

土木学会技術開発賞
—その後

**SINCE WINNING THE
INNOVATIVE
TECHNIQUE AWARD**

技術開発賞 その後 臨海杭打 (STEP) 工法の開発

DEVELOPMENT OF SELF TRAVEL ERECT PILE METHOD

榊豊和*・奥村一郎**・土肥宏一郎***
別所友宏****・野村昭人*****

Toyokazu SAKAKI, Ichiro OKUMURA, Koichiro DOHI,
Tomohiro BESSHO and Akito NOMURA

* 正会員 川崎製鉄(株) エンジニアリング事業部土木技術部部长
(〒100 千代田区内幸町2丁目2番3号日比谷国際ビル18F)

** 正会員 川崎製鉄(株) エンジニアリング事業部土木技術部掛長

*** 正会員 川崎製鉄(株) エンジニアリング事業部土木技術部

**** 正会員 清水建設(株) 土木本部技術第一部主任

***** 東亜建設工業(株) 土木本部技術部課長

Keywords : steel pipe pile, pile driving, flood control pond

1. 開発の背景と開発後の経緯

沖合人工島の建設やウォーターフロント開発が話題となつてから10余年が経過した。近年の港湾等の土木構造物を建設する環境を一望すると、波浪条件が厳しい場所や、軟弱地盤が50m以上も存在する場所での大規模構造物の建設等、困難な自然条件下での施工が多くみられる。さらに、作業船工法の場合には浚渫を要する浅い海域、航路に近く、隣接する岸壁では常時荷役が行われている狭い工事区域での施工等、港湾構造物の建設の制約条件も厳しくなっている。

かつて川崎製鉄(株)が受注した台湾での石炭棧橋工事では、波が高く1ヵ月間に1日しか杭打船による施工ができなかった。この経験を鍵として、上述したような多様化する港湾構造物の建設条件に対応すべく、1983年に川崎製鉄(株)と清水建設(株)、東亜建設工業(株)は海上工事の陸上化を図る「臨海杭打工法の基本構想」に着手し、1984年、川崎製鉄(株)の製品岸壁工事において実証実験を行った。

製品岸壁の完工後、1985年度土木学会技術開発賞を受賞し、臨海杭打工法を社会資本整備のために広く活用すべく、建設会社を中心とする21社からなる臨海杭打工法協会を1987年2月に設立した。協会では、1988年に設計施工マニュアルを整備、官公庁や各コンサルタントに技術説明を続けるとともに、1992年には積算例を発行する予定となっている。

同時に、本工法の適用範囲を広げるために、装置の軽量化を図り、鋼管杭径500~800mmを対象とする1号機を製作し、1989年川鉄倉庫(株)の浦安流通センター岸壁工事において使用した。1991年には、首都圏の地価高騰に伴い、空間の高度利用を図る目的で、大宮市の洪水調整池上の人工地盤構築工事に本工法を適用した。

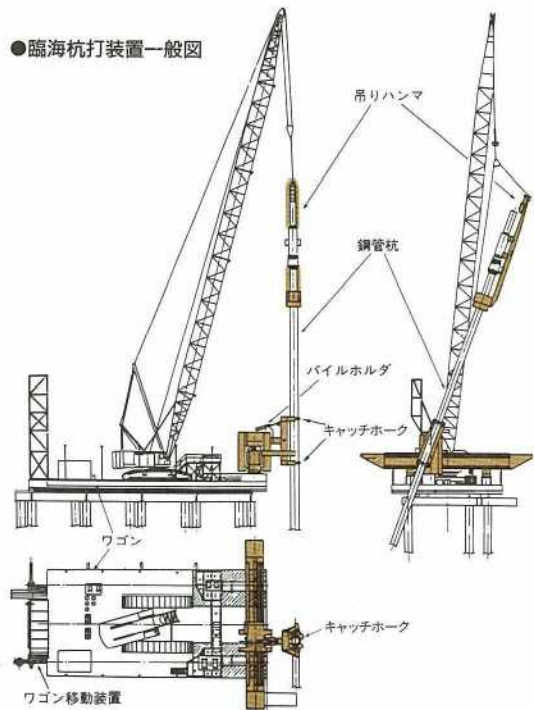


図-1 臨海杭打装置 (実証実験機)

2. 臨海杭打(STEP) 工法の概要

STEP工法では、図-1に示す装置(実証実験機)を用いて、図-2に示す手順で構造物を構築する。打ち込んだ杭の上にプレハブ化した桁を据え付け、装置全体が桁上で前進して次の杭を打ち込む。この一連の作業を繰り返して、高層ビルの骨組みが下から出来上がって行くように港湾構造物の骨組みを順次構築する工法である。

STEP工法には下記の特徴がある。

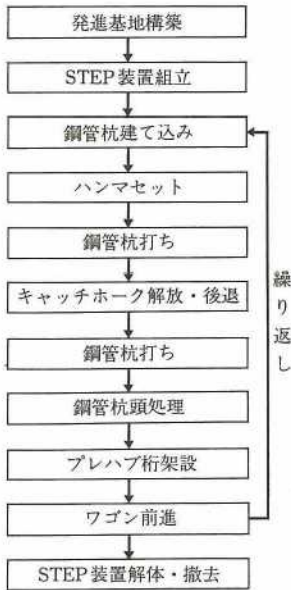


図-2 STEP工法の施工フロー



写真-1 臨海杭打装置 (実証実験機)



写真-2 浦安流通センターでの杭打ち

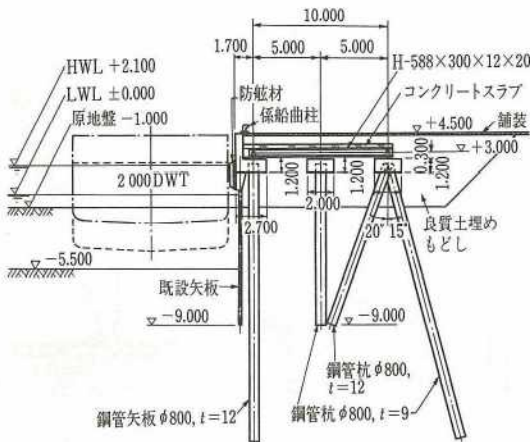


図-3 浦安流通センター岸壁標準断面図

- ① 厳しい海象条件、水深が小さい海域、工事区域に制限がある場所での施工が可能である。
- ② 打ち込んだ杭の上から次の杭打ちを行うために、杭打ち精度が良い。
- ③ したがって上部工のプレハブ化が可能である。
- ④ 最大傾斜角 20 度まで全方向に斜杭打ち可能である。

3. 施工実績および施工事例

(1) 川崎製鉄 (株) 千葉製鉄所製品岸壁工事

延長 300 m、計画水深 15.5 m で 450 本の鋼管杭からなる組杭式横棧橋の鋼管杭打工事のうち、航路に近接する 20% の範囲に実証実験として STEP 工法を適用した。鋼管杭径は 800~900 mm、杭長は 48~51 m である。



写真-3 埼玉県南卸売団地人工地盤全景

杭打ちを開始した日には、有義波高は 50 cm を越え、隣接区域で施工中の杭打船は休止していた。

(2) 川鉄倉庫 (株) 浦安流通センター岸壁工事

取付護岸を含む岸壁延長 150 m、計画水深 5.5 m の控



写真-4 台風後の冠水時に施工中の STEP 工法



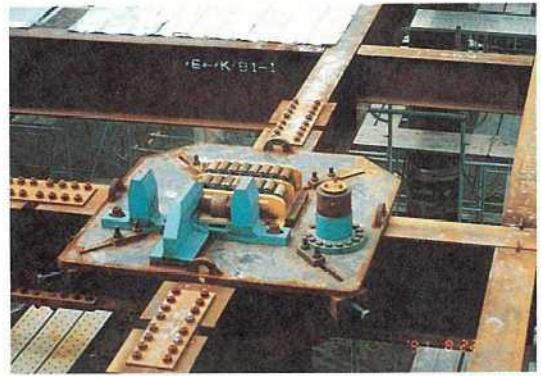
図-4 人工地盤の標準断面図

え組杭式鋼管矢板岸壁の鋼管矢板 143 本、鋼管杭 214 本を全量 STEP 工法で施工した。本岸壁は、図-3 に示すように、既存控え式鋼矢板護岸の前面を浚渫し 2 000 DWT 級の内航船を係船するものであり航路に近接した極めて狭い海域に位置している。

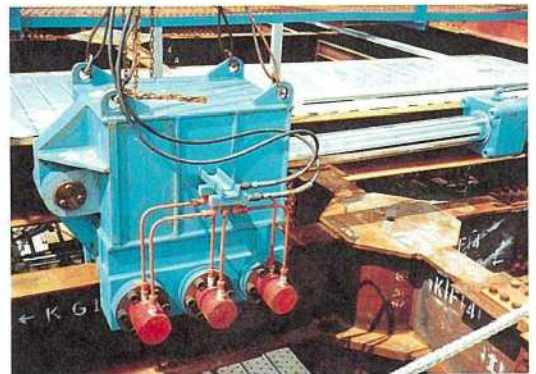
航路側に棧橋を建設することは、船舶の航行の安全性確保のために認められなかった。岸壁前面の水深を確保するには、既存の鋼矢板では強度上不十分であり、その背面に鋼管矢板を配し、土圧を支え既存鋼矢板と一体化する構造とした。

ここで施工上の問題が発生した。鋼管矢板打込みのためには、既存のタイロッドを撤去する必要がある。タイロッドを切断するためには、既存の鋼矢板が自立できるまで背面土を広く掘削する必要がある。掘削後の地盤高は高潮位以下となり杭打機が接近できない。海上からの施工も航路確保のために成立しない。

控えの構造形式にも課題があった。背面の利用計画のために、ダブル等による控え形式の場合、控え位置を少しでも海側に配する必要がある、地盤改良工事を伴う。サンドコンパクション工法では、既存の鋼矢板あるいは鋼管矢板に側方力が作用してしまう。セメント系の攪拌固結工法では莫大な費用を要する。したがって図-3 に示す構造形式とし、STEP 工法を採用することによって施工上の問題点も解決することができた。



支承ローラー



推進装置



パイルホルダ

写真-5 人工地盤 STEP 工法各装置

(3) 埼玉県南卸売団地人工地盤構築工事

当工事は、6 ha の洪水調整池上に 1 605 本の鋼管杭(杭径 508~800 mm、杭長 33~40 m)を打ち込み、4.5 ha の人工地盤を構築するものである。人工地盤上には 13 社の卸売業テナントが入居する。洪水調整の機能を工事期間中も確保することが開発許可の条件であった。

過去 5 年間のデータでは、年間 3~5 回の浸水が予想された。調整池機能を確保するためには河川からの越流部分を締め切ることにはできない。従来の手延べ工法では、施工速度や工事費に問題がある。杭打船を使用するほど

水位は安定していない。

そこで浸水時にも水上施工可能な STEP 工法を採用し、全体面積の約 3 割にあたる部分 (杭本数 288 本) を 1991 年 8 月から 1992 年 2 月までの 6 ヶ月間で施工した。1991 年 9、10 月には記録的な大雨をもたらした台風 18 号・21 号に見舞われ、池内冠水は約 20 日間に及んだが、工程上の問題は発生しなかった。

人工地盤は図-4 に示すように、鋼製の格点・桁から構成される骨組みを、重防食鋼管杭の直杭で支持する構造である。全ての杭が直杭であること、上部工の格点をプレハブ化して直接鋼管杭に溶接することから、当工事の STEP 装置は以下の特徴を有している。

- ① 直杭のみであるため簡易なパイルホルダをワゴン前面に 3 基擁している。
- ② パイルホルダは、杭径 600~800 mm に対応できる。
- ③ 打込み後の 3 本の杭をパイルホルダにより前後左右に正規の座標まで杭芯を矯正できる。

これらの機能によって、2 日で 1 スパン (杭 3 本と上部工) の速度で施工することができた。写真-5 に示すとおり、移動装置等のノウハウも蓄積することができ、当工事をととしてトータルシステムとして大きく前進することができたといえよう。

4. あとがき

STEP 工法は厳しい海象条件等のさまざまな制約条件下でも、誤差が小さい杭打ちを安定した工程で実施す

ることを目的として開発した。開発コンセプトには上部工のプレハブ化や省力化、自動化および安全性の向上も含め、土木技術の社会的地位向上があった。

施工実績で示したとおり、各工事で STEP 装置の機能を発揮していることは、技術開発に関与したもの一同にとって喜ばしいことであり、本工法の適用、実施に協力していただいた方々に、深く感謝の意を表したい。

最近では、後述のとおり機能低下に伴う栈橋の操業中の改修や、二重鋼管矢板式防波堤や護岸の施工検討もを行っている。

- ① 船舶の大型化や荷役設備、荷役システムの機能向上に伴い、既存の岸壁が機能低下しているが、航路に近接し、かつ隣接する岸壁を常時操業しているために、改修工事区域が大きく制約を受けるケース。
- ② 水深が極めて小さい河口の港湾区域に位置し、陸上からの施工も杭打船による施工も困難なケース。
- ③ 波浪条件が厳しく、漂砂量も大きく、水深が小さい海域で、作業船による防波堤建設が困難なケース。
- ④ 産業廃棄物の処分場の護岸で、水深が小さいために作業船による杭打が困難なケース。

などである。

今後とも本工法を広く活用できるように、技術開発を継続したいと考えている。

(1992.7.10 受付)