

神奈川台場建設技術に関する一考察 A Study on Kanagawa Daiba Construction Technology

野口孝俊¹

1 関東地方整備局・横浜港湾空港技術調査事務所

概 要

神奈川台場は1860年に横浜港の開港に併せて徳川幕府の外交施策を反映して築造された台場である。勝海舟の設計による西洋式築城技術を採用した施設である。本稿は建設時の記録文書から台場築造技術に関わる部分の知見をとりまとめた。更に、先駆事例である品川台場の築造技術から神奈川台場との類似技術を整理し、その結果を踏まえて、建設記録資料が少ない神奈川台場の施工計画の考察を行った。

キーワード：台場、築造技術、江戸幕末、横浜開港、品川台場

1. はじめに

1859年（安政6）5月、幕府は伊予松山藩に命じ、勝海舟の設計により神奈川宿前面海域に海上砲台を築造した。台場は総面積約29000m²で海に突き出た陵形であり、約5万両の費用と工期約1年を要して1860年（万延元）6月竣工した。

1858年（安政5）に日米修好通商条約を締結し、翌年1860年（万延元）6月2日に横浜港が開港した。この条約は一般的に不平等条約と認知されているが、インドの植民地（1773年）や中国の敗戦国条約（1842年）とは異なる交渉条約として成立している。当時の日本の国力を踏まえると、日本が戦争せずに締結させた条約であったことは知られていない。

通常、砲台は外国船の入港阻止を目的に沖に向けて砲台を築造するが、神奈川砲台の正面方向は、図1に示すように開港した波止場前面海域に向いており、いつでも沖に停泊している外国の艦船を狙える体制を整えたものである。つまり、対等の立場で交渉した条約結果を踏まえた上での横浜開港であり、何時でも鎖国状態に戻り、アジア各国のように植民地化されないとの意思表示を行ったということが推察され、歴史上において日本国家として明確な意思を示した証拠物件であると言える。

神奈川台場は実戦に使用されることがなく、1899年（明治32）2月に廃止されるまで、礼砲用³⁾として使われた。その後、台場周囲の海域は1906年（明治33）頃から埋め立てられ、現在、石積の一部が露頭している以外は土中に存置されており、横浜市における周知の埋蔵文化財包蔵地に登録との扱いである。一方、同時期に建設された品川台場は1916年（大正5）国史跡に指定され文化財として保存されている。

神奈川台場が地下に存在する地域は、「東高島駅北地区



図1 神奈川台場位置

（日本海軍水路寮作成海図「武蔵國横濱灣」の一部²⁾に追記）

土地区画整理事業⁴⁾が進行しており、台場保存に向けた協議会が設立され、検討が進められているが、現時点においては文化財調査も限定的であり、建設技術に関する報告は品川台場に比較すると少ない。また、既往資料からの建設数量の整理はされているが、施工法や施工計画などの築造技術に関する研究は実施されていない。地方自治体は、歴史的資産としての台場や運河などが存在しており、今後、適切に調査を行った上で開発計画との整合性を図りながら、保存方法や活用方法については検討するとしている。

表 1 神奈川台場の出来事と日本の主な情勢

| 和暦 | 西暦 | 神奈川台場周辺の主な出来事 | 日本の情勢 |
|--------------|------|--|---|
| 嘉永6年 | 1853 | | アメリカ・東インド艦隊指令ペリー、浦賀に来航 |
| 嘉永7年 安政1年 | 1854 | | 日米和親条約（神奈川条約）を締結、下田と函館が開港 |
| 安政2年 | 1855 | 大村益次郎神奈川台場周辺の測量実施 | 7月品川台場1から3番竣工 |
| | | | フランスの軍艦が箱館に入港時に副艦長から指導を受け、函館奉行所が大砲設計図や稜堡の絵図面を写し取る |
| 安政4年 | 1857 | 幕府、松山藩に武州神奈川周辺警備を命ず 勝海舟「台場建言書」記す 松山藩神奈川宿並木町に台場を築造 | 日米下田協約を締結、長崎が開港 |
| 安政5年 | 1858 | 幕府、松山藩に「武州神奈川周辺警備場所の儀同宿境芝得生村（横浜市西区辺り）より北之方川崎宿（川崎市川崎辺り）」までの海岸警備を命ず 松山藩漁師町一カ所の台場建設を申し入れ、築造許可と築造場所の調査を命ず | 日米修好通商条約を締結 |
| 安政6年 | 1859 | 5月佐藤政養杭打ち帳張り開始 | 神奈川（横浜）開港6月2日 |
| 安政7年 万延1年 | 1860 | 6月神奈川台場竣工 | 勝海舟、福沢諭吉、ジョン万次郎など咸臨丸でアメリカへ出航 |
| 文久1年 | 1861 | 神奈川砲台より21発の礼砲 | |
| 慶応2年 | 1866 | | 函館五稜郭竣工、竜岡五稜郭竣工 |
| 明治元年 | 1868 | 明治天皇東幸の際に祝砲 | |
| 明治32年 | 1899 | 神奈川砲台の陸軍省管轄終了 | 横浜居留地廃止 |
| 明治39年 | 1906 | 東取渡道外側に埋立て星野町設置 | 日本鉄道を国有化 |
| 明治40年 | 1907 | 陸軍省から大蔵省に引き継ぎ鉄道省に移行 | |
| 大正13年 | 1924 | 鉄道省東高島駅開業 | 大正12年関東大震災の復旧工事 |
| 昭和5年 | 1930 | 橋本町一丁目地先水路公有水面埋立願 | |
| 昭和8年 | 1933 | 西取渡道外側に棉花町地先埋立竣工 | |
| 昭和20年 | 1945 | 三菱重工横浜造船所台川埋立（台場隣接地） | 横浜大空襲 |
| 昭和22年 | 1947 | 台川・橋本町埋立（台場隣接地） | |

品川台場に続けて築造された神奈川台場は、貴重な歴史的施設であることから、開発行為が進行している状況において保存に向けた検討が急務であると考えられる。

本稿は、建設時の記録文書から台場築造技術に関わる部分のとりまとめを行った。次に、先駆事例である品川台場の築造技術から神奈川台場との類似技術を整理して、その結果を踏まえた上で、建設記録資料が少ない神奈川台場の施工計画の考察を行った。なお、本稿では石垣でなく石積として標記を統一した。

2. 神奈川台場の概要

2.1 松山藩の神奈川警備と神奈川台場の建設意義

神奈川台場の主な出来事と国内情勢について表 1 に示す。1854 年（安政元）のペリー再来航以来、江戸幕府は横浜を開港地と決定し、神奈川の海岸防御体制を固めることになる。幕府は 1855 年（安政 2）に大村益次郎らに横浜周辺の海上測量を実施させ、1857（安政 4）松山藩に「武州神奈川辺御警備」を命じている⁵⁾。この台場の設計は勝海舟との記録⁶⁾もあり、幕末における歴史上人物が関与した海上に築造した人工の地盤構造物である。

1863 年（文久 3）9 月 25 日にフランス領事館書記官と神奈川奉行所との台場築造に関する会議録では、神奈川台場の存在に対して外国人は苦情を申し立てた⁷⁾とある。

この会議は新たに弁天社地海岸（開港地に近い場所）に砲台を築造したいとの幕府の申し入れに対して、各国一同

危機の念を持っており、建設すれば兵士により取り壊すと回答している。神奈川砲台は、既に諸外国にとって脅威となっていたことになり、新たな台場の建設は戦争にも発展するほどの大きな事案であることから、神奈川台場の建設意義は大きかったと推測されるが、この件についての研究は進んでいない。

2.2 神奈川台場の形状

神奈川台場の構造は、海側方向に向けた鋭角状の半星形状であり、「こうもり台場」とも呼ばれている。（図 2）陸地とは渡り通路（左右 2 本の土橋）で結ばれ、内水面は小舟溜りとしても利用することができた。註：土橋とは土の堤であるが、神奈川台場は両側に石積を有している。

その形状については、「内藤素行談 神奈川砲臺始末」⁸⁾の記載では以下のとおりである。なお、間尺表示は、一間は約 1.82m、一尺は 0.303m、一丈が 3.03m としてメートル標記とした。「陸地より西取渡道 185.6m、東取渡道 256.6m、海に面して横幅 239.6m、奥行き 87.4m、周囲 681.9m、石垣高さは岩床（海底面）から 8.5m、法勾配は海底面から仰角 59.5 度」となる。

2.3 既往の調査事例

神奈川台場の所管沿革をまとめた資料は、1939 年（昭和 14）「神奈川臺場遺構調査報告」⁹⁾があり、その記載から表 1 を作成した。近年、神奈川台場は 1993 年に台場を保存する協議会が発足し、幾つかの報告事例⁹⁾¹⁰⁾を行って

いるが、土木的な見地による報告は少ない。また、土木学会等研究機関による一部の発掘調査¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾も実施されている。その中では、部分的に掘削調査も実施され、390個の石積み石材の寸法を調査している。しかし、現状を記録するのみの調査に留まること、調査範囲が一部の石積みしかないことから、台場の築造技術を解明するには至っていない。

現段階において、建設技術を研究するためには、文献の事実比較が有力な手法と考へて、「明治以前日本土木史」¹⁵⁾などの既往文献を集約した「神奈川台場関係資料集」¹⁶⁾を主な参考文献とした。この資料は竣工時に作成された公式文書であり信憑性は高いと思われるが、表2に示すように挿入図および文献の数値に若干の差異があることや別の資料¹⁷⁾とも数値に差異が見受けられる。この差異は計画段階と竣工後の精査による差と考へられるが、詳細については今後の調査結果を待ちたい。

「御砲台仕様および神奈川砲台築造御入用高明細内訳書」：以降内訳書¹⁵⁾は、施工場所、工種、材料、能力、人夫数、金額が記載されており、資料内での相対的な比較をする上では有効的な資料であることから、本検討資料とした。なお、図2には施設名称と施工位置が明記されていないため図3に過去の事例¹⁴⁾を踏まえて図示した。

3. 東神奈川台場の築城技術の推定

3.1 神築城技術の規範

品川台場は江川太郎左衛門による設計であり、既往研究により、築城様式はオランダ人の「エンゲルベルトの築城書」等のオランダの築城技術であるとされる¹⁸⁾。神奈川台場は、品川台場竣工後4年で築造されたことや品川台場と同じ陵形であることから、蘭学に通じている勝海舟が品川台場の築造技術を踏まえて、1857年（安政4）に設計したものとされる。但し、1855年（安政2）フランスの軍艦が箱館に入港時に副艦長から指導を受け、函館奉行所が大砲設計図や稜堡の絵図面を写し取っているとの文献¹⁹⁾もあるため、規範は西洋築城技術であるとしても更なる照査が必要である。

3.2 石積技術

(1) 石積基礎部

表3に神奈川台場と品川台場の記録から施工に関する記述を整理したが、地杭、十露盤木、石垣土捨て台など石積基礎と思われる記述が多く見受けられる。前述「内藤素行談 神奈川砲臺始末」では、石垣高さは岩床より2丈8尺との標記があることから、石積基礎部は作らなかったと想定もされたが、品川台場と同じ用語が多く見られることから同様の基礎を築造したと判断される。

神奈川台場の文献には、詳細な寸法記載の付図がないため構造を想定するには難しいが、品川台場の建設技術については、撤去工事での調査結果や幾つかの研究により石積工の基礎技術が解明されており、それから推定することが

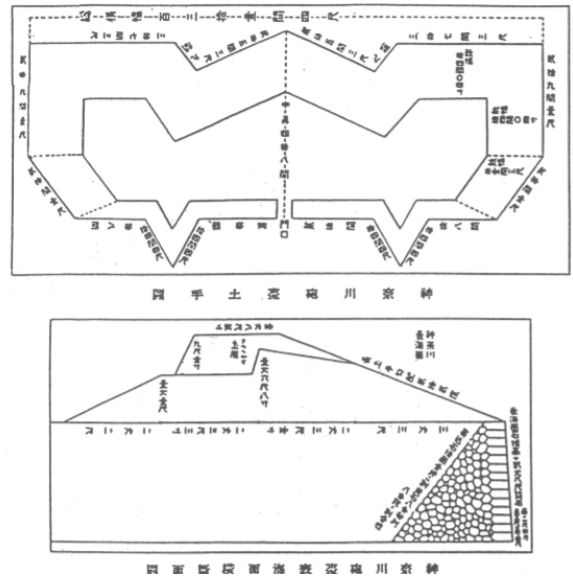


図2 神奈川台場平面図および断面図
明治以前日本土木史¹⁵⁾より転載

表2 既往文献における神奈川台場の寸法比較

| 出典 | 御砲台仕様 ¹⁵⁾ | 神奈川砲台築造御入用高明細内訳書 ¹³⁾ | 神奈川台場絵図 ¹⁴⁾ |
|-----------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------|
| 全体 | 総横幅131間4尺 中真48間土手 総計375間2尺 | 横幅131間4尺 四方折廻し374間4尺 | |
| 土手上幅平坪 | | 6226坪 | 6146坪 |
| 土手内平地 | | 2205坪 | 2023坪 |
| 表面妻大土手 | 201間4尺 | 179間 | 174間半 |
| 中土手 | 40間2尺 | 37間半 | 36間3尺 |
| 小土手 | 133間6尺 | 126間 | 120間4尺 |
| | 375間2尺 | 342間半 | 331間2尺 |
| 左右取渡道 | | 長延200間 | 東136間 西103間 |
| 表側捨土台 | | 374間4尺 | |
| 土居（タルヘルセ） | | 10カ所 | 10カ所 |
| 芝 | | 面積7958坪 | |
| 表両妻共3方石垣 | | 242間4尺 | |
| 裏側埋土上石垣下地 | | 長106間 | |
| 裏側石垣 | | | |
| 左右取渡道外 | | 長延26間 | 東136間 |
| 左右取渡道内 | | 長延106間 | 西103間 |
| 土手内側腹付石垣 | | 長延343間 | 長延343間 |
| 水抜万年蛇口2カ所 | | 1カ所15間3尺 | 1カ所15間3尺 |



図3 神奈川台場の施設名称と位置
神奈川台場図²⁰⁾に加筆

表 3 品川 3 番台場と神奈川台場建設材料および施工法の比較

| | | 品川第3台場 | | 神奈川台場 | | |
|------|---------|--|---|--|--|---|
| 建設概要 | 竣工 | 1854年(嘉永6) 7月 | | 1859年(万延元) 6月 | | |
| | 設計者 | 江川太郎左衛門英竜 | | 勝麟太郎, 佐藤政養 | | |
| | 施工者 | 大工棟梁の平内大隅(入札) | | 伊予松山藩松平家 | | |
| | 面積体積 | 約28,135m ² 約376,867m ³ | | 約19,537m ² 約228,602m ³ | | |
| | 工種 | 材料 | 施工法 | 材料 | 施工法 | |
| 石積基礎 | 埋立 | 地形 | ・高輪泉岳寺境内の山 ・三浦土丹岩 | 五方石垣下平均地形長360間に平均幅3間平均深さ4尺に切り込み砂利1に三浦石屑2の割で混ぜたものを埋める。地形の仕上げ面は干潮面とする | 権現山より600m | |
| | | 地杭 | 松丸太 | 末口5寸長さ3間半第1列 末口5寸長さ3間 第2列 末口5寸長さ2間半第3列 | 松丸太 | 石垣捨土台下岩床まで根切致し、右岩へ捨て土台5、6寸彫り込み据付、右木品松2間1尺角3本並び継手合いカギ、1尺鯨長7寸1カ所3挺打ち、横繫桁1間に1カ所栗4寸角上下合いカギに組み、5寸皆折釘2挺打ち |
| | 十露盤木 | 松丸太 | 末口7から8寸長さ1丈 地杭の上に張りのように渡してかすがいでとめる | 松丸太 | 十露盤丸太2間末口7寸3ッ切り 上下面付杭頭へ据付6寸留め1間15本打ち 上下合いカギに組み、5寸皆折釘2挺打ち | |
| | 土台木 | 松材 | 幅1尺2寸厚さ7寸長さ2間2尺 | 松材 | 長さ2間1尺 | |
| | 面杭 | 松丸太 | 末口4から5寸長さ2間半 | 松丸太 | 末口4寸より4寸5分15本長さ2間半 | |
| 石積 | 裏込 | 裏込め材の構成は伊豆本割栗石8割、大栗石5分、中栗砂利1割5分 | 裏込め幅は満潮面以下では表側1丈4尺、裏側1丈2尺 満潮面以上では凡て尺 | 1坪に本割栗砂利共6合ずつ入れ 本割栗石1坪に付8合打ち 三浦石切込砂利1坪に付8合打ち | 野面合口胴摺り合わせ胴籠籠張り飼共入念打ち堅め | |
| | | ・割栗石(豆州・相州の堅石) ・切込砂利(本牧・玉川・大井村) ・三浦岩屑(相州三浦郡) | | 多賀大間地1カ所に350本 新山間知石20本 本取石込面1尺7寸扣2尺より3尺まで1カ所18本 本取石面2尺2寸扣長2尺5・6寸より3尺まで1カ所に42本 隅葛籠石面2尺1寸長5尺、1カ所14本(表大隅5カ所+出隅入隅6カ所) 築石割出間知石面1尺56寸より7寸まで扣2尺より3尺まで1坪に付き16本 竿石1カ所10本築面1尺7寸角長3尺5寸 裏側間知石面1尺5・6寸扣2尺より3尺1間につき45本 | 高さ土台上端より2丈8尺 1坪に付き12本込築石割り出し間地面2尺4方長3尺より4尺まで | |
| | 反り | | 安政地震後の修復地記録では隅角部から4間の範囲に反りあり | | 記載無し | |
| | 鉄ダボ(千切) | 径45mm, 長さ約100mmの鉄材チギリ | 隅石、隅脇石に上下に打ち | 1カ所に鉄ダボ長4寸大きさ2寸角 | 大竿石伊豆堅石面1尺7寸角、拘長3尺5寸10本重ね合口鉄ダボ1カ所2本打ち | |

可能である。いずれの台場も基礎には同様の松丸太を採用し、配置間隔も概ね同じ記述である。神奈川台場は、一部の掘削調査しか実施していないため、全容の確認はできないが、品川台場の築造を行った職人が神奈川台場の築造に関わったことも想定され、築造技術に大きな変化要因もないことから基礎部に関しては同規範であると思われる。神奈川台場の石積み断面図は、最下段までの発掘調査が実施されていないため作成できないが、図4に示す品川第3台場の断面図が大いに参考となる。また、品川第3台場の施工従事者の日記である「高松日記」²¹⁾では、基礎部は沈下を防ぐための木杭を満潮面まで打設後、約1.3m下がりて切り揃え、気中部で十露盤木を施工している。

(2) 石積寸法

図1に示す明治以前日本史での図面では14段で土台上端より2丈8尺(8.48m)の切石が書かれている。写真1は裏側標準部であるが、間知石とまでは言えない切石による布積みの上部8段が確認される。写真2では出隅部の7

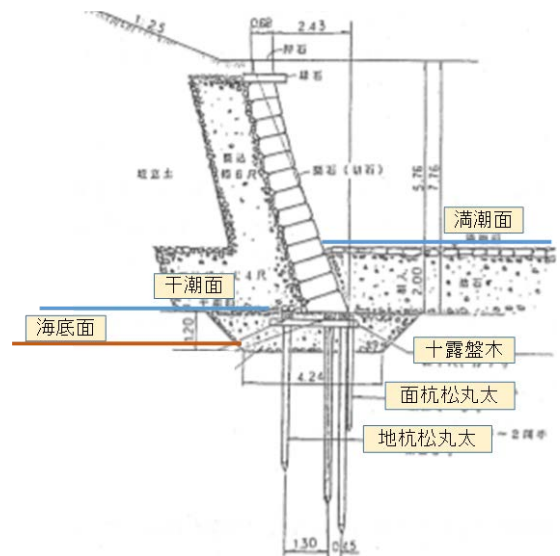


図4 品川第3台場の石積断面図

²¹⁾より転載加筆

段が確認される。

現在、露頭している石積みは、長さは様々であるが5か所あり、当該部分を写真3に示す。いずれも上部2段の石積みの布積みである。「かながわ台場土木遺構調査」¹¹⁾では、これらの石積み調査を行い、内訳書にある本取石の約面2尺×2尺であることが確認できている。品川第3台場の石積みも13段(気中部10段)の2尺間知石であり、裏込割栗石を施工していることから同じ石積み技術であるといえる。表4は東高島駅北地区「神奈川台場東取渡り道」確認調査業務に伴う成果報告書¹⁴⁾を編集したものである。石積みの傾向として、出隅部の石は面2尺拘2尺7寸から4尺の範囲の間知石である。表海側大土手と表裏とも出隅部は65度の傾斜で築造されている、更に裏側中土手は60度、裏側陸上部は65度と角度を変えている。

(3) 石積み高さ

神奈川台場の石積天端高さは、図5に示すとおり、田中が「かながわ台場 創刊号-神奈川台場の築造と技術」⁹⁾の中で海側露出部石積みの天端計測を行い、YP+4.8m (TP+5.89m)、全高さ8.48mであることから、下端はTP-2.51mと推測している(ケース1)。この考え方では海中部に露路盤木を施工することになり潜り作業が発生することから現実的ではないと判断される。そこで、干潮面から石積みを行った場合がケース2である。この場合、14段2尺石であると前述の8.48mとなり石積み角度が65°とすれば地盤上の高さは7.7mとなる、現況天端約5.89mとなるためには上段の3段から4段が撤去されたことになる。

図3の海側石積み大隅から裏側部の調査結果¹³⁾では、路頭部の1段目から3段目まで2.7m、つまり石の大きさは1尺7寸となっている。大隅部は2尺石で、隅部の間は1尺7寸石が使用されたことが推測される。これは写真2の概観からも傾向が伺える。また、4段目はTP+1m、5段目は海中、6段目まで石積みを確認していることから石積み下端高さはTP.0.0mからTP-0.5mの範囲にある。これを図示するとケース3となり石積みが1尺7寸石の場所は2から3段が撤去されたことになる。

石積上に盛土された土手の高さは1丈6尺8寸(5.09m)、更に上部の土居部の9尺1寸(2.76m)を足すと7.85mとなり、石積み高さに足すと16.33mとなる。品川第3台場海側土居部の砲座の高さも4間5尺(8.795m)であり、石積みと合わせて全高16.56mとあるから同程度の高さとな

り、カノン砲を据えるには現実的な高さとなる。この高さは、現況平均地盤高さ(TP+4.0m程度)より大きく超えることから、鉄道敷設時に土手と石積みを撤去して、裏側取渡道内の埋立柱材に使用したことが推測される。

石積上に盛土された土手の高さは1丈6尺8寸(5.09m)、裏側小土手一部の上端には、写真4に示すように厚さ9cm程度厚さ石が3段積まれており高さを揃えていることから、この高さが神奈川台場土手の天端であるとも思えるが、積み方が粗雑であり一部に練り積みとしていることから、上段石積を撤去した後に高さを揃えるために積み直したと考えられる。裏側の石積みは1丈6尺石との記載から高さ4.85mとなるが、裏側出隅入隅6カ所の石の大きさは、大竿石伊豆堅石面1尺7寸角、拘長3尺5寸10本とあることから、現況高さが約TP+4.0mとするとTP+4.37mから1段分が撤去されたと推測される。(ケース4) 渡道に関しては、内訳書に記載が見られないが、一部路頭している場所では1尺6寸程度の間知石であり、天端は平坦になるよ



写真1 神奈川台場の石積(裏側標準部)

1939年頃撮影された石積み「地図と絵に見る神奈川お台場の歴史」²⁰⁾より転載



写真2 神奈川台場石垣(裏側出隅部)

1939年頃撮影された石積み「地図と絵に見る神奈川お台場の歴史」²⁰⁾より転載



西取渡道台場側

裏側小土手

海側大土手

海側大土手

海側大隅付近土手

写真3 露頭部の石積

表4 石積みの諸元

| 石積み位置 | 諸元 | 石積み諸元 | | | | | | | | | |
|------------------------|----------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--|
| | | 62/60 | 59/56 | 55/53 | 57/58 | 48/54 | 59/53 | 59/58 | 56/50 | 61/61 | |
| 表海側大土手入隅→出隅 (中央市場内) | 面寸法 (cm) | 62/60 | 59/56 | 55/53 | 57/58 | 48/54 | 59/53 | 59/58 | 56/50 | 61/61 | |
| | 角度 (度) | 64 | 65 | 64 | 62 | 66 | 66 | 66 | 65 | 64 | |
| | 高さ (TP) | 3.75m | | | | | 3.65m | | | | |
| 出隅→中入隅 (中央市場内) | 面寸法 (cm) | 59/53 | 48/54 | 55/53 | 59/56 | | | | | | |
| | 角度 (度) | 66 | 66 | 64 | 65 | | | | | | |
| | 高さ (TP) | 3.65m | | | | | | | | | |
| 西取渡側表大隅→中土手出隅 (民家裏) | 面寸法 (cm) | 57/53 | 60/58 | 53/50 | 45/28 | 57/55 | 82/58 | | | | |
| | 角度 (度) | | 62 | 66 | 63 | 64 | 65 | | | | |
| | 高さ (TP) | | 3.22m | | | | 3.44m | | | | |
| 出隅→中土手 (民家裏) | 面寸法 (cm) | 81/60 | 60/59 | 52/62 | 55/61 | 62/59 | 52/55 | 55/51 | 60/51 | | |
| | 角度 (度) | 65 | 60 | 62 | 57 | 58 | 63 | 58 | 54 | | |
| | 高さ (TP) | 3.44m | | | 3.01m | | | | 3.21m | | |
| 中土手→出隅小土手 (民家裏) | 面寸法 (cm) | 58/58 | 60/55 | 59/63 | 62/58 | 120/68 | 62/56 | 59/63 | 60/55 | 58/58 | |
| | 角度 (度) | 61 | 59 | 58 | 63 | 65 | 63 | 56 | 59 | 61 | |
| | 高さ (TP) | | | | | | | | | | |
| 裏陸上出隅小土手→ (民家裏) | 面寸法 (cm) | 105/60 | 52/62 | 51/65 | 57/65 | | | | | | |
| | 角度 (度) | 65 | 65 | 64 | 75 | | | | | | |
| | 高さ (TP) | 4.10m | | | 3.87m | | | | | | |

註：着色部は出隅部，下線部は上部に笠石積み，面寸法は横幅・縦高で記載

うに加工されている。完成後に変更したのか、その後、鉄道敷設時に平坦にしたのかは不明であるが、全体的に不揃いであることは否めない。

(4) 取石積み接合技術

表隅部は算木積みであるが、その中で1か所、何段目かは不明ではあるが、日本古来石積みの接合技術である鉄ダボ（千切）を見ることができる（写真5）。鉄ダボは土圧や地震時の水平力を抑えるために石と石の間にはめ込んだ鉄製のカスガイであり、記録に大きさ2寸角との記載も確認され、品川台場にも同様にみられる技法²⁰⁾である。

(5) 裏込部

内訳書では裏込めの施工を以下に記載している、「1坪に本割栗砂利共6合ずつ入れ野面合口胴摺り合わせ胴飼 鱧飼張り飼共入念打ち堅め」

裏込めには本割栗石と砂利を1坪当りに6合配合すること。石の積み上げについては、面が摺り合うようにし胴介石を施工し、鱧（石の奥側）には鱧介石を配置して動かないようにしている。

この技法は国内の築城法にみられ、西洋城郭技術を採用しながら国内技術を取り入れたものである。

3.3 石積技術

(1) 埋立土砂

台場の埋立て土砂は、台場背後の陸上部にある権現山から運搬していることが記載されている。「横浜開港場見聞録²³⁾」に「安政6年9月16日御台場前の海土を掘上荷次ケル」とあることから、海中からの掘削土についても埋め立て材料に使用したと考えられる。また、権現山以外にも磯子の土丹岩を切り出し、御砲台御用普請に従事したとの記録²³⁾が残されている。土丹岩は船運送36隻との記載

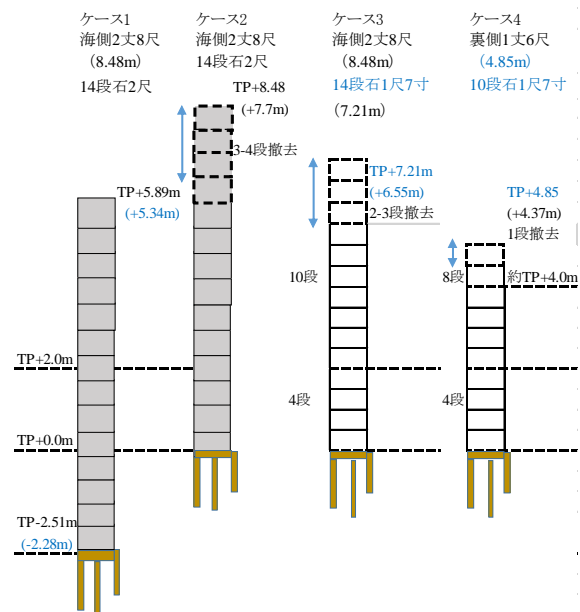


図5 神奈川台場石積断面の推定
註：()内は石積角度を補正した地盤高



写真4 裏側小土手（西取渡道）天端処理

もあることや、この土丹岩切り出しは品川台場築造にも参加した請負者であることから、当時の埋め立て材料供給地として磯子が産地であったといえる。現在でも港湾施設の裏込材に土丹岩を使用することから護岸裏込材に割栗石として使用された可能性もある。

(2) 張芝工

「土手中小タルヘルセ共張り芝銘々竹串に手縫い付け、但しタルヘルセ法先畳芝」の記載から、張り芝は竹串を刺仕込み雨にも流れないようにすることや法先に畳芝（全面張り）を施工するなど現代と同様の施工法である。幕末の技術が現在まで規範となっている施工法である。

註：タルヘルセとは砲座の脇に配置された横堤であり爆風を防ぐ目的で作られた従来砲台にはない構造である。

4. 神奈川台場の施工計画の推定

4.1 施工手順の推定

神奈川台場は12か月で竣工と記載されているが、この工程には大砲の据え付けや建造物の建設期間も含んでいる。神奈川台場には品川第3台場の施工従事者の日記である「高松日記」²¹⁾のような施工記録がないため、表5のとおり品川台場の記録から築造に係る工期を推定することにしたところ、品川第3台場は6ヶ月の短期間で築造していると整理された。神奈川台場も同様に6ヶ月掛かるとして後述の総人足数で割り戻すと約2,000人/日となった。品川台場でも1日1000人の石工を集めたとされるため、この試算は無理な計画ではないと考えられる。しかし、この職人や人夫を、隣接神奈川宿で宿泊させることは現実的では無いことから、台場内平地が出来た段階で台場内に飯場を作ったことが想定される。

前述のとおり同時期建設された品川台場の既往文献²⁴⁾には、施工手順が示されている。品川第3台場の石積み方法や面積など神奈川台場に類似していることから施工手順を推定するための参考資料といえる。一方、古来の築城技術²⁵⁾として石積を安定させるには胴介石や目潰し石、裏込石をしっかりと締め固めるなどの施工が必要であることから表4には示されていないが、図6に示すように石積み1段積む毎に、a裏込め締め、b目潰し砂利、c土砂締めめの作業が繰り返されて、下段から上段まで施工されたものと推測し図7に施工場所と手順、表6に詳細な施工手順をまとめた。

最初の施工は位置決めである丁張から始まり、位置決め用の松杭を打設する。その後に陸上作業の効率を上げるため、一部に松杭で構築した土工台を施工後、陸上から輸送するための取り渡り道を築造する。海上では割栗石を表側石積み背後に投入し、堤の形状で満潮面まで施工することで海流の影響がないようにする。外輪上に施工後、堤内の土砂投入と上記で整理した石積み施工により陸上施工が可能で高さまで施工する。その後は陸上施工として土手や裏側石積みを実施したものと推測した。本工程は、直列的に考



写真5 石積の接合（鉄ダボ）

表5 品川三番台場の施工手順と工期

| 実施日 | 経過日数 | 台場本体 | 工種 |
|-----------|------|------|---------------|
| 嘉永6年8月16日 | | | 埋立予定地視察 |
| 8月28日 | 12日 | | 諸役任命 |
| | | | 縄張り実施 |
| | | | 三浦土丹岩と土砂を海中投入 |
| 9月16日 | 19日 | | 小島造成完工 |
| | | 約6か月 | 周囲埋立開始 |
| | | | 地杭開始 |
| 10月27日 | 41日 | | 下埋立完工 |
| | | | 杭切り揃え |
| | 30日 | | 十露盤敷土台 |
| 12月 | | | 石積開始 |
| | | | 裏込（割栗石） |
| 嘉永7年2月 | 約60日 | | 累台部分完工 |
| | | | 検分 |
| | | | 火砲配備 |
| 4月以降 | | | 内部施設整備 |
| 7月9日 | | | 台場竣工 |

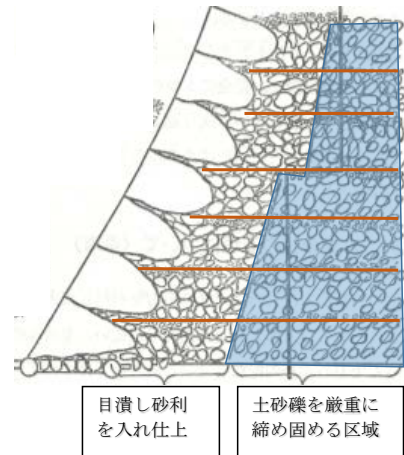
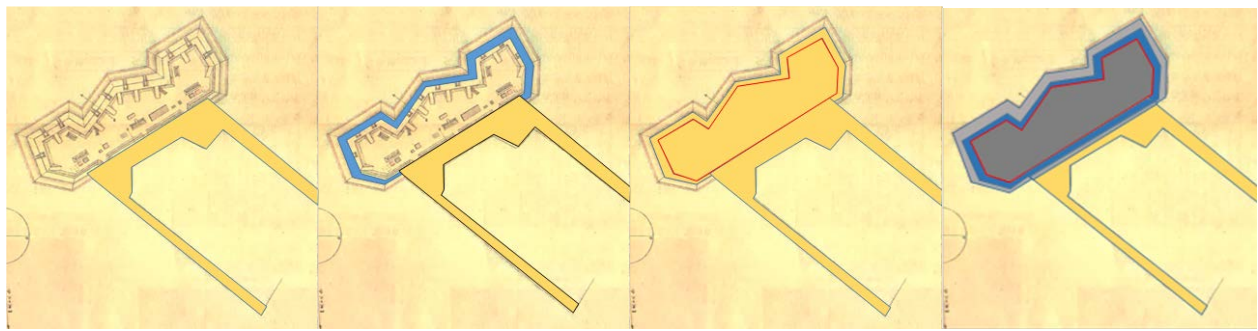


図6 石積護岸の築造法（「古流の城の石垣」²⁵⁾に加筆）

慮したものであり、複数の班編成を行い、同時並行に進めることで工期を短縮したことは容易に推測可能である。なお、内訳書には能力の記載がないため、工種毎の施工日数までの推定には至っていない。

4.2 施工人員の算出

神奈川台場の建設技術については、「かながわ台場 創刊号」⁹⁾に御砲台仕様から建設工事に関わった人員の推定を



1 取り渡道（陸上巻き出し） 2 裏込石投入（船投入） 3 堤内土（陸上） 4 石積み（海上→陸上）
5 台場土手・石積工（陸上）

図7 施工手順の推定（神奈川台場図¹⁷⁾に加筆）

表6 神奈川台場建設手順の推定

| | 施工箇所 | 工種 | 施工工程 | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------|-------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 海中作業 | 足代丸太並道板縄竹外 | 丁張工 | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| | 左右取渡道（土橋） | 土工a | | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| | | 石積工b | | | ■ | | | | | | | | | | | | |
| | 土手内平地 | 土工 | | | ■ | | | | | | | | | | | | |
| | 石垣捨土台 | 基礎工 | | | | ■ | | | | | | | | | | | |
| | 石積基礎(栗石) | 石材船投入 | | | | | ■ | | | | | | | | | | |
| | 石積裏込(割栗石) | 石材船投入 | | | | | | ■ | | | | | | | | | |
| (海中内から陸上) | 海中仮切中切三方 | 締切工 | | | | | | ■ | | | | | | | | | |
| | 石積裏込(割栗石) | 石材人力a | | | | | | | ■ | | | | | | | | |
| | 土手内平地 | 土工b | | | | | | | | ■ | | | | | | | |
| | 表面妻大土手 | 石積工c | | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| | 海面（表）大隅5カ所 | 石積工c | | | | | | | | | | ■ | | | | | |
| | 同出隅入隅6カ所石 | 石積工c | | | | | | | | | | | ■ | | | | |
| | 裏側石垣下地形丁106間 | 基礎工a | | | | | | | | | | | | ■ | | | |
| | 裏側石垣 | 石積工b | | | | | | | | | | | | | ■ | | |
| 堤上(陸上)作業 | 土手 | 土工 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 裏側出隅入隅6カ所 | 石積工 | | | | | | | | | | | | | | ■ | |
| | 馬踏上土手内側石垣 | 石積工 | | | | | | | | | | | | | | | ■ |
| | 土手内側腹付石垣 | 石積工 | | | | | | | | | | | | | | | ■ |
| | 水抜万年蛇口2カ所 | 石積工 | | | | | | | | | | | | | | | ■ |
| | 芝 | 張芝工 | | | | | | | | | | | | | | | |

御砲台仕様から算出している。今回は、「神奈川砲台築造御入用高明細内訳書」から同様に算出し、未記載の箇所は、同資料から推測して人員を表7に算出した。

施工金額については、総額5万2千190両2分と銀27匁9分2厘との記載に対して、内訳を積み上げると計5万2千164両となり、ほぼ全ての内容に対して記載されている。従って、記載内容の整合性は担保されていると考えられる。人足数の算出方法は以下の通りとした。

a. 内訳書において、1坪若しくは1間あたりの職種、人数および単価が記載されているものは、当該工種の金額を単価に乗じて算出した。

b. 土工は能力が記載されていることから単位坪当たりの人足能力を算出し、各体積を除して人足数を算出した。

c. 能力の記載が無い場所でも金額の記載がある場合は類似工事の単位能力当たりを用いて人足数を算出した。(表内赤字で記載)

土手内平地における土工は、土取場所は6丁(町)654.54m、1日で掘削運搬が人力運搬(120荷/日)すると、1立坪(6.01m³)当たり荷積6.5人と記載されている。能力は6.5人/6.01m³であるから1.0815人/m³となる。土手内平地の体積は30417/m³立坪(182806/m³)であるから、197,705人となる。

土手の内訳は荷込み代(運搬)と入り鉄代右土入鉄(土砂をもっこに入れる人足)に分けられている。荷込み代の記載はないが他工種から銀4匁と推測可能であり1立坪当たり銀36匁につき9人となる。従って6.01m³では1.498

表6 神奈川台場建設における人数の推定

| 場所 | 工種(想定) | 作業 | 金額 | 単価 | 金額 | 割合(%) | 長さ(間)面積(平坪) 体積(土坪) | 人数(人) |
|---------------------------------|------------|---------------------------------|----------|-----------|------------------|-------|-------------------------------|---------|
| 土手内平地 | 土工 | 権現山より6丁取1坪120荷積込1坪120荷積り土人足6人5分 | 銀26匁 | (1人銀4匁) | 1万7千110両と銀6匁1分8厘 | 32.8 | 30417土坪9合6勺1才 | 197,705 |
| | | 引きならし代水替共(1人半) | 銀6匁 | (1人銀4匁) | | | | 45,624 |
| 土手 | 土工 | 権現山より6丁取1丁に付5厘づつ1坪120荷持ち込み代(9人) | 銀36匁 | (1人銀4匁) | 6千159両と3分と銀4匁3分 | 11.8 | 6350坪3合3勺2才の割り増し2割7620坪3合9勺8才 | 68,603 |
| | | 右土入銀1人半 | 銀6匁 | (1人銀4匁) | | | | 11,434 |
| 左右取渡道 | 土工 | | | | 2550両 | 4.9 | 200間 | ? |
| 芝 | 張芝工 | 芝切代運び共 | 1坪当銀2匁5分 | 1坪当銀4匁 | 530両2分と銀2匁 | 1 | 7958平坪 | 7,958 |
| | | 張手間竹串共 | 1坪当銀1匁5分 | | | | | |
| 石垣捨土台 | 杭打工 | (1間に付打手間据付手間杭先付共15本) | 銀112匁5分 | (1人銀7匁5分) | 513両と銀21匁3分5厘 | 1 | 374間4尺 | 5,616 |
| 表面妻大土手 | 石積工 | 石工江6人 | 銀45匁 | 1人銀7匁5分 | 16703両2分と銀2分8厘 | 32 | 1132平坪4合4尺1才 | 6,807 |
| | | 手伝持共1間に付11人2分 | 銀45匁 | 1人銀4匁 | | | | 12,706 |
| 海面(表)大隅5カ所 | 石積工 | 石工1カ所に付き100人 | 銀750匁 | 1人銀7匁5分 | 841両1分と銀5匁 | 1.6 | | 500 |
| | | 手伝人足石持運人足共1カ所に付185人 | 銀740匁 | 1人銀4匁 | | | | 925 |
| 表面出隅入隅6カ所 | 石積工 | 手伝石運人足共(150人) | 銀600匁 | 1人銀4匁 | 868両 | 1.7 | | 900 |
| 裏側石垣下地形丁106間 | 土工 | 根切り1間に付3人分 | 銀12匁 | 1人銀4匁 | 502両2分と銀7匁 | 1 | 106間 | 318 |
| | 杭打工 | 1間に付打手間据付手間杭先付共15本(人) | 銀112匁5分 | 1人銀7匁5分 | | | | 1,590 |
| 裏側石垣 左右取渡道外26間 左右取渡道内106間 | 石積工 | (石工江6人) | (銀45匁) | (1人銀7匁5分) | 3940両と銀2匁8厘 | 7.6 | 404坪 132間 | 792 |
| | | 石工手間同手伝人足共1坪に付銀34匁(11人2分) | 銀45匁 | 1人銀4匁 | | | | 3,419 |
| 裏側出隅入隅6カ所 | 石積工 | 石工40人 | 銀300匁 | 1人銀7匁5分 | 400両 | 0.8 | | 240 |
| | | 手伝持運共1カ所47人半 | 銀190匁 | 1人銀4匁 | | | | 285 |
| 土手内側腹付石垣 | 石積工 | 手伝持運共1式(11人2分) | 銀45匁 | (1人銀4匁) | 874両2分と銀9匁 | 1.6 | 343間 | 3,842 |
| 土工 | 根切地形築壁(2人) | 銀8匁 | (1人銀4匁) | 686 | | | | |
| 海中仮切中切三方 | | | | | 800両 | 1.5 | 400間 | ? |
| 水抜万年蛇口2カ所 | 石積工 | 石工30人 | 銀225匁 | 1人銀7匁5分 | 57両 | 0.1 | | 60 |
| | | 手伝持運33人 | 銀45匁 | 1人銀4匁 | | | | 66 |
| 足代丸太並道板縄竹外 | 直接費 | | | | 340両 | 0.7 | | |
| 土工 | | | | 1人銀4匁 | | | 86.5% | 324,370 |
| 石工 | | | | 1人銀7匁5分 | | | 3.5% | 13,141 |
| 石工手伝 | | | | 1人銀4匁 | | | 5.9% | 22,143 |
| 杭打工 | | | | 1人銀7匁5分 | | | 1.9% | 7,206 |
| 張芝工 | | | | | | | 2.1% | 7,958 |
| 総計 | | | | | 5万2千164両 | | 100% | 374,817 |

人/m³となる。

入銀1人半は土工と同様に考えて1.5人分から全体人数を計算した。また、引きならし代水替共も同様に考えた。石積工について1間当たり若しくは1坪当たりの能力が記載されている箇所はそれぞれ乗じて算出した。積み上げ総数は、土工(補助を含む)が全体の87%、324,370人、石工(手伝含む)が9.4%、35,289人、杭打工(大工)が1.9%7,206人、張芝工が2.15%7,958人、総数374,817人となった。なお、「左右取渡道」と「海中切」については算定できていないで、更に土工と石工の数量は増加することになる。

5. おわりに

本稿は建設記録や実態調査の少ない神奈川台場の築造技術を推定したものである。横浜開港と同時期に築造された歴史的な施設であり、文化財的価値が高いと思われる施設であるため、早期に全容調査と保存に向けて検討されることを期待する。

参考文献

- 1) 横浜市：横浜市史第2巻第3章開港場の建設，212pp-213，2014.3.
- 2) 日本海軍水路寮：作成海図「武蔵國横濱灣」の一部，1874.
- 3) 西川武臣：御降誕日祝砲各国へ往復，神奈川台場関係資料集 pp30，1998.
- 4) 東高島駅北地区土地区画整理事業 <https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/machizukuri-kankyo/toshis-eibi/toshin/keihin/higashitakahima.html>
- 5) 西川武臣：書面砲台築立候場所之儀は追て相達にて可有之候事右勘定奉行評議之上書面之通達之，神奈川台場関係資料集 pp5-6，1998.
- 6) 横浜市役所：内藤素行談話神奈川砲臺の始末，史談会速記録横浜市報第237号，1911.
- 7) 西川武臣：戸部御役所於テ伊藤岩一郎，仏国書記官フレッキマン対話書，神奈川台場関係資料集 pp21-22，1998.
- 8) 栗原清一，加山道之助：神奈川臺場遺構調査報告，史跡名勝天然記念物調査報告書第7輯 神奈川県，1939.
- 9) かながわ台場編集委員会 神奈川台場を守る会：かながわ台場創刊号，1993.
- 10) 「かながわ台場」編集委員会 神奈川台場を守る：かながわ台

- 場 第2号, 1996.
- 11) 横浜市神奈川区役所: 土木学会かながわ台場土木遺構調査, 台場土木遺構調査委員会 / [編] 1996.
 - 12) 横浜市ふるさと歴史財団埋蔵文化財センター: 神奈川台場西取渡り道発掘調査概報 平成20年度, 2008.
 - 13) 横浜市ふるさと歴史財団埋蔵文化財センター / 編 栄光: 神奈川台場 東海面側石垣部 発掘調査報告, 2011.
 - 14) 横浜市ふるさと歴史財団埋蔵文化財センター / 編 横浜市教育委員会: 東高島駅北地区「神奈川台場東取渡り道」確認調査業務に伴う成果報告書, 2014.
 - 15) 土木学会: 明治以前日本土木史 / 御砲台仕様および神奈川砲台築造御入用高明細内訳書, 1936.
 - 16) 西川武臣: 神奈川台場関係資料集 pp7-15, 1998.
 - 17) 横浜開港資料館蔵: 神奈川台場図
 - 18) 浅川道夫: お台場 品川台場の設計・構造・機能, 錦正社 pp76-79, 2009.
 - 19) 函館市中央図書館: 函館市史通説編第2巻 pp.69-70, 1990.
 - 20) 横浜開港資料館 / 編 横浜開港資料館: 地図と絵に見る神奈川お台場の歴史, 2005.
 - 21) 富川武史: 高松彦三郎筆内海御台場築立御普請御用中日記, 国立国会図書館蔵, 2012.
 - 22) 大野善雄: 品川台場石垣の構造について, 土木史研究第 12 号, 1992.6.
 - 23) 西川武臣: 横浜開港場見聞録, 神奈川台場関係資料集 pp16-17, 1998.
 - 24) 佐藤正夫: 品川台場史考 pp65-108, 理工学社, 1997.
 - 25) 大久保森造・大久保一: 石積の秘法とその解説, 理工図書 p103,

(2019. 9. 12 受付)