

# 広範囲に杭を保持するパイルキーパー装置

## 着脱式ワイドキーパー

宮本 憲都

「着脱式ワイドキーパー（以下「本装置」という）」は、起重機でハンマを移動して直接杭を打設するフライングハンマ方式の杭打工事で使用される杭位置保持装置である。本装置は、フライングハンマ方式の特長である高い施工能率を生かすため、杭を広範囲かつ自在に保持できるように設計されている。また、杭打ちを統合的に管理するシステム（以下、杭打ちトータル管理システム）を使用することで、さらに高い施工能率を実現することができる。本稿では、本装置及び杭打ちトータル管理システムの紹介と、これらの装置を使用して施工した「直江津 LNG 受入基地棧橋及び取放水管建設工事」について述べる。

キーワード：杭打ち、全旋回起重機船、フライングハンマ、鋼管杭、パイルキーパー装置

### 1. はじめに

通常、海上における杭の打設はリーダを装備した杭打専用船で行うが、起重機船を使用したフライングハンマ方式で杭の打設を行うこともある。フライングハンマ方式は、ハンマを起重機で移動させて杭を打設する方法で、起重機の作業範囲内であれば本船を移動させることなく杭を打設することができる。そのため、杭の位置決めを迅速に行うことで施工能率を大幅に向上させることができる。

しかし、フライングハンマ方式による杭の打設は、現状では簡易的な施工方法という位置づけであり、施工能率向上の要となる杭の位置保持装置も、仮設の導材を使用するか、可動領域の小さい簡易的なパイルキーパー装置を使用することが多かった。

本装置は、フライングハンマ方式の利点である高い施工能率を十分に生かすために開発した、新しい杭位置保持装置である。

本稿は、本装置を紹介すると共に平成 23 年より施工を開始した直江津 LNG 受入基地棧橋及び取放水管建設工事における本装置の施工について紹介するものである。

### 2. 本装置の概要

本装置は、起重機船の舷側に連結する台船部、台船上を移動するパイルキーパー装置部、起重機船監視室に設置した遠隔操作装置部により構成されている。

以下に本装置の特長を示す。

- ・起重機船の両舷に連結することができるため、施工条件に応じて左右どちら側でも施工ができる（写真—1）



(a) 右舷連結時



(b) 左舷連結時

写真—1 鋼管杭打設状況

- ・自由度の高い可動機構を備えているため、杭を広範囲かつ任意の位置に保持することができる

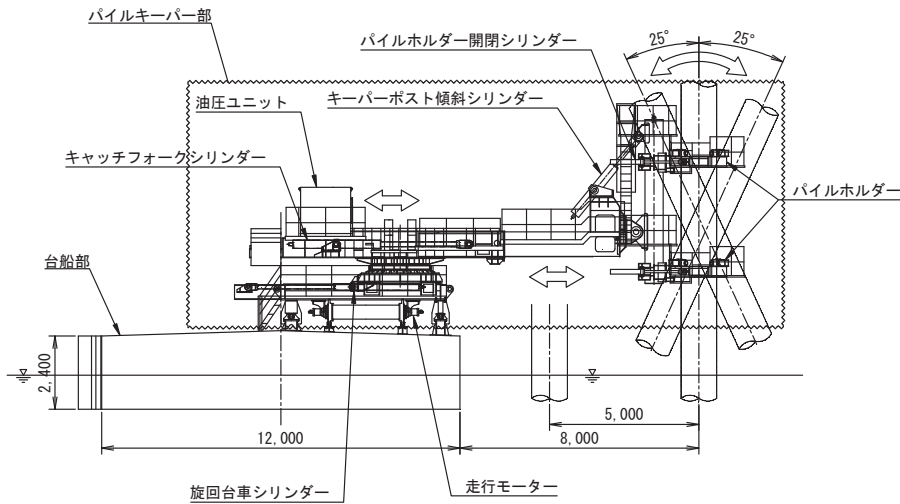


図-1 本装置構成図

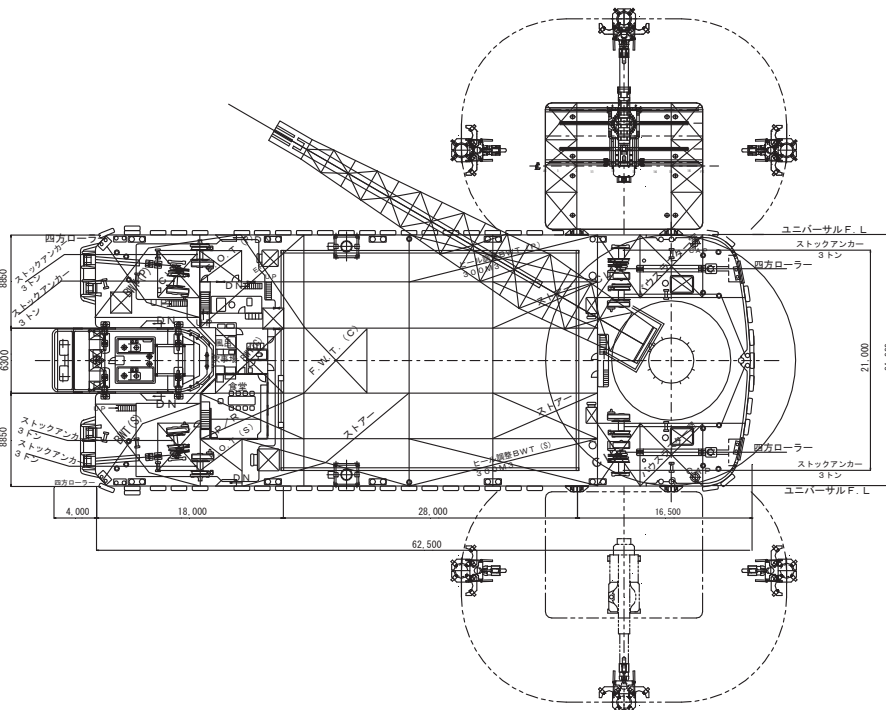


図-2 本装置及び起重機船（翔洋号）連結図

- ・台船部のサイズがコンパクトであるため狭隘な場所においても杭の打設が可能である
  - ・斜杭±25°，鋼管杭径φ1,200 mm までの杭打ち工事に対応できる
  - ・本装置は，起重機船と容易に分離できるため，起重機船や台船へ簡単に積み込むことができる
- 上記より，起重機船の転船回数を大幅に削減することができ，杭の施工能率を向上させることができる。また，サイズが小さいことから狭隘な場所での杭打設工事においても施工性を向上させることができる。

図-1 に本装置の構成図，図-2 に本装置及び起重機船（翔洋号）連結図を示す。

### 3. 本装置の仕様

#### (1) 台船部

パイルキーパー装置を搭載する台船部の仕様は以下の通りである。

全長	15.00 m
幅	12.00 m
深さ	2.40 m
計画喫水	1.20 m
バラスタタンク	船首 約 20 m <sup>3</sup> × 4
	船尾 約 20 m <sup>3</sup> × 4
パイルキーパー装置部用レール	2条
パイルキーパー装置走行用ピンラック	12 m × 2条

連結用雄構造 2 箇所  
台船部はサイズがコンパクトであるため、狭隘な場所での施工が有利であり、また運搬性も高い。

起重機船との連結部は、雄・雌構造による連結とし、上下方向には拘束せず、右舷・左舷の位置を素早く変更できる構造となっている（写真—2）。



写真—2 連結部

パイルキーパー装置の搭載により発生する傾斜を調整するため、バラストタンクを船体前後に合計 8 箇所設けている。また、パイルキーパー装置が台船上を移動し、重心がずれることで傾斜が発生しても、パイルキーパー装置の可動領域が広いので、傾斜に対応した杭の保持や打設位置の調整を迅速に行うことができる。

## (2) パイルキーパー装置部（写真—3）

パイルキーパー装置部は、鋼管杭を保持するホルダー部、鋼管杭の傾斜調整を行う傾動部、ホルダー部を支え、平面位置を調整するキャッチフォーク部、旋回部、横移動部、走行部から構成され、これら各部を油圧シリンダー、油圧モーターにより駆動させ任意の位置、角度に鋼管杭を誘導できる装置となっている。各油圧シリンダー、油圧モーターはパイルキーパー装置の上部に設置する油圧ユニット及び電磁弁箱により作動させ、起重機船上に設置する遠隔操作装置にて操作を行う構成となっている。以下に各部の仕様を示す。

### ①ホルダー部

ホルダー開閉シリンダー  
φ125 × 900st × 2 本 × 2 段

### ②傾動部

傾斜可能角度 ± 25°  
傾斜シリンダー φ 250 × 1,650 st

### ③キャッチフォーク部

フォーク伸縮シリンダー φ 224 × 2,500 st

### ④旋回部

旋回モーター 二段減速機付油圧モーター

### ⑤横移動部

旋回台車シリンダー φ 180 × 2,500 st

### ⑥走行部

ピンラック & ピンギヤ方式  
走行モーター 2 基  
走行距離 11 m

### ⑦油圧ユニット

可変ピストンポンプ 電磁弁式 2 圧 2 容量制御型  
AC440V × 60 Hz 30 kW 水グリコール仕様  
100/30 ℓ /min, 130/210 kg/cm<sup>2</sup>



写真—3 パイルキーパー装置部

## (3) 遠隔操作装置部

遠隔操作装置部は、パイルキーパー装置の各シリンダー・モーターを遠隔操作することができる遠隔操作装置が設置されている（写真—4）。パイルキーパー装置操作者は、後述の「杭打ちトータル管理システム」の画面を見ながらパイルキーパー装置の操縦を行う。



写真—4 遠隔操作装置部

## 4. 杭打ちトータル管理システム

杭打ちトータル管理システムは、船体・杭位置誘導システムと、杭打設誘導システムの 2 つのシステムより構成される管理システムである。以下にシステムの

概要を説明する。

①船体・杭位置誘導システム

船体・杭位置誘導システムは、船体位置とパイルキーパー装置の概略位置を誘導するシステムである。

GPSや方位計により船体位置情報、パイルキーパー装置の各部センサにより姿勢情報を取り込むことで現在の船体位置・パイルキーパー装置の位置をリアルタイムにモニタリングすることができる(図-3)。

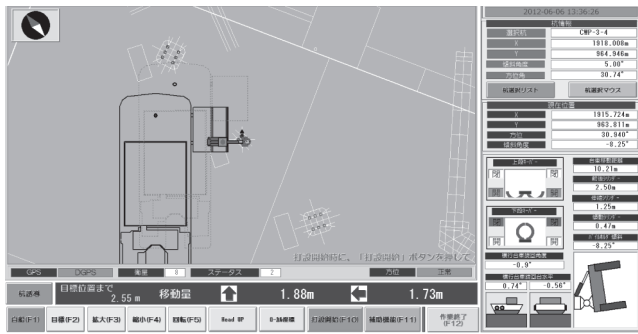


図-3 船体・杭位置誘導システム画面

次の予定船体位置が赤枠で画面表示されており、転船時はその赤枠に船体位置を合わせることで正確な位置に本船を誘導することができる。

②杭打設誘導システム

杭打設誘導システムは、パイルキーパー装置により杭の貫入位置を調整する際に目標となる位置を誘導するシステムである。



(a) 画面1



(b) 画面2

図-4 打設誘導システム画面

岸壁に設置した CCD カメラとトータルステーションを組み合わせた装置 2 台により、2 方向からのリアルタイムな杭の映像と、目標となる杭打設位置のラインが画面表示される(図-4)。この画面はパイルキーパー装置操作者とクレーン操作者が同時にモニタリングすることが可能であり、情報の共有を行うことで迅速な杭位置の調整を行うことができる。

5. 本装置及び杭打ちトータル管理システムを使用した杭打ち工事

図-5に本装置及び杭打ちトータル管理システムを使用した打設の施工フローを示す。

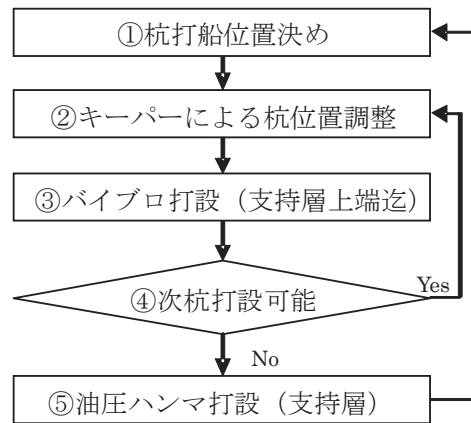


図-5 施工フロー

- ①初めに、船体・杭位置誘導システム画面に従い目標船体位置に船体を合わせる。
- ②杭打船位置決めが終了後、杭打設誘導システムを使用しパイルキーパー装置による杭位置決めを行う。
- ③杭位置が決まればパイプロ打設を開始する。
- ④パイプロ打設が終われば次に打つ杭の位置を確認し、起重機船の移動なしで次の杭が打設可能であれば②③④の工程を繰り返す。



写真-5 油圧ハンマ打設状況

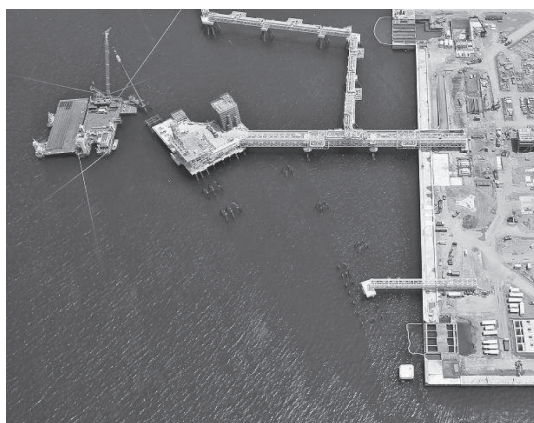
⑤次杭打設に起重機船の移動が必要になった場合、バイプロ打設が完了した杭を油圧ハンマ（IHC-S150）により支持層へ打設する（写真—5）。

上記施工フローのように、数本分のバイプロ打設を纏めて行い、その後ハンマ打設を纏めて行うことで、バイプロヘッドとハンマヘッドの交換ステップが減少し時間を短縮できる。

## 6. 直江津 LNG 受入基地の棧橋及び取放水管建設工事

### ①工事名

直江津 LNG 受入基地建設工事 棧橋及び取放水管建設工事



写真—6 工事エリア航空写真

### ②工 期

平成 22 年 3 月 31 日～平成 25 年 11 月 30 日

### ③工事場所

新潟県上越市八千浦 12 番

### ④本年度施工数量

87 本（うち直杭：10 本，5°の斜杭：12 本，20°の斜杭：4 本，25°の斜杭：61 本）

### ⑤打設杭長

47.5 m 48 m 51.5 m 52 m 52.5 m 53 m 53.5 m

### ⑥杭径

φ800：12 本 φ900：30 本

φ1,000：38 本 φ1,100：7 本

本年度の杭打ちは昨年度（平成 23 年）に施工した躯体を避けて施工する必要があるため、状況に応じて本装置を翔洋号の右舷側や左舷側に連結して施工を行った（施工期間中計 4 回の連結側の変更を行った）。

表—1 に本現場における打設本数，所要日数，荒天退避を含んだ作業日 1 日あたりの平均打設本数，1 日での最多打設本数，斜杭のみの 1 日での最多打設本数を示す。

表—1 打設記録

打設本数	87 本
所要日数	23 日
平均打設本数（本/日）	約 3.78 本/日
最多打設本数	8 本（直杭 7 本，25°の斜杭 1 本）
斜杭最多打設本数	7 本（25°の斜杭）

本年度の杭打ちに要した日数は 23 日であり，荒天退避を含む作業日あたりの平均打設本数は約 3.78 本である。また，1 日での最多打設本数は 8 本であり，そのうち直杭が 7 本，25°の斜杭が 1 本であった。斜杭のみの 1 日での最多打設本数は 7 本（25°の斜杭）であった。

厳しい条件下での施工ではあったが，当初の予定通り工事を完成させることができた。

## 7. おわりに

着脱式ワイドキーパーは，フライングハンマ方式の杭打ち工事において高い施工能力を得るために開発した装置である。今回，直江津 LNG 受入基地棧橋及び取放水管建設工事において，その施工能力を確認できたことは，大きな収穫であったと考えている。

本装置の能力を向上させるため更なる改良を進めていきたいと考えている。

## 謝 辞

最後に，本装置を実際に使用する機会を与えて下さった国際石油開発帝石(株)殿，並びにご協力頂いた関係各位に誌面を借りて御礼申し上げます。

J|C|MA

### 【筆者紹介】

宮本 憲都（みやもと けんと）

信幸建設(株)

機電工事部 電気課

