずれも階段列は少ない。これらのことから、日本の煉瓦積み壁やコンクリートブロック壁乾ドックの特徴の一つとして多数の階段列設置を上げる事ができる。

さらに図7では階段列数は、1900年頃が最大となっている。この事は、ドック壁面に階段列を多く取り付ける構造が、この頃日本で発展したと考えられる。1910年頃からの急激な減少の原因はコンクリート製壁やクレーンの設置と関係しているかも知れない。

以上の調査結果から日欧の歴史的乾ドックの壁面構造の特徴を次のようにまとめる事ができる。

1. 乾ドック壁には階段状(多数段差型)型と段差型(少数段差型)の2種類があり、前者では昇降用階段がドック壁面に垂直な方向で取り付けられており、後者では壁面に沿った方向に取り付けられている。イギリス人技師・パルマー

の手になる横浜1号と2号は一部にイギリス・チャタム造船所などと同じ階段状壁を持っているが、現存する日本の歴史的乾ドックはほとんどが段差型である。

2. 段差一段あたりの階段列数が最も多いのは、現存するヨーロッパの乾ドックも含めて、横須賀2号、川間乾ドック、浦賀1号であり、1900年頃築造の乾ドックで最大数に達している。この後に築造された函館船渠、横浜2号、横須賀4号、川崎造船所乾ドックなどの石積み乾ドックもヨーロッパのそれらに比して、かなり多いので、階段列数の多いことが日本の歴史的乾ドックの特徴と言える。
3. 「ハ」の字型配列や「逆ハ」の字型の階段列配置は、ヨーロッパに遺されている乾ドックやフランスから影響を一番強く受けていると予想される横須賀1号及び3号乾ドックには見られない。その後築造された横須賀2号乾ドックに現れ、その後多くの日本の乾ドックに採用された。
4. ヨーロッパに遺されている乾ドックは石積みも含め、階段列の数は少なく、直線的に一方向またはジグ・ザグ方向に取付けられている。従って、「ハ」字型や「逆ハ」字型配列は日本の乾ドックの特徴と言える。
5. 横須賀2号乾ドックには、オランダ・ヘルフスルイス及びフランス・ロシュフォールの二基直列式乾ドックの特徴である仕切扉取付け用柱が見られ、ヨーロッパからの技術移転がはっきりと現れている。

5. 討論

4.3節で示した1~5の調査結果の意味をはっきりさせるため、ドック全体の形状や大きさを、日欧の歴史的乾ドックで比較する。また、19世紀の船と乾ドックの形状との関連を見るため、巾と深さの比の時代変遷を見る。この比より、日本の明治期の乾ドックがヨーロッパの流れとどのような関係にあったのか、また乾ドックと船型との間に相関があるのか等がはっきりする。

5.1 船型と乾ドック型の相関と時代変遷

表Iのデータから得られた乾ドックの寸法比 R_D [=乾ドックの巾(W)/乾ドックの深さ(D)] = (W/D) の経年変化を図8に示す。ドイツ・フーズムの乾ドックは特殊なので除いた。図8から次の2点が云える。

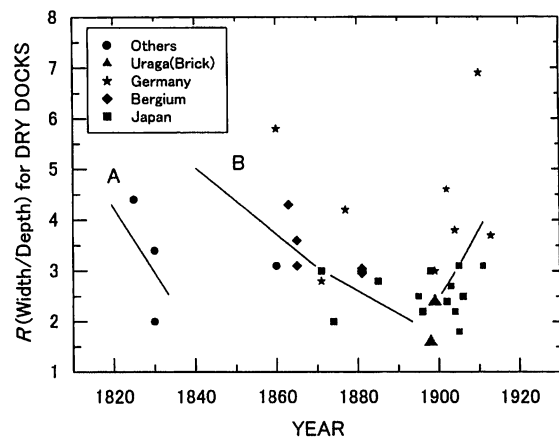


図8 乾ドック寸法比 R_D (= 乾ドックの幅/乾ドックの深さ) の経年変化

①19世紀中後期では煉瓦造りと石造りの乾ドックはほぼ同じ比例曲線Bに載っている。② R_D の値は国に依存していない。③ R_D は19世紀末に最小値を示している。④19世紀前半期築造の乾ドックは曲線Aに載っている。

①は、乾ドックの寸法比が築造材料には依存していない事を示している。②は、日本の乾ドックの構造や形状がヨーロッパの乾ドックの時代変遷に追いついていた事を示している。図8はこれらの事を定量的に示した点で意味がある。

②~④の理由を考えるため、船型の時代変遷に注目する。文献21から取った船の寸法比 R_S [=船の巾/船の深さ・喫水, (W/H)] の値の経年変化を図9に示す。□は帆、△は(外輪+帆)。☆はスクリュウ推進船で中抜きは木造、塗りつぶしは鋼鉄製を示す。

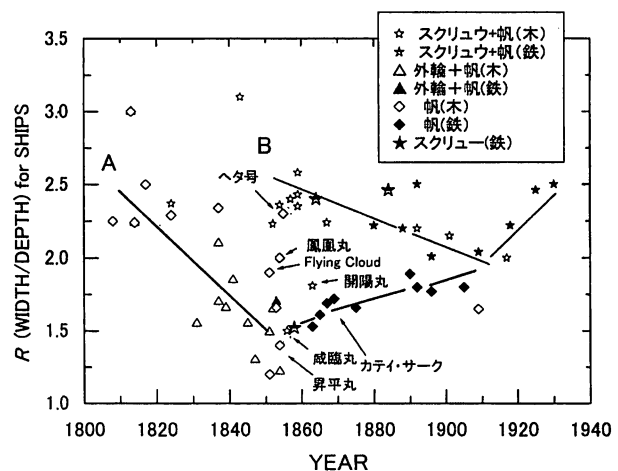


図9 19世紀の船の寸法比 R_S (= 船の幅/船の深さ) の経年変化

図 9 には図 8 に似て、2つの比例曲線 A(太線)、B(細線)が引ける。A には帆船と外輪推進の機帆船とが載っている。曲線 A から次の事が云える。第一に、帆船が使用された期間は長く、外輪船が使用された期間は短い。第二に、日本で最初の洋式大型帆船の鳳凰丸や昇平丸はバラツキの範囲内にあり、世界の船の形状から大きくはずれてはいない。このことは、日本人が見よう見まねで建造した洋式船の船型は悪くなかった事を示しており、既に発表した報告での指摘[6]と整合的である。鳳凰丸に比べ、昇平丸の方が喫水が深いのはオランダの著書を参考にした結果かも知れない。

図 9 の木造帆船の R_s 値は 1850 年頃までは減少している。この事は、喫水の深さの増加が 1850 年頃まで続いていた事を示している。この現象は船速の変遷から理解できる。船速を大きくするためには帆の面積を広げる必要がある。面積は時代と共に広くなり、船の速さの増加と共に、船の傾きが増加する。これに対処するため、喫水を深くしたと考えられる。このとき、 R_s の値は減少する。

一方、船の建材は 19 世紀中頃、木から鉄との混合へ、さらに純粋な鋼鉄製へと変わっていった[20, 21]。当然船の重量は増加し、船は深く沈み、喫水の深い船の建造となり、 R_s 値は減少する。このことも図 9 の A 曲線の 1850 年頃までの減少の原因の一つと考えられる。

曲線 A は 19 世紀中頃から増加に転じている。この理由は帆船に鋼鉄の使用が始まった[20, 21]ことから理解できる。鉄材の使用で船は深く沈むので、船幅を広く取って、これを防いだと考えられる。また、鉄の使用により、海水と船体表面との摩擦が減り、同じ面積の帆でも推進力は実質増加し、帆を広く張る必要が減った。船体の傾きが小さければ船を深く沈めなくても良くなった訳で、このためにも R_s 値が大きくなったと考えられる。

19 世紀中頃から推進力は帆からスクリュウへと変わり、純帆走から機帆走、純蒸気推進となり、推進器が外輪式からスクリュウ式へと変わった[20, 21]。この変化は図 9 の曲線 B に現れていると思われる。

曲線 B 上にはスクリュウ推進船が載っている。曲線 B は曲線 A の 19 世紀中頃の変化と大変似ており、下に曲った「く」の字型を取っている。このことから変化の原因は共通な要素によっていると予想される。

曲線 B の 1910 年頃迄の減少は推進力の変化から理解できる。木造船に機関を積んだ初期の蒸気船は、機帆船であり、大方は帆走であった。蒸気機関を積

んで沈んだ状態での帆走であり、船速を上げるためには帆の役割が大きかったと思われる。帆船の場合と同様、帆の面積を増した結果として曲線 A と同様、船の深さが増していったのではないかと予想される。

曲線 B は 1910 年頃を境にして、減少から増加に転じている。この変化の原因は船の推進装置の変化から説明できる。完全な蒸気機関推進の時代になると、推進力は大きくなり、荷物を多く積める幅の広い船型へ変化したと予想される。

曲線 B 上の R_s 値は帆船のそれより一段高い値を取っている。この事は蒸気機関駆動によるスクリュウ推進による傾きへの対応が不必要となり船幅を一段広げた船体構造になったと予想される。

以上の結果から上に述べた図 8 の R_D 値の時代変遷の原因を船型の時代変遷と対応させ、次のように理解できる。船幅の増加は当然この頃築造された乾ドック R_D 値にも現れる筈だ。図 8 と図 9 とを比較すると、確かに図 8 の乾ドックの曲線 B の値 R_D と図 9 の船の R_s 値の時代変遷は、ばらつきの範囲内で共通した変化を示している。下に「く」の字型の変化である。この事は乾ドックの寸法比が修理対象船の寸法比に強く依存していたことを表している。

さらに②の R_D 値が国によらない理由については次のように理解できる。日本がヨーロッパから船を購入し始めたのは、船の構造の大転換点の始まった 19 世紀中頃であり、これを修理対象とした明治期の乾ドックにも、その時代の特徴が反映されていた。これらの修理船は浦賀船渠 60 年史[4]や東京石川島造船所 50 年史[19]等に見られる修理船名からも明らかである。日本の乾ドックが当時の国内外の船を修理対象とした施設として築造されてきた故に、乾ドックの寸法もその当時の欧米の船の寸法に見合っていた事は当然とも云えるが、図 8, 9 はこの事を定量的に示している点で意味がある。

煉瓦積み乾ドックに限ってみても両国の乾ドックを比較的に見ることではっきりする。浦賀の乾ドックはオランダのドックより、幅に対して深さが深い。オランダでは帆船を、浦賀では鋼鉄スクリュウ船の修理を想定していたことと整合的である。

5.2 日本の煉瓦積み乾ドックの階段列配置の特徴

この節ではドック壁面の階段列配置とその数を考察する。横須賀 2 号は既に述べたように 2 基直結型の特徴を持つ乾ドックで、階段列数の多さや写真 24 の中央部扉取り付け用石柱付近に集中した配列がそれに対応しており、乾ドック一基と云う点では川間乾ドックと浦賀 1 号乾ドックの階段列の多さがより目立つ。また「ハ」の字や「逆ハ」の字の取付け配

置はヨーロッパと比べて特異なことが、表 I よりわかる。

図 6a に示されるように、浦賀、川間の階段列配置形はそれぞれ「逆ハ」の字型及び「ハ」の字型である。さらに、写真 24 の横須賀造船所 2 号乾ドックはフランスとオランダの乾ドックと同様な仕切柱を持つにもかかわらず、ドック壁中央上部の階段にはヨーロッパにはない「ハ」の字型が見られる。これらは図 6b や写真 1, 2, 8, 9 などのヨーロッパの階段列配置、図 6a の横須賀 1 号や写真 21 のイギリス人技師・パーマの基本設計による横浜 2 号乾ドックなどの乾ドックに取付けられた直線かジグ・ザグ配置の階段列とは対照的である。

「ハ」の字や「逆ハ」の字形配置の階段列の取付けは階段列の数の多さとも結び付く。この特徴的配置の発生理由を考えてみよう。図 6(a), (b) からわかるように浦賀 1 号や川間乾ドックのように、階段列の数が多ければ、乾ドック内のどの場所へも短時間で行き来ができ、作業時間を短縮できる。

一方、ヨーロッパの石積み乾ドック及びヨーロッパ人技師の基本設計になる日本の乾ドックのように階段列が数カ所と少なれば作業は効率が悪い。これらの事から、取付け階段列配置とその数の多さは作業時間を短くして効率を求める日本人の性質が関係したと考えられる。

それでは、この配置はどこからもたらされたのだろうか。まず、国内の乾ドックで見ると 1874 年築造の横須賀 3 号乾ドックで直線的であった階段列は、約 10 年後に築造された横須賀 2 号乾ドックでは多数の「ハ」の字型配置に向かった。このことから横須賀 1 号や 3 号を使用した日本人がその体験を通して多数階段列の必要性を認識し、10 年後に築造された浦賀および川間の乾ドック築造への参加で [4, 5]、より顕著にこれが実現されたのではないのだろうか。オランダ人技師、デ・レーケの基本設計の中に横須賀造船所での体験が反映されたと考えたと納得がいく。日蘭の技術アイデアの融合がヨーロッパ型乾ドックの改善を行ったとも云える。

実際、浦賀船渠の乾ドック築造後に造られた函館船渠や川崎造船所の乾ドック、横須賀 4 号乾ドックなどにも多くの取付け階段列が見られる、この事実は上記の推測を支持する。それでは、この発想は日本固有のものなのか。この点で、オランダやドイツの 19 世紀中後期の乾ドックがどのような技術状況だったのかに大変興味を持たれる。

浦賀の乾ドックの築造時期より僅かに遅い時に築造されたドイツ・ブレーマー・ハフェンのロイド造船所の 1 号乾ドックの築造直後の写真 [31] に類似の階段列配置が

見られる。このことは 19 世紀中後期にはオランダやドイツでもこの種の取り付け方式が採用され、これが、デ・レーケやボーゲルを経由して日本へ伝わったのではとも予想される。この予想が事実か否かは今後明らかにしていきたい。

さらに、浦賀と川間の乾ドックが階段列数の高い密度を持っている理由として、壁面の材料との関係を指摘する。石積みでは細工に手間がかかり、多くの階段列の取り付けにより経費が高騰すると予想される。煉瓦だとこれは防げる。東京石川島造船所では川間工場建設中に 4 回もの増資を行い、建設費節減が求められていた [19]。にも拘わらず、最多の階段列数を実現している事は、煉瓦積み壁に階段を取り付ける経費が安価であった事を暗示している。煉瓦に似たコンクリートブロック製の函館船渠の乾ドックにもかなりの数の階段が取り付けられていることはこの示唆を支持する。

一方、横須賀 2 号の階段列の多さは軍の施設故経済性より効率を求めた結果ではと考えると理解できる。

6. 結論

日本及びヨーロッパの歴史的乾ドックの調査から次の特徴を明らかにした。

- ① 日欧の歴史的乾ドックは石造りが圧倒的に多い。ドック壁には階段状壁面と段差状壁面の 2 種類が見られ、前者は 19 世紀中期以前の築造がほとんどである。
- ② 現存が確認されている煉瓦積み乾ドックは世界で 6 基ある。排水ポンプを用いた大型乾ドックは、木造帆船を修理対象としたオランダの 3 基と鋼鉄製スクリュウ推進蒸気駆動船を修理対象とした浦賀 1 号及び川間の乾ドックである。前者は後者と比べて、深さに対して幅が広い。
- ③ 段差壁面に取り付けられた「ハ」の字型や「逆ハ」字型の階段列は横須賀 2 号乾ドック築造頃より始まり、その取り付け階段列数は浦賀 1 号乾ドックや川間乾ドックで最高に達した。この理由として、細工し易いドック壁材料と渠底の何処にでも迅速に行ける作業への利便性が挙げられた。
- ④ オランダの煉瓦積み乾ドック、フランスやイギリスの石積み乾ドック、さらにフランスの技術で築かれた横須賀造船所の初期の石積み乾ドックなどは直線的配置の階段列でその数も少ない。これらの事から③の配置は日本の乾ドックの特徴と結論された。
- ⑤ 乾ドックの形状を表す寸法比（深さ/巾）= R の

値が修理対象船の寸法比に比例していることを定量的に示した。 R 値は築造材質や国による大きな違いはないが、船の建材の変化、即ち 19 世紀初期から末にかけての木造製から鉄製、また推進力装置の変化、即ち、帆から蒸気機関駆動スクリューへの変化にそれぞれ対応した変化をしている事を示した。

- ⑥ 煉瓦積み壁の煉瓦はドイツ、オランダ共にオランダ積みである。浦賀や川間の煉瓦壁の様子はオランダのそれと大変よく似ているので、これらから煉瓦積み乾ドックがオランダからの技術移転であることを示唆した。
- ⑦ 造船立国だったフランス、イギリス、オランダ、ベルギー、アメリカでは皆、歴史的造船施設を野外博物館として保存していることが分かった。日欧の乾ドックの技術アイデアの違いや技術移転の証は船の時代変遷と共に見ることではっきりわかる。煉瓦積み乾ドックの時代変遷を世界の技術史から見る上で、6基まとめた保存の重要性を指摘した。

謝辞

本研究にあたりお世話になりました以下の方々に厚く御礼申し上げます。乾ドック見学や関係資料を頂いた住友重機械工業株式会社、ドイツ・ブレーマーハフェン、ロイドヴェルフト造船所、ベルギー・アントワープ AWN 造船所、オランダ・ヘルフスルイス造船施設野外博物館で、ドック施設の情報や図面提供、聞き書きへの積極的協力を頂いた Koos Gout 氏および H.Lugtenburg 氏、デンヘルダー乾ドックの調査論文を送って頂いた、Dr. M. Bakker 氏、図面と写真をご提供頂いた川崎重工神戸造船所および函館ドック、ドイツの歴史的乾ドックのデータを提供頂き、ロイド造船所見学などに便宜を図って頂いたブレーマ・ハーフェン海事博物館の D.J.Peters 博士、ドイツ・フーズムの潮汐乾ドック見学に説明を頂いた AWL の Rediger Schlitz 氏、ドイツ・オランダの煉瓦積み式乾ドック研究のきっかけを与えてくれたマールブルグ大学日本センターの E. Pauer 教授、米国海軍横須賀基地の乾ドックの見学と写真撮影に便宜を図って頂いた米国海軍横須賀基地艦船修理廠司令官のステファニー・A・ダグラス大佐と同基地司令部広報部の杉田恭子氏、川間工場乾ドックの写真をお借りした日本海事史学会・小川一男氏、ベルギー・アントワープ乾ドックの所在に関する情報を頂いたベルギー大使館観光局、オランダの情報を頂いた日欄学会・宮崎裕美氏、オランダ大使館観光部、関係する情報を提供頂いた産業考古学会、平原国男

氏、中川洋氏、舞鶴市教育委員会。

参考文献

- [1] R.D.Hepburn P.E., "History of American Naval Dry Docks", Noesis Inc., Virginia(2003).
- [2] 西澤泰彦, "明治時代に建設された日本のドライドックに関する研究" 土木史研究 vol.19 (1999) p147.
- [3] 造船協会編, "近世日本造船史" (1904)「弘道館発行」.
- [4] "浦賀船渠 60 年史" (1957) 浦賀船渠株式会社編集発行.
- [5] 長浜つぐお編著 "横須賀造船所" (2004) 横須賀の文化遺産を考える会.
- [6] 若村国夫, E.Pauer, 中川洋, 産業考古学 129 (2008)16.
- [7] チャタム歴史的ドックヤード博物館のガイドからの聞き書き
- [8] D.J.Peters and H.Bichelman, "Dockanlaren in Bremerhaven (2000) Germany, p36.
- [9] D. T. Hughes, "Sheerness Naval Dockyard & Garrison" (2002) Tempass Pub.Lim.
- [10] ヘルフスルイスの Droogdock Jan Blanken 博物館の発掘従事者、H.Lugtenburg および Koosgout 氏からの聞き書き。
- [11] G. Yamasaki, A. Journal of Civil, Mechanical, Mining and Electrical Engineering, vol.L(1903)257.
- [12] "Het Eilandje", Toerism Antwerpen 発行および website: www.portofantwerp.be
- [13] 文献 1 の p46.
- [14] J.A.van der Hoeve, Oude Rijkswerf oude Dok of Dok I & II, (1997) Gemeente Den Helder.
- [15] 中川洋、若村国夫 産業考古学会総会浦賀大会予稿集(2006)。
- [16] 渡辺加藤一, "幕末の維新の海" 成山堂(1997) p80.
- [17] "横須賀海軍船廠史" 横須賀海軍工廠編、原書房復刻版
- [18] 1号ドック物語手帳、横浜マリタイムミュージアム
- [19] "石川島造船所 50 年史" (1930) 東京石川島造船所発行.
- [20] ソ連科学アカデミー編 "世界技術史" 金光不二夫訳(1986)大月書店, および 松本三和夫「船の科学技術革命と産業社会」同文館(1996).
- [21] トニー・ギボンズ編著、小島、小林訳 "船の百科事典" (2001) 東洋書林
- [22] 浦賀 105 年の航跡、住友重機械工業株式会社 (2003).

- [23] B. H. Patterson, "Giv'er a cheer Boys, The Great Docks of Portsmouth Dockyards 1830- 1914", Portsmouth Royal Dockyard Historical Society, Pub.No5.
- [24] 文献1のp146.
- [25] M.Bakker & L.H.Lugtenburg, 日蘭400年記念歴史的造船施設シンポジウム講演要旨集 (シンポジウム実行委員会) 2009.
- [26] チャタム・ヒストリックドックヤードホームページ
「http://www.chdt.org.uk/NetsiteCMS/pageid/687/dry_docks.html」及び The Historic Dockyard "Chatham", Guide book (2004), Chatham Historic Dockyard 発行
- [27] 文献1のp74
- [28] Ray Riley, "Portsmouth Ships, Dockyard & Town", Tempus Pub. Ltd.,(2002) Great Britain.
- [29] 季刊「大林」No.47, 株式会社大林組発行
- [30] 横須賀海軍工廠4号ドック竣工報告書図面 (防衛庁史料室所蔵)
- [31] Hans Jürgen Witthöft, "Lloyd Werft (150 years Shipbuilding History)", ProMar (2007) Humburg.

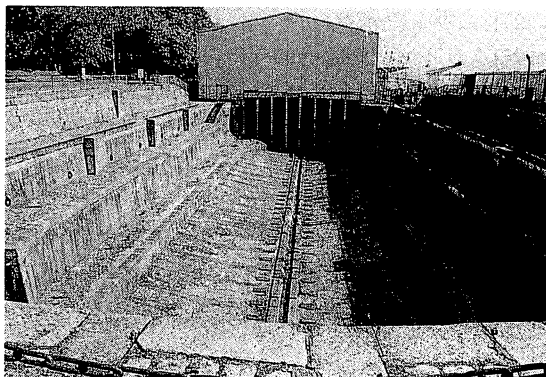


写真1 フランス・ロッシュフォルの二基直列式乾ドック。
正面には乾ドックを中央で仕切る観音扉が見える。

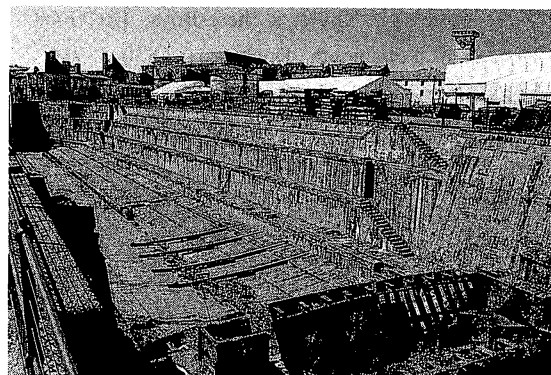


写真2 ナポレオンⅢ世乾ドック。手前下は鉄製扉船、ジグザグ状
配置の階段がドックの入り口部と奥に見える。



写真3 アントワープ3号乾ドックの木製扉と開閉用支柱。
てこの原理を利用し、支柱を人力で動かして扉を開閉する。

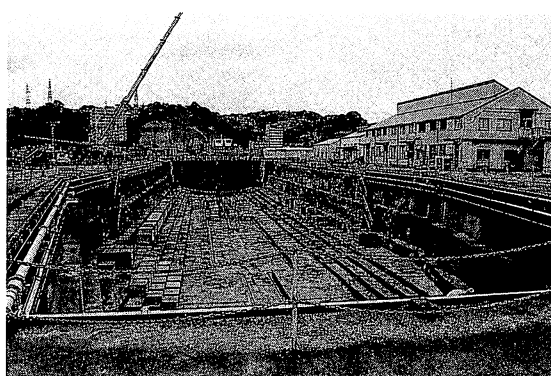


写真4 横須賀造船所1号乾ドック。手前のコンクリート部は延長された部分。
コンクリートの継ぎ目が築造時の渠頭部。左右に直線状の昇降用階段が見える。

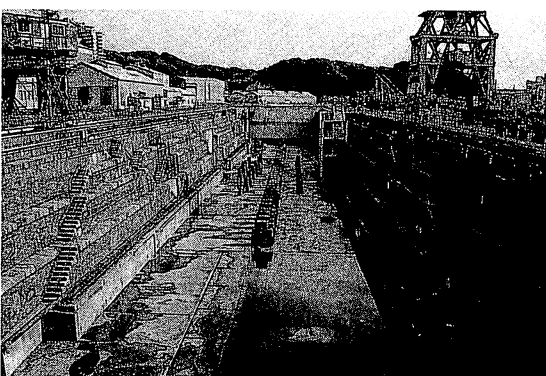


写真5 浦賀船渠1号乾ドック。「ハ」の字と「逆ハ」の字の階段列が手前の渠頭部
側と向こうの渠口側に見える。左右のクレーンは後になってから設置された。

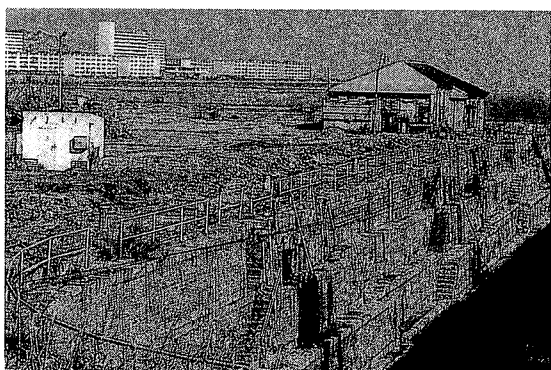


写真6 浦賀・川間乾ドック（小川一男氏撮影）。左右のドック壁の3箇所に
「ハ」の字型の階段列が取り付けられている。

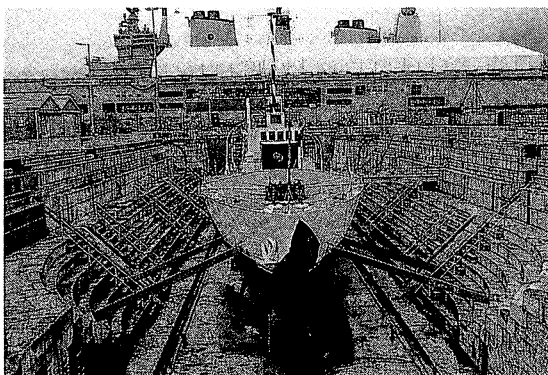


写真7 1802年築造の階段状壁面の乾ドック：ボーツマツ造船所博物館。
荷物用滑り台と昇降用階段がドック壁面と垂直方向に取り付けられている。

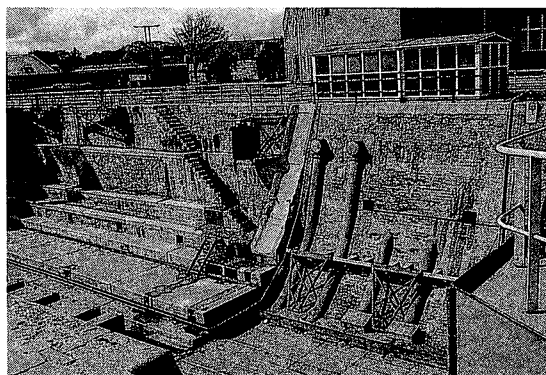


写真8 オランダ・デンヘルダーの煉瓦積み乾ドック段差壁。
右は扉船。直線状階段と排水用パイプが見える。



写真9 船を修理中のオランダ・ヘルフスルイスの二基直列式乾ドック。
手前：渠口側の段差壁、奥側：階段状壁。中央仕切り扉は開いている。

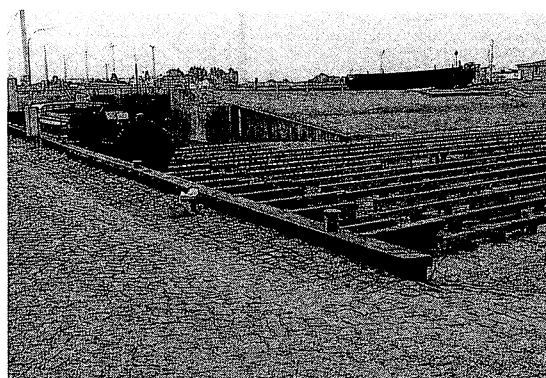


写真10 北ドイツ・フーズムの潮汐利用乾ドック。正面左に鉄製水門扉、
平行に並んだ木柱は船底が乗る盤木。

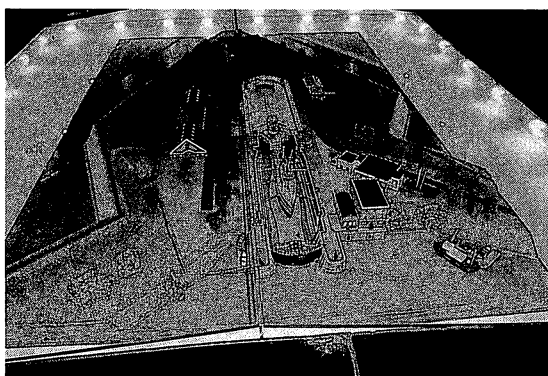


写真11 二基直列式のオランダ・ヘルフスルイスの乾ドック模型。
下がドックの入り口。扉船で川の水がさえぎられている。

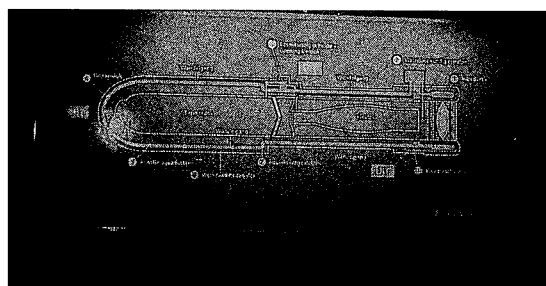


写真12 オランダ・ヘルフスルイスの乾ドック平面図。右側の渠口部
から渠頭部を通る太い線が煉瓦積みトンネルを示す。

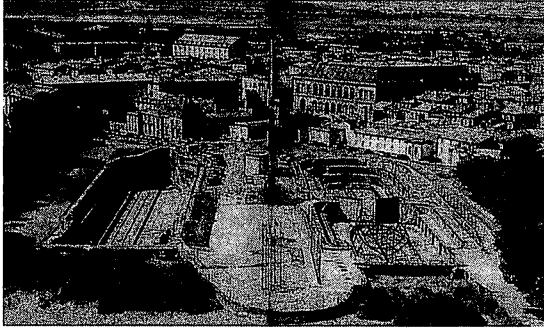


写真 13 フランス・ロッシュフォールの乾ドック上空写真。
右：直列式乾ドック、左：ナポレオンⅢ世乾ドック

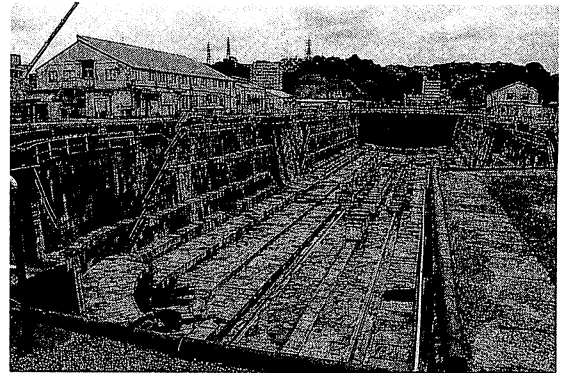


写真 14 横須賀2号乾ドック全体図。中央の太い溝のついた石柱が
仕切り用扉取り付け柱。手前は渠頭部の荷降ろし用斜面口。



写真 15 ヘルフスルイス乾ドックの煉瓦積み壁面。オランダ積み、
煉瓦支え石は長方向がドック壁に沿っている。

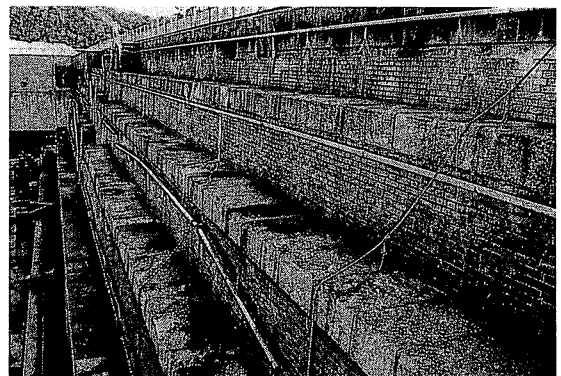


写真 16 浦賀1号乾ドック壁面上の階段列配置。フランス積みである。



写真 17 川間乾ドック壁面上の階段列配置。オランダ積みである。

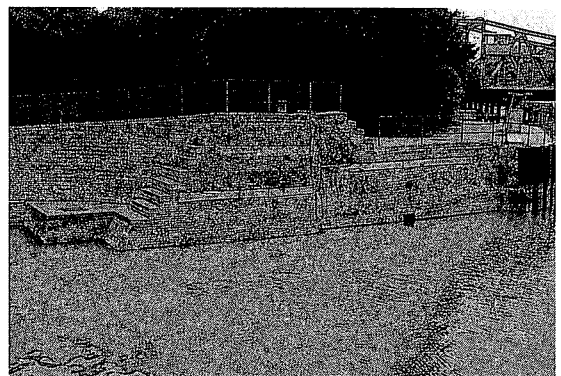


写真 18 ドイツ・ブレーマー・ハーフェン煉瓦積み乾ドック遺構。
オランダ積みである。右が渠口側。

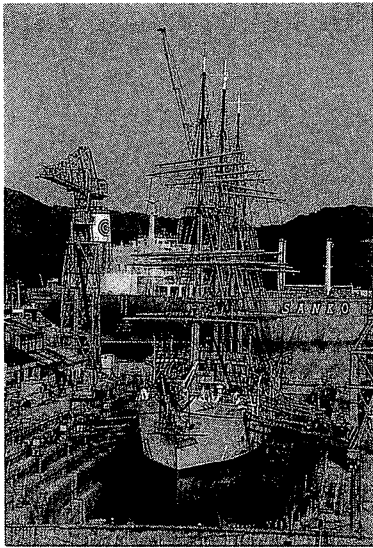


写真 19
浦賀1号乾ドック
に入渠中の旧日本
丸。船の傾くのを
多くの棒が支えて
いるのがわかる。

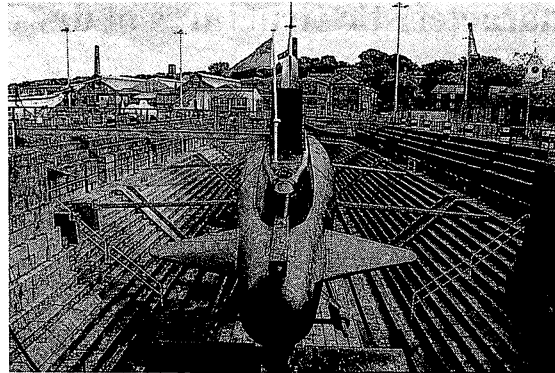


写真 20 1820年築造の乾ドックの階段状壁と荷物用滑り台（チャタム歴史的
造船施設博物館）。滑り台はドック壁面に垂直方向を向いている。

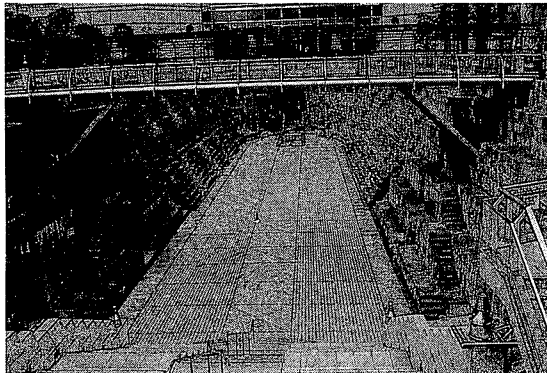


写真 21 横浜船渠2号乾ドックの壁面。
6つの段差壁と階段状壁が組み合わされているのがわかる。



写真 22 19世紀中頃築造のアントワープ乾ドック。10段の段差、4箇所の昇降
用階段と荷物用滑り台はドック壁面に垂直向き。手前は渠頭部の昇降用階段。

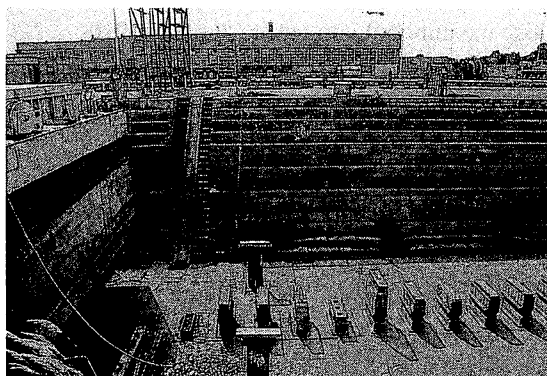


写真 23 アントワープ乾ドック多数段差ドック壁。段差上の階段と壁面に垂直
な階段の組み合わせは、階段状壁から段差状壁への移行を示している。

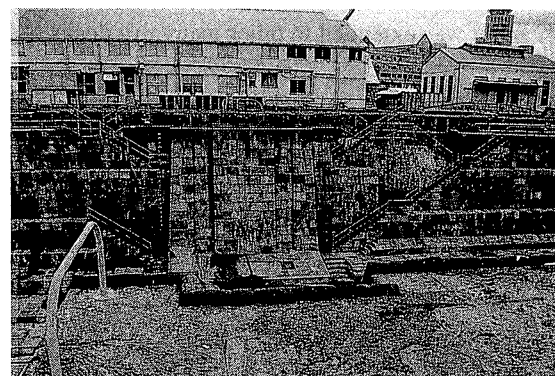


写真 24 横須賀2号乾ドック仕切用扉支え石柱と左右の階段列。直線状と
「逆ハ」の字型配置の組み合わせが見られる。左：渠頭部、右：渠口部

Characteristic structures of dry docks built with soil bricks in Japan

Kunio WAKAMURA

Department of Applied Science,

Faculty of Science,

Okayama University of Science

1-1 Ridai-cho, Kita-ku, Okayama, 700-0005, Japan

(Received September 30, 2009; accepted November 5, 2009)

We researched the structures of historical dry docks in Japan and Europe by observing, measuring, and interviewing the size, styles, structure and materials of wall, etc. Most of all dry docks were built with stones. We find only six dry docks of which walls are built with soil bricks.

For the structure of the dock wall, we find two types. The first is the wall composed of few numbers of steps that have stairs along linearly the steps. The second is the wall composed of many steps that have few stairs perpendicular to the steps. The latter is rather old style than that of the former.

In Japan, many historic dry docks have the stairs that are set at the positions with the form of [V] or [inverse V(=Λ)] character.

This characteristic arrangements of stairs appeared in Yokosuka No.2 dry dock built around 1874, and it was extended to other many dry docks of Japan.

On the other hand, European dry docks built with stones and several Japanese dry docks built by foreign engineers have few steps that take the stairs set linearly or with zig-zag form along the steps.

The number of stairs per one step in Yokosuka No.2 dry dock is considerably more than that of European dry docks. For the cause, we attributed the character of Japanese workers since they were generally hasty, and therefore like to arrive easily and quickly to every place at the base of dry dock for working effectively with short time.

The number is most in Uraga No.1 and Kawama dry docks. For the cause, we add the materials of dock wall since those were built with bricks. The bricks do not give economical problem for preparing many stairs, against that for stone material.

Although those two docks were planed by DeLeke, employment of many stairs might be suggested by Japanese workers. Therefore those are good memorial heritages for technology friendship between Japan and the Netherlands.

For dry docks built with soil bricks in the Netherlands and Japan, we clarified characteristic difference. It depends on the year of built since the former was built in the beginning of 19-century for repairing of wooden sail ships, and the latter were built in last part of 19-century for repairing steel ships moved by steam engine.

We noticed the ratios R (= width/depth) of historic dry docks and of historical ships as functions of the years of the building. Those exhibit clear correlation. We find the correspondence of the correlation curves between dry docks and ships, and also the minimum points at 1860 and 1910.

It was understood as follows. After 1860, the R -values of sail ships are changed from the decrease to the increase with increasing year. For the cause, we attributed the change of material of sail ship from wood to steel around 1860.

Near 1910, the R -values of the steel ships are changed from the decrease to the increase with increasing year. For the cause, we assigned the material and power source of ship since the former was changed from wood to steel, and the latter was changed from the sail to screw. Since those factors realize fast moving of the ship compared with that of previous one, the width or depth of hull might be increased or decreased.

We found that the historic dockyard has been conserved in most of all industrially advanced European countries but it has not in Japan.