

周辺地盤および地下水への影響を考慮したシールド施工の実績

前田建設工業(株) 正会員 ○鈴木哲太郎 四方康人 浅井秀明 森芳樹

1. はじめに

吉野川下流域農地防災事業 第十幹線水路(1工区その5)建設工事(中国四国農政局発注)は、吉野川下流の左岸地域の農地に水を安定供給するための農業用水路の整備事業のうち、徳島県板野郡の一部の区間の幹線水路を泥土圧シールド工法および開削工法にて建設するものである。

本稿では、吉野川により堆積した透水係数の高い礫質土を小土被りで掘進したシールド工の施工実績について報告する。

2. 工事概要

施工場所：徳島県板野郡板野町西中富、藍住町東中富および上板町第十新田地内

シールド工延長：795m, 線形：縦断勾配 0.5‰, 曲率半径 R=100 および R=70m, 土被り：6.1m~8.1m,

覆工(直線および曲線区間(R=100m))：内圧対応二次覆工一体型セグメント(P&PCセグメント)(外径φ5,000mm, 内径φ4,500mm, 幅1,200mm および幅900mm), 覆工(曲線区間(R=70m))および発進到達両坑口部：コンクリート中詰め鋼製セグメント(外径・内径は同上, 幅1,200mm および幅800mm(曲線R=70m区間))

地質：沖積礫質土層主体(N値10~20程度, 透水係数 3.7×10^{-1} cm/sec程度, 細粒分率10%程度), 一部沖積粘土層の介在あり

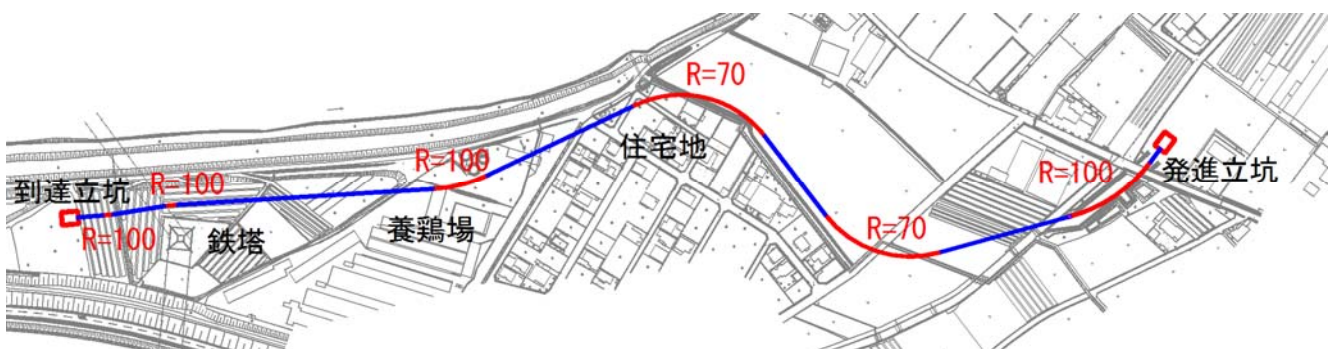


図1 平面図

3. 本工事の特徴

本シールド施工の特徴として、(1)掘削地盤の細粒分率が小さくて透水係数が高い比較的ゆるい礫質土層であること、(2)小土被りであること(1.2D~1.6D)、(3)重要構造物(高压鉄塔基礎)との近接施工があること(最小離隔 $d=7.9$ m)、(4)近傍で井戸を利用している住宅地内での帯水層の掘削があること等、が挙げられる。そのため、シールド施工に伴う周辺地盤および地下水への影響を最小限に抑制する必要があるため、複数の対策を行った。本稿では、それらの対策のうち、掘削添加材、裏込め材、トライアル計測等について記載する。

4. 掘削添加材について

本工事の掘削添加材は、気泡(Bタイプ、起泡剤：環境8号)が採用されていたが、掘削地盤が透水係数の高い礫質土層であることを考慮して、泥土の流動性と止水性を高めるために気泡に液状増粘剤(TACスルー)を混合させたものを使用した。実績では、気泡注入率50%~70%、気泡発泡倍率6倍、増粘剤濃度0.2%~0.4%、増粘剤注入率2~5%の範囲で使用し、排土性状、カッタートルクおよび掘削土の粒度分布を確認しながら注入率と濃度を調整した。排土性状は、目視・手触り、ミニスランプ値、ベーンせん断強度の測定、粒度分布は簡易ふるい分け試験を1回/方番の頻度で実施することで管理した。

キーワード 泥土圧シールド, 気泡シールド, 小土被り, 近接施工, 気泡クレーショック, 井戸

連絡先 〒760-0023 香川県高松市寿町1-1-12 前田建設工業(株)四国支店 TEL 087-851-6341

また、井戸を利用している住宅付近の掘削を行う際(路線途中 280m 区間)は、掘削添加材の地下水への浸透抑制を目的として、気泡クレーショックを用いた。気泡クレーショックは、クレーサンド TAC- β (A 液) と特殊水ガラス TAC-3G を比例混合することでゲル化する高粘性の可塑状充填材クレーショック ((株)タック NETIS:KT-160022-A) と気泡を混合させた掘削添加材である。立坑掘削土と添加材を用いた事前のろ過試験時に、気泡クレーショックを混合させた試料は、試験試料(気泡のみ混合土、気泡+増粘剤の混合土との比較)の中で最も高い止水性を示した。気泡クレーショックの注入率は 20%~40%(気泡:クレーショック=1:1))にて施工した。また、副次的効果として、気泡クレーショックを用いることで掘削土の塑性流動状態が向上した。そのため、地山の変化等でカッタートルクが上昇した際は、気泡クレーショックを用いることでトルクを 15%程度低減することができた。

5. 裏込め材について

地山崩壊を防止し、早期にテールボイドを安定させるため、裏込材に硬化材の添加割合を増やした早硬性裏込材($\sigma_{1h}=0.2\text{N/mm}^2$)を使用した。また、地山の透水係数が高いことから、地下水への浸透を抑制するために、ゲルタイムが 5 秒以内となる配合とした。裏込め材の品質確認のために、比重、フロー値、ゲルタイムおよび材齢 1 時間における一軸圧縮強度試験を 1 回/日の頻度で実施した。裏込め施工に際しては、同時裏込注入管(左右 2 箇所)の吐出口横に土圧計を設置し、注入量と注入圧の両面で管理した。

6. トライアル計測について

発進から 20m 地点および 40m 地点の 2 断面にて、トライアル計測を実施した。トライアル計測では、切羽の接近、シールド通過時、シールド通過後の各段階における地盤変位の計測およびセグメント外面に設置したパッド式土圧計(4 箇所/断面)の土圧を測定することで、切羽圧、外周充填材の注入量と注入圧、裏込め材の量と圧、充填状況を検証した。その結果、ゲルタイム 5 秒以内の配合でも、裏込め材がセグメント全周に十分に加圧・充填できていることを確認できた。なお、裏込め注入圧は、事前に実施した 3 次元 FEM 解析(裏込め注入圧を変化させた複数ケースの解析)結果より設定した値を用いて施工し、その妥当性を確認した。

7. 施工結果

地表面の沈下計測は、シールド中心線上にて 10m 間隔で実施した。その結果、最大変位は $\pm 4\text{mm}$ であり、自主管理値として設定していた $\pm 5\text{mm}$ 以内で収まった。高圧鉄塔の近接施工時に実施した計測においても、測定値は管理値内であった。

地下水への影響は、路線近傍の井戸の水位・水質調査にて確認した。シールド通過時も近接井戸の地下水位、PH、濁度、界面活性剤濃度等に顕著な変化は発生しなかった。

以上のことから、実施した対策により周辺地盤および地下水への影響を最小限に抑制した施工ができたと判断する。

8. おわりに

本工事では、本稿記載の対策工のほか、シールド掘進データの一元化、可視化を目的としたシールド CIM を試行した。今後は、工事で得られた施工データをまとめるとともに、シールドの品質・安全性の向上を図るべく、検証を行っていく所存である。

本施工にあたり、中国四国農政局四国東部農地防災事務所の関係各位には、様々なご助言、ご助力をいただきました。ここに記して深く感謝します。

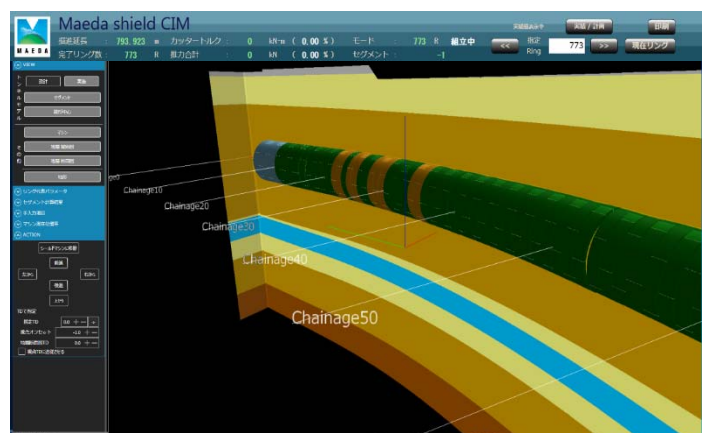


図2 シールド CIM 画面