

★技術コーナー★

## 広井勇との出会い

廣井勇を顕彰する会

監査 川崎 聡明

土木施工管理技士の皆さん、広井勇を知っていますか。広井は高知県佐川町が生んだ偉大な土木技術者です。しかし、同じ年、同じ町に生まれた牧野富太郎と比べても、また札幌農学校同期生の内村鑑三や新渡戸稲造と比べても、その功績を知る人があまりにも少ないことは私達土木に関わる者として残念なことです。

広井の功績等については、当会のホームページやパンフレットを見ていただくとして、私の広井との出会いについて述べることにします。

広井を知ったのは、昭和49年の春でありました。港湾および海岸工学の授業で、防波堤などに作用する碎波の圧力の公式として「広井公式」を教わりました。そして、広井先生は、高知県佐川町の出身であると紹介を受けました。

広井公式  $p=1.5W_0H$  ……図 碎波の波圧

ここに、 $p$ ：碎波により波圧強度  $[t/m^2]$

$W_0$ ：海水の単位体積重量、 $1.03 [t/m^3]$

$H$ ：堤体位置における進行波としての波高  $[m]$

この波圧強度は海底から静水面上  $1.25H$  まで一様に作用するものとする。堤体の天端がそれより低いときには、その天端まで作用すると考える。※1

この公式は局部的には圧力の測定値と一致しないが、堤体の相当広い範囲に同時に作用する波圧の平均値とかなりよく合致することが実験的に確かめられており、また経験的に広井公式が有効であることが認められている。※2

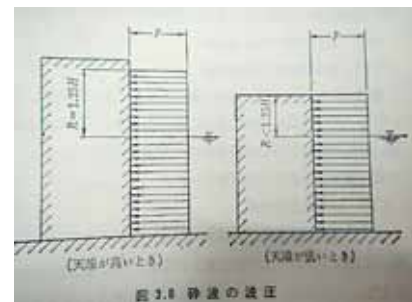


図 3.8 碎波の波圧

この時には、この広井公式を使って、数年後に防波堤を設計し、工事監督をするとは夢にも思いませんでした。

県に入って、室戸土木事務所で漁港を担当しました。（昭和55年4月～59年3月）その当時は、防波堤・岸壁等の設計は外部委託をしないで、土木事務所の担当者が黒本（漁港施設の設計基準）に基づいて行のが当たり前であり、計算書を漁港課でチェックをしてもらっていました。港湾の設計は、すでに不規則波を考慮した合田式（昭和53年から港湾施設の技術上の基準で採用）を採用していましたが、漁港は規則波の広井式でありました。

昭和50年代は、農業、林業、漁業が元気であり、地方が活気・活力に輝いていました。室戸土木も土佐清水土木も港湾・漁港整備が盛んで、55年の室戸土木事務所は、漁港2班、港湾1班の体制でありました。私が担当した高岡漁港を先輩の野村洋一さんから引き継いだ時は、岩礁地帯にA防波堤の一部、C防波堤が点在する状態でありましたが、4年間で漁船が係留できる開港まで整備ができました。55年、漁港の航路の防護のためのB防波堤の設計に広井公式を適用しました。同世代の漁港担当者は、同じ経験をされています。建設後40年経過していますが、B防波堤（水中コンクリート使用）は、健全で被災したとは聞いていません。

その後、広井が日本で初めて外洋に向けて建設した小樽港の北防波堤、その防波堤を形成する斜塊ブロックのコンクリートの配合や強度を検証するためのテストピース（約6万個）などについての情報が耳に入っ

てきて、広井に興味を持ちましたが、毎日の仕事に追われ全体像がつかめないうまま、年月が過ぎました。

平成16年、たまたま時間潰しで入った本屋で高崎哲郎著「山に向かいて目を挙ぐ 工学博士・広井勇の生涯」(写真-1)と出会い、やっと広井の全体像がわかったような気分になりました。

平成25年2月3日、佐川町桜座で開催された広井勇生誕150年の講演会(榎並谷哲夫佐川町長から高知県へ案内)へは、広井のことを前々から妻に話していたから、「私も行く」と言って、一緒に参加してくれました。広井に魅力を感じたからだと思います。

講演内容は、「広井勇にみる札幌農学校における土木教育」(三上隆北海道大学副学長)、「広井勇博士に見る技術者精神」(栗田悟国土交通省北海道開発局港湾空港部長)、「東京大学に関する広井勇博士の功績」(高橋裕東京大学名誉教授)であり、教育者として、土木技術の実践者として、そして広井山脈と呼ばれる門下生の功績など充実したものでありました。

翌月27日、佐川町立青山文庫へ向かいました。広井に関する展示を見るためでした。司牡丹酒造あたりで老夫婦に青山文庫への道を尋ねられました。小雨の中、佐川駅から歩いてきていました。青山文庫で先ほどの老夫婦に再会しました。「土木の関係の仕事をしていた。今は年金生活であるが広井勇の展示を見るために、東京から来た。」ということでした。広井に魅力を感じた人がここにもいたと思いました。

展示で目を引いたのは、小樽港北防波堤のコンクリートの耐久性試験用に6万個製作されたモルタルブリケット(引張試験用のためヘチマの形)(写真-2)と広井が米国留学の時の名著で橋梁の実務者の教科書となったプレートガーダ・コンストラクションでした。

平成26年、建設検査課の時に、県庁の若手土木技術者のために執筆した「工事監督のポイント」の監督職員の心構えとは何か?の章で、20歳の広井が、最初に設計した幌内鉄道の橋梁の列車の試運転に当てる責任の持ち方、心構え(使命感)を紹介しました。前述の高崎哲郎著の本を抜粋したものです。少しでも若手土木技術者にやる気を持ってもらいたい思いからでした。

再就職して2年目の平成28年の春、先輩の土木施工管理技士会の石津知己さんから「小学生を対象に夏休み土木キャンプを計画しています。手結港の見学の後、土木の先人のお話ができますか。」とのご依頼がありました。先人について2人で話し合い、「野中兼山と広井勇でいこう」ということになりました。広井について調べていたところ、石津さんから「県民図書館で廣井勇著の「日本築港史」(写真-3)の本を見つけた」という連絡がありました。内容を見ると、6ページから16ページまで太平洋岸の諸港として手結港、津呂港、室津港、浦戸港、柏島港と郷土高知県の野中兼山ゆかりの港が記載されています。広井は、10歳で上京し、高知県には貢献が低いとの声も聞きますが、この本は、正しく故郷高知に港湾技術者としてのエールを送っていたものと思います。読んで見ると面白いことに、全国の港の良し悪しの率直な批評を加えていることに興味を引かれました。



写真-1 山に向かいて目を挙ぐ  
工学博士・広井勇の生涯



写真-2 モルタルブリケット



写真-3 日本築港史

講義中に小学生に寝られないようにと考えてQ&A方式を採用しました。内容は、広井が率直な批評で多く述べた港の静穏度と漂砂対策をわかり易く盛り込みました。この時の資料が、廣井勇を顕彰する会・準備会の事務局の目に止まり、現在、廣井勇を顕彰する会の監査をしています。

平成30年9月3～5日、廣井勇を顕彰する会のメンバー19名で札幌と小樽を視察してきました。視察の詳細は、当会のホームページに掲載している副会長右城猛の北海道視察報告書をみていただくとして、私の感想を述べます。会の視察の目的は、広井に関する資料や業績を調査することでありました。その中で、私の第一の目的は小樽港北防波堤を見て触れることでありました。北防波堤は老朽化が進み、一般人の対入りを禁止にしているらしいとの情報が入りました。そこで、事務局に小樽港湾事務所と交渉してもらいました。視察について小樽港湾事務所の理解が得られて、海上からに加えて、防波堤へ上がったの視察を案内していただけるようになりました。

心配は、台風21号による波浪でしたが、時より防波堤に波が被るが何とか無事に視察を終えることができました。4日の深夜に暴風雨を伴い台風が北海道を通過したこと、5日の帰高後の6日3時過ぎに発生した北海道胆振東部地震のことを考えると、この視察は本当に運がよかったと思います。

港湾事務所では、防波堤視察前に約2時間、出前講座(写真-4)をしてもらいました。講座の終わりに「北防波堤の健全性・維持管理」と「北防波堤と広井公式との関係」について質問をしました。「北防波堤の健全性については、広井が設置した斜塊ブロックについては健全であるが、後年施工された斜塊ブロックの上部の現場打ちコンクリートは老朽化が進み、補修等を繰り返している。」「広井公式は、北防波堤建設より後にできたもの。」との回答がありました。



写真-4 小樽港湾事務所・講演

斜塊ブロックについては、船上からの目視で確認しました。(写真-5)その後、資料コーナーで多数のモルタルテストピース「ブリケット」(写真-6)を手で触れることもできました。



写真-5 北防波堤の斜塊ブロック



写真-6 モルタルテストピース「ブリケット」



午後からは手宮公園（高台）から北防波堤を一望しました。（写真-7）ここは、元、広井勇の胸像があった場所です。人の目に触れにくいということで、人の集まりやすい小樽運河公園（広井が造った運河を埋立て公園にした）に移設（写真-8）されたそうです。私としては、北防波堤を含む小樽港全体が見渡せる手宮公園が良いと思いますが・・・。



写真-7 手宮公園から見た小樽港防波堤  
左から北防波堤、中防波堤、南防波堤



写真-8 小樽運河公園の広井勇の胸像

小樽港は、日本海・石狩湾に面した港です。冬季、日本海から北西の波浪があるが、北側を覆うように高島岬があり緩和しています。石狩湾からの春の北東の波浪は、北海道の陸地があるため送風距離があまりなく大きな波浪にはなりません。このため、北海道開発の拠点である札幌から近く、しかも手宮（小樽市）の炭鉱の積み出しができる港として日本で最初に外洋に面した場所に整備されました。

ここで、北海道の小樽港が、なぜ日本で最初の外洋港なのかを説明します。

幕末からロシアとの国境を巡る紛争がありました。明治政府は、ロシアの南下対策として、北海道の開拓を進めます。鉄道は、明治の公共事業で最大なものですが、明治13年、札幌～手宮（小樽市）間の鉄道は、新橋～横浜間、神戸～大阪間に次いで日本で3番目に開通しています。さらに、東海道線よりも先に高崎線（上野から）・東北線が企画されたのは、ロシアの南下に対する警戒もあったといえます。

この鉄道建設に当たっては、エドモンド・モレル（英）等お雇い外国人を招いて指導をしてもらっていました。他の公共事業でもお雇い外国人は、活躍しています。灯台建設：リチャード・ブラントン（英）、水道建設：HS・パーマ（英）、水路運河建設：ファン・ドールン（オランダ）、港湾建設：GA・エッセル（オランダ）、運河建設：IA・リンドウ（オランダ）、河川建設：デ・レーケ（オランダ）など・・・。

明治政府は、鉄道と同様に築港にも力点を置きます。

明治5年、政府は、日本と北米大陸を最短距離で結ぶ航路の開設を目指し、オランダ人技師ファン・ドールン<sup>のびる</sup>を招請しました。ファン・ドールンは、宮城県の石巻と塩釜の中間地点にある野蒜に一大貿易港を計画しました。調査後、着手し運河、内港建設は完了しました。明治17年の大型台風の激浪により港口を防護する突堤が被災し、港口は閉塞されて船舶の航行が不可能となりました。港湾を供用するには、長大な防波堤を含む大修復工事が必要となり、長い年月と巨額の費用を要することに加えて、技術面でも不安が残り、明治18年政府は野蒜築港の中止命令を出しました。

横濱港でもお雇い外国人によって明治22年、防波堤建設に着手するが、約2万個製作のコンクリートブロックの内1割近くが海中で割れることが発生しました。

これらのことから、外洋での築港はお雇い外国人でもできなかった公共事業の最後の分野です。

広井は、この難関な小樽港の築港を命じられます。ロシアの南下に対して、北海道開発とその物流の拠点としての小樽港の築港は、急務を要していました。

広井は、小樽港北防波堤建設に当り、前述の野蒜築港、横濱港の失敗から周到的な準備をします。

これらの失敗を踏まえて、広井は、北海道の外洋の激浪でも壊れない防波堤建設を目指します。外洋の斜め入射波に対して斜めに積まれたブロックが互いに支え合う防波堤構造とします。この斜塊ブロックの製造

には、火山灰を使用し対海水の耐久性の向上を図るとともに費用節減に努めます。さらに、斜塊ブロックの海底への設置は、巨大積畳機「タイタン」を使用したスローピング・ブロック・システムを採用し工期を短縮します。北防波堤は、明治30年に着手し、41年に竣工しました。

現在、この小樽港の北防波堤で注目をされているのは、建設から110年を経過しても現役で健全な防波堤の斜塊ブロック及びそのブロックの耐久性試験用に製作された6万個のモルタルブリットであります。

これに加えて重要なことは、北防波堤の位置であることを今回の視察で改めて確認しました。一般的に港湾・漁港は、利用船舶の係留、回頭（船の取り回し）、航行によって泊地・航路を定め、それを防護する位置に防波堤を計画します。このため、利用船舶の大型化によって、既存の岸壁・防波堤の耐久性に関わらず、外側に拡張を繰り返すことが多くあります。身近な事例では、室戸岬漁港です。昭和30年代から50年代にかけて全国一のマグロ船を有し、マグロ船の大型化によって拡張を繰り返しました。最後は、499トン型に対応した港ができた時には、大型マグロ船はなくなり、現在は、イルカが利用しています。(写真-9)



写真-9 拡張を繰り返した室戸岬漁港

漁港課（平成6～8年度）の時に室戸岬漁業協同組合の山田組合長から聞いた話です。

「戦後、室戸は、全国一のマグロ船（昭和50年代170隻余り）を有していたが停泊できる港がなかった。昭和30年代に室戸漁業協同組合と話し、行当岬から室津港へ結ぶ位置に防波堤を設置し、2つの組合の漁船を1箇所に集約する計画を県と国に要望したが、運輸省と水産庁の壁で実現しなかった。今の漁港にしてもマグロ船は199トン形から299トン形、499トン形へ換わることがわかっていたから、大きくなる船形のための整備を水産庁へ陳情したが、現状の漁船での計画しか認めてもらえなかった。漁港の整備は後追いになっており、3つの泊地があるが大型マグロ船は係留できない。」

戦後の昭和30年代以降に建設した港でさえ、このような状況です。

建設から110年経過しても船舶の利用に支障をきたさない位置に北防波堤を計画したことは、百年先の人々のための先見の明を持たれていたと思います。

小樽港の整備は、広井から弟子の伊藤長右衛門へ引き継がれ中防波堤、南防波堤が建設され、小樽運河（両岸は船舶の係留施設、その背後は倉庫など物流拠点）を防護しています。

なお、前述の鉄道は、小樽港の棧橋まで延伸されて、石炭等は積み出されていました。



写真-10 幅が半分になった小樽運河



写真-11 人気の小樽運河



小樽運河も見ました（写真-10）が、船舶の荷役を考えると幅が狭いから、このことを小樽市総合博物館の石川直章館長に質問すると、「昭和50年代に運河を全部埋め立てして道路にする計画が発表されました。広井勇の遺産を残す反対運動をして残しました。大半は埋め立てられ、残った運河も幅は半分は延長も短くなりましたが、広井勇の遺産をやっと残すことができました。その当時は、産業振興のために道路が必要という中で精一杯でした。もう少し先に行くに残った運河の石積や倉庫群と新たに整備した歩道・緑地の組み合わせに魅力を感じて観光客が集まる人気のスポットになっています。」と返ってきました。人気の観光スポットも見ました（写真-11）が、どこか一箇所でも広井が造った幅の広い運河を残してほしいと思いました。

北海道大学附属図書館では、「築港」を見ました（写真-12）。前述の広井晩年の著書「日本築港史」との違いは、広井の30代の著書であり、ニューマチックケーソン等実務に関する工法等の工事内容が詳細に書かれていました。また、同大学工学部図書館では、「プレートガーダー・コンストラクション」を手にとってみることができました。青山文庫ではガラス越しに見るだけでしたから違います。大きさは、野帳より少し小さ目であるから技術者は現場に携帯できます。（写真-13）。改めて、実務で使用するのに適していると感じました。

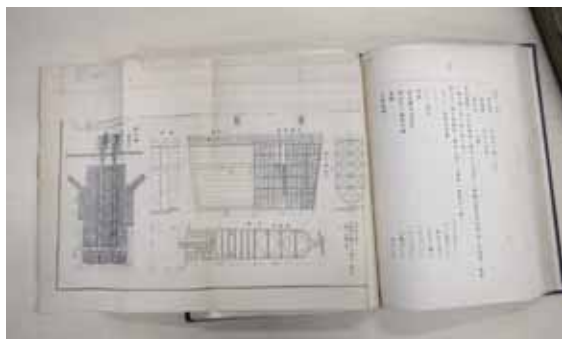


写真-12 ニューマチックケーソン等の記述がある「築港」



写真-13 プレートガーダー・コンストラクション

広井勇は、小樽市と札幌市の小学校社会科副読本（写真-14）に取り上げられていることも視察旅行で知りました。視察旅行では、広井の生き方が北海道民から尊敬されていることを改めて認識し、高知県民にも広井勇のことをもっと知ってもらわないといけないと思いました。

最後に広井勇と土木施工管理技士皆さんとは一番大事な事で共通点があります。

それは、現場第一主義です。この精神は、広井山脈といわれる弟子にも引き継がれます。

前述の伊藤長右衛門、パナマ運河建設に参画した青山士<sup>あきら</sup>、台湾の烏山頭ダム建設にあたった八田興一<sup>はった よいち</sup>、中朝国境を流れる鴨緑江に水豊ダムを完成させた久保田豊など、みんな机上の学者でなく土木の現場の実践者です。

土木の現場は、場所、地質、気象、海象、周辺の環境、季節、時間等で同じものは無いに等しい。そういう状況下で、品質、コスト、工期、安全性を考慮しながら、工事目的物をつくることが要求されます。現場は、予期しないことも生じます。この現場の変化に対応できる技術をつけるため、広井勇等の先人に学ぶことは大切だと思います。

土木施工管理技士は、広井勇と同じエグゼクティブ（考えて行動し成果をあげる人）です。

長々と広井との関わりについて述べてきましたが、広井を知れば知るほど、その気概を若者に伝えて行かなければならないと強く感じています。

現在、廣井勇を顕彰する会では、広井の故郷である高知県に銅像を建立し、その業績と人なりを、世に広く永く伝える取組をしています。このことが、多くの方々に、良い仕事・人生を考える契機となることを願っています。

参考文献 ※1 全国高専土木工学会編 港湾及び海岸工学 昭和49年3月 コロナ社

※2 水理公式集 昭和46年改訂版 土木学会



写真-14 小学校社会科副読本