

エースモールDL工法による

長距離・S字曲線推進

エースモール工法協会
技術担当
小池 清

1. はじめに

当工事は、四日市市朝明南処理分区公共下水道事業における小口径推進を主体とする工事である。

施工区域は四日市市北部に位置し、伊勢湾に流れる朝明川支流の山城谷川に面した丘陵地となっている。またトラックなどの大型車両の交通も激しい主要地方道《上海老市茂福線》であり、交通対策・周辺環境への配慮・道路線形・地下埋設物状況等により、立坑築造位置や大きさが制限されている。

本編では、小型立坑から発進可能な「エースモールDL-C工法」による道路線形に沿った、長距離・S字曲線推進の施工事例を紹介する。

2. 工事の概要

工事名：朝明南污水2号幹線管渠布設工事

発注者：四日市市

請負者名：株式会社 中村組

工事場所：三重県四日市市山城町地内

主要工程：

400mm 管推進工 L=179.6m

250mm 管推進工 L=109.9m

250mm 管布設工 L=85.0m

立坑工 4箇所

人孔工 9箇所

本編で紹介する工程の概要

(図-1、写真-1、写真-2参照)：

400mm 管推進工 L=179.6m

平面線形：R=100mとR=80mのS字曲線

土被り：8.54m～7.04m

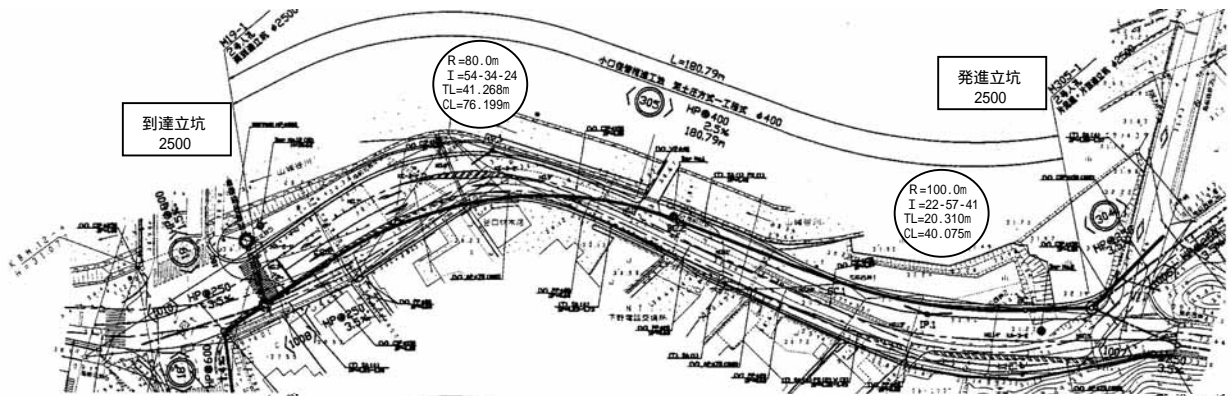


図 - 1 平面図



写真 - 1 80R 曲線部



写真 - 2 100R 曲線部

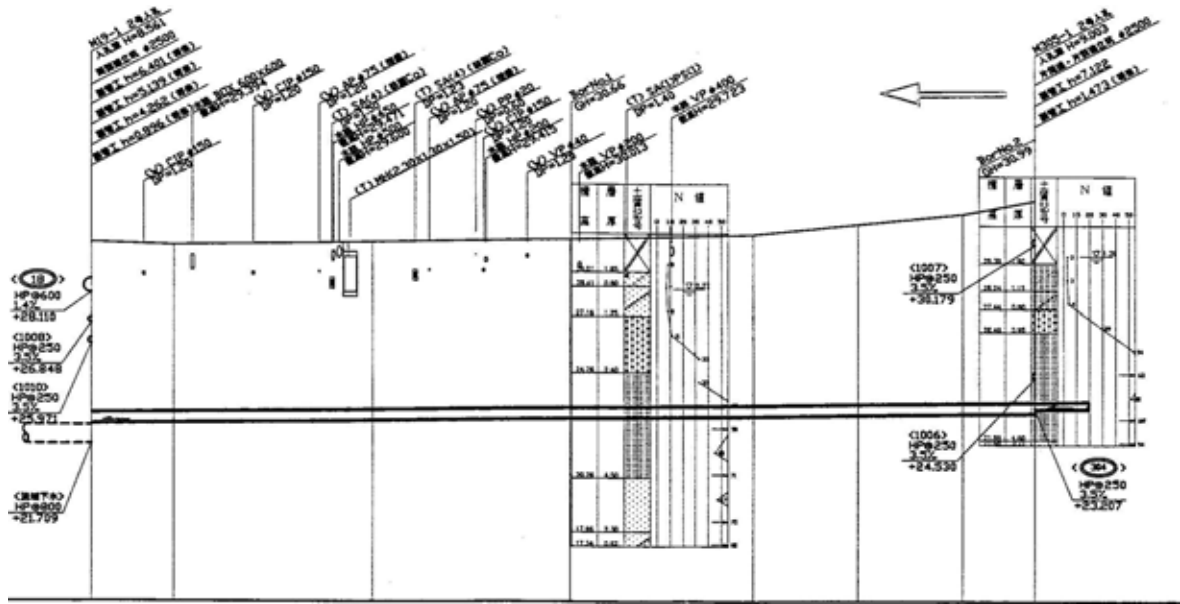


図 - 2 縦断面図

3. 地質概要

工事場所は、四日市市北部を流れる朝明川、及び朝明川支流の山城谷川に挟まれた場所となっている。土質状況は上層より、埋土、沖積砂質土層、沖積礫質土層、第三紀粘性土層が分布している。

管路位置は第三紀粘性土層内にあり、N値 50以上の固結シルトとなっている。なお管路位置の上層の沖積礫質土層は、N値 5~10程度の砂礫層で、透水係数が高い(10^{-2} cm/sec)土質となっている。

4. 工法選定

本工事は前述したように大型車両の通行が激しい主要地方道であり、道路線形・地下埋設物状況・経済性・周辺環境への配慮等により、下記の条件を満たす小口径推進工法が求められていた。

- 180m程度の長距離推進
- 100R・80RのS字曲線推進
- 土被り7.0m~8.5m
- 小型立坑からの発進・到達
- N値 50以上の固結シルト層の推進

これらの厳しい推進条件に対して、小型立坑からの発進・到達が可能で、独自の掘削排土方式及び位置検知方式を採用し、長距離・曲線推進での実績が豊富で信頼性が高い「エースモールDL-C工法」が採用された。

5. エースモールDL工法の概要

5.1 システム概要

エースモールDL工法は小口径管推進工法の泥土圧方式一工程に分類され、独自の掘削排土方式により、崩壊性地盤・玉石地盤、岩盤までの広範囲な土質に適用でき、長距離・曲線推進が可能な工法である。本システムは、先導体、元押装置、地上ユニット、運転操作盤、添加材注入装置等により構成されている。システム構成を図-3に示す。

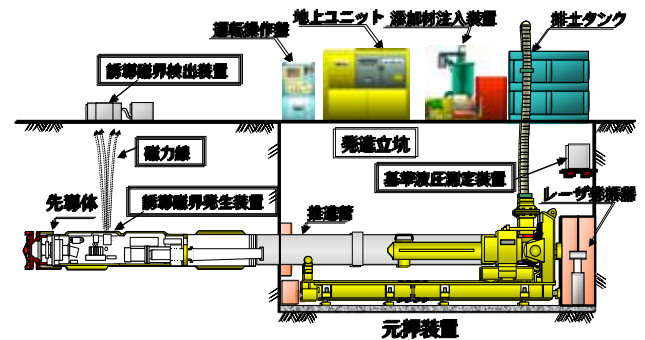


図 - 3 エースモールDL工法のシステム構成

5.2. エースモールDL-C工法概要

本工事で採用されたエースモールDL-C工法は、エースモールDL工法の特徴である長距離・曲線推進及び、広範囲な土質（軟弱土～玉石混じり土）に対応できる性能を有し、小型立坑からの分割推進を可能とした工法である。

またエースモールDL-C工法は、適用呼び径により、鉄筋コンクリート管 250～350に対応するDL35-C、400～500に対応するDL50-C工法に分類される。



写真-3 エースモールDL50-Cシステム

標準立坑寸法は、以下のとおり。

発進立坑： 2500mm

到達立坑： 1500mm

(DL35-Cは条件により 1200mmで可能)

5.3. エースモール工法による曲線推進

小口径管推進工法であるエースモールDL工法の曲線推進時の位置計測は、水平方向を「電磁法」、垂直方向の計測を「液圧差法」を用いて行なっている。さらに、「電磁法」位置計測が適用できない環境等で使用する新しい位置計測技術である「prism(プリズム)」が導入され、曲線推進の適用領域が拡大されている。電磁法、液圧差法の概要を図-4に示す。

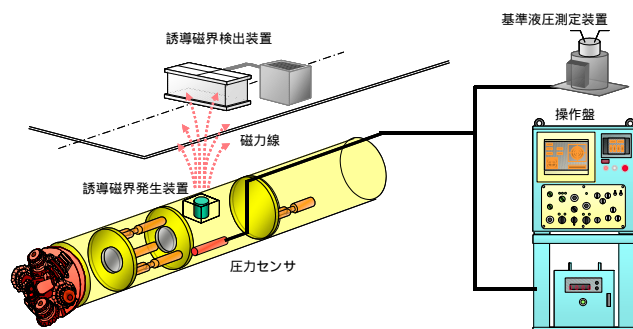


図-4 電磁法、液圧差法の概要

電磁法位置計測技術の概要

先導体内に内臓された誘導磁界発生装置より発した磁力線が、地上においた誘導磁界検出装置のコイルを通過する際に発生する誘起電圧を計測し、先導体の直上を検索し水平位置を計測している。

液圧差法位置計測技術の概要

連通管の原理を応用したもので、先導体内部に搭載された圧力センサと発進立坑内に設置した基準圧力測定装置とをホースで連通させ、両装置間の圧力差から垂直位置を計測する。

prism(プリズム)位置計測技術の概要

prism(プリズム)は、推進土被りが深い区間、大規模埋設物下越し、河川越し、軌道越し等の曲線推進で電磁法が適用できない場合に使用する。

発進立坑内に設置したレーザ発振器からレーザ光を投射し、一定の間隔に設置した中間プリズムユニットによりそのレーザ光を屈折させることによって高精度に先導体の位置を計測する。システム構成を図-5に示す。

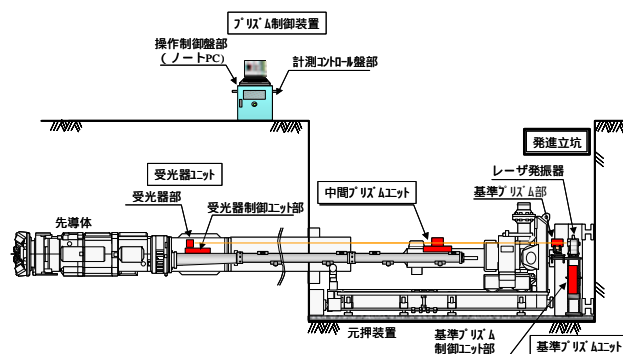


図-5 prism位置計測技術概要

6. 施工にあたっての留意点と結果

6.1. 留意点

固結シルト層での長距離・S字急曲線推進となる難工事であるため、施工する際に、固結シルト層推進に伴う対策、長距離・S字曲線推進に伴う対策を実施した。

固結シルト層推進

固結シルトの粘性等による排土閉塞が想定されるため、以下の対策を実施した。

- ・推進土層と添加材の配合試験を実施し、最適な添加材を選定する。
- ・推進中の排土性状・フロー値・一回当たり排土量管理を徹底する。
- ・粘性土用の張り付き防止材の準備

長距離・S字曲線推進

長距離推進に伴う推力上昇。固結シルト層での曲線推進に伴う地山と先導体とのセリ発生による推力上昇と制御困難等による線形離脱を発生させないための以下の対策を施した。

- ・掘削径と80R曲線推進時の先導体との余掘量とに対応した先導体仕様の決定
- ・推力、排土状況の常時管理を徹底し、推力上昇の気配が発見された場合、速やかに原因を把握し対策をとる。
- ・きめ細かい位置計測・先導体姿勢管理を実施し、的確な制御をおこなう。

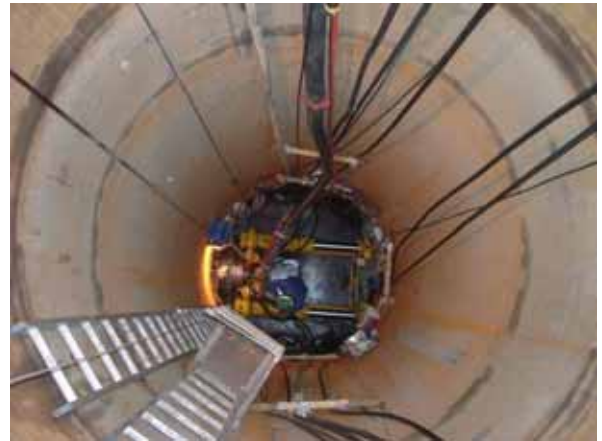


写真 - 6 発進立坑内の状況

6.2. 施工状況と結果

発進立坑部の状況を写真 - 4、分割された先導体の搬入状況を写真 - 5、発進立坑内推進状況を写真 - 6に示す。



写真 - 4 発進立坑部の状況



写真 - 5 分割された先導体の状況

《結果》

固結シルト層推進

- ・配合試験により選定した、土質に適した添加材を使用することにより、粘性による影響を抑えることができた。
- ・推進途中で礫混じり砂層に土質が変化する箇所があったが、排土やカットトルク等の管理により、掘削地山に適した添加材へこまめに変更することで対応することができた。

長距離・S字曲線推進

- ・固結シルト層での80R曲線に対応した先導体仕様とすることにより、セリ発生に伴う推力上昇を抑えられた。
- ・きめ細かい位置計測と先導体姿勢の把握により、100R・80RのS字曲線部においても管理基準値内で推進することができた。
- ・推進途中で8日間の年末始休みとなったが、休み後の推進再開時も休み前の推力の150kN増に抑えることができ、その増加分も当日中には同等程度まで下げることができた。

S字急曲線推進、休工に伴う一次中断等があったが、図 - 6の推力分布図のとおり、設計推力以下に推力を抑えて推進を終了させることができた。

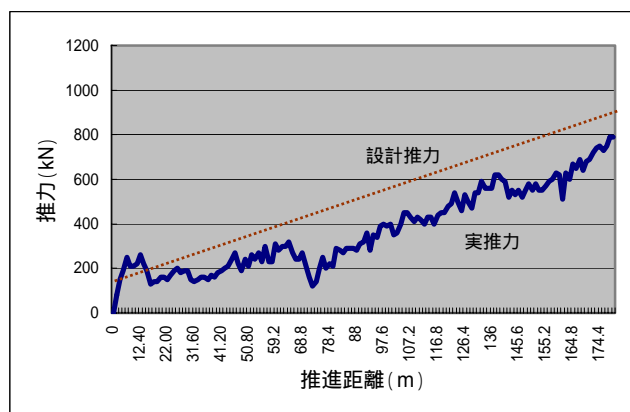


図 - 6 推力分布図

推力上昇を抑えることができたのは、エースモールDL工法の独自の掘削排土方式により、泥土による掘削孔壁の安定と推進管の周面摩擦力の低減効果が十分に発揮された結果と考えることができる。

7. おわりに

本工事は、非常に難易度の高い推進線形にもかかわらず全体を通して大きなトラブルもなく推進を完了することができた。施工を実施するにあたり、ご指導ご協力をいただいた関係各位に感謝申し上げます。

近年下水道整備工事は、狭隘な道路での道路線形に合わせた曲線推進や立坑築造位置が制限されることによる長距離推進等の厳しい条件下での施工が増加している。エースモールDL工法は、これらの長距離・曲線推進への幅広い対応とともに、軟弱地盤から岩盤・玉石混じり土等の硬土質にも対応できる小口径推進工法である。今後も更なる技術の向上・改善に取り組むとともに、本報告が今後設計・施工される類似工事の参考になれば幸いです。