

狭隘箇所におけるシールド支障杭撤去工事実績

林 香織*

Kaori Hayashi

青山 武史*

Aoyama Takefumi

市川 督人**

Masato Ichikawa

坪井 広美*

Hiromi Tsuboi

1. はじめに

横浜湘南道路トンネル工事は、首都圏中央連絡自動車道のうち、約 5.4 km の上下線を泥土圧式シールド工法（外径 $\phi 13,590$ mm）にて築造するものである。

このうち、シールド路線上部を横断する旧白旗川函渠の支持杭が、シールド断面内に残存し、掘進の支障となることが明らかになっていた。支障杭（鋼管杭 $\phi 609.6$ mm）は、上り線に直杭 5 本・斜杭 3 本が残置されており、鋼管杭をシールド機で直接切削する場合、掘進進捗が低下するリスクがあったため、シールド通過前に支障杭を撤去する方針とした（図-1）。

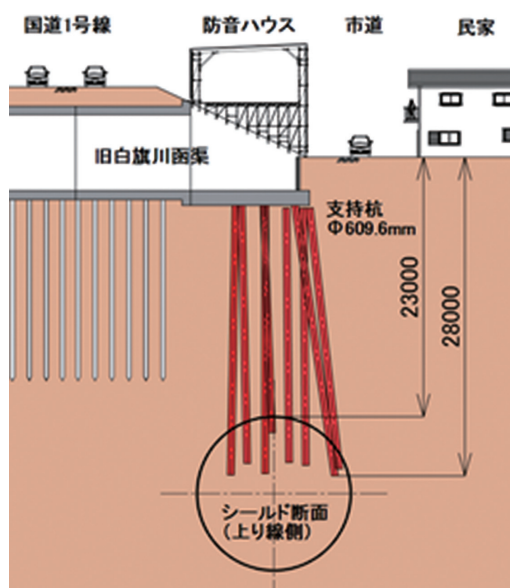


図-1 現場断面図

2. 工事概要

工事名 横浜湘南道路トンネル（その2）工事
 発注者 国土交通省横浜国道事務所
 工事場所 神奈川県藤沢市大鋸 1461-1
 工期 平成 31 年 3 月 19 日～令和 3 年 3 月 31 日
 工事内容 土圧式シールド外径 $\phi 13,590$ mm
 掘進延長 L=2,409 m

* 関東土木（支）横浜湘南道路（工）

** 土木設計部設計一課

3. 支障杭の事前調査

支障杭の詳細情報を把握し、撤去方法を決定するために実施した事前調査を以下に示す。

① 支障杭の健全性調査

鋼管内部に充填されていたコンクリートと土砂を撤去し、鋼管内部に CCD カメラを挿入して鋼管の健全性を目視確認した。その結果、2 本の杭については継手部で破断していることが判明したため、この杭は別途撤去工法を検討した。

② 支障杭の傾斜・曲がりおよび杭長の調査

支障杭とシールド断面の干渉範囲を確認するためには、杭の位置を正確に把握する必要がある。そのため、ジャイロ測定により杭の傾斜と曲がりを、磁気検層により杭下端深度を測定した。その結果、全ての杭がシールド断面に干渉する事が判明した。支障杭の平面位置は、底版を撤去し杭頭を露出させて直接確認した（写真-1）。



写真-1 支障杭（鋼管杭）

4. 現場における制約条件

本工事の現場における制約条件を以下に示す。

- (1) 国道と市道および河川に挟まれた狭隘な施工ヤード（9 m×6 m）であるため、大型機械が配置できない。
- (2) 民家に近接し、防音ハウスによる騒音対策が必要であるため、空頭に制限（H=3.5 m）を受ける。

5. 技術的課題と対策

一般に支障杭の撤去は、全周回転掘削機で杭周囲を縁切りし、クレーン等で撤去することが多い。しかし、当現場では制約条件のため適用できないことから、図-2 および以下に示す施工手順と方法を採用した。

なお、全体工程を考慮して、支障杭は全撤去せず、シールド断面に支障しない深度（シールド上端から 1 m）まで引き上げる計画とした。

- (1) 鋼管外周の縁切りによる周面摩擦力の低減

想定引拔力 Pa=180 t/本に対し鋼管耐力が下回ってい

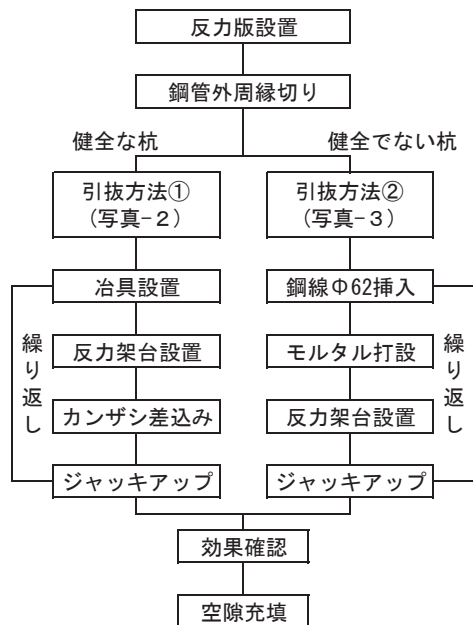


図-2 施工手順

たため、引抜時に鋼管が地中で破断するリスクがあった。そのため、鋼管外周の付着力を事前に低減することとした。

当初は、鋼管の被せ掘りで杭周囲を縁切りする計画をしていたが、事前調査で鋼管の曲がり大きいことが判明したため、被せ掘りは困難であると判断した。杭の曲がりに対応可能な方法として、高圧噴射攪拌工法を応用し、杭周囲の土砂を高圧水で切削することで周面摩擦力を低減させた。

(2) 鋼管引抜方法

従来装置では、ジャッキアップや吊り代分の空頭確保が困難であったため、現場の空頭条件（ $H=3.5\text{ m}$ ）に合った引抜治具を製作した。

また、鋼管継手部に損傷のある杭は、引抜時に杭が破断し、下杭の撤去が不可能となることが懸念されたため、杭の損傷程度に応じて、下記①・②の2種類の引抜方法を使い分けた。

【引抜方法①】

鋼管継手部に損傷がない杭は、鋼管杭上部を固定してジャッキアップする方法とした（図-3、写真-2）。

支障杭 $\phi 609.6\text{ mm}$ よりもひと回り大きい鋼管杭 $\phi 700\text{ mm}$ をベースに専用治具を製作し、支障杭に被せた治具と鋼管杭に設けた開口窓にH鋼材のカンザシを差し込み一体化させ、外管治具を50tジャッキ4台にてジャッキアップして内杭を引き上げた。

【引抜方法②】

鋼管継手部に損傷がある場合は、鋼管杭内部にアンカー鋼線を固定しジャッキアップする方法とした（図-4、写真-3）。

継手部に損傷のある杭は、引抜き時に継手が破断し下杭が地中に残置されるリスクがあった。そのため、アンカー鋼線 $\phi 62$ を下杭下端まで挿入し、鋼管杭内部をモル

タルで充填してアンカーと鋼管杭を一体化（定着長 $L=9.0\text{ m}$ ）させ、200tセンターホールジャッキでアンカー鋼線をジャッキアップする手法を検討し採用した。

なお、軟弱地盤上でジャッキアップするため、事前に流動化処理土とコンクリート版（ $t=3.0\text{ m}$ ）を施工して、施工基面の地耐力を確保した。

(3) 引抜確認および空隙充填

上記の2工法による障害物撤去工事の引抜確認として、磁気探査を行った。その結果、支障杭の下端はシールド断面上端から約1.0 m上部まで引上げられ、シールド断面内に支障物が無い状態になったことを確認した。その後、鋼管下方の空洞を充填した。

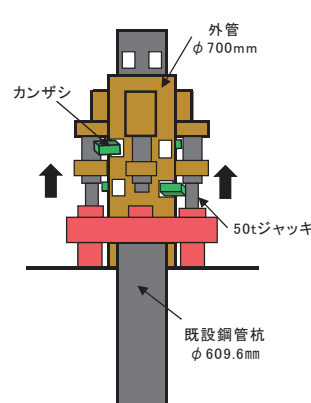


図-3 引抜方法①

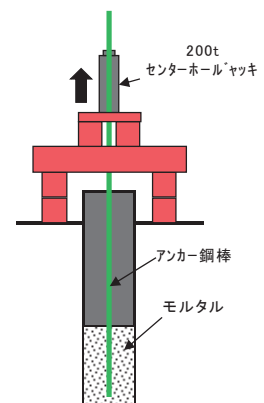


図-4 引抜方法②



写真-2 引抜方法①

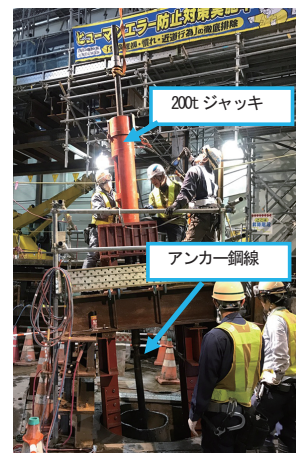


写真-3 引抜方法②

6. おわりに

本工事は、狭隘ヤードかつ空頭制限のあるなか、地中に残置された鋼管杭を撤去するという難工事であった。

従来工法が適用できないため、油圧ジャッキを用いて支障杭の損傷に応じた2種類の支障物撤去工法を新たに検討し実施した。また、外周の縁切りとして実施した高圧噴射攪拌工は、杭周辺の付着力を低減させたことを引抜力により確認できた（想定引抜力： $P_a=180\text{ t/本}$ 、実施引抜力 $P_a=140\text{ t/本}$ ）。

以上の工法を組み合わせることで、無事当該部の上り線側の支障杭撤去を完了した。