

## 5. 圧入工法による災害復旧・復興工事について

### －旧北上川護岸工事－

㈱技研製作所

木村 育正

#### 1. はじめに

東日本大震災のつめ跡はあらためて、災害の悲惨さを浮き彫りにした。我が国は世界でも有数の災害多発国であるため、災害との付き合い方に多分に慣れている国民性のはずではあるが、過去の災害の教訓を活かしきれていない側面が存在する。

過去に被災した先人の苦労を無駄にしないためにも災害復旧・復興を積極的に推し進めるとともに、今後30年以内に発生する確率が70%と言われる首都直下地震や南海トラフ巨大地震に対しても尊い人命を損なわないようにしっかりとした事前防災対策に取り組むことが必要である。

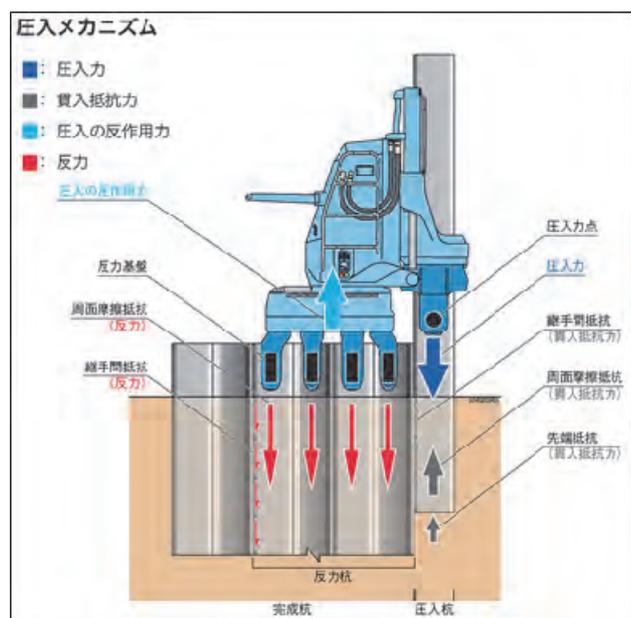


図-1 圧入メカニズム

ここで説明する圧入工法とは公害対処という社会の要請を先取りして考案された、無振動・無騒音による杭打ち用建設機械、圧入機「サイレントパイラー」の発明によって生み出された施工法である。圧入工法のメカニズムを図-1に示すが、既に打込まれた杭をつかんで、その杭の引抜抵抗を反力とし、静的荷重で次の杭を地中に押し込む「圧入原理」を有しており、地球と一体化した反力杭をつかんでいる圧入機に転倒の危険性は無く、安全かつ迅速な災害復旧工事を可能とする。開発第1号機から、70MPaという超高压かつ大流量の油圧を採用しており、小さい機体から大きな施工能

力を発揮できるため、いずれの杭材に対しても必要最小限の機体寸法であり、コンパクトな形状となっている。災害復旧や事前防災対策では近隣に民家が存在することが多く、施工スペースの制限等から圧入工法が選択されるケースは多い。以降に圧入工法で実施した災害復旧工事の事例を記す。

#### 2. 旧北上川護岸工事

旧北上川の河口部は河川堤防がない無堤区間であったため、沿川に広がる市街地全体が津波に呑み込まれ、甚大な被害が生じた。写真-1～3に津波の襲来前と襲来時、襲来後の状況を示す。護岸構造物自体は津波の影響を受けても倒壊には至らなかったものの地震による広域沈降で約70cm地盤沈下したため、浸水被害が生じた。



写真-1 旧北上川中州地区の被災前状況（2010年9月）<sup>1)</sup>



写真-2 津波被災時の状況（2011年3月）<sup>1)</sup>



写真-3 被災後の状況（2011年3月）<sup>1)</sup>

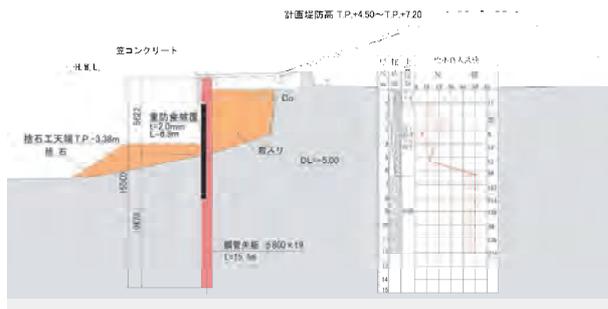


図-2 護岸構造断面図

緊急復旧により浸水被害対策を講じたものの、復興に向けては新たに堤防も含めた護岸構造物を再構築することになった。

再構築となる築堤護岸延長は左岸側が約 8.6km、右岸側は約 9.3 km となっている。

護岸構造は既設護岸の前面に広幅鋼矢板または鋼管矢板を打込み、既設護岸との間を埋め戻し、その背面に堤防を構築し、高潮や津波等に対抗する形式となっている。鋼管矢板を用いる代表的な堤防形式の断面を図-2 に示す。地盤条件は比較的硬質な地盤であるため、広幅鋼矢板はオーガ併用圧入の「硬質地盤クリア工法」(NETIS No: CB-980118-V) により施工している。

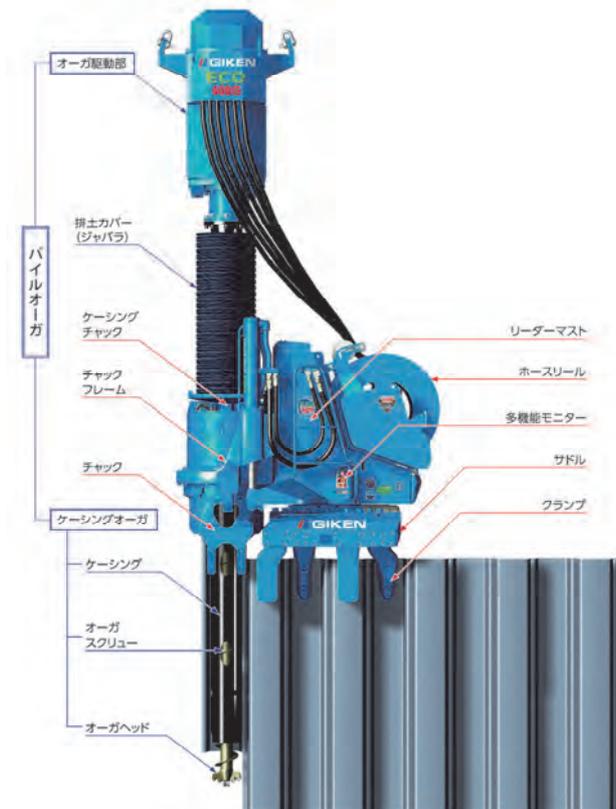


図-3 硬質地盤クリア工法用圧入機

硬質地盤クリア工法は国土交通省土木工事積算基準の中で N 値および換算 N 値の範囲を  $50 < N \leq 180$ 、で記載され運用されている。ただし、換算

N 値が 180 を超える実績も多数存在することから、全国圧入協会が実績をまとめ、換算 N 値が 180 以上の地盤も積算基準で運用できるように準備しているところである。

一方、鋼管矢板の施工は以下の理由により打撃や振動を伴う施工は採用できなかった。

- ① 工事箇所近傍の建物は全て津波被害を受けているが倒壊せずに残っているため、工事による振動等により、建物にそれ以上のダメージを与えたくなかった。
- ② 津波被災直後はほとんどの住民が避難生活を送っていたが、時間が経つにつれ自宅での生活に戻る住民が増加し、工事の騒音、振動等による迷惑をかけられない。

そのため、施工法としては「鋼管矢板圧入工法」(NETIS No: CB-980119-V) が選定された。

冒頭述べているとおり、地盤は比較的硬質であるため鋼管矢板の圧入工事に際しては、ウォータージェットの流量を 2,000 リットル/分以上(全国圧入協会編積算資料)に設定する必要があった。ただし、新たなボーリングデータの結果から、当現場の換算 N 値の最大値が 200 を超えること、さらに写真-4 に示す転石が確認できたことなどから、「鋼管矢板圧入工法」での適用範囲外との判断のもとに、鋼管杭の先端にビットを付けて回転圧入させる「ジャイロプレス工法」(NETIS No: KT-060020-A) が選定された。



写真-4 転石の状況

「ジャイロプレス工法」とは従来の圧入工法の動作に加えて、回転力を与えることによって鋼管杭の先端に取り付けたビットにより切削力を付加したことで、玉石層や岩盤など硬質地盤はもとより、既設鉄筋コンクリート構造物などの地中障害物を切削貫通しながら、目的の深度まで鋼管杭を圧入することができる工法である。図-4 にジャイロプレス工法のメカニズムを示す。

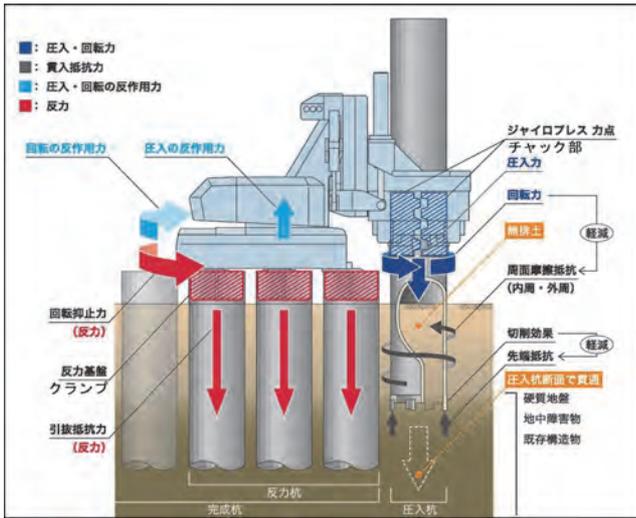


図-4 ジャイロプレスメカニズム

一般的にはオールケーシング工法のようにケーシングチューブ等により先行削孔により障害物を除去し、砂やコンクリート等に置換する施工法は以前から存在していたが、これらの施工法は全てケーシング内の掘削を伴っていた。このジャイロプレス工法は硬質な地盤や障害物等があっても、鋼管内の掘削を行わず所定の位置まで杭を打込む施工法である。掘削を伴わないため、杭の打込み作業と管内掘削の重複作業とならないため、従来の施工法と比べると施工スピードが速いのが特徴である。

障害物や硬質地盤の硬さの程度（岩盤等）によってはジャイロプレス工法でも先行削孔を実施するケースがある。その理由は障害物が地表面近くに存在することが多いため、先行削孔杭により障害物のみを先行削孔杭で打ち抜き、引抜いてその後本設用の鋼管杭で打込んでいくことにより、使用するビットの個数を減少させることで工事費の削減を図るためである。ただし、このような場合でも管内の掘削はおこなわない。



写真-5 先行削孔用ビット



写真-6 砂礫地盤対応用ビット

現場の条件によっては鋼管杭を引く抜くことができないケースもあるが、そのような場合にはビットの個数を増やして打込めばよい。写真-5は先行削孔杭の先端部である。ビットの消耗度合いによって取替えが可能なビット形状とホルダーを取り付けている。写真-6はN値が50程度の砂礫地盤対応の先端仕様である。ビットは鋼管杭と溶接で固定している。

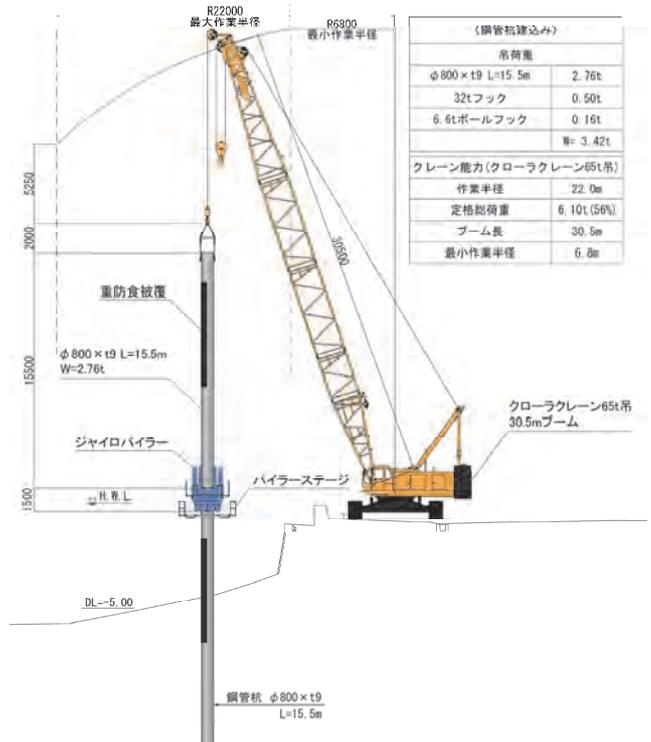


図-5 施工時横断面図

当工事における標準的な施工時の横断面図を図-5に示す。鋼管杭の法線が旧護岸から10m程度しか離れていないため、クローラークレーンにより杭材の建てこみをおこなった。クレーンの最大作業半径を越えるようなケースでは鋼管杭の上を自走するクランプクレーン等を用いる「ノンステーキング工法」を用いることになる。施工中の状況を写真-7に示す。日進量は障害となる捨石の有無やその深さ方向への範囲により異なるが、平

均すると3本/日程度であった。

鋼管杭の打設後は旧護岸との間を岩ズリで埋め戻すことになる。現在は埋め戻し作業自体に着手していないが、施工時はドライな状態にする必要がある。



写真-7 鋼管杭施工状況

鋼管杭を回転圧入しているため、一般的な鋼管矢板のように継手が無いために締切りするには相応の工夫が必要となる。締切り方法を図-6に示す。鋼管杭間距離が180mmありその隙間に等辺山形鋼を前面側と背面側の双方に打込む。等辺山形鋼の打込みを写真-8に示すが、ジャイロパイラーにアタッチメントを取り付けることで等辺山形鋼の打込みも可能となっている。

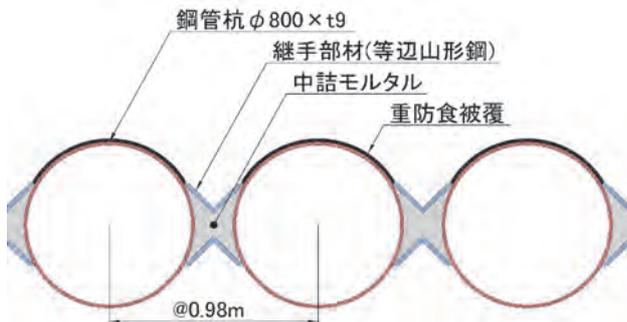


図-6 締切り方法



写真-8 等辺山形鋼施工状況

等辺山形鋼の打込み後はウォータージェット等を用いて等辺山形鋼間の隙間を洗浄し、モルタルを充填する。

さらに当工事では重防食塗装の鋼管杭を用いたため回転圧入させる際にこの塗装面を傷めないように防護しながら回転圧入作業を実施した。防護状況を写真-9に示す。圧入機が鋼管杭をチャッキングする爪と重防食塗装面の間に鋼板を差し込むことで防護をおこなった。他にもゴム材等を用いることもあるが、いずれにしても慎重な施工が必要となる。



写真-9 重防食塗装面の防護状況

### 3. おわりに

ジャイロプレス工法は都市河川の護岸改修で多用されるようになり、徐々に実績を増やし現時点で120件の施工実績がある。特に硬質な岩盤や捨石マウンド等への鋼管杭の打込みで用いられることが増加する傾向にあり、施工効率を上げるための開発に注力しているところである。

本論では災害復旧工事の事例を紹介したが、津波で被災した現場では想像もつかないような障害物が漂流し堆積しているケースが多い。東日本の沿岸部で復興工事に取り組んでいる多くの建設技術者も同様な苦労を経験されているものと想像する。本論が類似工事の参考になれば幸いである。

### 参考文献

- 1) 国土交通省東北地方整備局 HP : <http://www.thr.mlit.go.jp/bumon/b00037/k00290/river-hp/kasen/shinsaikanren/data/01higai/3kakou.pdf#search=%E6%97%A7%E5%8C%97%E4%B8%8A%E5%B7%9D+%E8%A2%AB%E7%81%BD>
- 2) 木村育正: ジャイロプレス工法について, 建設物価, 2010・2月号, pp.記事28～記事33, 2010年