

三重津海軍所ドライドック遺構の木組み構造

防衛大学校（正） 正垣 孝晴

佐賀市教育委員会 中野 充

1. はじめに

三重津海軍所は、佐賀藩が1859年に設置した洋式海軍施設である。我が国で現存する最古のドライドックがこの敷地内に地中保存され、2015年に登録された世界遺産「明治日本の産業革命遺産」の構成資産の一つになっている。2013年の発掘調査では、ドック東側に図-1¹⁾に示す木組みによる4段の渠壁が出現し¹⁾、2016年3月までの西渠壁に相当する場所の発掘調査では、約80cm厚の貝殻層が西渠壁部と予想される基底部の存在が確認されたが、東渠壁のような木組み構造はドックの西側では発見されていない。また、渠底部に対しては、貝の薄層や土嚢が確認されているが船荷重等を支持する強固な地盤改良の痕跡や構造体の存在は確認されていない。

三重津海軍所ドライドック遺構の木組み構造は、我が国には他に類例のない木組みによるドライドックである。軟弱な有明粘土地盤上に、干満時の水位差を利用して構築された巨大施設の地盤工学的な検討を行うには、この地方の同様な時代の類例調査が不可欠である。本稿は、三重津海軍所ドライドック遺構の木組み構造を佐賀平野に構築された歴史的土木・建築建造物の基礎構造の比較から検討する。

2. 佐賀平野に構築された歴史的土木・建築建造物の基礎構造

佐賀平野に構築された歴史的土木・建築建造物の基礎構造として、以下の6事例を調査した。

① 筑後川導流堤の基礎構造、② 新北神社拝殿礎石の基礎構造、③ 佐賀城鯨の門東石垣と隅櫓台の基礎構造、④ 佐賀城の内堀基礎構造、⑤ 多布施反射炉の基礎構造、⑥ 嘉瀬川の石井樋の石組み構造

嘉瀬川の石井樋（⑥）以外は、三重津海軍所と同じ軟弱な有明粘土地盤上に構築された建造物であり、礎石・根石を含めて土と木材で構築されている。佐賀の土木遺構は、“土と木の文化“と言われる所以である。⑥は、石材のみで構築されているが、これらの歴史的建造物は地盤特性に応じて、使用する材料と工法を合理的に用いていることから、⑥は粘性土地盤上の基礎構造との比較対象として調査した。

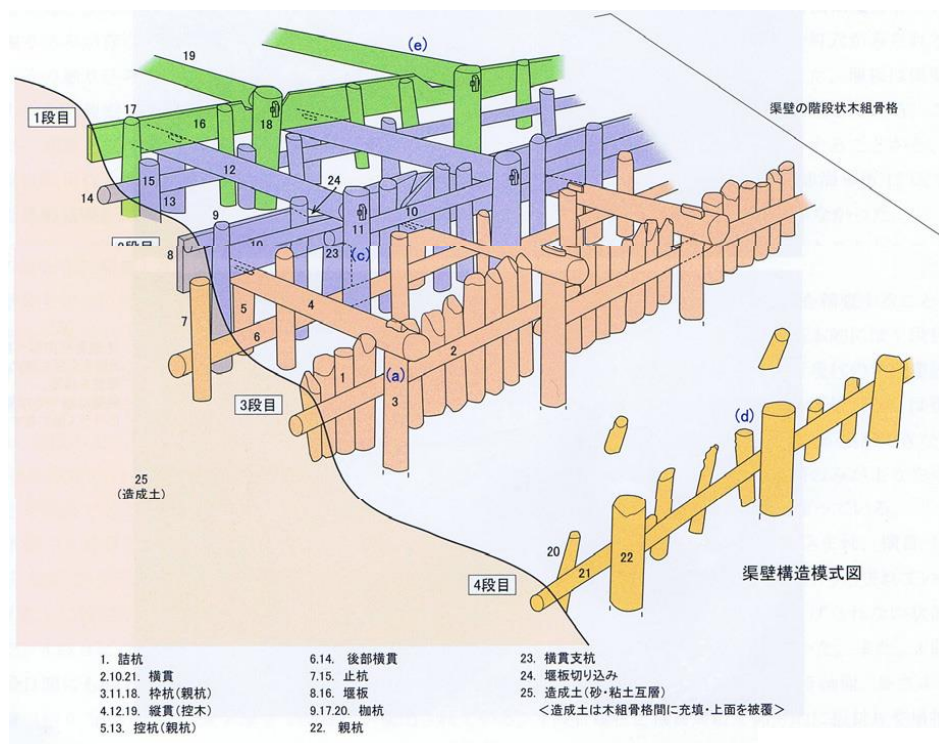


図-1 三重津海軍所ドライドック遺構の木組み構造¹⁾

キーワード 世界遺産、三重津海軍所、ドライドック、木組み構造

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 TEL. 046-841-3810 E-mail : shogaki@nda.ac.jp

1) 筑後川導流堤の基礎構造

筑後川は干潮河川であり、干満時の水位差は最大で6m程度ある。干潮時の導流堤を写真-1に示す。この導流堤は、筑後川の船運のための水深確保を目的として、明治20(1787)年からオランダ人のヨハニス・デ・レーケ(Johannis de Rijke)の指導で3年の歳月を要して構築され、今日でも現役で使用されている。写真-2²⁾と3²⁾は2015年国土交通省によって行われた発掘調査の写真である。導流堤本体の基礎は、粗朶工法が採用されているが、軟弱な有明粘土地盤上の構造物として、導流堤本体の荷重分散と基礎構造の軽量化の機能確保の観点でも合理的な構造様式と判断される。



写真-1 デレーケ導流堤（干潮時）

2) 新北神社拝殿礎石の基礎構造

新北神社は、三重津海軍所から1.5km程度離れた位置にあり、江戸後期に構築されている。2015年に行われた拝殿礎石基礎の調査の際に撮影された基礎構造を写真-4²⁾に示す。軟弱な有明粘土地盤上に多量の石材を使用していることは、不思議であり、有明粘土との間にこれらの石材や拝殿を支持する他の補助工法の利用が予想される。しかし、これらを特定する調査は行われていない。



写真-2 デレーケ導流堤（断面）²⁾

3) 佐賀城鯨の門東石垣と隅櫓台の基礎構造

佐賀城鯨の門東石垣と南西隅櫓台の石垣は、1600年代初頭に構築されている。石垣下の基礎構造を写真-5²⁾と6²⁾に示す。軟弱な有明粘土が厚く堆積する地盤であることを反映して、石垣による櫓台等の荷重分散を目的とした枕木と胴木が基礎石下に配置されている。

4) 佐賀城内堀基礎構造

佐賀場内南堀の下部の基礎構造を、写真-7と8に示す。石材は、二子山産の安山岩質角礫凝灰岩であり、その基底部に枕木として長さ3m、直径20cm程度の松丸太が使われている。最下部の前面に配置された立杭の変形は、石材の前面への移動を防ぐ目的で斜杭として打設されている。杭頭部に形成された斜面は石材への接触面積を増すためであると解釈されている。立杭は変形防止用の横杭と楔で固定されている。立杭や枕木の役割は、佐賀城鯨の門東側や南西隅櫓台の石垣基礎③のそれらと異なるが、上部荷重の違いを反映していると推察される。いずれも後述する我が国の伝統的な基礎工法である。



写真-3 デレーケ導流堤基礎（粗朶工法）²⁾



写真-4 新北神社拝殿礎石の基礎²⁾



pic4-01 A地点(北西から)

写真-5 佐賀城鯨の門東石垣 (A 地点)²⁾



pic4-02 B地点(東から)

写真-6 佐賀城隅櫓台 (B 地点)²⁾



写真-7 佐賀城の内堀基礎構造

5) 多布施反射炉の基礎構造

多布施反射炉は、1853年に佐賀藩で2番目の反射炉として着工され、幕府注文の品川砲台用の鉄製大砲を中心に鑄造した³⁾。2010年の調査では、写真-9²⁾に示すように、反射炉本体基礎として粘土・砂・円礫(大・小)と梯子状胴木と松材を用いた佐賀藩の伝統技術が用いられている。砂と粘性土の互層は、三重津海軍所ドックの木組構造内のそれに類似している。また、胴木構造は、佐賀城鯨の門東石垣と隅櫓台の基礎構造とも類似している。

6) 嘉瀬川の石井樋の石組み構造

嘉瀬川から多布施川を経て佐賀平野左岸に通水する施設であり、戦国時代の武将である成富兵庫茂安によって、1615～1623年に構築された⁴⁾。嘉瀬川の水を大井手堰でせき止め、象と天狗の鼻を巡る石材を巧みに配した利水施設である。このことは、同じ佐賀藩の領内であっても、地盤特性に応じた適切な基礎工法が採用されていることを示している。



写真-8 佐賀城の内堀基礎構造

3. 三重津海軍所ドライドック遺構の木組み構造

森田⁵⁾は、杵工法護岸施設をその形態と構築年代から5種類に分類しているが、三重津海軍所の木組み構造は、形態と立体的配置の観点で、この何れとも異なる。三重津の木組み構造は、4段にわたる木組みが高さ3.8m、長さ45m以上の規模で構築され、土留めや土圧に対抗するより、むしろ地盤補強を中心とする構造体の側面が強いと解釈されるからである。畑⁶⁾は、中国の浙江省杭州市で発掘調査された海岸堤防の「五代銭氏捍海塘」⁷⁾を図-2⁷⁾として紹介して、次のように述べている。『全体は太い木杭によって仕切られ、陸側から巨石を充填した大きな竹籠の一画、蛇籠を積み上げた部分からなり、この構造物を固定するため随所に「拉木」と呼ばれる木材が取り付けられ、更に海側には「滉柱」という太い杭が列をなして打ち込まれていた。拉木の「拉」は引っ張るという意味で、拉木はこの構造物の各部分を固定したり、陸側に引っ張るために取り付けられたと考えられる。拉木の取り付け方法としては、木杭の上部に縛られた「位林木」と呼ばれる横木に柄穴で連結し、陸側は2本の小さな杭を土に打ち付け、拉木の門として固定された箇所のほか、直接木杭に柄穴で固定した箇所も見られた。この護岸施設は10世紀における中国の技術水準を示しているが、いくつかの工法の組み合わせとみることができ、日本ではこの護岸そのものは発見されていなくても、蛇籠や杭を多用する手法などは我が国にももたらされたと考えられる。』



写真-9 多布施反射炉の基礎構造²⁾

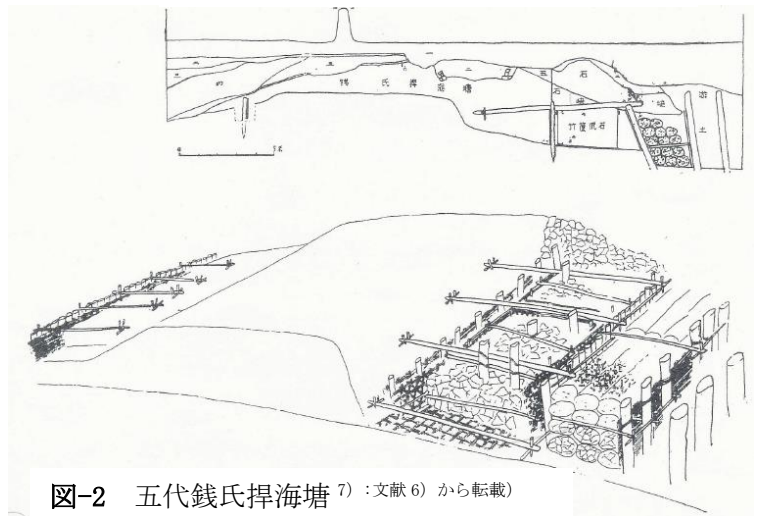


図-2 五代銭氏捍海塘⁷⁾：文献6)から転載)

三重津海軍所の木組み構造は、図-1に示す4段構成であり、各段は砂と粘性土の互層である点で、図-2とは異なる。三重津海軍所の木組み間に石材でなく、砂と粘性土を用いるのは、軟弱な有明粘性土地盤上の構造物を意識した構造体の軽量化と版築による地盤強度の増強に加え、潮汐に起因した干満による過剰間隙水圧の消散効果を期待した結果と推察される。これに対する地盤工学的検討の一部は、別稿⁸⁾で述べている。

三重津海軍所の木組み構造は、図-1に示す4段構成であり、各段は砂と粘性土の互層である点で、図-2とは異なる。三重津海軍所の木組み間に石材でなく、砂と粘性土を用いるのは、軟弱な有明粘性土地盤上の構造物を意識した構造体の軽量化と版築による地盤強度の増強に加え、潮汐に起因した干満による過剰間隙水圧の消散効果を期待した結果と推察される。これに対する地盤工学的検討の一部は、別稿⁸⁾で述べている。

4. おわりに

三重津海軍所のドライドック遺構の構造は、中国の浙江省杭州市で発掘調査された海岸堤防の「五代銭氏捍海塘」に類似している。この構造は、軟弱な有明粘性土地盤上の構造物を意識した構造体の軽量化と版築による地盤強度の増強に加え、潮汐に起因した干満による過剰間隙水圧の消散効果を期待した結果と推察された。我が国の従来工法との関係や詳細な系譜は、今後の課題である。

参考文献 1) 中野充:三重津海軍所跡の発掘調査成果,鉄文化財に見る日本の独自技術の学際的研究フォーラムシンポジウム予稿集,pp.21-48, 2015. 2) 佐賀市教育委員会提供, 2016. 3) 鍋島夏雲日記, 鍋島家文庫, 財団法人鍋島報効会, 嘉永六年癸丑, 1853. 4) NPO 法人嘉瀬川交流軸: 嘉瀬川と嘉瀬川ダム「水恵無限」検定, 2014.3.25. 5) 森田克行: 近世をきりひらいた土木技術—胴木組と杵工法護岸施設—, 江戸の開府と土木技術, pp.230-267, 2014. 6) 畑大介: 引っ張り構造をもつ護岸施設の展開, 帝京大学山梨文化財研究所研究報告第14集, pp.57-72, 2010. 7) 浙江省文物考古研究所 1985. 8) 正垣孝晴・為廣国寿・中野充: 25mm 径の塩ビパイプで採取した試料の品質と原位非排水強度の推定, 土木学会関東支部研究発表会, 2017, 投稿中.