

タイトル：「都心における推進ルート の 確立について」

工事名：台東区上野四、七丁目付近再構築工事

地区名：清水地区
会社名：鈴与建設株式会社
執筆者：主任技術者 市野竜朗(技術者番号207486)

1、はじめに

東京都などの都市部では、近年、ヒートアイランド現象の影響と考えられる局地的な集中豪雨が頻繁に発生しており、都市型水害が深刻な問題となっている。そのため、発注者である東京都下水道局は予測降雨量を50mm/hから75mm/hに引き上げた。これにより流量の余裕率が1%を下回る区域が増え、本工事はその区域の一部の流量余裕率を1%以上に引き上げるために下水道施設を再構築するものであった。

工事概要

工事名：台東区上野四、七丁目付近再構築工事

発注者：東京都下水道局 第一基幹施設再構築事務所

工事場所：台東区上野四、七丁目付近

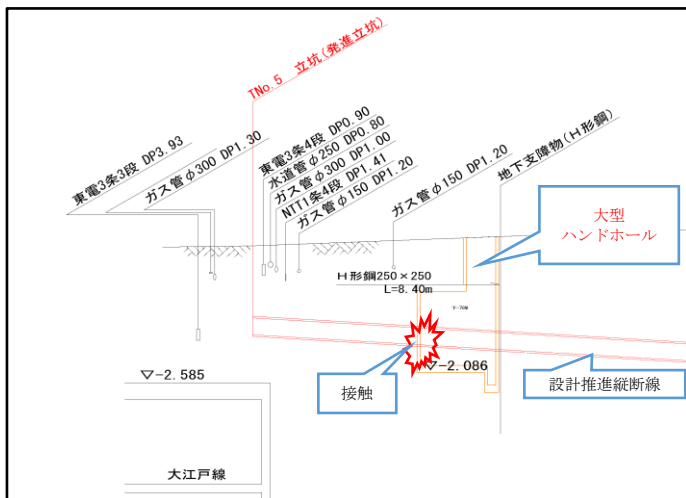
工期：平成29年7月3日から令和元年10月15日(当初工期：延長予定)

工事内容：硬質塩化ビニール管	径350mm	34.9m
鉄筋コンクリート管 (特殊小口径高耐力オーガ推進工法)	径400~600mm	81.55m
硬質塩化ビニール管 (特殊鋼製さや管泥水推進工法)	径350mm	52.95m
鉄筋コンクリート管 (特殊泥濃式推進工法)	径800~1350mm	583.10m
人孔		7箇所
人孔改造		1箇所
既設管撤去	径350mm	31.10m
既設人孔撤去		1箇所

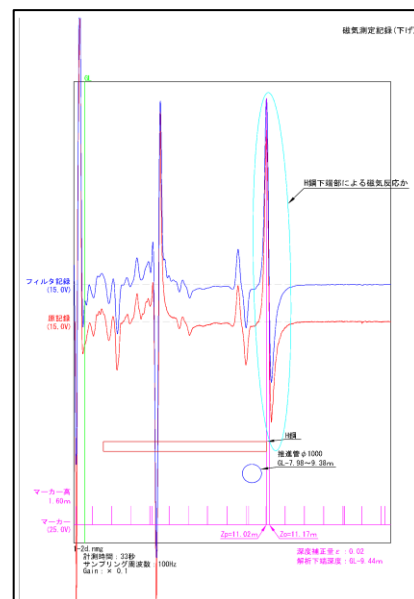
2、現場の問題点

本工事を施工するにあたり事前調査の結果から大きな問題が見つかった。

(1) 推進ルート の 先には他企業所有の延長9.7m、深さ7.4mの大型ハンドホールがあることがわかり当初設計での推進ルートでは推進機と接触することがわかった。
また、そのハンドホールを構築する際に用いたH鋼の残材が深さ11mまでであることが磁気探査からわかり当初設計での推進は不可能であった。

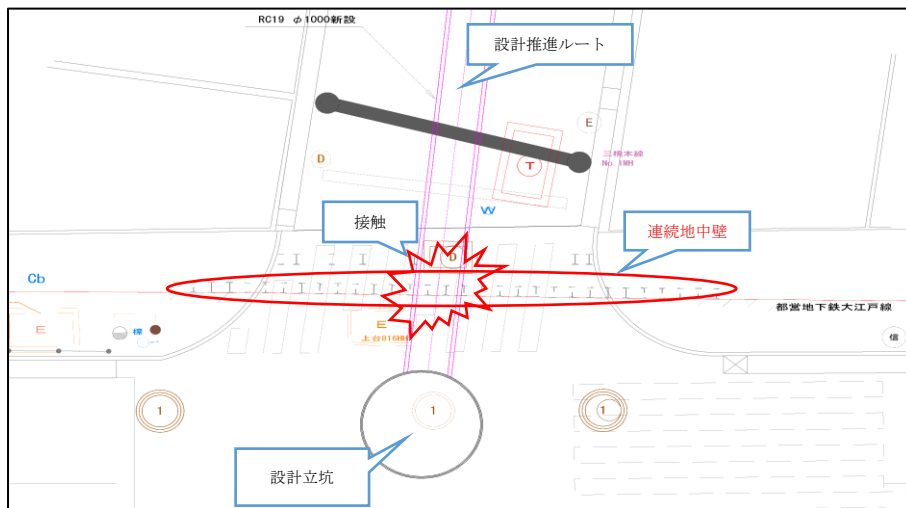


当初設計縦断線と大型ハンドホールの位置関係



磁気探査結果

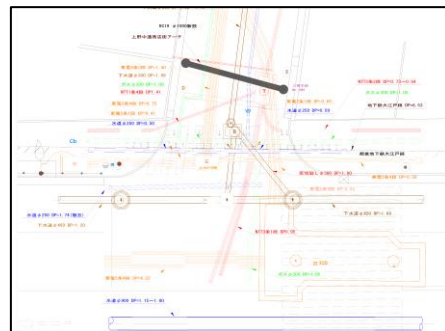
(2) 立坑設置箇所は都営地下鉄大江戸線直上での作業となる。この大江戸線は開削工事で設置されたものであり、その際に使用した鋼製連続地中壁が残置されていた。この連続地中壁は推進ルートと直交し工事を阻害することがわかった。



平面図：推進ルートと連続地中壁の位置関係

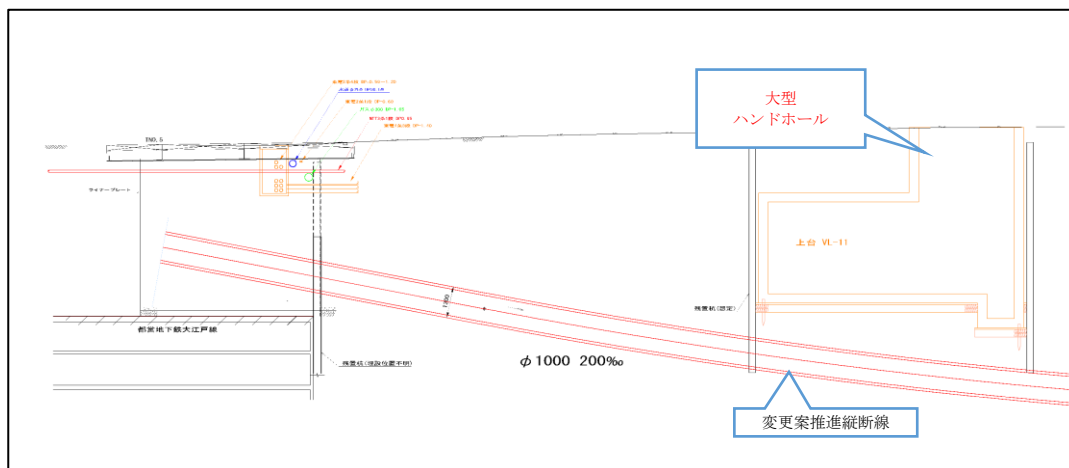
3、現場の対応策

(1) - 1. 大型ハンドホールと推進機械の接触について
当初は発進位置をずらし発進位置をハンドホールより低くすることを検討したが、現場周辺は埋設物が複雑に入り乱れているため困難。さらに発進位置が低くなることで勾配が緩くなり流量余裕率が1%を下回るおそれがあった。



周辺の埋設物の状況

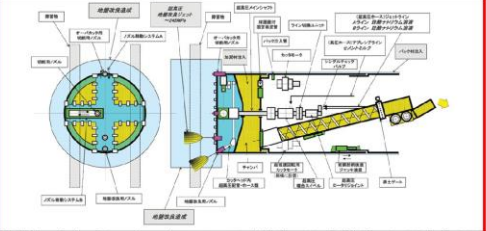
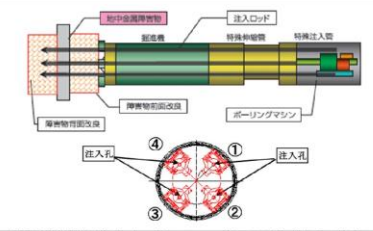
そのため、発進位置を設計位置のまま下記図のような推進ルートを通すことを検討した。



一定区間の推進勾配を20%に変更した。これにより大型ハンドホールとの接触を回避することが出来た。さらに、大型ハンドホールとの離隔を1D以上確保することが出来た。

(1) - 2. 残置H鋼の処理について

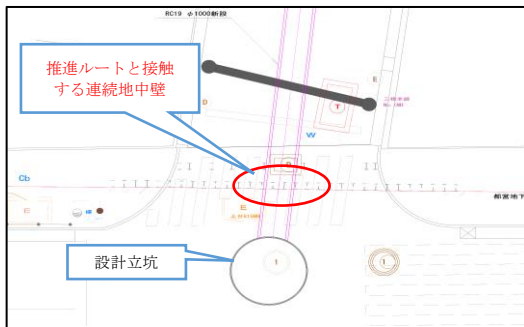
深さ11mのH鋼については、推進機による切断を検討した。現存の工法で鋼材を切断し推進を可能にする工法は下記の二種類になる。一つはDo-jet工法、もう一つはミリングモール工法。当現場では3、(1) - 1. で述べた推進ルートを一応区間20%に変更したことで新たに一度、20%まで下げた勾配を0.2%に戻さなければならないという問題が発生した。そのため当現場では高圧地盤改良によって地中の支持力を向上させることが出来るDo-jet工法を採用することとした。(今後、推進施工開始)

泥濁推進工法比較検討		
工法種別	DO-Jet工法	ミリングモール工法
概略図		
工法の概要	掘進機に超高压ウォータージェットシステムを搭載し、地中障害物の切断・除去や地盤改良などを行う工法である。掘進機前面に装備したノズルから超高压ジェット水およびアプレシブスラリーを噴射し、巨石・粗石、杭、鋼矢板などの障害物を破壊・切断し除去する。また、セメントミルクと珪酸ナトリウム溶液を混合させた超高压地盤改良材を噴射し、障害物周りの地盤や切羽の安定を図る。基本的機能としては、「前方探査システム」「超高压地盤改良システム」「切断・除去システム」の各システムによって構成されているが、目的に応じた単一システムでの適用も可能である。	掘進機「特殊伸縮管」「特殊注入管」の3つの装置から構成される推進工法である。掘進機には障害物も切削するための専用特殊ビットと、障害物探査用の発信・受信コイルが装備されている。掘削推進中に障害物が存在した場合、特殊伸縮管により掘進機カッターが障害物に超高速で押し当てられカッターの回転によって切削する。また、特殊注入管には障害物前後の地盤改良を行う設備や、掘進機を正確に到達地点へ導く「電磁誘導システム」も搭載している。カーブ推進中の支障物切断は出来ない。
障害物切断方法	切断材(研磨材)噴射により切断する。	超低速で掘進機カッタービットを障害物に押し当てて切削する。
地盤改良方法	・カッターの回転によって、地盤改良用ノズルを地盤改良地点に示準を合わせ、超高压地盤改良材を超高压で噴射する。 ・超高压地盤改良方式(標準方式・2工程方式※粘着力40kN/m程度を超える地盤) ・セメントミルク+珪酸ナトリウム溶液 ・改良体造成必要範囲に改良体単体寸法(有効径φ800mm 改良有効長L=1.00~1.50m)をもとに適正本数を配置する。	・機内専用バルブ(4箇所)より注入ロッドを縦置きしながら所定位置まで挿入し注入する。 ・薬液注入複相方式 ・硬化材+珪酸ナトリウム溶液 ・機内専用バルブ4箇所より注入 (改良有効径φ1.500 最大改良長L=5.00m)
判定	○	×

Do-jet工法及びミリングモール工法の比較検討

(2) 残置連続地中壁と推進ルートの接触について

当初はDo-jet工法での地中壁の切断を検討したが、地中壁と推進の発進位置が近すぎてしまうことから断念した。別案として発進立坑を地中壁まで巻き込む形に変更し、掘削と同時に地中壁の撤去を行い掘り下げようとした。



当初設計の発進立坑形状



変更後の発進立坑形状

・発進立坑と連続地中壁の距離が近接しているためDo-jet工法での切断では切断材であるスラリー材や溶液が逆流するおそれがある。
また、連続地中壁の深さは6m以上あり掘削も困難。

・発進立坑の形状を楕円形に変更し連続地中壁を立坑内に取り込み、ライナープレートの掘削と平行し連続地中壁を撤去できるようにした。



立坑内で確認した連続地中壁



連続地中壁の研り状況

適用結果及び改善点

大型ハンドホールと推進機械の接触について

適用結果

推進ルートを変更したことにより大型ハンドホールはもとより、その他企業埋設物との接触も未然に防ぐことが可能なルートとなった。

改善点

Do-jet工法に変更したことにより通常の泥濃推進よりコストが高くなってしまった。また、Do-jet工法は高圧ジェット設備や前方探査機など多くの設備を搭載しているためプラント設備が大きくなる。そのため、都心などの人口や交常設の規制帯を設けられない車上プラントを制限される箇所では準備工に多くの時間を費やしてしまい出来高の進捗において不経済な結果になってしまった。
今後は地下プラント設備の構築などを検討し準備工の時間の低減に努めることが出来ればより良い結果になると考える。

残置連続地中壁と推進ルートの接触について

適用結果

事前に連続地中壁を撤去できたことで、今後推進機を発進可能な立坑を構築することが出来た。

改善点

立坑の形状を設計より大きくしたことにより多くの他企業埋設物を吊り防護しなければならなくなった。また、その埋設物の調査のため20回以上の試掘を行った。都心の埋設物は多くの種類の埋設物が錯綜しており試掘、図面化は困難な作業になった。
今後は地中内の3次元データの活用なども検討し作業の簡素化や試掘回数を減らし埋設物との接触のリスクを低減させることが出来ればより良い成果をだすことが出来ると感じた。

4. おわりに

今回の工事は、私にとって初めての都心での工事となりました。都心では地方に比べて生活道路がなく、一般住宅も少ないことから私の想像より苦情等なく作業を行なえています。しかし、上野駅周辺ということで人通りは多く、泥酔した歩行者への安全対策は困難を極めました。また、前述で記載した通り都心には電気、ガス、水道といった埋設物はもちろん地下鉄などもあり、地方での掘削工事では体験できない都心特有の難しさがあります。
今後は今回の工事で得た経験を生かし技術者としてより成長できるよう努力していきたいと思っております。
ありがとうございました。