

駅直下での大断面シールドトンネルの施工

東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 ○小島 淳史
 東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 井上 崇
 東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 佐野 厚

1. はじめに

本工事は秋田駅東西を結ぶ地下道を秋田駅ビル基礎杭等の支障物撤去後、シールド機を鉄道線路直下横断させトンネルを施工するものである。特に駅ビル支障杭撤去は、工期短縮、コストダウンを図るため、シールド断面に支障する部分のみの杭体を地上からの操作で切断、撤去することが可能な **JC&R(Just Cut and Reduce)工法**を開発し、実施工に適用した。また、鉄道線路直下かつ軟弱地盤での大断面シールドトンネル施工に伴う営業線に対する影響を定量的に管理しながら施工を実施している。本稿では、JC&R 工法による支障杭撤去の実績を中心にシールド掘進時の計測管理について報告する。

2. JC&R 工法（杭撤去概要）

（1）工法概要

工法概要図を図-1 に示す。以下、施工手順を示す。

C D 機（全回転型オールケーシング掘削機）の支持地盤となる地表面の養生を行う。C D 機を設置する。

切断装置降下槽を設置する。杭中心に鉛直削孔後、杭吊り上げ用のゲビンDESTABを設置する。排泥、給水設備を設置する。杭周面切削およびケーシングの建込み、排泥をウォータージェット併用で行う。

パッカーを打設する。ケーシング内を清水置換する。

切断装置をケーシング内に降下・設置する。切断装置を杭周に固定したのち、ワイヤーソーにより杭体を所定の位置で水平切断する。切断終了後、切断装置を引上げる。ゲビンDESTABを用いて杭を吊上げ、杭に水平コアリングを行い、かんざしで固定した後、ワイヤーソーで地上部の杭を切断・撤去する。

を繰り返しながら、杭撤去後に埋戻しを行う。

本工法は、以下の特徴がある。

深礎工法による人力掘削・取壊しと比較すると、地盤改良が不要であるため経済性に優れている。全て機械作業となるため、安全性が高い。

ケーシング挿入、杭全長引抜き撤去と比較すると、ケーシング建込み、および杭撤去数量が撤去に必要な深さまで済むため、経済性に優れている。

ケーシング継足し回数、地上部での杭切断撤去回数等が減り、工期短縮が図れる。

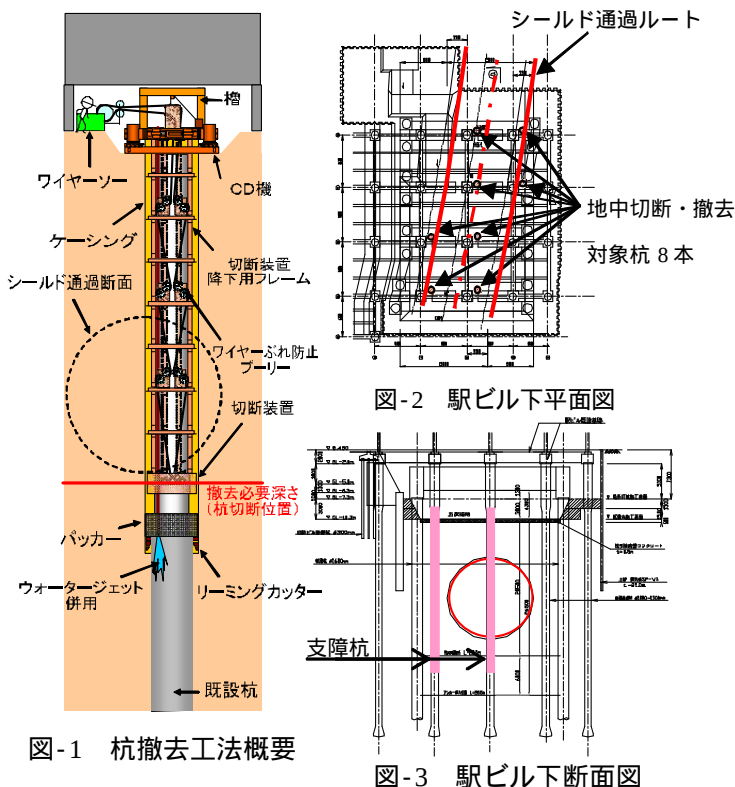


図-1 杭撤去工法概要

図-2 駅ビル下平面図

図-3 駅ビル下断面図

（2）杭撤去施工結果

現在の駅ビルを支える既設杭のうち、シールド通過に支障する 8 本の杭に対して、シールド下端から 2.0m の位置 (G.L.-30.8m、杭切断長 20.5m) で地中切断し、その上部を撤去する。駅ビルの平面図および断面図を図-2、3 に示す。施工環境は、空頭制限 4.3m、19m × 30m の地下平面空間となっている。本作業で撤去する既設杭は、φ1000～1300 のアースドリル場所打杭である。ケーシングはφ1600 を使用し、削孔長は 22.0 m としており、地上における 1 回あたりの杭切断長は空頭制限により、1.5m とした。なお、杭の切断撤去作業の前に、8 本の既設杭に作用する駅ビルの荷重を新設の梁および杭で受替え、駅ビルと既設杭の縁を切っている。

ケーシング建込み時においては、掘削長 1 m あたりの時間が長くなるケースがあった。これは、既設杭の鉛直精度に起因するものであり、リーミングカッターによる杭の整形に時間を要したためである。この場合トルク値が上昇する傾向はあるが、杭はねじきれるこ

キーワード：杭地中切断・JC&R 工法・新素材コンクリート・振動加速度レベル

連絡先：仙台市青葉区五橋一丁目 1 番 1 号・(022)266-9664・FAX(022)268-6489

となく、ケーシングの建込みは無事終了することができており、騒音・振動に関しても問題はなかった。また1m掘削するために要した平均時間は190分であった。本施工に先立ち、事前に行った実物大切断試験¹⁾の結果（約120分）よりは若干多く時間がかかっているものの、順調に掘削、建込みを行うことができた。

切断に関しては、実物大切断試験において、ワイヤーぶれ防止のプーリーを配置したことやワイヤーソーマシンの改良を行っていたことから、実施工においても安定した切断を行うことが出来た。切断平均時間は45分であり、ワイヤーの走行速度は4~5m/secと低速で、ワイヤーのぶれもほとんど見受けられなかった。

3. 振動計測

(1) 計測概要

軟弱地盤での鉄道線路直下横断となるため、シールド掘進にあたり軌道防護工としてパイプルール工を施工している。このパイプルール発進のための立坑土留芯材がシールド掘進に支障するため、シールドのカッターで切削可能な新素材コンクリートを採用している（図-4）。過去の施工事例では、新素材コンクリート区間をシールドが通過する際、切削による振動が、上部の芯材（H鋼）を伝わり、地表面で振動することが確認されている。今回採用した新素材コンクリートは補強材の部材配置変更等を実施した従来の改良型であるが、実施工に適用するのは初となるため、新素材コンクリート区間をシールド機が通過する際の振動が懸念された。

また駅構内のエレベーター（ELV）には、地震感知用の安全装置（振動計）が設置されている。この安全装置は、振動計が10gal（振動加速度レベル80dB相当）を感知するとELVを停止させる装置である。シールド掘進に伴って発生する振動による構内のELVの非常停止を防止するため、新素材コンクリート直上部および新幹線ホーム部に振動測定員を配置し、振動加速度レベルが75dBを超えた場合は、掘進速度を下げることで対処することとした。今回の計測の特徴は、振動レベルではなく、加速度変換可能な振動加速度レベル（振動感覚を補正せず、レベル化した値）を管理基準値に用いていることである。

(2) 計測結果

新素材コンクリート区間の掘進は、毎分2mmの掘進速度にて掘進を開始した。掘進に伴う土留直上付近に設置した振動計の値は30~40dBで、掘進開始前と同様の値を示していた（図-5）。またホームに設置した振動計についても、掘進開始前と掘進開始後では同様の値を示す結果となった。

上記測定の結果により、振動計等の値を確認しながら、掘進速度を最大毎分13mmまで上げ掘進を実施した結果、掘進に伴う振動加速度レベルの最大値は55dB

となった（図-5）。これは警戒値として設定している75dBに対して、十分に余裕のある結果である。またホームにて調査を実施した結果でも、架線の揺れ等はなく、お客さまの不快となる振動は発生していなかった。新素材コンクリートの切削性については、当該区間の掘進に伴い、新素材コンクリートの部材が排泥管を閉塞させるという問題が想定された。しかし、掘進の結果、ローヘッドから排出された新素材コンクリートの部材は、10cmほどの大きさに細かく切削されており、部材による排泥管の閉塞は生じなかった。今回の施工のように新素材コンクリートの切削性が向上したことも、振動を低減させている要因の一つであると考えら

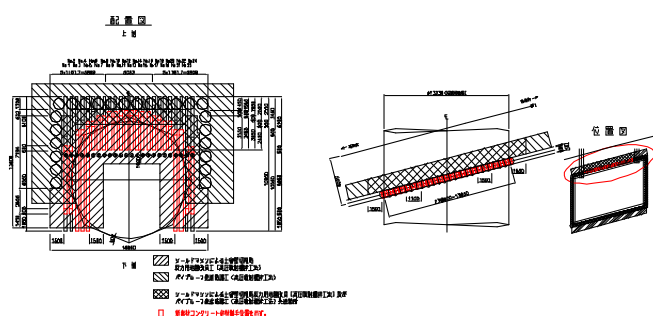


図-4 新素材コンクリート部材配置図

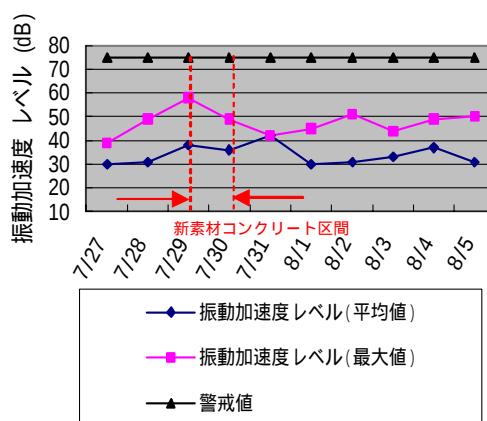


図-5 新素材コンクリート直上部におけるシールド機掘進時期と振動加速度レベルの関係

4. おわりに

既設杭を新設構造物に支障する位置よりも下で切断し、切断位置から上のみを撤去する工法を考案し、シールド通過前に支障物をすべて撤去することができた。また軟弱地盤での大断面シールドトンネル掘進に伴う営業線に対する影響を定量的に管理し施工を完遂した。

本報告が今後の同様な工事の計画・設計・施工の一助となれば幸いである。

【参考文献】1)目時政紀・竹石峰也・目黒雅：

既設杭の切断撤去工法について、土木学会第58回
年次学術講演会