

2.1.2 事例研究

前節に示した近代海洋・港湾土木遺産 169 施設において、保存状態が良く、現在でも利用されている施設を選定し詳細調査を実施した。対象は表 2.1.5 に示す 15 項目である。各施設は港湾の歴史と発展に根付くものであるため、港湾ごとにとりまとめた。灯台については、明治期の灯台を中心に構築材料ごとの保全方法の違いを述べることにしたが、詳細については「明治期灯台の保全」¹⁾を参照されたい。また、国等が指定する近代化産業遺産にも海洋土木施設があるため、その代表例として軍艦島（長崎県端島）を取り上げ、今後の維持管理について記述した。なお、各施設の説明の中で、近代日本港湾の発展に尽くした廣井博士、外国人技師デ・レーケ、ムンドルらの功績についても概説した。

表 2.1.5 詳細調査した施設の一覧

No.	施設名称	完成年	主要材料	港湾
1	小樽港 北防波堤	明治 41	コンクリートブロック	小樽港
2	函館漁港 船入潤防波堤	明治 32	コンクリートブロック	函館港
3	稚内港 北防波堤ドーム	昭和 11	RC 防波堤	稚内港
4	象ノ鼻（東波止場）	慶応 2	石積、防波堤	横浜港
	船渠ドライドック（旧第 2 号ドック）	明治 29	石	
5	四日市北突堤上部防潮壁	明治 27	石積、防波堤	四日市港
6	姫埼灯台	明治 28	鉄骨	-
	檜野埼灯台	明治 3	石	-
7	三国港 エッセル堤	明治 13	石積、防波堤	三国港
8	神戸港 新港第一～第三突堤	明治 43-大正 11	RC ケース、石積	神戸港
9	アレイからすこじま公園護岸	明治 20	石積護岸	呉港
	呉事業所 係船堀北護岸	明治 44	石積護岸	
	石川島播磨重工業 第四修理ドック	昭和 4	コンクリート	
10	石垣岸壁	明治 25	石積護岸	若松港
	（再現）弁財天上陸場	大正 6	石積階段	
	（旧）若松南海岸物揚場岸壁	大正 10	石積護岸	
11	三池港 港口閘門・補助水堰	明治 41	鋼製、石、レガ	三池港
12	出島岸壁	大正 13	RC ケース	長崎港
	中島川変流部護岸	明治 22	石積護岸	
	元船岸壁	昭和 2	石積護岸	
13	立神係船地護岸	大正 5	石積護岸	佐世保港
	佐世保重工(株) 第二、第五、第六ドック	明治 28-大正 2	石、コンクリート	
	佐世保重工(株) 第四ドック	昭和 10	RC	
14	三角西港 護岸	明治 20	石積護岸	三角西港
15	軍艦島（近代化産業遺産）	明治 23～	コンクリート、RC 護岸	-

【参考文献】

- 1) (財)日本航路指標協会：明治期灯台の保全，pp.1-258，2001.

(1) 小樽港 北防波堤

1) 概要

築造	明治 30(1897)年着工、明治 41(1908)年竣工 昭和 41(1966)年天端高嵩上げ
設計	「近代港湾の父」廣井勇 3 代目小樽築港事務所長伊藤長衛門 青木政徳
諸元	延長 1289m 堤幅 約 7.27m 構造断面は沖に向かって甲部(付根：方塊積み)、 乙部(中央：方塊積み)、丙部(端部：斜塊積み) と変化し、各延長は 47m、131.4m、1098.2m 毎年 120m～150mのペースで施工
現状	建設から 100 年以上が経過し、老朽化が進行 現在は甲部、乙部は埋立地内にある

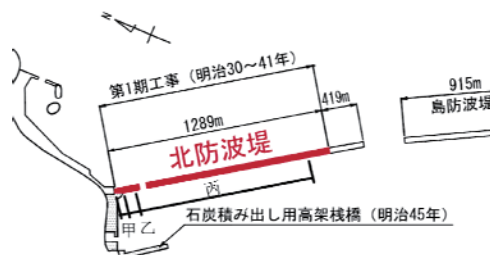


図 2.1.2 小樽港位置図²⁾

2) 現在の利用状況^{1).2)}

小樽港は北海道西海岸のほぼ中央に位置し、高島岬に抱えられるように石狩湾を望む、港域面積 5,704 千 m²、防波堤内面積 3,308 千 m² を有する重要港湾である。小樽港は北海道と本州を結ぶ日本海側長距離フェリー航路と、中国との外貿コンテナ航路を有し、北防波堤は小樽港利用船舶の安全性確保のために重要な施設である。多彩な観光地を背後に有し、多くのクルーズ客船が寄港する北海道観光の海の玄関口といえる。



写真 2.1.2 北防波堤断面(コパンブロック工法)

平成 12(2000)年に「土木学会選奨土木遺産」

に認定され、平成 13(2001)年には小樽みなとと防波堤として「北海道遺産」に選定された。

3) 築港の歴史と背景^{3).4)}

小樽港は、古くから鮭や鱈の豊漁地として知られてきたが、明治初頭に開拓使庁が札幌に置かれると北海道開拓のための海陸連絡の要地と定められた。その後、石狩炭田の開発と合わせて、手宮～札幌間に道内初の鉄道が開設されたことから、石炭の積出しや内陸部への物資供給の中継港として本格的な港湾活動の第一歩を踏出すこととなり、明治 32(1899)年には外国貿易港に指定され、確固たる商港の地位を築いた。

北防波堤の計画を推進したのは、若くしてアメリカやドイツなどへ渡り、最新の港湾技術を学んで帰国した廣井勇である。帰国後、初代小樽築港事務所長に就任し、築港計画が開始された。

北防波堤の主要部分の建設には、コンクリート方塊を我が国で初めて斜積みしていく「スローピングブロック（斜塊）工法」を採用した。この工法の技術的な特徴は、法線幅 1.21m、断面幅 3.03～4.24m、高さ 1.82m、重さ約 15～23 t の方塊を、水平に対して**写真 2.1.3**に示すように 71 度 34 分の傾斜をつけて積^{せきじょう}していることである。そのねらいの一つは、法線幅の薄い方塊が工事中（**写真 2.1.4 参照**）に据付進行方向へ脱落することを防止するためである。また、隣接する方塊と傾斜をもって**ひょうごう**（＝斜めにもたせかけて接合する方法）させることにより波の衝撃から耐える意味もあり、力学的な合理性を兼ね備えている。この工法は、当時、スリランカのコロンボ港の防波堤で採用されていた最先端の工法で、実際に事務所員の内田富吉らが現地を視察して採用が決められた。

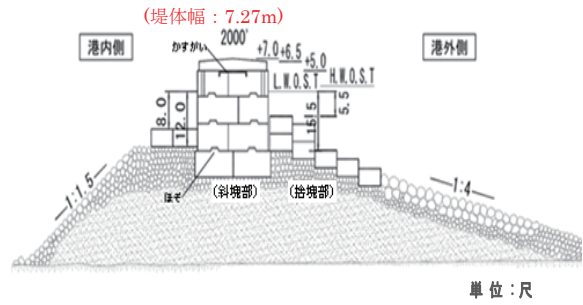


図 2.1.3 北防波堤断面図(丙部)³⁾

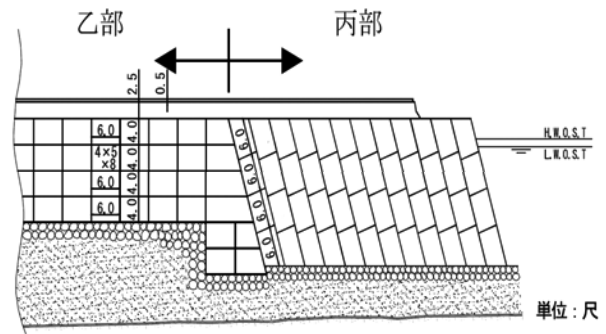


図 2.1.4 北防波堤側面図³⁾

4) 施設保全のための維持管理実績^{1), 4), 5)}

防波堤工事が始まった頃はコンクリートの配合や強度について未解明な部分が多かった。そこで、供試体をつくり経年変化を実際に調べるという耐久性試験が試みられたのである。製作した供試体は 6 万個で、50 年以上先を見据えた壮大な試験である。この試験は「百年耐久性試験」と呼ばれ、現在も試験が行なわれ、十分な強度があることが実証されている。供試体はまだ 4 千個ほど残っており今後も継続して試験を行なうことができる。

現在も防波堤としての機能を有している北防波堤も、長い年月激浪にさらされ、基礎捨石・被覆石の洗掘、港外側の基礎部の階段形状を形成する捨塊ブロックの散乱等が発生している。この状況を踏まえ、現況の再現実験（安定性照査）を行なった結果、「基礎部の安定性低下と本体の安定性低下」が確認された。よって、このまま放置すれば健全な防波堤本体までもが危険となり本来の機能を維持することは困難であると判断し、捨石や基礎等を極力元通りに修復する「平成の大改修」が始まった。改修にあたっては、貴重な財産である北防波堤の機能を維持したままに残すこと、また

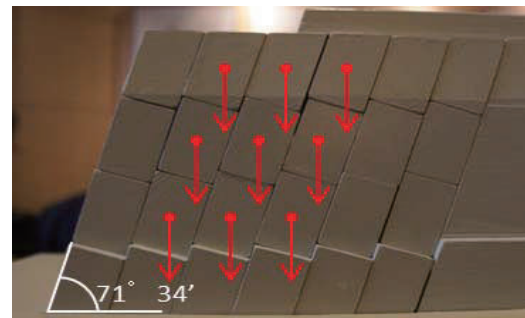


写真 2.1.3 構造的特徴



写真 2.1.4 積置機による斜塊の据付²⁾



写真 2.1.5 百年耐久性試験 供試体

廣井勇の設計思想および構造を踏襲し永続性を確保することを念頭に置き、平成 17(2005)年度より着手され、平成 26(2014)年には北防波堤のうち港外側 567m、港内側 675mの改修が完了した。改修基本断面を図 2.1.5 に示す。

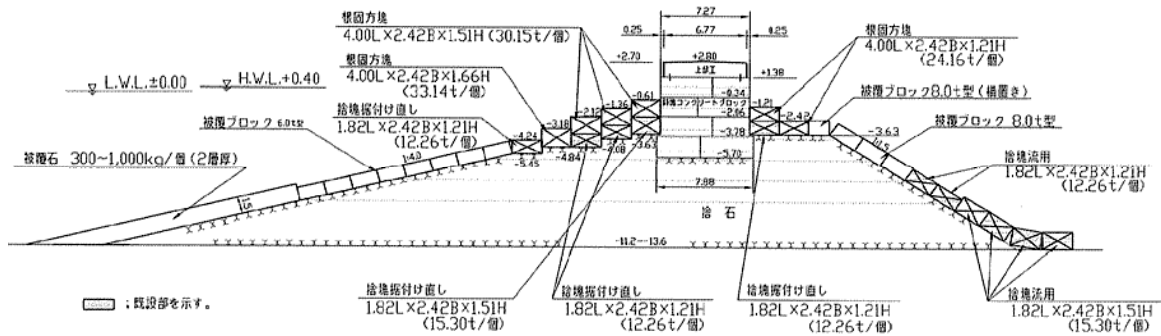


図 2.1.5 改修基本断面図⁶⁾

なお、捨塊においては潜水調査を行なって設計図と照合し、形状が異なる個々の捨塊に管理番号を付け、本来あるべき場所を特定したうえで、起重機船により所定位置に移動させるというものである。

5) 構造的特徴と今後の維持管理における着目点²⁾

北防波堤の構造的特徴は、以下の通りである。

- ①据付けた斜塊が堤体重量および上載荷重による捨石マウンドの変形に順応できる
- ②斜塊の傾斜によって斜塊相互の連結を強化できる
- ③相互のもたれ合いによりマウンドの沈下への追従とブロック間の摩擦の増大で波力への抗力を高めている
- ④港外側の捨塊は階段状にすることで波力を低減する効果がある
- ⑤目地を鉛直方向に通さず、くさび、ほぞ、かすがいにより連結している (図 2.1.3 参照)
- ⑥工事中の法線方向に対する方塊の安定性が向上している

これらの構造的特徴において、捨塊がなくなると、波力の増大やマウンドが洗掘される危険性が高くなり、マウンドが洗掘されることで、さらに捨塊ブロックの抜け落ちや沈下が進行し、堤体全体がドミノ的に崩壊する恐れがある。実際に捨塊の散乱が発生していることから、堤体全体の安定性を確保するうえで、現在実施されている改修工事の完了が期待される。

【参考文献】

- 1) 山下 茂：北の荒波に耐える「小樽港北防波堤」, 建設コンサルタンツ協会誌 Vol.234 1月号, pp. 32-35, 2007
- 2) 中村 弘之：小樽港北防波堤構造の秘密, 北海道開発土木研究所月報 No.628, pp. 57-61, 2005
- 3) 小樽市 HP : <http://www.city.otaru.lg.jp/jigyo/otaruport/>
- 4) (一社)日本埋立浚渫協会 HP : 21世紀に伝えたい『港湾遺産』, No.2 北海道・小樽港北防波堤
- 5) (一財)港湾空港総合技術センター : SCOPE NET vol.40 平成の大改修小樽港北防波堤改良工事について
- 6) 国土交通省 北海道開発局 : 港湾・漁港事業の技術
<http://www.hkd.mlit.go.jp/topics/archives/60-2/kouwan/01.pdf>

(2) 函館漁港 船入澗防波堤

1) 概要

築造	明治 29(1896)年着工、明治 32(1899) 年完成 平成 24(2012)年修復
設計	「近代港湾の父」 廣井勇
諸元	北側延長 104m、南側延長 54m
現状	100 年以上経過した現在でも防波堤として機能している現役の港湾構造物



図 2.1.6 函館漁港位置図

2) 現在の利用状況¹⁾

函館漁港は、本州と北海道を結ぶ海の玄関口として発展してきた函館港の西側に位置する漁港である。函館漁港のある函館西部地区は我が国初の国際貿易港として、また北洋漁業基地として函館市の繁栄とともに歩んできた。近くには、同時期に整備された函館ドックがある。

明治 32(1899)年に完成し、100 年以上経過した現在でも防波堤としての機能を有している現役の港湾構造物で、学術的にも貴重な港湾施設である。

なお、この防波堤は平成 16(2004)年に「土木学会選奨土木遺産」に認定されている。



写真 2.1.6 函館漁港 船入澗防波堤

3) 築港の歴史と背景^{2), 3), 4)}

函館港改良工事は、明治 29(1896)年 6 月に着工し、大型船の入港を可能とする浚渫、北および北西風によって起こる港内への沿岸漂砂の防止、船着場、造船所の整備や市街地の造成等を目的に、浚渫(浚渫面積 427,000m²、土量 238,000m³)、延長 454m の防砂堤、防波堤の整備、弁天台地先海面を 147,000m² にわたり埋立、船渠用地、漁船の船入澗等を造成し、同 33(1900)年 9 月に完了した。船入澗防波堤は、この改良工事の一環として明治 32(1899)年に完成したものである。調査・設計は近代港湾の父と称される廣井勇である。

防波堤の構造は、表面を日本古来の城壁の石積工法である間知積みで仕上げ、基礎部分にはコンクリート(コンクリート)ブロックが三段重ねで用いられているハイブリット構造である。函館漁港には船入澗防波堤および埋立護岸として約 1,150m の石垣が築かれている。また、石積みに使用した間知石は文久 3(1863)年に外国船襲来に備えて建設した弁天台場を解体して発生した間知石を流用している。現在は澗口を挟んで北側 104m、南側 10m(竣工時は 54m)がほぼ当時のまま現存している(十勝地震等により一部の破損、崩壊がある)。

本工事の事業主体は国ではなく、函館区であった。工事費は約 82 万円と見積もられ、国からは補助金として 20 万円が下附されるとともに、不足する財源をまかなうため、弁天砲台の払い下げを受けて工事の元金とし、さらに区の土地を売却して 17 万円を確保、残り 45 万円は函館区が区債を

発行して調達している。

船入潤防波堤は、小樽港の北防波堤より1年早く着工している。2つの工事は、廣井博士によって建設のための調査が行なわれ、「函館港湾調査報文」、「小樽港調査報文」としてまとめられた。「函館港湾調査報文」では、セメント性質試験方法を提案し、それを標準としてセメント及びびコンクリート試験を行なっているとされている。廣井博士は、函館港湾調査および函館港改良工事で得た技術を基礎として小樽港北防波堤工事を成功に導いたと考えられる。

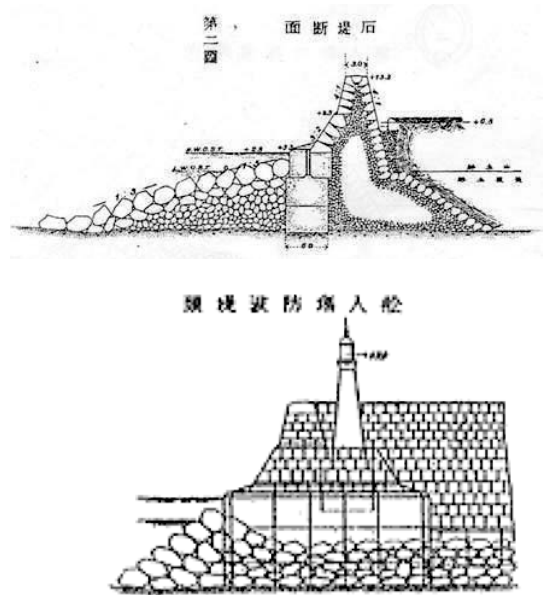


図 2.1.7 防波堤断面図¹⁾

4) 施設保全のための維持管理実績³⁾

建設から100年以上にわたって風雪や波浪に耐えほぼ完成当時の形状、性能を維持してきたが、近年になって特に北側の防波堤頭部で劣化、崩壊が目立つようになってきた。そこで、平成23(2011)年より堤頭部の石積みの補修、灯台の復旧などの本格的な修復工事が行なわれることになり、平成24(2012)年に完了している。修復の基本方針は、以下の4項目とした。

- ①外形の補修・保存のみならず、当初の設計思想と構造、材料、施工方法を尊重する
- ②現役漁港施設としての機能維持・保全を重視するため現状の改変は最小限にし、材料の補充と補強を中心とする
- ③現存する部材を最大限活用し今後の耐久性を把握する
- ④漁業活動に支障が無く、漁港利用者の制約を極力回避できる施工方法を選択する

5) 今後必要と考えられる維持管理方法^{1),3)}

構造的特徴として、港外側は練積みコンクリートで強固に固め、港内側は空積となっており、これは、波浪や潮位変動によって堤体内部に発生する圧縮空気を排出するためだと考えられる。基礎コンクリートブロックには、隣合うブロックをかすがい状にした古レールで連結、ほぞやくさびを設けるなどの工夫がされている。これらの構造的特徴から、防波堤の崩壊は高波浪発生時に設計より大きな圧縮空気が発生し、石積みのはらみや目地の緩み、中詰石の空洞化が生じたことが原因と考えられる。よって、3Dレーザースキャナー等による高波浪発生後の石積みの調査・管理を行なうことが重要だと考えられる。

【参考文献】

- 1) 国土交通省北海道開発局 函館開発建設部：土木遺産シリーズ シリーズ第1話「函館漁港 船入潤防波堤」, http://www.hk.hkd.mlit.go.jp/deji/history/s_1.html
- 2) 公益社団法人 全国漁港漁場協会 HP：未来に残したい漁港漁村の歴史文化財百選「船入潤防波堤」, www.gyokou.or.jp/100sen/pdf/100sijitu/si017
- 3) 澤村 秀治：函館港の歴史と土木遺産-船入潤防波堤-, 土木技術 69巻6号, pp.60-63
- 4) 栗田 悟：材料を巡る情勢と課題への対応-コンクリートの時代的背景-, 北海道開発土木研究所月報 No.629, pp.64-70, 2005年

(3) 稚内港 北防波堤ドーム

1) 概要

築造	昭和 6(1931)年着工、昭和 11(1936)年完成 昭和 56(1981)年全面改修、平成 14(2002)年耐震補強
設計	稚内築港事務所技師である土谷実氏の設計。当時の防波堤の高さは 5.5m で、飛越する波浪などにより被害が相次いだため、倍以上の高さを持つ屋根付きドーム型の防波堤として建設された。
諸元	全長 427 メートル、高さ 11.4m、幅 15.2m の鉄筋コンクリート製のドーム型防波堤
現状	全面改修、耐震補強を経て、現在も使用されている(土木学会選奨土木遺産)



図 2.1.8 稚内港位置図

2) 現在の利用状況¹⁾

北海道の北端に位置し宗谷海峡を隔ててサハリン(樺太)に面した重要港湾であり、生鮮魚介類の輸入や従来からの漁港として、また離島への生活航路の発着地など重要な役割を担っている。

北防波堤ドームはドームと一体化した遊歩道を備えた親水護岸として、地域と港の歴史を伝えるシンボルとして広く親しまれており、ドーム内部で観光イベントや市民の交流事業が開催されている。また、平成 13(2001)年に「北海道遺産」、平成 15(2003)年に「土木学会選奨土木遺産」に選定されている。



写真 2.1.7 北防波堤ドーム²⁾

3) 築港の歴史と背景^{1), 2), 3), 4)}

18 世紀後半に魚介類の搬送を行ったのが稚内港のはじまりとされ、大正 9(1920)年に近代的な港湾として建設が着手されサハリン(樺太)への海の玄関口となった。これにより、函館・稚内間を結ぶ直通列車に接続し、本州・北海道・樺太を結ぶルートが形成され交通の要所としての重要性を高めた。

昭和のはじめに、防波堤を超える波と強風から船の乗客や貨物を守る目的で、堅固な防波堤の建設を計画することとなり、当時稚内築港事務所長であった平尾俊夫氏の発案により、屋根付きドーム型の形状となった。設計は当時 26 歳の土谷実氏である。土谷氏は試行錯誤の末、古代ローマ建築を彷彿させるアーチ型の回廊をもつ世界にも類を見ないデザインとした。機能・強度・景観を兼ね揃えた建造物に対し、与えられた設計期間はわずか 3 ヶ月である。工事は昭和 6(1931)年 4 月から着工、5 年後の昭和 11(1936)年に防波堤ドームが完成した。デザインが複雑であるため、型枠工事には船大工の力が必要不可欠であったと言われている。

戦後、樺太との発着場としての役割はなくなり、石炭貯炭場や資材倉庫として利用されるようになった。また、建設当時から昭和 63(1988)年までの半世紀以上もの期間はアーチ部分で直接消波させていたが、アーチに作用する波圧を低減する目的で、前面に消波ブロックを設置した。

4) 施設保全のための維持管理実績^{3), 5), 6)}

昭和 40(1965)年頃から塩害による劣化が見られるようになった。その後、劣化の進行によりコンクリート表面が剥離・落下する事態となり、防波堤ドームを取り壊す提案がなされた。しかし、稚内のシンボルとしてすでに定着していたことと市民の強い要望により、原型のデザインを残したまま昭和 53(1978)年から 55(1980)年にかけて全面改修を実施した。

全面改修から 20 年経過し、柱の一部の帯鉄筋部分に錆が生じていることが判明した。また、平成 7(1995)年の阪神・淡路大震災を契機に構造物の耐震設計法が見直され、既設構造物に対しても耐震性能を照査することとなった。照査の結果、柱部材のせん断耐力不足などが判明し、耐震性能と耐久性の向上を目的に柱部の補強が必要となる。耐震補強の方法は、柱を有害塩分量に達した部分まではつり PC 鋼より線をスパイラル状に巻き付け、高流動モルタルを使用し現状の形状に修復した。また、凍結融解、塩害等に対し膨張材の配合や PC 鋼より線の防錆処理等で対処し、顔料の添加による既存の部材との色調・質感の調和など、設計及び景観上の配慮をしている。なお、地中部の基礎には劣化が認められなかったため当初のままである。工事は平成 11(1999)年度から平成 13 年度まで柱の耐震補強を行い、平成 14(2002)年度にはアーチ・張り出し部分の補強も実施した。

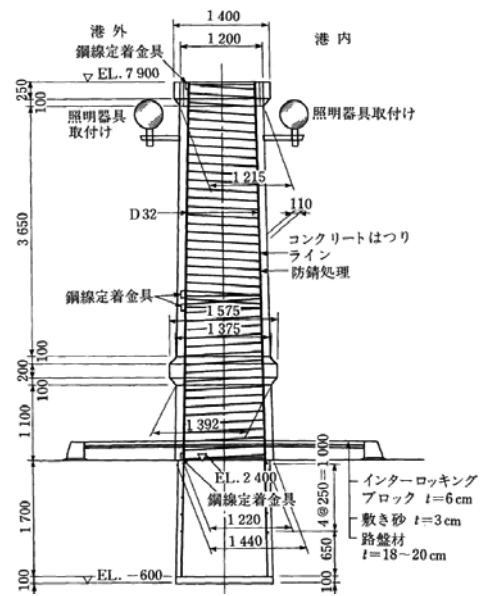


図 2.1.9 柱の補強構造図⁶⁾



写真 2.1.8 柱の耐震補強
(PC 鋼より線巻き付け)³⁾

5) 今後必要と考えられる維持管理方法³⁾

防波堤の機能を果たす現役の構造物である一方、観光地としても知名度が高まり、安全性を確保し土木遺産としての美観を保持するためにも維持管理の重要性は高いと思われる。北海道でも北端に位置し、凍結融解の影響は非常に大きく塩害に対しても厳しい条件下にある。通常よりも調査頻度を高めた上で定期的な詳細調査（塩化物含有量試験、凍結深さ等）を行い、安全性もさることながら地元のシンボルとして美観保持を目的とした維持管理が望まれる。

【参考文献】

- 1) 稚内市：稚内港港湾要覧
- 2) (一社)日本埋立浚渫協会 HP：21 世紀に伝えたい港湾遺産, No. 1 北海道・稚内港北防波堤ドーム
- 3) 鈴木 崇之、アマティア・シャイルドラ：土木遺産の現在，土木学会誌 Vol. 88 No. 11, pp. 70-73, 2003
- 4) 小澤宏二：稚内港北防波堤ドーム，建設コンサルタント協会誌 Vol. 222 1 月号, pp. 33-34, 2004
- 5) 北海道開発局：北海道開発局のあゆみ 60 年, 第 2 章 北海道総合開発を支えた技術のあゆみ, <http://www.hkd.mlit.go.jp/topics/archives/60-2/kouwan/01.pdf> pp. 27-28
- 6) 八柳 敦、真貝 次郎：稚内港北防波堤ドーム耐震補強，コンクリート工学 Vol. 41, No. 5, pp. 123-128, 2003

(4) 横浜港（象の鼻、ドックヤードガーデン）

1) 概要 ^{1)、2)、3)}

築造	<p>a) 象の鼻：安政 5(1858)年着工、安政 6(1859)年開港、慶応 3(1867)年改修、東波止場を形状から象の鼻と呼称。明治 27(1894)年波止場の役目を終了、防波堤となる。平成 21(2009)年開港 150 周年事業の一環として修景。</p> <p>b) ドックヤードガーデン（旧横浜船渠第 2 号ドック）：明治 28(1895)年着工、明治 29(1896)年竣工、昭和 48(1973)年機能停止、平成 5(1993)年修景、平成 9(1997)年国の重要文化財指定。</p>
設計	<p>a) リチャード・ヘンリー・ブラントン</p> <p>b) 恒川柳作</p>
諸元	<p>a) 延長 102.4m、石積、波よけ目的で東波止場は象の鼻のように湾曲した形に改修。</p> <p>b) 全長約 107m、上端幅約 29m、深さ約 10m、伊豆地方の小松石約 12000 個をブラフ積み。</p>
現状	<p>a) 象の鼻パークとして再整備（修景）。</p> <p>b) ドックヤードガーデン（国の重要文化財）として再整備（修景）。</p>

2) 現在の利用状況 ^{2)、3)、4)}

象の鼻と呼ばれる旧港地区は、平成 21(2009)年の横浜開港 150 周年記念事業の目玉として象の鼻パークに再整備された。その基本理念は「時の港」であり、横浜の歴史と未来をつなぐ象徴的な空間として整備された。横浜ならではの歴史的遺産を活かした空間を演出し、新たな港の顔、市民の憩いの場、交流の場として利用されている。

一方、日本に現存する最古の石造りドックヤードであった旧・横浜船渠（後の三菱重工業横浜造船所）第 2 号ドックは、平成 5(1993)年の横浜ランドマークタワーの開業とともに、ドックヤードガーデンとして生まれ変わった。国から重要

文化財の指定を受けた現在でも、180 度体感型のプロジェクションマッピングによる演出イベントを開催するなど、イベントスペースやオープンテラスとして活用されている。みなとみらい 21 地区の



図 2.1.10 横浜港位置図



写真 2.1.9 象の鼻防波堤⁵⁾

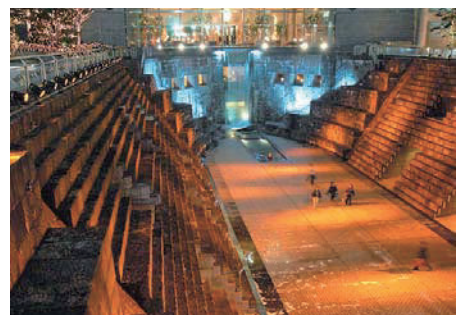


写真 2.1.10 ドックヤードガーデン

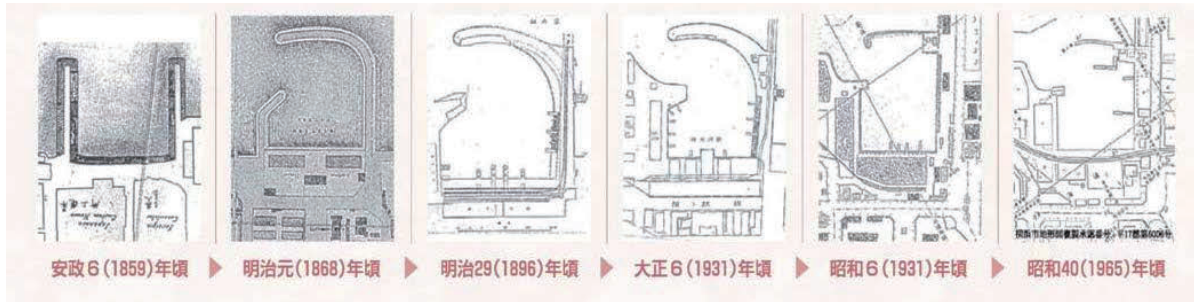


図 2.1.11 象の鼻地区の変遷³⁾

重要な位置付けにあり、市民に多様なアメニティを提供する役割を担っている。

3) 築港の歴史と背景^{1)、2)、3)、4)}

横浜港は、江戸時代末期の安政 5(1858)年の日米修好通商条約により波止場が建設されたものである。それ以来、当時我が国最大の貿易港として、人や物の国際交流を通じて西洋文化や文明を取り入れる窓口としての重責を担ってきた。安政 6 (1859) 年の開港当初の旧港地区は、2本の直線状の突堤だけだったが、慶応 3(1867)年に東側の突堤が湾曲した形状に変更され、その形が象の鼻に似ていることから象の鼻と呼ばれるようになった。その後、横浜港の発展、規模拡大にともない変遷を重ね、明治 27(1894)年に役目を終え、以降は防波堤となった。やがて、昭和 57 (1982) 年に港湾計画で港湾緑地に位置付けられた象の鼻パーク再整備事業が計画され、現在に至った。

一方、横浜船渠ドライドック（旧第 2 号ドック）は、明治 29 (1896) 年に竣工以来 70 数年間、港湾施設として重要な役割を果たしてきた。昭和 40 時代に入り船の大型化、小型船修繕の中小造船所への移行等により使用頻度が急速に低下し、昭和 48 (1973) 年にドックとしての役割を終えた。やがて、みなとみらい 21 地区の再開発事業が計画され、ドックヤードガーデンとして現在に至った。

4) 施設保全のための維持管理実績^{3)、4)、6)}

大正 12 (1923) 年の関東大震災で多くの施設が壊滅し、象の鼻防波堤も全体的に沈下したが、直線に近い形状で復旧された。その後、防波堤としての時期が長く続いたが、開港 150 周年事業の一環として象の鼻パーク再整備事業が始まると、港の歴史が感じられるように象の鼻防波堤を明治期の形状に復元整備された。工事中に発見された明治期の港の遺構の保存活用や、解説板などにより象の鼻地区の歴史や港の遺構の紹介も行われた。今後は平成 21 (2009) 年に開園した象の鼻パークの施設の一部として歴史性や象徴性を活かしながら、保存、管理されるものと考えられる。

横浜船渠ドライドック（旧第 2 号ドック）は、日本に現存する最古の石造りドックヤードである。そのため、横浜市は早い段階から旧 2 号ドックの保存活用を計画し、建築史家・村松貞次郎（当時東京大学教授）ら専門家の意見をもとに保存計画が立てられた。みなとみらい 21 地区造成に伴いドックは海岸線から離れたが、平成元 (1989) 年に横浜市認定歴史的建造物となり、復元作業が全面的に行われた。平成 5 (1993) 年には横浜ランドマークタワーの施設の一部：ドックヤードガーデンとして再生され、今後は歴史性や象徴性を活かしたコミュニティスペースとして、保存、管理されるものと考えられる。



図 2.1.12 歴史的港の遺構の活用³⁾

5) 今後必要と考えられる維持管理方法^{2)、7)}

横浜港は、港湾施設であるだけでなく、多くの観光施設が集まる地でもある。象の鼻地区の先端に位置する象の鼻防波堤に関しては、本来の防波堤の役目も果たさなければならないので、今後も潮の干満や洗掘などの自然環境に対する配慮に基づいた保全対策が望まれる。それに対し、ドックヤードガーデンは海岸線から離れてしまったため、自然環境に対する配慮はあまり必要でないと考えられる。

その代わりに、双方ともに多くのイベントが行われる観光地となったことで、歴史的価値のある港湾施設を人為的な破壊行為から守るべき対策が必要である。環境破壊より、むしろ景観・美観を重視する都市型の保全対策が重要と考えられる。

【参考文献】

- 1) 国総研資料：景観デザイン規範事例集，港湾編，pp.10-21，2008（一部改訂）
- 2) 横浜港の生い立ちと税関：<http://www.customs.go.jp/yokohanma/>
- 3) 横浜市港湾局：横浜港発祥の地象の鼻地区パンフレット，2009
- 4) 横浜ランドマークタワーホームページ：<http://www.yokohama-landmark.jp/web/guidance/dock/>
- 5) (一社)日本埋立浚渫協会 HP：21世紀に伝えたい港湾遺産，No.5 神奈川・象の鼻防波堤
- 6) 日経ADNET 日本の近代遺産50選：<http://www.adnet.jp/nikkei/kindai/33/>
- 7) 海上保安資料館 横浜館：http://www.kaiho.mlit.go.jp/03kanku/kouhou/jcgm_yokohama/

(5) 四日市北突堤上部防潮壁（四日市旧港防波堤、潮吹き防波堤）

1) 概要

築造	明治 27(1894)年完成
設計	オランダ人土木技師デ・レーケの計画と左官職人の服部長七の施工。潮吹き穴の考案者は不明。
諸元	旧港北防波堤延長 199m、天端高さ+4.8m 練石積(たたき)構造
現状	昭和 30(1955)年 護岸化(埋立て) 国の重要文化財



図 2.1.13 四日市港位置図

2) 現在の利用状況^{1), 2), 3)}

四日市港旧港湾施設の防波堤は、延長 199m の湾曲した旧港北防波堤（潮吹き防波堤）と、延長 77m の直線状の西防波堤からなる。現在、潮吹き防波堤は先端部を除き埋め立てられ護岸化している。



写真 2.1.11 四日市港旧港防波堤（潮吹き防波堤）¹⁾

湾曲した 199m の潮吹き防波堤には 49 個の五角形の穴が設けられており特異な景観をつくっている。断面（図 2.1.14）で見るとラクダの背を思わせるような大小 2 つのこぶ（堤）があり、その間は溝にしてあり、さらに水抜き穴が設けられている。これは、波の力を弱めるための構造であり、その原理は、まず外海からくる波を外側にある小堤（天端高 3.7m）で緩衝し、次に大堤（天端高 4.7m）で受け止め、こぶの間に設けられた溝に流し込み、溝に流し込まれた海水は水抜き穴から排出される仕組みである。なお、潮吹き穴の考案者が設計に携わったデ・レーケか、工事を請負った服部長七であったか定かではない。



写真 2.1.12 防波堤先端部¹⁾

また防波堤の構造は、工事を請負った服部長七の自らの発明による人造石工法（長七たたき[※]）で構築された練石積で、巻石（立断面が曲線で構成）構造となっている。



写真 2.1.13 水抜き穴¹⁾

※) 長七たたき： 石灰と真砂土に砂や石粉を混ぜた材料に水を加えて練り、石を貼り合わせ、板や木槌などでたたき締めて硬化させる。三和土（たたき）は土間などに使われる左官技術であるが、これを改良した長七たたきは、築港や干拓堤防などの土木工事に多く採用された。

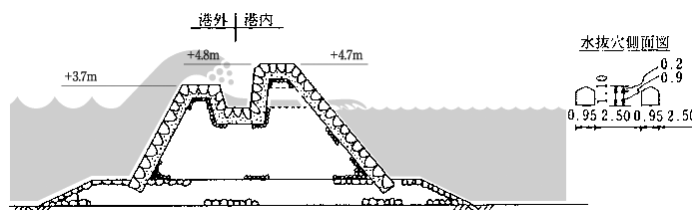


図 2.1.14 潮吹き防波堤断面図¹⁾

3) 築港の歴史と背景^{1), 2), 4)}

江戸時代から伊勢湾の代表的な港として栄えた四日市港は、江戸時代末期の世にいう「安政の大地震」で壊滅的な被害を受けた。明治3(1870)年には東京～四日市航路が開設されたが、次第に土砂に埋まり汽船の荷役にも支障を及ぼすようになった。当時の戸長(現在の町長)であった廻船問屋の稲葉三右衛門は、明治6(1873)年から私財を投じて旧港の修築工事を行い、11年の歳月をかけ明治17(1884)年に完成した。

ところが明治22(1889)年の台風で防波堤等の施設が壊滅的な被害を受け、再び改修が必要となった。改修は、オランダ人土木技師デ・レーケの計画案によるものとされ(明治19(1886)年に四日市港の拡大整備計画を提出していた)、工事は明治26(1893)年に愛知県三河出身の技師服部長七の請負で着工して翌明治27(1894)年に完成し、いまも見る事ができる四日市旧港の姿となった。

4) 施設保全のための維持管理実績^{1), 2), 5)}

潮吹き防波堤は、昭和16(1941)年から防波堤の沖合側が順次埋め立てられ、昭和30(1955)年には埋立地の護岸となった。さらに、伊勢湾台風後の昭和37(1962)年には高潮対策として潮吹き穴をもつ大堤の上部がコンクリートにより嵩上げされ、潮吹き穴も先端の二ヶ所を除いて封鎖された。潮吹き防波堤としての機能は形骸化した。先端部分の14.7mは歴史的に貴重な施設として保存された。

築造後約百年が経過するため、平成2(1990)年に調査を行ったが、一部水抜き穴周辺の張石の脱落等はあるが構造物自体の安定に支障となる変状はなかった。

平成8(1996)年に四日市旧港港湾施設は、港湾施設としては全国で始めて重要文化財(建造物)に指定された。指定の範囲は、潮吹き防波堤と石積みの西防波堤、顕彰碑・記念碑とそれらの所在する土地を含む港湾施設全体である。

5) 今後必要と考えられる維持管理方法

たたき工法による張石は建設後100年以上経過しているが、現在外洋に面していないこともあり、大きな損傷は生じていない。しかし、今後の老朽化による張石の脱落等が懸念されるため、定期的な点検補修を実施して歴史的遺産を保存し、これを生かしたまちづくりを促進することが望まれる。

今回の事例調査では、点検・調査といった維持管理の記録は確認できなかったが、今後もこの歴史的遺産を保存していく上では、維持管理記録の作成・保管が重要であると強く感じた。

【参考文献】

- 1) (一社)日本埋立浚渫協会 HP: 21世紀に伝えたい『港湾遺産』, No.8 三重・四日市港旧港防波堤(潮吹き防波堤)
- 2) 三重県教育委員会: 「三重県の近代化遺産」, 1996, pp. 55-58
- 3) 文化庁歴史的建造物調査研究会編著: 「建物の見方・調べ方 近代土木遺産の保存と活用」, ぎょうせい, 1998, pp. 63, 254-255
- 4) 四日市市: 四日市港公式サイト HP
- 5) 土木学会編: 「人は何を築いてきたかー日本土木史探訪」, 山海堂, 1995, pp. 244-255
- 6) 馬場俊介: 「近代土木遺産調査報告書ー愛知・岐阜・三重・静岡・長野ー」, 1994

(6) 明治期の灯台

1) 概要¹⁾

築造	<ul style="list-style-type: none"> a) レンガ造：犬吠崎灯台 明治7(1874)年点灯、日本初の製造煉瓦使用による灯台 b) 石造：檜野崎灯台 明治3(1870)年点灯、日本最初の石造灯台 c) 鉄造：姫崎灯台 明治28(1895)年点灯、日本最古の鉄造灯台 d) 鉄筋コンクリート造：清水灯台 明治45(1912)年点灯、日本最初の鉄筋コンクリート造灯台
設計	<ul style="list-style-type: none"> a) 設計はイギリス人技術者リチャード・ヘンリー・ブラントン、工事係は中沢孝政及び道家紋太郎 b) 設計はイギリス人技術者リチャード・ヘンリー・ブラントン c) 詳細不明 d) 清水町建設、日本人設計
諸元	<ul style="list-style-type: none"> a) 海拔は約20.0m、灯塔の高さは地上から頂部まで約31.30m、二重構造の円形レンガ造、工事費44,824円88銭08円 b) 海拔は約36.9m、灯塔の高さは地上から頂部まで約14.55m、日本初の回転式灯台、日本最古の石造灯台、工事費41,101円68銭09円 c) 海拔は約29.4m、灯塔の高さは地上から頂部まで約14.20m、灯塔構造は六角形、現存する最古の鉄造灯台、工事費11,377円47銭07厘 d) 海拔は約5.27m、灯塔の高さは地上から頂部まで約17.73m、灯塔構造は八角形、我が国最初の鉄筋コンクリート造灯台、工事費13,000円
現状	<p>明治期の灯台はそれぞれ構造の違いがあるものの、その特色を維持しながら現在も現役として活躍している。しかし、既に耐用年数（現法定耐用年数：50年）を遥かに超過し、また気象・海象など自然環境の厳しい先端等に位置しているため、老朽の進行も否めない状況であり、更に構造的にも補強を要するのが現状となっている。</p>

2) 現在の利用状況¹⁾

現在、灯台は海上保安庁で保守管理されており、明治初期に始まった洋式灯台建設はその後45年の間、全国各地に約120基にも及ぶ灯台が築造され、約1世紀経過した現在もこのうちの約半数の66基が現存し、今なお航路標識機能として海の安全を担って活躍している。また、灯台のみならず敷地、附属施設等（附属舎、塀、船着場など）を含めた一体的な保存が図られ、公園として整備され人々の憩いの場として利用されているものも多い。

3) 築造の歴史と背景¹⁾

灯台築造の歴史は、慶応2(1866)年6月にイギリス・フランス・オランダ・アメリカの4カ国との「改税条約」（別名：江戸条約）の締結により（条項第11条）、航路標識の整備が義務づけられたことに始まる。灯台の設置は、江戸時代末期における鎖国政策から開港政策への転換等、列強国や海軍の要請、自立的発展を望む地域の陳情、海運業者の要望によって推進された。光力の強さが必要な洋式灯台の建設技術の無かった日本は、ヨーロッパから技術者を雇い入れ、外国人技術者の指導によって灯台の建設・運用が実施された。

日本最初の洋式灯台は明治2(1869)年完成の観音崎灯台（煉瓦造）であり、フランス人技術者F.L.ヴェルニーの指導で建設された。また、イギリス人技術者リチャード・ヘンリー・ブラントンは、建設地の状況に応じて様々な構造様式の灯台を設計している。当時は資材調達の面で制約が多く本来は強度、耐久性、加工の容易さから石造が望ましいが、施工速度優先は木造、寒冷地や工期、人手がない現場では鉄造、近隣にて石材産地が見当たらない場合は煉瓦造としている。このため、石造の灯台は西日本、北海道では鉄造や木造、煉瓦造は関東・東海沿岸に多いことが分かる。

4) 施設保全のための維持管理実績¹⁾

これら明治期の灯台は経年劣化に伴う老朽化が進行している。整備策として単に建て替え整備する方策もあるものの、歴史・文化及び築造技術など総合的な観点から後世に継承する方策も重要であり、自然環境・構造・使用材料などの資料収集を行い、総合的な視点からそれぞれの灯台に適合した保全策がとられている。保全策に関する工法の基本的な事項について、現灯台の形状及び使用構造材の保全を主目的に設置された灯台施設調査委員会により審議・検討が行われている。その整備方法の実績を表 2.1.6 に示す。

表 2.1.6 施設保全のための整備方法の実績

構 造	保全整備方法	標 識 名
レンガ造	P C 巻立て工法	犬吠崎灯台
	P C 鋼線巻立て工法	御前埼灯台
	炭素繊維巻立工法	神子元島灯台、尻屋埼灯台
石造	炭素繊維巻立工法	潮岬灯台
	目地樹脂注入工法	江埼灯台
	目自材取替工法	角島灯台、美保関灯台、出雲日御埼灯台、水ノ子島灯台
	整備無（保有耐力あり）	六連島灯台、金華山灯台、男木島灯台
	棒鋼挿入工法	安芸白石灯標
	構造材補強工法	祿剛埼灯台
鉄造	構造材補強工法	姫埼灯台、関埼灯台
鉄筋コンクリート造	鋼板巻立工法	清水灯台

5) 今後必要と考えられる維持管理方法^{1) 6)}

調査委員会は各灯台施設の調査項目・評価基準を定め、各灯台施設の調査結果を評価点数として算出し、「A～D」のランクに分類している。これらの評価は、日本航路標識協会により「灯台の価値に関する調査報告書：（灯台施設の歴史的文化的価値に関する調査）Ⅰ～Ⅲ」としてまとめられている。ランクの分類と要項は表 2.1.7 のとおりである。

表 2.1.7 ランク分類と要領

ランク	要 項
A ランク (23 基) (姫埼灯台)	特に貴重な施設であり、改修にあたっては専門委員会に図り改修方法を検討する。
B ランク (10 基) (檜野埼灯台)	貴重な施設であり、改修にあたっては可能な限り現形状・材料を変更することなく必要機能・強度を満足させる改修方法を検討する。
C ランク (15 基)	“A・B ランク” に次いで貴重な施設であり、改修にあたっては原則として可能な限り現状保存を考慮した改修方法を検討する。
D ランク (18 基)	“C ランク” に次いで貴重な施設であり、改修にあたっては原形を残している部分の保存について考慮する。

明治期灯台の多くが今なお現役で活躍している。今後、早急に国の有形文化財の指定を受け、次世代へ確実に引き継いで行く必要があると考えられる。そのためにも、保存管理の基本方針とそれに基づく保護管理手法を明確にしておく必要があり、さらには管理保存体制の確立も急がれる。

次頁に鉄造の「姫埼灯台」と石造の「檜野埼灯台」について詳述する。

6) 姫埼灯台

a) 概要

築造	明治 28 (1895) 年 12 月 10 日点灯 平成 6 年委員会整備実施
設計	現存する最古の鉄造灯台。4 層からなる 6 角形の 檣型で、1 階・2 階・灯室及び階段室は鉄板巻き 構造で鋼板や山型鋼の接合部は全てリベット止 めで固定。設置当時の設計及び詳細な資料は現存 していない。
諸元	海拔は約 29.4m、規模は地上から頂部まで約 14.2m、平均海面上から灯火中心まで約 41.5 mである。
現状	明治 28 (1895) 年に点灯されて以来、当時のま まの姿で活躍している。灯台周辺は姫埼公園とし て市民や観光客の憩いの場となっている。

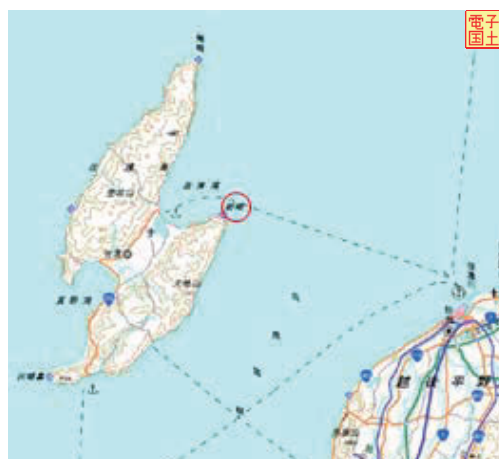


図 2.1.15 姫埼灯台位置図

b) 現在の利用状況^{1),2)}

佐渡島両津港東方の岬に築造され、新潟港と両津港を往復する定期船など航路目標として重要な役割を担っている。建設後百年以上の月日を重ね現存する最古の鉄造灯台として今も活躍している。昭和 37 (1962) 年 10 月より無人化された。平成 9 (1997 年) に国際航路標識協会による「世界各国の歴史的に特に重要な灯台 100 選」「日本の灯台 50 選」にも選ばれている。灯台の周辺は姫埼灯台公園として整備され、旧使員退息所 (宿舍、レンガ造・平屋建 89.75m²) は両津市へ譲渡され、復元し“灯台資料館“として再利用されている。

c) 築造の歴史と背景^{1),4)}

明治期の鉄造灯台は、姫埼のほか関埼・石狩・室戸岬・鳥羽導灯の 5 基である。設置当時の設計及び詳細な資料は現存していないが鋼材は英国製の精錬鉄が使用されており輸入に頼っていた当時は高価であったと思われる。



写真 2.1.14 姫埼灯台の現況³⁾

d) 施設保全のための維持管理実績^{1),2)}

基礎は約 70cm 掘削後、底部を均し 1 辺約 3.6m 部 (6 角形) 毎に幅 60cm の割栗石 (厚 25cm) が敷かれている。この上部に厚さ 42cm の石材を敷き、更に厚 27cm の花崗岩を敷き詰めて 1 階の床 (地盤から 21.5cm 上がり) としている。また、基礎支柱部の 1 階の天井高さ 3.52m、2 階の天井高さ 4.22m、3 階の天井高さ 2.4m の構造で、その上に灯室 (径 2.61m、高さ 2.62m、高さ 1.2m) を設置している。さらに、その上にドーム型の灯ろう (径 2m、高さ 2.62m) がある。柱構成は 75mm×75mm×15mm の山

形鋼 2 本と 60mm×10mm のプレートのサンドイッチ構造となっている。基礎柱固定部は 60mm×60mm×12mm の山形鋼とアンカーにて石材へ取り付けられている。柱高さは斜距離で約 10.5m である。この柱の接続はリベット止めされており、外壁は柱をベースに鋼板（厚 4.8cm）で囲われている。屋根は鋼板（厚さ 5.5m）、壁・天井ともに板張り、灯塔・附属舎・灯室も同様の仕上げである。その後年、整備されて内部昇降用梯子は廻り階段（青銅製鋳物・3ヶ所）となった。鋼材は英国製の精錬鉄である。築造後は塗装等による維持管理が適宜行われて現在に至っているが、現況及び耐震性能等の調査は昭和 57（1982）年に実施された。平成 4（1992）年に現灯塔の形状保全を基本として検討され、骨組み材補強・腐食箇所等の補強（案）が作成された。平成 5（1993）年に灯台施設保全委員会へその補強（案）を提示し、承認された。整備にあたっては 1. 構造設計の検討、2. 保有耐力の検討、3. 応力解析、4. 基礎・地盤の検討、5. 改修計画、6. 補強整備の手順を経て、平成 6（1994）年に委員会の答申に基づき構造体の補強と外壁補修等が実施された。

7) 檜野埼灯台

a) 概要

築造	明治 2(1869)年 4 月着工、明治 3(1870)年 7 月点灯 日本初の回転式灯台
設計	日本最初の石造で、R. H. ブラントンの設計、昭和 29(1954)年に既設の 1 階石造の上部に 2 階及び灯室を RC にて増築した。
緒元	海拔は約 36.9m、地上から頂部まで約 14.55m、平均海水面から灯火中心まで約 47.10m である。
現状	観光地化してはいるものの、明治 3(1870)年に点灯されて以来現役で活躍している。 (旧官舎は国の有形文化財)



図 2.1.16 檜野埼灯台位置図

b) 現在の利用状況^{5),6)}

大島の東端、檜野の断崖に日本最古の石造り灯台として今も活躍している。現在は無人点灯の無人灯台で内部は非公開となっているが、螺旋階段を登ることが可能である。

明治 3(1870)年に建設された際の灯台は、石造 1 階の上に直接灯ろうが載せられた形式であったが、昭和 29(1954)年に嵩上げが行われ、建設当時の高さ 4.5m から 10.2m となったために形状は大きく改変されてしまった。現在の灯台は、1 階部分や最上部の灯ろうの形状が同一で、灯台の位置が変更されていないことから、旧灯台の 1 階部分と灯ろうの間に鉄筋コンクリートで円筒形の部分を挿入したものと考えられている。さらには、近年になって鉄骨造の観光用外部螺旋階段が附設され現在に至っている。



写真 2.1.15 檜野埼灯台の現況⁷⁾

c) 築造の歴史と背景¹⁾

慶応2(1866)年6月に「改税条約」により、建設を約束された8か所の灯台(観音崎、野島崎、檜野崎、神子元島、剣崎、伊王島、佐多岬、潮岬)のひとつとして築造された。日本最初の石造灯台で、リチャード・ヘンリー・ブラントンが設計した。明治23(1890)年9月16日のエルトゥールル号遭難の場所としても知られ、檜野崎に建つ白亜の無人灯台で今も現役であるが、昭和45(1970)年から無人化されている。

d) 施設保全のための維持管理実績^{1), 8)}

灯台基礎の外径は5.5m、壁厚1.05mで、1階床高さはG.L.から92cm、天井高さは2.78mである。2階はRC造で外径4.4m、天井高さは2.6m、床厚は18cmとなっている。3階は灯室で外径4.4m、天井高さは2.85m、床厚は18cmで、踊場の径は6.16mとなっている。灯塔石積みの高さはG.L.から3.7m、灯芯部には分銅筒(外径1.9m、内径1.5m、1階床から灯室床までの高さ)、更に地下1階床から5.8mの深さまで築かれている。灯塔内部の昇降用に回り螺旋梯子がある。

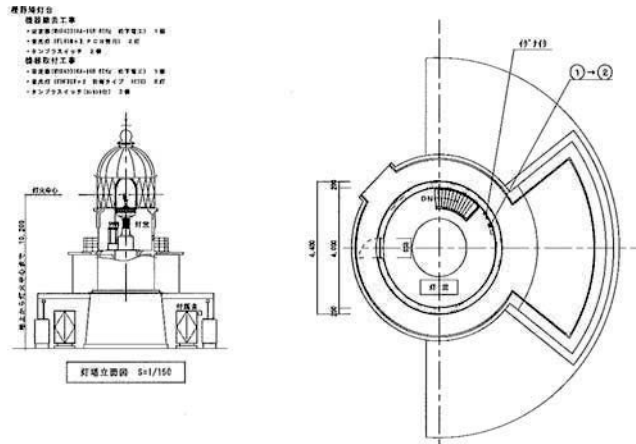


図 2.1.17 建設当時の檜野崎灯台図面²⁾

昭和29(1954)年に既設灯台を利用しての嵩上げ工事が行われ、これに合わせて一部補修が行われたものと考えられるが詳細については不明である。昭和61(1986)年には原形保持に関する現況調査が実施されているが、地盤や基礎部の状況や使用材料(石材・目地材・コンクリート等)の強度試験も実施され、保有耐力においては健全であるとの評価であった。一方、灯台に隣接する檜野崎灯台旧官舎は、昭和45(1970)年の灯台の無人化に伴って灯台業務が廃止されたことにより、長年放置されて漏雨、塩害による老朽化が進んでいたことから、平成22(2010)年8月から串本町による旧官舎改修工事が実施された。

【参考文献】

- 1) 財団法人日本航路標識協会：明治期灯台の保全
- 2) 土木学会関東支部新潟会：にいがた土木構造物めぐり
- 3) 新潟海上保安部 HP：姫埼灯台
- 4) 一般社団法人日本航路標識協会 HP：明治期に建設された灯台 17 姫埼灯台
- 5) 串本町観光協会 HP：南紀串本観光ガイド 串本の魅力・見る 檜野崎灯台
- 6) 和歌山県教育委員会：檜野崎灯台・官舎及びエルトゥールル号事件に関する調査研究報告書
- 7) 海上保安庁 HP：現存する明治期築造の灯台リスト 明治期灯台一覧
- 8) 吉永規夫・本多友常・平田隆行：檜野崎灯台旧官舎改修工事報告書，日本建築学会技術報告集 第19巻 第42号，pp.767-770 2013年6月

(7) 三国港 エッセル堤

1) 概要

築造	明治 11(1878)年着工、明治 15(1882)年完成 昭和 39(1964)年～昭和 45(1970)年突堤延伸など
設計	蘭国技師ジョージ・アーノルド・エッセル設計、 同蘭国技師ヨハネス・デ・レーケ工事監理
諸元	全長 511m (昭和 39 年～昭和 45 年の延伸工事に より現在の突堤延長は 922m) 、幅約 9.0m 河口右岸から延びる粗朶沈床を基礎とした突堤 と、河口左岸に設置した粗朶水制で構成。
現状	福井港の三国港地区にあつて導流堤および防波 堤として現役。文化的、歴史的価値も高く評価さ れている。(国の重要文化財)



図 2.1.18 三国港エッセル堤位置図

2) 現在の利用状況^{1),2)}

三国港は九頭竜川河口に位置し、三角港（熊本県）、野蒜築港（宮城県）とともに明治三大築港の一つであり、開港以来この地区の中心港であった。昭和 46(1971)年に福井港が重要港湾に指定され、九頭竜川の南に広がる三里浜丘陵を掘込んで本港地区が築港されることになったことに伴い、三国港地区と本港地区をあわせて福井港と称するようになった。本港地区は、年間 200 万トン前後の貨物を扱う大型港湾地区であり、福井臨海工業地帯（テクノポート福井）の中心である。これに対し三国港地区は、越前ガニをはじめとする漁業の本拠地である。また、海洋性レクリエーションエリアとして福井県内外の人々に親しまれており、その中でエッセル堤は、三国港地区の港湾機能維持に貢献する現役施設として大きな役割を果たしている。



写真 2.1.16 三国港エッセル堤⁷⁾

3) 築堤の歴史と背景^{3),4),5)}

北前船の交易と九頭竜川の舟運で栄えた三国港であるが、河川の氾濫による洪水と土砂の堆積による船舶の出入り障害に悩まされていた。そこで時の明治政府は、内務省土木局の蘭国技師 G. A. エッセルを現地に派遣し「坂井港修築建議」（当時は坂井港と呼ばれていた）を作成させた。この計画は導流堤と防波堤を兼ねた延長 511m の河口右岸の突堤と、河口左岸から上流に並べて設置した T 型の粗朶水制（＝木の枝を束ねた水制工）からなり、河川の低水路幅を河口に向かって徐々に縮小させることで洪水の掃流力により土砂を沖合に流すものである。突堤は柔らかい砂地盤での沈下防止のため粗朶沈床を基礎とし、その上に中詰石を投入、表層を巨石で被覆している。なお、粗朶沈床はカエデ、サクラ、ツバキ、カシなどから切り取った枝を束ねて格子状に組んでおり、当時の日本では初めて採用された先端技術であった。

G. A. エッセルは計画をまとめた後、蘭国に帰国することとなり、同じく蘭国技師のデ・レーケの指導の下、施工は行われた。着工は明治 11(1878)年であり、冬季の荒天やコレラの蔓延などにより工事は難航したが、明治 13(1880)年に上部工など未完成ながら開港式を迎え、その後、明治 15(1882)

年に完成に至っている。総工事費は約 30 万円であり、この内地元商人が約 8 万円を負担する、今日でいうところの民活方式の事業であった。

なお、工事を指導したデ・レーケは 30 年以上にわたり日本に滞在し、三国港エッセル堤の他、木曾三川改修（愛知県、岐阜県、三重県）、淀川改修（大阪府）、常願寺川改修（富山県）、大阪築港（大阪府）、四日市築港（三重県）、細島築港（宮崎県）、不動川砂防（京都府）など日本各地の港湾施設や砂防ダムの建設に尽力した。その功績は築 100 年以上を経過しても数多く現存する。



図 2.1.19 エッセル堤の断面推定図⁸⁾



写真 2.1.17 工事の様子⁸⁾

4) 施設保全のための維持管理実績^{3), 6)}

築堤に使用された石材は、東尋坊一帯の安山岩をダイナマイトで採取し船で運搬している。突堤表面は直径 1.5m もの巨石で被覆され、日本海の荒波や九頭竜川の洪水にも耐える強固なものとなっている。しかし、昭和 23 年の福井地震では全体に沈下が発生し、これに伴い嵩上げが行われている。昭和 39 年から昭和 45 年にかけてコンクリートブロックの設置、海側の嵩上げ、411m の突堤延伸が行われ波浪に対し一層の強化が図られたが、平成元(1989)年および平成 10(1998)年には波浪により被災し、災害復旧として 245m にわたる消波ブロックの設置、当初築堤区間（511m 区間）先端部への上部コンクリート打設などが行われている。

5) 今後必要と考えられる維持管理方法¹⁾

当初築堤区間は、柔らかい砂地盤上に粗朶沈床を基礎として構築しており、波浪や地震による堤体の沈下や破損、消波ブロックの沈下や飛散、基礎捨石の洗掘などを生ずることがある。そのため、日常点検と細部にわたる詳細点検を定期的実施し、必要な対策を適時行っていくことが必要である。

平成 15(2003)年に国の重要文化財に指定されるなど文化的、歴史的価値も高く評価され、周辺の文化的・歴史的資源と連携したまちづくりが進められており、エッセル堤の歴史的価値の存続と港湾施設としての機能を両立するバランスのとれた維持管理が求められている。そのため、単に効率性と低コストを追及した維持管理では不十分であり、広く意見を求め集約することが重要と思われる。

【参考文献】

- 1) 福井県：福井港港湾振興ビジョン，2002
- 2) 坂井市：福井港 HP
- 3) (一社)日本埋立浚渫協会 HP：21 世紀に伝えたい『港湾遺産』, No. 7 福井・三国港エッセル堤
- 4) 建設省中部地方整備局 木曾川下流工事事務所：デ・レーケとその業績，pp. 31-43，1987
- 5) 上林好之：日本の川を甦らせた技師デ・レイケ，pp. 93-99，pp. 125-128，1999
- 6) 福井県建設技術協会：三国港突堤 HP
- 7) 福井県提供
- 8) 坂井市みくに龍翔館提供