

16. 捨石層のある海域における基礎杭の施工実績

鹿島建設(株)：*篠原 望・水野 正彦

1. まえがき

近年、岩盤に杭基礎を構築する工事は、さほど珍しい工事ではなくなった。当社では昭和57年に硬岩地盤に斜の組杭によるシーバースを建設するなど、常に新しいニーズに対応した施工法を確立してきた。今回の報告は、既設構造物の一部である海底の捨石層を貫いて、その下の岩盤に鋼管杭を固結させ杭基礎を構築するというニーズに対応した施工事例である。

2. 工事の概要

既設の護岸捨石基礎の法面に海水ポンプ室を建築するための鋼管杭基礎を構築するものである。図-1に示すように、杭基礎はφ1,000の鋼管杭を最大径約1mの捨石層約5mを貫通させ、その下の岩盤層に5.5m以上根入れさせた後、岩盤とモルタルで固結するものである。

施工にあたり特に要求されたのは、既設護岸のL型ブロックが杭基礎を施工する捨石層上に設置されているため、捨石層を崩壊させたり、締めたりする可能性が極めて少ない工法により捨石層に杭を貫通させることである。

なお、岩盤層は砂岩で $q_u = 500 \sim 1,000 \text{ t/cm}^2$ で一部に $1,500 \text{ t/cm}^2$ を越す層が存在する。

3. 施工法と施工機械

工法としては、ケーシングパイプを捨石層を抜いて岩着させた後、ホールインセット工法により岩盤部を施工するという基本方針を立て、捨石層掘削機械、岩盤層掘削機械及びこれらを設置する作業架台に關し、それぞれ最良と判断する機種を選定しそれらを合理的に組合せて一つの施工システムとする方向で機械計画をおこなった。

まず、捨石層の施工に關しては、捨石層を安定させた状態で掘削するためケーシングパイプを先行させ側壁を完全に押えた上で掘削が可能であること、掘削にあたっては周辺石塊等のひび込みのおそれがないこと、崩壊を助長する振動ができるだけ少ないことを選定基準とし、全回転オールケーシング掘削機とハンマークラブによる組合せを計画した。

又、岩盤層の掘削にあたっては、 $q_u = 1,500 \text{ t/cm}^2$ を越える岩に対応でき、振動が少なく掘削孔の仕上り精度が確保されることなどから、最も実績のある硬岩用ロータリー掘削機とした。

一方、上記の主施工機械を搭載する作業架台としては、施工精度の確保と稼働率の向上を目的として、当社の設計による小型SEPを使用することにした。

これらを組合せて効率よく施工できるシステムとするため、次の事項に關して特に考慮した。

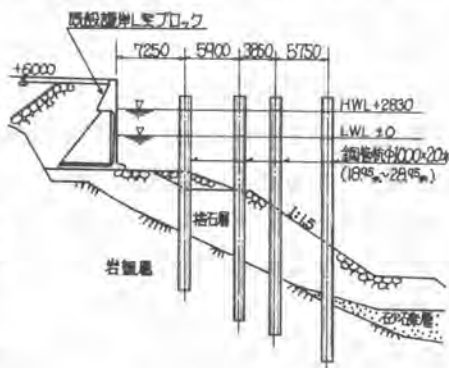


図-1 杭配置

- (1). 岸壁と直角方向の4本の杭を1組として、杭頭の仮結構までおこない順次後方へSEPを移設しながら施工する。
- (2). ケーシングパイプの建ちを保持するため、4方向にアジャスト可能なローラーを装備した導材とSEP舷側に設置する。
- (3). 全旋回オールケーシング掘削機はSEP舷側を走行する移動台車に搭載し、ケーシングパイプの位置決めと建ちの調整は台車の走行と掘削機本体の自走でおこない、スピードアップを図る。
- (4). ケーシングパイプ内の掘削はSEP上のクローラクレーンにより、ハンマークラブでおこなうが、掘削した捨石が大きすぎて掘めない場合の対処として小割用の重錘を準備する。
- (5). 硬岩用ロータリー掘削設備は、SEP上の機種の輻差を避けるため、使用時以外はSEP横に係留した導材台船に搭載し、掘削に際しては全旋回オールケーシング掘削機で岩着させたケーシングパイプ上に掘削部を設置する。掘削破は同台船上の破処理設備で処理し、泥水は循環して使用する。
- (6). 鋼管杭の岩盤との固結後におけるケーシングパイプの引抜きに際しては、鋼管杭と捨石層との間に隙間が発生し捨石層を締めめる可能性があるため、ケーシングパイプと鋼管杭の間に砕石を投入しながら徐々にケーシングパイプを引抜く。

施工時の機器配置状況を図-2に、主要機種の仕様を表-1に示す。

・全旋回オールケーシング掘削機		・硬岩掘削用ロータリー掘削機		・SEP	
機 種	三菱重工・HRD-150	機 種	日立建機・S400HLB	船体寸法	305m×180m×2.3m
掘削トルク	低速:0~109t・m 高速:0~55t・m	掘削トルク	0~6t・m	レグ径・レグ長	φ1200×33m
回転数	低速:0~25rpm 高速:0~5rpm	回転数	0~22rpm	沈下力能力	1600ton
押込力/引抜き力	30ton / 118ton	ドリフト装置	(今回約26ton)	搭載クレーン	150t・絞リフッククレーン
掘削径	φ1000~1500 (今回φ1500)	掘削径	(φ1200)	搭載発電機	600KVA
自重	58ton	ビット型式	チアツトタイプローゼット		

表-1 主要機種仕様

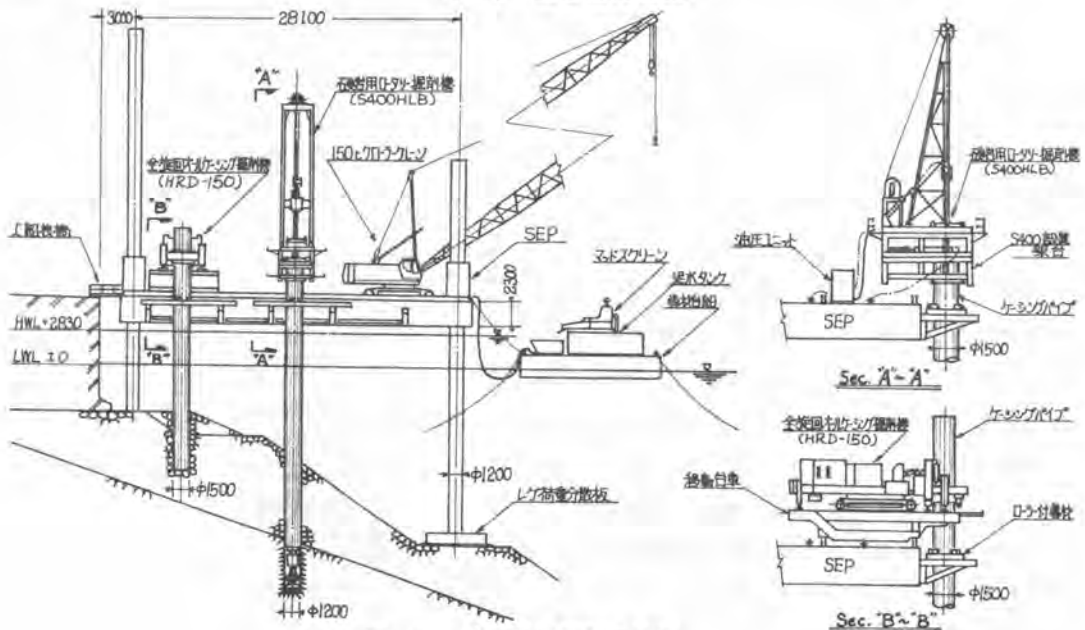


図-2 施工時機器配置状況

4. 竣工結果

図-3に示す竣工フローに基づき施工をおこなった。紙面の都合で捨石層、岩盤層の掘削について述べる。

(1). 全旋回オールケーシング掘削機による捨石層の掘削

捨石層の掘削における施工上のポイントは、①、あらかじめセットしたケーシングパイプの位置と違ちをくるわせることなく、いかにしてファーストチューブを捨石表面に口付けするか。②、ケーシングパイプが捨石層を貫いて岩着したことをどう見わけるか。とあうところにある。

特に①に関しては、ケーシングパイプの保持装置から捨石層までの距離が10m~21mと長いこと、水深-6m以深は投石管理のみで、きれいに積み上げられた捨石でないことなどから、捨石表面で偏心した掘削反力が作用すると容易にケーシングパイプの違ちがくる。てくる。このため、

- 捨石に作用する垂直力を極力おこえた状態で掘削を開始する。
- 表面の捨石をケーシングパイプ内より投入した重錘により小割し、ケーシングパイプを押し込んだ後掘削をおこなう。
- あらかじめダイバーで建込み位置を壺掘りし、ケーシングパイプを建込んだ後周囲を埋め戻し、ケーシングパイプの逃がを防止し掘削する。
- 捨石層上面にハイドロクリートと表面が平坦となる程度まで打設し、まずハイドロクリート層に口付けし掘進する。

と試みたが(a)、に因しては使用した機械は押込力の制御は可能であるが、回転装置に作用するケーシングパイプ自重の制御が出来ないことから非常に困難であった。他の(b)~(d)はそれぞれ有効であり、特に(d)の方式は口付けスピード、精度ともに勝れていた。

②に因しては、掘削時のトルクや掘削速度などの変動により推測が付き、後工程の岩掘削データから裏付けてゆくことができた。調査ボーリングのデータがある場合は容易である。



図-3 竣工フロー

(2). 硬岩用口-タリ-掘削機による岩掘削

岩掘削において特に向題となるのは、ケーシングパイプ下端での孔壁の崩壊であるが、ケーシングパイプがSEPと捨石層で完全に保持されていること、ケーシングパイプ上に掘削装置を設置しているためケーシングパイプに押込力が常時作用し安定した岩盤まで根入れされることなどから、ほとんど向題とならなかった。孔壁測定結果を図-4に示す。

捨石層の純掘削スピードは平均1.16 m/hrであり、岩盤層は0.59 m/hrであった。写真-1、2に完成時の状況を示すが、杭の精度は平面方向杭心のずれ最大65%、杭の最大傾斜0.53°であり、ハンマ-打ちによる杭基礎と同等以上の施工品質を確保した。

図-5にサイクルタイムの平均値を示す。



写真-1 法面における施工例



写真-2 ハドロクリット打設部における施工例

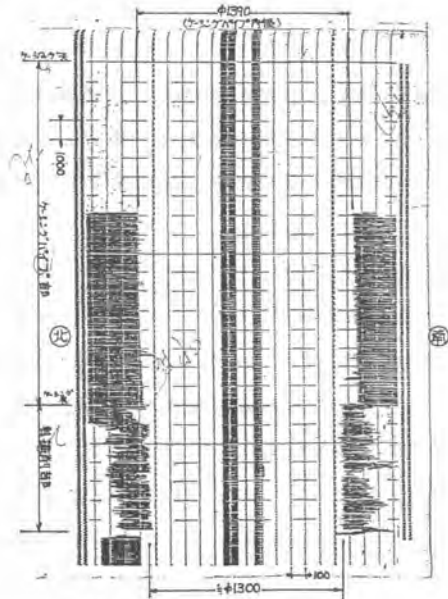


図-4 孔壁測定結果例

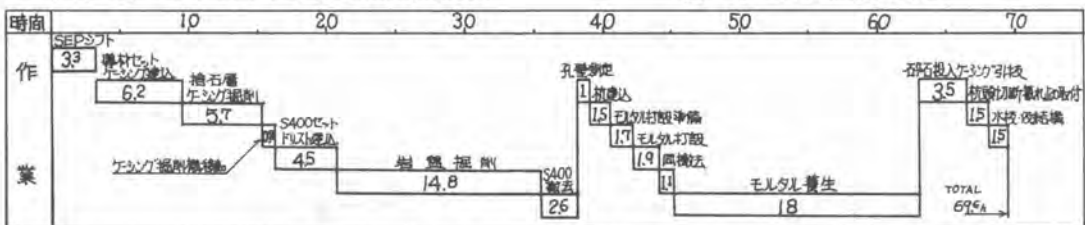


図-5 平均作業サイクル

5. おわりに

今回は2種類の目的の異なった掘削機を組合せて施工をおこなった。設置方法を工夫することにより平行作業を可能とし結果的に工期の短縮を図れたが、今後の一つの方向としては、多目的作業の可能な補助装置の開発工夫、ならびにベースマシンの標準化が必要ではないかと考える。

最後に、今回の施工にあたって御指導をいただいた当社九州支店の浜睦夫所長をはじめ関係各位に紙面をかりて心からお礼を申し上げる。