

東京湾第二海堡における護岸法面の断面と建設順序の再検討

Revisiting the seawall slope sections and construction sequence
of Tokyo Bay Sea Fort No.2片山哲哉¹, 野口孝俊², 佐藤友美¹

1 太平洋コンサルタント・解析技術部

2 国土交通省・関東地方整備局横浜港湾空港技術調査事務所

概 要

第二海堡の右翼北岸に現存する護岸構造物は背後に掩蔽壕が迫り、公知の「日本帝国海堡建築之方法及景況説明書」とは断面が異なる。そのため、現地調査により断面と建設順序を検証した。海岸の間知石護岸の背面には埋立砂の流出防止用に粗石コンクリート壁が、陸側にはコンクリート基礎上に凝灰岩の石積擁壁が築かれた。この擁壁は背面がモルタル被覆され掩蔽壕前の通路に露出するが、海側は盛土法面が築かれたため被覆コンクリートと笠石によって隠された。最上位の防波パラペットは擁壁の直上（東側）または前面（中央・西側）に設けられた。関東大震災後は波浪の侵食により砂が流出し、西側で間知石護岸・法面が崩壊し擁壁・パラペットが転倒した。

キーワード：間知石護岸、石積擁壁、法面、被覆コンクリート、防波パラペット

1. はじめに

第二海堡の右翼北岸の護岸構造物は、現状の断面が「日本帝国海堡建築之方法及景況説明書」¹⁾とは異なり、防波壁の建設順序の解釈が困難であった。この点を解明する目的で、崩落部の踏査をもとに内部構造の検討を行った。本稿では便宜上、北側繫船場（突堤）の後方を「中央」、東側の区間を「東側」、西側の区間を「西側」、さらに西側の護岸工事の際の仮設構台を「鋼台」と呼ぶ（図 1）²⁾。海堡に使用された石材・骨材等の材料の原産地に関する調査結果は本シンポジウムで別途報告する³⁾。本稿はシンポジウムに先立ち公開した論文の内容に加筆したものである。セメント・コンクリートの分析と解釈は概要を公表済みで^{4),5)}、詳細は別途報告の予定である⁶⁾。

2. 護岸構造物

2.1 間知石護岸

北岸の防波護岸は安山岩の割石を用いた谷積みの石垣で、上部は急勾配である（図 2）。西側の区間では、最上部に大きな石を配置している。間知石護岸は西側の縁辺部が崩れつつあり、護岸復旧工事が進められた。未対策の部分は現在も内部に海水が侵入し、崩壊が進行中である（図 3, 図 4）。

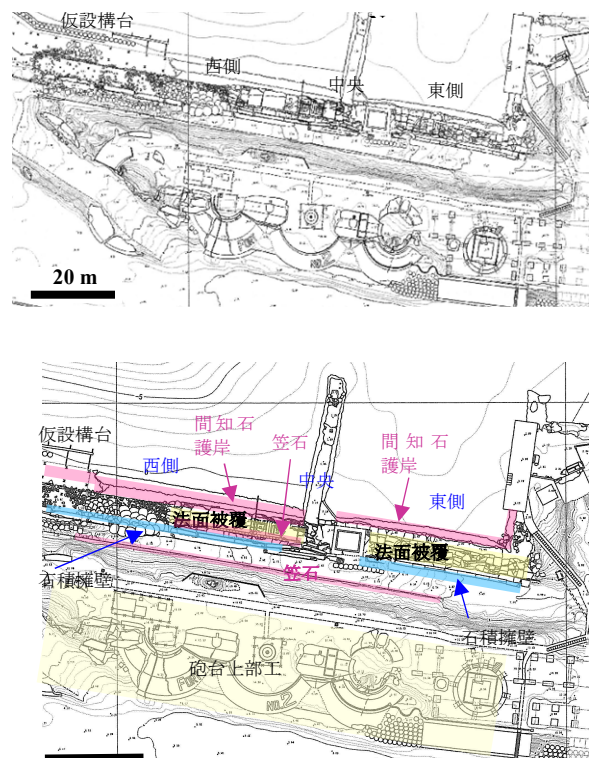


図 1 第二海堡の右翼北岸 (A) 位置図, (B) 護岸構造物の配置, 地形図：東京湾口航路事務所提供²⁾ 2015.3 に加筆



図 2 中央―西側：間知石護岸と法面被覆コンクリート
撮影：2019.8.15



図 3 西側：間知石護岸の西端部 波浪による崩壊 撮影：2014.10.20



図 4 西側：間知石護岸背後の粗石積み 波浪による西端部の崩壊の進行 撮影：2019.8.15

2.2 粗石コンクリート

間知石護岸の背後には、明治時代の「砲台建築仕法通則」⁷⁾の粗石に相当する壁が造られている。現代の用語では「粗石コンクリート」である。粗石コンクリート壁は、本来は陸側の法面の盛土と、それを被覆するコンクリートによって隠される部分であるが、法面が一部崩落している個所で内部が露出している（図 5、図 6）。

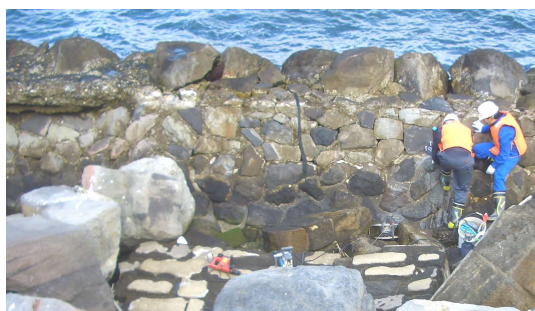


図 5 西側：間知石護岸背面の粗石積みの露出 充填していた砂が流失 撮影：2014.11.7

粗石の粒径は 30cm 程度で、相互に接触する 경우가多いが、接触せずにその間をモルタル状の材料が充填している個所もある。接触していない箇所は一見、服部長七の人造石の叩き工法による組織に類似する。しかしながら、薄片観察によると、この充填材料は人造石とは異なり、叩きによって締め固められた形跡がない⁹⁾。従って、これは粗石の間をモルタルに近いコンクリートが充填した「粗石コンクリート」の石積みである。

盛土法面の被覆コンクリートの脚部は、粗石積みの壁の上端より立ち上がっている（図 6）。



図 6 西側：間知石護岸背後の法面の崩落状況 撮影：2014.10.20

粗石コンクリートの陸側の面は、表層がモルタル被覆されており、埋立て砂はこの部分と接していた。このモルタルは石灰とセメントと砂より成り、海水によって砂が吸い出されないよう防水用に被覆されたものである（図 6）。



図 7 粗石積みの間詰めコンクリートの表層モルタル 撮影：2014.11.7

3. 擁壁の建設

3.1 擁壁の基礎

西側の海岸は間知石護岸の崩壊が進み、海水が侵入して、陸側の盛土や護岸の内側を充填していた砂が流失し砂浜ができている（図 8）。この部分は 1945 年頃にはコンクリートによって法面が被覆されていた（後述）。

西側から仮設構台の下にかけては、基礎コンクリート（高さ 60cm）の上に石積擁壁が載っている。コンクリートは場所打ちで、下面とぐり石との間に隙間が見える（図 9）。他の部分（中央・東側）の石積擁壁はコンクリート基礎が見えないが、西側と同一の水準にあると推察される。



図 8 西側：仮設構台の下 擁壁（左側）の海側を覆っていた法面盛土の崩壊に由来する砂浜 撮影：2019.8.15



図 9 西側：仮設構台の下 石積擁壁の基礎コンクリート 撮影：2019.8.15

3.2 煉瓦構造物

煉瓦擁壁： 石積擁壁の西側延長上（鋼櫓の下）には、海堡の輪郭が西端部に向かって膨らみ始める境界部に、煉瓦製の擁壁（イギリス積み）が存在する。この煉瓦壁は石積擁壁（図 9）と同一の高さのコンクリート基礎に載っている（図 10）。この基礎コンクリートは干潮時にのみ露出するが、建設時には満潮時にも地表に露出していたと推察される。なお、建設時に存在した間知石の護岸は、沈下と波浪による破壊が激しく、この位置では消滅している。

終戦直後に米軍が撮影した写真（後述）によると、当時は煉瓦の擁壁と石積擁壁は、盛土法面を覆う被覆コンクリートによって隠されていた。しかしながら、時間の経過とともに間知石護岸と被覆コンクリートの崩壊が進行し、その結果、被覆内部の構造物が露出するようになった。平成の護岸工事前には、煉瓦擁壁の上にコンクリート製のパラペットが連続して載っていた。



図 10 西側：仮設構台の下。擁壁の延長上の煉瓦擁壁。基礎コンクリート上に載る。撮影：2019.8.15

掩蔽壕： 掩蔽壕の煉瓦壁は、前面の塁道を挟んで、鋼櫓の下石積擁壁と並行している（図 11, 図 12）。これは掩蔽壕内に海水が越流しないように石積擁壁を設けたためである。擁壁の最上部のパラペットは、仮設構台の区間では失われている。



図 11 西側：仮設構台の下。石積擁壁と背後の掩蔽壕の関係 撮影：2019.8.15



図 12 西側：仮設構台の下石積擁壁（塁道側）と掩蔽壕の煉瓦壁。その間の塁道は土砂を埋め戻し。撮影：2014.10.20

第二海堡の右翼の西側には、27cm 隠頭砲の砲台跡が 2 つある。西側の砲台に近い掩蔽壕の入口（図 13）と内部（図 14）の様子を示す。煉瓦製の掩蔽壕（イギリス積み）の前の塁道には土砂が埋め戻され、掩蔽壕内にも土砂が厚く堆積しているため、仮設構台の下の煉瓦の擁壁と掩蔽壕の基礎の関係を直接確認できない。



図 13 西側：仮設構台と並行する掩蔽壕 土砂で埋め戻された掩蔽壕 撮影：2014.2.13



図 14 西側：仮設構台と並行する掩蔽壕の内部 土砂が流入・堆積している 撮影：2014.11.7

3.3 擁壁の用途変更

擁壁は、北側掩蔽壕の前面に連続する石積みの壁である。「富津市富津第二海堡跡調査報告書」⁸⁾では防波壁とされているが、正確には防波工背面擁壁である。この擁壁は建設当初は衝立状に聳え立っていたが、後に防波工背面擁壁として用途変更され、海側に盛土法面を築いた。そのため、擁壁の海側は法面被覆コンクリートにより隠されている。

西側の擁壁の厚さは凝灰岩質石材（60x30x30cm）の長手方向2個分で、1.2m ある（図 15）。写真の例では、通路側（右側）の石材は変則的なフランス積み $[(1/2)+(1)+(1)+(1/2)]$ である。擁壁の元の高さは天端が削られているために不明である。



図 15 西側：石積擁壁の上部の断面 左は海側の法面 撮影：2015.2.26

3.4 石積擁壁

西側の石積擁壁は連続しており、海側の面は不規則なイギリス積みである（図 16）。一方、掩蔽壕に面する通路側の石材は、表面がモルタル被覆されており、背後の石材の配置をみると変則的なフランス積み $[(1/2)+(1)+(1)+(1/2)]$ である（図 17）。



図 16 西側：仮設構台の下 石積擁壁の露出 建設後は盛土に被覆されていた 撮影：2019.8.15



図 17 西側：モルタル被覆の石積擁壁 掩蔽壕側の面 撮影：2015.2.26

仮設構台の下石積み擁壁は海側に傾いている（図 18）。これは基礎部分の土砂の海水による吸い出しや、背後の埋め戻しの土砂のはらみ出しの影響が考えられる。西側ではすでに擁壁の一部が海側に転倒しており（図 12）、断面を失った元の位置にはコンテナバッグが積まれている。転倒した擁壁の被覆モルタル層は種々の程度に風化しており、下面の石材が露出している。海岸に転倒した擁壁のブロック（2～3m 程度）は、鋼台上に仮置きされている。



図 18 西側：仮設構台の下 海側に傾く石積擁壁 撮影：2019.8.15

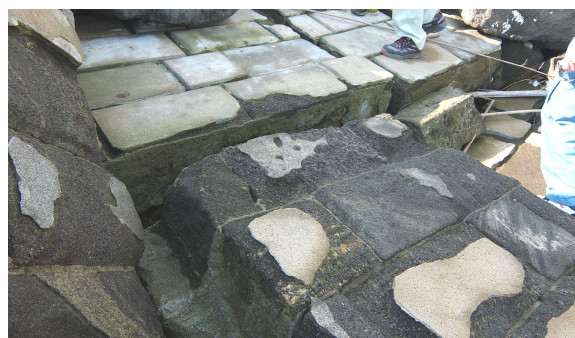


図 19 西側：海岸に倒壊した石積擁壁 掩蔽壕側の面 撮影：2014.10.20

東側の擁壁は、被覆コンクリートの崩落個所で特徴的なアーチ屋根の擁壁として連なって露出している（図 20）。海側の凝灰岩質の石材（60x30x30cm）は変則的なフランス積み $[(1/2)+(1)+(1)+(1/2)]$ で、天端に半円形に小口積み $[(1/2)+(1/2)+(1/2)+(1/2)]$ で2層を積み上げているが（図 21、

図 22) アーチの機能はない。建設当初は意匠性を凝らした防波壁であったが、後に海側の面を盛土とコンクリートに覆われて隠された。擁壁の石材の海側の表面には、採掘時の鑿の跡が比較的新鮮な状態で残っている。これは擁壁の建設後、盛土の砂に被覆されたためであろう。



図 20 東側：アーチ状擁壁の 3 連部分の露出と上部パラペット
撮影：2014.2.13



図 21 東側：被覆コンクリートの崩壊により、擁壁が露出
撮影：2014.2.13



図 22 東側：アーチ状擁壁，変則的フランス積み 撮影：
2015.2.26

3.5 盛土の被覆

擁壁の海側は砂で盛土され、法面を形成している。法面コンクリートの崩落箇所において（図 23），内部の盛土の積層状況や背後の石積み擁壁との関係を確認できる。

東側の盛土は、二枚貝の殻を含む礫混じり砂である（図 24、図 25）。厚さ 20cm ほどの積層構造が認められる。積層は概ね水平であるが、一部で擁壁側に高く、海側に低く傾いている。これは砂を陸側から投入したことを示唆する。貝殻の凸面が下向きのものがあることから（図 25），海岸の波打ち際のような自然の水流の影響下での堆積（凸面が上向きに揃う）とは異なっている。これは砂がランダムに投下されたことを示す。1894 年改正の「砲台建築仕法通則」⁷⁾では巻出し厚 20cm とされており、それに相当する。



図 23 東側：被覆コンクリート下の盛土の海砂 撮影：2018.9.7



図 24 東側：盛土の海砂と背面の擁壁（右）との接触状況
撮影：2018.9.7



図 25 東側：盛土の礫交じり海砂の積層状況 撮影：2018.9.7

西側の盛土も二枚貝の殻を含む砂であるが、粒度に大きな違いがなく、貝殻の向きはランダムで、明瞭な成層状態は認められない（図 26、図 27）。盛土の砂の巻出し厚を確認するには、現地で地層としての盛土の表面を転写・採取し、室内で堆積構造を詳細に検討することが望ましい。



図 26 西側：被覆コンクリート下の盛土の海砂 撮影：2018.9.7



図 27 西側：盛土の海砂の巻出し状況 撮影：2018.9.7

3.6 法面被覆コンクリート

これは盛土を上から押さえるためのコンクリートスラブで、厚さは場所により異なり（厚さ 20-40cm）、無筋である（図 23, 図 26, 図 28）。高さ 30cm 程度で打継がれている。盛土の砂の流失箇所では、最近の 5 年程度で打継面に沿って割れ、崩落している（図 29）。無筋のスラブは曲げ耐力が低いため、支持基盤を失ったことにより、撓んで折れて崩落したものであろう。

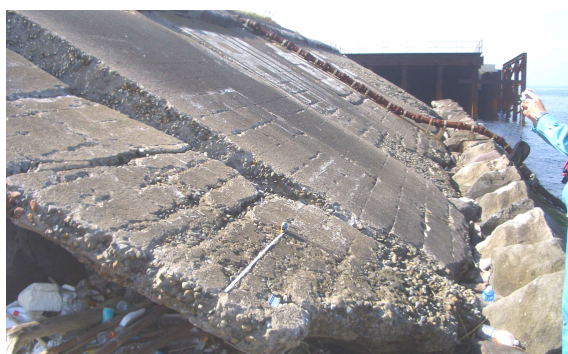


図 28 中央—西側：法面被覆コンクリートの撓み 撮影：2014.10.20



図 29 中央：法面被覆コンクリート：打継ぎ目に沿って崩落 撮影：2019.8.15

3.7 笠石

法面被覆コンクリートの上端を押さえる笠石は、東側では場所打ちコンクリートで（図 30）、その上面は犬走を兼ねている。一方、西側の笠石は大型の直方体に切り出した安山岩（図 31）である。



図 30 東側：コンクリート笠石（矢印）と上部のパラペット 撮影：2018.9.7



図 31 中央—西側：法面の被覆コンクリート上の安山岩笠石 撮影：2014.11.7



図 32 西側：崩壊した被覆法面の頂上より落下した安山岩笠石 撮影：2019.8.15

塁道に面する掩蔽壕の煉瓦壁には、頂上に小型の安山岩の笠石が載っている（図 33）。この笠石の上は、砲台の北側斜面を形成する土壌が被覆している。笠石の安山岩は表面が塩類風化により種々の程度に窪んでいる。これは被覆法面や掩蔽壕が海水の飛沫帯に位置するためである。



図 33 西側：煉瓦壁の上の安山岩笠石 塩類風化を受けている 撮影：2014.10.20

3.8 防波パラペット

石積擁壁の前面（西側）や上部（東側）には、背後の掩蔽壕への越波防止のために、堤防状のパラペットコンクリートが設置されている。その手前（海側）には犬走が設けられている。東側では、笠石と犬走、パラペットがアーチ状擁壁の上に直接載る（図 20, 図 30, 図 34, 図 35）。アーチ状擁壁は意匠性に富み、3 連構造が東西方向に連続するが、これらは建設後、海側に法面を築くための背面擁壁となり、上にパラペットを載せて隠されてしまった。



図 34 東側：パラペットが擁壁に直接載っている 撮影：2014.2.13



図 35 東側：犬走のコンクリートスラブがアーチ状の石積み擁壁の頂部に直接載っている 撮影：2018.9.7

西側では、パラペットと犬走は石積擁壁の手前（海側）に設置されており（図 36, 図 37）、擁壁に直接載っていない。パラペットにはアルカリシリカ反応によるひび割れとゲルの浸出が認められる（図 38）⁹⁾。



図 36 西側：安山岩の笠石上の犬走と陸側のパラペット 撮影：2014.11.7



図 37 中央—西側：パラペットを石積擁壁（頂部を草が被覆）の海側に配置 撮影：2014.11.7



図 38 西側：パラペットの陸側面 撮影：2014.11.7

4. 護岸構造に対する考察

4.1 既往資料における下部工の断面

第二海堡の断面図として有名なのは、陸軍が 1906 年 10 月（明治 38）に米国の要請を受けて提出した資料「日本帝国海堡建築之方法及景況説明書」のなかの図りである。これはアメリカ国立公文書記録管理局（NARA）に収蔵され、「東京湾第三海堡建設史」¹⁰⁾に対訳が出ているので、引用する（図 39）。これによると、間知石護岸の上には右翼北岸と同様、コンクリートで被覆された高い盛土法面が載っているが、背後には掩蔽壕や塁道が存在しない。このことから、この断面図は、第二海堡の左右両翼の要の位置に当たる、中央の円形護岸ではないかと推測される。

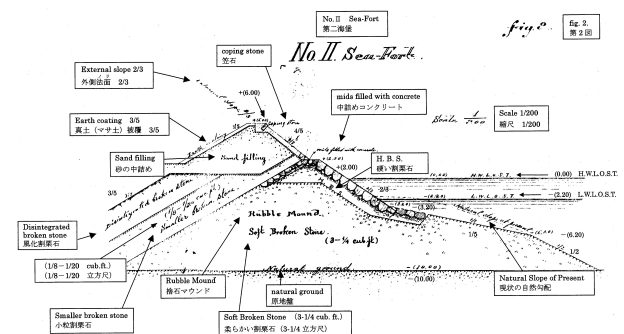


図 39 第二海堡の断面図：「東京湾第三海堡建設史」¹⁰⁾ p.457, 国土交通省関東地方整備局東京湾口航路事務所, 元図は「日本帝国海堡建築之方法及景況説明書」¹⁾ 1906（明治 39）, NARA 所蔵

一方、第二海堡の基礎の断面図として、別に陸軍築城部の資料¹¹⁾(図40)がある。こちらは間知石護岸の上部に高い防波法面が築かれる前の、人工島の完成時の姿である。この上に衝立状の石積擁壁(建設時は防波壁)や、高いコンクリート被覆法面は描かれていないので、この断面は本稿が対象とする右翼北岸に適用できるであろう。

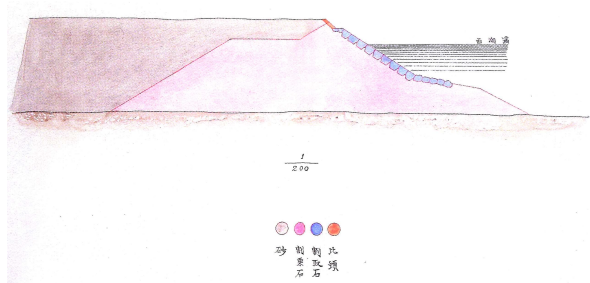


図40 第二海堡の基礎断面図： 陸軍築城部(編)「現代本邦築城史第2部第1巻東京湾要塞築城史附録」第二海堡基礎ノ図, 1943, 国立国会図書館蔵 一部拡大

4.2 護岸に使用した石材

人工島の完成時期は1899年6月(明治32)⁸⁾とされている。これが図40のような島の基礎部分の完成か、図39のようなコンクリートで被覆された高い防波用法面を含むのかどうか、詳細は不明である。

陸軍省の記録「密大日記」によると、人工島の完成直前の1897年2月(明治30)には、使用予定の煉瓦(107万個)やセメント(3000樽)の購買予約に関する記述がある¹²⁾。この煉瓦とセメントの量は、第二海堡の地下構造物(掩蔽壕・発電所・倉庫等)や砲台建設の全量に匹敵するであろう。

1898年2月(明治31)には、新年度早々に相州割取石(中・小)や割栗石、砂・真土・石灰が必要¹³⁾とある。割取石とは方形の堅石である¹⁴⁾。石材の切石と割石は区別され、割石は火成岩(安山岩・花崗岩)のような堅石を矢穴と楔で直線状に割り取ったものである。割取石が割石であるならば、神奈川県早川～真鶴一帯の箱根火山の安山岩の分布域に数か所候補地がある^{3),10),15)}。人工島の外周護岸はすでに安山岩の大型の間知石で完成済みであるので、相州割取石は大小の笠石用の安山岩の可能性もある。第二海堡の右翼北岸の東側の法面の頂部には、コンクリートの笠石が現場施工されている。これは安山岩石材の数量不足を補ったか、作業性を重視したものであろう。

石材採取に関する語句は、第二海堡の根固め用の海中への捨て石として相州勝力の石材(堆積岩)を「切出」¹⁶⁾、第一海堡の砲台建設に適すとされた備前犬島の花崗岩(火成岩)を「切出」や「斫出」¹⁷⁾とされている。このことから、「切出」は現代と同様、用語の使用に融通性がある。第二海堡では、被覆壁割取石の疊贅が地震により多少緩んだとの記述がある¹⁸⁾。この被覆壁は堤防や突堤の文脈のなかで述べられているので、堆積岩の石積擁壁ではなく、安山岩の間知石護岸を指すのであろう。

なお、可能性は低いですが割取石が四角く切り出された石材一般を指すならば、一部の軟質の安山岩(真鶴岬)の切石や、堆積岩(凝灰岩・凝灰質礫岩・砂岩)も含まれる。その場合は掩蔽壕の前の石積擁壁が相当し、建設時期は笠石よりも早くなる。凝灰質岩の石材産地として、三浦半島の鷹取山や房総半島の鋸山が指摘されている^{3),10)}。

4.3 擁壁の建設時期

第二海堡の基礎上部の着工は1900年3月(明治33)¹⁹⁾とされている。「基礎上部」とは曖昧な表現であり、現代の用法における下部工・上部工の「上部工」とは同一視できない。おそらく基礎上部の原義は、平坦な人工島の上に新たに建設する高位の護岸構造物で、衝立状の石積み擁壁や、擁壁の海側にもたれかかる背の高い盛土法面を指すものであろう。基礎上部の着工に際して、砲台地上部の備砲計画が論じられていることから²⁰⁾、工事は最初に砲台の地下部分である関連施設(煉瓦構造物や掩蔽壕)の建設から開始したと推察される。

野外観察によると、石積み擁壁とその延長上の煉瓦壁は、基礎コンクリートが同一水準にある。背後の掩蔽壕は基礎部分を直接視認できないが、入口の概略の位置関係からみて、その基礎コンクリートは擁壁や煉瓦壁と同一の水準にあると予想される。以上のことから、第二海堡においては、砲台地下の掩蔽壕(上部工)と石積み擁壁(現代の一般的な用法では下部工)は、平坦な人工島の上で同時に建設が開始したと推察するのが妥当である。

擁壁の建設時期については、海岸への近道の新設に関する記述があり²¹⁾、それによると1902年1月(明治35)には掩蔽壕の正面に塁道を挟んで軟石被覆壁(石積擁壁)が存在していたことが分かる。従って、この石積擁壁(建設時は衝立状の防波壁)は1902年以前に完成していたであろう。但し、この時点で擁壁の海側の盛土法面や被覆コンクリート、その上の笠石や防波パラベットが完成していたかどうかは記録がない。しかしながら、第二海堡を取り巻く背の高い法面被覆コンクリートと笠石は、NARAの資料¹⁾から、1906年までには完成していたといえる。

なお、1900年代は我が国におけるセメント製造技術の堅窯(徳利窯)焼成から回転窯焼成への転換期に当たる²²⁾。そのため、コンクリート中のセメントの性質を調べることで、凡その建設時期や前後関係が推定できる可能性がある^{4),5),6)}。当時の使用セメントには輸入品も含まれていたように、そのような手法を別途試みる価値はあろう。

4.4 北側護岸断面の模式

護岸の断面を模式的に描くと、図41のようになる。より正確には、関東大震災以降の沈下に伴う変形や海水位の変化、石積み擁壁の基礎コンクリートを考慮する必要がある。東西の主な違いは、パラベットは西側で擁壁の海側に配置されているのに対し、東側では擁壁の上に載っている。また、被覆コンクリート上の笠石は、西側で安山岩であるが、東側では場所打ちのコンクリート製であった。

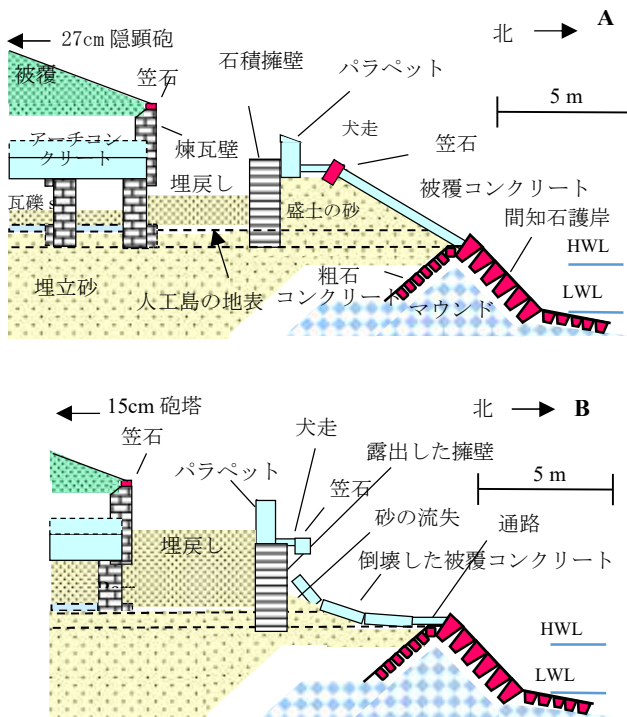


図 41 第二海堡右翼北岸の断面概念図 既往資料⁶⁾を改変
(A) 西側の健全部：安山岩の笠石、(B) 東側の崩落部：コンクリートの笠石、湾口航路事務所資料²⁾をもとに作成

4.5 法面被覆コンクリートの古い写真から読めること

米国海軍が終戦直後（1945 年 8 月）に第二海堡に上陸した際に撮影した記録写真²³⁾には、まだ崩壊の進んでいない右翼北岸の護岸構造物を見ることができる。元の全景写真（上）と、一部を拡大した写真（下）を併せて示す。

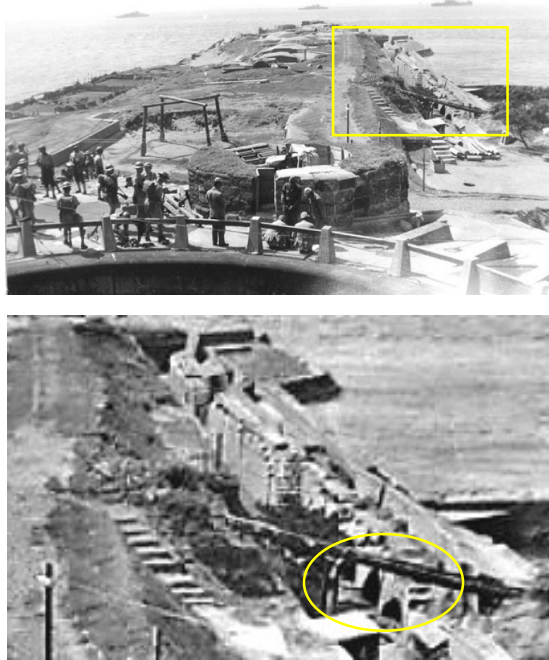


図 42 第二海堡右翼北岸の擁壁：撮影 1945 年 8 月米国海軍²³⁾
上：全景 下：拡大、出典: Ralph Harris, “WW II: Okinawa - An account of a small ship’s actions in the last big naval battle of the war”, 2007, The USS Pavlic APD-70. <http://www.usspavlic.org/images/ch5-img1L.jpg>

図 42 の全景写真（上）は中央砲塔から右翼側に向かって撮影されたものである。四角い枠内を拡大すると（下）、北側の海岸の東側（右下）から西側、さらに仮設構台側（中央上）に向かって、直線状の掩蔽壕、谷状の塁道、海側に聳え立つ衝立状の擁壁、上部のパラペットが認められる。

東側には（楕円で囲む）、海側のアーチ状擁壁（図 20）の裏側（掩蔽壕のある塁道側）に、円弧状の影を有する多連式のアーチ状の擁壁と、そこへ登る階段が見える。現在は塁道を擁壁の頂上付近まで土砂で埋め戻してあり、擁壁の陸側のアーチ構造を確認できない。そのため、埋没したアーチ擁壁は図 41B の断面概念図に反映させていない。

図 43 の全景（上）は第二海堡の北側の洋上から撮影されている。拡大写真（下）では、向かって左は東側、右は中央の繋船場である。東側の法面被覆コンクリートは概ね健全で、当時は陥没が一部に限られている（楕円で囲む）。上部にはパラペットが連続するが、繋船場へ降りる場所のみパラペットが途切れ、背後に掩蔽壕と擁壁が見えている。

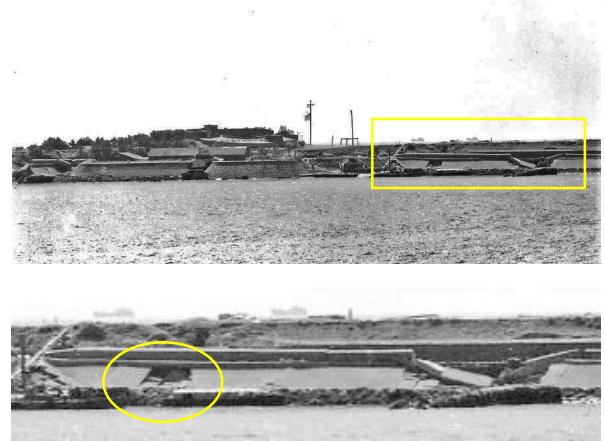


図 43 第二海堡右翼北岸の擁壁（東側-中央に相当）：撮影 1945 年 8 月米国海軍²³⁾、上：全景 下：拡大、出典: Ralph Harris, “WW II: Okinawa - An account of a small ship’s actions in the last big naval battle of the war”, 2007, The USS Pavlic APD-70. <http://www.usspavlic.org/images/ch4-img7L.jpg>

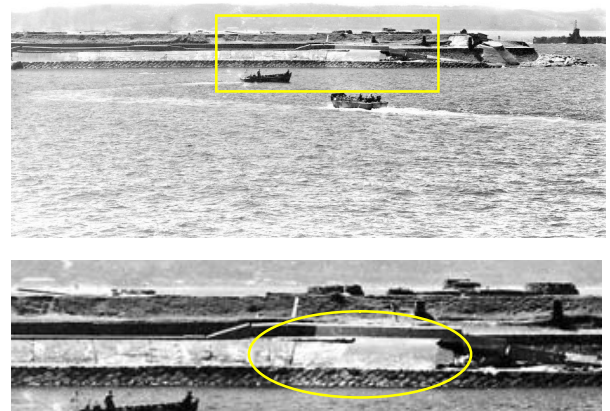


図 44 第二海堡右翼北岸の擁壁（西側-鋼台に相当）：撮影 1945 年 8 月米国海軍²³⁾、上：全景 下：拡大、出典: Ralph Harris, “WW II: Okinawa - An account of a small ship’s actions in the last big naval battle of the war”, 2007, The USS Pavlic APD-70. <http://www.usspavlic.org/images/ch4-img8L.jpg>

図 44 の全景（上）も海堡の北側洋上から撮影されたものである。拡大写真（下）は、護岸の西側からさらに西側の仮設構台の位置を含む。間知石の護岸は、現在鋼台の部分で崩壊し消失しているが、終戦当時は連続して存在すること、但し砲台の西端（写真の右端）に向かって沈下が進み、高さが徐々に減少している様子が見て取れる。法面被覆コンクリートもほとんどの場所で健全な状態にあることから、背後の煉瓦壁の部分（楕円で囲む）は隠されて、右端以外は露出してない。法面被覆コンクリートの上には、一部の区間でパラペットと、背後に掩蔽壕が連続して見えている。

このように、第二海堡の右翼北岸は外周を法面被覆コンクリートとパラペットに取り巻かれており、内部に擁壁が存在する。その構造から、擁壁は法面被覆に先行して建設されたと判断できる。

施工の観点からすると、護岸上部の法面被覆やパラペットの完成を待って、上部構造の掩蔽壕の建設を開始するのは時間的に無駄があり、不合理である。第二海堡の石積み擁壁と煉瓦擁壁、背後の掩蔽壕は、完成後の人工島では同一レベルの基礎にある。そのため、現代の分類で下部工とみなされやすい護岸の擁壁は建設が先で、上部工の掩蔽壕は建設が後、という図式を当てはめずに、これらは同時に建設が開始したと考えるのが合理的である。

5. まとめ

第二海堡の右翼北岸に残存する護岸部の断面の観察に基づき、以下の結論を得た。

- 1) 護岸部の構造は、有名な「日本帝国海堡建築之方法及景況説明書」の断面とは異なる。
- 2) 構造物の建設順序は、間知石護岸→護岸背面の粗石→砂の充填（人工島完成）→石積み擁壁→海側に砂の盛土→法面形成→コンクリート被覆→笠石→防波パラペットである。
- 3) 東側のアーチ状防波壁（変則的なフランス積み）は意匠性を凝らして建設されたが、後に用途変更により、上にパラペットを載せて法面の背面擁壁となった。どの程度の時間で用途変更されたか、不明である。
- 4) 西側の石積みの防波壁は（不規則なイギリス積み）、手前の盛土部分にパラペットを載せ、防波工の法面の背面擁壁となった。
- 5) 関東大震災以降、波浪の侵食により盛土や充填していた砂が流失し、その結果、間知石護岸や法面の崩壊が進行して、石積みの背面擁壁やパラペットが転倒するようになった。
- 6) 西側から仮設構台にかけての掩蔽壕の煉瓦構造物と石積みの背面擁壁は、同一レベルのコンクリート基礎上に建設された可能性がある。掩蔽壕と石積みの背面擁壁は人工島の基礎の完成後に、おそらく同時期に建設されたものであろう。

参 考 文 献

- 1) 陸軍省：日本帝国海堡建築之方法及景況説明書，1906（明治39），アメリカ国立公文書記録管理局（NARA）蔵
- 2) 東京湾口航路事務所資料 2015.3
- 3) 片山哲哉，野口隆俊，安藤陽子，佐藤友美，広野真一：東京湾第二海堡における石材と骨材― 岩石学的特徴と原産地の探索― 歴史遺産の地盤工学研究に関する研究シンポジウム，2019, 10.
- 4) 安藤陽子，片山哲哉，佐藤友美，野口孝俊：第二海堡に使用されたコンクリートの岩石学的評価，セメント・コンクリート論文集，No.69, pp.543-549, 2015.
- 5) 安藤陽子，片山哲哉，野口孝俊，久保善司：100年以上が経過した第二海堡に使用されたコンクリートの岩石学的観察および長期耐久性，セメント・コンクリート論文集，No.71, pp.448-455, 2017.
- 6) Katayama, T., Ando, Y., Sato, T., Hirono, S., Mukai, K., and Noguchi, T.: Petrography, long-term durability and mix proportions of concretes in an artificial island Daini Kaiho sea fort No.2) at Tokyo bay, constructed in the early 20th century, 41st International Conference on Cement Microscopy, San Diego, USA, 20p, 2019. (accepted)
- 7) 陸軍工兵方面本署：砲台建築仕法通則，明治27年5月改正，現代本邦築城史，第一部第二巻，築城機関及び業務，1894
- 8) 東京湾口航路事務所：富津市富津第二海堡跡調査報告書 国土交通省関東地方整備局，2014, 140p
- 9) Ando, Y., Katayama, T., Hirono, S., Sato, T., and Noguchi, T., Oldest example of alkali-silica reaction in Japan – Tokyo bay sea forts No. 2 and No.3, constructed 120-100 years ago. Proc. 15th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction, Sao Paulo, Brazil, 10p, 2016.
- 10) 東京湾口航路事務所：東京湾第三海堡建設史，pp.180-184, 2005.
- 11) 陸軍築城部（編）：現代本邦築城史，第2部第1巻，東京湾要塞築城史附録「第二海堡基礎」図，1943，国立国会図書館蔵
- 12) 渡瀬昌邦：工兵1方面より建築用材料購買予約の件，陸軍省「密大日記」C03023087400, 1897（明治30）。
- 13) 石本新六：築城部より前年度に於いて契約の件 陸軍省「密大日記」C03023105100, 1898（明治31）。
- 14) 明治工業史 土木篇，第9編 軍事土木，第一章 陸軍の部，第4節 海堡工事の一般，第一 海堡敷地の構成 pp.856-860. 工学会，1929
- 15) 浄法寺朝美：日本築城史―近代の沿岸築城と要塞，1971， 344p. 原書房
- 16) 小沢武雄：相州三浦郡勝山山樹木伐採の件 陸軍省大日記 C06081079600（明治23）
- 17) 陸軍省：東京湾臨時建築署伺備前犬島花崗岩石研出方の件 陸軍省大日記，C09071266400, 1883（明治16）
- 18) 榊原昇三：第五号築城部東京湾第二海堡其他震災損害に関する件，陸軍省「密大日記」C03022962900, 1909（明治42）
- 19) 塩屋方国：東京湾要塞検閲報告の件，陸軍省「軍事機密大日記」，C02030450800, 1901（明治34）。
- 20) 石本新六：第二海堡基礎上部建設着手の件，陸軍省「軍事機密大日記」，C02030412300, 1900（明治33）
- 21) 石本新六：第二海堡内海軍衛所用周辺通路開設の件，陸軍省大日記，C10071507100, 1902（明治35）。
- 22) 台信富寿：明治・大正期におけるセメント製造技術の変遷―小野田セメント製造株式を例として― 山口大学各位論文，2007.
- 23) Ralph Harris: WW II: Okinawa -An account of a small ship's actions in the last big naval battle of the war. 2007, The USS Pavlic APD-70, <http://www.usspavlic.org/images/ch4-img7L.jpg>
<http://www.usspavlic.org/images/ch4-img8L.jpg>
<http://www.usspavlic.org/images/ch5-img1L.jpg>

(2019.11.30 改訂)