

砂礫、砂岩層地盤を長距離推進で施工した アルティミット工法(土圧式)施工報告

にしき しんたろう
錦 辰太郎

(株)熊谷組
福島電力作業所
現場代理人



いすみ けいすけ
泉 恵介

機動建設工業(株)
関東支店工事課次長



1 はじめに

福島県東部にある福島第一原子力発電所では、敷地内の広域フェーシング※に伴い、降雨時の各排水路などに流入する雨水量が増加していた。

今回紹介する工事は、排水路を整備し豪雨による浸水リスクの低減、各排水路の雨水流入量の低減を目的とした、呼び径2200土圧式推進工法で2スパン(L=686.5m、L=113.5m)施工した推進工事のうち、L=686.5mのスパンです。

※放射線量を下げるまたは雨水浸透を抑制するため法面などへのモルタル被覆

2 工事概要

工 事 名：1F D排水路新設工事

工事場所：福島第一原子力発電所構内

発 注 者：東京電力ホールディングス(株)

施 工 者：熊谷組・常磐開発共同企業体

工 法：土圧式推進工法(アルティミット工法)

呼 び 径：2200

管 種：推進工法用鉄筋コンクリート管 EW-JB51

推進延長：L=686.5m

曲 線：平面曲線 R=160m 2箇所

縦断曲線 R=1,200m 1箇所

勾 配：-8.8%→-1.0%

土 被 り：28.50~1.48m

土 質：段丘砂礫、中粒砂岩層

N 値：16~25

縦断図(図-1)および平面図(図-2)、複合曲線区間の推進管内状況(写真-1)を示します。



写真-1 複合曲線区間推進管内

3 課題と対策

本工事を施工するにあたり事前に課題を抽出し、検討した結果を以下に記述します。

【課題1】小土被り区間における推進

到達立坑手前約29mは土被り1.5~1.6mしかなく、到達立坑手前約12mの土質は盛土でした。また直上は工事に伴い大型車両が頻繁に通る道路であるため、

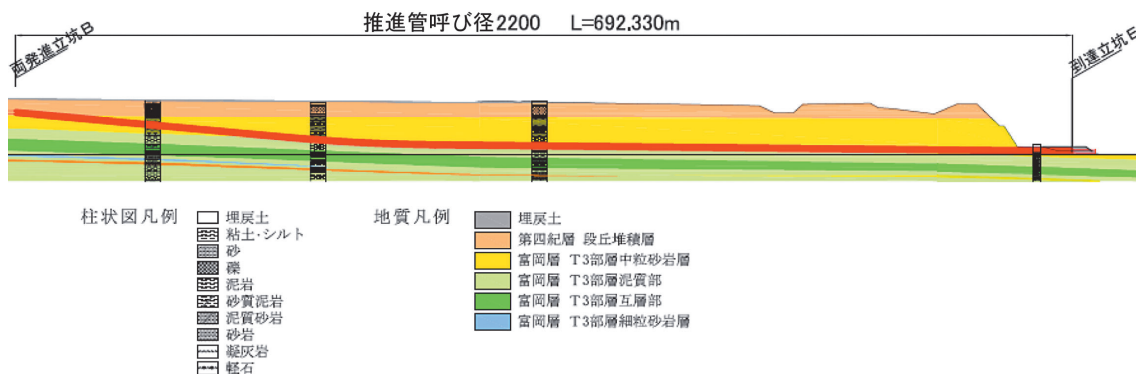


図-1 施工縦断

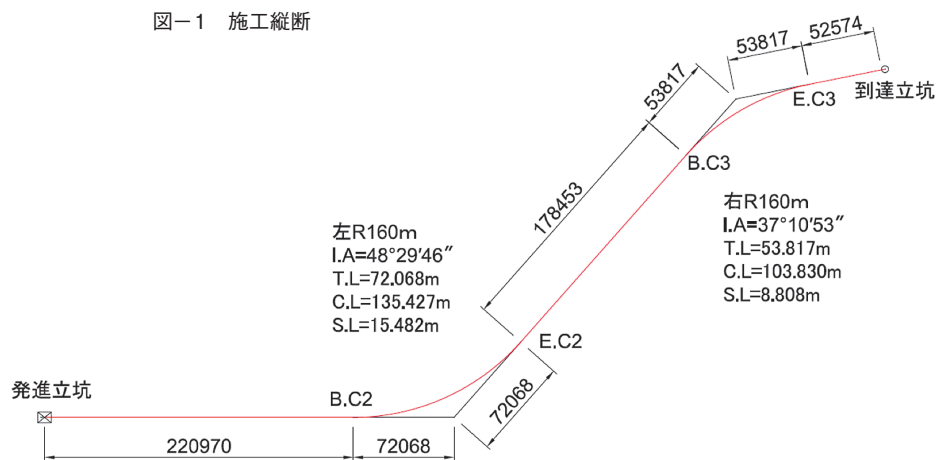


図-2 施工平面

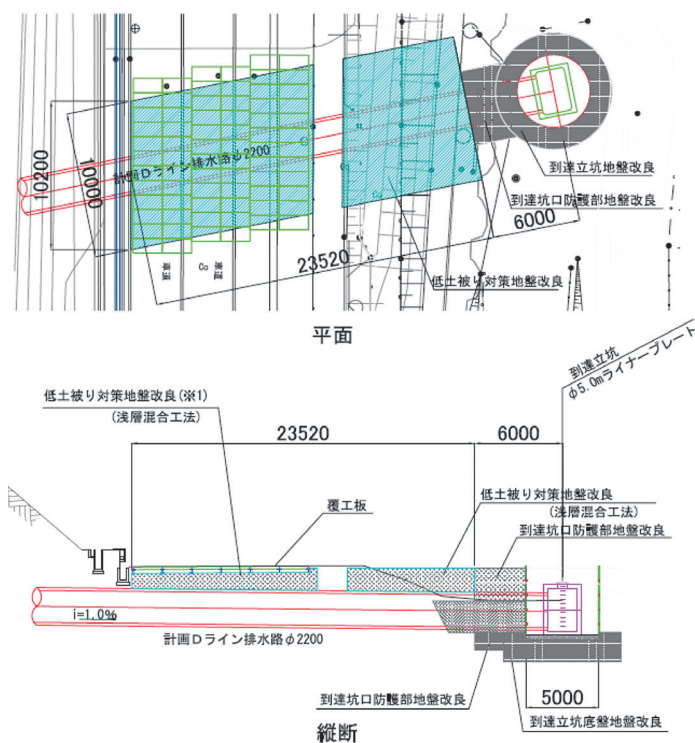


図-3 小土被り区間改良概略

掘進中の管理土圧の増減による地盤の陥没や隆起等の地上への影響が懸念されました。

【対策1】

道路部では万一地盤変状が発生しても道路を走る工事車両に影響を及ぼさないように覆工板を設置し、道路部以外では影響範囲を浅層混合工法による地盤改良を実施しました(図-3)。その結果、地上に影響を与えることなく施工することができました。

【課題2】推進力増加に伴う推進不能

推進延長686.5mの長距離推進、土質が段丘砂礫および中粒砂岩層であったことから、推進力増大による推進不能に陥ることが懸念されました。

【対策2】

周面抵抗力の低減を図るため、滑材は一次注入にアルティークレイ、二次注入にアルティー K を使用し、二次滑材の注入方法としてアルティミット滑材注入システム（以下、ULIS）を採用しました。アルティークレイは流動性可塑剤で本工事の砂礫地盤に効果があります。アルティー K は高粘性滑材で経時劣化が少なく全地盤対応可能な滑材です。ULIS は管内 50m 毎に設置した注入装置（写真-2）より推進管グラウトホールに注入量、注入圧力、1 箇所あたりの注入時間を自動制御とし管内無人で効率的に滑材注入を行うことができます。その結果、計画推進力を上回ることなく到達することができました（図-4）。



写真-2 自動滑材注入システム（管内）設置状況

【課題3】日進量の確保

本工事には平面曲線2箇所、縦断曲線1箇所の計3箇所の曲線区間（複合曲線区間含む）があり、管内測量においてトータルステーションを使用した人力測量では1回の測量にかかる時間が1～2時間必要となるため、日進量の低下が懸念されました。

【対策3-1】

本工事では、掘進機に光ファイバジャイロコンパスを搭載し、リアルタイムで掘進機の姿勢制御を行い、管内測量にはPipeShotを採用しました（写真-3、4）。PipeShotとは、掘進機の位置を自動で測量を行う建設ICTで、1回の測量に要する時間は約15分と大幅に短縮することができました。



写真-3 PipeShot測量機（管内）設置状況

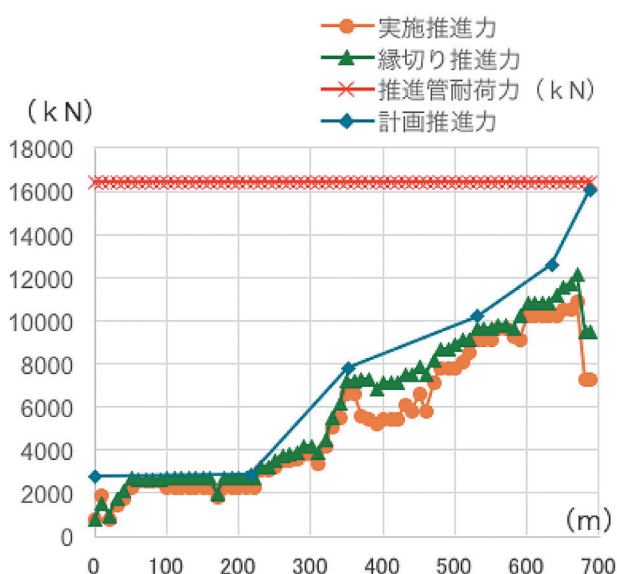


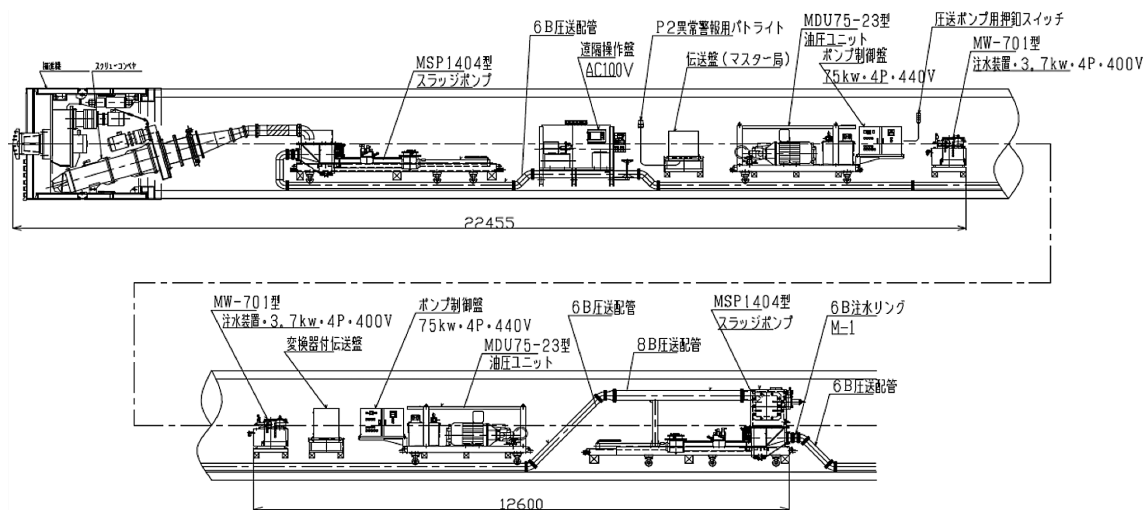
図-4 推進力管理グラフ



写真-4 PipeShot制御用パソコン

【対策3-2】

掘削土の管内搬送方法として土砂圧送ポンプを採用しました。トロバケツ方式は推進を一時中断して掘削土を運搬するため日進量に大きく影響しますが、土砂圧送ポンプは掘削土の連続搬送ができるため、日進量



図ー5 土砂圧送ポンプ配置概略



写真ー5 第二土砂圧送ポンプ設置状況



写真ー6 第二土砂圧送ポンプ遠隔操作状況

を確保することが可能となります。本工事は推進延長686.5m、発進立坑と到達立坑の高低差が約25mのため、掘進機後方に設置する土砂圧送ポンプ1台では発進立坑部地上に設置された土砂ピットまで掘削土を搬送することができません。そのため、掘進機から約370m地点に第二土砂圧送ポンプ（写真ー5、図ー5）を配置することにより、土砂ピットまで掘削土砂を連続搬送することを可能にしました。また、第二土砂圧送ポンプの操作は遠隔操作および自動運転とすることで、掘進機オペレータが操作可能なシステムとしました（写真ー6）。

対策3ー1、3ー2を講じた結果、4本／昼夜の計画日進量を確保することができ、確実な精度管理によって余裕を持った掘進管理と同時に安全管理に努めることができました。

4 おわりに

本工事は、福島第一原子力発電所構内での施工で、当時はコロナ禍でもあったため、現場管理以外にも体調管理、行動管理にも気を配った工事でした。発注者の東京電力ホールディングス㈱のご指導のもと、2021年7月下旬に推進工事の施工を開始し、2022年2月上旬に長距離スパンの掘進機を回収し（写真ー7）、引き続き2スパン目の施工準備を行い2022年6月下旬に推進工事は無事施工を完了することができましたこと、本誌をお借りして厚く御礼申し上げます。

最後にアルティミット工法では、さらなる探求心を持って、技術の発展に邁進していきますので、ご指導のほど、よろしくお願いいたします。

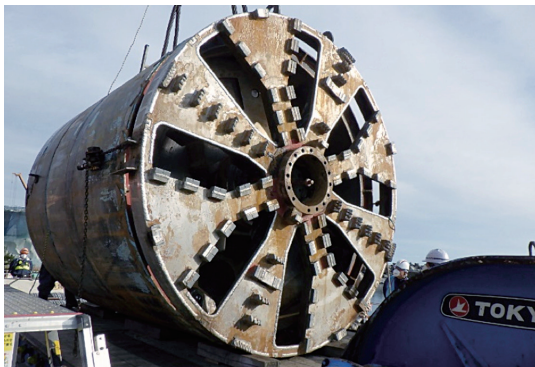


写真-7 掘進機回収状況

○問い合わせ先

機動建設工業(株)

<https://www.kidoh.co.jp/>

【関東支店】

〒101-0035 東京都千代田区神田紺屋町 38

エスポワールビル6F

Tel : 03-5289-4771 Fax : 03-5294-1281

【土木本部】

〒553-0003 大阪市福島区福島 4-6-31 機動ビル

Tel : 06-6458-6183 Fax : 06-6454-0274