

第32回 非開削技術研究発表会

■ 発表論文要旨の紹介

令和3年10月27日(水)、品川シーズンテラスカンファレンス(東京・品川)において第32回非開削技術研究発表会が開催され、4セッション13編の論文が発表されました。その論文要旨を紹介します。この論文はJSTTのホームページで閲覧、ダウンロード(会員無料)することができます。



○ 第32回 非開削技術研究発表会 プログラム

開会挨拶 (10:05~10:15)		(一社)日本非開削技術協会 会長 森田弘昭	
第1セッション …… 調査・技術			
(10:15~11:30)		座長: 斎藤 秀樹 応用地質(株)技術本部技師長室技師長(地下探査技術委員会委員長)	
1.1	AIを活用した地中レーダの埋設管判定方法	大阪ガス(株)	綱 崎 勝
1.2	鉄道線路下埋設管路探査装置「Hekātē」を用いた特殊管路の経路推定	(株)ジェイアール総研情報システム	田村晋治郎
1.3	パイプロケーターの深度測定に関する一考察	フジテコム(株)	久保田兼士
1.4	孔内ベクトル磁力計による地中支障物調査	川崎地質(株)	鈴木 敬一
第2セッション …… 推進技術			
(13:00~13:55)		座長: 木下 勝也 (株)建設技術研究所東京本社下水道部次長(技術委員会委員)	
2.1	推進施工中の障害物との接触時の対策について	(株)アルファシビルエンジニアリング	森 田 智
2.2	全周配置型パイプルーフ工法における周辺地山への影響に関する数値解析的研究	九州大学大学院	高橋 良太
2.3	大断面推進工法における上部半断面掘削工法の適用性と断面形状に関する解析的研究	九州大学大学院	白石祐希子
第3セッション …… 地中掘削技術			
(14:10~15:05)		座長: 越石 博行 日本水工設計(株)東京支社下水道二部管路設計課課長(技術委員会委員)	
3.1	アンクルモールを用いたインドネシアでの施工事例と課題	(株)イセキ開発工機	室井 徹明
3.2	横坑を設けずシールド坑内から発進する推進工法	機動建設工業(株)	永田 知
3.3	地中砂埋めトラフに收容された電力ケーブルの排土方式による非開削撤去工法の適用事例	東京電力パワーグリッド(株)	千葉 大祐
第4セッション …… 修繕技術			
(15:15~16:10)		座長: 井坂 昌博 (公社)日本下水道管路管理業協会常務理事(技術委員会委員)	
4.1	「ヒートライナー工法」下水管路の更新と同時に設置する下水熱回収技術	東亜グラウト工業(株)	柴 博志
4.2	下水道管路施設の老朽化対策	(株)三水コンサルタント	上瀧 幸広
4.3	更生管裏込注入材への超高性能繊維補強コンクリートの適応性に関する研究	早稲田大学	板野 貴大
閉会挨拶 (16:10~16:20)		(一社)日本非開削技術協会 技術委員会 委員長 宮武 昌志	

1.1 AIを活用した地中レーダの埋設管判定方法

大阪ガス(株) 網崎 勝

地中レーダは、埋設管だけでなく、埋設物、空洞と地層境界の信号も探査データに含まれるため、探査画像から埋設管を判定するには現場経験が必要とされていた。そこで、AIを活用し埋設管を判定する方法を検討した。当初、ディープラーニングで検討を始めたが、埋設管判定性能を向上させるためには、膨大な学習データが必要であった。そこで、埋設管の特徴を数値化し、埋設管であると判定するスパースモデリングを活用することで、埋設管判定を高めることを可能とした。

1.2 鉄道線路下埋設管路探査装置「Hekátē」を用いた特殊管路の経路推定

(株)ジェイアール総研情報システム 田村 晋治郎

鉄道線路下に埋設されている管路「伏び」を探査する目的で弊社が開発した計測装置「Hekátē」による、途中経路不明管路および反対側管口推定の事例を報告する。対象とした管路は、堆積物によりカメラ探査車による探査が困難な管路であった。特殊な器具を用いて本計測装置を挿入し、計測したデータをもとに不明な経路と管口を推定して地図へマッピングした。本稿では、この探査が困難な管路への計測装置挿入のための工夫、および採取した計測データをもとにした不明な経路や反対側管口の推定方法について取り上げる。

1.3 パイプロケータの深度測定に関する一考察

フジテコム(株) 久保田 兼士

電磁誘導を利用したパイプロケータによる埋設深度の測定は、埋設された金属管が充分長い直線状導体であることを前提とし、埋設管から発生する磁界は埋設管を中心とする同心円状であり、その強さは埋設管からの距離に反比例するとして行われている。

しかし実際の埋設管は充分長い直線状導体ではなく、多くの分岐や屈曲部が存在する複雑な形状である。また狭い範囲に複数の埋設管が敷設されている場合も

あり、これらの場合では磁界が歪むことから、測定された埋設深度に誤差を生じる。測定された埋設深度が実際の深度より深い場合は、掘削工事等で埋設管を損傷させる原因になる可能性があり、深度の測定誤差を把握することは重要である。

電流による磁界はビオ・サバルの法則から計算され、直線状導体の組み合わせによる形状では比較的簡単に計算できる。ここでは分岐や屈曲部などの基本的な形状でその近傍の磁界分布を計算し、埋設深度の測定を行った場合の測定誤差を求めることで、深度測定を控えるべき範囲を明確にする。

1.4 孔内ベクトル磁力計による地中支障物調査

川崎地質(株) 鈴木 敬一

シールド工法や推進工法などにより地下構造物を非開削で築造する際に、路線上の既設構造物の杭や、残置された鋼矢板などが施工の際の障害となることがある。鋼製の地中構造物に対しては、これまで磁気検層と呼ばれる鉛直方向のボーリング孔内で行う磁気探査が適用されてきた。しかし、既存の磁気検層は鉛直方向の1成分であるため、深度とボーリング孔からの距離は推定できるが、方向までは推定できなかった。そのため複数のボーリング孔が必要となり費用と時間を必要としていた。従来鉛直1成分に水平2成分を加えて3成分にすれば、深度とボーリング孔からの距離だけでなく、方向も推定できる。これにより、鋼管杭の先端位置などを1本のボーリング孔だけで、三次元的に推定することが可能である。本研究では3成分の磁気検層装置を開発し、これを「孔内ベクトル磁力計」として実際の施工現場に適用した事例を紹介する。さらに、錯綜した複数の構造物の位置を三次元的に推定することは技術者による経験だけでは難しいため、単磁極の重ね合わせによる構造物の位置推定手法を開発した。これにより、従来技術者が目視で判断していた推定結果に対して、客観的な裏付けが得られるだけでなく、より複雑な構造にも対応できると考えられる。

2.1 推進施工中の障害物との接触時の対策について

(株)アルファシビルエンジニアリング 森田 智

推進工法におけるトラブルの要因は、人的・機械的・土質的の3つに分類される。その中で、土質的トラブルの中には、不測の地中残置物との接触によるトラブルが多く含まれている。特に、様々なインフラが埋設された都市部においては、構造物周辺に残置された土留鋼材もあり、接触時には発注者・構造物管理者との協議、対策検討、対策実施と、長期間にわたる現場停止が必要となる場合が少なくない。

基本的には、事前調査による支障物件の把握と、必要に応じた線形変更などで回避されるべきではあるが、構造物の構築年度によっては記録がない場合もあれば、把握できていない残置物の可能性もあり、対応が困難な場合もある。

本稿では、事前調査にて確認できなかった障害物に遭遇した施工事例について、その対策として実施し「支障物撤去による再掘進した事例」および「掘進機および管列を曲線条件位置まで機内より固化材等で切羽充填を行いながら引戻し、線形を変更して支障物を回避した事例」について紹介する。

2.2 全周配置型パイプルーフ工法における 周辺地山への影響に関する数値解析的研究

九州大学大学院 高橋 良太

都市部におけるトンネル施工では地表面や周辺地山に対する影響が懸念されるが、その影響を低減する施工方法の一つにパイプルーフ工法の適用が挙げられる。パイプルーフ工法とはトンネル周辺にあらかじめパイプを一定間隔に打設することで防護工を構築する工法である。パイプルーフ工法ではトンネルの上部や側壁部にパイプを打設することが多いが、本研究ではトンネル下部にもパイプを打設する工法、すなわち全周配置型パイプルーフ工法について三次元応力解析ソフトを用いて検討を行った。まず、全周配置型パイプルーフ工法が適用された現場データを基に三次元解析モデルを作成し、地表面変形の現場計測データと解析結果を比較することでモデルの妥当性を評価した。また、作成された解析モデルを用いて、通常の門型配列

のパイプルーフ工法に加えトンネル下部に地盤改良を適用した場合と全周配置型パイプルーフ工法を施工した場合を比較した結果、全周配置型パイプルーフ工法を適用する場合においても地盤改良を適用した場合と同等の変形抑制効果を確認することができた。

2.3 大断面推進工法における上部半断面掘削工法の 適用性と断面形状に関する解析的研究

九州大学大学院 白石 祐希子

わが国の都市部では、過密化に伴い地下空間の有効活用が進められており、ボックス推進工法による管きよの埋設施工が増えてきている。また、地形条件による制約などから、低土被り条件下での施工需要が増大している。しかしながら、低土被り条件下では地表面変形への影響が懸念されるため、その対策の一つとして、上部半断面掘削工法が適用されている。さらに、換気設備等の構築には、矩形よりも管きよ上部の形状がアーチや三角の屋根形である方が断面を有効に確保できる。以上のような背景から、本研究では三次元応力解析ソフトウェアを用いた数値解析により、上部半断面掘削工法の効果ならびに異なる断面形状による周辺地山への影響について種々検討を行った。まず、掘削断面形状ごとの地表面への影響を比較し、アーチや三角の屋根部分を設けた断面形状の優位性を確認した。加えて、上部半断面掘削工法を適用し、先行部の長さによる地表面への影響や、断面形状による影響の比較を行った。結果として、低土被り条件下における、上部半断面掘削工法とアーチや三角の屋根部分を設けた断面形状の施工によって地表面変形が低減できることが明らかとなった。

3.1 アンクルモールを用いたインドネシアでの 施工事例と課題

(株)イセキ開発工機 室井 徹明

当社は1971年の創業以来、泥水式掘進機を国内外で2500台以上販売してきた。近年ではアジア圏からの引き合いも多く、シンガポールやマレーシア、インドネシア等での多くの案件にて当社の泥水式掘進機であるアンクルモールが用いられている。本報文では、アンクルモールの特徴やインドネシアの推進事情、ア

ンクルモールを用いたインドネシアでの施工事例と今後の課題を取り上げる。

本報文にて取り上げる施工事例としては、2019年9月～2020年5月のメダン下水道工事（ID800mm）、そして2021年1月～5月のマカッサル下水道工事（ID800mm、1000mm）である。両案件には当社社員がアンクルモールの現場指導員として携わった。本報文では彼らに行った聞き取り調査から、近年のインドネシアにおける施工の実態を紹介し、現場で生じたトラブルやその解決方法、今後の課題について論ずる。

3.2 横坑を設けずシールド坑内から発進する推進工法

機動建設工業(株) 永田 知

近年、全国各地でゲリラ豪雨と呼ばれる局地的な大雨による浸水被害が発生し、その浸水対策におけるインフラ整備に推進工法が広く用いられている。しかし、とりわけ都市部においては、すでに上下水道・工業用水・電力・通信・ガスなど多くのインフラが整備されており、浸水対策のための工事用地確保が困難である。

本稿では、名古屋市市内にて施工した浸水対策工事において発進立坑を設けることができないため、シールド坑内から発進し、推進工法によりシールド坑内への流入管を敷設した工事を紹介する。

本工事は、あらかじめ施工されたセグメント内径3,993mmのシールド坑内から横坑を設けることなく発進し、内径2,000mm（外径2,350mm）の推進管を敷設した。発進坑口からおおよそ300m離れたシールド工事発進立坑から掘進機や元押し設備・推進管等を投入し、シールド坑内を電動台車にて運搬した。泥水式推進工法を採用し、プラント設備はシールド発進基地に設置した。

推進延長は33.6m、曲率半径300mの曲線を含む推進工事であった。土質は砂質シルト主体でN値は15～25、土被りは8～9m、地下水位はGL-2.6mであった。

3.3 地中砂埋めトラフに収容された電力ケーブルの排土方式による非開削撤去工法の適用事例

東京電力パワーグリッド(株) 千葉 大祐

東京電力パワーグリッド(株)では、使用を中止した

OFケーブルの撤去を順次進めている。OFケーブルのうち、コンクリートトラフ内に収容されているものについては、開削工法により撤去を実施している。しかしながら、トラフの建設後、トラフ上部への建築物の建造や周辺埋設物の輻輳化などの理由により、開削工法が適用できない箇所が増えてきている。そこで、トラフ内のOFケーブルを非開削で撤去する工法を開発し、2019年度より現場への導入を開始した。開発した撤去工法は圧入方式と排土方式であり、今回、撤去距離が短い現場で、排土方式の非開削撤去工法を適用した。

結論として排土方式は、トラフ内のOFケーブルの非開削撤去工法として、適用可能なことを確認できた。

4.1 「ヒートライナー工法」下水管路の更新と同時に設置する下水熱回収技術

東亜グラウト工業(株) 柴 博志

エネルギー資源の限られた日本では、限りある資源の有効活用を考えることが重要である。限りある資源の有効活用として、下水熱は他の再生可能エネルギーと同様にエネルギー対策の一つとして考えられている。下水は常に家庭から排水され、絶え間なく管路内を流れている。そのため、下水管路からの熱の回収ができれば地産地消可能なエネルギーとして期待できる。また、下水管路は敷設後50年を経過した管が増加しており、老朽化による陥没事故や破損事故が多発しているため、早急な対策が求められている。この問題を同時に解決する技術として、管更生と同時に採熱管を設置するヒートライナー工法がある。本工法について、これまでの施工事例を紹介する。

4.2 下水道管路施設の老朽化対策

(株)三水コンサルタント 上瀧 幸広

下水道管路施設の老朽化対策において活躍している非開削技術として、将来にわたり持続的な下水道の機能確保するため技術開発が進んでいる。点検・調査、修繕・改築について各々整理を行うとともに、管更生工法に対し構造上、施工法上の分類を行い、現時点における課題や今後の展望を取りまとめる。

4.3 更生管裏込注入材への超高性能繊維補強コンクリートの適応性に関する研究

早稲田大学 板野 貴大

モルタルによる下水道更生工法の裏込め材の靱性は低く、ひび割れや破壊が発生しやすい現状にある。加えて、ひび割れの発生後、ひずみやクラックが増大しやすくなっている。更生された管きよは、ひび割れや破壊が発生すると裏込め材を取り換えることが不可能である。そのため、最初から裏込め材注入材の強度と靱性を高め、更生管の強度と耐震性能を引き上げ、管

きよの寿命を大幅に延ばすことが必要だと考えられる。そこで、高性能繊維補強コンクリートやセメント材料が下水道更生裏込注入材としての妥当性について、耐荷性と耐震性を確認する。本研究は、更生管工法でヒューム管を補強する充填材料として、現在一般的に使用されてきた普通のモルタルの他に、鋼繊維補強コンクリートや高性能繊維補強モルタル、超高強度繊維補強コンクリートを用いた場合の設計耐力を試計算し、その結果から適応性を検討するものである。その結果、高性能繊維補強モルタルが充填材料として優れた補強効果を有する結果を得た。



非開削工法の普及を目指し設計をお手伝いする画期的サイト

バナー広告掲載のご案内

『工法ナビ』へのバナー広告掲載をご希望の方は非開削技術編集室またはJSTT事務局までお問い合わせください。

広告のお申し込み・お問合せ

(一社)日本非開削技術協会事務局
Tel 03-5639-9970 Fax 03-5639-9975

■ 工法ナビ バナー広告掲載料金

掲載場所	掲載期間	掲載料金
TOPスペース	6ヶ月	66,000円
技術区分内スペース	上半期 (4月1日～9月30日) 下半期 (10月1日～3月31日)	19,800円

※広告掲載料金は1掲載当たりの金額です。(消費税込)