

電線共同溝事業における埋設物非破壊探査の試行と使用効果の検証について

琵琶湖河川事務所 工務課 管理係長 末永 卓

1. はじめに

京都国道事務所管内における電線共同溝事業は、工事発注後、設計通りに管路が埋設出来ない状況が判明し、設計見直しのため長期の工事中断を余儀なくされている。現場状況を正しく設計内容に反映できていない要因は、埋設管台帳の誤差が大きいこと及び設計時の試掘が不足していることが挙げられる。

本調査では、京都国道事務所管内の国道 24 号伏見地区電線共同溝工事(延長約 4km)における試掘予定 113 箇所について、埋設管探査(埋設管マッピングシステム)を実施し、「埋設物非破壊探査」による探査結果と試掘結果を比較することにより、探査精度、適用条件を整理し、使用効果を検証した。

2. 探査方法の概要

埋設管マッピングシステムは、地中レーダ技術を用いて非破壊で掘削対象区域を面的に探査し、埋設物の三次元位置を連続的に地図上に表示する調査手法である。

地中レーダとは電磁波を地中に向けて放射し、誘電率、導電率などの電気的特性の異なる物質(埋設管や空洞)の境界で発生する反射波の影像を解析することによって、地中の状況を推定するものである。

3. 検証事項

試掘結果と埋設管探査結果を照合し、以下の事項について検証した。

探査の誤差

探査で正しく位置探知できない条件

埋設物台帳位置の誤差

占用物件マーキング位置の誤差

4. 調査内容

4.1 現場条件

<埋設物件>

占用埋設物件	上水道、下水道、電気、ガス、電話、情報ボックス
道路構造物	水路、疎水管
残置管・不明管	上水道、ガス、電話、その他不明管
その他埋設物	擁壁、側溝、水路、コンクリート基礎、コンクリート版
材 質	金属、コンクリート、鉄筋コンクリート、プラスチック系
形 状	管(管径 25 ~ 1500mm)、多条管 ボックスカルバート(幅 100 ~ 2150mm)

< 歩道状況 >

- 舗装種類 ブロック舗装、アスファルト舗装
- 歩道幅員 1.7m ~ 10.1m (平均 3.0m 程度)
- 歩道施設 照明灯、信号機、横断防止柵、電柱

4.2 調査手順

調査は以下の手順で実施した。

- 試掘箇所の選定
- 電共・占用埋設管マーキング
- 埋設管探査の実施
- 試掘実施
- 探査・試掘位置の比較

4.3 探査・解析方法

< 探査方法 >

探査機で路面下のデータを取得する。探査機で取得できない狭小部は、ハンディ型地中レーダにて補足する。本調査実績は調査延長 5.8km、調査面積 16,800 m²について探査を実施し、2 班・10 日間で完了した。

< 解析方法 >

取得したデータは山型の波形になって現れ(図-3 参照)、台帳等の地下埋設物データと併せて、何の物件であるか人が判断する必要がある。解析結果は CAD データとして図面に取り込むことができ、編集して調査成果図面を作成する。

本調査実績は試掘 113 箇所を中心とした 10m 区間、4,319 m²について解析、図面作成を実施し 43 日で完了した。

表-1 探査性能

機械幅	1.0m
探査幅	0.8m
探査速度	3 ~ 4m/s
探査深度	0 ~ 1.5m
施工能力	延長 0.3km/日 面積 750 m ² ~ 1000 m ² /日
解析図面作成	1 日・1 名で 35 m ² 程度

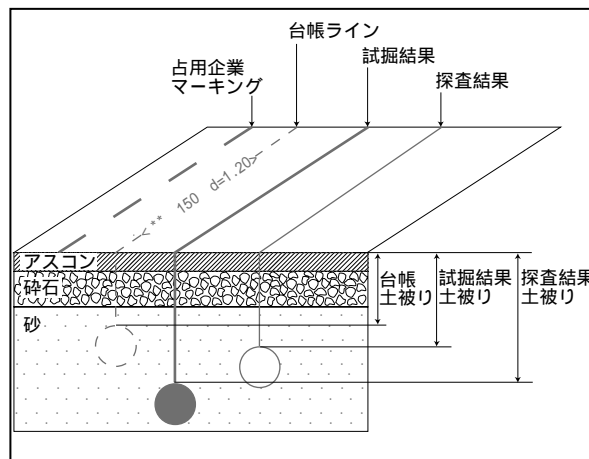


図-1 調査内容(試掘との位置比較)

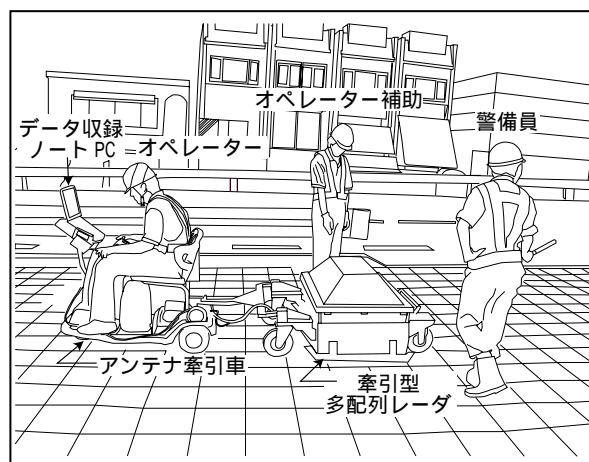


図-2 探査時作業風景

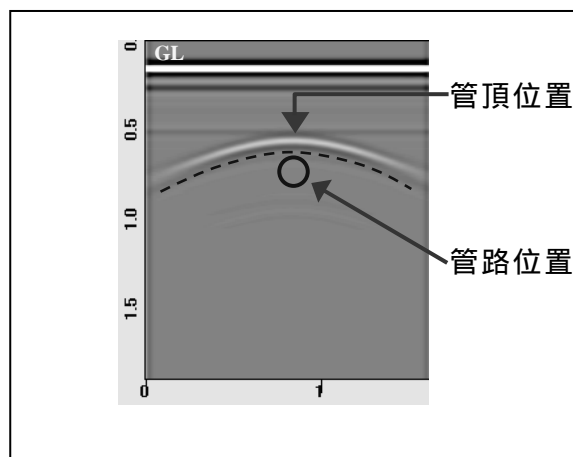


図-3 地中レーダデータ例(埋設管断面)

5. 探査精度の検証

試掘にて確認出来た埋設物の埋設深度(D)・大きさ()・材質等の位置と、探査結果・埋設管台帳・企業マーキングの位置を照合し、それぞれの精度について比較した。

また、探査において未検知だった物件がどのような条件であるかを明確にした。

5.1 探査の誤差

< 探査で正しく位置探知できない条件 >

検証対象物件 236 件(土被り 1.5m 以内)について、試掘と照合した結果、208 件を検知、28 件は未検知であった。それら未検知物件の傾向分析を行った結果、

埋設深度 1.0m より深い位置に埋設されていて、且つ埋設管の径が 100mm 以下の管もしくは、多条管の幅が 150mm 以下である場合

埋設物の材質がヒューム管かポリエチレン管である場合

の条件で検知率が低下する傾向があることが明らかとなった。

表-2 深度別検知率

深度別検知率 (D:mm)	検知率 (%)	全数量 (件)	検知 (件)	未検知 (件)
D 500	97.1	35	34	1
500 < D 1000	96.0	75	72	3
1000 < D 1500	84.2	126	102	24
合計	88.1	236	208	28

表-3 材質別検知率

材質別検知率	検知率 (%)	全数量 (件)	検知 (件)	未検知 (件)
鉄筋コンクリート	100	13	13	0
塩化ビニール	100	9	9	0
FEP	95.8	24	23	1
金属	88.4	165	146	19
コンクリート	83.3	6	5	1
ポリエチレン	75.0	8	6	2
ヒューム管	54.5	11	6	5
合計	88.1	236	208	28

表-4 大きさ・形状別検知率

形状	大きさ別検知率 (径)もしくは W(幅) (mm)	検知率 (%)	全数量 (件)	検知 (件)	未検知 (件)
管	0 < 50	73.3	15	11	4
	50 < 100	77.7	18	14	4
	100 < 200	92.9	100	92	8
	200 < 300	91.8	61	56	5
	300 <	0	1	0	1
	小計	88.7	195	173	22
1 矩形	W 500	0	1	0	1
	500 < W 1000	100	4	4	0
	1000 < W 1500	100	7	7	0
	1500 < W 2000	100	7	7	0
	小計	94.7	19	18	1
2 多条管	100 < W 150	70.5	17	12	5
	150 < W 200	100	4	4	0
	200 < W 250	100	1	1	0
	小計	77.2	22	17	5
合計	88.1	236	208	28	

- ボックスカルバートなど、断面が四角い埋設物
- 通信管路など、複数本の管で構成されている埋設物

< 探査で正しく位置探知できない原因 >

深度・材質・大きさの複合的要因

地中レーダの精度が低下する条件が複数重なったためレーダに反応が出なかった。

他の埋設物と重なっている場合

複数の物件が平面的に重なっている場合や近接している場合に、埋設深度が深い管もしくは、径が小さい管のレーダ反応が不十分で解析できなかった。

調査範囲端部

調査範囲端部に埋設されており、レーダ反応が不十分で解析できなかった。

表-5 深度別検知率

未検知原因	
深度・材質・大きさの複合的要因	22 件
他の埋設管と重なって埋設	5 件
調査範囲端部	1 件
合計	28 件

< 埋設物台帳位置・占用物件マーキングの誤差 >

表-6 誤差比較

マッピングシステムによる誤差は 9 割が 20cm 以内に分布しているのに対し、埋設管台帳は 65cm 以内、企業マーキングは 30cm 以内となっており誤差のばらつきが大きく、誤差の最大値も大きいことが明らかである。

誤差		マッピングシステム (208 件)	埋設管台帳 (222 件)	企業マーキング (79 件)
水平誤差	9 割分布誤差範囲	20cm 以内	65cm 以内	30cm 以内
	平均値	8.9cm	29.4cm	30.3cm
	最大値	48.1cm	367.5cm	146.0cm
土被り誤差	9 割分布誤差範囲	20cm 以内	45cm 以内	
	平均値	8.2cm	16.9cm	
	最大値	30.2cm	98.0cm	

6. 探査の使用効果について

埋設物台帳並びに占用マーキングはある程度の目安に過ぎず、その資料を参考に作成した設計業務内容も良くない可能性が高いことは明らかである。

また、マッピングシステムも完璧に地下埋設状況を把握できる訳でなく、管路が輻輳している箇所且つ大きい構造物(電共柵)を埋設しなければならない箇所は試掘を実施する等、補填が必要である。

ただ、完璧でない方法ながら、補填方法を追加することで現場に近い成果は得られることにより、設計業務の内容向上には有効な手法の1つである。また、試掘の数も減らすことが出来ることから、費用の抑制も図れると思われる。

7. 発注者の今後の課題について

今回の調査は、試験フィールドでない生の現場で非破壊探査の精度検証を行ったことに意義があり、今回のマッピング精度の実態は、現時点まで全国でも明らかに出来ていなかったことが実績化出来たと考える。

発注後の無駄な工事中止期間と修正にかかる多大な労力と人件費用が無くなるよう、設計時に見えないもの(=埋設物)の実態調査にいくら費用をかけることが出来るかが課題であり、更に今後続くだらう電線共同溝事業の円滑な進捗のため、完全な設計成果を作成するための一手法として検討していく必要がある。