

函館漁港・船入瀬防波堤の建設経緯と保存活用*

Construction details of Basin Breakwater of Hakodate Fishwry Harbor and its Preservation and Using

佐々木恵一**・原口征人***・葦沢憲吉****・佐藤馨一*****

By SASAKI Keiichi, HARAGUCHI Masato, NIRASAWA Noriyoshi, SATOU Keiichi

概要：函館漁港・船入瀬防波堤は、廣井勇が小樽築港にとりかかる直前に担当した防波堤であり、当時をしのばせる土木遺産として貴重なものである。堤体は北海道では珍しい石造りの構造となっている。現在、この防波堤の保存改修と活用が計画されていることから、近代港湾技術における石造からコンクリートへの過渡期の構造物として、その歴史的意義を明らかにし、今後の利活用に役立てる。また、函館の歴史的景観を形づくる素材として観光等に活用していく方策を検討する。

1. はじめに

「函館漁港・船入瀬防波堤」は、保存・改修を経て新たな活用の方策が検討されている。このため得られる資料から経緯をまとめ、土木史上の由来について報告する。

2. 防波堤の今日の概要^{注1}

(1) 場所

函館市、函館漁港。函館漁港は函館山の麓、函館港の西側に位置している。この函館西部地区は我が国最初の貿易港として、また北洋漁業の拠点地として函館の繁栄とともに歩んできた地区である。近くには漁港整備と同時期に整備された、函館ドックがある。

また、近年観光スポットとして発展しつつある金森倉庫群周辺地区（BAY はこだて等）や歴史的建造物の多い地区である。（図1～3参照）

(2) 施設内容

施設の構造は石張構造による防波堤および船揚場。船入瀬防波堤は現在、南側 10m、北側 104m が当時のまま残されている。建造当時は延長 158m であった。現在の状態は以下である。（図4に現況の状態を示す）

- ・防波堤 先端部は欠損しているが、大部分は当時のまま残されており、現在も波除堤として機能している。今後、そのままの状態でも破損が進む可能性は極めて低いと判断される。
- ・船揚場 建造時の延長は残されていないが、現存する約 30m は現在も斜路として利用されている。

3. 函館漁港・船入瀬の建設経緯

函館漁港・船入瀬整備までの歴史的状況を述べておく。

*keyword：函館、港湾整備、明治期

**正会員 博(工) 函館工業高等専門学校環境都市工学科
(〒042-8501 函館市戸倉町 14-1)

***正会員 博(工) 北海道大学大学院工学研究科

****正会員 博(工) 函館工業高等専門学校環境都市工学科

*****正会員 工博 北海道大学大学院工学研究科



図1 函館漁港・船入瀬防波堤（撮影：原口,2002.12.27）



図2 函館漁港（俯瞰）^{注1}

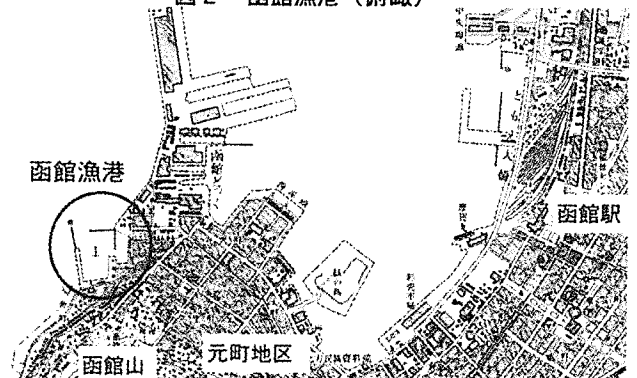


図3 函館港地形図（○内が函館漁港）^{注2}

(1) 廣井勇の調査までの函館港整備と調査

明治維新後の 1869 年(明治 2)、「箱館」は「函館」に改められ、行政機関としての函館開拓使出張所が開設され、北海道開拓の基点としての位置づけを与えられた。1873 年(明治 6)、開拓使によって函館－青森間に定期航路が開設され、1875 年(明治 8)には函館－東京間の定期

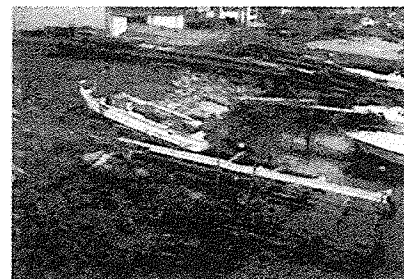
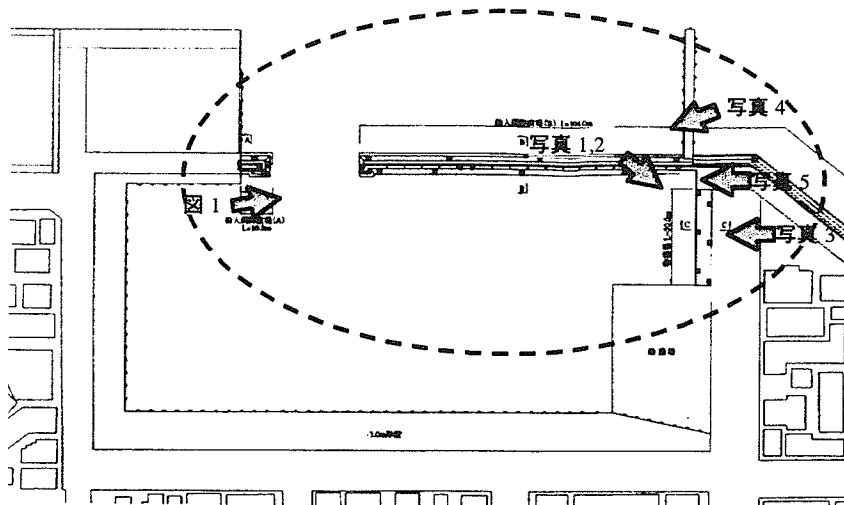


写真 1 船揚場

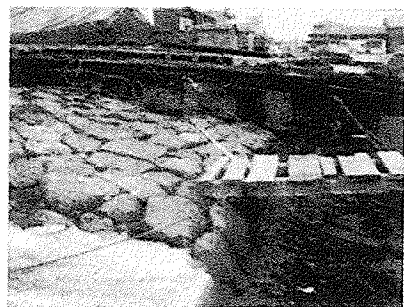


写真 2 船揚場



写真 3 漁港内 (函館山遠望)

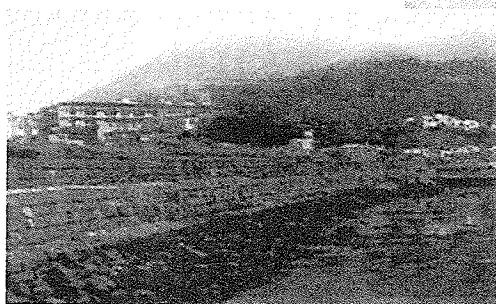


写真 4 防波堤 (石垣)



写真 5 防波堤 (2 段目の堤頭)

図 4 函館漁港・船入澗の現況図と写真^{注1}

航路開設と函館港の重要性は増大していった。

廣井の「函館港湾調査報文^{注3}」より廣井の調査以前に行われた調査の経緯をあげる。

- 1854 年(安政元) 米国軍艦の測量
 - 1869 年(明治 2) ロシア国軍艦フサチブ号の測量
 - 1878 年(明治 11) 航海上で破損した船の修理をなすため、函館区の有志はドックの建設と鉄工場の設置を開拓使に請願
 - 1879 年(明治 12) 開拓使は海軍の肥田浜五郎にドック地選定のための深浅測量を依頼(9-10 月)
 - 1881 年(明治 14) 英国軍艦フライングフィッシュ号の測量
 - 1883 年(明治 16)、1884 年(明治 17)になって、港内にどれだけ土砂堆積があるかを測るために、函館県で深浅測量。これにより港内が年々堆砂で埋まりつつあるを知り、内務省から工師ムルデルを派遣してもらい調査。原因は 1) 湾内に流入する亀田川、2) 降雨での函館山の土砂と北西からの波浪で丘崖が崩壊しその土砂が流入。
 - 1886 年(明治 19) 3 月より亀田川の切り替え工事、翌年 11 月に竣工。
 - 1886 年(明治 19) 12 月に海軍省に依頼し再度ドックの位置を調査(弁天砲台沖に陸地と離して埋め立てで築造と答申)
 - 1888 年(明治 21) 5 月、函館有志 11 名で弁天砲台はもはや不要のためこれを崩して跡地にドックを、と区長に上申
 - 1888 年(明治 21) 7 月 C. S. メークが派遣され、道庁技師福士成豊とともに深浅測量と調査。メーク設計を成す。弁天砲台先埋め立ては港内防波堤としても良い。
- 以上の経緯をまとめると以下である。

- ・函館港は天然の良港ではあるが、流砂・漂砂によって水深が徐々に浅くなり、浚渫しなければならぬ状態であった。(これに対し、亀田川の切り替えは実施)
- ・船舶の修理を函館でできるようにし、あわせて函館の鉄工業を推進する目的で、有力者がドックの建設を建議していた
- ・江戸末期に築造された弁天砲台(岬の突端に位置する)が不要となり、その場所にドックを築造することが考えられていた

(2) 廣井による調査の開始

廣井勇は 1889 年(明治 22) 7 月、留学先のドイツから欧州土木事業の見学ののち帰朝し、札幌農学校工学科で土木教育を開始した。当時の学生は岡崎文吉(3 年生)を筆頭に 10 名であった^{注4}。(表 1 に年表を示す。以降参照)

1890 年(明治 23) 5 月、廣井勇は北海道内港湾の調査をメークに変わって推進するよう命じられ、最初の箇所として函館において綿密な深浅測量を実施する(道庁技師福士成豊が担当)。これらの調査の結果が、北海道開拓の全体計画の中で位置づけられるのは、やはり北垣長官の就任(1892 年(明治 25) 7 月)からである。北垣は函館港の改修(浚渫や防波堤)、ドックの建設を緊要の事

表1 函館港改良工事および磨井勇・築港関係年表^{注5}

	月・日	函館港改良工事に関する事項	月・日	廣井勇・札幌農学校・小樽築港・北海道開拓・（国内築港）
1889年 明治22			7.19 ?	廣井が留學先から帰朝する（札幌農学校において教鞭をとる。9月より教授となる） （横浜築港が着工）
1890年 明治23	?	廣井によって港内の浅深測量が行われる	5	廣井、北海道港湾の調査を道庁より命じられる（まず、函館港の調査から始める）
1892年 明治25	11.?	23年以来一時中止されていた調査を再開（潮流、海底の地質）（翌年終了の予定）	7.19 11.10	北垣国道（内務次官）が長官（～29年4.3まで）となり、海陸連絡施設整備の方針を打ち出していく （横浜築港防波堤コンクリートに大量のひび割れが発見された）
1893年 明治26	7.27	井上内務大臣が視察する（修築の計画を説明）（終了予定の調査を執行することにする）	3.25 3.? 4.19 8.? 9.19 12.?	北垣長官「北海道開拓意見書」を井上内務大臣に提出 （内務大臣は横浜ひび割れについての調査委員会を発足させた） 廣井は「道庁技師 兼 札幌農学校教授」となる 井上内務大臣が小樽港を視察する 廣井、上京中、横浜築港視察を命じられる （横浜築港防、調査委員会の報告に基づいて施工方法改める）
1894年 明治27	7.1 11.19 11.? 12.21	技手菅道臣によって「コンクリート実施試験」に着手（セメント性質試験方法決まる） 「コンクリート実施試験」の終了 土木技官古市公成が視察および修築工事に関し調査（内務大臣の命） 廣井「函館港湾調査報文」を北垣長官に提出	4.? 8.1 9.?	小樽港でも浅深測量、地形調査を開始する （日本政府、清国に戦線布告（日清戦争 翌年4月まで）） （佐世保軍港第1ドック着工）
1895年 明治28	1.? 4.? 8.? 12.?	調査報文の内容が新聞連載される 函館区会により、港内の浅深・防砂堤・防波堤を区の事業（ドックは私営）として議決し、道庁長官に稟議 平田文右衛門など51名函館ドック会社を設立 函館工事、道庁より議会に提出され可決	? 5.? 8.? 11.?	小樽港で防波堤の試験工事実施 道庁、札幌・茨戸・茨戸・銭函の排水運河を起工（岡崎文吉） （佐世保軍港第1ドック完成。直後に漏水が発生する。原因究明開始） 小樽・土木技官古市公成が視察。試験工事に関し調査（内務大臣の命）
1896年 明治29	3.27 5.19 6.16 6.19 6.21 7.16 10.? 11.4 11.28	廣井、港湾測量のために函館に出張 函館改良工事起工の許可がおりる 廣井、函館港改良工事監督を命じられる 諸般の準備を整え、函館港改良工事が開始される 仮事務所を函館市役所内に開設。職員の内命を行い、工事施設に関する規定を定める。 旧砲台内に建設中だった事務所および倉庫が完成（機能を仮事務所から移す） 防砂堤工事に着手 コンクリートブロックの沈下に着手する 暴風激浪により施工したブロックが被害を受ける	3.15 5.? 6.? 7.? 9.30 ?? ??	廣井「小樽港湾調査報文」を長官に提出 「小樽港市街水道調査報文」 札幌農学校工学科4学年の真島は卒業前に函館港改良工事に着任 札幌農学校卒業式（真島健三郎、卒業する） 廣井、港湾調査のため小樽に出発 （横浜築港港工事が完成） 小樽でモルタルブリケット供試体の製作を開始
1897年 明治30	?? 4.10 5.? 6.? 12.9	（前年工事から）海底の地盤をならし捨て石を定着させるまでに16カ月を要した 浚渫工事のための船や機械の組立に時間を要していたがようやく着手（32年時点でまだ継続中） 船入洞の工事に着手 旧砲台の土などを使い埋め立て工事に着手 道庁に函館港調査委員会が設置され、廣井は函館港調査委員を命じられる	?? 4.27 5.9 5.16 7.? 8.14 9.24 11.10 12.21 ??	小樽港では真島がタイタンクレーンの設計、施工を担当する 廣井、臨時築港事務所長を命じられ内務部土木課勤務となる 小樽で工事用地埋め立て、船入場を整備し始める 臨時築港事務所が開所する 札幌農学校卒業式（内田富吉、卒業し小樽築港の業務に就く） 廣井、札幌農学校を辞任（依願免職官） 小樽築港事務所防波堤工事を開始 小樽築港事務所が置かれる 廣井勇、土木部小樽築港事務所長兼土木部築港課長を命じられる（道庁辞令） 小樽港調査委員会が設けられる（道庁） （小樽防波堤は延長155尺）
1898年 明治31	1.17 4.? 9.6 9.? 11.?	ドック会社の周りの埋め立て地を区会の決議（この日）に基づき工事大正から切り離す ブロックが安定するのを待って上部構造に着手 新市街地への接続道路を確保するために地権者と交換（臨時区会で決議） 石堤工事を完了 埋め立て工事が落成。旧砲台の解体も終了	?? 1.4 3.10 5.? 11.1 ??	廣井「築港」を出版（丸善） 廣井、小樽港調査委員会委員を命じられる（道庁） 小樽港調査委員を命じられる （古市公成ら「佐世保軍港ドック破壊原因調査報告書」を海軍大臣に提出） 廣井、小樽築港事務所長を命じられる（道庁） （小樽防波堤は延長588尺）
1899年 明治32	4.29 5.4 7.11	廣井「函館港改良工事報文」を道庁函館支庁長に提出。 工事が竣工し、報奨金5千円支給 「函館港改良工事報文」発行（北海道庁函館支庁）	3.? 4.1 9.2 ??	廣井、工学博士授与 真島健三郎は海軍技師任官（第1ドック改築工事主任に就任） 廣井、工科大学教授 兼 北海道庁技師（文部省） （小樽防波堤は延長1107尺）

業と認め、その事業化にむけた調査を廣井に命じた^{注6}。

こうして一時中断していた調査が同年 11 月に再開し、潮流や海底地質の調査が行われた。翌年で終了予定の調査は、井上内務大臣巡視ののち更に正確を期するよう継続を促され、1894 年(明治 27)まで行われた。

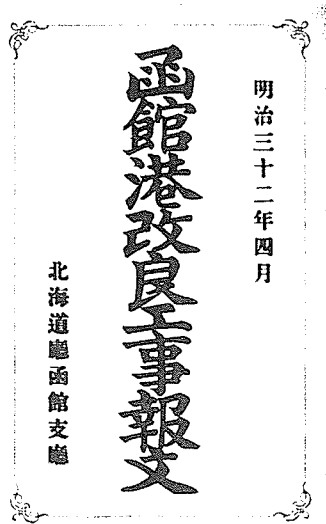


図5 廣井勇による工事報文^{注6}

(3) コンクリートの試験実施

井上大臣の視察時(函館ののち小樽も)、前年 11 月に発生した横浜築港における防波堤コンクリートブロックひび割れ事件が念頭にあり、コンクリートを使った築港計画に注意を促されていたことは想像に難くない。廣井にはこの後すぐ、上京中に横浜への視察が命じられている^{注7}(1893 年(明治 26)9 月)。

こうして翌年 7 月から 11 月にかけてセメント性質試験とコンクリートブロック試験製作が行われた。試験は技手菅道匡が担当し、その方法については「函館港湾調査報文」に詳しく附記されている^{注8}。

・セメント性質試験方法

甲種 陸上で練り作成し養生したコンクリートを想定

乙種 水中練込みおよび袋詰めコンクリートを想定

2 種に対して 6 つの条件を課している。試験中、モルタル試験供試体を真水・海水に浸す、真水と海水で練るなどの方法を用いている。北海道セメント会社(上磯セメント)の成績は良好であった。

・コンクリートブロック試験製作

実際にブロックを製作し 2 カ月後に切断したところ、1 点の空隙も存在しなかった。更に切断した一部を海水面の上下する箇所を設置したが、亀裂は発生していない。

・水中場所詰めコンクリート試験

変化してしまう → ダメ

・袋詰めコンクリート試験

変化し成分が析出してしまう → ダメ

こうしてコンクリート製作には、陸上において固練りでつき固めを入念に行ったブロックなら問題が出ないことを確かめた。小樽の試験よりも早く廣井のコンクリート試験がここまで踏み込んで行われていたことは、これまであまり認識されていなかった。この試験の結果、地元企業の生産したセメントを用いて問題はなく、これは低廉な工事に寄与するとしている。

(4) 廣井の設計

これらの調査ののち 1894 年(明治 27)12 月、廣井は「函館港湾調査報文」を北垣長官に提出した^{注9}。廣井の設計は以下の 4 事業である。

第 1 港内浚渫ならびに防砂堤築造工事

第 2 旧砲台先近方埋築ならびにドック築設工事

第 3 防波堤築設工事

第 4 内港ならびに倉庫地馬頭壁埠頭もしくはは棧橋築設工事

このうち第 1、2 を急を要する事業とし、旧砲台先を埋め立ててドックと造船場と造成し、同時に埋め立て地全体を利用して防波堤の役目を持たせるものであった。

1895 年(明治 28)4 月、臨時函館区会が開かれこの設

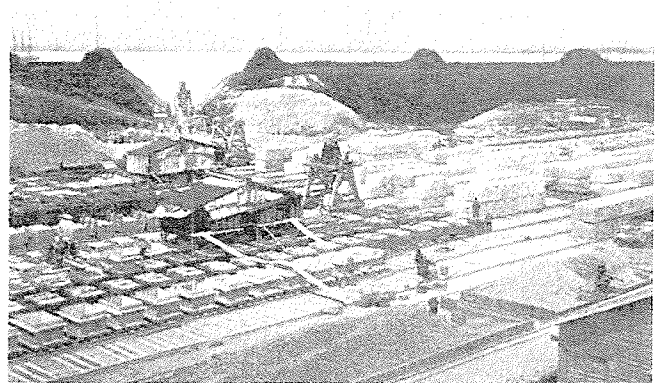


図6 コンクリートブロック製造工場(1897.7.1)^{注6}

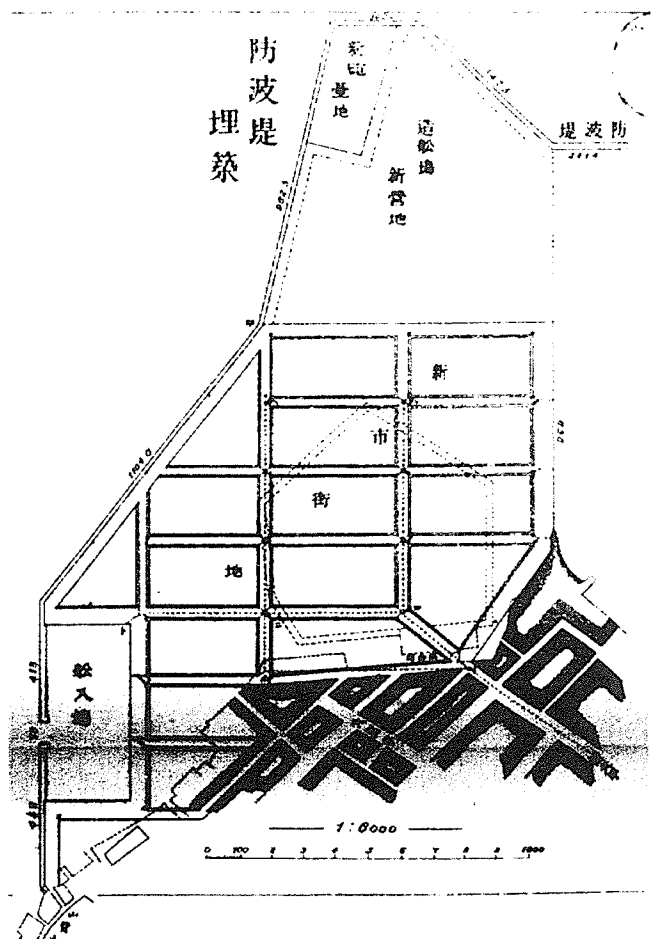


図7 改良工事設計図^{注6}

計のうち「浚渫・防砂堤・防波堤・埋立て」を区の事業とし、ドックの事業は民間で施工することとで可決した。工費について国庫補助で 30 万円を請願したが、かなわず 20 万円となり、不足分 10 万円は区債を増加することにしてようやく 1896 年(明治 29)5 月、起工の許可がおりる。

(5) 設計の詳細

「函館漁港・船入瀬」はこれら一連の函館港改良事業の一角を成していた。以下に構造上の特徴を示すため、船入瀬に関わる部分を廣井の設計から示す。

・弁天岬周辺の全体計画

計画のうち船入瀬に関わる弁天岬周辺の計画図を図 7 に示す。弁天砲台を取り壊しその場所に新市街地を造成、その先に新ドック会社の用地(造船場新営地)を置く。周囲は波浪を受けるため、防護のために石堤を総計延長約 980m (3238 尺) 配置する。構造はコンクリートブロックと石垣の混成堤である(図 8(上)の防波堤設計を参照)。このような構造になった理由は施工順序にある。

工事中に波浪に襲われ、施工した堤が崩壊するのを防ぐために、まず海底を掘削し波浪に耐えうる荷重を持つコンクリートブロックを基礎として設置してしまう。そののち堤頭部の石垣を施工する、というものであった。石垣に用いる石材(亀腹石、間知石)は大きなものを弁天砲台の石垣から全て流用し、小さなものだけ周囲の村から採取した。

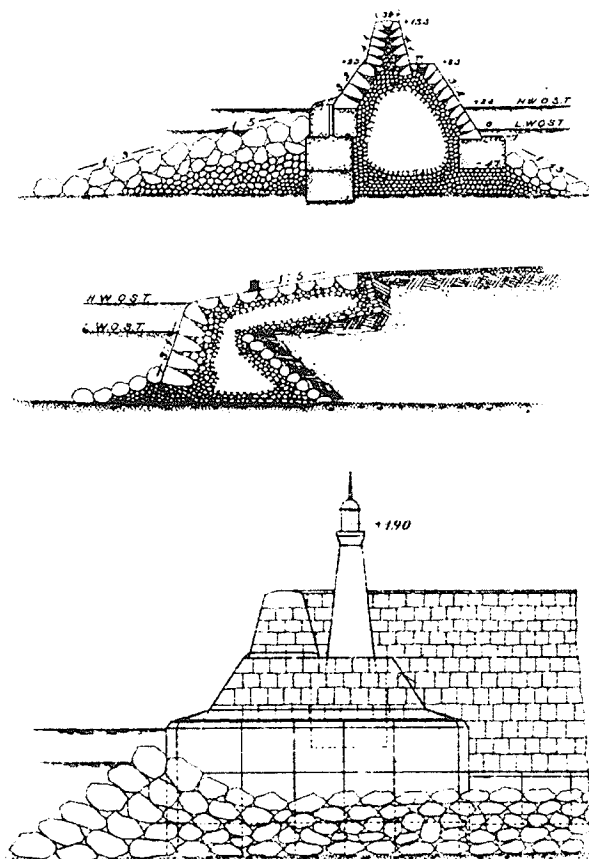


図 8 (上)船入瀬防波堤断面 (中)物揚石垣断面
(下)船入瀬防波堤頭^{注6}



図 9 (上)弁天砲台(工事前) (中)新市街地(工事後)
(下)山背泊方面(現函館漁港周辺)(1897.10.1)^{注6}

・船入瀬の設計

船入瀬の工事は 1897 年(明治 30)5 月から着手された。目的はこの事業(防波堤築造)によって漁船の航行上支障が発生してしまう付近の漁民に対し、漁船係留の目的で設置されたものであった。これら漁民への配慮は小樽港防波堤の設計変更にも見られる(北防波堤の中途切断部分)。

この船入瀬を防護する防波堤の構造は図 8(上)に示す。石堤との変更は、港内側に基礎コンクリートブロックが 1 段増えている点である。この場所(山背泊地区)は波浪が最も激しい場所であるため、堤頭に古レールを入れて緊締した。

また港内の周囲には漁民の使用する図 8(中)のような物揚石垣が設置された。貨物の積み卸しや船舶の係留に便利ように石垣の天端は満潮面と等しく 1/5 の勾配で亀腹石を道路に至るまで張り付けた。

灯台(図 8(下))は場所打ちのコンクリートで、上部に花崗岩製の笠石をボルトで設置し、更にその上に六角形の錬鉄製灯籠が置かれた。

4. 船入瀬防波堤が現代に伝えるもの（その存在意義）

（1）近代化遺産としての古さ

北海道の近代港湾整備は廣井勇から始まった。その廣井が最初に手がけた港湾事業である（船入瀬の着工は1897年(明治30)5月）。廣井が手がけたという北海道では絶対のネームバリューと小樽港より計画、施工年が早いという意義をもつ。

事業全体は埋め立てによって新市街地とドック用地を造りこれを防波堤にする、という大きなものだが、その事業で不利益を被る漁民を救済するために計画された小さな船入瀬、という意味あいを持つ。

（2）日本コンクリート発展史上の重要性

小樽港の百年耐久試験はあまりにも有名だが、その試験の雛形といえる試験を函館で行っており、その成果として造られたコンクリートブロックを有する。ブロック自体は小樽のものより小型であるが、廣井はこの函館での経験を反映させ、小樽港防波堤のブロック製作や施工により改良した方法を用いたのではないと思われる。今後、現代の技術で両者の差をコンクリートの成分分析等で研究することで、土木史上で極めて有益な情報を得られると推察される。

（3）意匠の持つ景観性

防波堤の基礎はコンクリートブロックであるが、堤頭部は石垣で構成されている。その建材には埋め立て事業で解体された弁天砲台の石垣の石が使用されている。理由には廃材利用による工費の節約もあったと思われるが、これによってかつて同じ場所に存在した建造物（しかも幕末にかけての）の記憶を内包する建造物となった。しかもこのような石垣構造は北海道では非常に珍しく、函館＝五稜郭、といったイメージの連鎖にも合致していて、今後、観光資源足りうる力を感じられる。

5. 今後の検討課題

（1）防波堤形状の系譜

函館漁港の船入瀬を検討した際、高知（廣井勇の出身地）における築港の様式が影響を及ぼしていると思われる。その諸港（室津・手結・津呂）は野中兼山の事業であるが、廣井は晩年の著書「日本築港史」で兼山の港湾事業をたたえ、先達として畏敬の念を表明している。幼少時になじみの深かったこれらの港湾が影響を与えたことは、充分考えられる。今後、調査を行う必要がある。

・類似点

- (1) 陸の中に船溜まりを内包するスタイルや“瀬”の形状。これは波浪から瀬を防護するには最適な形状（外郭施設を少なくする）
- (2) 瀬の入り口に対する縦横比率の形状
- (3) 海岸線に対して平行に長い形状と小段の配置形状

（2）防波堤の構造

上記、野中兼山の防波堤形状を近代港湾技術以前の港湾技術とするなら、コンクリートブロックを用いた防波堤築造は近代土木技術の方法である。函館港改良工事では、石堤や船入瀬防波堤に両者混合の混成堤で計画されている。その理由について以下が考えられるため、その特定のため精査が必要とされる。

- ・コンクリートブロックだけでは不安であったのか
- ・工費の節約で、全部をコンクリートブロックとすることができなかったのか
- ・函館の石工が存在するとすれば、その伝統技術を活用した（その方が確実な技術であった）

6. おわりに

近代港湾技術の黎明期に位置し、廣井勇の行った最初の港湾事業である函館港改良事業は、日本の港湾土木やコンクリート技術の発達史において様々な切り口から評価されるものである。このため今回提示した視点以外にも検討に値する事項がまだ存在すると思われる。さらなる研究を続ける必要がある。

今回は現在進行中の保存活用についてふれることができなかったが、その動向については発表時に論点をまとめ、提示する予定である。

<注記・参考文献>

- 1) 平成13年度（社）寒地港湾技術センター[自主研究]「北海道の港に係る近代土木遺産の保存と活用に関する調査研究『函館漁港 船入瀬防波堤』」,2002.3
- 2) 国土地理院 HP より 1/25000 地形図を部分引用（文字等を加筆）
- 3) 廣井勇：「函館港湾調査報文」1894.12
- 4) 原口・今・佐藤：札幌農学校の土木工学教育に関する研究、「土木史研究18」,pp17～28,1998
- 5) 原口作成（参照文献「函館港湾調査報文」「函館港改良工事報文」「日本築港史」「コンクリートの長期耐久性[小樽港百年耐久性試験に学ぶ]」「廣井勇の世界」）
- 6) 北海道庁函館支庁『函館港改良工事報文』,1899.7
- 7) 浅田英祺編：『小樽築港百周年記念アルバム「シビルエンジニア廣井勇の世界」』巻末年譜,北海道開発局小樽開発建設部小樽港湾建設事務所,1999.5
- 8) 附録とされている。「函館港改良工事報文」に転記されている部分もあるが省略されているため、全容を知るには調査報文の記述が必要となる
- 9) 表1の年表を見て分かるように、内務省技監古市公威の視察ののちすぐに調査報文が提出される。これは小樽築港も同様である（1896年(明治29)3月）