

路面下空洞探査車を用いた空洞判定事例

中央開発(株) ○草野信人, 鈴木丙午

1. はじめに

局地的大雨などによる道路の冠水や地下インフラ設備の老朽化等を原因とする空洞化によって道路の陥没が発生しており、路面の陥没は人命等の重大事故につながるリスクがある。このため、道路の陥没を発生させないことが重要な課題であるが、目視による点検では空洞発生状況を把握することが難しいため、現在、図-1に示すように地中レーダ技術を用いた路面下空洞探査車による調査¹⁾が地方自治体等で進められている。

本稿では、一般道路にて実施した路面下空洞探査車による空洞調査の事例をもとに、路面下空洞探査の留意点と空洞判定事例について考察する。



図-1 路面下空洞探査概念

2. 各調査段階に対する留意事項

路面下空洞探査の作業フローを図-2に示す。

現地踏査では、車両で調査路線を事前走行、定められた調査区間の起点終点の位置、測定車線、道路・交通状況、地形・地質の自然条件などを把握するが、特に走行や一次調査結果に影響する下記ポイントに留意して踏査した。

- ・ 右左折レーン、交差道路、取付道路
- ・ 橋梁、水路
- ・ 舗装面の変状有無
- ・ 工事予告、工事箇所
- ・ 民家等の沿道周辺の状況

一次調査では、現地踏査で確定した路線に対して路面下空洞探査車を走行させ路面下からの反射データおよび探査位置情報データ（左右・後方及び路面画像）を取得し、データ処理・解析を行うが、下記の点に留意して行った。

- ① 現地調査では路面下からの反射データの取得において降雨の影響が大きいため測定時期の天候については十分に考慮する
- ② データ処理・解析ではセンターライン上の異常箇所を評価する場合に上下線の反射データをよく比較する

③ 判定会議に当たっては、路面下からの反射データは複数人の経験者によって解析・評価を行い、空洞が存在すると思われる異常箇所の抽出を見逃さない
二次調査では、異常箇所についてハンディ型地中レーダ探査装置を用いて位置の特定や発生深度、広がりなどを詳細に把握する。加えて異常箇所周辺の状況（沈下・クラック等）の目視等確認も考慮して空洞の可能性を判断した。

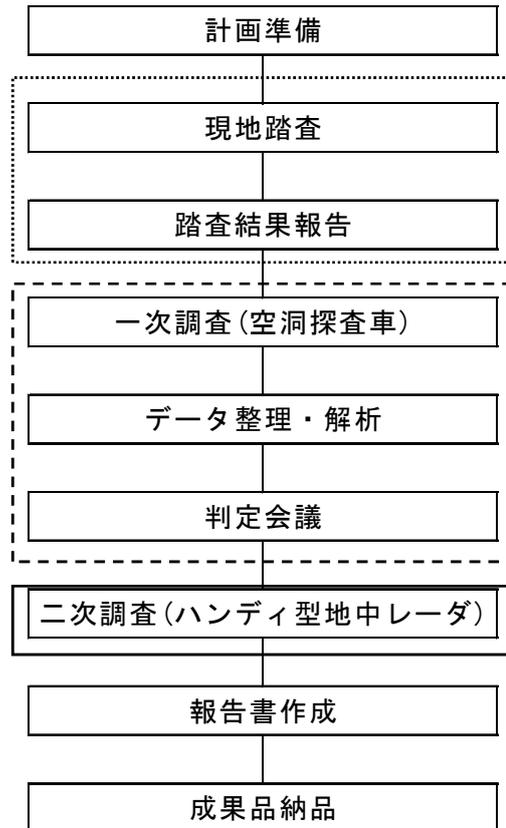


図-2 作業フロー

空洞化の原因等の推定では、得られた異常箇所に対して現地踏査結果、地形・地質に関する既存資料、埋設管等の敷設・埋設情報を考慮して総合的に判断した。

また、空洞箇所の陥没発生の可能性²⁾は、異常箇所の発生深度および広がりをもとに評価した。

3. 探査車使用に当たっての注意点

本業務事例の一次調査では、写真-1に示すカナン・ジョリサーチ社製の MGS3搭載の路面空洞探査車を使用した。その探査性能は表-1に示すとおりである。

この路面下空洞探査車は、地中レーダ探査による異常反射の位置をGPS、車の後方に全周囲カメラの画像から正確に絞り込むことができる。

一般車両が通行する中での調査であり測線の見落としがあると工程が大幅に遅れる恐れがあるため、路面下空洞探査車の運転手、データ確認者と運転サポート者の3人の作業員が乗り込み一次調査を実施した。加えて、探査車の後続に作業車が付いて現場・安全の管理を実施した。

また、運転手は車体下に搭載している地中レーダ探査装置が歩行者、自転車、縁石や隣接車両と接触しないように細心の注意を払った。



写真-1 路面下空洞探査車

表-1 路面下空洞探査車の性能

探査方式	電磁波地中レーダ探査方式
探査深度	2.0m程度
探査幅	探査有効長1.8m
探査能力	縦50cm×横50cm×厚さ10cm以上
位置確認	走行距離、GPS位置情報、路面・周辺画像

4. 判定会議と二次調査結果の判定

路面下空洞調査では現地踏査、一次調査、判定会議、二次調査と大きく分け4回の判断を行うが、4つの中でも特に重要となってくるものが判定会議であり、二次調査箇所を選定する際に非常に重要となる。

判定会議では、路面下空洞探査車を用いた一次調査で抽出した空洞と疑いのある箇所に対して特に埋設物(上下水道・ガス・電力・通信)の有無から二次調査の対象箇所を絞り込まなければならない。空洞が発生する原因の

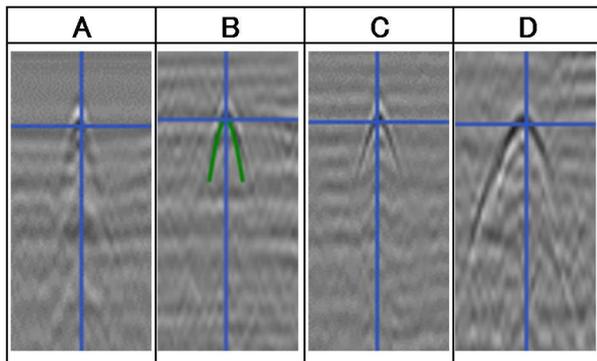


図-3 一次調査レーダの異常反射例

1つに埋設物による影響が大きいためである。

図-3に一次調査レーダの異常反射例を示す。

Aパターンは反射上面が黒で負極性の表現がされており空洞ではないと判断した。B, C, Dパターンは反射上面が白で正極性の表現がされており、空洞の可能性はある。これらのパターンに対して埋設物照会(上下水道・ガス・電力・通信)を実施したところ、Bパターンは異常箇所の発生深度・広がり・付近埋設物情報から空洞の発生が低いと判断した。C, Dパターンには付近に埋設物が確認されたので二次調査の対象箇所と選定した。

C, Dパターンの二次調査結果も含んだ空洞化の原因等の事例を表-2に整理した。空洞はコアカッターによる掘削・ボアホールカメラでの直接法で確認した。

表-2 二次調査結果例

空洞	要因
×	【C】アスファルトがコア状に採取できなかった。アスファルト混合物の剥離が見られる。アスファルトの局所的な劣化による影響が考えられる
○	【D】既存資料によると下水管は半径1m以内に埋設されている。不同沈下、転圧不足、下水管破損などの影響が考えられる。
○	空洞内に水が貯まっていることから、吸い出しの要因の可能性有る
○	空洞下面は若干緩いが、近傍に埋設管がなく、地盤が緩い地域であることから土の圧密から発生したと思われる
○	空洞直下付近に複数本の埋設管が有る。地盤も緩い地域であることから、吸い出し・圧密の両方が要因の可能性有る
○	地盤が緩い地域であることから土の圧密、転圧不足が要因の可能性有る
×	空洞と予測された位置に改良体があり、その改良体に反応したと推測される。問題なし
×	アスファルト混合物の剥離が見られる。アスファルトの局所的な劣化による影響が考えられる
×	新しい表層のアスファルトと下層の古いアスファルトの間に空隙が存在していた。

5. おわりに

本稿では路面下空洞探査の留意点と空洞判定事例を紹介した。地表面がコンクリートの工場や敷地内を対象としたサイトの空洞調査で得た経験や知識だけでは調査対象の多くが舗装されている一般道路における路面下空洞調査業務の空洞判定を行うことは難しい。メンテナンスと言う観点から道路というインフラを整備することは必要不可欠であり、今後も積極的に路面下空洞調査に従事し、空洞の可能性を判断できる経験・知見・判定能力を向上させ、陥没事故を防ぎたい。

《引用・参考文献》

- 1) 路面下空洞探査車の探査技術・解析の品質確保コンソーシアム：路面下空洞探査技術マニュアル(案)，平成29年9月
- 2) 国土交通省北陸地方整備局北陸技術事務所：空洞判定実施方針(案)，平成22年3月