

シーバース工における施工時斜杭のたわみ対策について

鹿島建設(株) 正会員 岡田 聡

最近、大型海洋工事の設計から施工管理まで一貫して担当する機会を得たので、その概要を述べ、特に問題となった、大口径長尺斜杭の施工時たわみ対策について述べる。

(1) 工事内容

工事名；伊勢湾シーバース建設工事

建設場所；伊勢湾のほぼ中央、知多市沖合10km地点

工期；昭和49年1月～昭和50年3月

(2) 工事概要と技術的な問題点

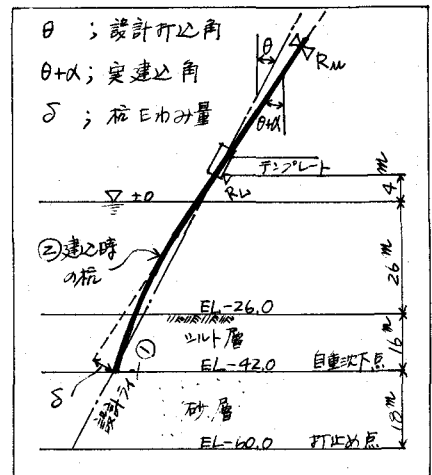
対象船舶25000DWTタンカー着床ドルフィン式バースは、接岸ドルフィン・繫留ドルフィン・作業床・連絡橋ピア等の構造物からなり立っている。海上での安全施工及び確実な工程管理を考慮して、構造物は全スプレハブ鋼構造とし、自己上昇式海洋作業台(SEP)の使用によるテンプレート方式が採用された。この工法は、スプレハブ鋼構造(テンプレート)を台船に搭載し、建設地点へ曳航してSEPの開閉部へ据付け、SEPに搭載されているヤブラでテンプレートのガイド管を通して、鋼管杭を打込み、テンプレートと杭と密着固結し、構造物を形成する工法である。各構造物は、水平力に耐える為、斜組杭構造となっており、杭は径1000mm～1400mm、長さ75m、設計打込角0～25°を総数で150本打込む事になった。当建設地点は、水深が26mあり、海底軟弱シルト層が約16mの深い層にわたって存在している為、斜杭の建込時における杭の自重によるたわみ対策が重大な問題となった。

(3) 斜杭の施工時たわみ対策

当初、この問題に関する対策は、鋼管の内部にブイを取付けてたわみを防止するものであった。この方法は、ブイの材質・ブイの取付方法・ブイ内の空気量の調整等技術的に解決困難な問題が残っていた。そこで、斜杭の施工段階に応じて、水中およびシルト層中における、たわみ性状を理論的に解析して、打込角度を調整する事により、一切の設備を用いる事なく、設計ラインに乗る事を計画した。

(4) 杭の建込及び打込み要領計画

図において、①を設計ラインとする。②は建込時自重沈下後。自沈終了後、上部受点 R_u をはずすと杭は、杭先ヒテンプレート受点 R_L で支持された状態となり、②の状態と逆のそりとなり、シルト層の土性値によれば、ある程度の曲げは残るが、ほぼ直線となる。以上により、自沈点での杭先端のたわみ量 δ を推定して、建込時のヤブラ角度を調整する事により、杭を設計ラインに乗せる事が出来る。以上の事を理論的に実証する為、土質調査及び本工事の事前に測量台用の杭を利用して、杭の自重沈下テストを行った。



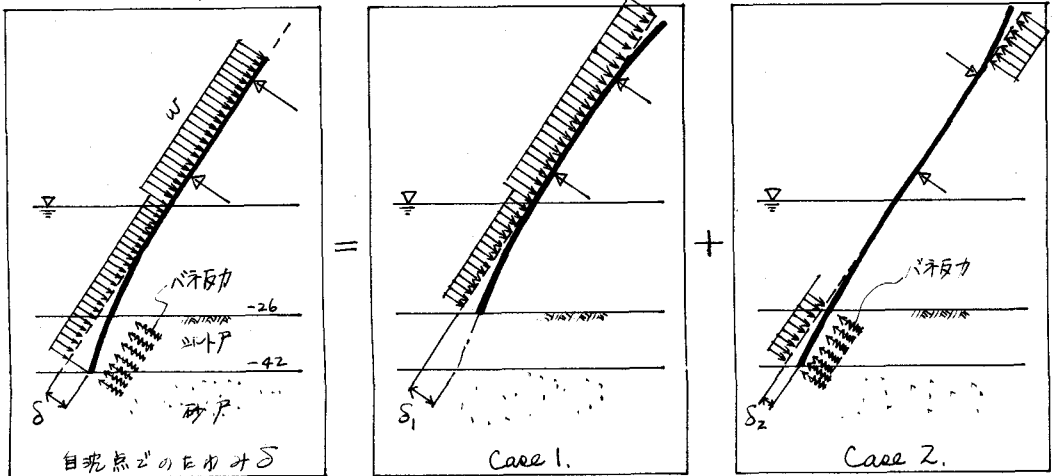
(5) 土質試験結果および自沈テスト結果

自沈点はEL-42^mのシルト層と砂層の境界がある事が判明し、シルト層の粘着力は平均で $C=1.5\text{kg/m}^2$ であった。

(6) 斜杭のたわみ及応力度の解析における着眼点

斜杭のたわみ及応力度の解析は、斜杭の施工段階において、荷重及支点の状態が変化する事を考慮して、各施工段階の変形量及び応力度を算出して、それらを重ね合わせる事を考案した。

自沈点でのたわみ δ を求める場合、最終状態を計算するレバネ反力の変形のスタートが実際と異なる為、まず海底面到達時における変形量を杭重で荷重とした張出し梁の状態を計算する。(Case 1.) 次に、この梁に、海底面より自沈点までの杭重を荷重として作用させると共に、バネ反力を発生させる。(Case 2.) 最後に、Case 1. の変形量とCase 2. の変形量を重ね合わせて自沈時の変形を求める。



(7) 解析結果および考察

K_R の評価をいかに適切にするかが問題となったが、 $K_R=0$ から $K_R=0.1\text{kg/cm}^3$ までの値を種々入れて数値解析を行った結果、0でない限りほぼ同一の値を示す事が判明した。

解析結果は、自重沈下点でのたわみを算定し、その値から逆算して連込角度を調整し、自沈点を設計ラインに一致せしめれば、杭軸線は以後ほとんど設計ラインに乗り、杭打込終了時の残留応力はわずかである事を確認出来た。又、連込角度の調整量も30'程度であり、テンプレートのカイド管内での最大補正可能角度以内であり、十分余裕があった。

(8) 現時点での批判・将来の見込

ここには、軟弱な地盤の抵抗性を種々検討してみたところ、地盤の有無による相違は大きいですが、地盤反力係数として $K_R=0$ 以外の何らかの値があれば、その違いによる変化はわずかであり、反力係数の値をそれほど厳密に評価しなくてもよい事がわかった。

しかし、今後は解析結果の確認を行う為、施工段階における鋼管の応力測定を行いたいものと思ふ。

