

# 路面陥没の防止に関するガイドライン（案）の策定について

羽鳥 響

関東地方整備局 道路部 道路管理課 (〒330-9724 埼玉県さいたま市中央区新都心2-1)

路面下空洞調査については、技術の進歩により車両等による空洞探査を実施しているものの、路面下空洞の発生・成長のメカニズムや路面下空洞の規模・位置と路面陥没発生の可能性の関係が未だに解明されていない。また、確認された路面下空洞に対する措置方法等も十分に確立されていない状況にある。そのため、路面下空洞や路面陥没に対して各道路管理者は、独自に調査を実施し、緊急性の判定や措置を行っているところである。

このような背景を踏まえ、路面陥没の防止に関するガイドライン（案）（以下、「ガイドライン（案）」という。）を策定したので、報告するものである。

キーワード 路面下空洞、路面陥没、空洞陥没調書、ガイドライン（案）

## 1. はじめに

路面下空洞については、その規模により時には路面陥没に進展し、道路利用者に損害を与えたり、補修工事等の措置時に交通規制による渋滞が発生したりする等、社会的に大きな影響を及ぼすことが問題となっている。関東地方整備局管内では、2023年度に12件、2024年度は12月時点で16件の路面陥没が確認されており、重大事故につながる可能性が高いことから、路面陥没の未然防止策を進める必要性が生じている。

そのため、道路管理者による路面陥没の防止に関する検討の参考となるよう、「既存のマニュアル」、「学識者の研究成果」、「全国直轄国道の空洞陥没調書」の整理・分析結果を踏まえて、ガイドライン（案）を策定した。

ガイドライン（案）策定にあたり、直轄国道における効果的な空洞探査計画、確認された路面下空洞への対策の優先度の判定、対策の優先度判定に基づいた措置の対応方法等を取りまとめることにした。

なお、空洞陥没調書とは、図-1のような路面陥没を発見した際に作成する、路面下空洞に起因する路面陥没の発生状況、発生原因、措置状況、状況写真等の詳細情報を記載した資料のことである。



図-1 路面陥没の発生状況

## 2. 現状における問題点

現状における問題点として以下の内容が挙げられる。

- 空洞探査については、統一的な考え方がない中で、空洞探査対象箇所や空洞探査頻度の設定について各道路管理者が個別に判断せざるをえない状況で空洞探査計画を策定している。
- 効率的な調査計画と的確な路面陥没発生の可能性の判定を行うために必要と思われる路面下空洞の発生・成長メカニズムに関係する情報が整理・蓄積・分析されていない。
- 調査により判明した路面下空洞の状態（位置、大きさ、深さ、厚さ等）に対して、どのような情報を加味して路面陥没発生の可能性の判定をすれば良いのか整理されていない。

### 3. 路面陥没の防止に関する検討

ガイドライン（案）の策定にあたり、既存の空洞陥没調書の収集、路面陥没発生箇所の傾向の分析、既存のマニュアルや学識者の研究成果との関係性の評価を行い、とりまとめを行った。策定したガイドライン（案）は新たに蓄積した空洞陥没データより分析を行い、新たに得られた知見から適宜、適切に見直しを行うこととした。

ガイドライン（案）の策定にあたっては、学識者及び専門技術者で構成する「路面陥没の防止に関する検討会」において、検討を行うとともに、各地方整備局の担当者との意見交換を行い、その結果をガイドライン（案）に反映することとした。

ガイドライン（案）策定の作業フローは図-2のとおりである。

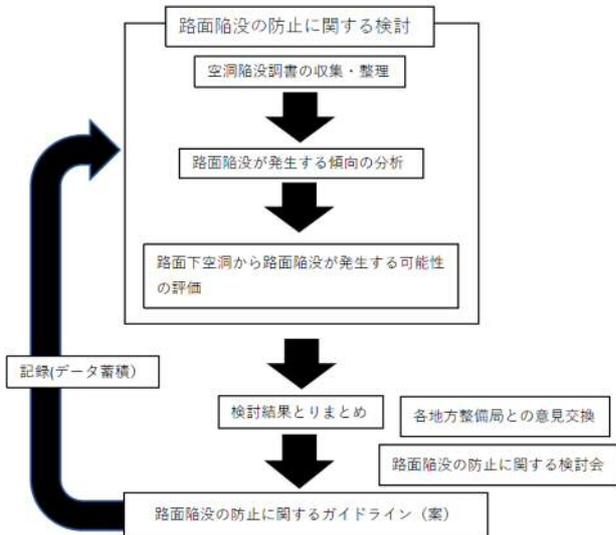


図-2 ガイドライン（案）策定の作業フロー

#### (1) 空洞陥没調書の収集・整理

過年度の空洞陥没調書について、路面性状調査結果等も参考に、「路面下空洞の規模、位置」、「埋設物の種類、損傷の有無」、「舗装構成」、「交通特性（交通量、大型車混入率）」、「沿道状況（人口集中地区か否か）」で分類した。

#### (2) 路面陥没が発生する傾向の分析

路面陥没発生箇所の整理したデータを基に、路面陥没発生の可能性について分析を行った。集計対象は、路面陥没発生箇所における空洞陥没調書のデータのうち、2015年から2021年の全国の直轄国道で発生した事象225箇所とした。

分析結果より、路面下空洞確認深度や埋設物の有無及び種類、路面性状の傾向から以下に示す内容が判明した。

なお、路面下空洞確認深度とは、図-3に示すとおり、路面から路面下空洞までの延長のことである。

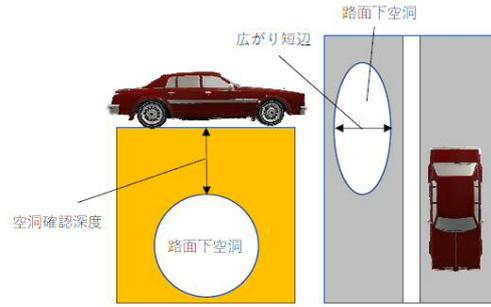


図-3 路面下空洞の広がりイメージ

#### a) 路面下空洞確認深度に対する傾向

図-4に示すとおり、路面陥没発生箇所の88%が路面下空洞確認深度40cm未満であった。また、路面陥没発生箇所の99%が路面下空洞確認深度1m未満であった。

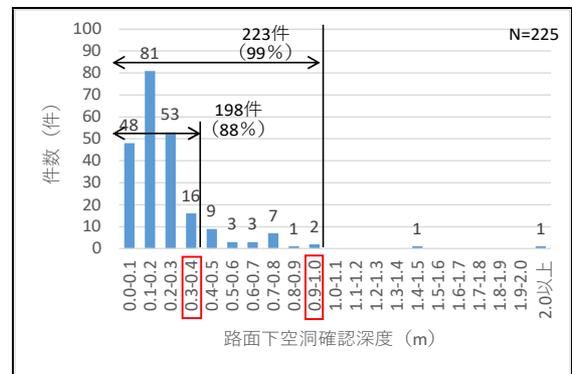


図-4 路面下空洞確認深度別、路面陥没発生件数

#### b) 埋設物の有無及び種類による傾向

図-5に示すとおり、路面陥没発生箇所の約70%で埋設物が存在している状況である。そのうち、埋設物の約80%は、下水道など水に関係しているものであり、路面下空洞の原因は埋設物の破損によるものが多いと判明した。

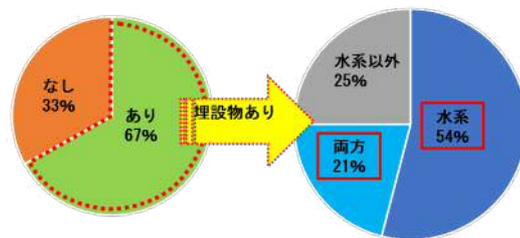


図-5 路面陥没の実績から分かった特徴

#### c) 路面性状による傾向

路面陥没発生箇所における空洞陥没調書のデータ225箇所に追加して、路面陥没が発生していないが路面下空洞が確認された箇所における空洞陥没調書のデータ704箇所について、過去の路面性状調査結果を確認した。その結果、路面陥没が発生、路面下空洞が確認された箇所

の約80%が路面性状調査の結果、路面の状態が健全であることが判明した。

これにより、路面性状調査の結果と空洞陥没発生との因果関係を結びつけることは出来なかった。

### (3) 路面下空洞から路面陥没が発生する可能性の評価

路面下空洞が存在する場合に路面陥没が発生する可能性は、路面下空洞の広がり、路面下空洞の深度、路面下空洞箇所の舗装厚さ、道路交通による輪荷重の大きさとその作用位置など様々な要素の影響を受ける。しかしながら路面陥没発生との明確な基準式などは、未だ確立されていない。

各道路管理者の既存のマニュアル等では、路面下空洞確認深度と路面下空洞の広がり短辺の関係から路面陥没の可能性を判定する表を用いて、路面陥没発生の可能性の評価を行っていることが確認された。

今回、既存のマニュアル等の判定表と空洞陥没調査の関係性を検証し、図-6に示す直轄国道における路面陥没事例と相関性の高い新たな判定表を作成した。

判定表は、路面下空洞を確認した深度と図-3に示すような路面下空洞の広がり短辺の大きさで路面陥没発生の可能性が高いものからA、B、Cの3ランクで判定する。この判定結果に応じて必要な措置を検討するものとした。なお、判定区分の詳細は表-1のとおりである。

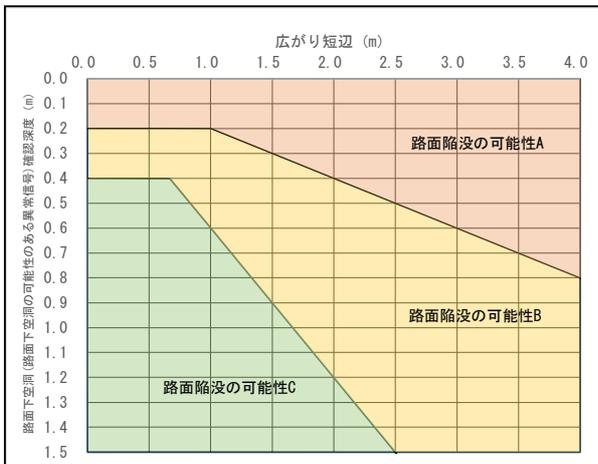


図-6 路面陥没の可能性判定表

表-1 路面陥没の可能性の判定区分

A	路面陥没発生の可能性が高い
B	路面陥没発生の可能性が中程度
C	路面陥没発生の可能性が低い

作成した判定表と路面陥没で路面下空洞を確認した箇所との関係は、図-7に示すとおり、路面陥没の可能性Aで145件（約65%）、路面陥没の可能性Bで65件（約29%）、路面陥没の可能性Cで14件（約6%）の路面陥没

が発生している。路面陥没の可能性が比較的高くない路面陥没の可能性B、Cにおいて詳細に分析すると、それぞれ37件（約57%）、7件（約50%）が埋設物のある箇所において路面陥没が発生していた。そのため、路面陥没の可能性B、Cにおいても埋設物の状況に留意して措置を検討することが望ましいと確認された。

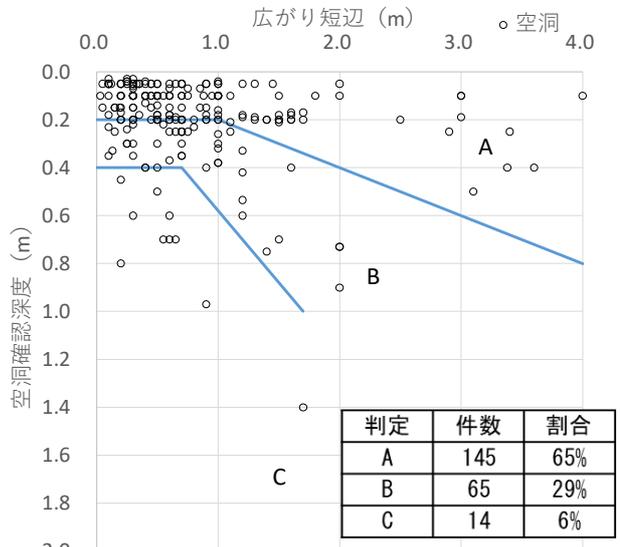


図-7 広がり短辺に対する路面下空洞確認深度

## 4. ガイドライン（案）の概要

空洞陥没調査の分析結果をとりまとめたガイドライン（案）を策定した。ガイドライン（案）の概要は以下のとおりである。

### (1) 空洞探査頻度

空洞探査対象区間や空洞探査頻度について、各道路管理者において管理道路の状況や地理的条件などを参考に総合的に判断して、適宜、適切に設定するものとした。また、空洞探査対象区間や空洞探査頻度設定における留意事項を詳細に示すこととした。留意事項の代表例として、「路面下の埋設物件の輻輳する箇所」、「地盤沈下の大きい地域の道路」、「地下水位の変化が生じている地域の道路」、「河川・海岸等の周辺道路」などを示した。今後の空洞探査による路面下空洞の発見状況により、空洞探査頻度は必要に応じて、見直す必要があることも示した。

### (2) 対策の優先度判定

空洞探査により、路面下空洞の存在を確認（路面下空洞の可能性のある異常信号を確認）した場合には、図-8に示す対策の優先度判定の流れに沿って確認し、総合的に評価して、開削補修が必要か、経過観察とするか、対応を決定することとした。また、表-2に示す対策の優先度判定（例）において、詳細な検討が必要なケース

(路面下空洞から陥没発生への可能性が比較的低い場合、陥没発生時の社会的影響が比較的小さい場合)における開削補修と経過観察の措置判断を補助するためのフローとして、措置判断フローをガイドライン(案)に示した。措置判断フローでは、路面下空洞(路面下空洞の可能性のある異常信号)確認箇所において、埋設物の有無や路面陥没が用水・河川・海岸沿い道路に発生しているかどうか、埋設物調査や継続的吸出し可能性調査による異常があるか等を措置判断の材料とした。

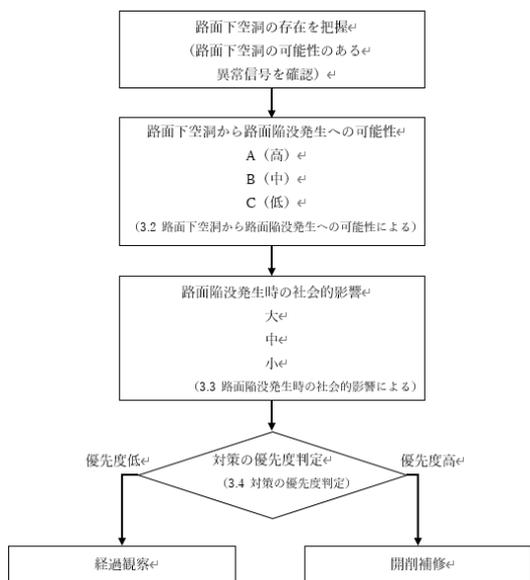


図-8 対策の優先度判定の流れ

表-2 対策の優先度判定(例)

		路面陥没発生の可能性		
		A (高)	B (中)	C (低)
路面陥没発生時の社会的影響	大	開削補修	開削補修	措置判断フロー
	中	開削補修	措置判断フロー	措置判断フロー
	小	開削補修	措置判断フロー	経過観察

### (3) 措置の対応方法

対策の優先度判定により経過観察とする路面下空洞もあることから、経過観察時には路面下空洞が存在することを認識し、当該箇所について日常の巡視等で路面の変状の有無を確認する必要があることを示した。また、経過観察となっている路面下空洞の存在を踏まえ、空洞探査計画にも適宜反映させるものとした。

一方、補修時の対応方法として、対策の優先度判定で開削補修と判定した箇所については、補修工事において可能な限り路面下空洞の発生原因を解明し、再発の防止に努めるものとした。

### (4) 記録方法

空洞探査や開削補修による原因調査等で得られる調査結果は、今後の空洞探査の効率化や措置の対応方法を検討する上で参考となる情報である。そのため、適切なデータ蓄積の取り組みの一例として、各種データと相互参照が可能となるよう空洞陥没調書に緯度経度の情報を追加することとした。

また、データ蓄積は道路陥没を抑制するために極めて重要であることから、データの品質向上を図る必要があることをガイドライン(案)に示した。

## 5. ガイドライン(案)の今後について

ガイドライン(案)策定にあたり、2015年から2021年の全国の直轄国道で発生した路面下空洞や路面陥没に関する空洞陥没調書のデータを収集して、路面下空洞の規模、位置、埋設物の種類、損傷の有無等を整理した。その分析結果や「既存のマニュアル」、「学識者の研究成果」の整理・分析結果を踏まえてガイドライン(案)を策定した。

今回、空洞陥没調書の分析過程で以下の2点が考察された。1点目は、路面下空洞確認深度に対する傾向について、路面下空洞確認深度が40cm未満で約90%の路面陥没が確認できるが、これは国道の舗装厚が25~40cm程度だからと考えられる。2点目は、埋設物の有無及び種類による傾向について、路面陥没発生箇所埋設物が存在している箇所のうち約80%が水に関係しているものであるが、これは下水管や道路排水施設の老朽化や継ぎ目の隙間からの土砂流出が原因によるものだと考えられる。今後蓄積したデータにより、これらの分析も進めていきたい。

空洞探査や詳細調査で得られた調査結果などのデータは、今後の空洞探査の効率化や路面下空洞発生要因、成長のメカニズムの解明などを検討する上で参考とする情報であり、適切な方法で記録し、蓄積することが重要である。しかし、従来の空洞陥没調書の記録では、路面陥没発生の事象のみを記録しており、分析をするためのデータが不足している。今後は、路面陥没は発生していないものの路面下空洞が確認された箇所の記録も残すことで、解明されていない路面下空洞の発生メカニズムについて更なる分析を進める。これにより、発見された路面下空洞の路面陥没発生の可能性の判定や措置の方法、調査箇所や頻度等の計画について更なる検討を進め、ガイドライン(案)の充実を図るとともに、データ蓄積と分析から記載事項を充実させ、ガイドライン(案)の実用性を高めていきたい。