



JAPAN SOCIETY FOR
TRENCHLESS TECHNOLOGY



第32回非開削技術研究発表会

論文集

会期：2021年10月27日(水曜日)

会場：品川シーズンテラスカンファレンス(東京・品川)

主催：一般社団法人 日本非開削技術協会
後援：公益社団法人 日本推進技術協会

鉄道線路下埋設管路探索装置「Hekátē」を用いた特殊管路の経路推定

Route estimation of special pipelines using the buried pipeline exploration device " Hekátē " under railway tracks.

株式会社ジェイアール総研情報システム

○田村 晋治郎*, 関根 朝次**

JR Souken Information Systems Co.Ltd.

*Shinjiro Tamura, **Tomoji Sekine

要旨

鉄道線路下に埋設されている管路「伏び」を探索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。

Abstract

We report an example of an unknown route and an estimation of the opposite side pipe opening by the measuring device " Hekátē " developed by our company for the purpose of exploring the pipeline "Fusebi" buried under the railroad track. The target pipeline was one that was difficult to explore with a camera rover due to sediment. This measuring device was inserted using a special instrument, and an unknown route and pipe opening were estimated based on the measured data and mapped to a map. In this paper, we will discuss a device for inserting a measuring device into a pipeline that is difficult to explore, and a method for estimating an unknown route and the opposite pipe opening based on the collected measurement data.

1. はじめに

鉄道下に敷設された埋設管「伏び」は、管内撮影用カメラカーによる管内調査を定期的に行っているが、以下の問題について関係者が頭を悩ませている。

- ・管口付近に土砂が堆積して管口が不明な伏びが多数存在する
- ・線路が多数並ぶ場所では、経路の分からない状態で不明な片管口を見つけることは非常に難しい
- ・線路上から電波探索などで伏びの埋設位置を確認する方法では発見が難しい
- ・カメラカーのワイヤ引出し量でおよそその移動距離は把握可能だが、管内の経路は把握できない。

これらの問題を解決する方策の1つとして、伏び内に直接投入して位置や深度の計測装置「Hēkātē」（ヘカテ）により伏びの経路を推定することが有効と考えた。

今回は、上記の問題を抱える伏びを対象にして、特殊な撮影装置と本装置を組合せて調査を行うことで不明な経路と管口の位置を推定した実例を報告する。

2. 調査対象の伏びと事前調査

今回調査した伏びは、図.1 に示す複数線区間の線路下に埋設されており、地図上から管路長は 70m 以上であると推測された。線路の西側にある吐け口は図.2 のように目視確認可能であったが、線路の東側にある呑み口は存在する場所が不明とのことであった。

この伏びを管理する保線所の話によると、伏び内にモルタルの堆積物が存在して

いる関係でカメラカーによる調査が困難だが、今後の施工判断を行う上では何としても呑み口の場所を特定したいとのことであった。

本調査の事前に伏び内を簡易撮影装置を試作して撮影した結果、図.3 に示すモルタルと見られる堆積物が確認された。この事前調査で得られた撮影映像から、おおよその管路形状を図.4 のように推定した。

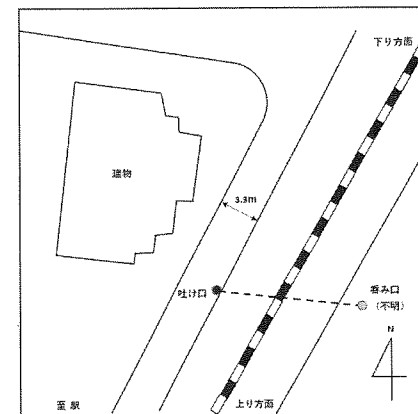


図.1 調査対象伏びの概略

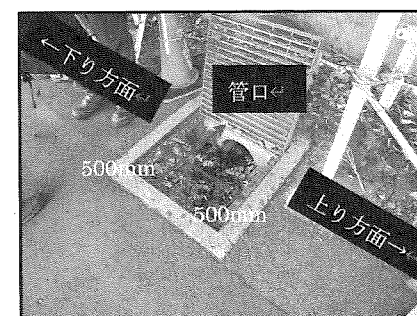


図.2 吐け口側管口



図.3 事前調査で確認された堆積物

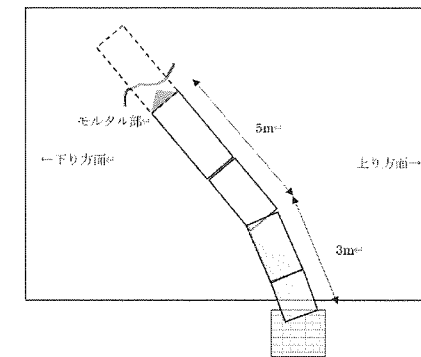


図.4 推測された管路形状

この事前調査で撮影された映像や周辺環境の調査結果から、以下の問題や課題が浮かび上がった。

- ①管路カメラカーは取出し困難となることが予測されるため使用不可
- ②伏び探索装置を伏び内に投入するためには、牽引または推進する装置が別途必要
- ③反対側管口位置推定のためには、終端部での探索装置の向きを管長手方向に調整する仕組みが必要
- ④吐け口側管口から約 8m 先までの位置探索を行った結果から、線路反対側の管口位置を推定することが必要

3. 解決に向けた手順の検討

2 で示した問題や課題について解決するために以下のように作業手順を検討した。

- ①最初に図.5 のように探索装置を管口から挿入して、押し込み棒などで内部へと押し込む。
- ②次に撮影装置を挿入して探索装置後端を押す形で推進した後、モルタルが堆積す

る終端部で図.6 のように探索装置の方向を調整する。

②終端部到着後、図.7 のように押し込み装置を引き戻す。

④探索装置を管口まで引き戻した後、図.8 のように位置計算結果の基準となる方向を計測する

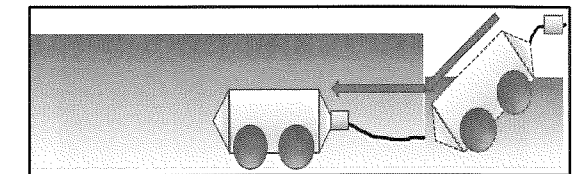


図.5 伏びへの探索装置挿入

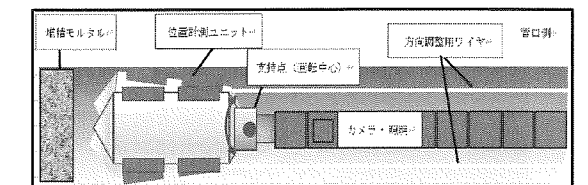


図.6 探索装置押し込みと方向調整

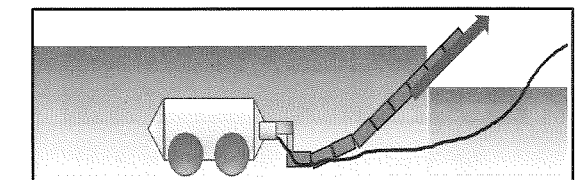


図.7 押し込み装置の引き戻し

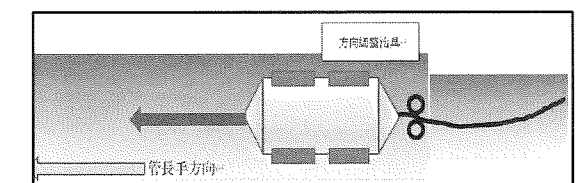


図.8 管口付近での基準方向計測

これらの実現のため、事前調査において撮影装置に使用した図.9 に示す梯子状の着脱式ケーブルトラフをそのまま流用することにした。

ケーブルトラフ上には図.10 のように照明やカメラを取付け、ケーブルトラフの先端には図.11 のように探索装置を押し込む台座部と首振り機構を設けた。また、

探査装置には伏び内で方向調整を行うための機構とカメラを別途装備した。探査装置前部の左右両端に取り付けられたワイヤを管口側から引くことで探査装置の向きを調整する仕組みとした。

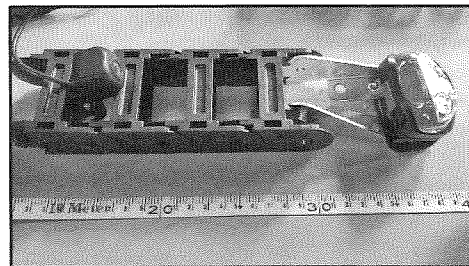


図.9 着脱可能なケーブルトラフ

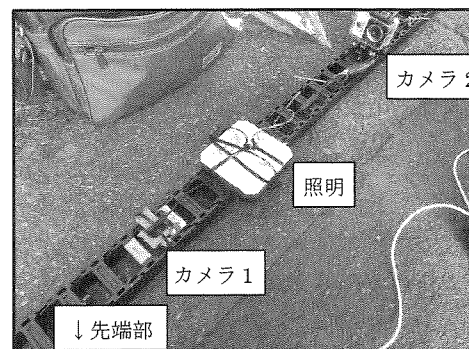


図.10 照明・カメラの取付け

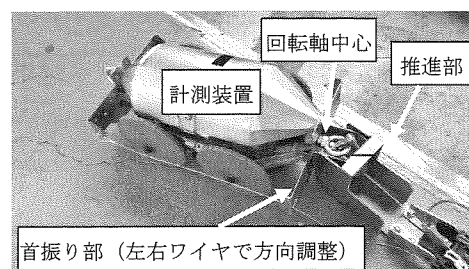


図.11 先端部に設けた首振り機構

4. 本調査

本調査開始後、まずは鉄道敷地境界に設けられたコンクリート壁を基準とした管口の管入射角度を図.12に示す分度器(今回独自製作したもの)で測定した。測定の結果、図.13に示すように 21.3deg であることが確認された。

事前に立てた作業手順にもとづき、探査装置を図.14のように伏び内に挿入、次に管口側から押込み装置を挿入して探査装置を推進する形で内部へと進んだ。

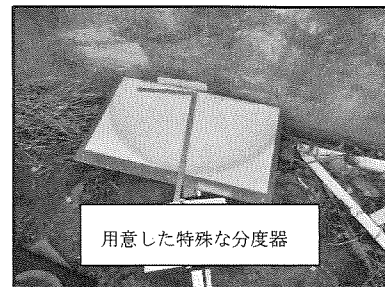


図.12 試作した特殊な分度器



図.13 管入射角度測定結果

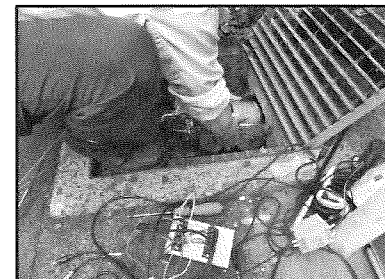


図.14 探査装置の挿入

しかし、いざ作業を進めてみると、押込み機構が探査装置から外れてしまう場合や、探査装置と撮影装置の引っかかり、押込み装置のケーブルトラフの脱落など、想定していなかった様々な問題により調査は困難を極めた。ケーブルトラフが脱落した場合は押込み装置と探査装置を引き戻す必要があり、相当な時間を費やした。

少しずつ作業にも慣れてきた段階で、計

画通りに探査装置を押込むことに成功したため、探査装置を引き戻しながら1回のみ位置計測を行うことができた。通常の使用では3回計測を行うことを前提としているが、道路使用許可の制限時刻が近づいていたため、この1回のみで調査終了とした。

5. 管口の推定

本調査で使用した探査装置から得られたデータから、経路や不明な管口を推定する方法について検討した。推定手順の模式図を図.15に示す。

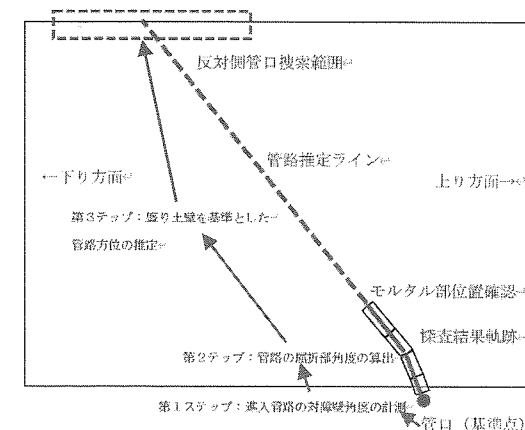


図.15 管口位置推定までの流れ

この手順に沿って、まずは探査データから位置計算処理をして図.16に示すXY座標平面結果を得た。この結果に、測定した管の入射角度、事前調査で確認した距離情報、および探査装置に搭載した加速度波形から推定した移動区間情報から図.17に示すおおよその経路が見えてきた。この時、探査結果の終端部から先は直進しているものと仮定して推定を行った。

この結果グラフをもとに、地図上に存在する周辺道路の幅員情報から求めた縮尺、および記録した管口位置を合わせるこ

と図.18に示すように地図とマッピングすることができた。

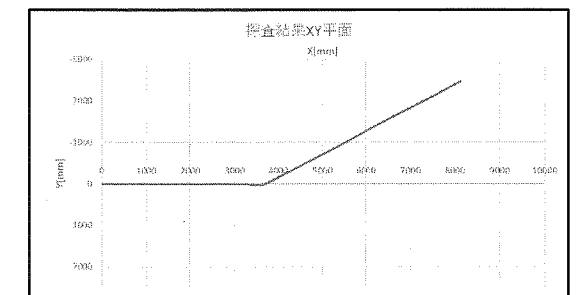


図.16 探査結果XY平面

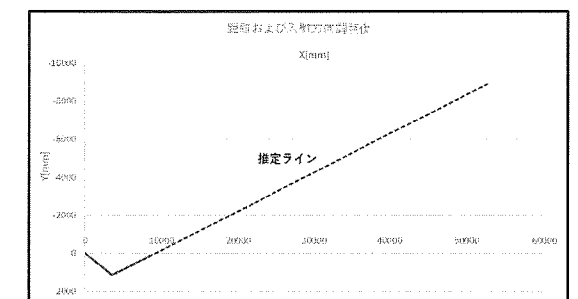


図.17 推定ライン追加



図.18 経路および反対側管口推定

この図.18に示す管口推定位置は、今回の伏びを埋設した際に作られた伏びの施工図面で示される位置関係とおおよそ一致した。ただし、今回の調査では、探査装置による探査が1回のみであった点、および探査装置の方向調整にズレが生じていた可能性があることを考慮すると、管口の位置は左右に数 m の幅を持つ範囲として

考える必要があった。この点を考慮した調査結果を保線事務所に提出して今回の調査は完了した。

6. まとめと今後の展望

今回は、管内撮影のみでは判断ができない、不明な経路および不明片管口の位置を探査装置「Hekátē」により推定することができた。カメラカーが使用できない伏びでも、探査装置を押し込む機構を用意することで探査が可能であることも確認できた。

各社の鉄道路線には、経路不明や管口の位置が不明な伏びが多数存在しており、現状の線路上からの探査では発見することが難しい問題を「Hekátē」により解決したいと考えている。また、今後は伏び以外の一般的な管路での調査にも挑戦していきたい。

参考文献

FCR 工法協会. “伏び講座” .

FCR 工法協会ホームページ. 2020/5/7.

<https://www.fcr.gr.jp/index.html>

, (2020/9)

経済産業省産業技術環境局 技術調査室

製造産業局 産業機械課,” 技術調査レポート” , 2002/3/28,

<http://www.mmc.or.jp/info/cafe/talk/memsreport/memsreport200303.pdf>, (2020/9)

迷子ノ埋設管路ヲお探しですか？ ルート探索装置がお手伝いします

埋設管位置探査装置

Hekátē (ヘカテ)

地上から見えない地下を
透視してみませんか

埋設管位置探査装置「Hekátē」は、「伏び」の埋設位置を3次元計測する装置です。

老朽化した伏びは、交換のために管を取り出し位置を特定する必要がありますが、軌道上から電磁波で掘削位置を特定することは難しいという現状があります。

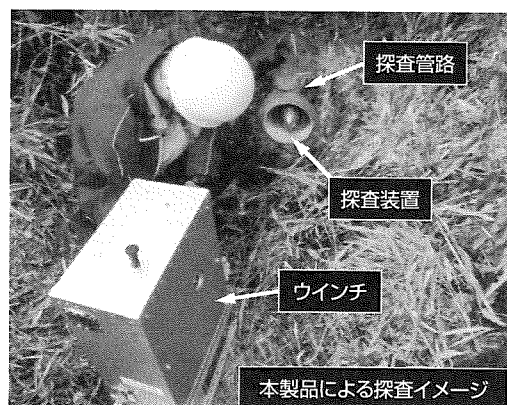
本製品は、管路入り口からの進入方位を基準に埋設管の位置を3次元で得ることができます。

※伏び：鉄道線路下に敷設された農業用水等を通すために作られた管路

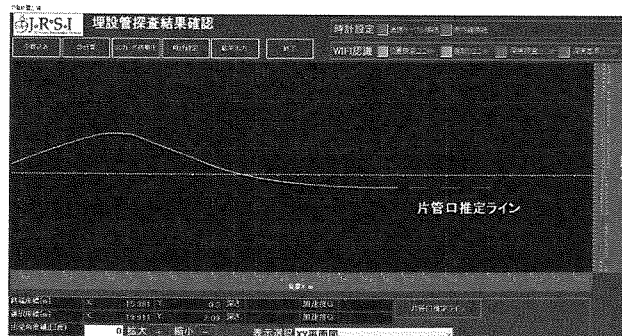
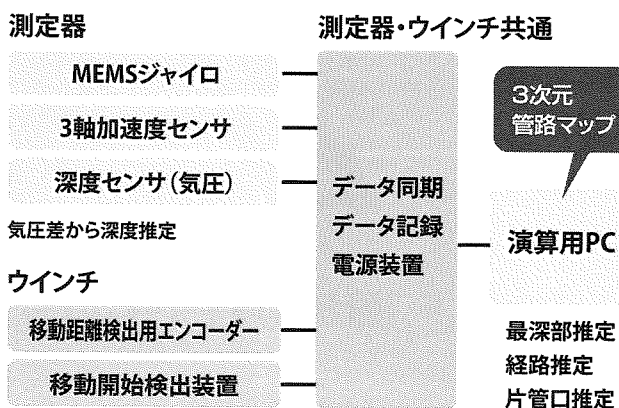
特徴・使用用途の例

- 埋設管などの位置推定
- 途中に崩落等がある場所の推定（別途撮影車などでの牽引が必要です）
- カメラ映像や画像との位置情報リンク（別途撮影車が必要です）
- 片側が塞がっている管路での不明管口の推定
- 基準点からの深さ推定（これにより3次元マップを描くことができます）
- 地図情報との組合せによるマッピング

システム構成



測定車は専用のウインチで巻き上げます



探査結果表示(水平面の例)



適用管:φ250mm以上、ルート探索長(標準計測) 25m

株式会社 ジェイアール総研情報システム 〒185-0034 東京都国立市北1-7-23 国立ビル3F
TEL: 042-505-6255(直通) FAX: 042-580-7037