

## 合理的路面下空洞対策に向けた空洞探査精度の現状と課題

空洞 道路陥没

ジオ・サーチ株式会社 正会員 ○濱也 幸樹  
 同上 大野 敦弘  
 同上 徳永 珠未  
 同上 国際会員 瀬良 良子  
 東京大学生産技術研究所 国際会員 桑野 玲子

## 1. はじめに

道路ネットワークは国民の経済活動や生活に不可欠な機能であり、災害時の機能不全は緊急対応や人命救助、復旧活動を寸断させてしまうため、平常時から健全な状態に維持管理していくことが重要である。しかし近年、老朽化や高度化する地下利用とその工事等が起因の道路陥没が増加している。陥没現象は、地中に潜在する空洞のうちに対処することで未然に防止できるため、確実な診断技術による点検で空洞を探査し、その結果をもとに危険性や拡大性を評価し、効果的に補修していくことが合理的である。陥没対策の内、空洞の発見を目的として実施される路面下空洞探査は、非破壊調査であるため品質確保が重要となる。また、高い精度の探査結果を前提とし、発見された異常信号に対する直接補修の実施(スコープ調査の省略)が可能となり、道路の安全確保の迅速化や空洞調査業務の効率化が図れる。本稿では過去3カ年の調査レコードを基に現状の空洞探査精度について分析した結果を報告する。

## 2. 調査内容の説明

- (1)レーダ探査：電磁波地中レーダを搭載した空洞探査車でデータ取得を実施する調査。取得したデータは解析作業を行い、空洞の可能性のある異常信号を抽出する。  
 (2)スコープ調査：空洞の可能性のある異常信号でボーリング調査を実施し、空洞の有無及び舗装構成を確認する調査。

## 3. 空洞探査の探査精度の指標

空洞探査の能力を評価する場合、「空洞の可能性のある反射信号を検知する」能力と、「検知した信号が空洞であると峻別する」能力の二つの軸に着目する必要がある。それぞれの正解率を「検知率」、「的中率」とし、値の高さで能力を評価することができる。両方の能力が高い水準にあることが、探査精度の高い空洞探査の実施につながる。なお、国や一部の地方公共団体が発注する路面下空洞調査業務では、調査品質の確保を図るために、受注を希望する各調査会社が同一路線で実施する試験調査の結果を、事前に定められたこれらの指標を用いて評価し、受注業者を選定する現道コンペ方式が採用されている。図-1は、実際の調査現場をイメージした検知率および的中率を説明したものである。

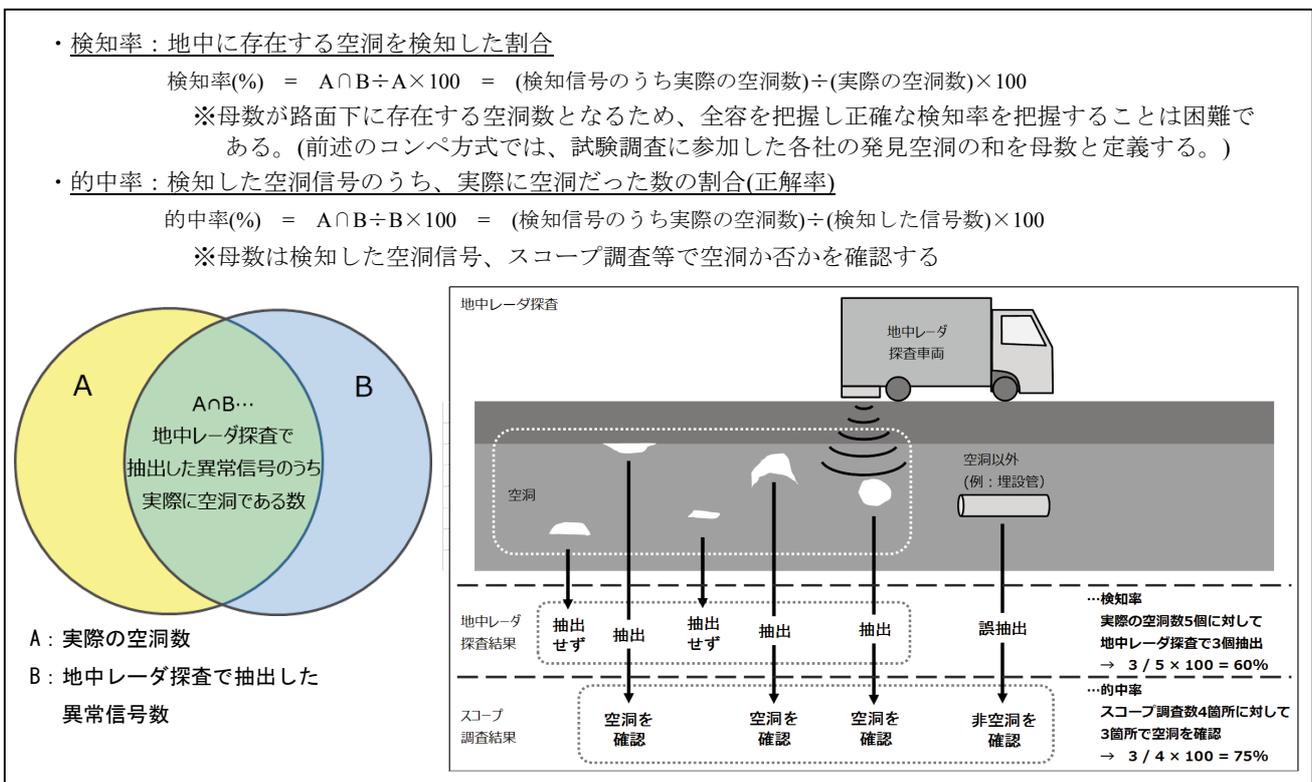


図-1 空洞の検知率、的中率の考え方

#### 4. 分析内容および対象データ

以下の調査結果を基に空洞探査の的中率を算出し、探査精度の分析を行った。なお、検知率については母数が路面下空洞に存在する全ての空洞数であり検証が困難であるため、今回の分析対象からは除外した。

・調査実施者：ジオサーチ株式会社 ・対象レコード：21,145 件 ・案件集計期間：平成 27 年～平成 29 年

#### 5. 分析結果

##### (1)空洞探査の的中率

平成 27-29 年の 3 年間の 21,145 件の空洞調査レコードから、車載型装置による調査データを解析した異常信号のうち、スコープ調査で空洞/非空洞を確認した 4,500 箇所異常信号を抽出した。この中で、スコープ調査結果が空洞だったものが 3,965 件で、的中率は 88.1%となった(表-1)。

表-1 空洞探査の的中率(全体、参考値扱い)

対象	異常信号数	空洞	非空洞	的中率
全体 (車道部・スコープ調査を実施した異常信号)	4,500	3,965	535	88.10%

##### (2)空洞探査の的中率(検証率<sup>※</sup>8割以上の案件)

案件によっては予算の都合などで異常箇所全てにスコープ調査を行わず、信号の検証という意図から外れるものがある。そこで、検証率が 8 割以上という条件で絞った案件の 670 箇所の異常信号だけの的中率を算出した。このとき空洞は 594 箇所、的中率は 88.7%となった(表-2)。選定の意図がない箇所を対象としたこの値が現状での的中率となる。

表-2 空洞探査の的中率(検証率 8 割以上)

対象	異常信号数	空洞	非空洞	的中率
検証率8割以上の案件でスコープ調査を実施した異常信号	670	594	76	88.70%

※検証率：スコープ調査箇所数/異常信号箇所数の案件

##### (3)案件ごとの検証数と的中率

案件ごとの検証数と的中率の分布を図-2 に示す。同図に示すように、案件ごとの的中率は 74%から 100%の間でばらついて分布していた。なお、検証数と的中率の間に相関はなかった。

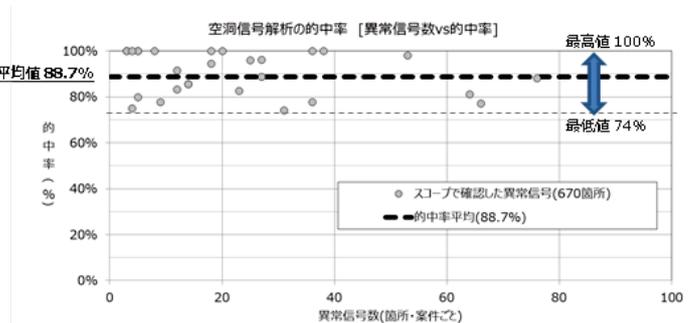


図-2 空洞探査の的中率

(検証率 8 割以上の案件、異常信号数 vs 的中率)

##### (4)案件ごとの検証数と的中率

案件ごとの調査延長と的中率の分布を図-3 に示す。同図に示すように、調査延長と的中率の間に相関はなかった。

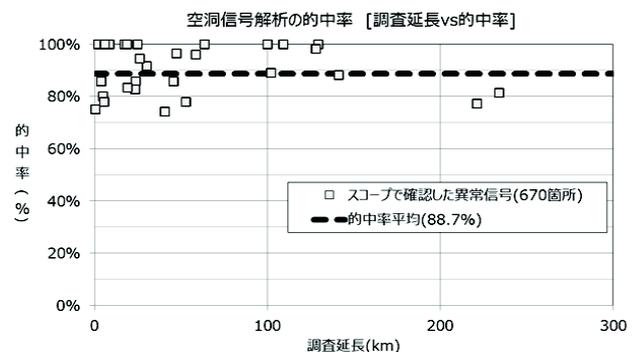


図-3 空洞探査の的中率

(検証率 8 割以上の案件、調査延長 vs 的中率)

#### 6. まとめ

データ分析により、空洞探査の現状の的中率は 88.7%であることが把握された。高い中率での探査は、適切な箇所での補修対応や道路パトロール等による経過観察等につながり、効率的な空洞対策が可能となる。ただし、検証率が 8 割未満の業務の中には、的中率が 50%未満の案件もあった(144 案件中、2 件)。このため、探査精度の指標として利用する際には、母集団とサンプルの特性について留意する必要がある。また、的中率について案件ごとの異常信号数ならびに調査延長との相関は確認されなかった。

#### 7. 今後の課題

本稿では探査精度の指標としての的中率に着目した。探査精度の指標には他にも検知率、空洞深さ測定値、広がり測定値が存在する。検知率の低さは空洞の抽出漏れに直結し、道路の安全確保に与える影響が大きい。また、空洞の深さや広がり測定値は、発見された空洞のその後の対策優先度の決定に影響を与える。

合理的な路面下空洞対策のためには、一定の精度以上の探査能力が必須であり、陥没対策に関する全ての議論の大元となる「空洞に関する情報」は高い精度であることが必要である。今後は的中率以外の指標についても分析し、現状把握を実施する。なお、本研究は、国土交通省道路局が設置する新道路技術会議における技術研究開発制度により、国土交通省国土技術政策総合研究所の委託研究「道路構造及び空洞特性に適応した陥没危険度評価と合理的な路面下空洞対策についての研究開発」で行われたものである。