

4. 杭打工法(KST式)の開発

川崎製鉄(株) 榑 豊 和
清水建設(株) 源 波 修一郎
東亜建設工業(株) *杉 本 邦 昭

1. まえがき

海上輸送システムの大型化、多様化は世界的傾向であり、今後東南アジアや中近東諸国においても物流システムの拠点または中継点としての港湾建設プロジェクトが期待される。

この度「トラベラー・パイリング・システムの開発」を行ない、試作機による実証実験を終え所定の成果が得られたので、その概要を報告するものである。

「トラベラー・パイリング・システム」は海象条件の厳しい海域、遠浅で作業船が進入できない場所等、通常の杭打船での施工が困難と思われる区域での杭打工事にその威力を発揮するが、モビリゼーションが容易という大きな特長があるので、国内のみならず海外においても充分活用できる工法と思われる。

今回の開発は川崎製鉄(株)、清水建設(株)及び東亜建設工業(株)の3社にて共同で実施したが、その頭文字をとりKST式杭打工法と略称している。

2. 開発の経緯

各種文献調査、また海外における現状技術調査及び市場調査後、基本構想を作成しフィジビリティ・スタディを行なった結果、現状のトラベラー・パイリング・システムに改良を加えれば、国内・海外でも充分活用できる工法との結論をえて、試作機の製作及び陸上実験・海上実験等の実証実験を実施した。

開発経過を次に示す。

昭和58年 7月～昭和58年12月	文献・特許等の調査、海外現状技術・市場調査(インドネシア、オーストラリア)ならびに基本構想作成、
昭和59年 1月～昭和59年 4月	基本構想設計、フィジビリティ・スタディ
昭和59年 5月～昭和59年10月	試作機製作
昭和59年11月～昭和59年12月	陸上実験による基本性能の確認
昭和60年11月～昭和60年 5月	川崎製鉄・千葉製鉄所NAバース建設工事において、海上杭打による実証実験

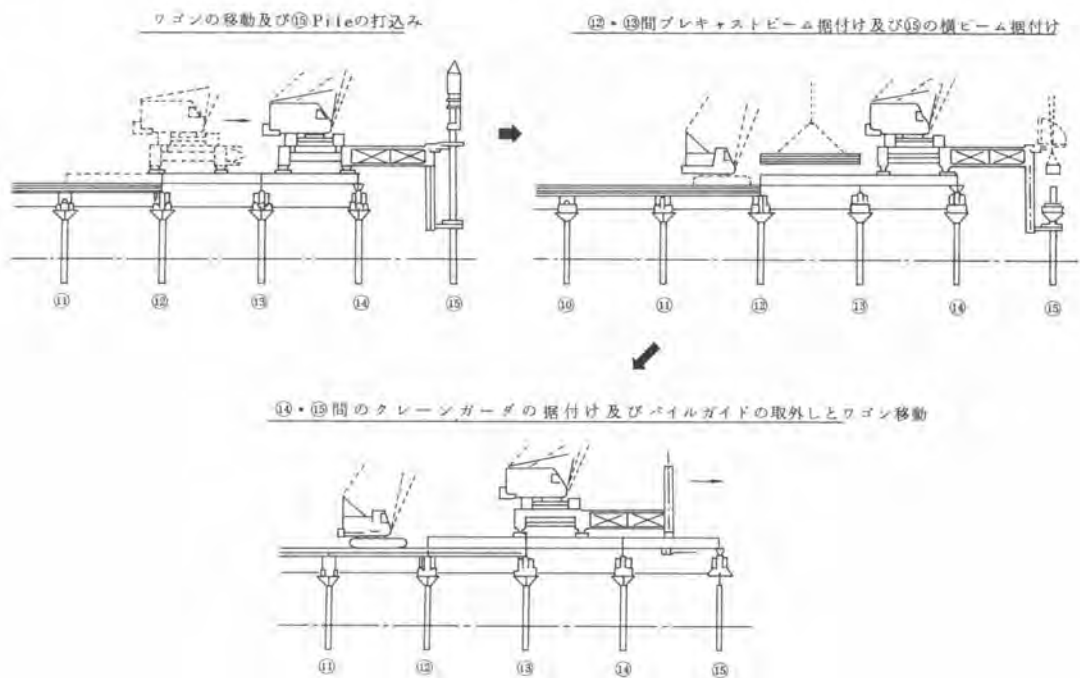
3. K S T式杭打工法

従来のトラベラー・パイリング・システムの特長とそれをベースに改良したK S T式杭打工法の特長とを以下に述べる。

3.1 トラベラー・パイリング・システム

杭打機を搭載したワゴンを自ら打設した杭上を移動させ、次々と杭を打設していくシステムである。その施工手順を図-1に示す。

図-1 施工手順



トラベラー・パイリング・システムの特長は次の通りである。

- ① 海象条件（波高，うねり，潮流他）の影響をほとんど受けず，稼働率が高い。
- ② 通常の作業船では進入できない浅瀬での作業が容易である。
- ③ パイルホルダーが海象条件の影響を受けず安定しているため，杭打精度が向上し，上部構造のプレキャスト化が容易となる。
- ④ 杭打船に比較し，製作費が約半分程度と予想されること，モビリゼーションが容易なこと，メンテナンスが容易であること等施工費を低減できる要素が多い。
- ⑤ パイルホルダー等の一部の装置を除き，既存の建設機械と一般的な材料の組合せでシステムが構成できる。従って設備の多目的利用も可能である。

3.2 KST式杭打工法

KST式杭打工法はトラベラー・バイリング・システムの特長を活かした上で、さらにその施工性向上のため、次のような機能を付加したことを特長とする。

①ワゴン（移動台車）の軽量化と移動装置の操作性の簡易化

特に今回使用したワゴンは実証実験終了後は栈橋上部構造に転用可能な構造とし、材料の有効活用を図った。ワゴンの移動は油圧シリンダーによる連続移動式とし、移動時間の短縮と操作の簡易化を図った。

②全方向打設可能なパイルホルダーの開発

これまでの斜杭装置は一方向のみの傾斜装置が一般的だったが（杭打船も含まれる）、全方向±20度の斜杭のセットが可能であり、横方向10mスパン間で移動可能なパイルホルダーの開発で施工性が著しく向上した。

③20度の斜杭全方向打設に対応できるフライング・リーダーの開発

全方向の斜杭に容易にセット可能なガイドを有し、打設時杭頭に偏心荷重がかからないようハンマーを導くフライング・リーダーとそのシステムの開発を行なった。

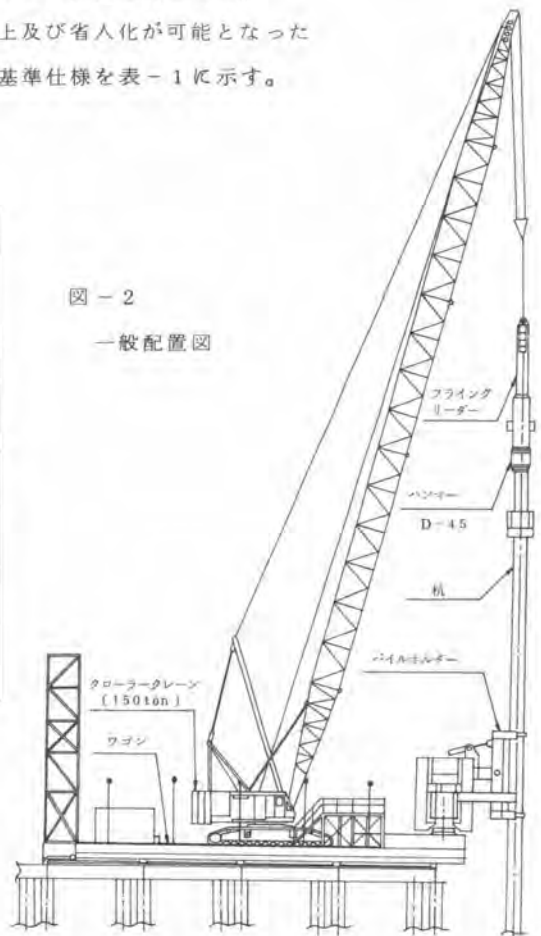
上記の機能により、施工性の向上、打設精度の向上及び省人化が可能となったことがこの工法の大きな特長である。KST工法の基準仕様を表-1に示す。

表-1 基準仕様

項目	基準仕様	備考	
杭仕様	種類	鋼管杭	
	最大径×最大長さ	1,200φ×40m	
	最大重量	18t	
	装置上部最大張出長さ	25m	
装置支持杭	縦方向配置間隔（最大）	2.0m	
	横方向配置間隔	5.5～10m	
	縦方向杭頭勾配	±2.0%	受梁でレベル調整
	横方向杭頭勾配	±0%	
斜杭角	傾斜方向	全方向	
	最大傾斜角	20°	約1/275
施工精度	縦方向杭芯位置	±5cm	
	横方向杭芯位置	±5cm	
	縦方向傾斜角	±1度	
	横方向傾斜角	±1度	
作業条件	作業時最大風速	1.6m/sec	
	休業時最大風速	5.5m/sec	
	装置荷重点杭支持力	300t×2ヶ所	装置前方支持点

4. KST杭打装置

KST杭打装置はクローラー・クレーン、ワゴン、パイルホルダー、フライング・リーダー、ハンマー等より構成される。一般配置を図-2に示す。



パイルホルダーの主要目を表-2に示す。

表-2 パイルホルダー主要目

対象杭径	φ800~φ1200m/m
傾斜角	全方向 22°
傾斜速度	5°/min
ホルダー横行距離	10.2m
ホルダー横行速度	約1.0m/min
ホルダー前後移動距離	1.5m
ホルダー前後移動速度	約1.0m/min

5. 実証実験

KST杭打設置による実証実験を川崎製鉄㈱千葉製鉄所内NAパース建設工事現場において下記の内容にて実施した。

陸上実験

昭和59年11月30日

パイルホルダーを陸上に設置し、各機器の作動試験と杭頭にフライング・リーダーをセットするまでの関連操作を確認した。

海上実験

昭和60年1月~昭和60年5月

棧橋工事現場の海上杭84本を打設し、KST式杭打工法の有効性を確認した。実証実験中の様子を図-3に示す。打設した杭の諸元を表-3に示す。

図-3 実証実験中のKST杭打装置



表-3 杭の諸元

種類	内容	本数
斜杭 (θ=20°)	914.4φ×16t×51m	3
"	914.4φ×16t×31m	10
直杭	800φ×12t×48m	3
"	800φ×12t×31m	68
合計		84

今回の実証実験では直杭3本、斜杭1本を1サイクルとして打設したが、施工速度は1サイクル4日間とはほぼ初期の計画通りの能力が発揮でき、打設精度も直杭で±5cm以内、斜杭で±1度以内との好結果が確認された。

6. あとがき

今回の実証実験でKST式杭打工法の有効性は十分に確認できたが、今回の各部材応力計測結果をもとに装置の軽量化を図ることが今後の技術的課題と思われる。