

ムアリングドルフィンの超長尺鋼管杭打設



鹿島建設株式会社 正会員 井藤 金満
 同上 正会員 ○伊東 知哉
 同上 正会員 黒原 創

I. はじめに

沖合 4 km に位置する既設原油出荷栈橋（シーバース）において、出荷能力増強のため増設される 2 基のムアリングドルフィン（以下それぞれのムアリングドルフィンを WOMD、EOMD と称す）の鋼管杭打設において、最長 73m の長尺鋼管杭を遠隔 TV 監視システムにより誘導し、ウォータージェット併用バイブロハンマーと油圧ハンマーを組合せた打撃方法によって、効率的に施工した事例を報告する。

II. 地盤条件

EOMD の地質は海底面(DL-17.0)から数 m は N 値 15 程度の砂質土層、それ以深は N 値 10～15 程度の粘性土層が存在し、支持層(DL-50.5)は N 値 40 程度の砂質土層である。

WOMD は概ね EOMD と同様の地層であるが、DL-35.0 付近と DL-56.5 付近に、N 値 45 程度の砂質土硬質層が数 m 存在しており、支持層(DL-64.0)は同じく N 値 40 程度の砂質土層である。

III. ドルフィンの構造

傾斜角 20° の鋼管杭 6 本(φ1000mm t=18)による組杭式で、上部工は 7.5m×8.5m×2.0m の鉄筋コンクリートにより結構された構造である。杭長さは EOMD が 59.0m、WOMD が 73.0m である。

IV. 施工計画時の課題

1. 工程

全体工程が 6 か月と短く、鋼管杭打設に割り当てられる日数は、暦日で 20 日程度であった。杭打設箇所が港内のため波高の影響は少ないものの、風速 8m/sec 以上の出現率が月の半数程度と高いため、その影響を考慮して稼働率を 0.6（船舶供用係数 1.5 程度）で計画した場合、全 12 本の杭を予定通り終わらせるためには、一日に一本確実に打設する必要があった。また、工事後半では、他工事の栈橋設備更新工事と輻輳することも考えられるため、杭打設日数を計画以上に短縮する必要があった。

2. 打込み

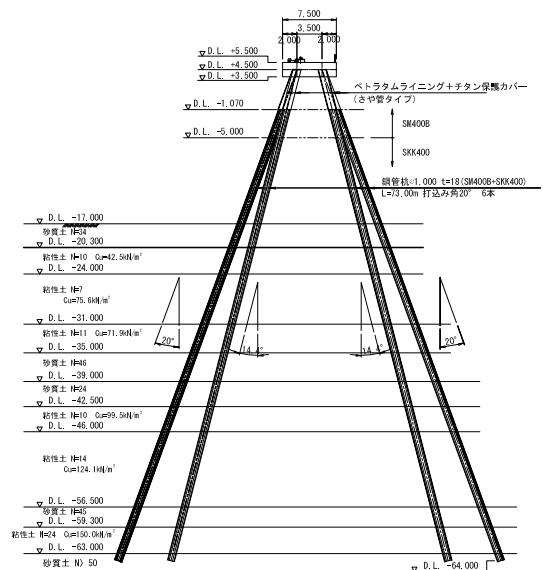
上記 1. の課題より、超長尺杭を採用した場合、打設方法はバイブロハンマーによるフライング方式となり、斜杭(傾斜角 20°)の初期における打込み精度確保が重要となる。また、WOMD については、杭中間部と支持層手前の硬質層において、高止まりが懸念された。

3. 打設精度と支持力確認

前述の海象条件で施工する斜杭(傾斜角 20°)を、迅速かつ正確に誘導し打設する施工方法が求められた。

表－1 杭の要求品質項目

	偏心量	天端高	傾斜度	必要支持力
規格値	100mm 以内	±50mm	±3 度	EOMD : 7, 185kN 、 WOMD : 7, 337kN



図－1 WOMD 構造図

キーワード 海上打設、超長尺杭、遠隔 TV 監視システム

連絡先 〒060-0002 札幌市中央区北二条西四丁目 1 番地 3 鹿島建設株式会社北海道支店土木部 011-231-7521

V. 課題に対する対策

1. 工程

杭を「一本の長尺杭」として製作し（EOMD は 59.5m、WOMD は 73.5m、千葉県君津工場にて製作）、海上台船で現地に搬入し、杭打設時に継手施工を要しない構造とすることで工程短縮を図る。

2. 打込み

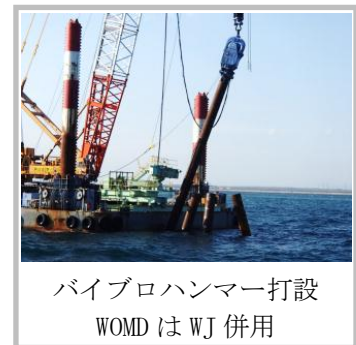
杭の打込み初期において位置修正が容易なバイブロハンマーと、支持層部 3m（杭径の 3 倍）の打撃に油圧ハンマーを併用して、打込み精度の確保と支持力の確認を行う。なお、WOMD については、240kW 級バイブロハンマーによる振動打込みでは、中間の DL-56.0 付近で打設不可となることが予想された。それ以深を大型油圧ハンマーで打撃する案も検討したが、海底からの突出長が長く杭への負担が大きいため、杭を損傷させるリスクを考慮して、ウォータージェットを併用したバイブロハンマー打設とした。

3. 打設精度と支持力確認

任意の座標に据え付けた CCD カメラ付きトータルステーションとパソコンモニターを利用した杭誘導システム「ジオモニ（NETIS：KTK-100009-V）」を導入することで、正確な杭位置確認を迅速に行う。また支持力の確認は、油圧ハンマーによる杭打ち止め時において、Hilly の式により動的支持力を確認する。なお、WOMD はウォータージェットの併用により周面摩擦力が低減されるため、動的支持力による確認の他に、道路橋示方書の式による先端支持力も確認する。

VI. 施工実績

1. 施工順序



2. 作業実績

- ・ 12本の杭を暦日13日間で打設（作業日数7日、休止日6日、稼働率0.54、平均1.7本/日）
- ・ 1本当たりの打設時間は2.5時間～4.5時間で平均3.3時間（杭打ち船セット時間を除く）
- ・ 杭の出来形は、偏心量10mm～90mm、傾斜角 $+0.3^{\circ}$ ～ -0.95° 、高さ $+6\text{mm}$ ～ -40mm で規格値を満足
- ・ 杭の動的支持力が必要支持力以上であることを確認した（Hilly式）。また、ウォータージェットを併用したWOMDについては、道示式により先端支持力が必要支持力以上であることも確認した。