

ベトナムにおける場所打ち杭の海上施工と品質管理

三井住友建設(株) 国際支店 正会員 ○池田 圭宏
 三井住友建設(株) 国際支店 正会員 安達 剛
 三井住友建設(株) 国際支店 正会員 近藤 慎也

1. はじめに

本事業は、ベトナム北部に建設中のラックフェン国際港へアクセスする総延長 15.6km の道路・橋梁工事である。ここでは、海上部の取付け橋の基礎に採用された場所打ち杭の施工と品質管理について報告する。

2. 施工条件

施工断面図を図-1 に示す。場所打ち杭はφ1.5m、杭長 38~40m、コンクリートの設計基準強度は 30MPa、主筋 D35@157×1.5 段である。海底から N 値 2 以下の軟弱な粘土が 10m 以上堆積し、支持層は風化泥岩である。潮位の干満差は約 3m であり、施工時には潮流(流速: 約 1.5m/s) や沿岸特有の強風・波浪の影響を受ける。このような条件下で、掘削時の孔壁安定と鉛直性の確保、杭体の健全性評価が課題であった。

3. 場所打ち杭の海上施工

コンクリート製造を除く全ての工程を海上で行った。

施工フローと施工機械を図-2、表-1 に示す。場所打ち杭はベトナムで既に確立された技術であり、地元の施工業者を選定した。掘削は係留杭で固定した台船からアースドリル(φ1.5m)を用いて行い、安定液にはベントナイトを使用した。海水の流入と表層の崩壊を防止するケーシング(φ1.6m, t=10mm, L=18~24m)は、偏心防止・鉛直性確保のため導棒・導杭を設置後、バイプロハンマにより建込み、掘削時にはガイドとして利用した。掘削後の一次孔底処理は、試験施工により確認した沈積時間(60分、図-3)経過後に底ざらいバケット(φ1.5m)による排出とポンプ循環を行った。

コンクリートの試験練りの際、スランプの経時変化(図-4)を計測するとともに、練混ぜから打設までの所要時間(プラント→ミキサー車→運搬船→シュート→ポンプ車、約 80分)を事前試験で確認し、高機能減水剤の添加量やミキサー車・運搬船の配置に反映した。打

込み時のコンクリート温度の上限は 32℃と仕様書で規定されており、夏期のコンクリート打設は夜間に限定した。全 195 本の杭を 2 班で分割施工し、本杭の施工開始から約 10 ヶ月で完了した。

4. 施工中の品質管理

本工事における品質管理項目を表-2 に示す。掘削中の鉛直性は下げ振りをを用いて管理し、掘削完了後、掘削径および鉛直精度を

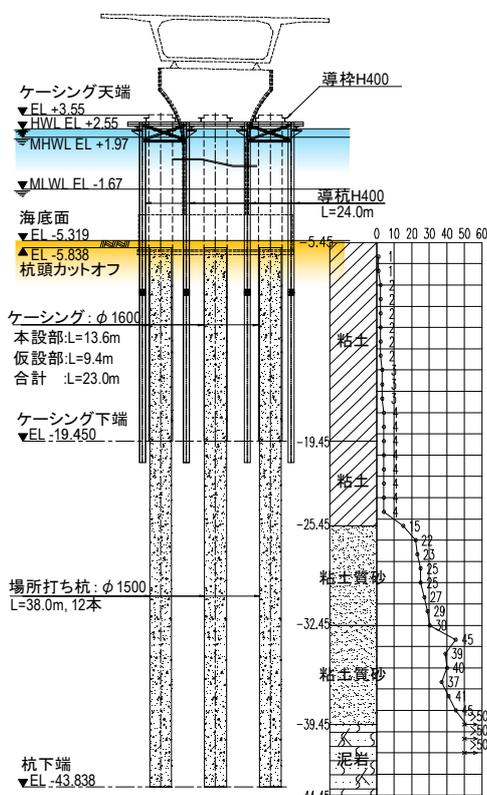


図-1 場所打ち杭の施工断面図

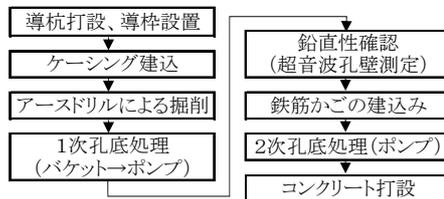


図-2 場所打ち杭の施工フロー

表-1 場所打ち杭の主要施工機械

工種	使用機械
掘削	1,000t台船+アースドリル掘削機
ベントナイト注入	1,000t台船+ベントナイト設備
鉄筋籠建込み	1,000t台船+80t クローラークレーン
コンクリート打設	500t台船×3+ポンプ車, ミキサー車
その他	補助クレーン(50t), バックホウ×2 バイプロハンマ(90kw), 水中ポンプ

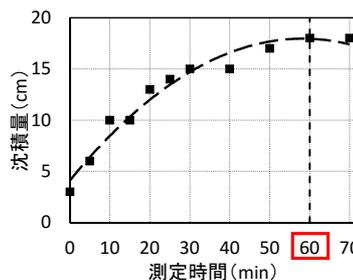


図-3 スライムの沈積時間

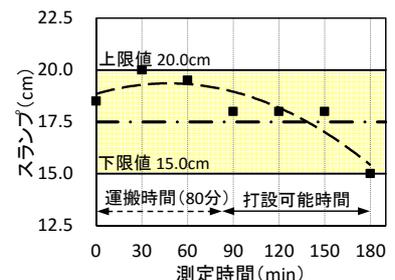


図-4 スランプの経時変化

キーワード: 海外工事, 場所打ち杭, 海上施工, 品質管理, 載荷試験, 杭体健全性評価
 連絡先: 〒104-0051 東京都中央区佃 2-1-6 TEL:03-4582-3175 FAX:03-4582-3250

超音波孔壁測定(図-5)により確認した。ベントナイト安定液は仕様書に基づいて品質管理し、二次孔底処理では、安定液が比重1.10以下、砂分率1.0%以下を満足するまでポンプ循環を継続した。

5. 載荷試験

本杭の施工に先立ち試験杭を施工し、仕様書に基づき静的載荷試験(写真-1)と衝撃載荷試験(PDA)(図-6)を実施した。静的載荷試験では、2サイクルで設計杭反力の150%(5,799kN)まで載荷し、PDA試験では、23tの重錘を高さ2.7mから落下させた。静的載荷試験とPDA試験のCAPWAP解析より得られた荷重-沈下曲線(図-7)より、設計荷重の1.5倍の載荷重に対して地盤の降伏は見られず、残留沈下量は0.5mmと小さいことが確認できた。また、PDA試験より得られた周面摩擦および先端抵抗は、道路橋示方書による推定値と比較し同等以上であった(表-3)。以上の結果より、試験杭は設計荷重に対し十分な支持力を有しており、施工の妥当性が確認できたことから、本杭の施工を開始した。

6. 施工後の杭体健全性評価

ベトナムでは、杭体の健全性確認として超音波探査試験と杭先端コア採取が要求される。超音波探査は、杭体内に配置した4本の鋼管(図-8)に発信子と受信子を挿入して超音波速度を測定し、杭全長におけるコンクリートの品質や充填不良部の有無を全数確認する。杭先端コア採取では、杭先端をボーリングし、採取したコアと支持層の間にスライムや異物の混入が無いことを確認する。全杭において、杭体超音波探査では杭先端まで不良部がないことが確認でき(図-9)、杭先端コア採取ではコンクリートが支持層である泥岩に密着した状態で採取することができた(写真-2)。先端部の杭体の品質向上対策として、打込み開始時のコンクリートをトレミー管上に設置した大型ホッパー(写真-3)に溜め、一気にトレミー管内に投下し孔底のスライムを押し上げる手法を採用し、十分な効果が得られたと考える。

7. おわりに

日本にも劣らない厳しい品質管理基準の下、施工業者の品質に対する意識の向上が望まれるベトナムで、経済成長を担うインフラ整備に微力ながら貢献できたことを誇りに思う。

表-2 品質管理項目

試験項目	頻度	判定
施工中品質管理	超音波孔壁測定	掘削径 ≥ 設計杭径 鉛直精度 ≤ 1/100
	ベントナイト試験	比重: ≤ 1.10 砂分率: ≤ 1.0% その他(ph, 粘度, せん断強度)
	コンクリート試験	スランプ: 17.5 ± 2.5cm* コンクリート温度: ≤ 32℃
載荷試験	PDA試験	全本数の2%(4本) 試験から求められる静的抵抗が設計作用力の1.5倍以上
	静的載荷試験	全本数の1%(2本) 設計作用力の1.5倍を載荷し24時間保持
杭体健全性評価	杭先端コア採取	全本数の4%(7本) 杭下端にスライムなし(支持層に密着)
	杭体超音波探査(ソニック試験)	全杭 空隙が無いこと

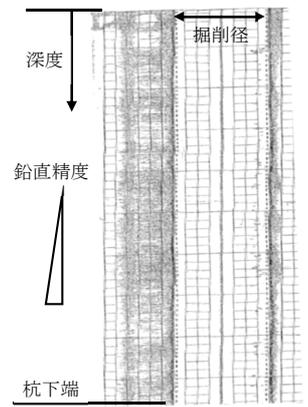


図-5 超音波孔壁測定結果



写真-1 反力杭による静的載荷試験

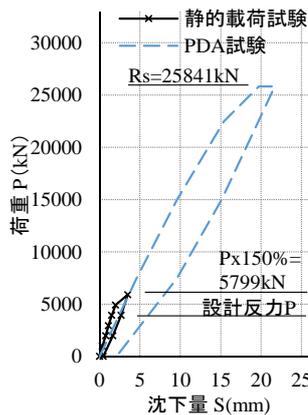


図-7 荷重-沈下曲線 (P82)

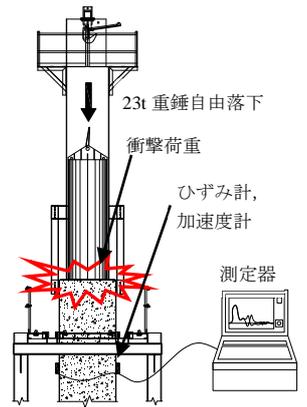


図-6 PDA試験概要

表-3 PDA試験と推定値の比較

	PDA試験	道示IV*
周面摩擦力 Rs (kN)	19,318	15,540
先端支持力 Rb (kN)	6,523	6,361
極限支持力 Ru (kN)	25,841	21,901

* $R_s = U \sum f_i L_i$, U: 周長 (m), L_i : 層厚 (m)
 f_i (kN/m²) = 5N ≤ 200 (砂), c ≤ 150 (粘土)
 $R_b = q_d \cdot A$, A: 断面積 (m²)
 $q_d = 3q_u$, $q_u = 1.2 \text{MPa}$ (試験最小値を採用)

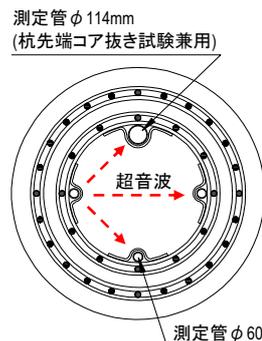


図-8 超音波探査試験孔

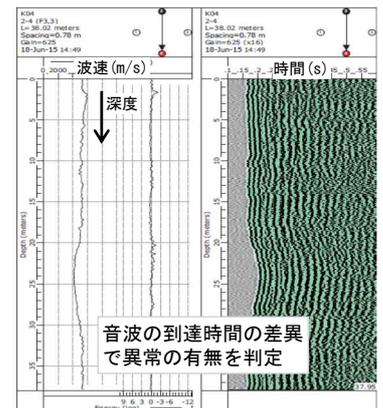


図-9 超音波探査試験結果



写真-2 杭先端コア採取



写真-3 2m³大型ホッパー