

大口径長尺鋼管杭引抜き撤去時の課題と対策

東洋建設 正会員 ○小峰 孝彦 東洋建設 坂本 健治

東洋建設 児島 史剛 東洋建設 正会員 橋本 崇志

東洋建設 正会員 村本 哲二

1. 目的

本工事は、関西国際空港への航空機の誘導施設として当初利用され、GNSSの精度向上により不要となった関西NDB施設および施設を防護する防衛施設を撤去解体するものである。関西NDB施設は、ジャケットを4本の斜杭(φ500)で固定し、上部に架台が設置された構造であった。また、防衛施設は、5本の直杭(φ2000)を「防衛杭」として関西NDB施設を囲む構造であった。

本稿は、関西NDB施設撤去工事において、全国でも稀なφ2000、L=40.5の大口径長尺鋼管杭撤去工の施工の際に発生した課題と対策について報告するものである。

2. 防衛杭撤去における課題

防衛杭の撤去は当初、防衛杭鋼管の外径よりも一回り大きいサイズの鋼管杭(φ2200)を「外挿管」として製作し、防衛杭の上から被せてウォータージェット併用バイブロハンマ工法で打設することにより周面摩擦を低減した後、引抜き計画であった。しかし外挿管打設時、外挿管先端位置がCDL-25m付近で土中障害物に当たり、外挿管(φ2200)を防衛杭先端まで貫入不能となった。結果、防衛杭の引抜き撤去が不能となった。

また、斜杭撤去の際は杭内の土砂が共上がりしていた。この実績より、防衛杭も同様に土砂が残留することが予測されたため、工期内で可能な工夫により内部土砂重量も取り除く必要があった。

3. 試験施工

防衛杭を引抜くための試験施工として、斜杭撤去用の外挿管(φ800)を「引抜き補助管」として利用し、内挿による内部土砂重量の除去と、外挿による防衛杭先端までの周面摩擦力の低減を段階的に試みた。試験施工のイメージ図と各施工段階における周面摩擦・引抜き荷重の算定結果を図2および表1に示す。なお、周面摩擦と引抜き荷重の算定式を以下に示す。ここで、周面摩擦力については、「港湾の施設の技術上の基準・同解説(下巻)、平成19年」p.590を参考に、標準貫入試験結果による静力学的抵抗算定式のうち、杭周面抵抗算定式を用いた。

周面摩擦力の算定式

$$R = \sum 2 \bar{N} \times A_{si} = \sum 2 \bar{N} \times U \times H_i \quad \bar{N}: \text{平均N値}, A_s: \text{表面積}, U: \text{杭の周長}, H: \text{層厚}$$

必要引抜き荷重の算定式

$$\text{鋼管杭の必要引抜き荷重} = \text{防衛杭重量}(33.7\text{t}) + \text{バイブロハンマ重量}(50\text{t}) + \text{周面摩擦力}$$

試験施工では、荒天の影響で施工が不連続となり、施工日が最大で6日間休止したことから周面摩擦が回復し引抜には至らなかったが、防衛杭の杭頭が若干沈下したことから、試験施工の結果を踏まえ本施工に移ることとした。

キーワード 大口径長尺鋼管杭, 外挿管, 土中障害物, 周面摩擦, 内部土砂重量

連絡先 〒541-0043 大阪府大阪市中央区高麗橋 4-1-1 興銀ビル7階 東洋建設(株)大阪本店 TEL:06-6209-8775

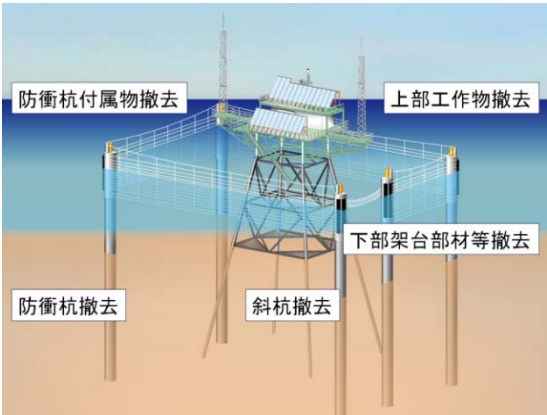


図1 NDB施設概要図

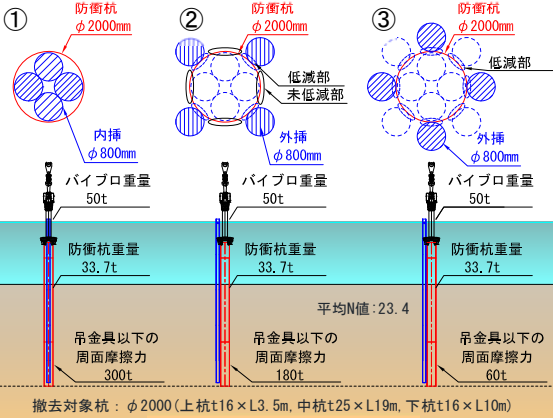


図2 試験施工イメージ図

表1 周面摩擦・引抜き荷重の算定結果

	周面摩擦(t)	引抜き荷重(t)
①内部4か所	300	383.7
②内部4か所+外周4か所	180	263.7
③内部4か所+外周8か所	60	143.7

4. 本施工・追加対策

4. 1 本施工

引抜き補助管の打設箇所数は、確実な内部土砂重量の除去と周面摩擦力の低減を行うため、防衛杭1本当たり内部に10箇所、外周部に12箇所とした。また、試験施工時の周面摩擦回復日数6日を考慮して引抜1本を2日で施工するため、引抜き補助管の打設を行う200t吊クレーン付き台船と、防衛杭の引抜を行う200t吊起重機船の2船団配備した。

4. 2 追加対策1(引抜き補助管打設時の鉛直性確保)

外周部への打設において、防衛杭の摩擦低減を確実にするため、引抜き補助管挿入用ガイドとパイルキーパーを用い、上下2点支持により打設を実施し、鉛直性を確保した(図3, 図4参照)。

4. 3 追加対策2(ジェットの吐出時間の調整及び吐出角の変更)

内部への打設時、防衛杭先端の十字リブ近傍においてウォータージェットを10分間稼働させ、十字リブ内の土砂をほぐした。また、ウォータージェットを縦方向だけではなく、横方向にも同時に吐出できるようにノズル先端を加工することで、杭内側面に沿って付着した土砂もほぐした(図5参照)。

4. 4 追加対策3(引抜き補助管打設用バイプロハンマの規格変更)

現地の強固な地盤で長時間の連続作業に適した機材として、引抜き補助管打設用バイプロハンマは電動式から油圧式に変更した。

5. 施工結果

防衛杭撤去時のバイプロハンマ電流値と防衛杭吊荷重の計測値の変化を図6に示す。図6より、バイプロハンマ起動から直後は電流値に変化は見られなかったが、防衛杭の沈下に伴い、電流値が低下し始めた。杭の沈下確認後、防衛杭の吊荷重を徐々に上げ、110tに達したところから杭の上昇を確認した。これに伴い電流値もさらに低下を始めたことから、周面摩擦が切れたことが推測できる。そして、杭の上昇に伴い吊荷重の低下が確認されたことから、杭内部に付着する土砂が徐々に抜け落ち、内部土砂重量が減少していったことが確認できた。杭の吊上げに伴いさらに荷重が低下し、吊荷重が杭とバイプロハンマの重量である83tとなったところで引抜き撤去が完了した。

吊荷重110tにおける周面摩擦力を逆算すると、周面摩擦力は6%程度まで低減出来ていたことになる。

6. まとめ

設計図面がない土中障害物(吊金具)が残されていたため、当初計画どおりの外挿管による周面摩擦力低減が不可能となった。また十字リブにより内部土砂が抜けずに、とも上がりして吊荷重が過大になるリスクも想定された。

引抜き補助管(斜杭撤去用の外挿管)を利用した内部土砂の重量除去と摩擦力低減を試験施工により確認し、本施工では試験施工の結果を踏まえてさらなる追加対策を行い撤去作業に臨んだ。引抜き補助管挿入用ガイドによる鉛直性確保、ウォータージェット機能向上による内部土砂重量の確実な除去、バイプロハンマ変更による長時間連続施工の確保により、φ2000の大口径長尺鋼管杭の引抜き撤去を確実に実施できた。

本稿が今後、類似の大口径長尺鋼管杭の引抜き撤去工事において参考となれば幸いである。

謝辞 本工事の施工にあたり、国土交通省大阪航空局の関係各位に謝意を表します。

参考文献 国土交通省港湾局監修. 港湾の施設の技術上の基準・同解説(下巻). 社団法人 日本港湾協会, 2007, p. 590

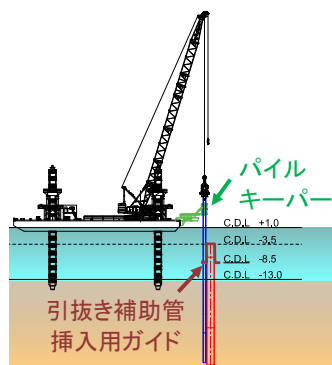


図3 挿入用ガイドとパイルキーパー使用イメージ



図4 引抜き補助管外部挿入用ガイド

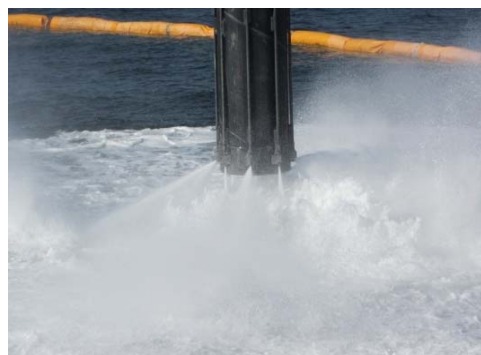


図5 ウォータージェット先端ノズルの加工



図6 防衛杭撤去時の計測値の変化

(バイプロハンマ電流値・防衛杭吊荷重)