

東京湾の入口にあたる三浦半島の一角、横須賀の地に、かつて日本の近代化の幕開けを担う工業施設があった。フランスの技術者たちの指導により、幕末から明治初頭にかけて建設された洋式の横須賀造船所である。横須賀造船所は、造船事業のみならず土木、建築、機械などの技術面や、工業施設の運営管理、技術・語学教育など多方面において、日本の近代化の目覚ましい推進役であった。横須賀造船所は現在、在日米海軍横須賀基地の一部となっているが、敷地内に日本で最初に建設されたドライドックがほぼ原形のままに残っている。そこで今回大林組プロジェクトチームは、横須賀市自然史博物館の安池尋幸氏にご協力いただき、横須賀造船所の歴史的作用を振り返りつつ当時の造船工程を考察し、ドライドックの施工技術に関する検証と想定復元に挑戦した。

日本最古のドライドックを擁する

横須賀造船所

考察と想定復元

考察・復元・大林組プロジェクトチーム

Obayashi Group Project Team

協力・安池尋幸

Hiroynki Yasuike



一、横須賀造船所の歴史と概要

はじめに

フランスの詩人で、大正期に駐日大使を務めたポール・クローデルが、「故国」フランスではほとんど知られていないが、日本に残した思い出は偉大にして誠実な人間のそれである」と賞賛した人物がいる。それはフランス海軍の造船技師であり、横須賀造船所（当初名称は横須賀製鉄所）の首長として活躍したフランソワ・レオンス・ヴェルニーである。かつて日本海軍の創立者と称えられた時期もあったが、より広い意味でいえば日本近代の黎明期に、横須賀造船所の建設と運営を通じて日本の工業技術の礎を築いた人物でもある。

私たちプロジェクトチームがヴェルニーの名を知るきっかけとなったのは、在日米海軍横須賀基地のなかに現存する日本最初のドライドック（乾式船渠）の存在を通してであった。幕末から明治にかけて建設されたドックが、一三〇年を経た現在もほぼ往時の姿のままに残っている、しかも旧跡ではなく現役のドックとして使用されているのである。それは建設に携わる者にとって大きな驚きであり、歴史的にも技術的にも関心を抱くに十分すぎるものであった。私たちは、ヴェルニーが建設したドライドックを中心に、かつての横須賀造船所の歴史のかつ建設的側面にアプローチしてみたいと考えた。クローデルの言葉とは裏腹に、すでに日本においてすら忘れられかけているヴェルニーの業績を通して、日本の近代化の一端を考察し、復元する試みでもある。

（クローデルの言葉は、富田仁、西堀昭著「横須賀製鉄所の人びとによる」）



フランソワ・レオンス・ヴェルニー
／横須賀市自然・人文博物館蔵



小栗上野介忠順／横須賀市蔵

◎造船所設立の背景

ヴェルニーが造船所建設の責任者として来日したのは、徳川幕府の崩壊を間近にした慶応元年（一八六五）のことである。ペリー率いるアメリカ艦隊が浦賀に來航してから、すでに一二年の歳月が経過していた。その間、開国をよぎなくされた日本では、幕府のみならず国をあげて欧米列強の先進技術の習得がテーマとなった。開国派にも攘夷派にも、欧米との技術力の差は、思想の違いを超えてもあまりにも歴然としていたからである。

その最たるものが、造船技術である。鎖国にともなう大船建造禁止令により、江戸期を通じて日本では沿海航路用の帆走和船だけが造られてきた。

それと比較し、欧米では遠洋航海用の竜骨と肋骨をもつ構造の艦船が常識であり、動力には帆に加え、往復動蒸気機関（レシプロ）を据え、推進装置も外輪からさらにスクリュー・プロペラの時代へと移りつつあったのである。

この技術的空白を埋めるため、幕府はじめ諸藩は外国の造船技術を模倣し、次々と洋式艦船を試作した。その一方で、最新技術を搭載した本格的な洋式艦船については、外国に建造を依頼するか中古船を輸入する方法を採った。「横須賀製鉄所の人びと」によれば、幕府が慶応末年までにオランダ、イギリス、アメリカ、フランスなどから購入した艦船は軍艦八隻を含む四四隻にのぼる。諸藩では、二九藩が合計九四隻を買い入れている。

財政の逼迫にあえぐ幕府にとって、艦船の購入は大きな負担となったが、それ以上の重圧はメンテナンス費用であった。旧式の中古船に加え、新造船にも後進国である日本を軽視するような安易な造りがみられ、故障が多発した。これに操船ミスによる事故と損傷が重なり、修理を必要とする艦船が続出し、そのつど外国の技術に頼らざるをえないため莫大な費用がかさむ結果となった。そのうえ外国による修理には不備が多く、日本人の間に外国への不信感を生む原因ともなっていた。

こうした技術的かつ経済的事情を背景として、本格的な石造ドライドックをもつ洋式造船所の設立を提案したのが、当時幕府の勘定奉行であった小栗上野介忠順である。小栗は、窮乏する幕府財政の要（小栗上野介忠順）として、巨額の費用（当初予算では四年で二四〇万ドル）を必要とする造船所の建設をあえて推進した。

周囲には、経済的な理由から反対意見が多かったが、小栗は「すでに艦船を保有したからには、その修理の場をもつは必定」とし、一大プロジェクトへの決意のほどを示した。小栗はまた、幕府の瓦解を承知しつつ、日本のために造船所が必要であるとの思いを抱いていたともいわれる。

幕府がフランス公使レオン・ロッシュュに対し、洋式造船所建設を要請したのは元治元年（一八六四）のことである。当時フランスはイギリスと並ぶ造船技術の最高峰にあった。折しも幕府の輸送船羽鶴丸の修理を横浜に寄港中のフランス艦隊に依頼したところ、かつて例のないほど完璧な修理を、しかも短期間になし遂げた。小栗たちがそれに注目したことが、フランスに造船所建設を要請する直接的なきっかけとなった。が、もう少し視野を世界に広げてみると、列強に遅れ日本との交渉をもつたフランスが、ナポレオン三世の命により親日政策をとっていたことも忘れるわけにはいかない。

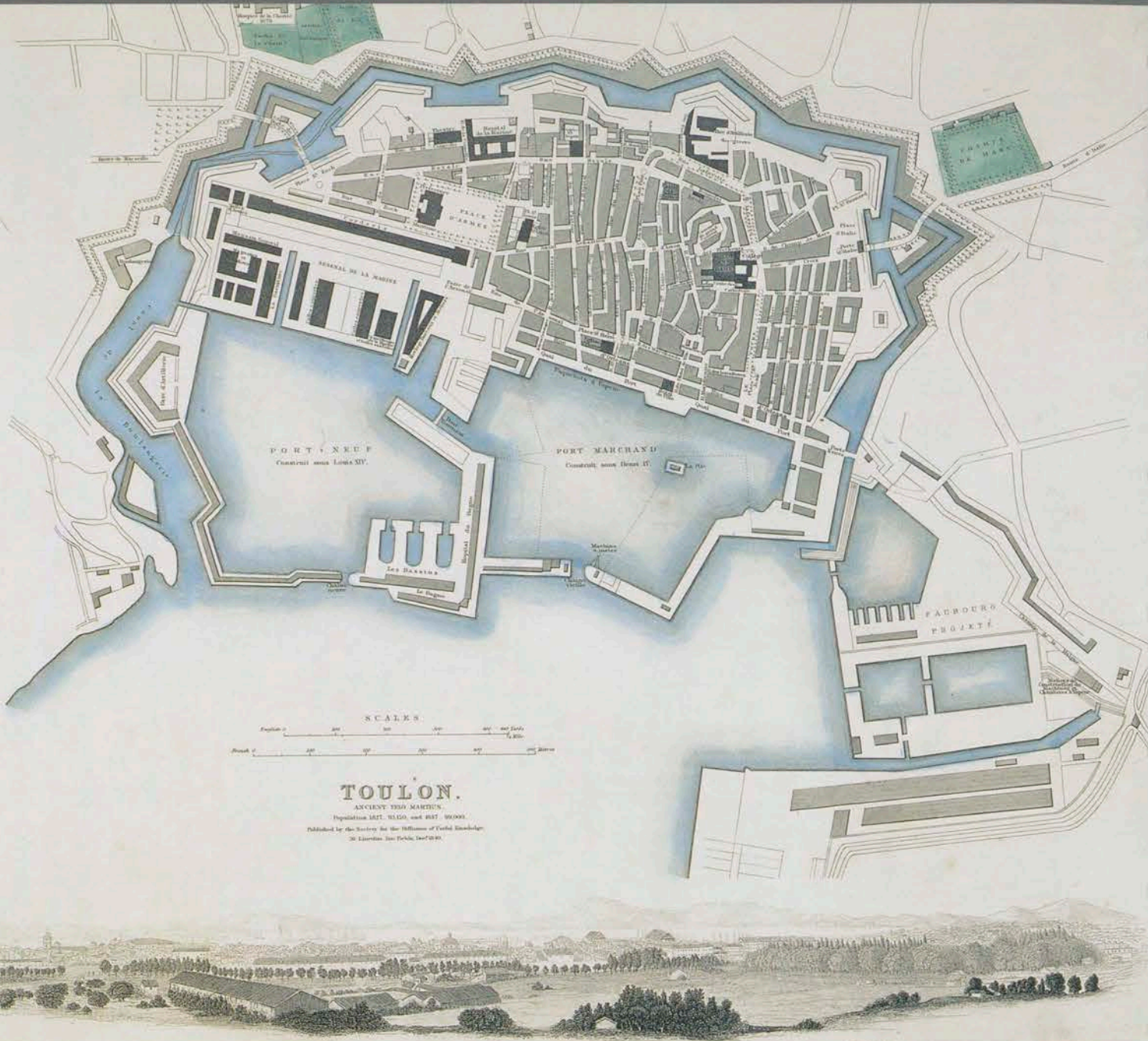
そして公使ロッシュュの推薦により、造船所建設の責任者として来日したのが、上海にいたフランス海軍の技師ヴェルニーだった。

◎横須賀への立地

ヴェルニーの来日に先立ち、日仏間では造船所の建設候補地の選定が進められていた。横須賀に決定した経緯については、「横須賀造船所史」や「横須賀海軍船廠史」は次のように記している。

「長浦三至り其地勢を點検セシム此日佛官自カラ投錘シテ測量スルニ灣内浅渚アルヲ以テ更ニ隣灣横須賀ニ至リ之ヲ錘測ス本灣ハ灣形曲折海底稍々深く且其地ノ形勝要害ハ佛國ツロン港ニ彷彿スル所アリトシ終ニ横須賀ヲ以テ造船所設立ノ地ニ適スト為ス」

これによれば、元治元年の一月後半にロッシュュや小栗上野介らによる日仏共同の実地検分が行われ



ツロン港古地図 19世紀中頃。ツロン港は当時フランスが世界に誇った軍港であるが横須賀灣はこの港を彷彿とさせる地形といわれ、フランス側関係者を大いに満足させた 出典／Complete Atlas

横須賀造船所年表

西暦	年号	横須賀造船所	関連年表
1635	寛永12年		大船建造禁止令を發布
1853	嘉永6年		ペリー浦賀に来航 大船建造禁止令解除 石川島造船所起工
1854	嘉永7年		日米和親条約(神奈川条約)締結-3港の開港を受諾
1857	安政4年		長崎製鉄所を設立
1858	5年		日米修好通商条約に続き、蘭・露・英・仏とも同条約締結
1860	万延元年		江戸・石川島に造船所を起工
1863	文久3年		日米修好通商条約批准書交換のため、小栗上野介ら米国に出帆
1864	元治元年	造船所建設のため、小栗、栗本、仏公使ロッシュ等、横須賀湾を視察 仏公使ロッシュに製鉄所建設を委ねる通告	薩英戦争
1865	慶応元年	ヴェルニー来日、製鉄所設立の約定をロッシュに手交 外国奉行・柴田日向守、製鉄所設立談判全権委員として渡欧 ヴェルニー、雇用契約をフランスで結ぶ 製鉄所起工式を行う ヴェルニー、灯台の建設を柴田日向守に進言	横濱製鉄所起工 四国艦隊下関砲撃事件
1866	2年	ヴェルニー、製鉄所に赴任 土井肥前守を製鉄所奉行に任命	横濱製鉄所竣工 米国総領事・ハリス下田着任 第一四代將軍徳川家茂死去、第一五代將軍に徳川慶喜
1867	3年	横須賀丸(30馬力)、横浜丸(10馬力)の製造に着手	大政奉還が行われる
1868	4年	一色摂津守を製鉄所奉行に任命 第1号ドックの着工 新政府、幕府より製鉄所を受理 新政府、英国銀行からの借り入れて、フランスへの借金を償却 小栗上野介、斬首される わが国初の修船台(曳き上げ船台)竣工する 製鉄所所屬の横須賀丸、横須賀・横浜間を往復航行	鳥羽・伏見の戦い、戊辰戦争勃発 五箇条のご誓文發布
1869	明治元年 2年	鋳鋼工場が竣工 観音崎灯台点灯 チボディエ、副首長に就任 製鉄所が大蔵省の管轄となる 鍊鉄工場、製缶工場が竣工 野島崎灯台点灯	明治に改元 戊辰戦争終結 横濱製鉄所、大蔵省管轄となる
1870	3年	建造中の「横浜丸」が試運転開始 技術教育のため、製鉄所内に塾舎設立 製鉄所が民部省管轄となる 工部省が発足、製鉄所を所管する 鑄造工場が竣工	
1871	4年	第1号ドック竣工、船渠開業式を行う 製鉄所を、横須賀造船所に改称 明治天皇、造船所に行幸 職工規則を制定	横濱製鉄所を横濱製作所に改称 廃藩置県の詔書が出る
1872	5年	造船所は、海軍省主船寮が主管となる	新橋・横浜間鉄道開業
1873	6年	60馬力運送船「函宮」、練習船「第一利根川丸」進水 御召快速船「迅鯨」の建造着手	
1874	7年	第3号ドック竣工	
1875	8年	木造軍艦「清輝」進水、明治天皇ご臨幸 ヴェルニー首長の任を解く	
1876	9年	ヴェルニー帰国 御召快速船「迅鯨」進水	
1877	10年	木造二等砲艦「天城」進水 木造二等砲艦「磐城」進水	西南戦争勃発
1880	13年	水雷艇第1号進水	
1882	15年	海防艦「海門」進水	
1883	16年	海防艦「天竜」進水	横濱製造所(旧:横濱製鉄所)が石川島に移転
1884	17年	水雷艇2、3、4号進水 第2号ドック竣工	
1885	18年	海防艦「葛城」進水	
1886	19年	海防艦「武蔵」進水	
1887	20年	初の鋼鉄鉄皮、砲艦「愛宕」進水(進水艦/以下略)	
1889	22年	造船所を、横須賀鎮守府造船部に改称	大日本帝国憲法発布 横須賀・大船間に横須賀線開通
1894	27年		日清戦争勃発
1895	28年		三国干渉
1897	30年	横須賀鎮守府造船部を、横須賀海軍造船廠に改称	
1903	36年	横須賀海軍造船廠と兵器廠を統合し、横須賀海軍工廠に改称	
1904	37年		日露戦争勃発
1905	38年		日本海海戦、ポーツマス条約の締結
1908	41年	ヴェルニー、故郷オプナで死去	
1914	大正3年		第一次世界大戦、ドイツに宣戦布告
1922	11年		ワシントン海軍軍縮条約調印
1923	12年		関東大震災
1930	昭和5年		ロンドン海軍軍縮会議
1936	11年		二・二六事件
1939	14年		第二次世界大戦勃発
1940	15年		日独伊三国軍事同盟
1941	16年		太平洋戦争勃発
1945	20年	連合軍進駐、米海軍横須賀基地司令官着任	太平洋戦争終結

た。その際、幕府が推挙した長浦湾を測量すると水深が浅かったため、さらに隣の横須賀湾についても調査したところ、湾形や水深が適しており、しかもフランスの軍港ツーロンを彷彿とさせる地形であることから、この日横須賀に決定したことになっている。

これは多くの歴史書に共通する見解だが、今回、復元作業にご協力いただいた横須賀市自然・人文博物館の安池尋幸氏によれば、ロッシュらによる決定にはいくつかの疑問点があるとされる。その詳細は『横須賀市博物館資料集・第一八号』所載の安池氏の論文にゆずるが、一例をあげれば、同年一月九日の日仏の協議において、幕府側が実名は挙げていないものの「すでに格好の候補地がある」としていることや、日仏双方で横須賀村に造船所を建設する具体案が了解されたのは二月一日以後であることなどが論拠となっている。したがって、ロッシュらによる決定は、後世の憶測である可能性が高い。

歴史的にみると横須賀の地は、鎌倉時代にはすでに港として知られている。江戸時代には江戸湾の入口の中継港として機能し、幕末には幕府は外国船の修理場所として横須賀浦をあてている。

横須賀がいつ、どのような経緯から候補地となったのかは今後の研究を待つほかないが、翌年一月に来日したヴェルニーが作成した造船所の建設原案には、すでに横須賀湾の規模が具体的に示されている。それによれば「湾口が北に面し、幅は約三百メートル。湾内は広く、南に延びて更に東折し、延長は二千メートル、水深は六メートルから二十メートル。周囲は丘に囲まれ、風浪ともに恬然として、船舶を泊めるのに適している。また地質は粘土質であり、山を削って海を埋め立て、ドックを開き、工場を建設するのに都合がよい」とされている。

横須賀湾の選定に関し、もう一つ興味深いのはフ

ランスの軍港ツーロンとの比較である。ヴェルニーが来日した際に日仏間で取り交された「製鉄所(造船所)約定書」には、「横須賀湾の地形、地中海土倫湾に似たるに依り、製鉄所に右地方取建ある模式に倣ひ、大概横四百五十間、堅二百間の地坪をもつて取立る事」とあることから、ツーロン港が当初から意識されていたことが窺われる。

フランス海軍の技師ヴェルニーが、造船所の建設にあたりシエルブルと並ぶ代表的な軍港ツーロンを念頭に置いたことは当然であろう。だがそれ以上に、フランスが世界に誇るツーロンの名は、洋式造船所について何も知らない日本側に対し、大きな説得力をもつものだったに違いない。事実ヴェルニーは準備のために一時帰国した際、日本から特派された外国奉行柴田日向守の一行をツーロンに案内している。

また小栗上野介を補佐し、フランスとの仲立役を務めた目付の栗本鋤雲は、その遺稿のなかに次のような一文を残している。「横須賀造船所は」地中海に在るツーロン製鉄所の式に依り、其規模を縮して三分の二に定め、製鉄所一ヶ所、ドック大小二ヶ所、造船場三ヶ所、武庫廠と共に全四年にして成功し」。ここでは地形の類似のみならず、造船所の規模もツーロンとの比較の上で語られている。栗本は横須賀造船所建設の立役者のひとりだが、小栗からドックの話の初めて聞いたとき、それが何かをまったく知らなかったという。このような日仏の認識の落差を補うために、ツーロンがイメージ・モデルともいうべき役割を担ったことは想像にかたくない。

◎横須賀造船所の概要

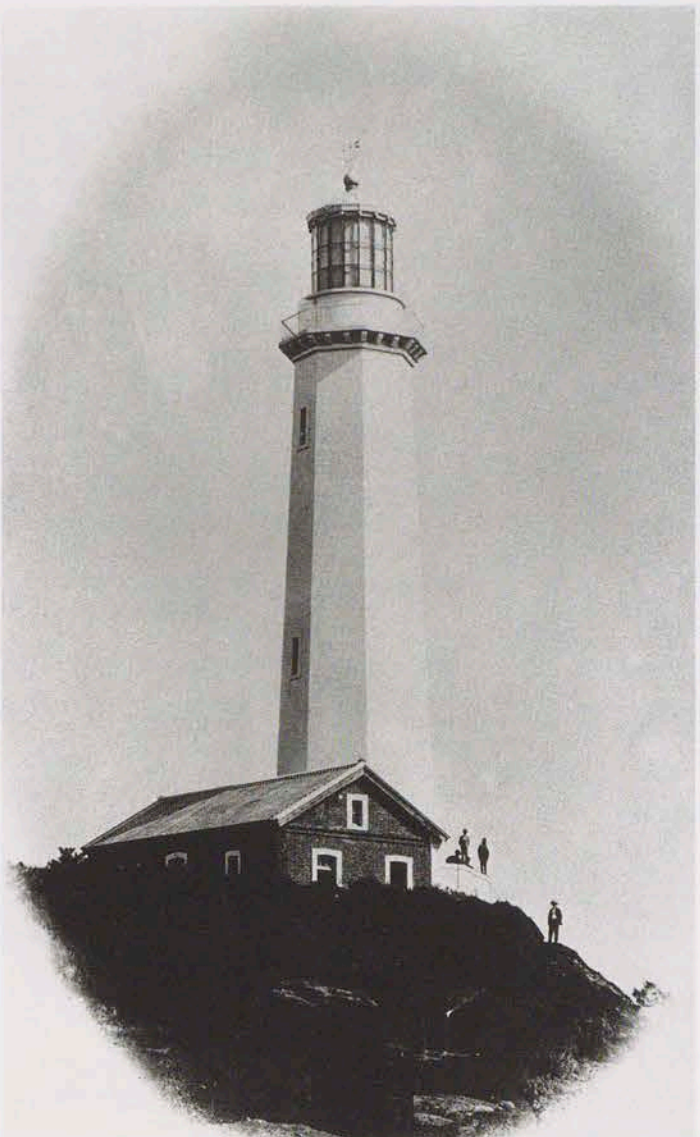
ヴェルニーによる横須賀造船所の建設とは、どういうものだったのだろうか。その過程を振り返りつつ、ヴェルニーの構想を検討してみたい。

①造船所の建設と造船事業

横須賀を含む三浦半島一帯の沿岸地形は、高さ数十メートルの小山をもつ小さな岬がいくつも海に突き出し、複雑な海岸線を形成している。良港には恵まれてはいるが平坦地はごく限られるため、ヴェルニーは岬の小山を削り、海を埋め立て、およそ七万四〇〇〇坪の敷地を造成することから事業を始めている。この造成工事は、ヴェルニーが慶応二年(一八六六)四月に再来日する前から、彼の指示によって進められた。建築工事については、慶応二年三月の塗師所、端船製造所、船棟梁詰所の着工から始まり、ヴェルニーの横須賀着任とともに本格的な工事が進められた。その建設手順を俯瞰すると、造船所の建設がある程度進んだ時点から、造船事業がほぼ同時進行の形で展開されていった様子を読み取ることができる。

明治元年(一八六八)の横須賀造船所の古写真では、造成された敷地にすでに船台、製綱工場、ヴェルニーの官舎、造船工場、鍊鉄工場、鋳鋼・端船及び滑車工場などの建物がみられる。第一号ドックはまだ開削中であり、のちに埋立てのために切り崩された白仙山も工事途中のあらわな山肌を見せている(二四〜二五頁)。

その一方で、湾内には横須賀造船所で初めて建造された第一横須賀丸(三〇馬力)が浮かび、かつて幕府がオランダから寄贈を受けた観光丸が、おそらくは修理のために入港している姿もみられる。また、海際の船台には一隻の船が曳き上げられている。ちなみに船台とは曳き上げドックともいわれ、槽で巨大な斜路を組み、そこに船を曳き上げて修理したり、その上で船の建造を行う施設である。この古写真からも、ヴェルニーによる造船事業が建設工事中から始められていたことが分かる。



野島崎灯台:横須賀造船所のフランス人技師フロランの設計で1869年に点灯した
/クリスチャン・ボラック氏蔵

横須賀造船所の中核となる石造ドライドックは、第一号ドックが慶応三年（一八六七）に着工し、明治維新をはさんで明治四年（一八七二）に開業している。続く第三号ドック（当初の第二号ドック）は明治四年に着工し、明治七年（一八七四）に竣工した。また最大規模の第二号ドックは、ヴェルニーの帰国後に日本人技術者により建設されたものである。これら三基のドライドックについては、第三章において詳述したい。

ヴェルニーは十年余を横須賀造船所の首長として過ごしたが、その間に船台三基、ドック（船渠）二基、造船及び工作機械の製造工場群（造船・機械組立・旋盤鑄造・鍛造・製缶・鍛鉄・整飾・鋸鉋及び端船・製綱・製帆・船具・製図などの工場）に加え、技術者養成学校「鑿舎」、住宅、病院、教会までを擁する広大な洋式造船所を建設した。それは単に造

船所というだけでなく、当時の先端技術を結集した画期的な近代工業施設でもあった。

横須賀造船所の建設は、途中、明治維新という国家の大転換に遭遇している。しかし、一時的な中断はあったものの、ほとんど滞ることなく進められている。明治新政府にとっても洋式造船所の建設は急務であり、革命すらそれを妨げることはなかったのである。

②ヴェルニーの意図したもの

日本の近代工業が造船所から始まったことは、ある意味では幸運であった。当時、世界の造船業は技術革新の時代にあり、その先進の機械工業技術が造船所に集約されていたからである。ヴェルニーは建設にあたり、自らが厳選した四十数名ものフランス人技術者を日本に連れてきた。彼らの専門職種は、

鍛鉄、鑄造、製缶、泥工、鑄造、船工、製綱、製帆、石工、機械、製図、舎密（化学）、医師など多岐にわたる。また、オランダやフランスから工作機械を

大量に輸入している。人のもつ知識と技術、そして機械、それらの大半は日本人にとって未知のものであり、同時に世界の先端技術でもあった。横須賀造船所の建設と運営は、日本人が国際レベルの技術と接する絶好の機会となったのである。

フランス人技術者の下で働くだけでも、日本人にとって技術の習得に役立つであろうが、ヴェルニーはさらに技術者を養成するための学校「鑿舎」を設けている。この日本最初の高等技術学校からは、辰巳一、山口辰弥、若山鉦吉らのエリート技師のみならず、フランス文学を初めて翻訳した川島忠之助、フランス語の教育と普及に貢献した田中弘義ら、多くの人材が輩出している。

建築面においては、この地で初めてメートル法による測量が行われ、建築用煉瓦が焼かれ、トラスの小屋根組みをもつ木骨煉瓦構造の工場が建てられている。これら新しい技術は造船所内に留まらず、ヴェルニーとその部下ルイ・フェリックス・フロラン、エドモン・バスチャンたちにより、観音崎、野島崎、城ヶ島、品川などの初期の洋式灯台や、今も残る富岡製糸工場の建設へと広がっていった。こうした点においても、横須賀造船所の存在意義は大きかったといえる。

横須賀造船所はのちに海軍工廠となった。戦時色が濃くなるなかで多くの軍艦を建造し、日本海軍の要衝となったことから、軍事的イメージが強いことは否めない。また、遡って徳川幕府がここに造船所を建設した意図にも、海軍力の強化の必要性があったことは確かである。しかし、横須賀造船所は当初から軍艦の建造に限らず、より広範に近代工業の拠点として機能していたことを忘れるわけにはいかな

「小栗上野介とヴェルニー」

横須賀ドックを望む対岸のヴェルニー公園（臨海公園）に、小栗上野介とヴェルニーの胸像が並んで建てられている。この二人の業績については本文でも述べたが、ここでは横須賀造船所の建設にまつわる人物像を少し描写しておきたい。

○小栗上野介

安政七年（一八六〇）、当時目付であった小栗は遣米使節団の一員として、アメリカ艦ボート・ハタン号に乗船して渡米している。この旅で、サンフランシスコやニューヨークの港で最新の造船所を見たことが、のちの小栗に大きな影響を与えた。その帰路、日本人としては初の世界一周を果たし、アジア各地で列強の植民地政策を目の当たりにしたことも、日本の近代化を急務とする小栗の考えに拍車をかけたことであろう。

造船所建設に賭ける小栗の思いは、こうした世界観が基盤になっていただけに強靱なものがあつた。勘定奉行として幕府の財政状態を知り尽くす小栗が、あえて造船所の建設に踏み切った理由も、そこにあつた。当時の小栗の心境を知る手掛かりに、補佐役だった栗本勲雲の遺稿集がある。そのなかで、小栗は幕府の崩壊を目前にして大事業を始める心境を「たとえ政府は変わろうとも、土蔵付き売家とする榮誉は残したい」と語っている。栗本はそれを「実に憐れむべきものがある」とし、小栗の言は一時の誇語ではなく、崩壊する政府にあっては最後の一日まで責任を果たす決意である、と記している。

当時の幕府の財政窮乏については、フランス公使ロッシュでさえ心配し、「費用を諸藩に分担させたらどうか」とか「生糸に課税し輸出で外貨を稼ぐ方法もある」といった助言をしている。そうしたなか、小栗が造船所に関する巨額の費用をどのように算段したのかは、後世の人にも謎とされている。栗本の遺稿集のなかで、小栗は「造船所に巨額の費用を回せば、ほかの濫費がかえって減る」という意味のことを述べているが、そこにも強い意志が感じられる。

造船所の件に限らず、小栗は慧眼の士であつた。時代を見抜く目に卓抜しており、火薬製造所や反射炉の建設、近代陸軍の編成と教育、日本初の株式会社「兵庫商社」や商工会議所の設立などを手掛け、構想として中央銀行の設立、新聞の発行、ガス灯の設置、郵便・電信・鉄道事業などを示唆している。

近代にもっとも近い位置に立脚していた小栗だが、事業の完成をみることなく、慶応四年、つまり明治元年に明治新政府の官軍の手で斬首されている。將軍慶喜との対立によってすでに隠棲していた小栗を、官軍はなぜ性

急に処断したのか。それには諸説あるが、のちに大隈重信はこう語っている：小栗は謀殺される運命にあつた。なぜなら明治新政府の近代化構想は、ほとんど小栗が考えたことを踏襲したに過ぎないからだ。

○フランスソワ・レオンス・ヴェルニー

ヴェルニーが初めて来日したとき、日本の幕閣の多くは睡然としたといわれる。弱冠二五歳の白面の若者に、国家の威信を賭けた事業が成し遂げられるとは思えなかつたからである。しかし、その懸念は短期間で深い信頼へと変わっていく。たとえばヴェルニーがフランスで、日本に連れていく技術者の選定と機械の購入を行ったときのことである。高給を目当てにした技術者や、機械を売り込む商人たちが押し寄せたが、ヴェルニーはそれら一切相手にせず、すべて自分の目で選び抜いた。その様子を間近にみていた外国奉行柴田日向守は感服し、持参した莫大な金銭をヴェルニーに預け、後事を託して帰国している。

ヴェルニーが優秀な技師というばかりでなく、緻密な構想力と抜群の経営能力も兼ね備えていたことは、日本側にとっても大いに役に立った。ヴェルニーが示した横須賀造船所の設立原案は、建設の趣旨に始まり、建設方法、事務、フランス人技術者の組織構成、日本人担当者の組織構成、輸入機械と国内で調達すべき機械に至るまでを詳細に記している。

それにしたがって、ヴェルニーは造船所の建設や造船業といった専門分野のみならず、フランス人技術者による洋式工業技術の伝授システムを定め、近代工業施設にふさわしい就業規則や賃金体系を導入し、規律ある運営を行っていた。また、鑿舎を設置して日本人技術者を育成し、地元の少年を雇用して技術を習得させてもいる。それらはいずれも、日本人自身の手で造船事業を行えるようにする方針に添ったものであつた。その成果は、ヴェルニーの帰国後に日本人技術者たちによって建設された、最大規模の第二号ドックとなって結実している。

横須賀造船所における一〇年余は、ヴェルニー自身にとっても人生のもっとも華やかな時期であつたといえる。お雇い外国人としての一萬ドル（現在の金額にして九〇〇〇万円以上）という高額の年俸もさることながら、一大プロジェクトの指導者として任ざられ、日本の近代化に寄与している誇りもあつたであろう。

ヴェルニーは明治八年（一八七五）末まで造船所の首長を務め、翌年から短期間だけ顧問となつたあと、二月に創業以来の業績を記した報告書を提出し、三月にはフランスに帰国した。母国ではしばらく海軍に勤務した後、鉾山経営に携わつたという話が伝わっている。

横須賀港一覽繪圖



明治十二年五月五日
横須賀市自然・人文博物館蔵



横須賀全圖
明治十二年五月五日

(上) 横須賀港一覽繪圖 明治12年(1879): 殖産興業奨揚のため、横浜から船を仕立てた工場見学が盛んに行われたが、見学者向けに市内の旅館が配布したと思われる銅版画の絵図。細部の描写に正確さを欠くが当時の横須賀造船所の隆盛がよく分かる。クリスチャン・ボラック氏蔵

(左) 横須賀全圖 明治22年(1889): 横須賀造船所が当初の計画を完成した時期の図である。この年造船所は横須賀鎮守府造船部と改称され、これより日本海軍、在日米海軍の軍事施設として人々の目から隠されることになる。横須賀市自然・人文博物館蔵

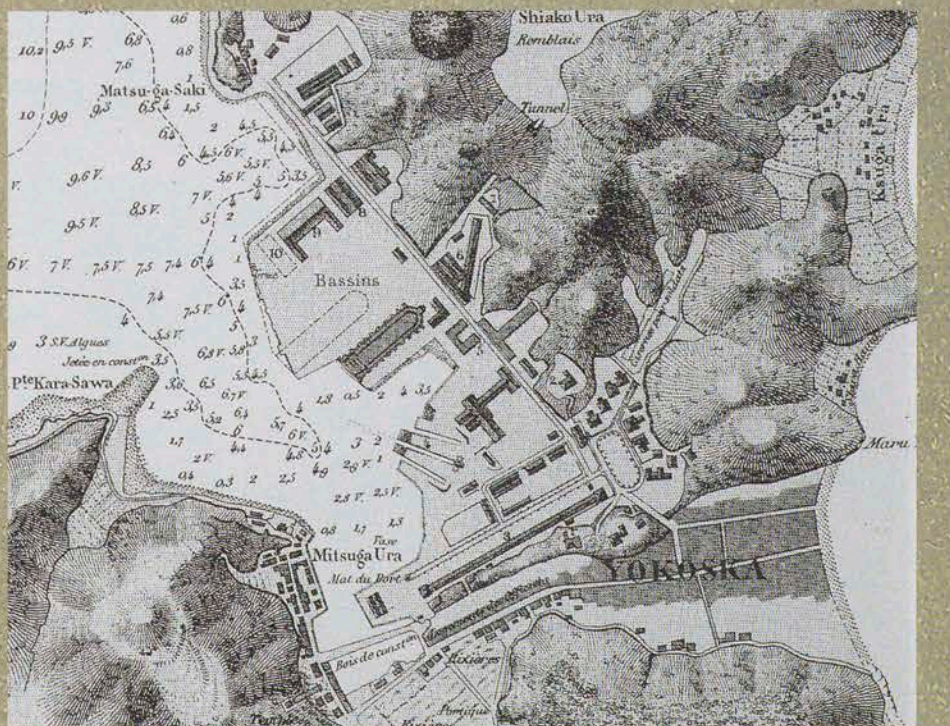


横須賀造船所
慶應元年十月
冬三月
詠海下書

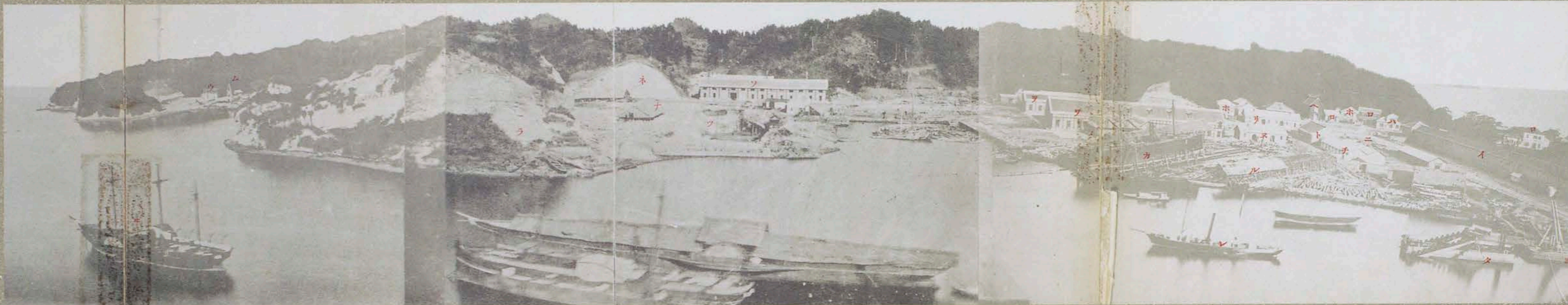
横須賀造船所の地割り図案 慶應元年(1865): 現地視察の直後に日本人の手により作成されたとされる造船所敷地造成の計画図で、原地形をもとにした大規模な造成計画が当初から立てられていたことが分かる。横須賀市自然・人文博物館蔵



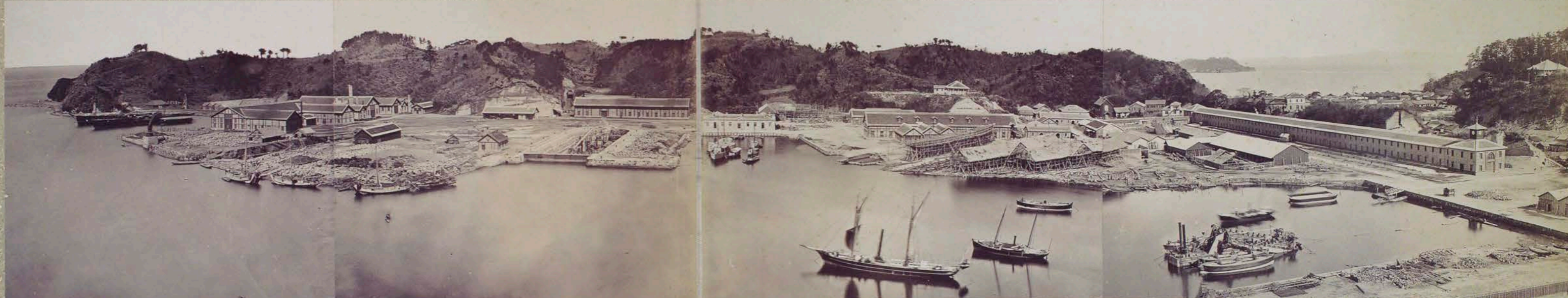
フランス人による最初の設計図案 慶應元年(1865): 地割り図と一対をなすと思われる造船所の設計図で、各種の施設や工場群が計画されたが、当初ドック(修船所)は2基しか計画されていなかったことが分かる。横須賀市自然・人文博物館蔵



フランスの地図に描かれた横須賀 明治6年(1873)発行: フランスで出版された古地図で、完成した第1号ドック、工事中と思われるドックのほか、施設や工場群が明治初期には完成し稼働していたことが分かる。横須賀市自然・人文博物館蔵



横須賀造船所全景1 明治元年(1868)：最も古い横須賀造船所の全景写真で、造船台上には建造中の船があり、開削中の第1号ドックも見られる。イ)製綱工場 ロ)首長舎 ハ)フランス人集会所 ニ)武門 ホ)フランス人官舎 ヘ)天主堂 ト)仮倉庫 チ)木材庫 リ)医師室 ス)造船工場 ル)造船台 ヲ)仮官庁 ヲ)鋸鉋、鑄船、滑車工場 カ)修船台 コ)起重機船 ク)泥浚船 レ)横須賀丸
ソ)煉鉄工場 ツ)第1号ドック ネ)白仙山(開削中) ナ)セメント庫 ラ)白仙山(未掘削部) ム)機械破砕場 ウ)石灰製造所 出典:横須賀海軍工廠史、横須賀市蔵



横須賀造船所2 明治5年(1872)：前年の明治4年(1871)には第1号ドックが完成し、明治7年完成となる第3号ドックの工事も進んでいる。工場群は木骨煉瓦造の意匠で美しい姿を現し、白仙山は取り崩され広大な造船所全景が姿をみせている。中央右手、山の中腹に見える邸宅は副首長チボディエ邸だが現在も同地に同様の建物が現存しており興味深い。/クリスチャン・ボラック氏蔵



横須賀造船所3 明治9年(1876)：工場群は年々充実してきたが、最大規模となる第2号ドックの工事はまだ始まっていない。前年首長の任を解かれたツェルニーは、造船所の完成を見ることなくこの年フランスに帰国する 出典:横須賀海軍工廠史、横須賀市蔵

二、横須賀造船所における造船手順と施設構成

日本の造船業がイギリスを抜いて進水量で世界一となったのは、昭和三十一年（一九五六）のことである。ペリー率いるアメリカ艦隊の蒸気船に驚愕してからおおよそ一〇〇年、まさに日本は造船による立国を果たしたことになる。

そのスタートとなったのは、横須賀造船所をはじめとした明治期の洋式造船所であった。鎖国にともなう大船建造禁止令により、幕末期、日本の外航船建造技術は壊滅的状態にあった。そうした時期にヴェルニーにより事業としての造船が始められたことは前章で述べたが、では当時の造船とはどういうものだったのだろうか。造船大国といわれながら、明治期の初期造船の姿を伝えるものは決して多くはない。そこでプロジェクトチームでは、横須賀造船所における造船手順を、施設構成との関係から考察した。

◎世界の造船技術との出会い

幕末から明治という時代に先進諸国の造船技術と出会い、造船業をスタートさせたことは、日本にとって幸運なタイミングだったといわれる。それは当時、列強と呼ばれる先進国において、造船は技術革新の過渡期にあったからである。遅れて参入した日本は、世界の一流水準の技術を並行して導入することができた。

鉄製の艦船についていえば、世界最初の鉄船アーロン・マーン号が建造されたのは一八二二年のことである。しかし、世界の趨勢が木造船から鉄鋼船へ移行し始めるのは一八五〇年代、つまり幕末になってからのことである。動力についても、ペリー艦

隊の二隻の蒸気軍艦の例から、世界はすでに蒸気機関が主流だと思われがちだが、実際には石炭焚きボイラーによる往復動蒸気機関（レシプロ）は少数に過ぎず、それも帆と併用する艦船が多かった。さらに推進装置では一八三六年にスクリュー・プロペラが発明され、波浪の影響を受けやすい外輪方式からようやく移行が始まったところだったのである。

たとえば日本がオランダに発注した有名な威臨丸は、蒸気機関によるスクリュー推進と帆を併用した木造船である。また、横須賀造船所で最初に建造された三〇馬力船（横須賀丸）と二〇馬力船（横浜丸）も、木造スクリュー汽船である。こうした艦船を修理、あるいは建造できる技術を習得することこそ、当時の日本の目標であった。

したがって、日本の導入すべき造船技術を要約すれば、「外航用の木造船建造技術とレシプロ蒸気機関、それにスクリュー・プロペラの三点であり、その他の技術（網索類・帆布類・羅針盤・塗料など）はきわめて少数であった」（『日本の技術一〇〇年』佐久間武・小野純朗）。

とはいえ、これらの技術はどれも日本人には未知のものである。その習得を短期間で果たし、さらに造船を基盤とした国家づくりが早くから開始されたことは、驚異に値する出来事といえるだろう。それを成しえた背景には、外国文化を吸収し自国のものとするに巧みな日本人の特質があったかもしれない。あるいはアジア各地が列強によって植民地化されるなか、日本はそれを免れた幸運もあるであろう。と同時に造船技術というものが、当時の日本人にとっては国家の存亡を賭けたドラスタック・テクノロジー

ーというべきものであったとも想像されるのである。

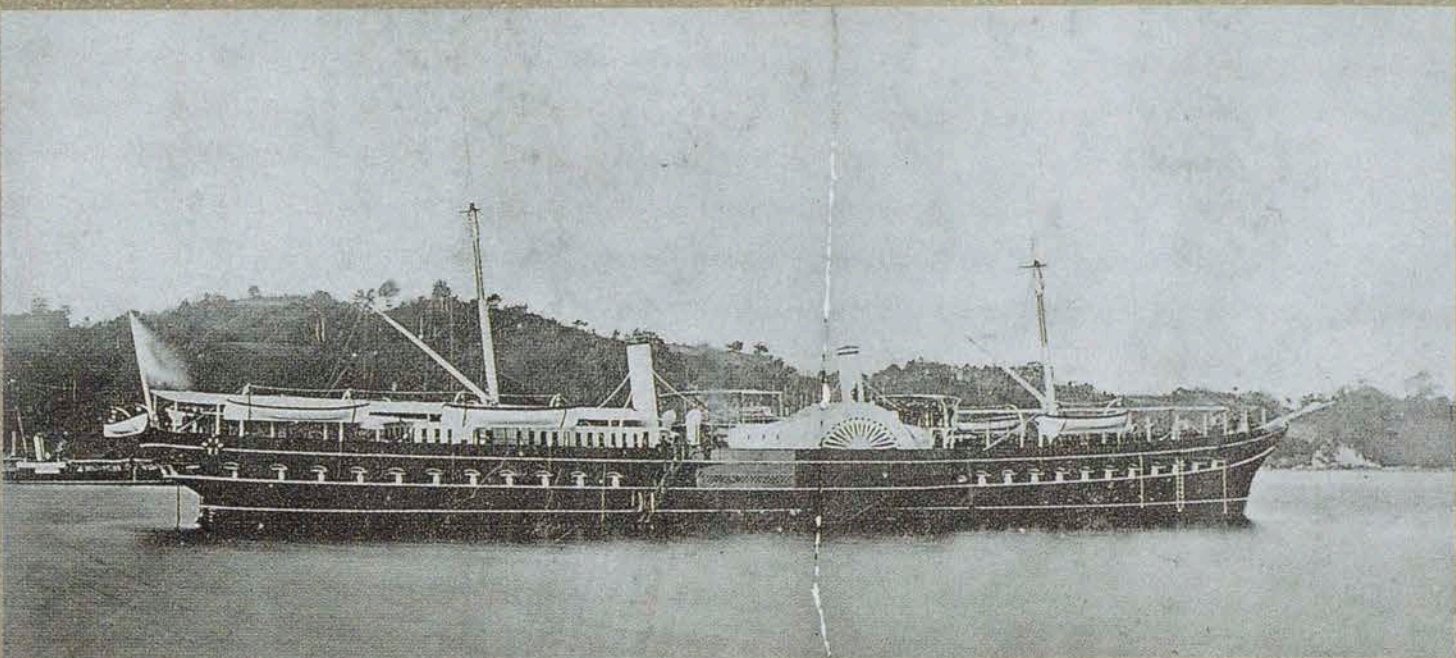
◎横須賀造船所における造船事業

ヴェルニーの在任中に建造された艦船には、造船所の曳船として利用された第一横須賀丸に続き、横濱丸（明治三年竣工）、蒼竜丸（明治五）、函館丸（明治六）、第一利根川丸（明治六）、軍艦の清輝（明治九）などのほか、小汽船が数隻あったことが知られている。その一方で修理した艦船については、ヴェルニー自身が離日の際の報告書の中で「明治四年（一八七二）以降、内外艦船二六三隻（内国船一六二隻、外国船一〇一隻）」と記しているように膨大な数にのぼる。

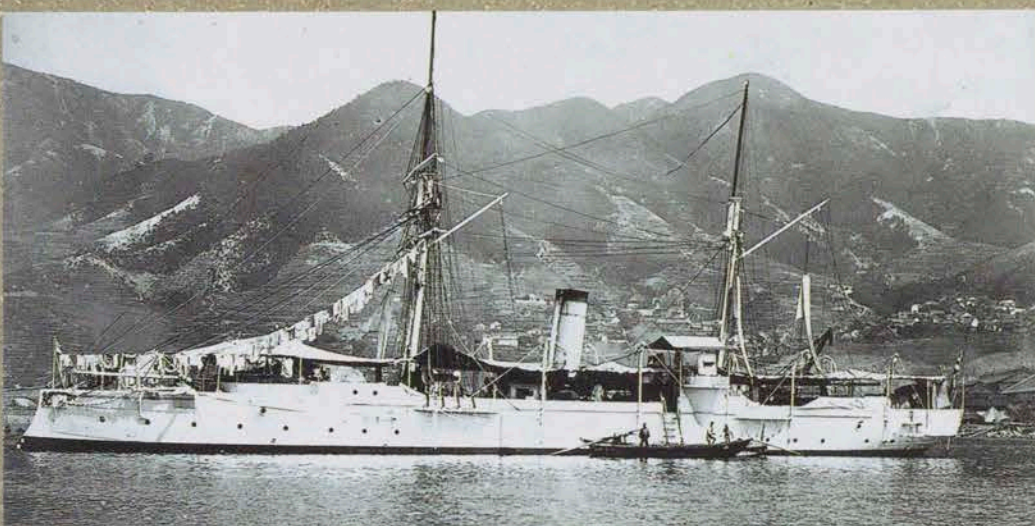
その背景には、明治三年（一八七〇）に民部省から出された、全国の艦船修理の委託に応ずる旨の布告があった。その布告に「蒸気船風帆船等所持之者共船之破損有之候節修復加へ度者共ハ」とあるように、横須賀造船所ではどのような船でも修理する方針を採っていた。その際「外国人モ御雇人相成居候ニ付」とあって、フランス人技術者による高度な修理を謳い文句としている。

民部省のこの布告は、翌明治四年（一八七二）に日本初の石造ドライドックが完成し、修理機能が大幅に拡張されることを見越してのものであった。「横須賀造船所」所載の「建築物一覧表」によれば、造船台二カ所、修船台一カ所、船渠（ドック）一カ所が揃ったこととなる。この体制により、新造船の建造と修船（修理）という本格的な造船所の機能が一応整ったのである。

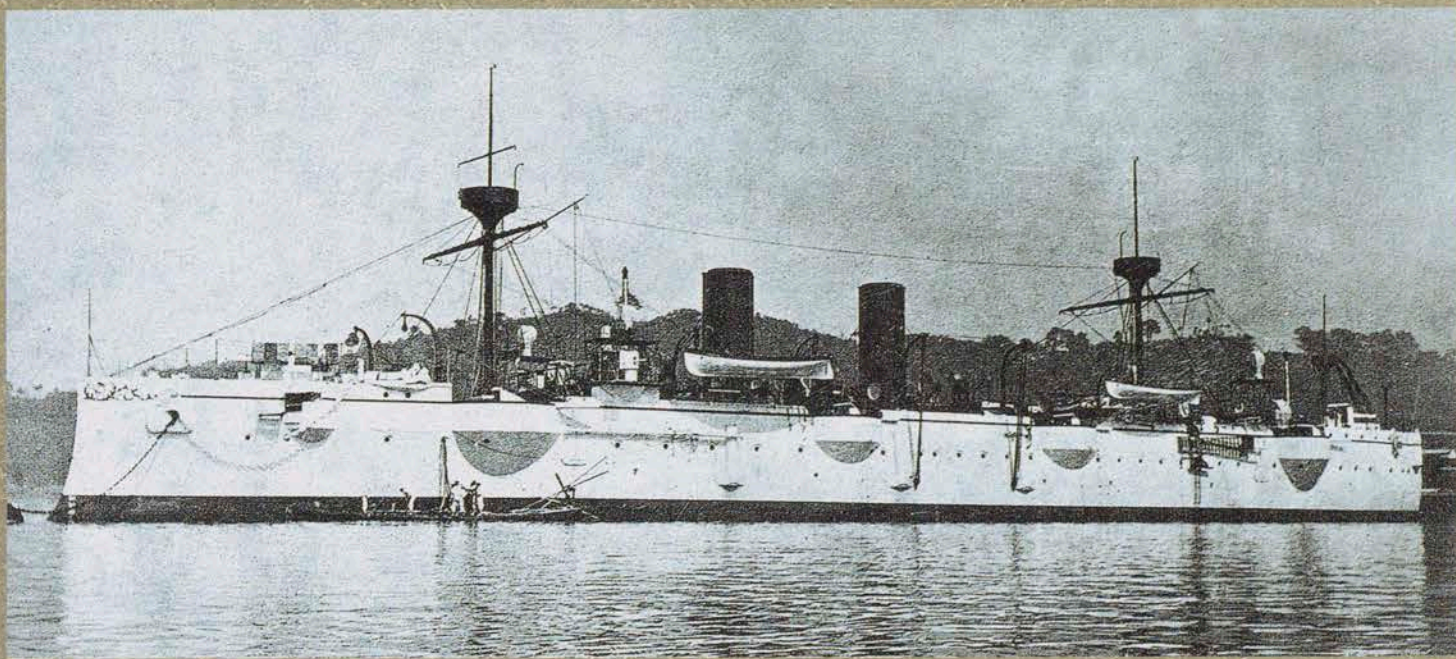
この当時の状況を知る興味深い資料として、「横



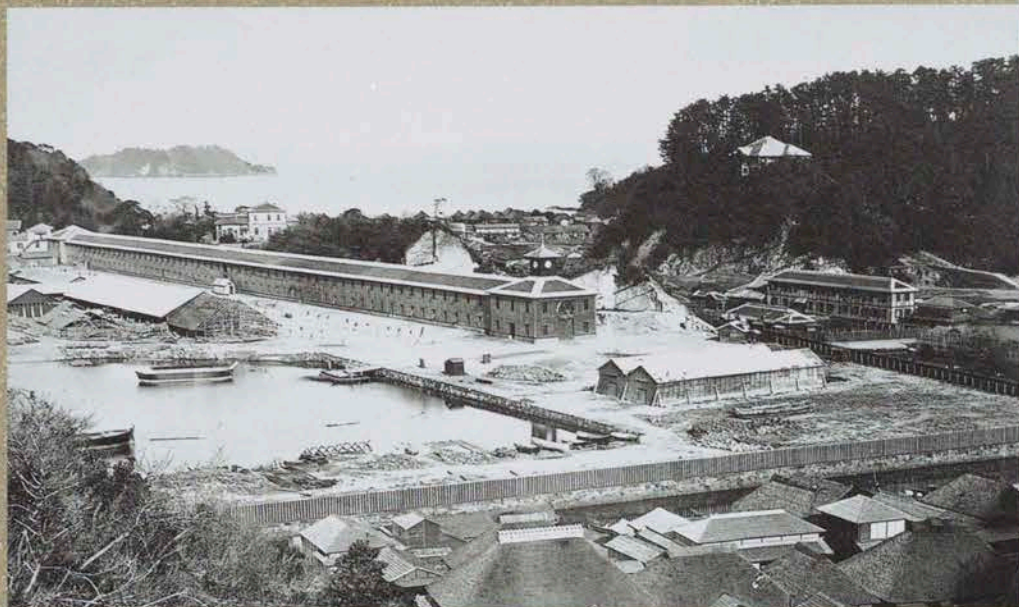
〔上〕速船 明治10年(1877)明治6年起工、同9年進水した御宮快進艦。2本マストと外輪を備えた優美な艦形だが、外輪が水中に深く没しすぎ機関を破損し改造を要した



〔左〕愛宕 明治20年(1887)鋼鉄鉄皮の初めての砲艦で、日本の造船技術が世界に追いついた記念すべき艦である。前部には21cmの大口砲を備え、日清戦争では大いに活躍した



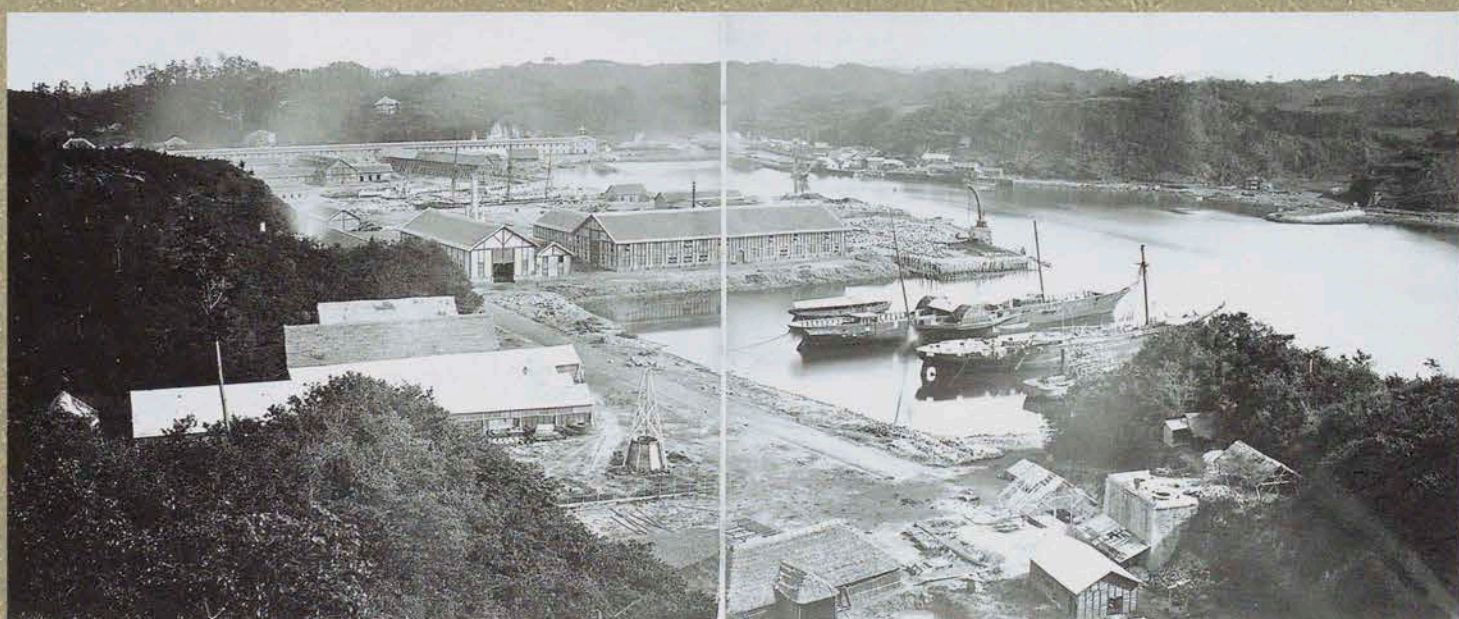
〔下〕秋津洲 明治27年(1894)巡洋艦として国産第1号の軍艦であり、翌年から勃発した日清戦争時では初戦より活躍した。フランス式設計から英国式設計への転換点となる艦で、就役直前のため白く塗装されている



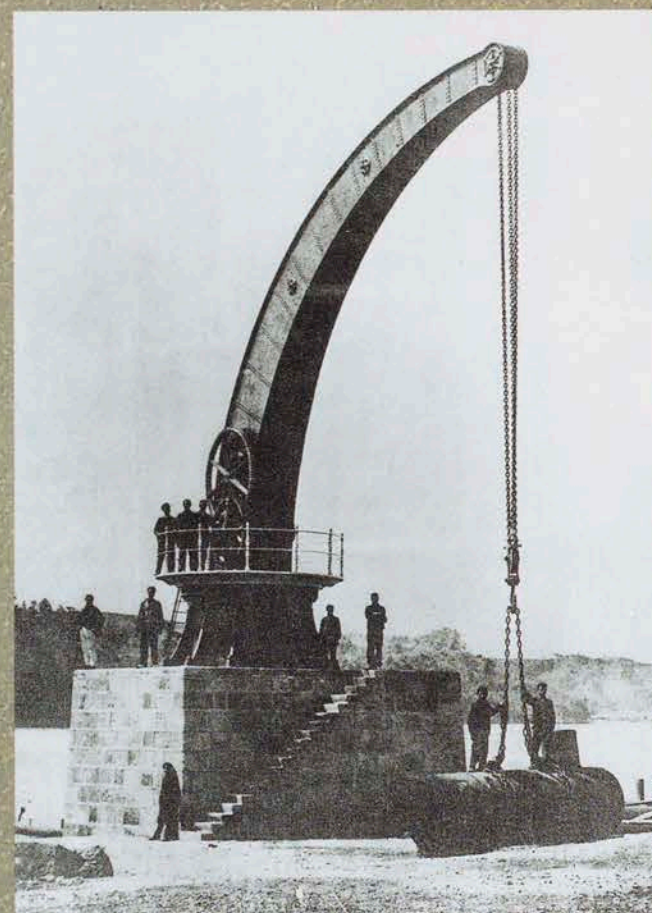
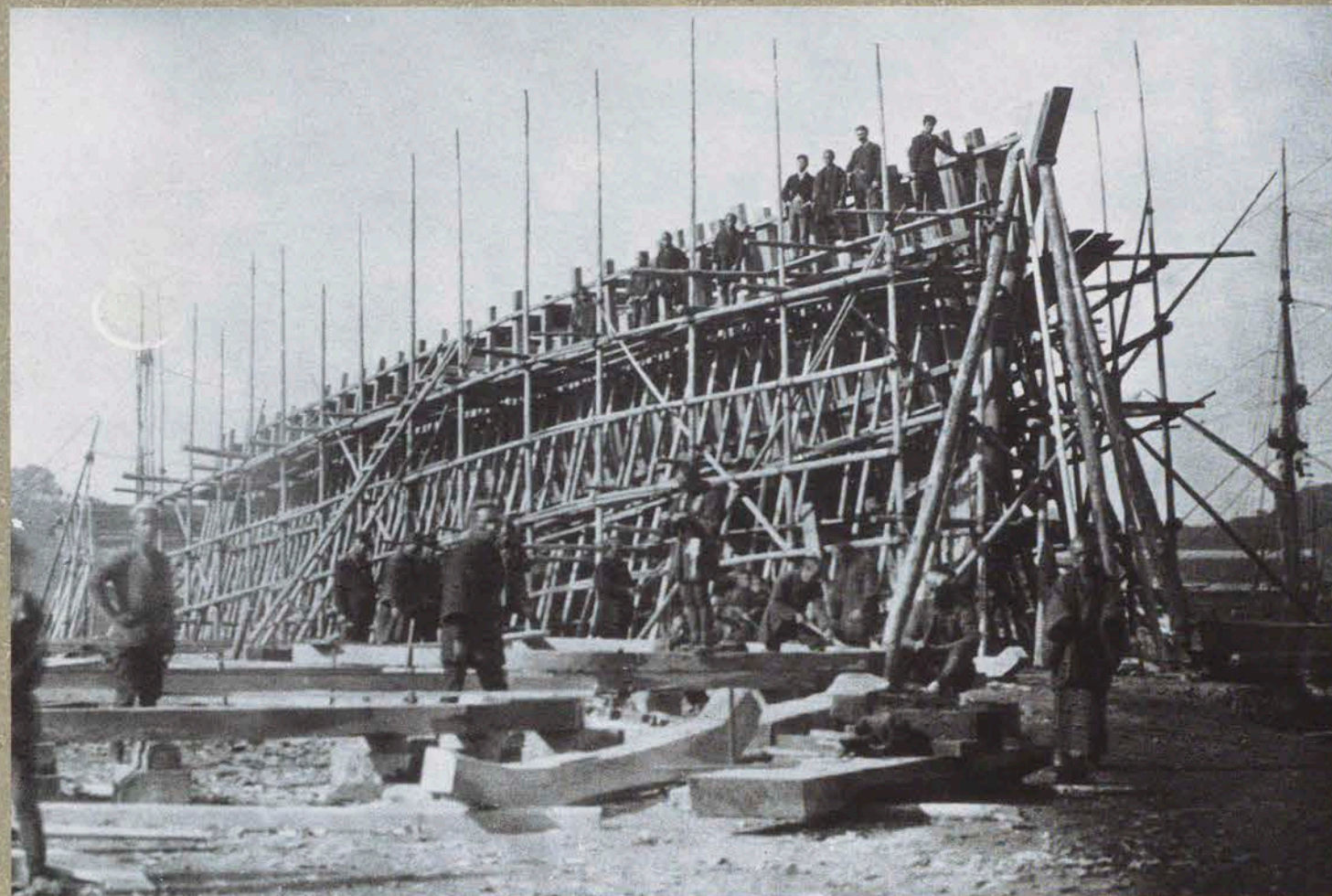
製綱工場：帆船時代はもちろん汽船時代になっても船ではたくさんの綱索が必要とされた。そうした綱索類一切を製作するため、全長250mの長大な工場が早期に誕生した。/クリスチャン・ボラック氏蔵



第1号ドック正面：稼働する第1号ドック、右は船留り、左の空地は第2号ドックの予定地。/クリスチャン・ボラック氏蔵



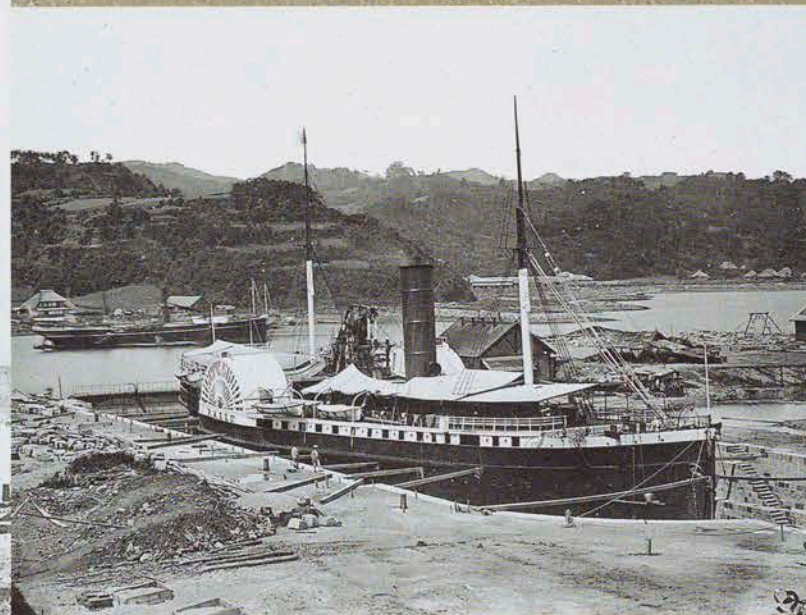
〔下〕工場群：手前は旋盤鉋工場や製缶、鍛造、組立等、重量のある金属を扱う工場群が密集している。船体への積み込み用の30tクレーンも見える。/クリスチャン・ボラック氏蔵



30tクレーン：重量物の積み込み用に岸壁に据え付けられた、30tの巨大クレーン。昭和30年代まで実際に稼働していたといわれている。出典：横須賀海軍工廠史／横須賀市蔵

船台：船台上で竜骨と肋骨に外殻が取り付けられ船体が完成する。船体を支えるため多くの支持棒が使われていた。/クリスチャン・ボラック氏蔵

第1号ドックで修船中の外輪汽船 / クリスチャン・ボラック氏蔵



造船工程と資材の流れ

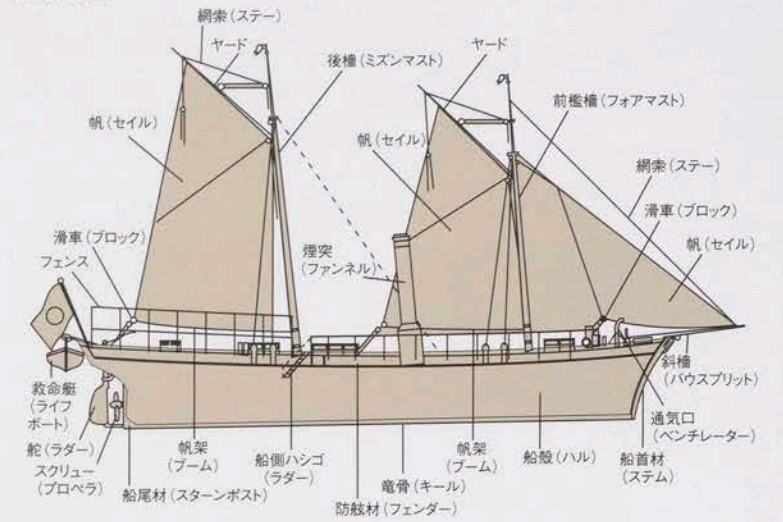


横須賀造船所の各工場等の名称と機能 明治6年(1873)年 7月1日

記号	工場等名称	機能
A	端船置場	Hの端船工場で作した端船(小船)の置場
B	材木小屋	入荷した木材の置場。堀から荷取りするので堀に面している
C	船具工場	艦船の運用、修理船の繋留及び船渠出入、クレーンの操作、新造艦船の綱具取付、その他所内船艇一切の事業を担当する
D	製綱工場	細大各種綱索の製綱事業を担当する
E	鋸鉋工場	機械を利用して木材を切割り、平削し、槽桁等を製作する
F	滑車工場	大小各種の滑車を製作する
G	模型工場	鋳造品の木型、その他木製諸器具を製作する
H	端船工場	端船(小船)等を新造あるいは修理する
I	整飾工場	金銀銅鉄製の装飾具一切、その他金属機械の製作及び彫刻
J	錬鉄工場	鍛鉄、精錬
K	填隙工場	新造もしくは修理艦船の甲板、外舷填隙および各部の塗粧
L	製缶工場	ボイラーおよび鋼鉄真鍮亜鉛板の製品一切、その他機械に付属する諸管等を製作する
M	鋳造工場	金属諸機械を鋳造する
N	旋盤鋸工工場	鍛冶もしくは鋳造した諸機械を、鑽削、研滑し、鑿孔したり仕上げ一切を行う
O	組立工場	汽機(往復動蒸気機関)、その他諸機械の組立および試運転を行う
P	クレーン(30t)	進水させた船に、帆柱、帆材、ボイラー、往復動蒸気機関等の大きな物や重量物の積み込みを行う
Q	船渠(工場)	諸艦船の修繕および改造を行う
R	船台(造船工場)	船体および船内諸室の新造もしくは修理を行う
S	製帆工場	帆類および天幕の製作もしくは修理等、縫製作業一切を行う
T	木材蒸工場	木材を蒸気によって蒸し、曲げ加工を行う

← 第一ステップ
← 第二ステップ
← 第三ステップ

船体名称図



須賀造船史」(明治五年一月二六日の記録)に、オーストリア博覧会に陳列すべき横須賀造船所関係のリストが掲載されている(表二二頁)。造船所の図面や石造ドック模型の出品は、国際水準を満たす施設が建設され、その技術力を示そうという明治新政府の高揚した気分を伝えてくれる。リスト中には火山灰や石灰、石材などドック建設に使用されたと思われる材料のほか、木材、麻、綱索などがみられる。木材は船体用、麻は製綱用、綱索は帆の縫糸やタールをしみ込ませて防水材とするもので、いずれも洋式造船に使用される材料類であり、その国産化が進められていたことが分かる。

ここには見当たらないが、機械類については輸入金属材料を造船所内で加工し、それが難しいボイラー用火炉や軸類、プロペラ、パイプ、バルブ、帆布類、特殊木材などは、当初は輸入していたものと考えられる。

初期の横須賀造船所では、建設事業と造船事業が相前後しながら進展していった。そのため造船所の完成時期をいつとするかは難しいが、明治新政府がドック三基の建設を目指していたことを考慮すると、三番目に建設された第二号ドックの竣工時期、明治一七年(一八八四)をもって一応の完成とみる事ができるだろう。

そこで横須賀造船所における造船工程について、完成期以降の施設構成と照合しながら考察を行ってみよう。当時の艦船はまだ木造スクリュー汽船が主流だが、構造は木骨から鉄骨木皮船へと変わりつつあった。横須賀造船所では明治二〇年(一八八七)に、日本で最初の鋼鉄鉄皮船愛宕が四年の歳月をかけて竣工している。

明治二二年(一八八九)の「横須賀全図」(二三頁)に掲載されている主要工場と、その機能をまとめたのが表(二二頁)である。この図と表にしたがつて当時の造船手順を追うと、その施設構成は帆を併用した木造スクリュー汽船の製造を裏付けていることが分かる。

(造船工程の概要)(二二頁上図参照)

①材木小屋(B)に貯蔵された木材を鋸鉋工場(E)で加工し、必要に応じて木材蒸工場(T)で曲げ加工した後、船台(R)に運んで組み立てる。木材の接合部の防水には、填隙工場(K)で製造された瀝青網を使用した。これは麻網にタールピッチを浸透させたものである。

②次に当初は輸入したであろうスクリュー・プロペラ、軸類を取り付けた後、船台を滑らせて進水させ、三〇トン・クレーン(P)の脇に移動させる。そして錬鉄工場(J)を経て製缶工場(L)で製作され

オーストリア博覧会陳列品リスト 明治5年(1872)11月26日

No.	陳列品
1	横須賀造船所全図
2	船渠の模型
3	木材の部 陸前産 榎、杉、女松、栗 以下省略
4	石炭の部 肥前唐津産 以下省略
5	麻の部 下野正田産2種 以下省略
6	綱索の部 横須賀造船所製の細綱 製の帆縫糸 製の瀝青網の下燃
7	火山灰および石灰の部 省略
8	石の部 省略

たボイラー、錬鉄工場・鋳造工場(M)・旋盤鋸工工場(N)によって製作された汽機(往復動蒸気機関)、それに当初はやはり輸入したであろうパイプ、バルブなどをクレーンにより船に積み込み、所定の位置に据える。

③最後に船を船台と船渠の間にある入江に移動させる。鋸鉋工場あるいは模型工場(G)で製作された帆柱、滑車工場(F)で製作された滑車、製帆工場(D)で製作された綱索をクレーンで船に積み込み、マストの組み立てを行う。そこに当初は輸入した帆布類を製帆工場(S)で加工し、マストに張る。併せて整飾工場(I)で製作した細工物で仕上げを行った後、竣工となる。

以上の造船工程を施設構成との対比で見ると、工場各棟が機能的によく考えられて配置されていることが分かる。海上輸送されてくる材木は、堀割に隣接した材木小屋に直接陸揚げできるようにしている。船体を組み上げる船台の周辺には、その材料を加工・製作する工場が配置されている。クレーンで積み込む必要のある重量機械の工場は、クレーン近くで製作が完了する形に配置されている。また、工場間の材料や製品の輸送には、鉄道が使われている。「横須賀全図」中に示された線路網から、それが重要な運搬手段となっていたことが想像される。

全体的に物の動線が明確であり、無駄がきわめて少ないという印象を受ける。唯一、製帆工場が離れた場所に立地しているのが目立つくらいである。こうした施設配置は、現代の視点から見れば当然のことではあるが、大規模な近代工場を初めて目にする当時の日本人には、きわめて新鮮に映ったはずである。現代へつながる近代工業施設の機能的構成というものを、日本人は横須賀造船所をはじめとした洋式造船所において学んだといえるであろう。

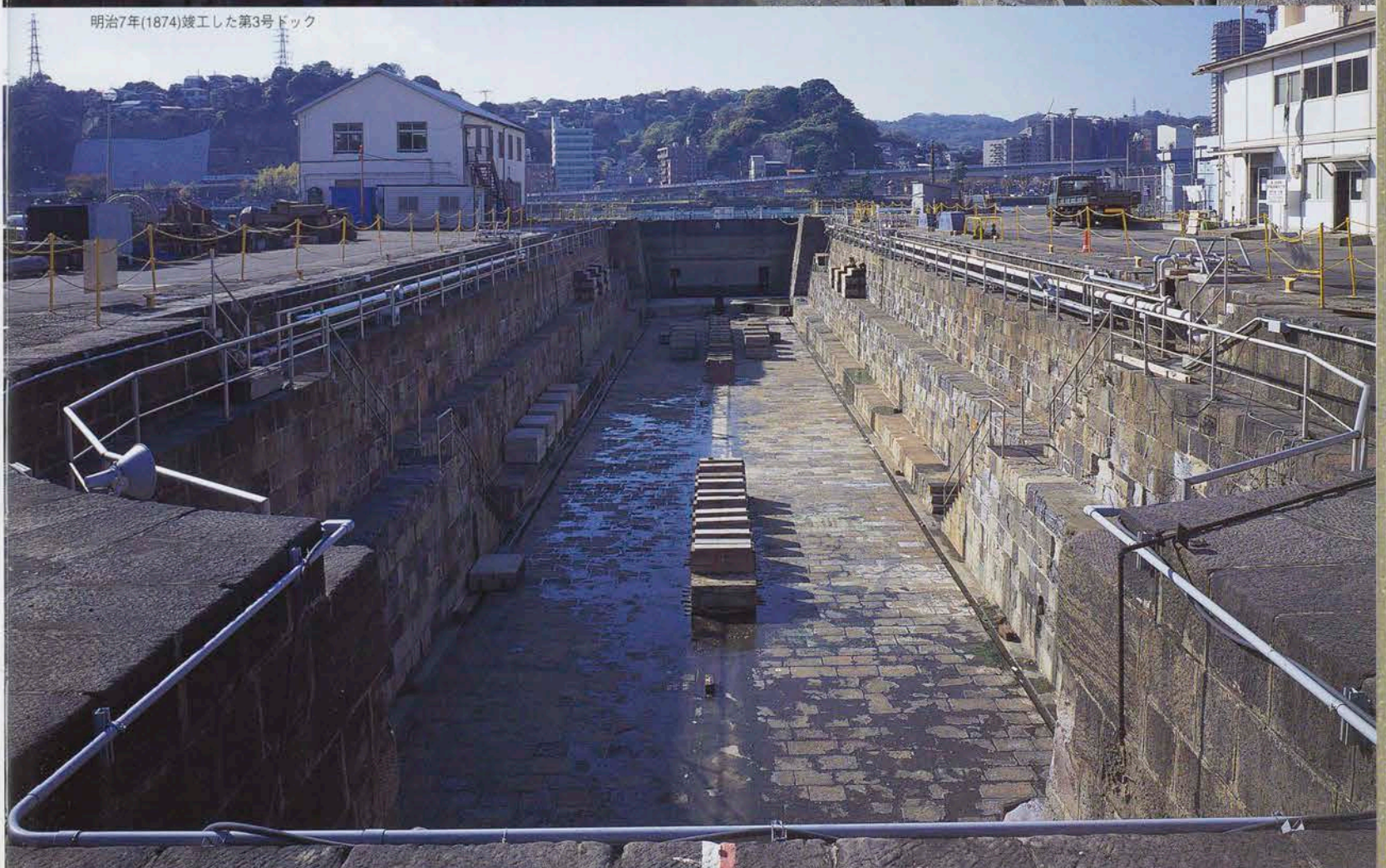
慶応3年(1867)に着工し明治4年(1871)最初に竣工した後、現在も稼働する第1号ドック

三、横須賀ドックの想定復元と工学的考察





明治17年(1884)竣工し東洋一の威容を誇った第2号ドック



明治7年(1874)竣工した第3号ドック

海運日本の嚆矢となった横須賀造船所において、建造物の白眉ともいえるのが石造ドライドック（乾船渠）である。完成当時、全長一五六メートルを超える東洋一の規模を誇った第二号ドックを筆頭に、明治初期に三基のドライドックが建設された（のち昭和一五年までに計六基となった）。

その歴史経緯は前章までに述べてきたが、ここでは主として工学面からの検討を行ってみたい。横須賀ドックの建設は、日本の土木技術史における最初の大型海洋工事であったといえるだろう。もちろん港の建設は古代から伝統的な手法により実施されてきたが、石造ドックのような大型構造物をもつ大規模な港湾施設は、それまでに例をみない。近代初めの土木技術や施工方法を知るうえでも、きわめて興味深い。

明治初期のドライドックが現存していることは驚異といえるが、長いあいだ海軍工廠、あるいは在日米海軍基地内にあるため、その全容は意外なほど知られていない。そこで今回大林組プロジェクトチームでは、横須賀ドックを建設した明治初期の技術者たちに敬意を表し、同時にこのドックが長く保存されることを願いつつ、その当初の姿の想定復元と工学的考察を試みることにした。

◎復元の前提

復元及び考察の対象は、明治初期に横須賀造船所に建設された第一号、二号、三号の石造ドライドックである。これらのドックが幸いにも現存していることから、在日米海軍横須賀基地の協力を得て、現地調査によってその全体像を確認した。各ドックには、一部補修や改修された箇所があるため、

できるだけ完成当時の姿の想定復元を目指した。その際、基本資料としたものは次のとおりである。

①完成当初の姿について

- ・石井コレクシヨン：横須賀造船所出入りの工事業者であり、のちに海軍技手となった杉浦栄次郎氏の遺した図面類。当初の横須賀ドックと思われる貴重な図面などが、横須賀市自然・人文博物館に「石井コレクシヨン」の一部として保管されている。
- ・「横須賀海軍船廠史」（復刻・原書房）、「横須賀造船史」（東陽堂）：横須賀造船所の歴史や規模などを記した文献。
- ・クリスチャン・ボラック氏所蔵写真：日仏文化交流の研究者である同氏が所蔵する、明治期の横須賀造船所の古写真類。
- ・その他：明治期の港湾構造物に関する先端技術者記した廣井勇著「築港」（丸善）ほか、「日本土木史」（日本土木学会）、「明治工業史」（日本工学会）、長浜つぐお著「旧・横須賀鎮守府&ドライドック」（横須賀の文化遺産を考える会）など。

②現状について

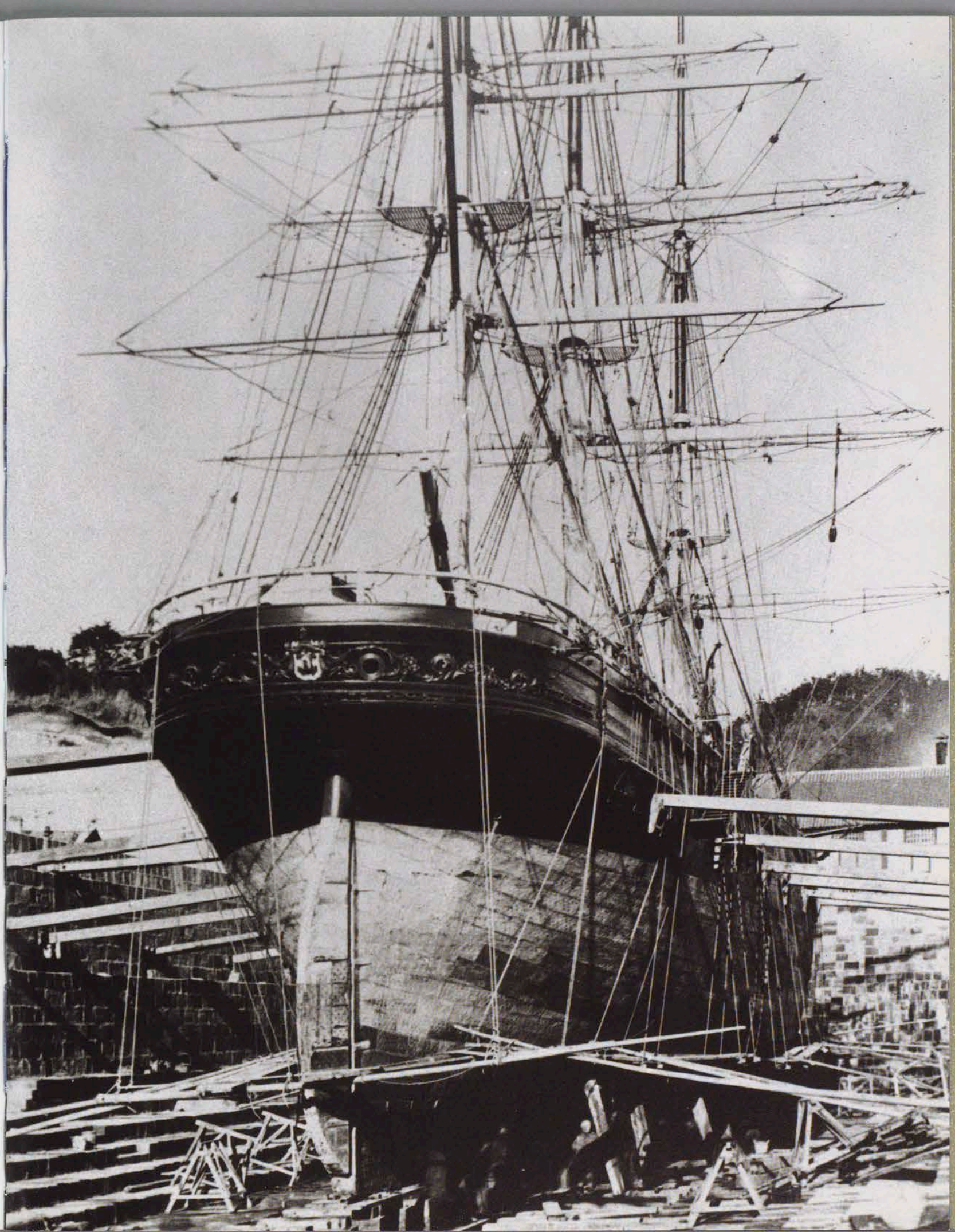
・「米海軍横須賀基地内洋風建造物調査報告書」横須賀市教育委員会：昭和六三年（一九八八）東京大学生産技術研究所村松・藤森研究室により、横須賀造船所の建造物が調査、測量され、ドックの現状図面作成と構造についての考察が行われている。

なお、横須賀ドックは現存しているものの、残念ながら発掘調査は過去に実施されていない。そのためドックの渠底、渠壁部分の背面構造や施工法については、以上の資料を参考に、土木技術者として妥当と思われる想定を行いつつ作業を進めた。

◎横須賀造船所の立地条件

横須賀造船所の立地に関する歴史はすでに述べたとおりだが、現在改めて横須賀湾の地形をみると、造船所としての立地条件の良さを再確認することができる。湾口は北に向き、幅は約五〇〇メートルと狭く、外海の波浪の影響をほとんど受けない非常に静穏度の高い湾である。また、背後に山が迫り、外敵からの遮敵や守りも容易であろうことが想像される。一方、土木構造物であるドックの設置環境をみると、建設地点の土質は土丹（シルト岩に分類され、粘土、シルトが固結した軟岩）からなり、現在では望めないほどの好条件といえる。ヴェルニーの指導による敷地造成では、小さな入江をいくつか埋立てているが、三基のドック用地の大半は埋立て部分ではなく、元からの地山を利用している。とくに第二号、三号ドック部分は、白仙山という小山を切り開いた土地であり、その土質はドックの渠壁上部まで堅固な土丹と考えられる。幕末期の短い準備期間中に、湾の選定だけでなく土質についても綿密な調査を行ったことが窺われる。ちなみに大正期以降の各地のドライドックは、大半が砂質地盤や埋立地に建設されており、横須賀と比較して困難な地盤条件にある。

地盤が土丹であることは、ドックの施工上も非常に有利である。掘削が困難であることを除くと、土質の粘着力が強いため鉛直に掘削しても自立性が高く、崩壊しづらい。また、地盤が水を通ず透水性係数も低い。そのためドックの施工上もとても重視される土留め対策と止水対策が容易となる。さらにこれらのドックが、日本海軍や米海軍の敵



前ページ)船台上で完成しつつある艦艇
年代不明/クリスチャン・ボラック氏蔵

重な管理下にあったとはいえ、地震多発地帯の横須賀にあって百数十年後もなお稼動しているのは、地盤条件に恵まれていたからと考えられる。岩着に近い条件下に設置されていて地震波の増幅が少なく、同時に液化化現象を生じなかったからである。

「横須賀海軍船廠史」に、「その土質は土丹岩と称する石に次ぐ最硬なる土質にて、渠底は宛ら一大盤石を布きたる如く実に入渠船体に対し安全無比と称すべきなり」とあるが、まさにそのとおりの好条件下にある。横須賀湾は、その地形のみならず、ドック構造物の安定性と施工性、耐久性の面でも、最良ともいえる自然条件に恵まれていたのである。

◎横須賀ドックの構造と施工法

一般にドックは、用途によって建造ドック(船舶の新造用)、修繕ドック(メンテナンス用)、係船ドック(船舶を係留する岸壁などの総称)に分けることができる。また、その構造によってドライドック(土地を掘削して建設する)、フロートイングドック(海上に鋼殻のドックを浮かべたもの)、ウェットドック(係留用)に分類される。

このうち横須賀ドックは、修繕用のドライドックに位置付けられる。修繕用ドライドックとは、ドック内に船舶を入れてゲートを閉め、ポンプにより排水してドック内をドライアップし、船体をすべて露出させた状態で修理や点検作業を行う施設である。通常、修繕ドックは建造ドックと比較して扱う船体重量が重いため、渠底が厚いという特徴がある。ただし、横須賀ドックは前述したように発掘調査が行われていないため、不明の背面構造については推測によって復元した。

①横須賀ドックの設計

岩盤または硬質粘土内に建設されるドライドックの場合、湧水が少なく、揚圧力(地下水による浮力)

も小さい。また、土圧もほとんど作用しないことから、理論上は渠底、渠壁は地山の保護程度で良いことになる。ただし、海岸線に接する渠口部では、揚圧力は理論水圧に近いものを考慮する必要がある。では、これらの点について横須賀ドックはどうであるか。正確な図面が残っている第六号ドック(昭和一五年竣工)をみると、渠内幅六〇メートル、渠内深一九メートルであるにもかかわらず、渠底、渠壁の厚さは一メートル以内であり、非常にスリムな構造となっている。ただし、渠底下には水圧を低減する排水用暗渠が設けてあり、渠口部は水頭二〇メートル近い水圧に耐えられるよう五メートル以上の部材厚としている。

一方、明治期の第一号、二号、三号ドックに関しては、当初の正確な図面は存在しない。石井コレクシオン中の「横須賀第一号船渠図」及び「三号船渠縮図」から推察すると、渠内部の壁厚、底厚は渠口部とほぼ同等であり、揚圧力、水圧、土圧を大幅に減じた設計とはなっていない。揚圧力への対策として、渠底と渠壁の双方の重量で抵抗する、いわゆる半重方式にあたるものと考えられる。

もしドック重量よりも揚圧力が大きければ、地下水の浮力によりドックは浮き上がり不安定となる。そこで第一号ドック断面での浮き上がりの安定度を試算してみると、おおむね安全率一・〇を満たしていることが分かった。最大規模の第二号ドックについては、その断面形状を示すものがなく判断できないが、第一号、三号ドックから約一五年を経過しており、施工経験を重ねていることから、第六号ドックに近い方法で設計された可能性もあるだろう。

したがって、各ドックの設計方法を特定することはできないが、一九世紀末からドック施工時の構造計算に関する多くの論文が発表されている。その主流は、力の均衡によって各断面の断面力を算定し、

躯体の応力度などを検討する静力学的解法であり、設計者のヴェルニーやジュウエットもこうした手法により、渠内にひび割れが生じないよう設計を行ったものと推測した。

②横須賀ドックの配置

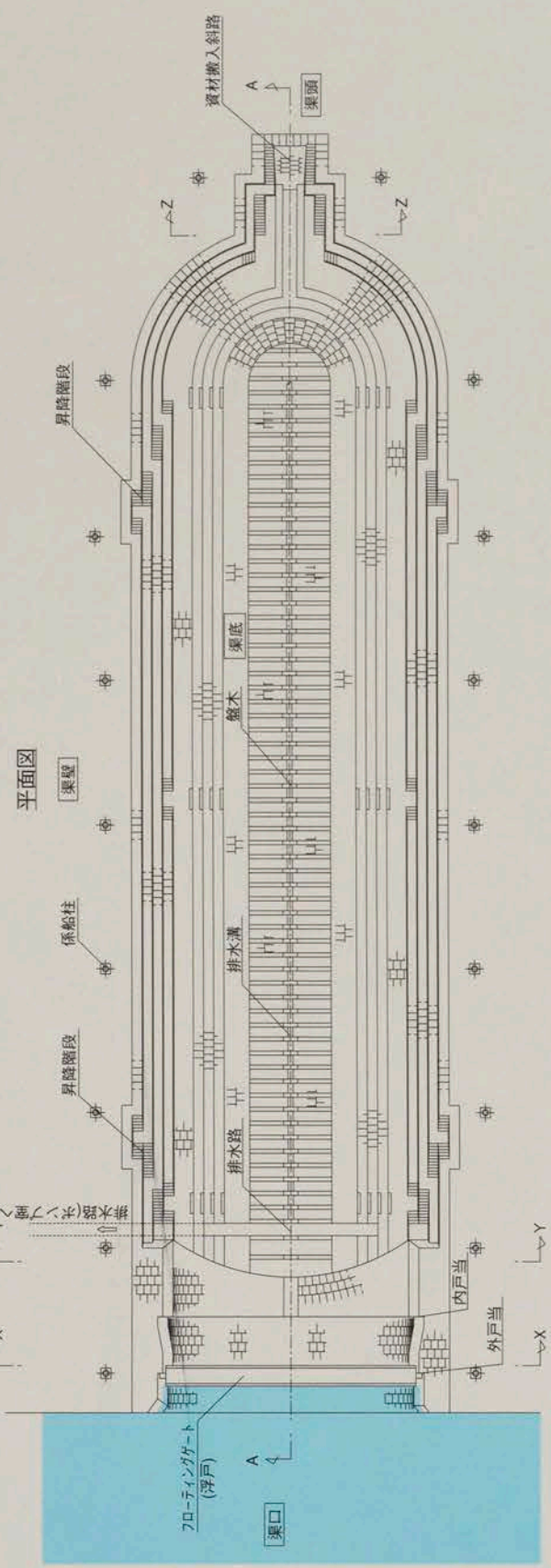
三基の横須賀ドックは現在、番号順に並んでいるが、建設順序は第一号(明治四年竣工)、第三号(明治七年)、第二号(明治一七年)であった。当初、フランス公使ロッシュと徳川幕府との取り決めでは、ドックは二基であったが、途中で最大規模の第二号ドックが追加され、計三基となった。敷地計画を見ると、第一号と三号のあいだには相当広い空間があることから、第二号ドックの建設は早い時点から計画されていたものであろう。結果的には大中小三基のドックが揃ったこととなるが、これは当時の戦艦、巡洋艦、駆逐艦の規模を、それぞれ想定したものであるのかと想像される。

三基のドック配置を、石井コレクシオン中の「第一、第二、第三船渠配置図」と現地調査結果から書き起したものが二八頁の図である。図面上で現在と大きく異なる点は、「第一号ドック渠頭部分が約一五メートル延長されたこと(昭和一一年)」、「ポンプ室上屋が改築されたこと」、「第二号ドックの渠頭側排水暗渠が使用されていないこと」、「石積み護岸の表面がコンクリート補強されたこと」である。そのほかは、ほぼ建設当時の状態を保っている。

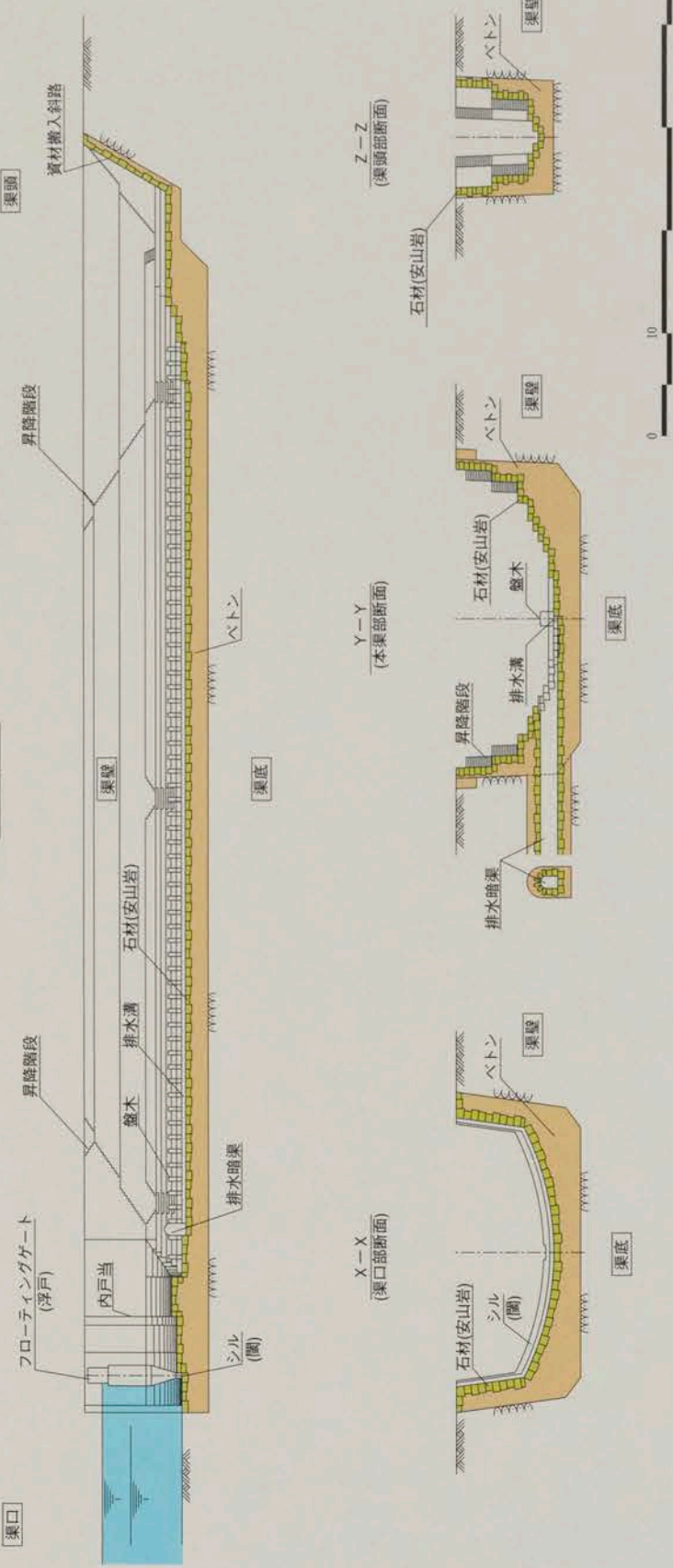
ドライドックの主要設備の一つに起重機(クレーン)が挙げられる。当初、起重機が機装岸壁にあつたことは古写真や記録から明らかだが、ドックの付属施設として起重機が常備されていた形跡はない(第二号ドック脇に二条のレールが現存するが、起重機のレール幅としては狭く、資材運搬用貨車のものであろう)。

第1号ドック

海泊地
ドックヤード

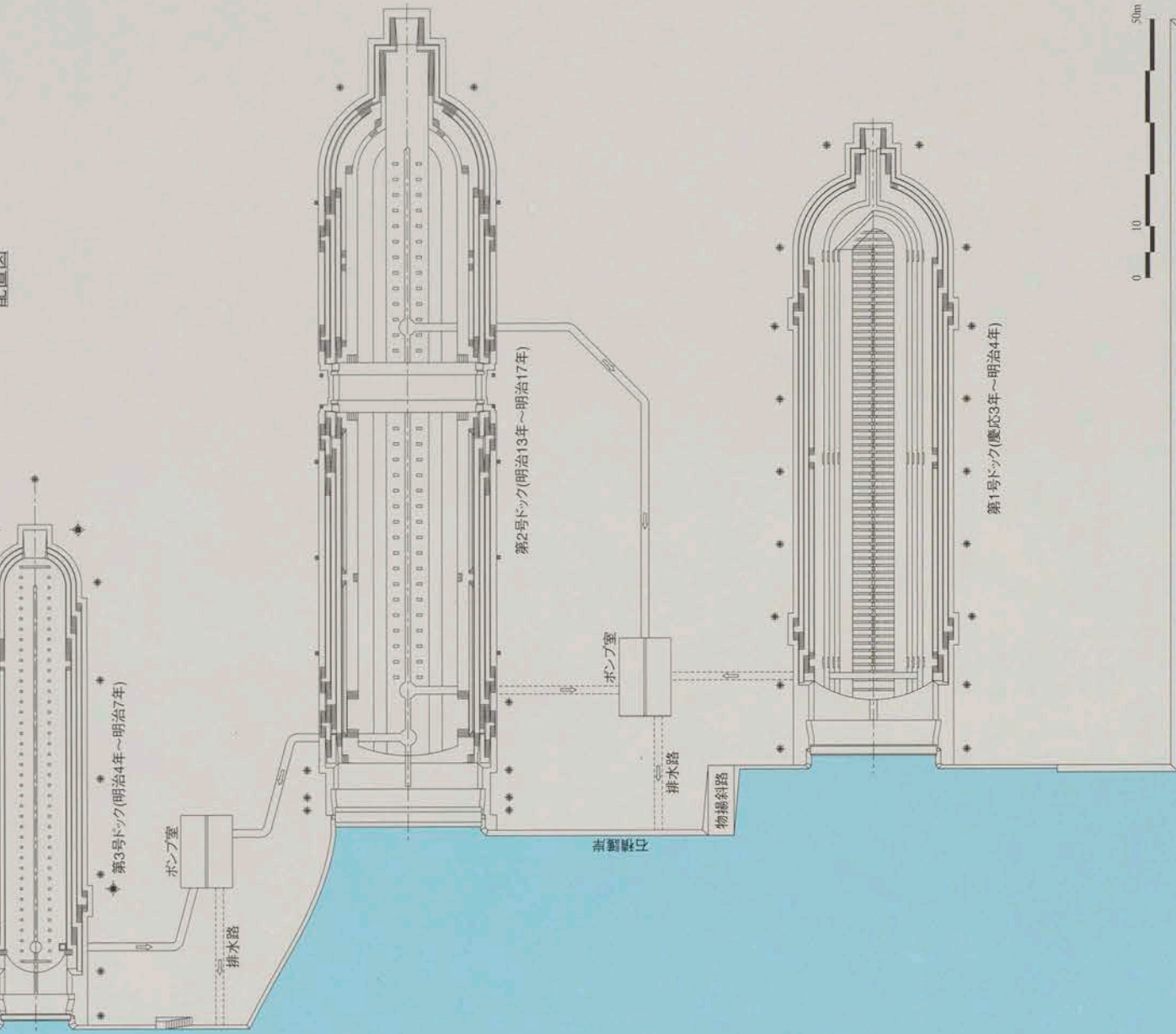


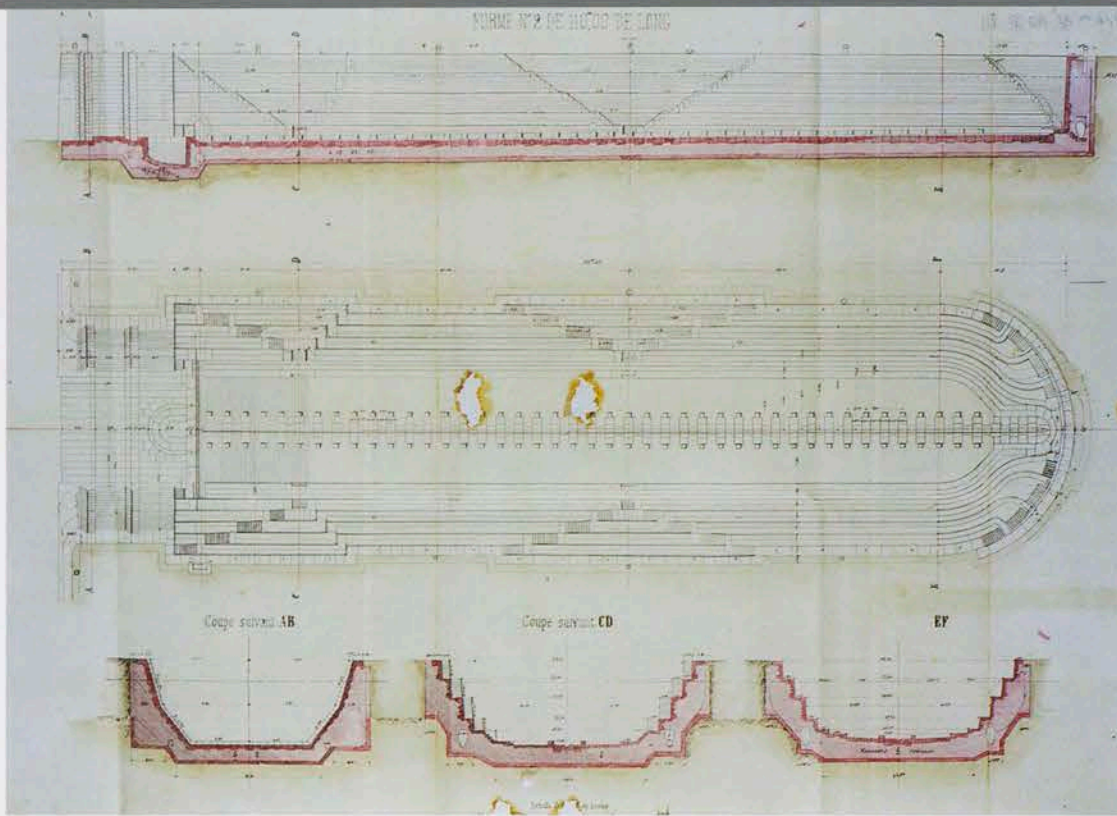
縦断面図(A-A)



横須賀造船所第1、第2、第3号ドックの想定復元図

配置図





第1号ドックの設計時に参考にされたと思われる
フランスの設計図「FORME N° 2 DE 110^m, 00 DE
LONG」／横須賀市自然・人文博物館蔵

③横須賀ドックの構造諸元と材料

三基のドックについて、それぞれの構造と形状、建設材料を検討すると、次のようになる。

A 第一号ドック・明治四年竣工

〔概要〕「横須賀海軍船廠史」ほかより

形式／半重力式

構造／石造（背面コンクリート）

設計／ヴェルニー

全長／一二二・五メートル

渠口幅／二五・〇メートル

渠内幅／二九・〇メートル

渠内深／九・〇メートル

渠底勾配／〇

ゲート／浮戸（フロートイングゲート、輸用品）

排水設備／蒸気式ポンプ（水吐機械）

排水能力／八時間

〔構造及び材料〕

a 構造と形状

第一号ドックの構造図（二九頁）は、石井コレクシオン中の「横須賀第一号船渠図」と現地調査から書き起した。石井コレクシオンの図面が当初の設計図に相当するものかどうかは不明だが、ドック内空寸法などは一致している。渠壁、渠底厚については確認できないため、同図の寸法をそのまま採用した。石井コレクシオン中にはもう一点、フランス語で記述されていることと、全長が一〇メートルであることから、第一号ドック計画時に参考にされたと思われる図面「FORME N° 2 DE 110^m, 00 DE LONG」がある。同図では、揚水圧対策として渠壁下端に導水管を設置し、湧水を渠口付近の集水枡へと導く設計となっている。これに類似した減圧設備の形跡について調査したが、不明のため図中には記載していない。

第一号ドックの場合、湧水がほとんどない土丹中

に築造されており、基本的には減圧用排水設備は不要とも考えられる。しかし、渠口部からの侵入水への対策は必要であり、集水設備で対応したかドック重量で抵抗させたかは、残念ながら確認できなかった。

ドックの形状は、廣井勇著「築港」に示されている当時の一般的なドライドックと一致する。これは二号、三号ドックにも共通している。

現代のドックと比較すると、以下のような違いがある。

- ・浮戸を支える戸当が内外二重にある
- ・現代のドックでは、戸当面に海水による腐食に強いステンレス板などを埋め込み、その精度と耐久性を高めている。当時は石積み面であるため、予備として二つの戸当を設け、海水の侵入を防いだものである。
- ・渠壁が階段状を呈し、下部が厚くなっている
- ・排水時に船体を固定するため、当時は両側から支持棒などで支える必要があり、支持棒設置のために壁は階段状となっていた。また、下部が厚くなっていることは、構造上から合理的といえる。現代のドックでは、橋型のガントリークレーンや船舶を所定の位置に移動するキャブスタンの設備により、船体固定の介添えをしている。また、船底が平らな船舶が主流となり、船体側面よりも船底を複数の盤木で支持するほうが安定する。渠壁の構造材として、引張力に抵抗できる鉄筋コンクリートが一般的となり、船体安定システムの考え方も大きく変化した。
- ・渠頭の形状が船首の形に合わせ円弧状となっている

当時は船体形状に合わせることで、無駄な空間を減じる手法が取られたと思われる。現在は鉄筋コンクリートで円弧状に仕上げるとコストアップにつながる

がため、こうした形状はほとんどみられない。

・渠頭先端部に材料搬入用の斜路がある

起重機が常備されていない当時、荷降ろし用として斜路が使用されたものであろう。

・渠内排水溝が渠底中央にある

初期ドックでは中央に排水溝をもつものが多いが、構造上また作業上の理由から、次第に渠底の左右に設けるようになった。

なお、第一号ドック独自の特徴としては、「渠底に排水勾配がない」、「舵井（舵を取るピット）がない」といった点が挙げられる。これらはドック内での作業性を高めるためには必要なものであり、第二号、三号ドックでは考慮されている。

b 建設材料

ドック本体の主要材料は、「横須賀海軍船廠史」に「渠内の表面は伊豆産及び相模産の石材を以てし其裏面はベットン（砂利、石灰及び火山灰を混和したるもの）を以てこれを築造せり」とあるように、石材とベットン（コンクリート）である。

このうち石材については、同書にヴェルニー自身が武蔵から南伊豆に至る各地を訪ね、石材の適性を調査、検討したことが記されている。最終的に採用された石材は、伊豆及び相模産の安山岩系のものである。使用寸法は、ほぼ五〇〇×五〇〇×一〇〇〇（ミリメートル）のものが主体で、その表面には現在でもノミで成形した跡がはっきり残っている。現地で石材を観察すると、一部表面に風化、摩耗がみられるものの全体には健全な状態にあり、百数十年経った現在もドックが稼働していることが納得できる。ドック構造全体での一体性を別にすれば、石材の耐候性、耐海水性の優秀さが一目瞭然である。ちなみに現在、同規模のドックをかりに石材で施工すると、コスト面から非常に高価なものとなり、実現は不可能であろう。

ベットン（コンクリート）については、使用セメントが現在でいうポルトランドセメントに相当するかどうかは不明である。「横須賀海軍船廠史」によれば、ベットンとは石灰と火山灰を混合したものであり、石灰は焼成すると記していることから、いわゆる消石灰のことである。消石灰と火山灰を混ぜるとある程度の耐水性が得られ、水中工事にも適用できることは古くから知られていたため、これに似たセメントである可能性が高い。しかし、このセメントを使ったコンクリートは十分な耐水性や強度が得られな

いため、粘土分を含む石灰石を使用することで幾分の改善がなされる。当初ヴェルニーは、この点を踏まえ石灰石の調査、選定を行ったと思われる。ただし、日本におけるセメントの歴史について、「日本の土木技術」（土木学会）は「セメント（ポルトランド）国産化の事業は、横須賀造船所建設工事の責任者として輸用品を用いることの不経済を痛感した平岡通義によって、明治五年に着手され、明治八年に深川工場（官営セメント工場）で完成」と記している。したがって、第一号ドックに使用されたセメントには、以下の三つのケースが考えられる。

- ① 消石灰＋火山灰からなるセメント（水硬性石灰）
- ② ポルトランドセメント（輸用品）
- ③ 経済性を考慮し、①と②の双方を使用。

第一号ドックの場合、③のケースとするのが妥当であろう。なお「横須賀海軍船廠史」では、第一号ドックに使用したベットンの数量を「一万四〇〇〇立方メートル」と記録している。

B 第三号ドック・明治七年竣工

〔概要〕

形式／半重力式

構造／石造（背面コンクリート）

設計／ヴェルニー

全長／九六・五メートル

に築造されており、基本的には減圧用排水設備は不要とも考えられる。しかし、渠口部からの侵入水への対策は必要であり、集水設備で対応したかドック重量で抵抗させたかは、残念ながら確認できなかった。

ドックの形状は、廣井勇著「築港」に示されている当時の一般的なドライドックと一致する。これは二号、三号ドックにも共通している。

現代のドックと比較すると、以下のような違いがある。

- ・浮戸を支える戸当が内外二重にある
- ・現代のドックでは、戸当面に海水による腐食に強いステンレス板などを埋め込み、その精度と耐久性を高めている。当時は石積み面であるため、予備として二つの戸当を設け、海水の侵入を防いだものである。
- ・渠壁が階段状を呈し、下部が厚くなっている
- ・排水時に船体を固定するため、当時は両側から支持棒などで支える必要があり、支持棒設置のために壁は階段状となっていた。また、下部が厚くなっていることは、構造上から合理的といえる。現代のドックでは、橋型のガントリークレーンや船舶を所定の位置に移動するキャブスタンの設備により、船体固定の介添えをしている。また、船底が平らな船舶が主流となり、船体側面よりも船底を複数の盤木で支持するほうが安定する。渠壁の構造材として、引張力に抵抗できる鉄筋コンクリートが一般的となり、船体安定システムの考え方も大きく変化した。
- ・渠頭の形状が船首の形に合わせ円弧状となっている

当時は船体形状に合わせることで、無駄な空間を減じる手法が取られたと思われる。現在は鉄筋コンクリートで円弧状に仕上げるとコストアップにつながる

渠口幅／一三・八メートル

渠内幅／一八・〇メートル

渠内深／七・六メートル

渠底勾配／一〇〇分の一

ゲート／浮戸（フロートイングゲート、輸用品現地組立て）

排水設備／蒸気式ポンプ（水吐機械）

排水能力／四時間

〔構造及び材料〕

a 構造と形状

第三号ドック（三一頁）は、石井コレクシオン中の「第三号船渠縮図」と現地調査結果から書き起した。渠壁、渠底厚は確認できないため、船渠縮図の寸法をそのまま採用した。揚水圧対策については第一号ドック同様、特定できない。

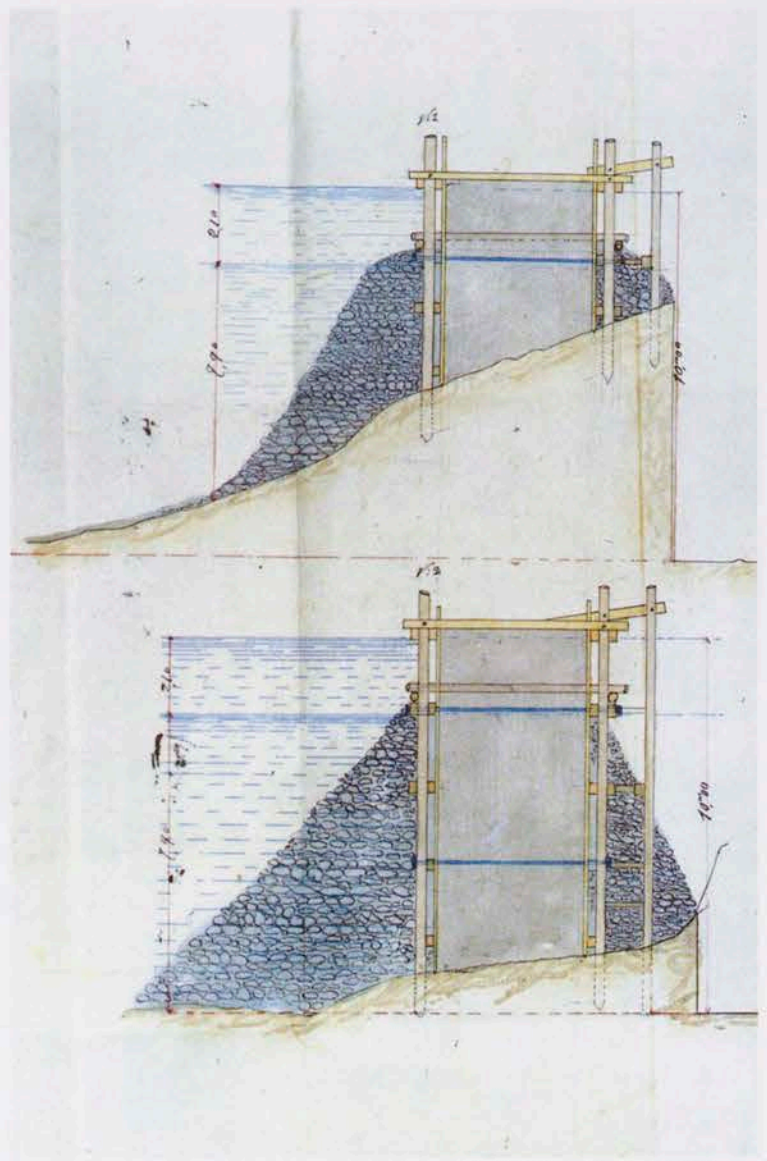
形状は、第一号ドックとほぼ同じ特徴を有している。その違いを挙げると、

- ・渠壁、渠底厚が小さい
- ・これはドックのサイズが小さいことによる。
- ・水平戸当（シル）形状が曲面でない
- ・渠口部の土圧、水圧が第一号ドックに比較して小さく、隅角部で部材厚を増大する必要がなかったからである。
- ・渠底に排水勾配がある

渠底には水勾配を設けるのが一般的であり、第一号ドックでの不備を修正したものと考えられる。

b 建設材料

ドック本体の主要材料は、第一号ドックと同じと考えられる。ただし、「横須賀海軍船廠史」にはベットンという表記はなく、「シマン并裏込め石」とされている。シマンはフランス語でセメントのことであり、同じくコンクリートを意味するものと思われる。第三号ドックの建築費明細表によると、石灰代価、火山灰代価、石灰焼方石炭代価、シマン代価の



第2号ドックの潮止め用の締切構造図 明治16年(1883) / 横須賀市自然・人文博物館

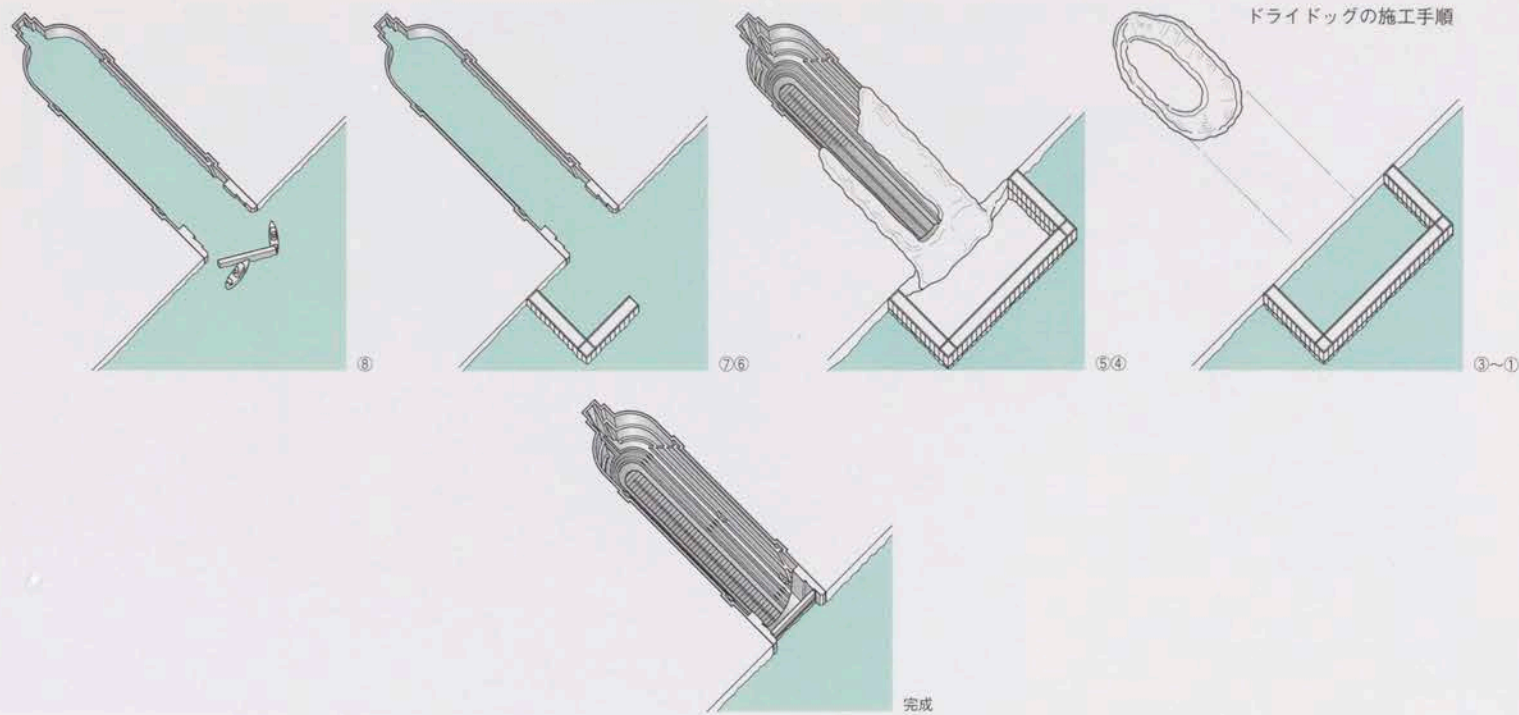
項目がみられる。これらからセメントとして、輸入品であるポルトランドセメントと水硬性石灰の双方を使用したことが想像される。

コンクリートについては、当時のものを採取して品質の評価ができないことは残念である。ヴェルニーが帰国に際しまとめた報告書では、「一、船渠、三船台海岸の築造工事好結果を呈し其の工費も亦欧州に比して甚だ少額なりしは主として横須賀の地質に因り且野州産石灰及び豆州産火山灰の効験に因れり」と自画自賛していることを附記しておこう。

C 第二号ドック・明治一七年竣工

〔概要〕

形式 / 半重力式
構造 / 石造(背面コンクリート)
設計 / ジュウエット及び恒川柳作
全長 / 一五六・五メートル



渠口幅 / 二八・七八メートル
渠内幅 / 三二・〇メートル
渠内深 / 一一・六メートル
渠底勾配 / 一〇〇分の五
ゲート / 浮戸(フロートینگゲート、輸入品・フランス製一隻、ドイツ製一隻、現地組立て)
排水設備 / 蒸気式ポンプ(水吐機械二系列)
排水能力 / 不明

a 構造と形状

第二号ドックは、明治初期に建造された日本のドライドックのなかで最大規模を有するものである。当時の船舶の規模からみても、第一号ドックを中型、三号ドックを小型とすると、第二号ドックは大型船渠である。ヴェルニーはこのドックの建設には直接関わっていないが、帰国前の報告書に「現今起工の

必要あるものは東京湾出入の大艦巨舶を修理するに供用すべき一大船渠是なり」と記し、大型修船ドックの必要性を強調していた。

第二号ドックの当初設計者はフランス人技師ジュウエットといわれるが、彼も起工を前に雇用期間満了によって帰国している。したがって実際には、日本人自身によって進められた初のドライドック建設工事といえる。

第二号ドックの構造図(三〇頁)は、現地調査結果と東京大学生産研究所による「米海軍横須賀基地内洋風建造物調査報告書」を参考として書き起した。渠壁、渠底厚については参考資料がなく、第一号、三号ドックの部材厚から推測した。なお、揚水圧対策に関しては特定できなかった。

ドック形状は、第一号、三号と基本的には同じである。第二号ドック独自の大きな特徴としては、ドックを前後に二分割して使用できる構造が挙げられる。これについては「横須賀海軍船廠史」に、「内外諸艦船修理等も暫次相湊ひ船渠不足よりして数日間も修理遅滞相成る如き」とあるように、需要の増大に対して二船を同時に修理できるようにしたものである。そのため渠口部のほかに中央部にも戸当を設け、ゲートを設置できる構造となっている。ドックを分割使用するため、排水用の暗渠及び舵井が二カ所あり、浮戸も二隻調達したようである。

b 建設材料

ドック本体の主要材料は、第一号、三号と基本的に同じと考えられる。「横須賀海軍船廠史」にはコンクリートを示す表記はみられないが、第二号ドックの建設時期には「混泥土(コンクリート)」という言葉がすでに使われていて、この頃からコンクリートの名称が定着したものであろう。セメントに関しては、同書の「大船渠築造事業要領」において「英国製及び和製セメント四百噸」と記されている

ことからセメントの呼称が定着し、明治八年に完成した官営セメント工場のポルトランドセメントが使用されたことが分かる。ただし、第一号、三号ドックと同様に、石灰と火山灰を大量に購入しており、ポルトランドセメントと水硬性石灰の両方を使用していたと考えられる。

石材については、第一号、三号ドックと同じ伊豆・相模産の同形状のものが使用され、その総数は二万七八〇〇個とされている。

◎横須賀ドックの施工法

横須賀ドックは日本で最初の本格的な洋式造船所ということもあり、施工中の古写真がいくつか残されている。それらの写真と廣井勇著「築港」などを参考に、三基の横須賀ドックがどのように建設されたのか、その施工法を検討した。

ドライドックの施工順序は、

- ① 渠口前面の海域に締切堤を構築する。
- ② 締切堤内の海水を排水し、ドライアップする。
- ③ ドック本体部分を掘削する(①と併行し、渠頭部から掘削)。
- ④ 掘削の床付け完了部分から渠底を構築する。
- ⑤ 渠底構築完了部分から渠壁を構築する。
- ⑥ 渠口部の完成後、締切堤を撤去する。
- ⑦ ドック前面海域の海底地盤を所定の深さに浚渫する。
- ⑧ 浮戸(フロートینگゲート)を曳航し、渠口部に設置する。

完成後、ドック内の海水をポンプで排除すればドライワークが可能となる。

この施工順序は現代とまったく同様である。機械技術力などを別とすれば、一九世紀後半の世界水準ではこうした基本的な水中土木の手法がすでに確立されていたことになる。ただし、現地は自立可能な

恵まれた土質で湧水がきわめて少なく、土留め・止水壁などは用いられなかったと想像される。それに對し現代では立地条件上、掘削に先立って土留め・止水用の矢板や地中連続壁などを施工することが一般的であり、悪条件の土質でも建設が可能となっている。したがってドライドック工法において現代と大きく異なる点は、施工機械と仮設材料の違い、及び構造材(石材と鉄筋コンクリート)によるものといえる。

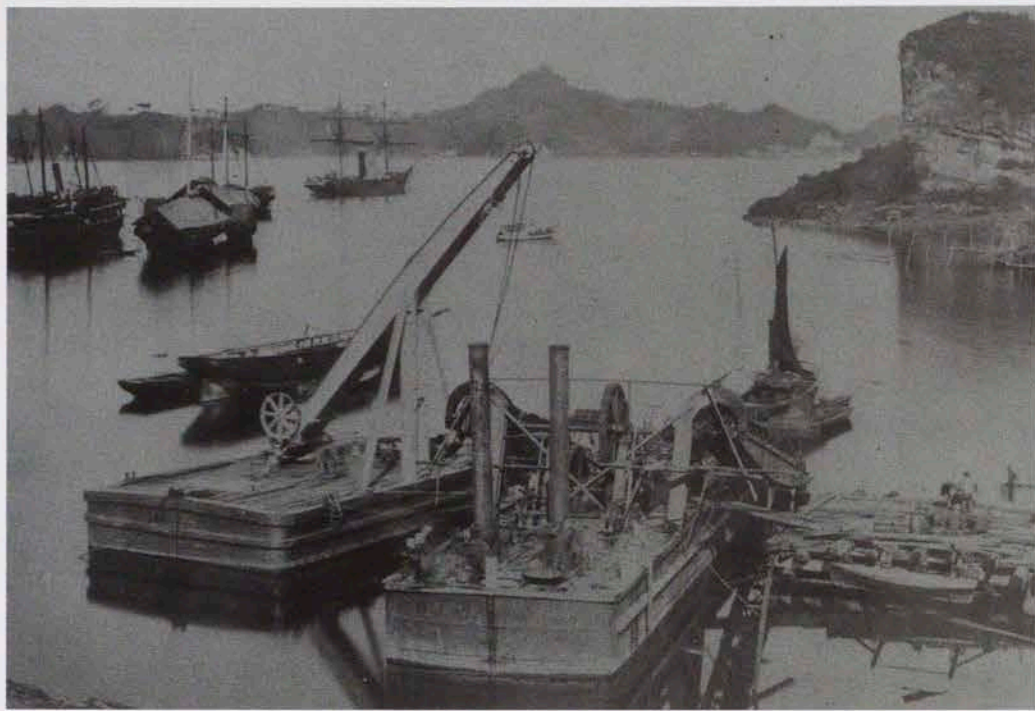
次に、前記の施工順序にしたがい、当時の施工方法を具体的に検討した。

a 二重締切工事と水替え(排水)

ドライドックの施工においてもつとも困難、かつ注意を要する工事の一つが、前面海域の締切工事である。これはドック本体をドライワークで施工するために不可欠な工事だが、海上での締切工事は現代でも難工事に挙げられる。設計・施工上の不備があれば、締切堤内を水替えしたときに堤防の崩壊や大量の湧水を引き起こす可能性があるからである。

当時どのように締切堤を構築したかは、今回の作業当初から非常に興味深い点であった。それがいかに難工事であったか、「横須賀海軍船廠史」の第二号ドック開業時に提出された「大船渠築造事業要領」には、次のように記されている。「船渠開鑿に関する工事中特に危険にして且名譽となすべきは渠口の外部なる海底浚渫の為渠口をはなること二百三十尺左右連続の遮堤長五百十六尺を築き蒸気脚筒二座を以て排水し同十六年十月土工職を指揮して鑿掘せしめ同十二月下浚地平三十三尺の深さに達す其の間遮堤は満々たる大面積なる海水を遮断して些少の障害もなく其の企図を果たせしは稀有の奇工にして専ら世人の喝采を得たり」。

ここでいう遮堤とは二重締切工を示し、その延長が約三〇〇メートルであったことが分かる。また、



浚渫船と引き揚げ機械：工事初期から使われていたと思われる浚渫船と引き揚げ機械。近代の機器の活用により効率よく工事が進められたことがわかる。横須賀市自然・人文博物館蔵

ただ、海側（締切工）からの湧水処理として、掘削に応じて釜場を設け、蒸気式唧筒（水中ポンプ）で水替えを行ったと想像される。

c 躯体構築工事

ドックの躯体は、前述したように石材と混泥土（コンクリート）からなる。渠底では掘削が完了した床付地盤上にコンクリートを打設し、その上に石材を敷き並べていく。渠壁では、前面（渠内側）に石材を数段に積み、背後にコンクリートを打つ。

コンクリートの練混ぜには、まだ混合機（コンクリートミキサ）は使用されず、練台と攪拌棒による人力混合であったと思われる。生コンクリートは現在より非常に硬練りで、蛸と呼ばれる道具で締め固めた。表面の石材の据付け工事では、石材重量が約一トン程度あることから轆と滑車を使つたと思われる。石材の目地にはモルタルが充填された。

浮戸（フローティングゲート）が接する戸当面では、とくに高い精度が要求される。この点においても、当時の石材加工技術と測量技術が相当高度なものであったことが裏付けられる。

d 締切撤去・浚渫工事

ドックの躯体完成を待って、締切工の撤去を行う。当時は矢板を打ち込むパイプロンハンマが存在しないため、木杭の引き抜きには起重機船あるいは浚渫船が利用されたのではないだろうか。

締切工の親杭、横矢板がおおむね撤去されたら、浚渫船により中詰め粘土及び腹付け石などが除去され、次いで所定の水深まで浚渫される。浚渫船は「横須賀海軍船廠史」に、第一号ドックでは泥浚渫機、三号ドックでは泥浚渫機、二号ドックでは泥浚渫機として工事費に計上されている。「築港」の浚渫機に関する記述などから判断して、掘揚式（グラブ）浚渫機や掬揚式（ディッパー）浚渫機が使用されたと思われる。

の点でも土堤で対処できると判断されたものである。なお、木杭の海上打設には杭打ち船が使用されたが、杭長から判断して滑車と重錘を用いた人力杭打機によつたと考えられる。

いずれにせよ、ヴェルニーらの技術指導を受けたとはいえ、これだけの大規模な海上工事は日本で初めてであり、明治初頭における高い技術水準には目を見張るものがある。

b 掘削工事

横須賀ドックの掘削工事に関する具体的資料は乏しく、「横須賀海軍船廠史」には、残土を湾内に投棄して埋立地としたこと、掘削土の運搬にアメリカ製運搬車あるいは馬車を用いたことなどが記されている程度である。当時の掘削工事の様子は、「旧・横須賀鎮守府庁舎&ドライドック」にある建設中の第一号ドック写真から幾分知ることが出来る。写真には、切り立った掘削面、掘削土を搬出した斜路、石材やコンクリートの吊り降ろし用と思われる足場、表層の緩んだ地盤を留めた木製の親杭や横矢板などが認められる。「築港」によれば「（一般に）掘削工事には、斜道及び捲揚機を用い、土石を運搬することを常とす」とある。当時すでに、曳揚式（バケット）掘削機や掬揚式（ディッパー）掘削機が存在していたが、現地は硬い土丹層であったことからこれらの掘削機は不適である。横須賀ドックでは原則として人力で掘削が行われ、この工事に多くの工期を要したものと考えられる。

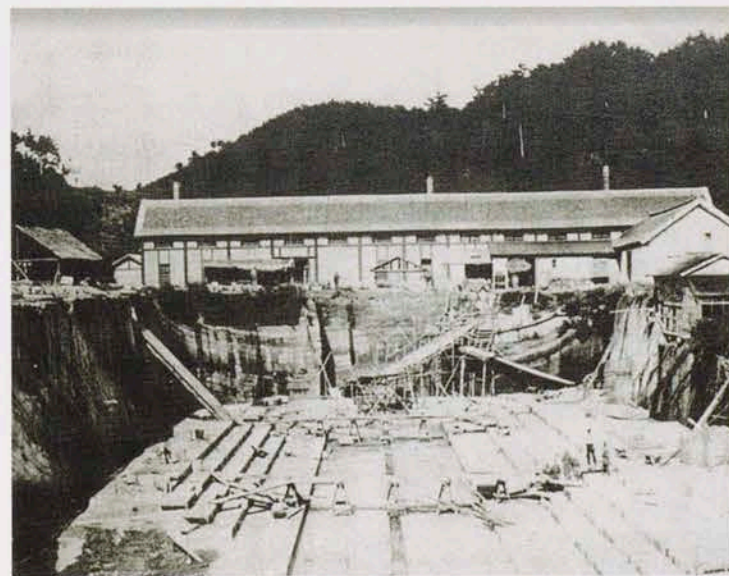
一般に水際での大型掘削工事において重視する点は、周辺地盤からの土圧・水圧対策と、止水・湧水処理対策である。横須賀ドックの場合、周辺地盤は自立する土丹層で土圧はほとんど作用せず、侵入する水も微量であるため、原則として土留め・止水工は不要であり、非常に恵まれた施工環境にあった。

◎復元作業を終えて

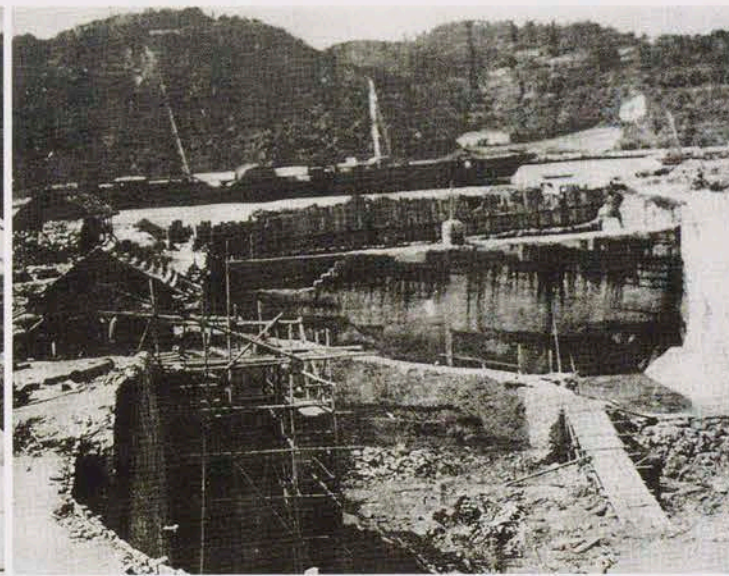
今回の作業は現存するドックが対象であり、「横須賀造船史」や「横須賀海軍船廠史」などの文献資料、石井コレクションの図面、東京大学生産技術研究所による現状調査報告書などが揃っていることから、当初は比較的容易と思われた。しかし、実際に作業を進めるうち、歴史的経緯や当時の造船手法、さらにドックの構造や施工法などに不明な点が多く、細部を詰めるのに長時間を要した。

横須賀ドックは現存しているが、現在は在日米海軍と自衛隊の共同施設として使用中という条件もあり、発掘調査などは行われていない。横須賀造船所自体の建築文化的な視点からの研究もまだ進んでおらず、肝心な部分へのアプローチがままならない観もある。しかし、そうしたなかで現地を訪れ、幕末から明治初頭にフランスと日本の技術協力によって完成したドックを目にすることができたのは幸いであつた。それは当初の想像をはるかに超える高度な技術水準を示す構造物であり、わが国初の大型海洋工事の記念碑ともいふべき存在であつた。近代工業技術の習得に情熱を燃やした先人たちの息吹が感じられる遺産であり、日本の近代化の幕開けを告げる出発点ともいえるであろう。今回の復元作業を通じて、より多くの方々が横須賀ドックの存在を知り、近代日本の原点への理解を深めていただければと願っている。

なお最後になったが今回の作業にあたり、横須賀市自然・人文博物館の安池尋幸氏、菊地勝広氏はじめ、米海軍横須賀基地の大森裕武氏、日仏交流史研究家のクリスチャン・ポラック氏、横浜国立大学教授の西堀昭氏、（財）海事産業研究所の長塚誠治氏、船の科学館の清水潔氏など、多くの方々にご協力戴いた。改めて御礼申し上げます。



同右：渠口部から渠頭部をみると、渠底には切揃えられた石材が敷かれ中央を排水路が通っている。正面の建物は木骨煉瓦造の鍛冶場（当時）である



建設中の第1号ドック 明治3年(1870)：渠頭部（陸側）から渠口部（海側）を写した珍しい写真、海水締め切りの木杭や掘削中のドックの現場風景がよくわかる 出典：日仏文化交流写真集

第一号、三号ドックにおいては、締切工が採用されたことを示す図面は確認できない。しかし、長浜つぐお著「旧・横須賀鎮守府庁舎&ドライドック」には、建設中の第一号ドックを渠頭側から渠口に向けて撮影された写真（三三六頁）が掲載されており、渠口先の海上には林立する木杭とタイロッドを留めた腹起が認められる。

一方、クリスチャン・ポラック氏所蔵の第三号ドックの建設中写真（二四頁）では、対岸から写したなかに二重締切はみられず、渠口前面が埋め立てられており、土堤による締切が採用されたと思像される。第三号ドックは規模が小さく、締切範囲や水深

第二号船渠潮止現図」と「築港」に示されている圍堰にみる事ができる。潮止、圍堰は、先の遮堤と同様、今でいう二重締切のことである。図によると木製の親杭を二列打ち、それをタイロッド（杭を固定する線材）でつなぎ、横矢板内には止水性を確保するための粘土を充填している。また、水替え時の締切工全体の安定を保つため、締切内外に腹付け石を置いている。この基本構造は現代とおおむね同じだが、木製の親杭や横矢板に代わって鋼矢板が使われ、中詰め土には砂が使用されている（鋼矢板の場合は止水性が高いため、粘土に比べせん断度の高い砂を用いる）。

第二号船渠潮止現図」と「築港」に示されている圍堰にみる事ができる。潮止、圍堰は、先の遮堤と同様、今でいう二重締切のことである。図によると木製の親杭を二列打ち、それをタイロッド（杭を固定する線材）でつなぎ、横矢板内には止水性を確保するための粘土を充填している。また、水替え時の締切工全体の安定を保つため、締切内外に腹付け石を置いている。この基本構造は現代とおおむね同じだが、木製の親杭や横矢板に代わって鋼矢板が使われ、中詰め土には砂が使用されている（鋼矢板の場合は止水性が高いため、粘土に比べせん断度の高い砂を用いる）。

の点でも土堤で対処できると判断されたものである。なお、木杭の海上打設には杭打ち船が使用されたが、杭長から判断して滑車と重錘を用いた人力杭打機によつたと考えられる。

いずれにせよ、ヴェルニーらの技術指導を受けたとはいえ、これだけの大規模な海上工事は日本で初めてであり、明治初頭における高い技術水準には目を見張るものがある。