

Photog-CAD による北上・東名運河の再生復興工事に伴う運河護岸発掘調査

野蒜築港ファンクラブ 正会員 後藤浩佳
東北大学大学院工学研究科 正会員 後藤光亀

1. はじめに

東日本大震災の再生復興工事に伴う北上運河と東名運河の運河護岸発掘調査に Photog-CAD による測量記録を作成した。Photog-CAD は 3D レーザー測量やドローンを用いる高価な機材や解析技術を必要とせず、市販のデジタルカメラ撮影で簡便に記録保存と解析ができる利点がある。

今回、東名運河では柴工護岸が発掘され、明治 17 年の建設時の公文書・新聞記事などに記載があることからその歴史的意義と保存方策について考察を加えた。

2. 東名運河の遺構

東名運河では、1991 年 1～3 月に不動橋から不老橋へ東名運河右岸（陸側）の県道 27 号線の道路改良工事が行われ、運河護岸の一部である杭木群が確認された。同時期に新不動橋の建設工事に伴い木製の東名閘門の遺構と考えられる角材、金属片、石材が確認された¹⁾。写真-1 に昭和初期の石積み護岸と近年の運河護岸の工事状況を示す。今回の再生復興工事の際、このような貴重な歴史的土木遺産を踏まえた学術的調査と遺構の保存が必須である。

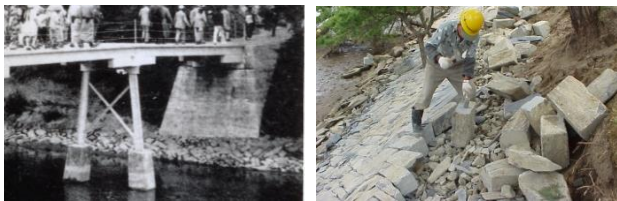


写真-1 東名運河の稲井石による石積み護岸

左：昭和初期の東名運河の石積み護岸（部分）。この時代の絵はがきには稲井石の空積み護岸と杭木群がみえる（松川清子蔵）。右：東名運河、亀岡橋付近。最干潮時に稲井石積みの運河護岸がしっかり露出している（2001年6月撮影）機械でカットした稲井石を運河の旧護岸上部に施工中。

3. 柴工護岸

東名運河は埋蔵文化財包蔵地であるため、野蒜水門の改築に際し埋蔵文化財調査が 2014 年 9 月 16 日から 11 月 21 日まで行われた。発掘調査によると、「丸太杭及び板柵で法留を形成し、砂利、粘性土を含む砂質土により盛土を施工。石積沈下防止のため粘土でコーティングした柵を盛土に張り付ける。その区間は朔望平均干潮位（T.P-0.74m）から平均水面間（T.P+0.22m）と推定される。砂利を多く含む砂質土を裏込材として稲井石を積み上げて施工された」としている²⁾。11 月 10 日の調査時には、調査開始時に比較し地下水が運河側に滲出し護岸の法面が杭木群から 1m 上方まで崩れてしまった。この法面盛土の安定の為に柴工が施工されたと推察される。稲井石の空積みも大きささまざまな大きさを組み合わせ、柵は斜面に斜めに配置されているのが特徴である。この柵は若枝を約 60cm 間隔に盛土に 1m ほど挿し込み、この枝群に別の細い枝で編んでいく工法であ

る。発掘断面の挿し込まれた枝は護岸の表層ほどしなり表層部の沈下移動を示唆している。この工法は、近世から近代の工法をまとめた明治 14 年内務省土木局編が発刊した「柴工水刳説明書」⁴⁾の「柴工床堅ノ工」の図面と酷似している。



写真-2 東名運河の柴工護岸発掘調査（2014.11.10）

国土交通省北上川下流事務所と東松島市が埋蔵文化財調査を 2014 年 9 月～11 月に実施した。Photog-CAD による解析も行われた。国土交通省北上川下流河川事務所は、この柴工護岸の一部を切り取り保存を行った。

右下：「柴工水刳説明書」にある柴工図面（柴工床堅ノ工の一部）⁴⁾

4. Photog-CAD による柴工護岸の調査

Photog-CAD のデジタル写真撮影の方法は、距離と高さを示すスタッフや測量ピンを設置し、このスケールを写し込みながら左右 2 か所と正面 1 か所の計 3 枚を撮影する。その後、パソコンへの写真の入力とスケール長さ入力や測点などのソフトによる解析を行い、3 次元の地形モデル（TIN）や横断面の表示が可能である。

今回、東名運河の亀岡橋付近で発見された柴工護岸の場合、運河護岸に矢板を施工しての発掘調査のため、一度に柴工護岸全体をデジタルカメラでの撮影がすることができなかった。また、杭木などの突出している物体では撮影できない裏側が生じる。そこで、狭い空間でもこの裏側を補間する様に撮影場所を選択した。図-1 に示すように、測量の起点となる杭木を区切り位置として、3 箇所で別々に 3 枚ずつ計 9 枚を撮影し、断面図を出力して目印になる杭木の位置 A 点、B 点をそれぞれ接続し、上段・中段・下段の連続した横断面図を作成した。

柴工護岸は、上段の稲井石による空石積みが間知石積みの様に控えを取り施工されていた。杭木は直径 13～16 cm で、法留めには角材（13×15 cm、長さ 390 cm）が使用されている。杭木群は 2 列あり間隔は 90 cm で、杭木間の盛土の上に潜ヶ浦産とみられる凝灰岩とその上に稲井石の破材が置かれた。運河側の杭木の上端部の標高は、東松島市の調査に

よれば T.P - 1.0m である。Photog-CAD は出力結果を CAD (dxf) 形式ファイルで書き出せるため CAD ソフトでの作業が可能である。しかし、一般的な汎用ソフトではないので、ここでは Photoshop にて画像を合成し、合成断面図の目盛線（緑線）が正方形になるように調整し、Illustrator を用いて測量データ結果から T.P の値を付加（黒線）した後、断面図の目盛間隔と同等になるように横断面図を作成した。

柴工と潮位の関係について考察を加える。柴工は、上段から下段まで連続して施工されている。下段の柴工は、T.P - 2.5m の位置にあり、東名運河の朔望平均干潮位 T.P - 0.74m より約 1.7m も下方に施工され、現在の計画運河河床高 T.P - 1.24m より約 1.3m 下方に位置する（図-2.3 参照）。明治 17 年 8 月 5 日の奥羽日日新聞の「東名運河開鑿」の項に、「…柴工護岸を設け…」の記事がある。また、「明治 16 年 11 月 17 日付けで、内務省から宮城県宛の「東名運河の工事単価調」に、柴工護岸に当たる粗朶、柵粗朶、杭木、そして井内割石の記載がある⁵⁾。今回、発掘された柴工と稲井（井内）石による運河護岸は、明治 16～17 年の東名運河

の創設期の可能性もあり、宮城県の先人土木技術者が建設した土木構造物の保存が望まれる。

この柴工は北上運河では発見されておらず³⁾、東名運河の野蒜水門付近の柴工護岸でも下段の柴工はなく貴重な遺構である。この地点は、東松島市が避難道路の橋台建設が予定されており、この重要な遺構の取り扱いに十分な配慮を求めたい。

参考文献

- 1) 野蒜築港 120 年シンポジウム報告書、(社) 土木学会東北支部 野蒜築港 120 年委員会
- 2) 国土交通省北上川下流事務所鳴瀬出張所提供資料
- 3) 後藤浩佳、後藤光亀「Photog-CAD による土木遺産の被災記録の保存と利活用」平成 26 年度土木学会東北支部技術研究発表会、2015.3
- 4) 「柴工水勿説明書」内務省土木局編「土木工要録 天・地・人・附録 2 帖」有隣堂 明治 14 年
- 5) 遠藤剛人「貞山・北上運河沿革考」



図-1 Photog-CAD による東名運河の柴工護岸調査 下段の柴工は、現在の計画河床高より約 1.3m 下方に柴工が施工された。この発掘場所から亀岡橋方向約 150m 南の地点でも柴工護岸が発見された。しかし、2 列の杭木群の運河側には柴工は確認されていない。この地点では、2001 年に機械で切断された稲井石（20×20×50cm 程度）と吸出し防止シートを用いた護岸が施工されたが、旧稲井石護岸との境界水位は平均水面 +0.22m より上方である。これは平均水面から朔望平均満潮面の水位では船舶の航跡波などで護岸が崩れていたことを示す。

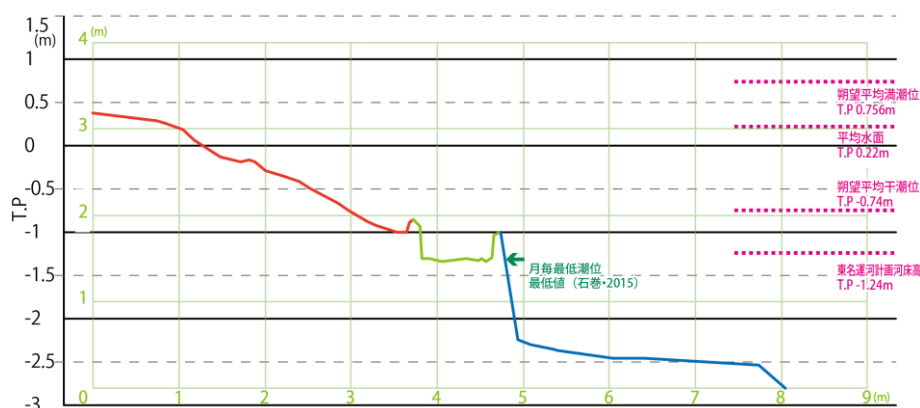


図-2 東名運河の柴工護岸の横断面図 (Photog-CAD の結果を合成) 検潮記録 (石巻、国土交通省、2015 年) により、月毎の最高潮位、平均潮位、最低潮位から 1 月に T.P - 1.31m の最低潮位の年間最低値があり、干満差も年間で最大であった。東名運河は計画河床高 T.P - 1.240m、朔望平均満潮位 +0.756m、朔望平均干潮位 -0.740m、平均水位 +0.22m、東名運河の朔望平均潮位差は 1.496m である。2 列の杭木群の先端部は T.P - 0.9m にあり、杭木群間の盛土の上の凝灰岩と稲井石の天端は T.P - 1.0m である。昭和初期の写真（絵はがき）にも、今回発掘調査を行なったと同様な稲井石の空積み護岸と杭木群が観察され、この柴工を伴う稲井石空積み護岸と松林群そして水面と空からなる東名運河の癒しの景観を長く保持してきたことが知られる。