

斜杭を使用した海上構造物の施工事例

北海道ガス(株) 猪熊 一秀

東京ガス・エンジニアリング(株) 正会員 北郷 徳久

(株)大林組 正会員 濱地 克也 正会員○西村 貴志

1. はじめに

天然ガスは、石油や石炭系の燃料に比べ二酸化炭素の排出が少なく、液化の過程で不純物が完全に取り除かれる非常にクリーンなエネルギーである。天然ガスは液化して、LNG（液化天然ガス）船で輸入されているが、その利用は1969年の輸入以来、年々増加しており、直接外航船を受け入れできる大型LNG船用バースを持ったLNG基地の建設需要も増えている。それら基地の中で、北海道ガス(株)が建設する石狩LNG基地のバース設備工事のうち、WPF（ワーキングプラットフォーム）・配管橋、BD（プレスティングドルフィン）、MD（ムアリングドルフィン）などの構造物を、当社が設計施工で受注した。この内、主な海上構造物であるWPF・配管橋およびBDにおいて、経済的となる斜杭構造を採用し施工を完了したため、この斜杭打設に関する施工管理手法および出来形について記述する。

2. バース設備の概要

当社設計施工範囲であるバース設備について、図-1の平面位置図に示す。この内、海上の構造物であるWPF・配管橋およびBDは、計画水深D.L. -14.0mであった。計画水深が深く、砂地盤であったことから、経済性を考慮して、現場打ちのコンクリート床版と打設角度25°の斜杭による構造形式を採用した。

3. 海上構造物の主要数量

主な海上構造物であるWPF・配管橋の断面図を図-2に示す。また、海上構造物のコンクリートと杭数を表-1に示す。

表-1 海上構造物の主要数量一覧表

構造物	コンクリート数量 (m3)	杭径 (mm)	杭長さ (m)	肉厚 (mm)	杭本数 (本)
WPF・配管橋	930	1200	60	14	30
BD	1075	1000	58	12~17	23
連絡橋	5	500	38	9	2

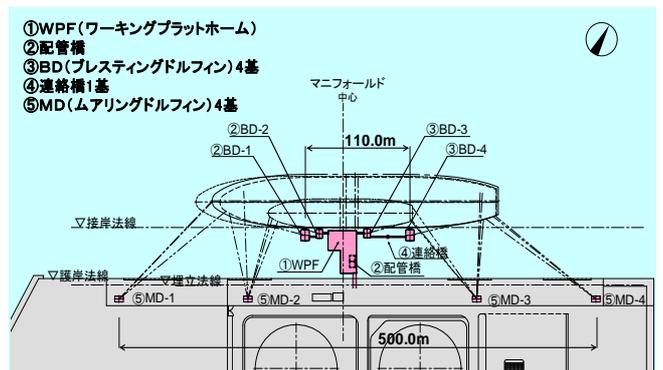


図-1 バース設備 平面位置図

4. 杭打設順序の検討

斜杭25°の採用は過去の事例も少なく、以下のことが懸念された。①既設護岸が支障となり、打設できる方向角が制限される。②組杭式栈橋構造のように、杭が一定の方向角を保ち打設する配置でなく、不規則にあらゆる方向に打設する必要があった。③斜杭は長さが長く、角度が大きくなればなるほど、他の杭と干渉する危険性が高まる。

このため、杭打船（全旋回式）の配置計画を綿密に立案し、杭の打設誤差を考慮しても全ての斜杭がお互い接触しない配置や、杭打船（全旋回式）の転船や位置決め回数を低減させる打設順序の検討を事前に行い、図-3のように決定し、施工を行った。

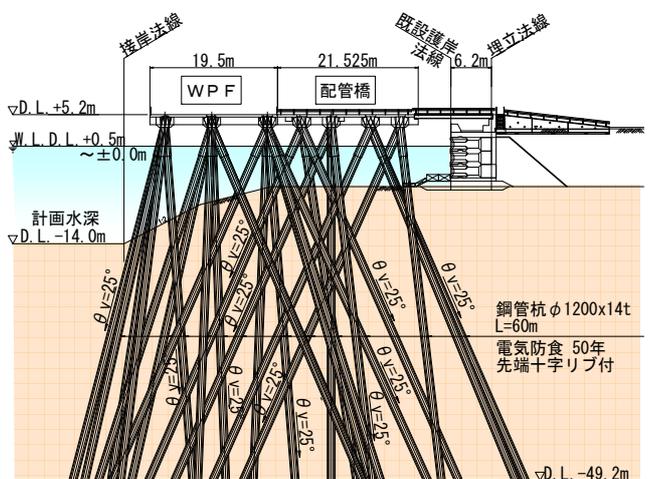


図-2 WPF・配管橋 構造断面図

キーワード 海上構造物, 鋼管杭, 斜杭

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組 東京本社 海洋土木技術部 TEL03-5769-1314

5. 杭の支持力確認

今回使用した油圧ハンマは、IHC 社製の油圧ハンマ S-280 とした。このハンマは、通常の油圧ハンマと比較して打撃能力が高いため、Hiley の式中のハンマ係数を 2.5 (通常のハンマ係数 1.0) としてパンフレット値に記載されている。しかし地盤条件や打設する杭の種類などで、ハンマ係数が 2.5 になるとは限らず、現地で確実な支持力が得られたかどうかは、衝撃載荷試験などを実施し、実際のハンマ係数を把握した上で、支持力管理を行う必要がある。

通常は、試験杭や最初の杭にて衝撃載荷試験を実施し、ハンマ係数を決めるが、今回は図-3 の NO.10 の杭で実施し、ハンマ係数を決定し、支持力管理を行った。衝撃載荷試験は、杭の周面摩擦力が大きく、杭頭部の座屈も懸念され、杭先端部の極限支持力を得ることができなかった。しかし試験で得られた先端部の支持力と周面摩擦力により、ハンマ係数 1.2 以上あることが確認でき、このハンマ係数 1.2 として以下の施工管理式を採用し、支持力管理を行い、支持力不足は生じなかった。

<p>施工管理式</p> $R_u = \frac{f \times Eh}{S + \frac{K}{2}}$	<p>f : ハンマ係数 1.2 Eh : ハンマエネルギー S : 貫入量 K : リバウンド量</p>
--	--

6. 杭の打設出来形

杭の施工精度において、波浪による杭打船の動揺など不安定な状況であることから、打設精度の確保が非常に難しい条件下にある。そこで遠隔TV監視システム(株ソーキ社)を採用し、杭法線上に測量機械がなくても計測可能なシステムを導入し、杭の施工管理を実施した。この原理を図-4 および杭誘導施工状況のモニタ画面を写真-1 に示す。

打設精度については、杭傾斜角度 25° 規格値 ±3° 以下に対して、傾斜角度 -2° ~ 0° の値と誤差は小さく目標の打設精度をほぼ達成できた。

同様に鋼管杭天端高(規格値: ±50mm)、杭中心偏心量(規格値: ±100mm)に対しても十分な打設精度を確保することができた。

7. まとめ

当工事においては、斜杭 25° の鋼管杭 55 本 (φ1000~1200) を全て打設し、施工期間は平成 22 年 5 月 28 日~6 月 22 日の 26 日間で完了した。この間、北海道ガス(株)殿および東京ガス・エンジニアリング(株)殿による施工に対する事前課題の抽出や品質管理に対するご指導を受け、施工精度および品質を確保することができた。

ここにあらためて謝意を表すとともに、本事例が今後の同種工事において、参考となれば幸いである。

参考文献

- ・ 地盤工学会基準 杭の鉛直載荷試験方法・同解説 第一回改訂版 社団法人 地盤工学会

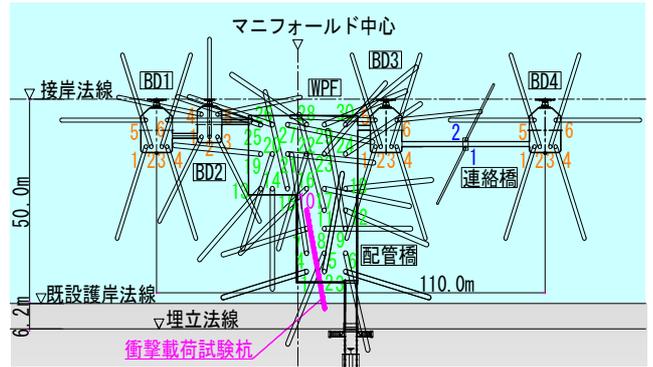


図-3 杭平面配置および打設手順図

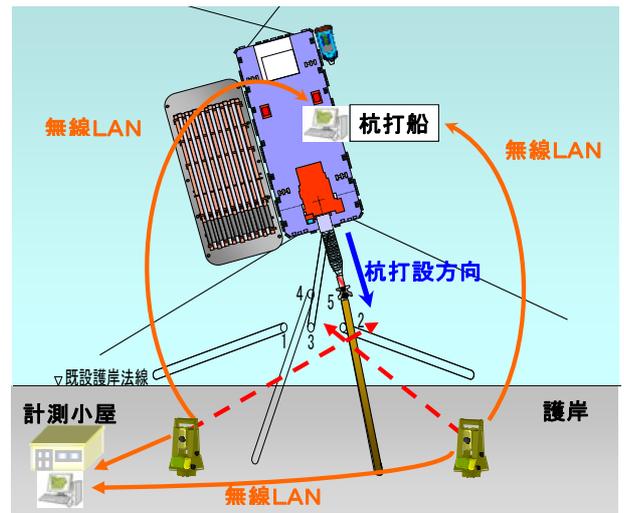


図-4 遠隔TV監視システム概念図



写真-1 遠隔TVによる誘導状況