

## 「直轄国道の舗装(路面)に関する保全検討委員会」のとりまとめについて

- 路面地下の管理については、「直轄国道の舗装(路面)に関する保全検討委員会」より頂いた「路面地下の適切な管理のあり方ー中間とりまとめー」(平成21年8月26日)をもとに作業を行ってまいりました。

今般、保全検討委員会より、行ってきた作業を踏まえて「中間とりまとめ」を修正し別添(次項より)の通り、とりまとめた「路面地下の適切な管理のあり方について」の報告書を頂きました。

今後「報告書」に従い、路面地下の空洞調査を行うこととなります。

# 路面地下の適切な管理のあり方について

平成23年3月

直轄国道の舗装(路面)に関する保全検討委員会

## 直轄国道の舗装(路面)に関する保全検討委員会

### [委員長]

小泉 淳 早稲田大学 理工学術院 教授

### [委員]

秋葉 正一 日本大学 生産工学部 土木工学科 教授

宇野 亨 東京農工大学 大学院 工学研究院 教授

久保 和幸 独立行政法人 土木研究所

道路技術研究グループ舗装チーム 上席研究員

桑野 玲子 東京大学 生産技術研究所

都市基盤安全国際研究センター 准教授

小橋 秀俊 独立行政法人 土木研究所

技術推進本部施工技術チーム 主席研究員

丸山 暉彦 長岡技術科学大学 環境・建設系 教授

吉村 明彦 コマツエンジニアリング(株)

計装システム事業部計装システム第2部

敬称略、五十音順

## はじめに

我が国の社会資本は高度経済成長期に集中して整備されたことから、今後、施設の老朽化が進展していく状況にある。中でも直轄国道は、ネットワークの重要性から高速道路や地域の道路とあいまって、我が国の経済発展や地域の活力強化に貢献し、まさに国民の生活、経済を支える施設であり、引き続き安全な道路としてその役割を確保していかなければならない施設である。

直轄国道に求められる安全性・信頼性を確保するためには、道路の構造としての舗装に着目して、その適切な管理が必要不可欠であるが、この「舗装(路面)」は、自動車や歩行者が直接接触する構造体であり、例えば落下物、わだち、ポットホール、陥没等の舗装の不具合は直接・間接的に事故の原因となる。

路面の陥没という事象を考察した場合、昨今は、集中豪雨や局地的大雨に代表される異常気象等により、道路の冠水等が発生し、これに伴う路床の流出や、特に都市部を中心として上下水道等の地下埋設物の老朽化・劣化等に伴い、路面の地下の路盤、路床の吸い込みを原因とする空洞が発生しているのが現状であり、路面地下の適正なマネジメントを実施するための総合的な対策が求められているところである。

本「報告書」はこれらの路面地下の適正な管理(マネジメント)を行い、保全・予防すべき事象としての路面陥没の防止を中心として、その対策のあり方について、平成21年8月にとりまとめた「中間とりまとめ」をその後の作業を踏まえて修正を行い、当面の方向性を整理したものである。

もとより路面の適正な管理はその工学上の特性から経験工学的な要素があるため、効率的な管理を実施していくためには随時見直しが必要であると共に、今後の技術開発、研究の進展に伴う対策の見直しが必要であることは言うまでもなく、本「報告書」において記された方策が道路管理者のみならず、研究者、占有企業者、民間調査会社等の本対策に関与する関係者・関係機関の協力のもとに実施され、進展していくことを期待する。

平成23年3月

直轄国道の舗装(路面)に関する保全検討委員会

# 1. 路面地下の管理の現状

## (1) 舗装(路面)の管理の視点

- 舗装は路面、舗装体、路床および路体の各要素から構成されている。
- 各要素の障害として、路面では、落下物などによる路上障害があるが、舗装体では、わだち掘れやポットホール、空洞があり、路床および路体でも空洞が主要な障害となる。
- 直轄国道では、舗装における異常を把握するため、道路パトロールにより目視点検を実施するとともに、概ね1年～数年程度に1回、路面性状調査、路面下空洞探査等を実施している。
- 道路パトロールにより、路面の落下物、舗装体の異常(ポットホール等)が検知されるとともに、発見数は少ないものの陥没の兆候と考えられる亀裂が発見される場合がある。道路の陥没は人命に関わる重大事故につながる危険性があるため、しっかりとした対策が必要である。

## (2) 路面地下の管理の現状

- 道路パトロールにおいて、路面を巡視し、路面及び舗装の異常を捕らえて路面陥没の未然防止を図っている。
- 発生する空洞に対して、概ね1年～数年程度に1回、路面空洞探査車を使用し、電磁波レーダーにより波形を捕らえ、異常信号の抽出、スコーピングによる路面下空洞探査を実施し、路面陥没の未然防止を図っている。

## 2. 路面地下の管理の課題

### (1) 総合的な路面地下管理

- 路面地下の管理に関連して、路面の異常（空洞の有無）を発見する道路パトロール、空洞探査調査、地下埋設物の占用許可・監督事務、舗装工事等がそれぞれ実施されているが、有機的な連携が不十分となっている。
- すなわち、舗装構造、地下埋設物を含む舗装に関する工事履歴、交通量、大型車混入率等の交通環境を踏まえ、路面地下を管理するための総合的な診断が必要である。

### (2) レーダーによる空洞探査の適用限界・特性

#### ① 技術上の特性・課題

- 路面下の空洞探査は、1次調査として路面空洞探査車を使用して行っており、交通規制を伴わずに路面下の異質物を把握可能という利点から、現存する他の探査手法と比較して有効である。
- しかし、現状のレーダー探査では、空洞であるか否か、空洞の大小を一義的に判定することは困難である。
- 具体的には、相対屈折率が同じなら境界面での反射率は同じなので第一反射波の大きさだけでは空洞であるかの判断はできない等の原理的な問題、濃淡で表示したレーダー画像

からアスファルト路面下の空洞あるいは砂利を区別するのは困難であったり、占用工事で一部分のみの埋め戻しをすれば埋め戻した材料の屈折率の差がレーダー信号として検出される可能性がある等の技術的な課題・特性がある。

## ② レーダーによる空洞探査における定義、判定方法

- 抽出すべき空洞規模の判断基準が曖昧（例えば空洞と空隙の違いなど）であり、危険な空洞を定義せずに空洞探査を行っている。そのため、収集したデータを解析し、どの程度の深さ、面積が危険なのか等についても多角的な検討が必要である。
- 空洞発見に至る間の中間プロセスにおける異常信号や空洞の判定方法が不明瞭である。

## ③ 空洞探査の実績データの反映

- 過去の空洞探査結果が蓄積されていないため、過去の空洞探査実績が反映されていない。
- 空洞が発生しやすい路線や箇所など、空洞発生メカニズムや状況を踏まえた調査対象の選定が不十分であり、網羅的に空洞探査を行っている。



### (3) 空洞探査が有効である対象

- レーダー探査は、管理延長を考えれば費用等の制約からも実効上は、最も頻度を高く実施する区間においても年1回程度しか実施していない。

空洞の発生メカニズムを鑑みれば、路面下の空洞はいわゆる「水みち」が形成された後は、その大きさが急速に成長することも考えられ、また、地下埋設物の破損・劣化や工事の不良等の起因等による空洞は成長速度が急速な場合もあり、空洞探査のインターバルの間に空洞が成長し、路面陥没が発生するおそれがある。従って空洞探査によって防止が可能な路面陥没の範囲には限界がある。

### 3. 路面地下の管理のあり方

#### 1) 基本的な考え方

##### (1) 関係者の協働による路面地下管理の実施

- 道路管理者、研究者、民間事業者、占用企業者等がそれぞれの役割を踏まえ、協働して路面地下の適切な管理を実施すべきである。

##### (2) 空洞が発生しにくい舗装の採用等による予防策

- その際、空洞の発生を探知し補修することに加え、空洞そのものが発生しにくい舗装構造や地下埋設物工事の設計施工管理の徹底等、予防的手法も併せて考慮すべきである。

##### (3) 地下障害(空洞)発生メカニズムの解明

- 成長速度等、空洞の発生と成長のメカニズムは、物理的、力学的、土質的などの学術的な分野からのアプローチが今後とも必要であり、これらを引き続き解明するよう努力すべきである。

## 2) 具体的な方策

### (1) 総合的な診断

- 交通に危険を及ぼす可能性が高い空洞懸念箇所は、交通量、地下埋設物、周辺工事の履歴、排水系統等により、総合的に診断・判断すべきである。また、空洞ができる主要な原因が「水みち」の形成にあることから、当該箇所周辺の地形や地下水の流れなどの地理的な情報を十分に把握し、総合的な診断・判断に活用することも重要である。

特に、地下埋設物の劣化・老朽化、破損は舗装に悪影響を与えるため、状況の把握が不可欠であり、また、道路本体の工事履歴についても道路工事によって「水みち」が形成される可能性があるため、工事実施後の状況も考慮していく必要がある。

また、過去の実績等をもとに、危険な空洞に関する一定の目安(基準)を設定すべきである。

### (2) 舗装健全性の確認(FWD試験)

- 現場試験としてFWD試験による「たわみ量」の測定は、舗装の安全性、健全性を判定するための有効な手法である。陥没を引き起こすような空洞であれば、舗装の支持力が低下している可能性が考えらる。したがって、このような陥没を引き起こすような空洞について、FWD試験のたわみ量で判定するための一定の目安を検討すべきである。

### (3) 道路パトロールの充実

- 年1回程度の路面下空洞探査を行ったと仮定しても、地下埋設物の劣化・損傷等による成長速度の速い空洞や地下での工事事務などに起因する空洞は、完全に事前に探知することが困難であるため、日常の目視(巡回)により、路面変状を把握するが、その際、具体的な巡回の注意点を定め、空洞探査と道路パトロールの特性を組み合わせることで効果的、効率的な陥没防止を行うべきである。

### (4) 各種データの活用

#### ① 総合的なデータに基づく判定

- 空洞の異常信号の位置、信号データ等と、地盤、地形、地下水条件、舗装構造、地下埋設物件、工事履歴、交通量等の周辺情報を活用し、異常信号や空洞の判定を実施すべきである。

#### ② 時系列での分析・診断

- 過年度のデータと比較、検証するなど、時系列で分析・診断できる環境を整備すべきである。

また、既調査データの蓄積にあたっては、これまでの経験や空洞の発生実績を有効に活用することが必要である。

なお、レーダーはアンテナなどによっても見え方が異なるため、諸元を明らかにしてデータを蓄積することが重要である。

### ③ 空洞調査頻度の設定

- 空洞発生の実績等を考慮し、空洞探査を高頻度で実施する区間、低頻度で実施する区間など、地域特性や路線特性等に応じて効率的な頻度を設定すること等により、探査と目視(巡回)を組み合わせることで効率的な路面地下管理を行うべきである。

### ④ 占用企業者との情報共有

- 地下埋設物の工事履歴、老朽度等のデータを占用企業者の協力のもとで整備・活用し、路面地下の管理を実施すべきである。

## (5) 空洞補修工事の実施

- 空洞の補修工事においては、可能な限り空洞の発生原因を解明し、再発の防止に努めるべきである。  
一方で、空洞の発生原因が明確とならない場合においても、特に交通量が多い幹線道路においては、短時間での交通解放(復旧工事の完了)が必要であるため、例えば、粘着性の埋め戻し土の活用等の補修工事の工法・対策メニューをあらかじめ定めること等により、速やかな補修工事を実施すべきである。

## (6) 技術開発、技術力の向上

### ① 将来に向けた技術開発

- 空洞探査に特化したレーダーの開発など、より効率的に探査が可能となるよう将来に向けた技術開発を推進すべきである。

また、欧米では開発中である交通規制を必要としない高速走行型たわみ測定装置の開発にも取り組むべきである。

### ② 技術力の向上

- 異常信号や空洞の判定は、各種の調査データ、舗装諸元、工事履歴等をもとに適切な判断をする必要があり、それぞれの段階で関与する者が技術力を高め、関係者・関係機関が協働して円滑な調査を実施すべきである。

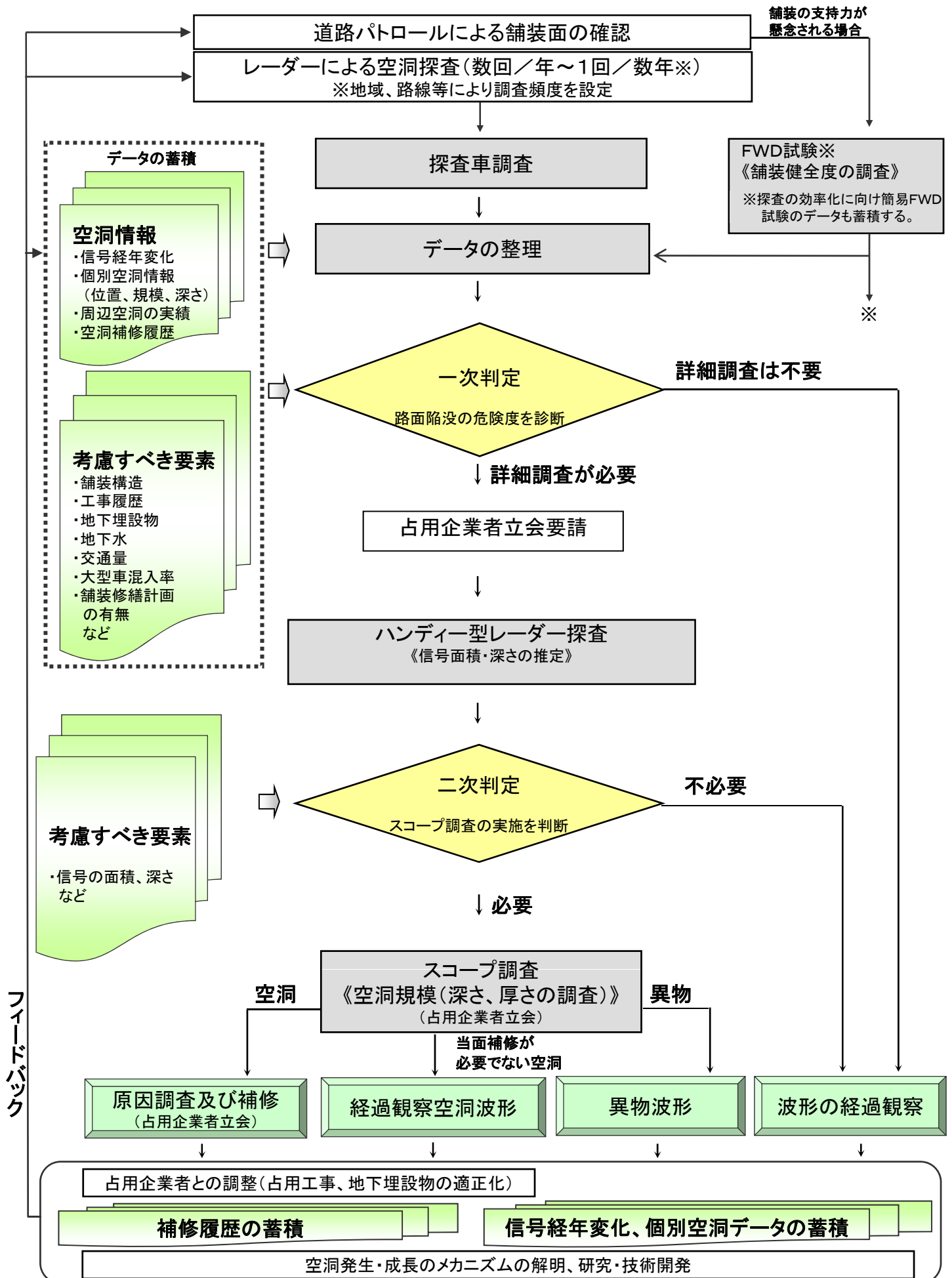
## (7) 具体の作業フローの見直し

- 上記の個別具体の方策を反映し、今後は「路面地下の管理(陥没防止策)作業フロー」(資料1)に基づき、路面地下の総合的な対策を実施していくべきである。

また、これに合わせ、実務上の作業マニュアルの見直し等の環境整備を行うべきである。

# 路面地下の管理(陥没防止策)作業フロー

資料1



※健全性に応じ舗装補修