

路面安全管理マニュアルに基づく 安全管理に向けた調査研究

令和7年3月

兵庫県 伊丹市
一般財団法人 地方自治研究機構

路面安全管理マニュアルに基づく
安全管理に向けた調査研究

令和 7 年 3 月

伊丹市
一般財団法人 地方自治研究機構

はじめに

昨今の我が国的地方行政を取り巻く環境は、少子化に伴う本格的な人口減少・高齢化の進行、社会全体のデジタル化の急速な進展、各種災害の激甚化、働き方やライフスタイルの多様化、インバウンドの急増、脱炭素化や SDGs 等の地球規模の潮流など、これまでとは大きく異なる変化が見られます。

こうした中で、地方公共団体は、自治体 DX の推進、人材の確保・育成、経営マネジメントの強化等を図りつつ、住民ニーズを的確に捉え、地域の特性を活かしながら、住民福祉の向上、地域産業の振興、まちづくりの推進、防災対策の強化、自然環境の保全、共生社会の実現等に関する諸課題に、自らの判断と責任において取り組んでいくことが求められています。

このため、当機構では、地方公共団体が直面している諸課題を多角的・総合的に解決するため、個々の団体が抱える課題を取り上げ、当該団体と共同して、全国的な視点と地域の実情に即した視点の双方から問題を分析し、その解決方策の研究を実施しています。

本年度は 6 つのテーマを具体的に設定しており、本報告書は、そのうちの一つの成果を取りまとめたものです。

平成 28 年に発生した福岡県博多駅前での大規模な道路陥没事故や、最近でも令和 7 年に入り埼玉県八潮市で重大事故が発生しており、道路管理を行う国や団体にとって、路面下にある空洞を把握し事故を未然に防ぐための対策を講じることは急務となっています。他方、路面下空洞の調査には多額のコストを要することから、多くの団体で対策に苦慮している課題でもあろうかと思います。こうした背景から、本研究では、路面の状態を分析することで空洞発生に関する新たな知見が得られないのかを様々な角度から調査しています。

本研究の企画及び実施に当たりましては、研究委員会の委員長及び委員を始め、関係者の皆様から多くの御指導と御協力をいただきました。

また、本研究は、公益財団法人 地域社会振興財団の助成金を受けて、伊丹市と当機構とが共同で行ったものであり、ここに謝意を表する次第です。

本報告書が広く地方公共団体の施策展開の一助となれば大変幸いです。

令和 7 年 3 月

一般財団法人 地方自治研究機構

理事長 三輪 和夫

目次

序章 調査研究の概要	1
1 調査研究の背景と目的.....	3
2 調査研究の流れと全体像.....	4
3 調査研究の体制.....	4
4 調査研究のスケジュール.....	5
第1章 調査研究を取り巻く環境	7
1 伊丹市の概況.....	9
2 伊丹市の管理道路の現状.....	13
第2章 空洞探査の実施	17
1 空洞探査の実施.....	19
2 分析サンプル地点の特定.....	26
第3章 損傷パターンの整理	29
1 路面性状データの内容.....	31
2 分析サンプル地点の路面の確認.....	34
3 損傷パターンの整理.....	36
4 赤外線計測による路面下空洞の推定.....	42
第4章 評価結果の活用方法等の整理	47
1 空洞探査から得られた知見や課題.....	49
2 路面の性状や損傷の観察から得られた知見や課題.....	53
3 赤外線計測から得られた知見や課題.....	55
第5章 道路管理への具体的応用例	57
1 損傷事例集の作成.....	59
2 ポテンシャルマップの作成.....	64
3 道路管理の信頼性や効率性の向上に向けた取組.....	78
付属資料	81
調査研究委員名簿	95

序章 調査研究の概要

序章 調査研究の概要

1 調査研究の背景と目的

平成 28 年 11 月に福岡県博多駅前で発生した大規模崩落事故や令和 7 年 1 月の埼玉県八潮市での重大な事故を挙げるまでもなく、道路の陥没は、車両や歩行者等への危険を生じさせるばかりか、路面下に埋設されている上下水道、ガス、電気、通信等の管の損傷によるライフラインへの悪影響も懸念され、伊丹市のみならず、国等のすべての道路管理者における防災対策上の課題となっている。

伊丹市が管理する道路延長の約 410km から、平成 30 年から令和 2 年の 3 年間に陥没が年間 7 ~ 10 件程度発生していたが、令和 3 年から同 4 年には、年間 14 件程度の陥没が発生しており、このところ経年に従い増加傾向を示している。

従来、陥没原因の調査手法として表面波探査、地中レーダ探査、重力探査の各手法が採られてきたが、これらはいずれも多額の調査コストを要してきた。その後、地中レーダ探査装置を搭載した路面下空洞探査車の普及に伴い、長大な道路区間を短期間で計測できるようになったことからコスト改善が進み、現在では、地中レーダ探査による方法が、空洞調査のデファクト・スタンダードとなっている。また、技術的進歩や経験則の積み上がりにより、年々探査精度は向上しているものの、通常、数割は埋設管等の異物を空洞疑いのある異常信号として検出するため、同手法は、一次スクリーニング法と位置付けられる。このため、市町村等の予算規模が小さい自治体が管理延長を網羅的かつ定期的に調査し、予め空洞を把握したうえで道路陥没対策を講じていくことは困難であるのが実情と言える。

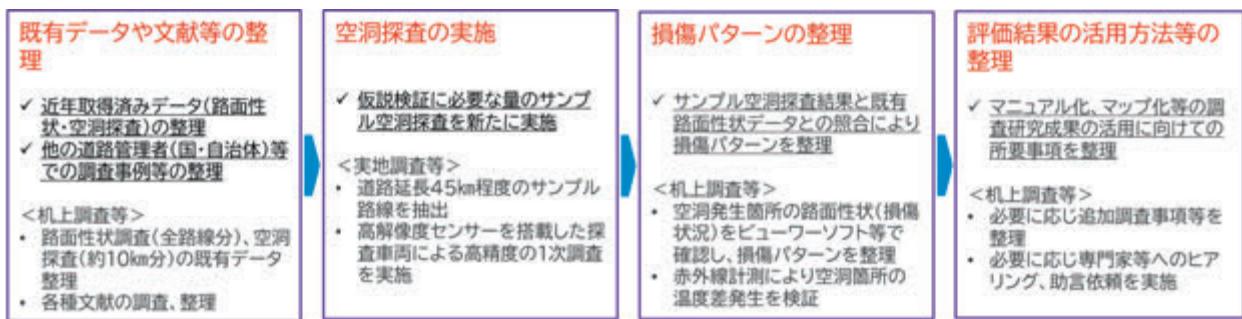
陥没の前段的現象である空洞生成の主な原因として、埋設管の破損による土砂の流出や埋設構造物近傍に発生する水みちなどが知られており、特に、路面下の浅い位置で発生する空洞が最も危険度が高いと言われている。こうした既知の知見に加え、舗装表面に発生する損傷等から空洞リスクを類推する手法や地中レーダ技術以外での簡便な手法によって空洞ポテンシャルの推定精度を補強することができれば、日常的に実施しているパトロールにおいて陥没リスクの高い地点を早期に把握のうえ、開削や削孔による空洞確認の要否を判断することが可能となり、ひいては、速やかに補修を行うことで道路陥没事故の未然防止効果が期待できる。

本調査研究は、データ取得・分析や実地検証から得られた知見をもとに、空洞調査における簡易的な有効技術を検討し、伊丹市で作成する「路面安全管理マニュアル」や「陥没ポテンシャル（可能性）」等に反映され得る、新たな知見の獲得を目的として進めてきたものである。

2 調査研究の流れと全体像

本調査研究の流れと全体像は、図表序-1に示したとおりである。今回の調査研究の背景と目的に基づき、「既有データや文献等の整理」、「空洞探査の実施」、「損傷パターンの整理」、「評価結果の活用方法等の整理」を実施することとした。

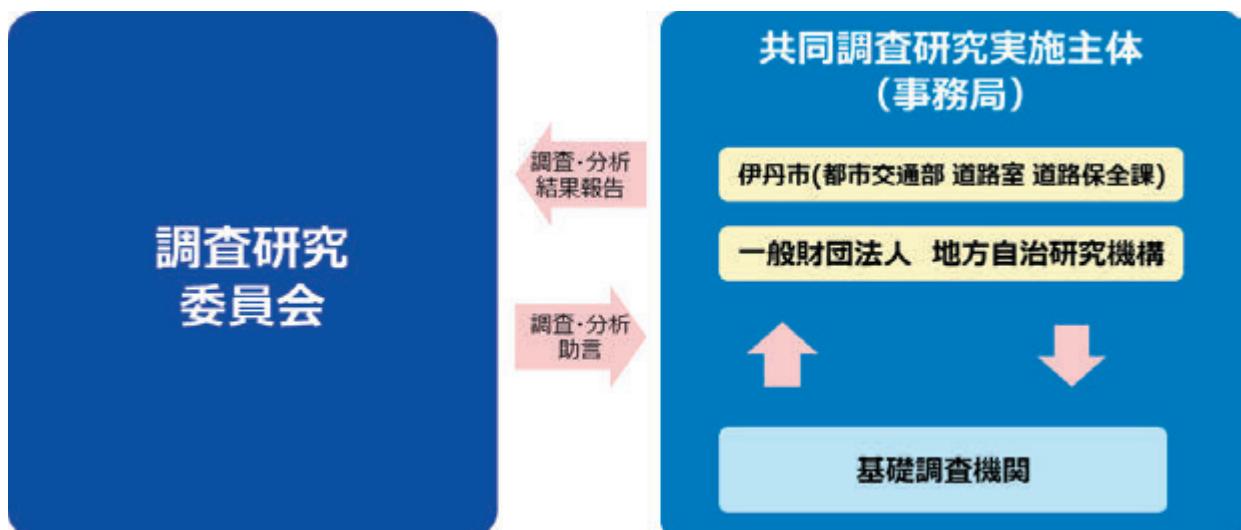
図表 序-1 調査研究の流れ



3 調査研究の体制

本調査研究は、伊丹市（都市交通部道路室道路保全課）及び一般財団法人地方自治研究機構を実施主体として、調査研究委員会の指導及び助言の下、基礎調査機関としてジオ・サーチ株式会社、株式会社パスコの協力を得て実施した。

図表 序-2 調査研究の体制図



4 調査研究のスケジュール

本調査研究は、図表序-1の調査研究の項目を、図表序-3のように実施した。

図表 序-3 調査研究のスケジュール

	2024年									2025年		
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
委員会					★					★		★
既存データや文献等の整理		既存データの整理										
		各種文献の調査・整理										
空洞探査の実施		サンプル路線の抽出				空洞探査の実施、一部試掘確認						
損傷パターンの整理					空洞箇所と路面性状の照合					報告書(案)作成		
					空洞箇所の路面性状のパターン分析							
					空洞箇所への赤外線計測分析							
評価結果の活用方法等の整理						二次検証事項の整理						
						残課題の整理						

なお、以下の日程で委員会を開催し、議論を行い、共同調査研究を実施した。

【第1回委員会】

日時：令和6年8月1日（木）15時00分から17時00分

場所：伊丹市役所 1階 105会議室（卯の花）

内容：調査研究の背景説明及び調査研究企画書案の審議

【第2回委員会】

日時：令和6年12月10日（火）15時00分から17時00分

場所：伊丹市役所 1階 105会議室（卯の花）

内容：調査研究結果の概要報告及び報告に関する審議

【第3回委員会】

日時：令和7年2月17日（月）15時00分から17時00分

場所：伊丹市役所 1階 101A・101B会議室

内容：調査研究報告書案の審議

第1章 調査研究を取り巻く環境

第1章 調査研究を取り巻く環境

1 伊丹市の概況

(1) 位置と地勢

伊丹市は、兵庫県南東部に位置し、神戸市から約20km、大阪市から約10kmの距離にあるため、両政令指定都市のベッドタウンとしての性格も有する。また、伊丹市（及び大阪府豊中市、池田市）に所在する大阪国際空港が「伊丹空港」と通称されることから、伊丹市は、空港のある街として全国的に知られている。さらに、江戸時代初期に伊丹の地（現在の伊丹市鴻池、鴻池財閥発祥の地）で清酒を大量に醸造する技術が確立されたことから、江戸時代中期まで日本一の清酒生産地として栄え、多くの醸造元が他の生産地に移転した現在でも、伊丹市では「清酒発祥の地」として往時を偲ぶ活動が続けられている。

伊丹市の面積は25.00km²で、兵庫県内の29市12町の中で4番目に小さな市域となっており、兵庫県尼崎市、西宮市、宝塚市、川西市及び大阪府池田市、豊中市に接している。地形は、おおむね平坦で、東部に猪名川、西部に武庫川が流れている。

図表 1-1 伊丹市の位置



出所：伊丹市シティプロモーションサイトより

鉄道は、JR福知山線（伊丹・北伊丹の2駅）と、阪急神戸線の支線である阪急伊丹線（伊丹・新伊丹・稻野の3駅）があり、大阪・神戸及び阪神地域の諸都市を結んでいる。

道路は、京都府京都市と兵庫県神戸市を結ぶ国道171号が、市の中央部を東西に横断している。また、中国自動車道と山陽新幹線が、市域の北と南を東西に通過している。

(2) 地質・地盤

伊丹市域は、以下の3つの地質的特徴をもつ区域に分類される。

- ① 広大な氾濫平野をもち現河道に沿って旧河道や自然堤防が形成されている、猪名川流域
- ② 周囲の氾濫平野より河床が高く天井川となっている、武庫川流域の沖積低地
- ③ 川西市加茂から伊丹市伊丹にかけて流路や旧川筋が見られない中位面、中位面より一段低く荒牧や中野、昆陽、御願塚などの宅地が広がる下位面、及び氾濫平野との比高が1mに満たない低位面で構成されている伊丹段丘

また、地盤の強度を表すN値が3~10を示す軟弱地盤の伊丹粘土層と、N値が40~50を示す比較的良好な地盤の伊丹礫層が形成されており、近年では、農地として利用していた土地を宅地や工業用地にするため、盛土地が広がっている。

(3) 人口

令和6年12月1日現在の伊丹市の推計人口は194,907人で、その10年前（平成26年12月1日現在）の推計人口197,696人と比較して2,789人、率にして1.4%減少している。また、人口密度は7,796人/km²となったが、これは、兵庫県内では、尼崎市に次いで2番目の稠密さである。

図表 1-2 伊丹市の推計人口

伊丹市推計人口		令和6年(2024年) 12月1日現在	
総人口	194,907人	増加数	△ 95人
男	93,328人	性別比	91.88%
女	101,579人	(女=100%)	
世帯数	84,534世帯	1世帯当たり人口	2.31人
面積	25.00km ²	人口密度	7,796人/km ²
転入	460人	出生	102人
転出	456人	死亡	201人
社会増	4人	自然増	△ 99人

推計人口及び世帯数は、令和2年国勢調査結果に基づく毎月の住民基本台帳法に基づく移動数を反映したものです。

出所：伊丹市HPより

伊丹市の社会動態を見ると、近年では、対京阪神地区（大阪府、京都府、兵庫県（伊丹市以外））では、概ね転入超過の傾向が続いているのに対し、対首都圏（東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県）では、転出超過が続いている。

図表 1－3 年次別都道府県別転出入者数（人）

都道府県名	転 入				転 出			
	平成30年 (令和元年)	平成31年 (令和元年)	令和2年	令和3年	平成30年 (令和元年)	平成31年 (令和元年)	令和2年	令和3年
埼 玉 県	147	118	124	143	152	139	130	149
千 葉 県	134	99	93	83	163	178	129	123
東 京 都	264	290	281	282	432	411	410	403
神 奈 川 県	182	137	140	124	192	216	189	220
首 都 圏	727	644	638	632	939	944	858	895
京 都 府	249	268	320	295	242	233	268	247
大 阪 府	1,762	1,897	1,587	1,606	1,635	1,801	1,802	1,729
兵 庫 県	3,879	3,353	3,307	3,206	3,029	3,044	3,039	3,128
京 阪 神	5,890	5,518	5,214	5,107	4,906	5,078	5,109	5,104
合 計	8,994	8,491	7,930	7,621	7,766	8,089	7,766	7,721

出所：伊丹市 HP 掲載の統計書資料より一部抜粋・加工のうえ作成

(4) 伊丹市の財政

伊丹市の令和5年度一般会計決算では、歳入額が904.9億円、歳出額が890.4億円となっている（図表1-4）。

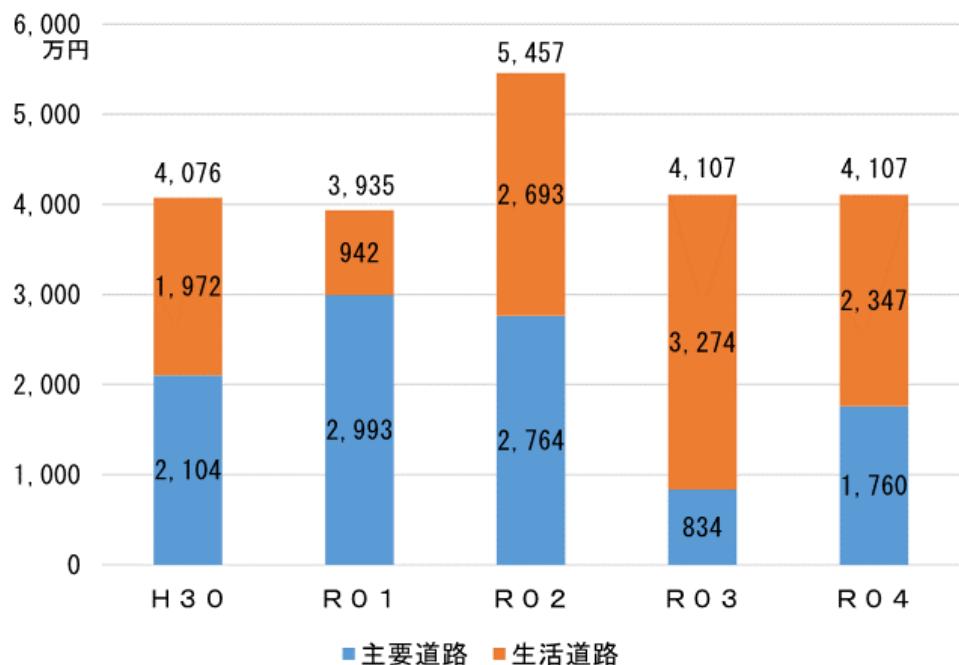
また、伊丹市が公表している令和5年度の決算概要資料によれば、道路等のインフラ修繕は「政策大綱5 環境・都市基盤」の事業カテゴリに含まれ、近年では、概ね4,400万円/年を道路の舗装修繕に支出している（図表1-5）。

図表 1-4 伊丹市の一般会計決算（令和5年度）

I. 決算の状況						(単位:千円)
① <一般会計>						
区分	5年度	4年度	3年度 (参考)	増減額 (5-4)	増減率 (同左)	
1 歳入総額 (A)	90,489,290	94,487,227	97,616,510	△3,997,937	△4.2	
2 歳出総額 (B)	89,035,980	93,395,877	95,543,735	△4,359,897	△4.7	
3 歳入歳出差引額(A)-(B)=(C)	1,453,310	1,091,350	2,072,775	361,960	33.2	
4 翌年度へ繰り越すべき財源 (D)	351,929	188,609	967,762	163,320	86.6	
5 実質収支 (C)-(D)=(E)	1,101,381	902,741	1,105,013	198,640	22.0	
6 前年実質収支 (F)	902,741	1,105,013	1,172,828	△202,272	△18.3	
7 単年度収支(E)-(F)=(G)	198,640	△202,272	△67,815	400,912	198.2	

出所：伊丹市 HP 掲載のR5年度決算参考資料より一部抜粋

図表 1-5 伊丹市管理道路の舗装修繕費の推移



出所：伊丹市 HP 掲載の「伊丹市舗装長寿命化修繕計画」より

2 伊丹市の管理道路の現状

(1) 管理道路の延長

伊丹市が管理する認定市道の実延長は約 410km、2,384 路線であり、1 級市道が約 31km、2 級市道が約 27km、その他市道が約 352km となっている(令和 5 年 3 月時点)。

図表 1-6 伊丹市管理道路の延長・路線数

道路区分	管理延長	構成比	路線数	
				構成比
1 級市道	31.0 km	7.6%	60	2.5%
2 級市道	27.1 km	6.6%	49	2.1%
その他市道	352.0 km	85.8%	2,275	95.4%
合計	410.1 km		2,384	

出所：伊丹市 HP 掲載の「伊丹市舗装長寿命化修繕計画」より一部抜粋・加工のうえ作成

(2) 管理道路の分類

伊丹市では、管理道路の維持管理計画として「伊丹市舗装長寿命化修繕計画」を策定し、国土交通省「舗装点検要領」(平成 28 年 10 月) 及び公益社団法人日本道路協会「舗装点検要領に基づく舗装マネジメント指針」(平成 30 年 9 月)に基づき、道路の役割や性格、修繕実施の効率性、ストック量、管理体制等の観点から、道路を分類 A～D に区分した上で管理道路のメンテナンスサイクルを構築している。

具体的には、主要道路、緊急輸送路、緊急啓開道路及び重要物流道路を道路分類 B に分類し、バス路線、通学路、特定道路に当たる生活路線を道路分類 C に、他の道路を道路分類 D としている。なお、高速道路等の高規格主要道路を想定した道路分類 A については、伊丹市の管理道路に該当はない。

図表 1-7 伊丹市管理道路の分類

分類	対象道路	路線数 ^{※1}	延長	構成比
分類 B の道路	主要道路、緊急輸送路、緊急啓開道路、重要物流道路	77 路線	76.9 km	18.7%
分類 C の道路	バス路線、通学路、特定道路に当たる生活道路	512 路線	111.2 km	27.1%
分類 D の道路	それ以外の生活道路	1,828 路線	222.0 km	54.2%
合 計		2,417 路線	410.1 km	100.0%

※1：路線数には枝番を含む

出所：伊丹市 HP 掲載の「伊丹市舗装長寿命化修繕計画」より

図表 1-8 道路分類別点検方法・点検頻度

分類	管理方法	点検方法	点検頻度
B	良好な走行環境を維持	・路面性状調査 ・定期的なパトロールを実施	7年に1度
C	走行上安全面に支障とならない路面を維持	・路面性状調査 ・定期的なパトロールを実施	7年に1度
D	主として安全性を確保	・定期的なパトロールを実施	必要に応じて (7年に1度) ^{※2}

※2：道路分類の見直しのため、基礎資料として分類Dの点検も一部行う。

出所：伊丹市 HP 掲載の「伊丹市舗装長寿命化修繕計画」より

(3) 舗装路面の損傷状況

伊丹市では、全管理延長の舗装路面の損傷状況を把握するため、令和4年度に路面性状調査(450.1km うち 7.3km は目視調査)を実施している。図表1-9は、調査結果をもとに算出されたMCIにより、伊丹市が管理する道路路面の性状分布を一覧にしたものである。

(注) MCI (Maintenance Control Index) とは、舗装の維持管理のための目安を定量的に把握するため考案された数値で、「ひび割れ率」、「わだち掘れ量」及び「平たん性」という路面性状値によって算出される。MCIは10点が最も高く、数値が下がるほど対策の緊急度や必要性が高まるが、舗装点検要領では、3.0以下を早急な対策を要する路面性状とし、5.1以上であれば概ね良好な路面性状を維持した状態としている。

図表 1-9 伊丹市が管理する舗装道路の路面性状の分布（単位：m）

項目	損傷レベル			大
	小	中	大	
ひび割れ率 (%)	20%未満 402,290	20～40%未満 38,315	40%以上 9,505	
わだち掘れ量 (mm)	20mm未満 434,900	20～40mm未満 7,160	40mm以上 760	
IRI (mm/m)	3mm未満 10,585	3～8mm未満 325,500	8mm以上 106,735	
MCI	5.1以上 346,980	4.1～5.0 68,330	3.1～4.0 25,600	3以下 9,200

出所：伊丹市 HP 掲載の「伊丹市舗装長寿命化修繕計画」より

(4) インフラ通報システム

伊丹市では、「伊丹市インフラ通報システム」を運用しており、道路の不良箇所についても、市民等からの情報提供により、修繕等の対応を迅速に行う体制を整備している。

図表 1-10 伊丹市インフラ通報システムの案内

伊丹市インフラ通報システム

インフラの不良箇所、路上違反広告物をみつけましたらお知らせください。スマートフォン等で24時間いつでも通報できます。
休日・夜間における通報の確認は翌日以降の市役所開庁時間に行いますのであらかじめご了承ください。
なお、不良箇所により事故の発生が予想される等、緊急性の高い場合は『072-783-1234』の市役所代表番号に御連絡下さい。

道路の穴ぼこ



遊具の損傷



路上違反広告物



操作マニュアル

①道路、公園の不良箇所、路上違反広告物を撮影
スマートフォンやデジタルカメラで写真を撮影してください(3枚まで送信可能)
※不良箇所の場所や位置が分かるよう周囲の景色も入れた写真も送信してください
(近景写真(不良箇所の写真) + 遠景写真(場所がわかる写真) の2枚が基本)
※スマートフォン使用の場合は写真を添付する際に撮影することも可能
ただし、お使いの機種によっては上記機能を使用できない場合があります

②伊丹市オンライン申請ポータルにアクセス

③下にスクロールし、申請できる手続き一覧より個人向け手続きを選択

④キーワード検索より「インフラ通報システム」と入力して検索

⑤通報内容に応じるインフラ通報システムを選択
道路の不良箇所、公園の不良箇所、路上違反広告物で分かれています。

⑥内容詳細を読んでいただき、「次へ進む」を選択

⑦入力フォームに従って入力し、「次へ進む」を選択

⑧申請内容の確認をしたのち、「申請する」を選択

⑨申請完了

不良箇所に関するお問合せについて

道路の不良箇所	道路保全課 電話番号 072-784-8058
公園の不良箇所	公園課 電話番号 072-784-8134
路上違反広告物の発見	都市計画課 電話番号 072-744-2262

出所：伊丹市 HP より

15

第2章 空洞探査の実施

第2章 空洞探査の実施

第3章の調査で空洞発生地点の路面性状の分析や赤外線計測による温度差分析等を行うため、本章では、最新の空洞サンプルを取得するために実施した路面下空洞探査等の結果を記述していく。

1 空洞探査の実施

(1) 空洞探査の実施要領

ア 調査対象

伊丹市が選定した69路線、測線長計45.4kmを調査した。

なお、伊丹市では、過去に陥没が発生した路線、河川に近い路線、埋設管が輻輳している路線等を抽出のうえ、管理延長（約410km）の1割以上となるよう調査対象を選定している。

（注）調査箇所の一覧表は、末尾の付属資料に掲載する。

イ 一次調査

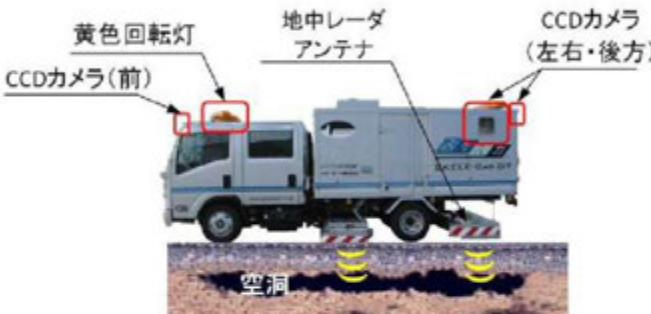
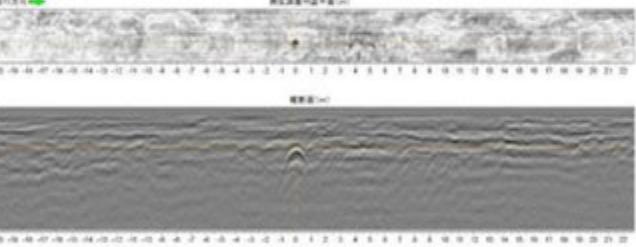
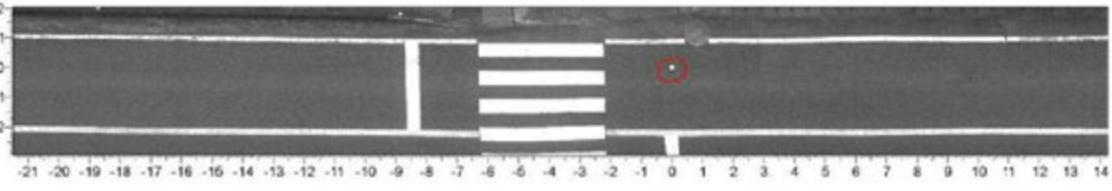
マイクロ波を照射して路面下空洞を探査する車両（以下、「路面下空洞探査車」という）を用いて、レーダデータ、ポジショニングデータ（前方、左右3方向の周辺映像）、GPSによる位置情報および路面映像を取得した。図表2-1、図表2-2のとおり、道路の幅員や生活・幹線の別により、スケルカM、スケルカDと呼ばれる2機種の路面下空洞探査車を使い分けている。

図表 2-1 使用した路面下空洞探査車の仕様（スケルカM）

路面下空洞探査車の主な仕様	
◆主要諸元（スケルカM）	
探査速度	：～60km/h
探査深度	：1.5m程度（舗装、土質条件による）
探査幅	：1.6m
探査能力	：（縦）0.5m×（横）0.5m×（厚）0.1m以上の空洞
◆搭載機能	

出所：基礎調査機関（ジオ・サーチ株式会社）より提出を受けた報告書より抜粋

図表 2-2 使用した路面下空洞探査車の仕様（スケルカD）

路面下空洞探査車の主な仕様	
◆主要諸元（スケルカD）	
探査速度	～80km/h
探査深度	1.5m程度(舗装、土質条件による)
探査幅	2.5m
探査能力	(縦)0.5m×(横)0.5m×(厚)0.1m以上の空洞
アンテナ	多配列方式
◆搭載機能	
	
◆取得データ例	
<input type="button" value="レーダーデータ"/> 	<input type="button" value="ポジショニングデータ"/> 
<input type="button" value="路面映像"/> 	

出所：基礎調査機関（ジオ・サーチ株式会社）より提出を受けた報告書より抜粋

図表 2-3 空洞探査の実施現場①

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0f2e0; width: fit-content;"> <p>業務名 伊丹市内 路面下空洞探査車（スケルカーM） 計測状況 令和6年6月17日 登録者 ジオ・サーチ株式会社</p> </div>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">工程</th><th style="text-align: center;">一次調査</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">調査箇所</td><td style="text-align: center;">伊丹市内</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">調査日</td><td style="text-align: center;">2024/06/17</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">内容</td><td style="text-align: center;">路面下空洞探査車（スケルカーM） 計測状況</td></tr> </tbody> </table>	工程	一次調査	調査箇所	伊丹市内	調査日	2024/06/17	内容	路面下空洞探査車（スケルカーM） 計測状況
工程	一次調査								
調査箇所	伊丹市内								
調査日	2024/06/17								
内容	路面下空洞探査車（スケルカーM） 計測状況								

出所：基礎調査機関（ジオ・サーチ株式会社）より提出を受けた報告書より抜粋

図表 2-4 空洞探査の実施現場②

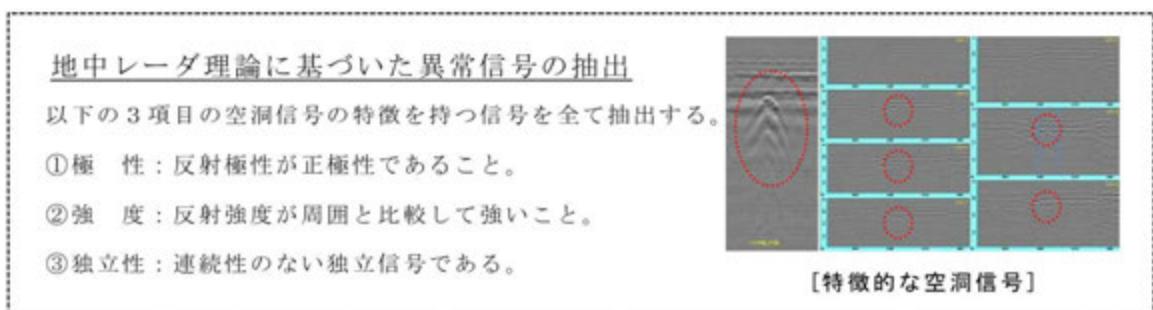
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0f2e0; width: fit-content;"> <p>業務名 伊丹市内 路面下空洞探査車（スケルカーD） 計測状況 令和6年6月18日 登録者 ジオ・サーチ株式会社</p> </div>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">工程</th><th style="text-align: center;">一次調査</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">調査箇所</td><td style="text-align: center;">伊丹市内</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">調査日</td><td style="text-align: center;">2024/06/18</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">内容</td><td style="text-align: center;">路面下空洞探査車（スケルカーD） 計測状況</td></tr> </tbody> </table>	工程	一次調査	調査箇所	伊丹市内	調査日	2024/06/18	内容	路面下空洞探査車（スケルカーD） 計測状況
工程	一次調査								
調査箇所	伊丹市内								
調査日	2024/06/18								
内容	路面下空洞探査車（スケルカーD） 計測状況								

出所：基礎調査機関（ジオ・サーチ株式会社）より提出を受けた報告書より抜粋

ウ 異常信号の抽出

レーダデータの解析にあたっては、探査位置情報データを活用しながら、地中レーダ理論に基づき、空洞信号の特徴である3項目をポイント（図表2-5）に、空洞の可能性のある異常信号を抽出した。

図表 2-5 地中レーダ理論に基づく異常信号の抽出



出所：基礎調査機関（ジオ・サーチ株式会社）より提出を受けた報告書より抜粋

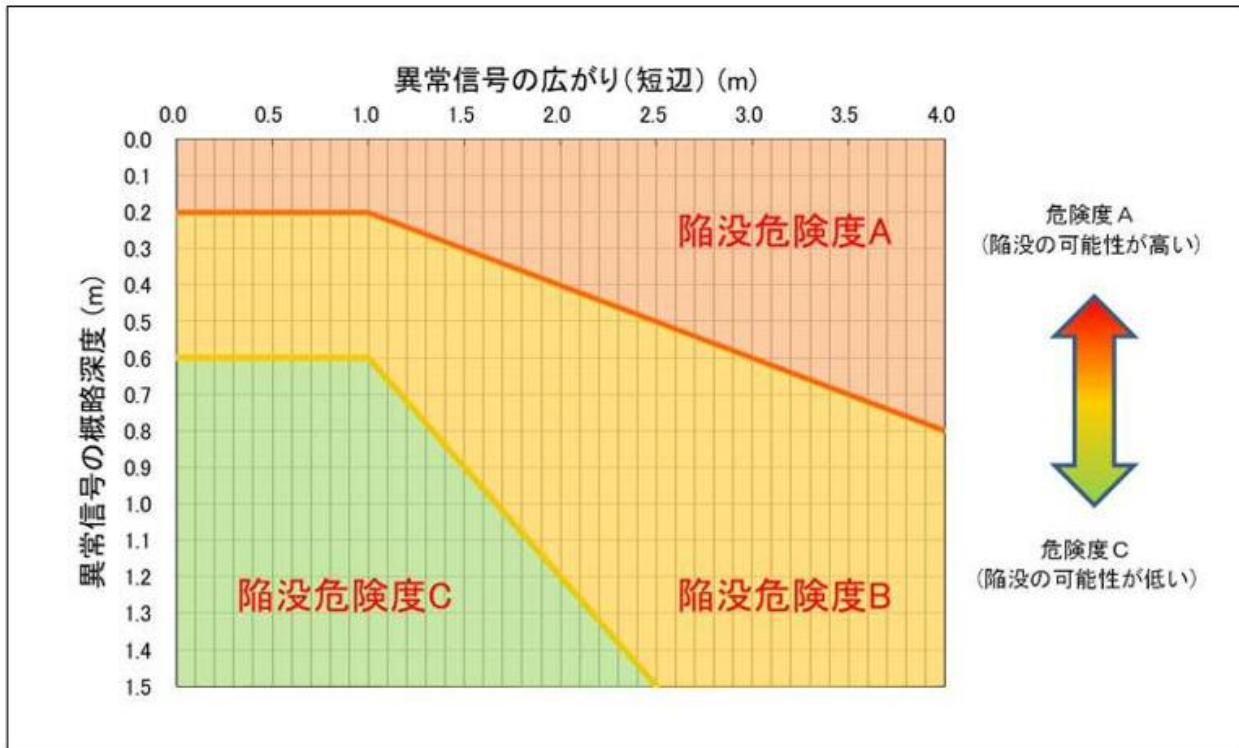
エ 実施期間

令和6年6月13日から同年8月30日まで。ただし、委託元（地方自治研究機構）宛の報告書作成期間を含む。

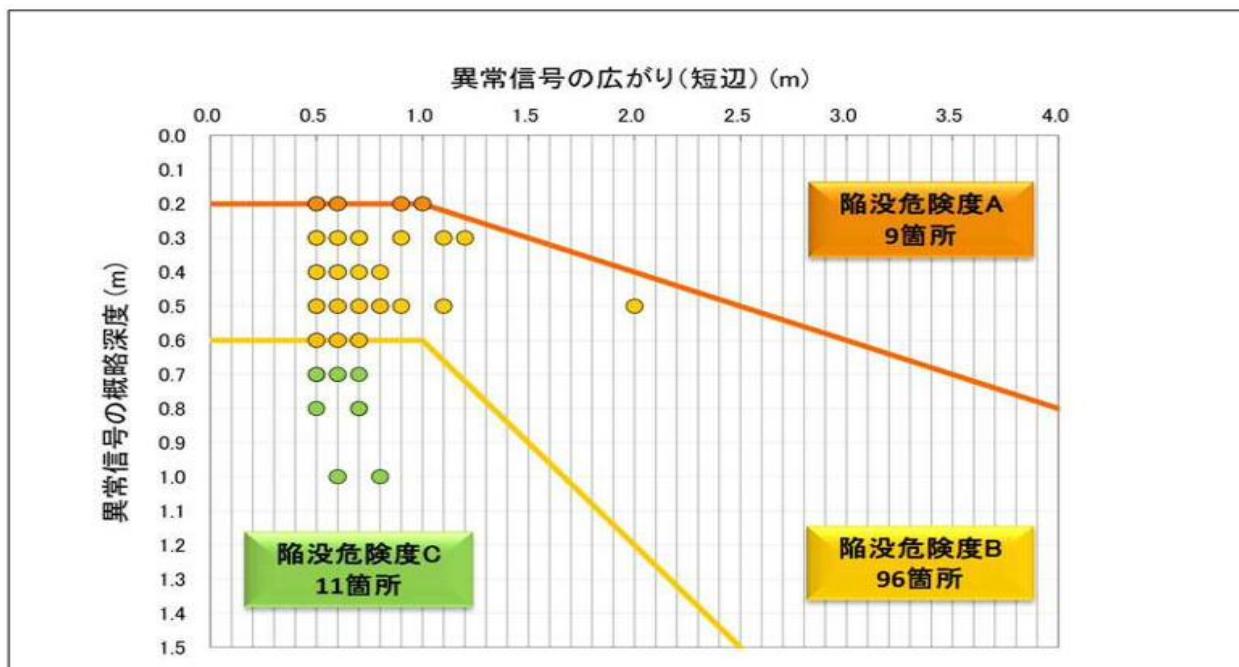
(2) 空洞探査（一次調査）の結果

路面下空洞探査車で取得したデータを解析した結果、空洞の可能性がある異常信号が 116 箇所検出された。これらの検出された異常信号については、図表 2-6 に示す陥没危険度評価基準に基づき評価を行った（図表 2-7）。

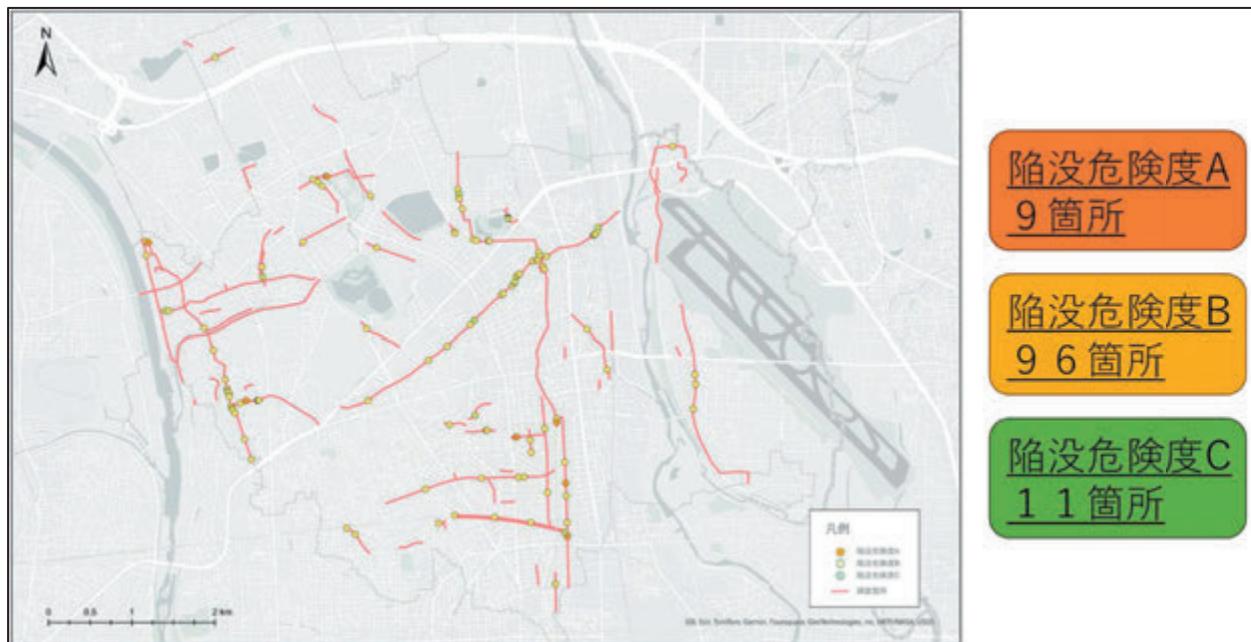
図表 2-6 陥没危険度評価基準



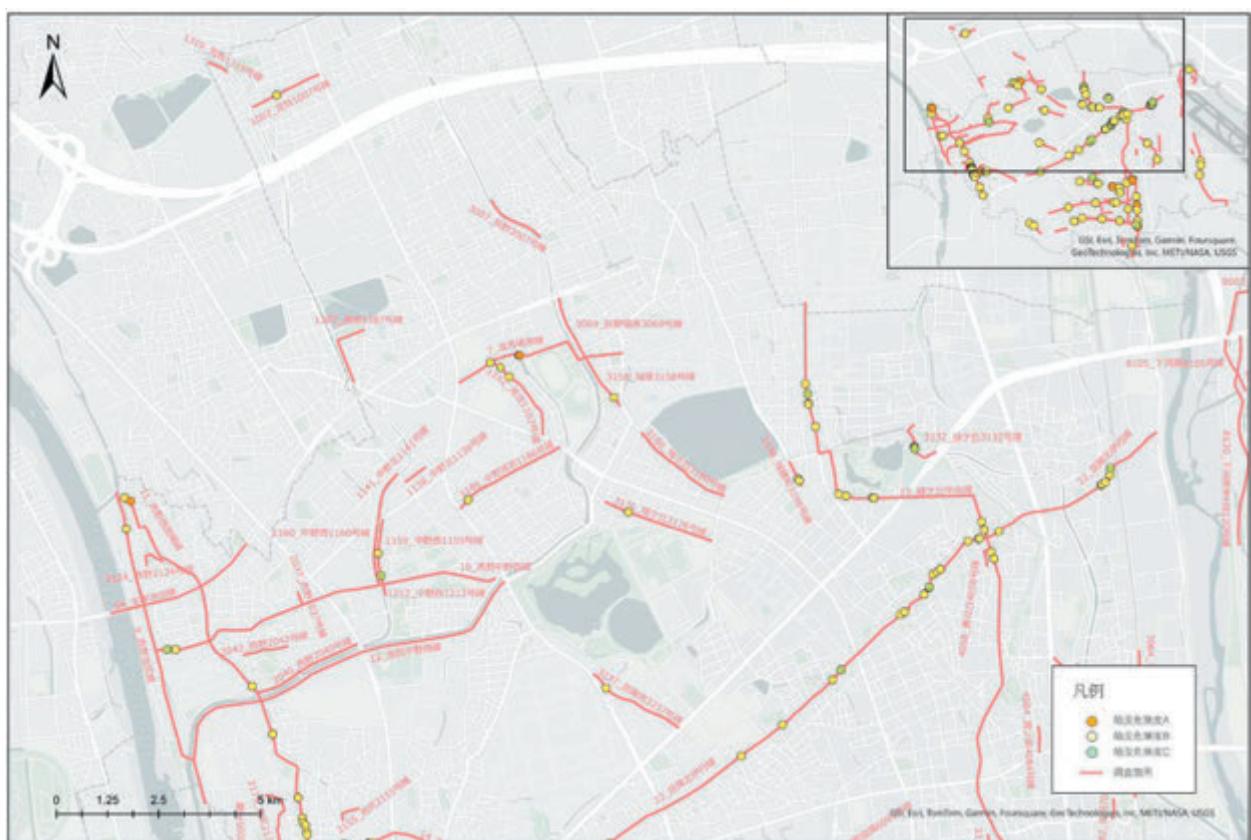
図表 2-7 陥没危険度評価結果



図表 2-8 異常信号発生位置（全体図）



図表 2-9 異常信号発生位置（拡大図例）



図表 2-10 異常箇所調書の例

異常箇所調書(車道部)										異常箇所No.32-1
管轄	伊丹市	路線名	中央延野町線	KP	-	発生深度(m)※	0.2			
調査日	令和6年4月19日	調査番号	32	緯度	N34° 46' 18.1"	破断方向(m)	0.7			
調査種別	一次調査	方位	北行	経度	E135° 24' 59.88"	横断方向(m)	0.5			
地先名	伊丹市平松5丁目4-3-2	車種	第1半端日			損傷危険度評価	A			
調査結果判定	空洞の可能性あり					※(路面より異常信号上端まで)				
位置図										
ポジショニング写真										
路面映像										
異常箇所調書(車道部)										
管轄	伊丹市	路線名	中央延野町線	KP	-	発生深度(m)※	0.2			
調査日	令和6年4月19日	調査番号	32	緯度	N34° 46' 18.1"	破断方向(m)	0.7			
調査種別	一次調査	方位	北行	経度	E135° 24' 59.88"	横断方向(m)	0.5			
地先名	伊丹市平松5丁目4-3-2	車種	第1半端日			損傷危険度評価	A			
調査結果判定	空洞の可能性あり					※(路面より異常信号上端まで)				
進行方向 →										
発生深度付近平面(m)										
横断面(m)										
本図面に記載のスケル音データは全てジオ・サークル株式会社制作である										

2 分析サンプル地点の特定

(1) 開削による空洞サンプルの絞り込み

路面下空洞探査車で検出した異常信号は、必ずしも空洞発生を意味するものではなく、基礎調査機関（ジオ・サーチ株式会社）の調査によれば、業界で最高水準にある同社の的中率（異常信号検出箇所における空洞発生の割合）は約 68%である。

一方、本調査研究は、路面下空洞発生箇所の路面性状や損傷状態を確認することが起点となるため、異常信号検出箇所のうち、実際に空洞が発生している地点を特定する必要がある。路面下空洞の二次調査手法として、削孔によりスコープカメラで観察する等の方法もあるが、道路管理者（伊丹市）は、空洞が確認された場合は直ちに補修を実施する意向であったことから、空洞の確認は、実際に開削する方法を採用することとした。

本調査研究においては、異常信号検知箇所のうち、空洞が発生していた場合に陥没が発生する可能性が高い陥没危険度 A の 9 箇所すべてと、経験則として空洞発生の可能性が高いと思われた陥没危険度 B の 20 箇所及び陥没危険度 C の 2 箇所の計 31 箇所（異常信号検出箇所数に対して 26.7%）について道路管理者（伊丹市）が開削し、実施記録（図表 2-11）やチェックリスト（図表 2-12）を作成しながら空洞の有無等を確認した。

その結果、上記 31 箇所のうち 21 箇所から空洞が発見され、残り 10 箇所には空洞は存在せず、的中率は約 68% と基礎調査機関での一般的な的中率と同等の結果となった。

以上より、開削によって、空洞サンプルとして 21 箇所を選定した。

【空洞調査の検出精度に関する参考】

空洞が存在しなかった 10 箇所すべてから、開削時にアスファルト殻や埋設管・塩ビ管の残置物が発見され、物体以外でも層間剥離やボーリング孔の存在が確認された。事前調査段階で詳細な道路情報および埋設管に関する情報を提供していれば、路面下空洞探査車で異常信号の検出精度を高められると考えられる。

図表 2-11 空洞調査実施記録例

日付	11/21	天候	晴れ	気温	18度
路線	3132号線(北側)	場所	道路中心付近	発生深度	30cm
空洞	横断方向 60cm	縦断方向 40cm		深さ	50cm
舗装表面の状況	ひび割れ あり	路面の凸凹 亀甲状	あり 横断方向 2cm未満	穴	その他 一部オーバーレイ
イメージ図			写真1 既設舗装状況		
写真2 既設舗装厚(t=50)		写真3 既設舗装表面状況			

陥没データ					
写真4		写真5 GLから300下がり、空洞発見			
写真6 10cmほどの石も 歩き通路		写真7 空洞状況			

図表 2-12 空洞調査チェックリスト例

チェック項目	内 容		有・無	備考
舗装表面の状況 (表層)	密粒	骨材飛散があるのか?	有	
		凹みがあるのか?	有	1cm以下
		空洞中心で、ひび割れが集中しているのか?	有	横断方向、表面にしわ状のひび割れ
	その他自由記載			表層部のひび割れあり 舗装厚 t=50~60(一部オーバーレイ)
舗装表面の状況 (基層)	開粒	骨材飛散があるのか?		
		凹みがあるのか?		
		空洞中心で、ひび割れが集中しているのか?		
	その他自由記載			
舗装裏面の状況	密粒	骨材飛散があるのか?		
		詰め固めた状況からゆるんでいるのか?	有	部分的に柔らかい
		空洞中心部にて、舗装形状の異常が確認できたのか?	無	写真必須
	その他自由記載	表面はかたい。一部貫通ひび割れ 乳剤の剥離なし		
路盤の状況	開粒	骨材飛散があるのか?		
		凹みがあるのか?		
		空洞中心部にて、舗装形状の異常が確認できたのか?		
	その他自由記載			
路盤の状況	土砂・碎石	土砂・碎石に水分を含んでいるのか?	有	柔らかい
		詰め固めて部がゆるんでいるのか?	有	棒で刺したが、柔らかいと感じた
		横円形状の空洞になっているのか?	有	写真必須
		円柱形状の空洞になっているのか?	無	写真必須
		原因者が特定できる状態か?	△	写真必須
		その他自由記載	路盤部はフワフワしており、柔らかいと感じた 空洞箇所に根が確認されたため、根の侵入により空洞発生の可能性あり。	

(2) 陥没発生地点のサンプル追加

道路管理者（伊丹市）が日常的な道路パトロールを実施するなか、令和6年度中（4月～9月）には、新たに6箇所の陥没を発見している。道路陥没は、路面下空洞の状態を経て発生することから、同6箇所の陥没発生地点を分析サンプル地点として追加した。

(3) 分析サンプル地点の特定

上記(1)(2)により、図表2-13 のとおり、路面性状や損傷状態を精査する分析サンプル地点を特定した。

図表 2-13 分析サンプル地点の属性

	陥没未発生		陥没既発生	計
	空洞有	空洞無		
陥没危険度A	2	7	0	9
陥没危険度B	17	3	0	20
陥没危険度C	2	0	0	2
陥没既発生	0	0	6	6
計	21	10	6	37

第3章 損傷パターンの整理

第3章 損傷パターンの整理

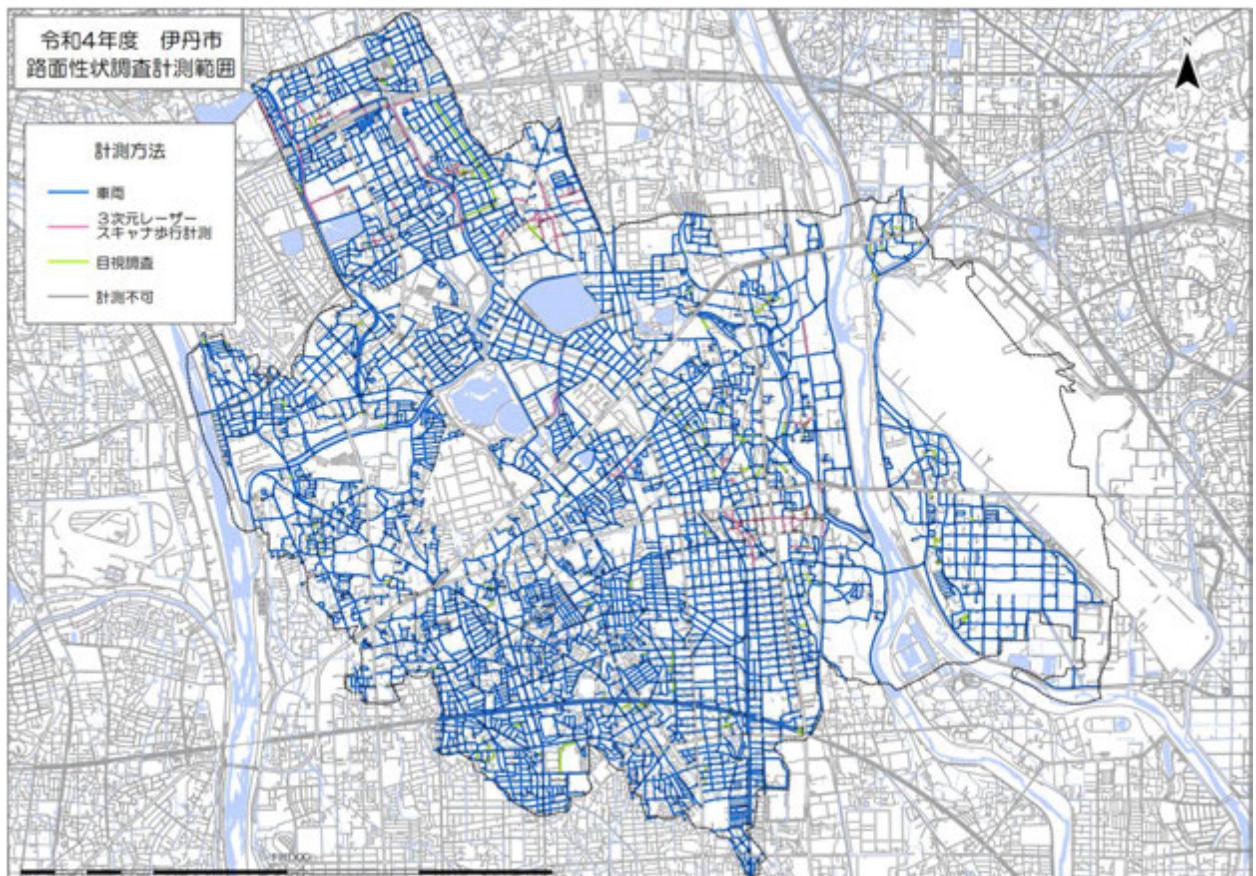
本章では、第2章で特定されたサンプル地点の路面性状やひび割れ・凹凸の状態を確認し、空洞発生箇所の路面に、何らかの特徴や損傷パターンを見出すことができないかを分析した結果を記述する。

1 路面性状データの内容

「伊丹市舗装長寿命化修繕計画」では、路面性状調査の結果に基づき、舗装維持管理計画を策定のうえ定期的に見直すこととしており、現在は、令和4年度に実施した路面性状調査に基づく、7ヵ年計画の推進期間（令和5年度～令和11年度）にある。

このため、伊丹市はすべての管理延長に対して鮮度の高い路面性状データを保有していたことから、分析サンプル地点の路面性状を調査する際には、令和4年度路面性状調査時のデータ（計測期間：令和4年12月～令和5年2月、測線長：450.1km）を使用している。

図表 3-1 令和4年度路面性状調査計測範囲



図表 3-2 令和4年度路面性状調査で使用した機材①



図表 3-3 令和4年度路面性状調査で使用した機材②



対象サンプル地点と全測線長の路面性状（ひび割れ率・わだち掘れ量・平たん性、1区間 20m）を、損傷レベルに応じて比較すると、図表3-4のとおりとなる。なお、上記3要素から算出されるMCIは、本来、舗装修繕の要否に関する目安を示すために考案された指標であり、路面下の空洞を推定するための指標ではないことに留意が必要である。

(注) 路面性状に係る損傷レベルの閾値は、以下のとおり「伊丹市舗装長寿命化修繕計画」と同一とした。なお、令和4年度実施の路面性状調査では、目視調査を行った測線長7.3kmについて、わだち掘れ、IRIの計測を行っていないため、各要素の測線長全体の合計値は一致しない。

- ・ ひび割れ率：20%未満→小、20～40%未満→中、40%以上→大
- ・ わだち掘れ量：20mm未満→小、20～40mm未満→中、40mm以上→大
- ・ 平たん性：3mm未満→小、3～8mm未満→中、8mm以上→大

図表 3-4 サンプル地点と路線全体の損傷レベルの比較

	ひび割れ率				わだち掘れ量				平たん性			
	対象地点数(箇所)		測線長全体(M)		対象地点数(箇所)		測線長全体(M)		対象地点数(箇所)		測線長全体(M)	
	構成比		構成比		構成比		構成比		構成比		構成比	
損傷レベル小	22	84.6%	402,290	89.4%	26	100.0%	434,900	98.2%	2	7.7%	10,585	2.4%
損傷レベル中	4	15.4%	38,315	8.5%	0	0.0%	7,160	1.6%	22	84.6%	325,500	73.5%
損傷レベル大	0	0.0%	9,505	2.1%	0	0.0%	760	0.2%	2	7.7%	106,735	24.1%

2 分析サンプル地点の路面の確認

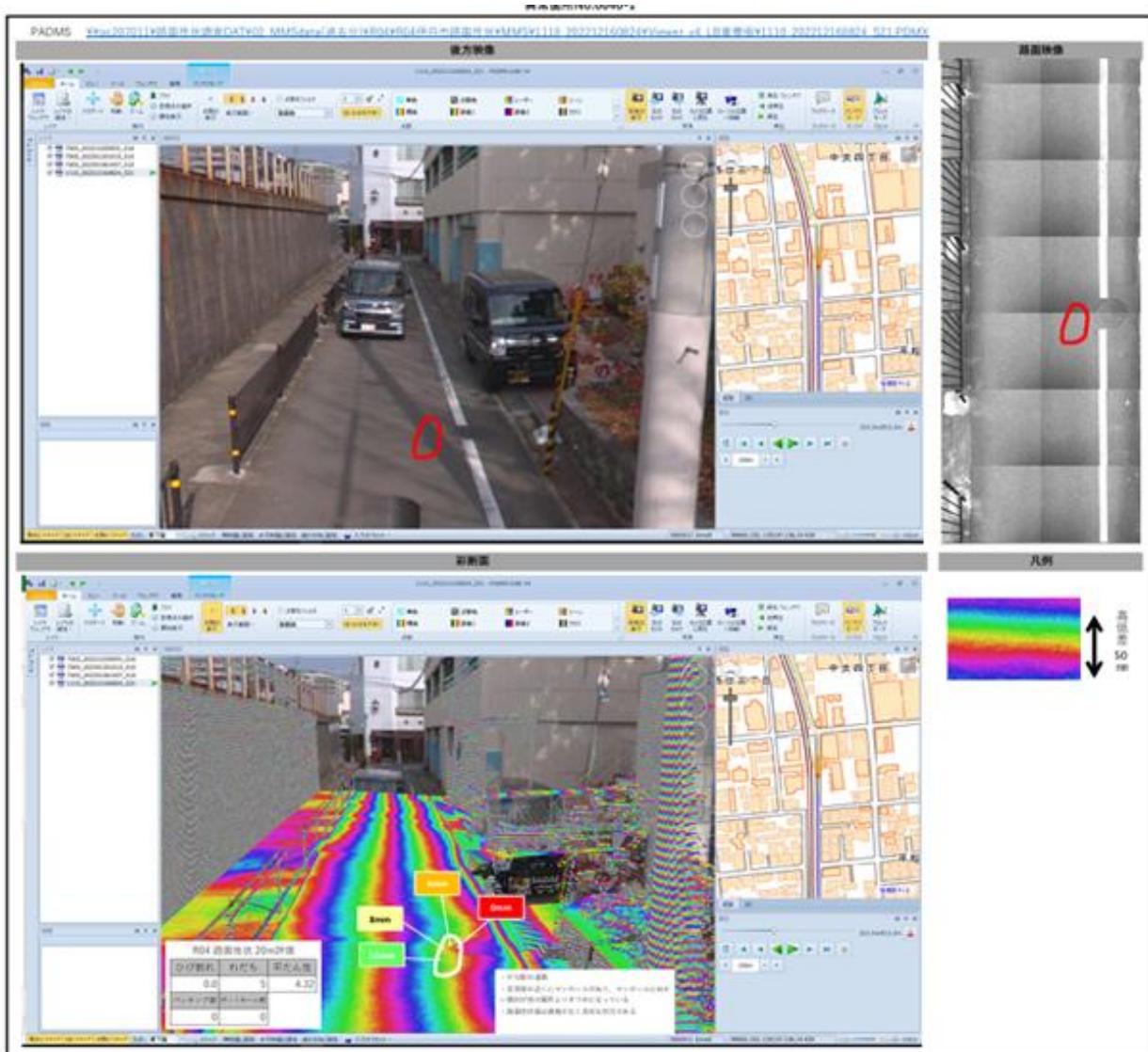
(1) 確認項目

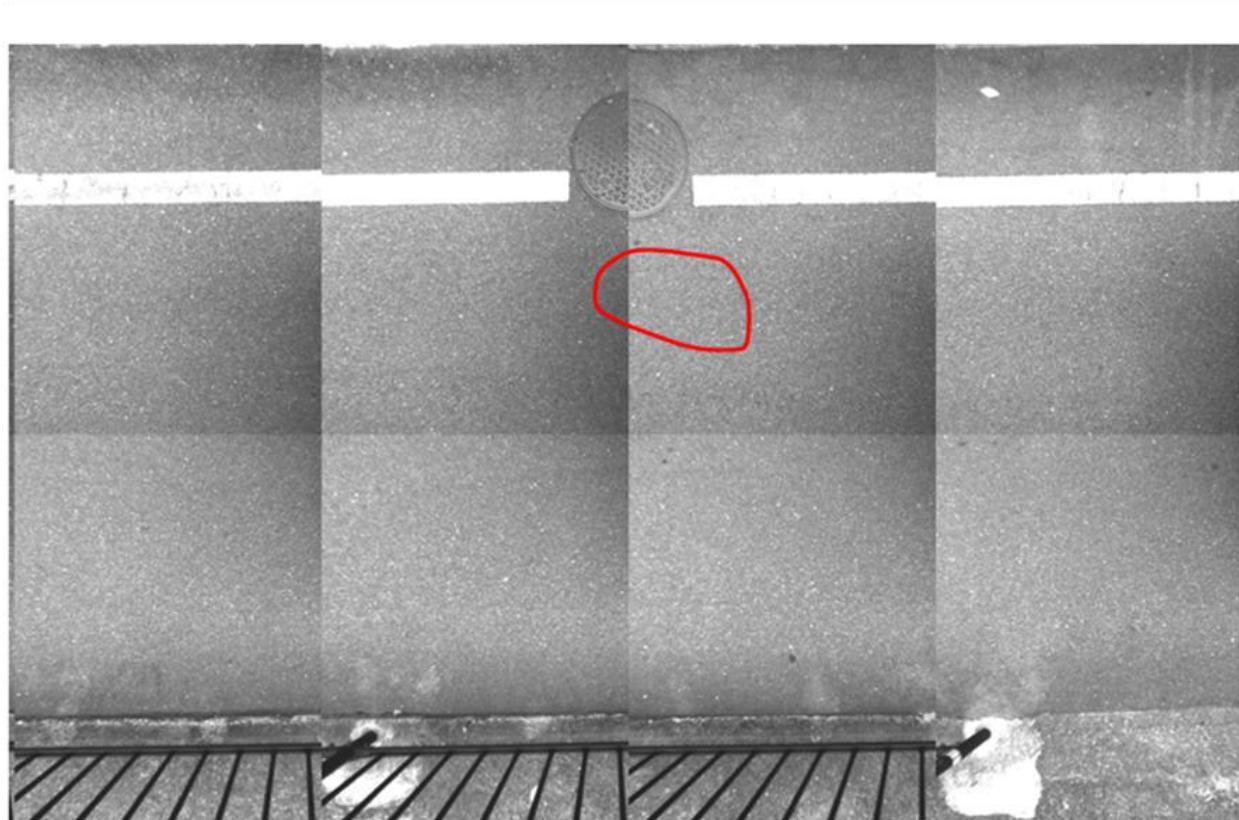
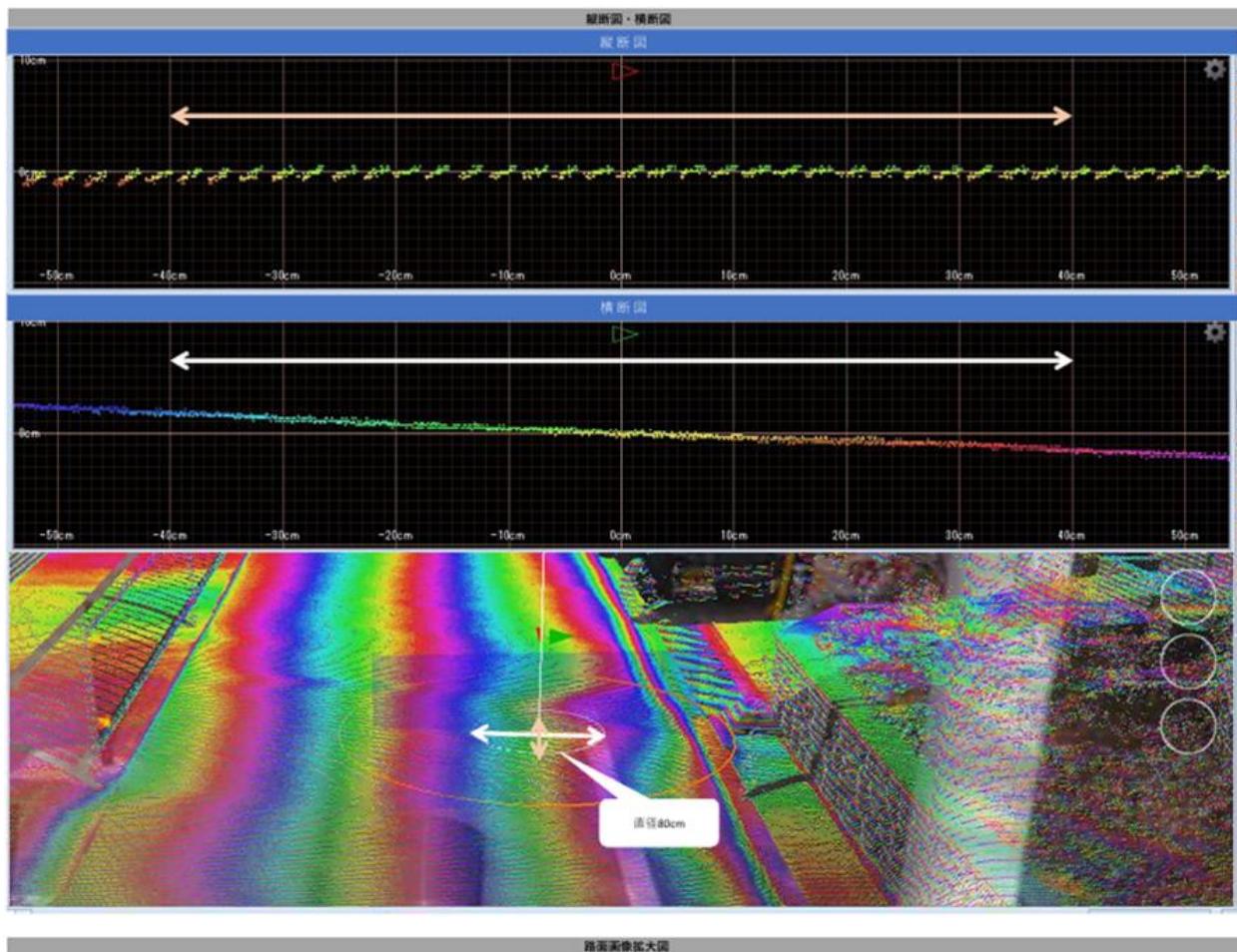
- ✓ 20m評価の路面性状値（ひび割れ率、わだち掘れ量、平たん性）
- ✓ 路面画像による、ひび割れの発生状況
- ✓ 3次元の座標データによる、路面の凹凸の有無

(2) 確認方法

図表3-5に例示するとおり、令和4年度路面性状調査時に取得したデータの画像・映像、彩断図、縦断図・横断図を用いて、路面性状や損傷状態を確認した。

図表 3-5 路面性状・損傷状態の確認例





3 損傷パターンの整理

(1) 対象サンプル地点付近の損傷状態の確認

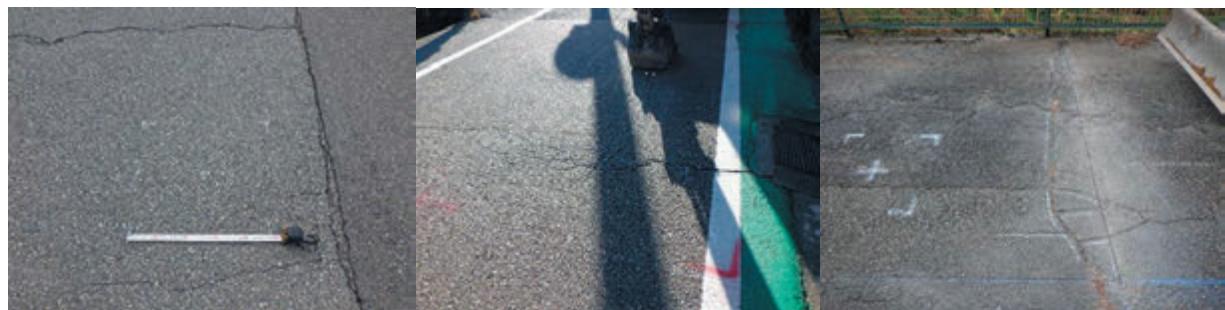
空洞や陥没が発生している対象サンプル地点付近の路面状態を詳しく調査するため、3次元点群データを用いた路面凹凸の状況や、全測線長分の画像によるひび割れの状態を確認した。

ア 損傷状態の定義

ひび割れの状態は、対象サンプル地点付近に1～2本の交差しないひび割れが発生している場合、及び施工目地が開いている状態を「線状ひび割れ」とし、対象サンプル地点付近に複数のひび割れが発生している場合を「亀甲状ひび割れ」とした。

また、路面凹凸の状態は、コンター図により拵み勾配や片勾配以外の凹凸が見られた場合に「路面凹凸あり」とした。

図表 3-6 サンプル地点のひび割れ例

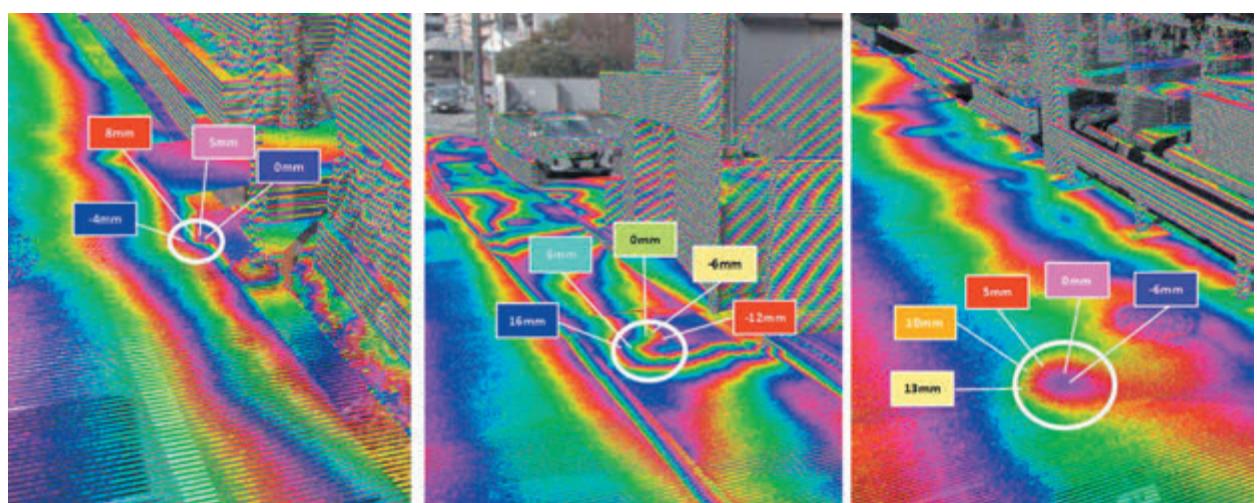


空洞を挟むようなひび割れ

空洞の近傍での横断ひび割れと
亀甲状ひび割れの連続

空洞を円形に囲むようなひび割れ

図表 3-7 サンプル地点の路面凹凸例



イ 損傷パターンの分類

ひび割れの状態を「亀甲状」、「線状」、「ひび割れなし」の3区分とし、凹凸の状態を「あり」、「なし」の2区分とし、その組み合わせにより、損傷パターンを6つに分類した。

また、対象サンプル地点を「空洞あり」、「陥没箇所」から成る「空洞・陥没あり」と「空洞なし」に分類し、損傷パターンとのクロス集計を行った（図表3-8）。

図表 3-8 サンプル地点の損傷パターンの状況

損傷パターン		サンプル地点計		空洞・陥没あり		空洞なし	
				箇所数	構成比	箇所数	構成比
ひび割れ	凹凸	箇所数	構成比	箇所数	構成比	箇所数	構成比
亀甲状あり	あり	3	8%	2	7%	1	10%
亀甲状あり	なし	6	16%	2	7%	4	40%
線状あり	あり	2	5%	2	7%	0	0%
線状あり	なし	14	38%	11	41%	3	30%
ひび割れなし	あり	2	5%	2	7%	0	0%
ひび割れなし	なし	10	27%	8	30%	2	20%
合計		37	100%	27	100%	10	100%

(注) 色網掛のセルは各分類で最も構成比が高い区分

ウ 空洞箇所の地盤の状態調査

舗装に発生する変状は、路盤の状況に大きな影響を受けることから、道路管理者（伊丹市）が開削による二次調査を実施する際、空洞確認箇所の地盤の状況を併せて確認した（対象箇所は図表3-9のとおり）。

なお、地盤の状態を「軟弱」と「硬質」に分類したが、それぞれの定義は以下のとおり。

「軟弱」

（目視確認）地盤が締め固まっていない、又は水分が含まれ土が柔らかい状態である場合

（触診確認）ショベルを用いて、容易にほぐせる状態である場合

「硬質」

（目視確認）地盤が締め固まっている、又は塊状で地盤として固い状態である場合

（触診確認）ショベルを用いても、容易にほぐせない状態である場合

図表3-10で示すとおり、地盤の硬軟に応じて、舗装表面に現れる損傷と空洞深度との関係に、異なる傾向が見られる。

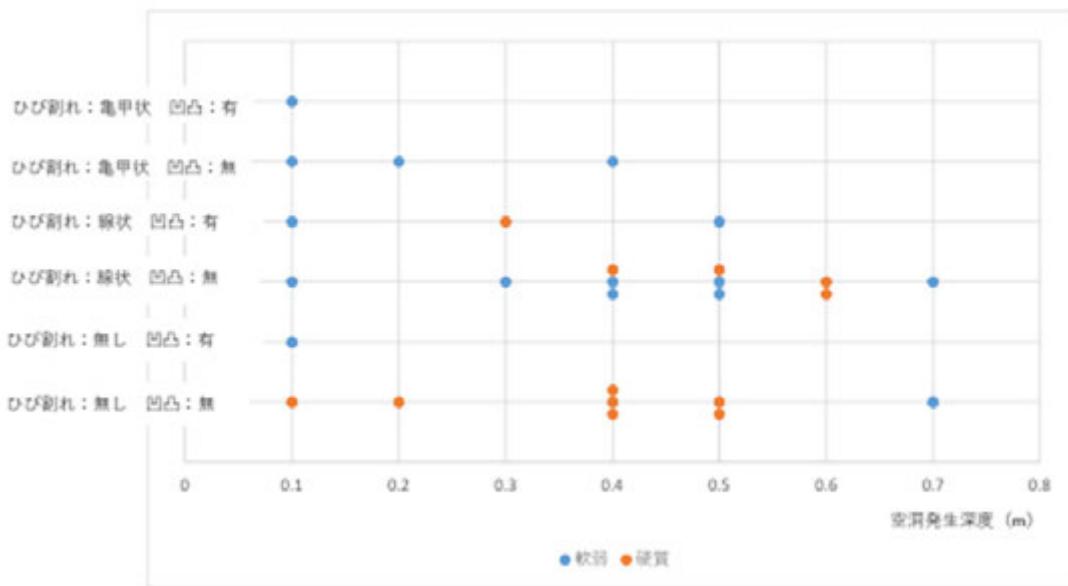
硬質地盤の場合、空洞発生深度が浅くとも舗装表面に損傷が発生しないか、損傷が発生してもひび割れの状態が線状に止まっている。一方、軟弱地盤の場合、空洞発生深度が深い場所から深い場所まで、一様に損傷が発生していることがわかる。

さらに、軟弱地盤の場合、多くのケースで空洞発生箇所の舗装表面に路面凹凸が見られることや、硬質地盤であっても、空洞発生深度が0.6m程度であれば、舗装表面に何らかの変状が見られる可能性が高いことが推測できた。

図表3-9 地盤調査箇所の明細

項目	箇所番号		路線名	異常信号(m)			路面性状			ひび割れ状況	路面凹凸有無	損傷パターン ひび割れ 路面凹凸	空洞 路盤の 状況	空洞直上 の路盤の 状況	備考
	番号	補助		深度	縦断	横断	ひび割れ(%)	わだち掘れ(mm)	平坦性(mm)						
1	32	1	中央福野町線	0.2	0.7	0.5	1.0	4	4.94	亀甲状	無	亀甲状・無	○	緩い	・拝み勾配の道路 ・空洞部は構員の中央部に位置し、拝み勾配の頂点から傾斜がみられるが、特にハコみが大きい状況は見られない
2	6040	1	中央6040号線	0.2	0.8	0.5	0.0	5	4.32	—	無	—	○	固い	・片勾配の道路 ・空洞部は側面にマントルがあり、マンホールに向かい傾斜が他の箇所よりも大きめになっている ・路面性状値は損傷がなく良好な状況であるが、異常信号付近に施工目地あり
3	11	8	西野西尾隔離	0.5	0.7	0.7	1.0	6	5.31	線状	無	線状・無	○	緩い	・異常信号部は勾配の一部であり、ハコみなどの局所的な変形は見られない ・路面性状値は平坦性の損傷が要観察が必要な程度進行している
4	19	5	緑ヶ丘中央線	0.5	0.9	0.6	4.0	4	2.79	—	無	—	○	固い	・異常信号部は勾配の一部であり、ハコみなどの局所的な変形は見られない ・路面性状値は健全な状態である
5	22	7	荒尾北伊丹線	0.4	0.6	0.5	34.0	8	7.92	線状	無	線状・無	○	緩い	・異常信号部は勾配の一部であり、ハコみなどの局所的な変形は見られない ・路面性状値はひび割れ、平坦性の損傷が要観察が必要な程度進行している ・異常信号付近に施工目地あり
6	25	1	北本町伊丹線	0.4	1	0.8	5.0	4	6.66	—	無	—	○	固い	・異常信号部は勾配の一部であり、ハコみなどの局所的な変形は見られない ・路面性状値は平坦性の損傷が要観察が必要な程度進行している
7	32	4	中央福野町線	0.6	0.6	0.5	3.0	3	4.12	線状	無	線状・無	○	固い	・異常信号部は勾配の一部であり、ハコみなどの局所的な変形は見られない ・路面性状値は健全な状況であるが、異常信号付近に施工目地あり
8	36	4	野間梅木線	0.5	0.5	0.7	0.0	3	4.78	—	無	—	○	固い	・異常信号部は勾配の一部であり、ハコみなどの局所的な変形は見られない ・路面性状値は健全な状況である
9	42	3	新野北伊丹道路	0.6	1.1	0.7	11.0	11	2.54	線状	無	線状・無	○	固い	・異常信号部は勾配の一部であり、ハコみなどの局所的な変形は見られない ・路面性状値は健全な状況である
10	1186	1	中野桂光116号線	0.3	0.7	0.6	36.1	6	4.09	線状	無	線状・無	○	緩い	・異常信号部は勾配の一部であり、ハコみなどの局所的な変形は見られない ・路面性状値はひび割れの損傷が要観察が必要な程度進行している
11	3237	1	荒尾市3237号線	0.4	0.8	0.7	1.0	3	4.75	亀甲状	有	亀甲状・有	○	緩い	・異常信号部は勾配にマントルに向かい傾きよりへこんでいる状況がみられる ・路面性状値は健全な状況である
12	10	1	西野中野西線	0.7	0.9	0.5	12.6	11	4.62	線状	無	線状・無	○	緩い	・異常信号部は勾配の一部であり、ハコみなどの局所的な変形は見られない ・路面性状値は健全な状態であるが、異常信号付近に施工目地あり
13	10	2	西野中野西線	0.5	0.5	0.5	14.7	4	4.62	線状	無	線状・無	○	緩い	・異常信号部は勾配の一部であり、ハコみなどの局所的な変形は見られない ・路面性状値は健全な状態である
14	11	12	西野西尾隔離	0.3	2.2	0.5	8.8	5	4.61	線状	有	線状・有	○	固い	・異常信号部の近くに排水施設があり、一部に局部的なハコみがみられる ・路面性状値は健全な状態である
15	11	17	西野西尾隔離	0.4	0.8	0.6	4.5	3	4.46	線状	無	線状・無	○	固い	・異常信号部は勾配の一部であり、ハコみなどの局所的な変形は見られない ・路面性状値は健全な状態であるが、異常信号付近に施工目地あり
16	3132	2	緑ヶ丘3132号線	0.4	0.6	0.6	18.0	3	9.71	線状	無	線状・無	○	緩い	・異常信号部は勾配の一部であり、ハコみなどの局所的な変形は見られない ・路面性状値は平坦性の損傷が要観察が必要な程度進行している ・異常信号付近に施工目地あり
17	3132	4	緑ヶ丘3132号線	0.7	0.6	0.6	18.0	3	9.71	—	無	—	○	緩い	・異常信号部は勾配の一部であり、ハコみなどの局所的な変形は見られない ・路面性状値は平坦性の損傷が要観察が必要な程度進行している
18	19	8	緑ヶ丘中央線	0.4	0.7	0.5	3.0	3	4.69	—	無	—	○	固い	・異常信号部は道路の勾配の傾斜の一部にあり、ハコみなどの異常は見られない ・路面性状値は平坦性の損傷が要観察が必要な程度進行している状況である
19	19	9	緑ヶ丘中央線	0.4	0.8	0.6	3.0	3	4.69	—	無	—	○	固い	・異常信号部は道路の勾配の傾斜の一部にあり、ハコみなどの異常は見られない ・路面性状値は平坦性の損傷が要観察が必要な程度進行している状況である
20	22	20	荒尾北伊丹線	0.5	1.1	0.8	26.0	7	4.63	線状	無	線状・無	○	固い	・異常信号部は道路の勾配の傾斜の一部にあり、ハコみなどの異常は見られない ・路面性状値はひび割れ、平坦性の損傷が要観察が必要な程度進行している状況である
21	48	1	森津口渋井線	0.5	0.5	0.5	7.7	5	3.07	線状	有	線状・有	○	緩い	・異常信号部は道路の勾配の傾斜の一部にあり、周辺部より若干勾配が大きくなっている ・路面性状値は健全な状況である
22		①荒尾1丁目	0.1	0.5	0.3	2.0	7	6.06	線状	有	有	○	緩い	・道路の路肩部で陥没跡にハコみが見られる ・路面性状値は健全な状態である	
23		②緑ヶ丘2丁目	0.1	0.5	0.5	7.0	3	4.13	—	無	—	○	固い	・陥没部は勾配の一部であり、ハコみなどの局所的な変形は見られない ・路面性状値はひび割れが少し発生しているが健全な状態である	
24		③森本3丁目	0.1	0.5	0.5	25.0	7	3.56	亀甲状	無	亀甲状・無	○	緩い	・陥没部に地中上のひび割れがみられ、周囲よりハコみが生じている ・路面性状値はひび割れが要観察が必要な大きさとなっている	
25		④森津2丁目	0.1	0.4	0.3	0.0	15	4.31	線状	無	線状・無	○	緩い	・陥没部に局所的でハコみが見られる ・路面性状値はひび割れが若干大きいが健全な状況である	
26		⑤伊丹3丁目	0.1	0.5	0.5	—	—	—	—	有	有	○	緩い	・陥没部にヒッチク跡があり、一部ハコみがみられる ・歩道のため、路面性状評価対象外	
27		⑥口渋井3丁目	0.1	0.4	0.8	16.3	3	3.52	亀甲状	有	亀甲状・有	○	緩い	・陥没箇所の中心部がよりひび割れが並んでいたりする状況であるが、健全な状況である ・路面性状値はひび割れが発生している状況であるが、健全な状況である	

図表 3-10 地盤の状態に応じた舗装損傷の空洞深度分布



エ 損傷パターンの傾向と評価

- ① 「空洞・陥没あり」の箇所は、その半数弱（13/27、48%）に「線状のひび割れ」があり、「亀甲状のひび割れ」を加えると6割強（17/27、63%）にひび割れが生じている。一方、路面凹凸の発生状況は2割程度（6/27、22%）であった。
- ② 「空洞なし」の箇所は、路面下からアスファルト殻や埋設管等の残置物が発見され、又は層間剥離や緩みを生じていたことから、その半数（5/10）で「亀甲状のひび割れ」が生じ、「線状のひび割れ」を加えれば8割（8/10）の地点でひび割れが見られた。
- ③ 舗装の損傷は地盤の状態からも影響を受けると考えられ、路面下に空洞が発生した場合、これに起因したひび割れや路面凹凸が、少なからず発生し得るものと考えられる。この仮説を補強するため、今後発生する陥没データを蓄積し、陥没地点の路面性状や損傷状態の経年変化を分析していくことが有益だと思料される。

(2) 損傷状態と空洞の深度・広がりの確認

図表2-6で示したとおり、陥没危険度は空洞の深度と広がり（短辺）によって評価されるが、陥没危険度とその評価要素を損傷状態とクロス集計したものが、図表3-11である。

（注）「空洞なし」の箇所（10箇所）は除外している。

図表 3-11 サンプル地点の損傷パターンと空洞の深度・広がりの状況

サンプル 地点計		箇所数	空洞深度 (m)			空洞短辺 (m)		陥没危険度		
			~0.2	~0.6	0.6~	~1.0	1.0~	A	B	C
ひび割れ	凹凸	箇所数	箇所数	箇所数	箇所数	箇所数	箇所数	箇所数	箇所数	箇所数
亀甲状あり	あり	2	2	0	0	2	0	2	0	0
亀甲状あり	なし	2	1	1		2	0	1	1	0
線状あり	あり	11	1	6	4	11	0	1	9	1
線状あり	なし	3	1	2	0	3	0	1	2	0
ひび割れなし	あり	8	2	5	1	8	0	2	5	1
ひび割れなし	なし	1	1	0	0	1	0	1	0	0
合計		27	8	14	5	27	0	8	17	2

図表3-11から、路面損傷状態と路面下空洞の深度・広がりとの関係について、以下の傾向を見ることができる。

- ① 陥没危険度Aの地点の6割強（5/8、63%）に、亀甲状または線状のひび割れがある。
また、同じく陥没危険度Aの地点の6割強（5/8、63%）に、路面凹凸が発生している。
- ② 陥没危険度Bの地点の7割強（12/17、71%）に、亀甲状または線状のひび割れがある。
また、陥没危険度Bの地点の8割強（14/17、82%）に、路面凹凸が発生している。
- ③ 陥没危険度A・Bの地点では、路面に線状もしくは亀甲状のひび割れ、又は路面凹凸が見られる割合が顕著に高く（24/25、96%）、路面の損傷が陥没リスクの程度を反映している可能性がある。

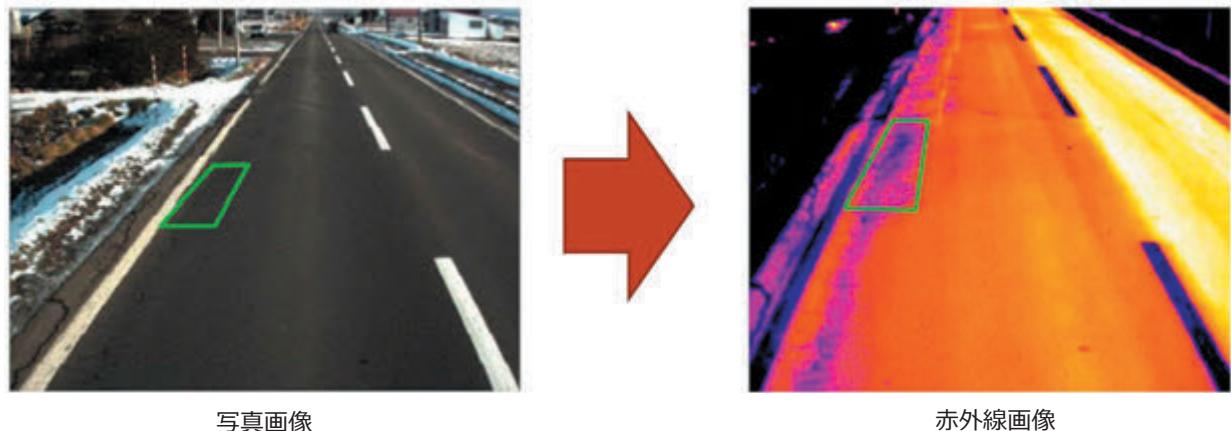
図表 3-12 対象サンプル地点の明細

区分	箇所番号 番号	路線名	異常信号					陥没危険度	路面性状			ひび割れ 状態	路面凹凸 有無
			深度 (M)	縦断 (M)	横断 (M)	長辺 (M)	短辺 (M)		ひび割れ (%)	わだち掘れ (mm)	平たん性 (mm)		
空洞有	32	1 中央稲野町線	0.2	0.7	0.5	0.7	0.5	A	1.0	4	4.94	亀甲状	無
空洞有	6040	1 中央6040号線	0.2	0.8	0.5	0.8	0.5	A	0.0	5	4.32	—	無
空洞有	11	8 西野西昆陽線	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	B	1.0	6	5.31	線状	無
空洞有	19	5 緑ヶ丘中央線	0.5	0.9	0.6	0.9	0.6	B	4.0	4	2.79	—	無
空洞有	22	7 昆陽北伊丹線	0.6	0.9	0.6	0.9	0.6	B	34.0	8	7.92	線状	無
空洞有	25	1 北本町伊丹線	0.4	1.0	0.8	1.0	0.8	B	5.0	4	6.66	—	無
空洞有	32	4 中央稲野町線	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	B	3.0	3	4.12	線状	無
空洞有	36	4 野間梅ノ木線	0.5	0.5	0.7	0.7	0.5	B	0.0	3	4.78	—	無
空洞有	42	3 新幹線北側道線	0.6	1.1	0.7	1.1	0.7	B	11.0	11	2.54	線状	無
空洞有	1186	1 中野浦31186号線	0.3	0.7	0.6	0.7	0.6	B	36.1	6	4.09	線状	無
空洞有	3237	1 尾陽池3237号線	0.4	0.8	0.7	0.8	0.7	B	1.0	3	4.75	亀甲状	有
空洞有	10	1 西野中野西線	0.7	0.9	0.5	0.9	0.5	C	12.6	11	4.62	線状	無
空洞有	10	2 西野中野西線	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	B	14.7	4	4.62	線状	無
空洞有	11	12 西野西昆陽線	0.3	2.2	0.5	2.2	0.5	B	8.8	5	4.61	線状	有
空洞有	11	17 西野西昆陽線	0.4	0.8	0.6	0.8	0.6	B	4.5	3	4.46	線状	無
空洞有	3132	2 緑ヶ丘3132号線	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	B	18.0	3	9.71	線状	無
空洞有	3132	4 緑ヶ丘3132号線	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	C	18.0	3	9.71	—	無
空洞有	19	8 緑ヶ丘中央線	0.4	0.7	0.5	0.7	0.5	B	3.0	3	4.69	—	無
空洞有	19	9 緑ヶ丘中央線	0.4	0.8	0.6	0.8	0.6	B	3.0	3	4.69	—	無
空洞有	22	20 昆陽北伊丹線	0.5	1.1	0.8	1.1	0.8	B	26.0	7	4.63	線状	無
空洞有	48	1 鹿津口酒井線	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	B	7.7	5	3.07	線状	有
陥没		①昆陽1T目	0.1	0.5	0.3	0.5	0.3	A	2.0	7	6.06	線状	有
陥没		②瑞ヶ丘2T目	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	A	7.0	3	4.13	—	無
陥没		③森本5T目	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	A	25.0	7	3.56	亀甲状	無
陥没		④鹿津2T目	0.1	0.4	0.3	0.4	0.3	A	0.0	15	4.31	線状	無
陥没		⑤伊丹3T目	0.1	0.5	0.5	0.0	0.0	A	—	—	—	—	有
陥没		⑥口酒井3T目	0.1	0.4	0.8	0.8	0.4	A	16.3	3	3.52	亀甲状	有
空洞無	7	1 鴻池瑞原線	0.2	1.0	1.9	1.9	1.0	A	42.0	7	9.09	亀甲状	無
空洞無	7	2 鴻池瑞原線	0.2	1.6	0.9	1.6	0.9	A	42.0	7	9.09	亀甲状	無
空洞無	11	1 西野西昆陽線	0.2	1.0	0.5	1.0	0.5	A	6.4	4	5.36	亀甲状	無
空洞無	14	1 池尻寺本線	0.2	1.1	0.5	1.1	0.5	A	2.0	3	3.60	—	無
空洞無	32	2 中央稲野町線	0.2	0.8	0.5	0.8	0.5	A	26.0	3	7.37	—	無
空洞無	42	1 新幹線北側道線	0.5	2.5	2.0	2.5	2.0	B	10.0	6	1.96	線状	無
空洞無	44	1 野間来福地線	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	A	14.0	5	5.00	線状	無
空洞無	1160	1 中野西1160号線	0.3	4.0	1.2	4.0	1.2	B	43.0	10	5.31	亀甲状	有
空洞無	3198	2 場拂町3198号線	0.3	8.0	0.7	8.0	0.7	B	4.6	3	4.06	線状	無
空洞無	6079	1 梅ノ木6079号線	0.2	1.2	0.6	1.2	0.6	A	2.0	3	6.71	亀甲状	無

4 赤外線計測による路面下空洞の推定

赤外線計測は、赤外線サーモグラフィによる温度差を分析し、構造物内部の異常を非破壊的に検知する手法であるが、本調査研究では、空洞内の空気と舗装表層物質（アスファルト混合物）との体積熱容量の違いから生じる温度差を計測することで、路面下空洞探査のスクリーニング手法として、実務的に活用し得るかを検証した。

図表 3-13 赤外線計測例



(1) 赤外線計測の実施要領

ア 計測対象

道路管理者（伊丹市）が、開削により空洞の有無を確認したサンプル地点 31箇所のうち、「空洞なし」の全ての箇所（10箇所）と「空洞あり」21箇所のうちの11箇所、計21箇所のサンプル地点の路面を、赤外線計測により温度差分析した。

イ 計測方法

- ① 計測機材は、ハンディタイプのサーモグラフィカメラ（FLIR SC660）を使用



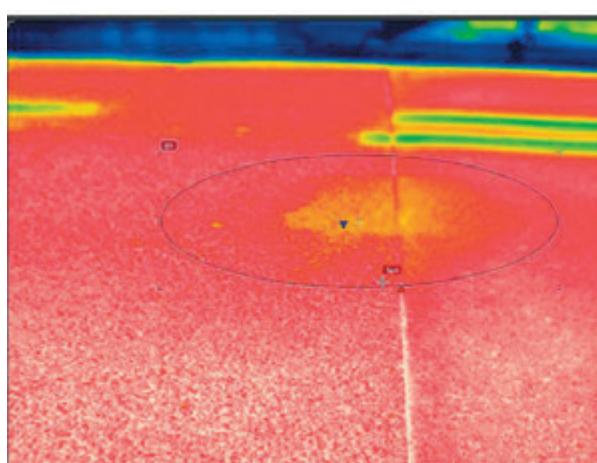
- ② カメラの設置方法は、計測箇所に対して撮影角度45°以上とし、近景と遠景により計測
- ③ 計測時期は、令和6年8月と同年11月に実施し、ともに高温時間帯（10時～14時）と低温時間帯（18時～22時）に計測

(2) 赤外線計測の実例

ア 空洞箇所と温度差分布が一致した事例

深度が 0.2m、広がりが 0.7m × 0.5m の空洞が確認されたサンプル地点。

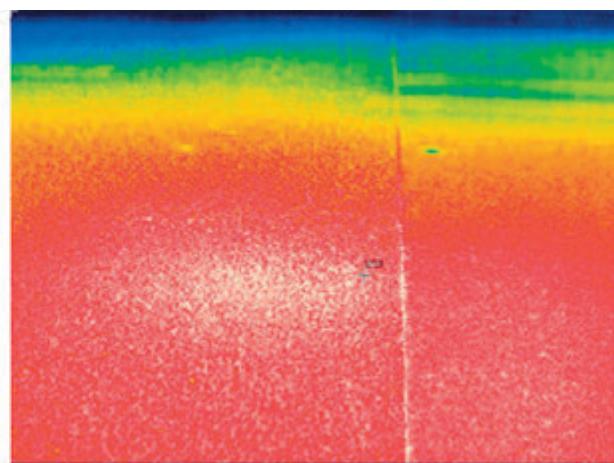
ただし、舗装背面に生じていたひび割れに応じた温度差の可能性あり。



8月 21 日 11 時台

最大 43.8°

最小 40.8°



8月 21 日 20 時台

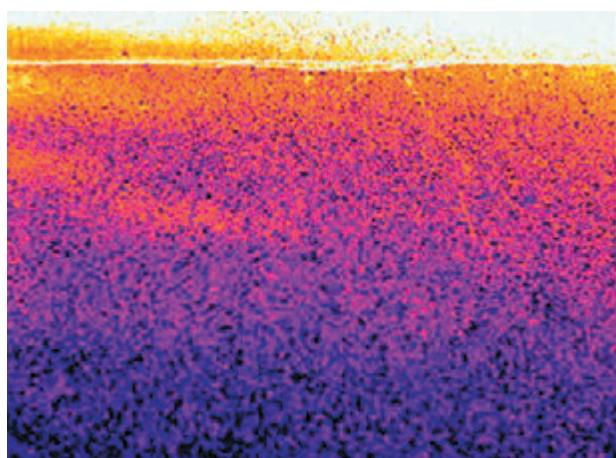
最大 36.4°

最小 33.1°

イ 空洞箇所と温度差分布の関係が判別できない事例

深度が 0.5m、広がりが 0.5m × 0.5m の空洞が確認されたサンプル地点。

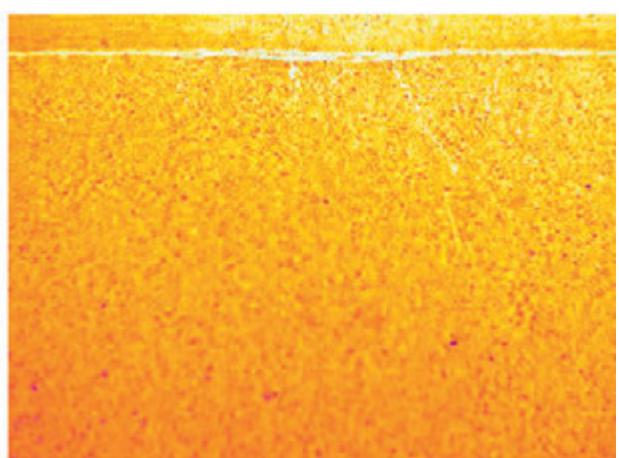
近くに樹木がある箇所で、影の影響により温度差の傾向が不明である。



11月5日 10時台

最大 22.6°

最小 18.9°



11月5日 18時台

最大 20.4°

最小 17.3°

(3) 赤外線計測結果の傾向と評価

ア 赤外線計測結果

赤外線計測結果は、図表3-14で示すとおりである。

(注) 赤外線計測結果で温度差「有」とするのは、以下の2条件をともに満たす場合とし、いずれか一方でも不適合の場合は「無」と判定している。

- ① ひび割れ等の路面損傷に起因する温度変化を除外するため、橢円形の温度変化を示していること
- ② 空洞の広がりの範囲と温度変化の範囲が一致していること

図表 3-14 赤外線計測結果

	温度差	
	有	無
空洞あり	5	6
空洞なし	0	10

イ 赤外線計測結果の傾向と評価

- ① 「空洞あり」箇所での赤外線計測結果は、「有」が半分弱（5/11）に止まった。

なお、赤外線計測結果が「有」の箇所は、開削時に路盤の緩みが見られ、路盤の状態悪化範囲と温度差の広がりが重なることが多い。

- ② 赤外線計測に必要な適切な温度域（7°Cの温度差）が得られない時期での測定であったが、その状況下においても、損傷範囲における温度差や、広がりが一部確認された。
- ③ 「空洞なし」箇所での赤外線計測結果は、すべて「無」となったが、ひび割れなどの路面の損傷に起因する温度差や、これらの地点に存在した層間剥離や残置埋設管等から生じる温度差も計測されなかった。

図表 3-15 赤外線計測地点の明細

区分	箇所番号		路線名	異常信号			陥没危険度	路面性状			ひび割れ 状態	路面凹凸 有無	赤外線 計測結果
	番号	補助		深度 (M)	縦断 (M)	横断 (M)		ひび割れ (%)	わだち掘れ (mm)	平たん性 (mm)			
空洞無	7	1	鴻池瑞原線	0.2	1.0	1.9	A	42.0	7	9.09	亀甲状	無	無
空洞無	7	2	鴻池瑞原線	0.2	1.6	0.9	A	42.0	7	9.09	亀甲状	無	無
空洞無	11	1	西野西昆陽線	0.2	1.0	0.5	A	6.4	4	5.36	亀甲状	無	無
空洞無	14	1	池尻寺本線	0.2	1.1	0.5	A	2.0	3	3.60	—	無	無
空洞有	32	1	中央稻野町線	0.2	0.7	0.5	A	1.0	4	4.94	亀甲状	無	有
空洞無	32	2	中央稻野町線	0.2	0.8	0.5	A	26.0	3	7.37	—	無	無
空洞無	42	1	新幹線北側道線	0.5	2.5	2.0	B	10.0	6	1.96	線状	無	無
空洞無	44	1	野間来福地線	0.2	0.5	0.5	A	14.0	5	5.00	線状	無	無
空洞無	1160	1	中野西1160号線	0.3	4.0	1.2	B	43.0	10	5.31	亀甲状	有	無
空洞無	3198	2	瑞穂町3198号線	0.3	8.0	0.7	B	4.6	3	4.06	線状	無	無
空洞有	6040	1	中央6040号線	0.2	0.8	0.5	A	0.0	5	4.32	—	無	有
空洞無	6079	1	梅ノ木6079号線	0.2	1.2	0.6	A	2.0	3	6.71	亀甲状	無	無
空洞有	10	1	西野中野西線	0.7	0.9	0.5	C	12.6	11	4.62	線状	無	有
空洞有	10	2	西野中野西線	0.5	0.5	0.5	B	14.7	4	4.62	線状	無	有
空洞有	11	8	西野西昆陽線	0.5	0.7	0.7	B	1.0	6	5.31	線状	無	無
空洞有	11	12	西野西昆陽線	0.3	2.2	0.5	B	8.8	5	4.61	線状	有	無
空洞有	11	17	西野西昆陽線	0.4	0.8	0.6	B	4.5	3	4.46	線状	無	無
空洞有	19	5	緑ヶ丘中央線	0.5	0.9	0.6	B	4.0	4	2.79	—	無	無
空洞有	22	7	昆陽北伊丹線	0.6	0.9	0.6	B	34.0	8	7.92	線状	無	有
空洞有	25	1	北本町伊丹線	0.4	1.0	0.8	B	5.0	4	6.66	—	無	無
空洞有	32	4	中央稻野町線	0.6	0.6	0.5	B	3.0	3	4.12	線状	無	無

第4章 評価結果の活用方法等の整理

第4章 評価結果の活用方法等の整理

本章では、これまでの調査研究結果から得られた知見や課題をまとめ、それらをどのような形で道路保全の実務に反映させ得るのかを整理する。

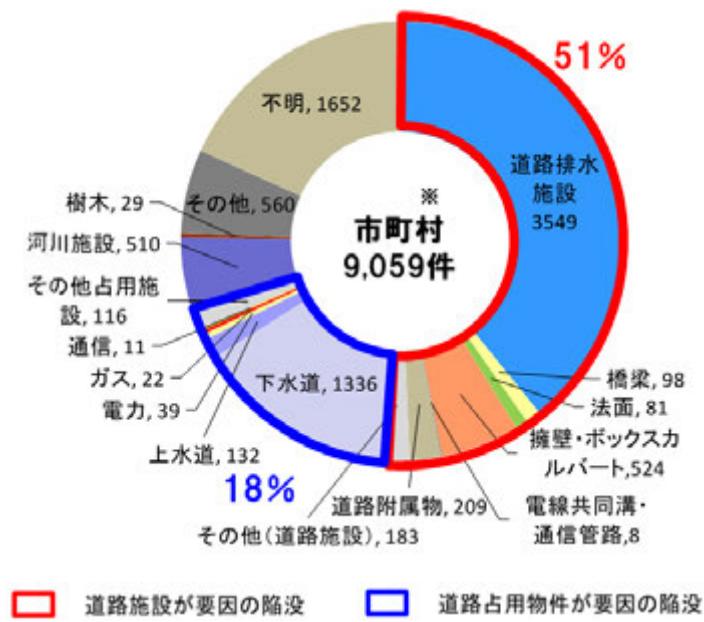
1 空洞探査から得られた知見や課題

(1) 空洞探査データの活用

今回新たに空洞探査を行った測線長（45.4 km）は、生活道路を中心としているが、一般的に、生活道路は空洞発生の原因となる民家への引込み管等の埋設物が多いと言われている。

また、本調査研究では、限られた測線長から数多くの空洞サンプルを収集する必要があったため、図表4-1に示すように、陥没に起因する要因の約6割を占めている「埋設管が輻輳している路線」や「河川に近い路線」、「伊丹市で過去に陥没が発生した路線」を中心に、探査路線を選定している。この結果、第2章で述べたとおり、116箇所で異常信号を検知することができ、そのうち31箇所を道路管理者（伊丹市）が開削のうえ、空洞確認箇所の補修等の対応を実施している。残る85箇所の異常信号箇所からも、6～7割程度の割合で空洞が確認される可能性があるため、調査コストに限りがあるなか、本調査研究で得られた空洞探査データを今後も有効活用し、点検路線の優先順位付けや空洞二次調査の計画的な実施等に役立てていくことが期待できる。

図表 4-1 全国市町村での道路陥没の発生要因（令和4年度）



出所：国土交通省 HP掲載資料より一部抜粋

(2) 「空洞なし」箇所の路面下状況

第2章2-(1)で注記したとおり、異常信号を検出したものの、開削による空洞確認で「空洞なし」とされた全ての地点（10箇所）でも、異物（アスファルト殻、残存埋設管・塩ビ管等）や舗装劣化の兆候（層間剥離、路盤の緩み等）が検出されている。

(3) 相対的に低位な陥没危険度

第2章1-(2)で示したとおり、今回新たに実施した空洞探査データをもとに評価した陥没危険度は、8割以上（96/116）がBランクとなっている。

ところが、本調査研究で設定した陥没危険度の評価基準（以下、「伊丹市基準」）では、伊丹市が管理する道路の路面下の深い地点には埋設物が少ない事実を踏まえ、詳細調査や補修に対応する緊急性や優先度の観点から、短辺1.0m以下の小規模空洞の深度閾値を、0.2m、0.6mに設定している。

このため、全国的な陥没危険度の分布との比較が困難であることから、伊丹市基準を、基礎調査機関（ジオ・サーチ株式会社）が公表している全国の路面下空洞調査での陥没危険度の評価基準（以下、「全国基準」）に引き直し、双方の評価基準を一致させたうえで構成比を対比させたものが、図表4-2である。なお、全国基準での陥没危険度の件数は、削孔による二次調査で「空洞」が確認されたものであり、一方、伊丹市基準での件数は、一次調査実施時点での異常信号検知件数を陥没危険度とみなした件数であることに、留意が必要である。

（注）全国の路面下空洞箇所数は、基礎調査機関（ジオ・サーチ株式会社）が2014年度から2016年度の3年間に実施した調査結果によるもの。

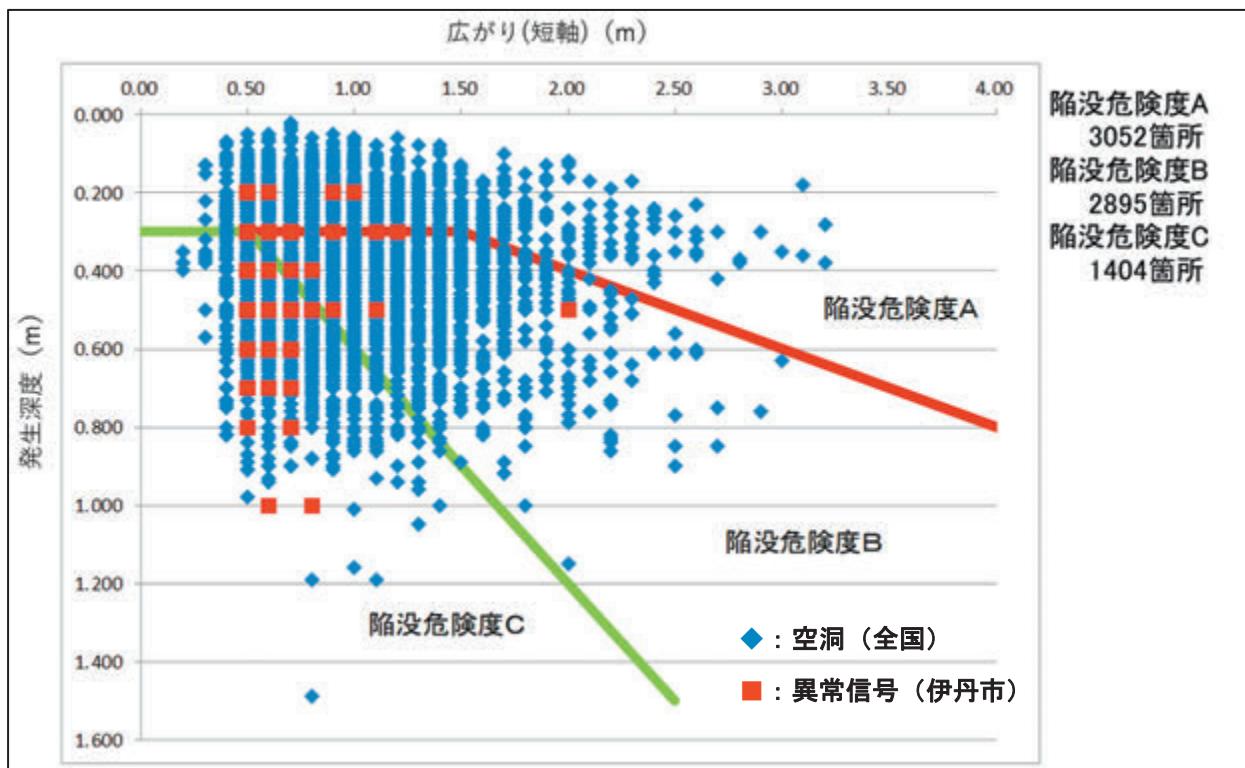
また、図表4-2の伊丹市の陥没危険度分布と全国の陥没危険度分布を重ね合わせてグラフ化したものが、図表4-3である。

図表 4-2 伊丹市と全国の陥没危険度の構成（全国基準）

	伊丹市		全国	
	件数	構成比	件数	構成比
陥没危険度A	37	32%	3,052	42%
陥没危険度B	22	19%	2,895	39%
陥没危険度C	57	49%	1,404	19%
計	116	100%	7,351	100%

出所：第32回日本道路会議でジオ・サーチ（株）が発表した論文をもとに作成

図表 4-3 全国及び伊丹市の陥没危険度分布



出所：第32回日本道路会議でジオ・サーチ（株）が発表した
論文に掲載された資料と本調査研究結果を合成

図表4-2、図表4-3で明らかなどおり、伊丹市の陥没危険度は、全国の陥没危険度よりも相対的に低位であり、当面は経過観察となる陥没危険度Cの割合が、約半数（全国では約2割）あることが大きな特徴と言える。

また、陥没危険度Aの空洞は、すべて深度の基準（0.3m以下）に抵触している一方、広がり（短辺）の基準（1.5m以上）に抵触しているものは無く、路面下の比較的浅いところに小規模な空洞が発生していることが窺われる（図表4-4）。

図表 4-4 伊丹市の空洞の広がり（短辺）の分布

	空洞の広がり（短辺）				
	～0.5m	0.6～1.0m	1.1～1.5m	1.6～2.0m	計
陥没危険度A	20	15	2	0	37
陥没危険度B	0	20	1	1	22

※陥没危険度は全国基準

以上の特徴や傾向を踏まえれば、伊丹市の管理道路における陥没危険度A・Bの地点については、路面の性状や損傷状態に応じて補修を行う際に、表層・基層に止まらず、路盤まで打ち替える等の対応が求められる地点として管理していくなど、「舗装長寿命化修繕計画」を見直す際に、上記の特徴の反映について検討事項とすることも考えられよう。

2 路面の性状や損傷の観察から得られた知見や課題

(1) 時系列データの必要性

今回の調査研究では、空洞・陥没が発生した37箇所のサンプル地点について、一時点での路面損傷状態を確認したため得られた知見が少なく、今後、日常的な道路パトロールや舗装修繕時に、詳細データがさらに追加、蓄積されていくことが望まれる。

「伊丹市舗装長寿命化修繕計画」では、管理道路の分類に応じて7年に1度のサイクルで路面性状調査を実施することとしており（図表1-8）、同計画に沿って時系列データが蓄積され、あるいは補修履歴の反映が進むにしたがい、路面の損傷パターンと路面下空洞の関係性について、より精度の高い知見の獲得につながる可能性が高まるものと期待される。

(2) ひび割れ箇所の点検強化

第3章で示したとおり、空洞や陥没が発生した地点の路面には、ひび割れが生じている割合が高かったことから、空洞に起因して路面に損傷が生じるケースがあることが窺われている。

路面損傷パターンのうち、「ひび割れ（亀甲状・線状）」が陥没の前駆症状の一つである可能性があり、今後発生する陥没地点の路面性状や損傷状態のデータを蓄積することや、路面損傷状態の経年変化を分析していく等の調査継続が望まれる。

また、伊丹市の管理道路においては、比較的浅い位置に小規模な空洞が発生している傾向が見られることから、「ひび割れ」が生じている箇所を補修する際には、空洞の詳細調査を併用のうえ、舗装表層・基層のみの修繕に止まらず、必要に応じて路盤の打ち替えも検討する等の空洞対策強化に応用することが考えられる。

(3) 沈下箇所の高い陥没危険度

第3章3-(2)（図表3-8）で示したとおり、陥没箇所では、路面凹凸の発生割合が半数（3/6）となっており、未陥没の空洞箇所での発生割合（14%、3/21）よりも遥かに高い割合で路面凹凸が発生している。

上記の陥没箇所における路面凹凸の状態は、凹状、つまり「沈下」であったが、未陥没の空洞箇所では、沈下がさほど見られないことから、「空洞が成長し陥没に至るケースでは、コンクリートに比べて柔らかいアスファルト舗装の路面構造が、空洞の広がりにより盤を維持できない状況となり、空洞上部が沈下する」との仮説が考えられる。

本調査研究では、令和6年4月から9月までに道路管理者（伊丹市）が発見した陥没のみを対象サンプルとしているため、さらに陥没地点の路面性状や損傷状態のデータを蓄積し、「沈下」と陥没の関係性を継続的に評価していく必要があろう。

加えて、研究部門において応力的、構造的な実験及び分析を行い、発生した事象を実証することにより、上記仮説が検証されることも期待できる。

以上より、道路管理者（伊丹市）が日常的に実施している道路パトロールにおいて、視認できる程度の沈下を発見した場合は、それが陥没の兆候である可能性を踏まえ、場合によっては、修繕の優先順位を上げる等の対応が求められるであろう。

図表 4－5 陥没箇所の画像



3 赤外線計測から得られた知見や課題

(1) 赤外線計測に適した用法

赤外線計測は、路面や路面下を非破壊的に検査する手法として以前から知られており、また、ハンディカメラでの測定であれば、電磁波レーダ車による空洞探査に比して低コストかつ簡便であることから、以下の条件を満たす場面で一次スクリーニングとして補完的に利用し、測定データを蓄積していくことが有意義だと考えられる。

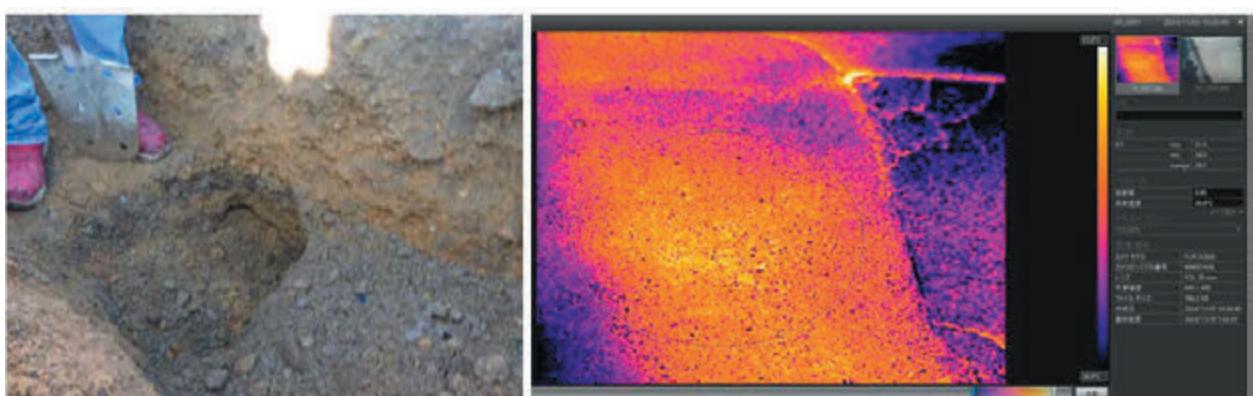
- ✓ 近隣に樹木や建造物が無く、一面に均等に日照が得られる地点
- ✓ 舗装内部の変状に起因する温度差が現れやすい地点
- ✓ 浅い地点に生じている空洞を探査するスクリーニングの場合

(2) 地盤の緩みとの関係

本件調査研究では、赤外線計測に適したサンプル数が少なく統計的な検証は困難であるが、開削時に地盤の緩みを確認した箇所では、空洞の広がりと温度差の広がりが一致していた。

地盤の緩みが空洞の発生や成長に影響する可能性は広く知られており、温度差が地盤の緩みを検知できるのであれば、空洞の推定を補強する手法として活用していくことも可能であり、前(1)項と同様、事例やデータを今後蓄積していくことが有用と考えられる。

図表 4-6 地盤が緩い地点の実測画像



第5章 道路管理への具体的応用例

第5章 道路管理への具体的応用例

これまでの各章で述べてきた調査研究の分析結果や評価、示唆するところを踏まえ、本章では、これらを道路管理者（伊丹市）が用意する損傷事例集やポテンシャルマップづくりに反映させる等の、具体的な応用例の方向性について示していく。

1 損傷事例集の作成

（1）空洞調査で得られたデータの詳細分析

第3章3-(1)で述べたとおり、空洞及び陥没が発生した27箇所（図表3-9）について、道路管理者（伊丹市）による開削での二次調査時に地盤の状態を確認し、地盤の硬軟別に舗装表面の損傷や空洞深度との関係を分析した。なお、地盤状態の定義は、第3章での記述と同様、以下のとおりである。

「軟弱」

（目視確認）地盤が締め固まっていない、又は水分が含まれ土が柔らかい状態である場合

（触診確認）ショベルを用いて、容易にほぐせる状態である場合

「硬質」

（目視確認）地盤が締め固まっている、又は塊状で地盤として固い状態である場合

（触診確認）ショベルを用いても、容易にほぐせない状態である場合

図表 5-1 空洞等発生箇所における地盤状態と舗装損傷の構成

地盤状態	ひび割れ	路面凹凸	箇所数	地盤状態内での構成比	全体での構成比
軟弱	無	無	1	6.7%	3.7%
		有	1	6.7%	3.7%
	線状	無	7	46.7%	25.9%
		有	2	13.3%	7.4%
	亀甲状	無	2	13.3%	7.4%
		有	2	13.3%	7.4%
硬質	無	無	7	58.3%	25.9%
		有	0	0.0%	0.0%
	線状	無	4	33.3%	14.8%
		有	1	8.3%	3.7%
	亀甲状	無	0	0.0%	0.0%
		有	0	0.0%	0.0%

図表5-1に示されたとおり、硬質地盤では、線状のひび割れは検出されたが、亀甲上のひび割れは検出されなかった。一方、軟弱地盤では、大半（13/15、87%）の舗装表面に、線状又は亀甲上のひび割れが発生していた。

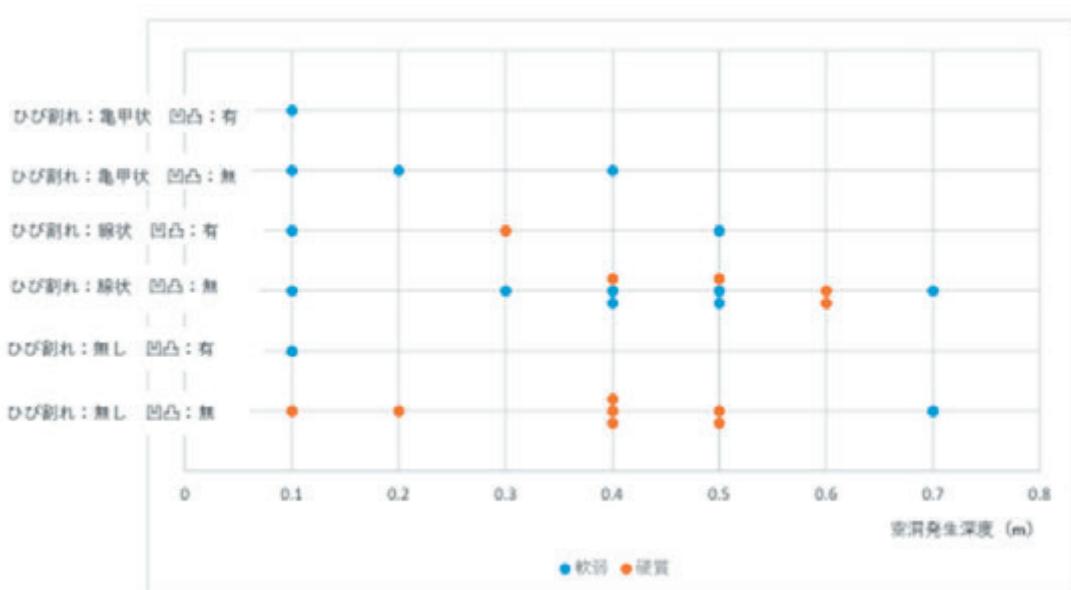
路面凹凸については、硬質地盤では、ほとんど凹凸が見られなかった（1/12、8%）のに対し、軟弱地盤では、3分の1（5/15）の箇所で凹凸が確認された。

舗装表面に損傷（ひび割れ、凹凸）が無く、空洞が発生している割合は、全体の約3割

（8/27、29.6%）であり、残る約7割の空洞・陥没箇所の舗装表面には損傷が発生していることから、空洞が発生した場合、これに起因したひび割れや路面凹凸が少なからず発生し得るものと考えられる。

また、空洞の深度と空洞・陥没発生箇所の舗装表面の損傷との関係を地盤の状態別に分析した結果が、図表5-2である。

図表 5-2 地盤の状態に応じた舗装損傷の空洞深度分布



（図表 3-10 を再掲）

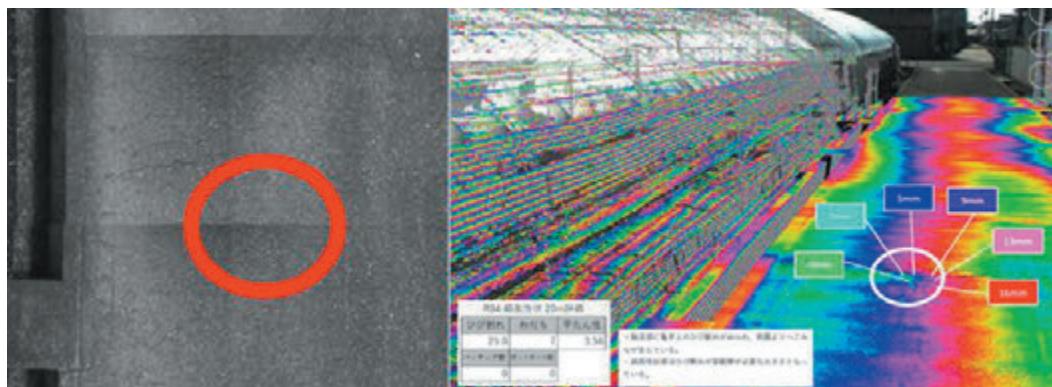
図表5-2で示すとおり、地盤の硬軟に応じて、舗装表面に現れる損傷と空洞深度との関係に、異なる傾向が見られる。

硬質地盤の場合、空洞発生深度が浅くても舗装表面に損傷が発生しないか、損傷が発生してもひび割れの状態が線状に止まっている。一方、軟弱地盤の場合、空洞発生深度が深い場所から深い場所まで、一様に損傷が発生していることがわかる。

さらに、軟弱地盤の場合、多くのケースで空洞発生箇所の舗装表面に路面凹凸が見られることや、硬質地盤であっても、空洞発生深度が0.6m程度であれば、舗装表面に何らかの変状が見ら

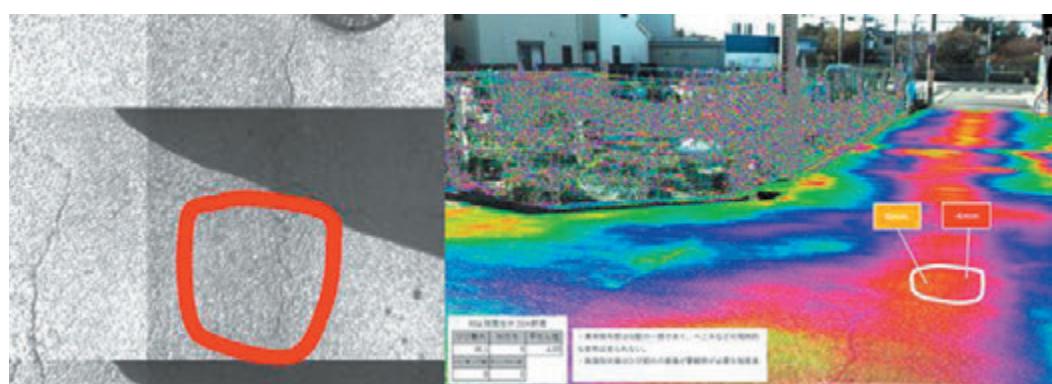
れる可能性が高いことが判明しており、今後もデータを蓄積し、検証精度を上げていくことが望まれる。なお、本項記載の損傷パターン例は、以下に示すとおりである。

① ひび割れ:無 凹凸:有 (1事例)



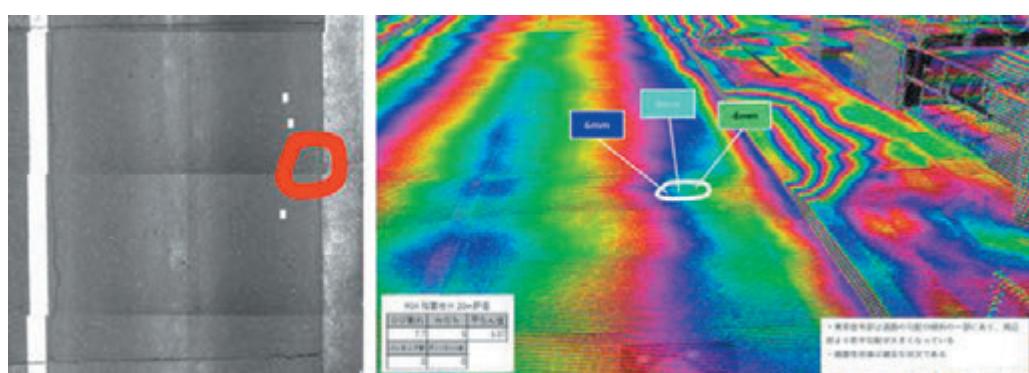
※ 凹凸は、中心に凹みが発生

② ひび割れ:線状 凹凸:無 (11事例)



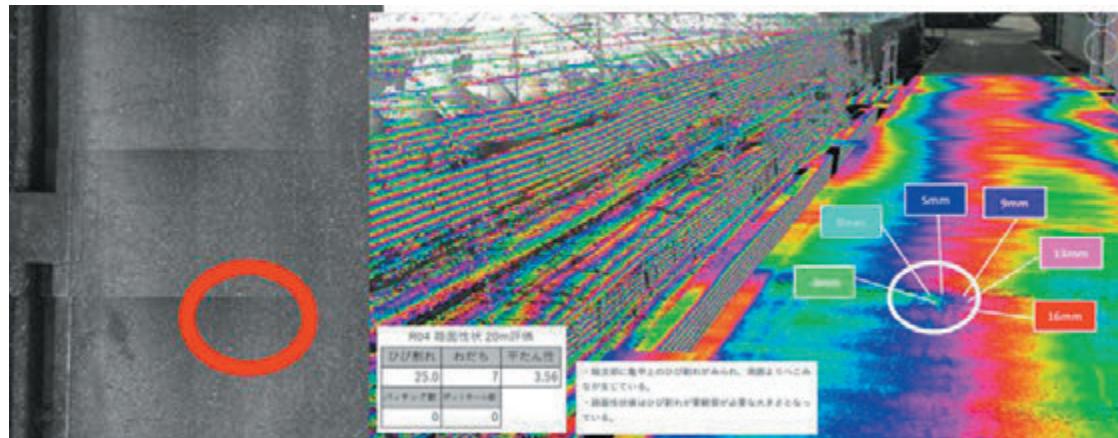
※ ひび割れは、道路軸方向に空洞をまたぐように発生し、中心部に凹みが発生

③ ひび割れ:線状 凹凸:有 (3事例)

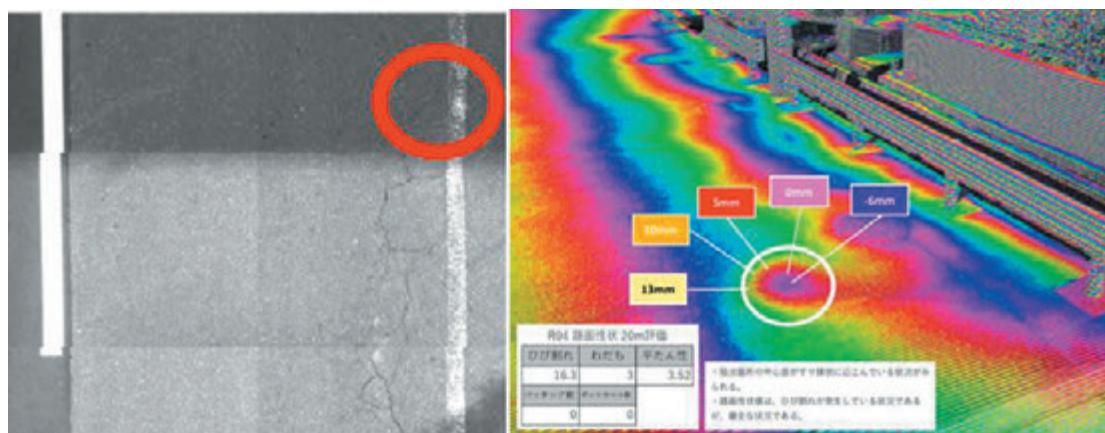


※ ひび割れは、線状ではあるが空洞を囲うように発生し、凹凸は、道路の勾配に比べて異なる勾配を示す

④ ひび割れ:亀甲状 凹凸:無 (2事例)



⑤ ひび割れ:亀甲状 凹凸:有 (2事例)



(2) 損傷事例集の作成

多くの業界で、近年、「技術者の技術力の低下」が深刻な問題として取り上げられている。建設業界を例にすれば、施工する側である受注者に限らず、発注者である官公庁の職員も、同様の問題を抱えているケースも多い。

先日の、埼玉県八潮市での大規模陥没事故発生後、国から道路管理者に道路路面を緊急点検するよう要請があった。この際、舗装や空洞に詳しい者であれば、何をどのように点検すべきかを早期に理解できるものの、ノウハウや技術力を有していない職員も存在しよう。分野が異なるものの、こうした背景から、道路橋損傷の学習教材として、国土交通省から損傷事例集が示されている。

伊丹市では、本調査研究を通じて前項で述べた 27 箇所の舗装表面に関する損傷事例を収集しており、伊丹市版損傷事例集の作成に取り組んでいる。本調査研究で得られた知見も加え、今後

さらに情報の収集・蓄積を図りながら、道路パトロールの高度化やノウハウ・技術の継承に資するよう、事例集の充実に努めていく意向である。

図表 5-3 床版の損傷事例集

床版の損傷事例

床版のひびわれ、剥離・鉄筋露出 なえしらぎわばし いわでけんいわでぐんいわてまち
－苗代沢橋:岩手県岩手郡岩手町－
 平成16年の点検(橋齢:45年時点)で損傷発見 管理者:岩手県

コンクリート製高欄・地覆の断面欠損が著しく、床版下面にはひびわれから遊離石灰を伴う漏水が生じていた。このため、直ちに大型車の通行規制を行い、補修を行った。





橋梁名
なえしらぎわばし
路線名
いわてけんいわでぐん
(主)岩手平館線
橋梁位置
いわてけん いわてぐん いわてまち
岩手県岩手郡岩手町
橋梁型式
2径間単純RCT析橋
橋長
21.1m
全幅員
6.8m
竣工年度
1959年



補修

ひびわれから生じている遊離石灰を伴う漏水の状況



完成

床版の補修状況



床版上のひびわれ部分から
進入した雨水によりセメント
分が溶け出でて骨材だけが
残ったもの

床版上面コンクリートの土砂化
(舗装版とりこわし後)



コメント

当該橋梁は床版防水が設置されていなかったことから、床版の上面コンクリートの土砂化や床版下面の遊離石灰を伴うひびわれを進行させたと考えられます。

補修にあたっては、床版上面コンクリートの断面修復後、床版防水工を施工しました(H20補修完了)。

点検における床版下面の漏水・遊離石灰、舗装面のひびわれ状況等から、防水機能の低下や土砂化を疑い早期に対処したことで大規模な補修に至りませんでした。

(管理者:岩手県 県土整備部 道路環境課職員)



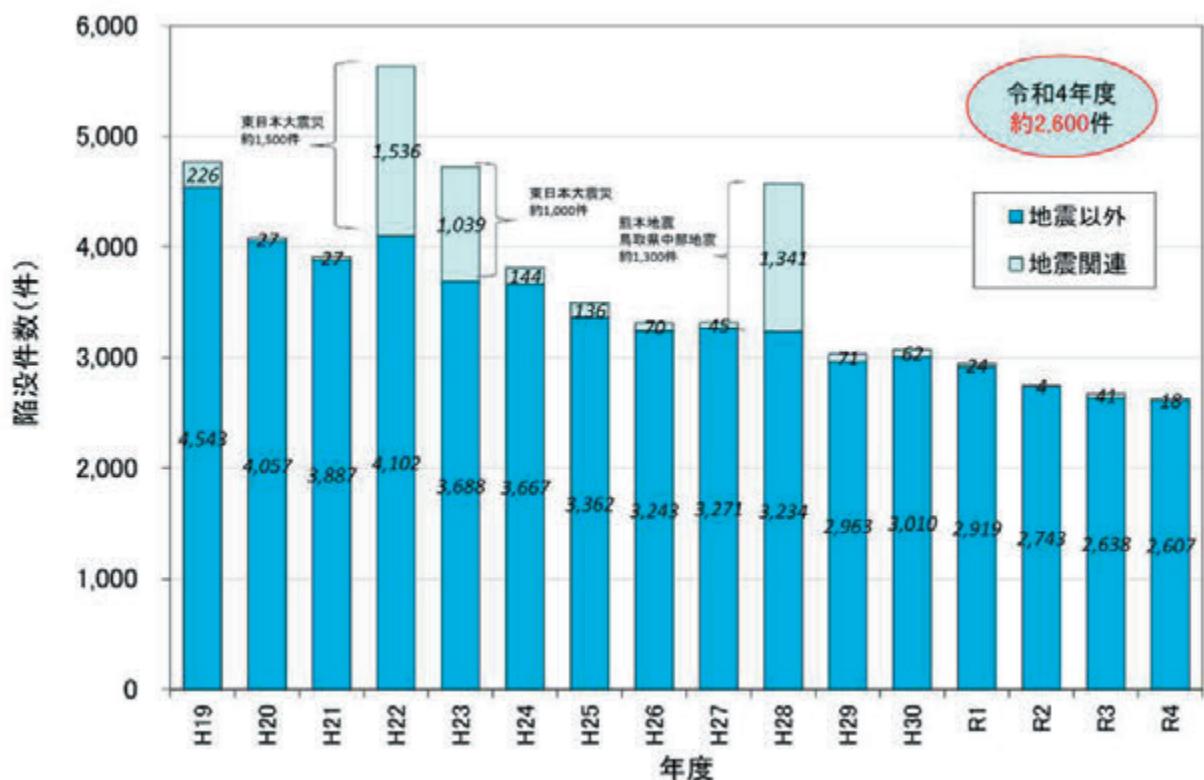
出所：国土交通省 HP 掲載の「床版の損傷事例」より一部抜粋

2 ポテンシャルマップの作成

(1) ポテンシャルマップ作成の必要性

図表5-4に示すとおり、管路施設に起因する道路陥没が、全国で約2,600件発生している（令和4年度）。図表5-5のとおり、埋設されている管路から生じた空洞が道路陥没を発生させることがよく知られており、老朽化等による上下水道管の損傷は、土砂の流出と水流の発生の双方が重なることがあるため、管路施設に起因する空洞が発生した場合、施工不良の自然沈下などと比べ、道路上に発生する事故のリスクがとりわけ高いと考えられている。

図表 5-4 管路施設に起因した道路陥没件数の推移（全国）

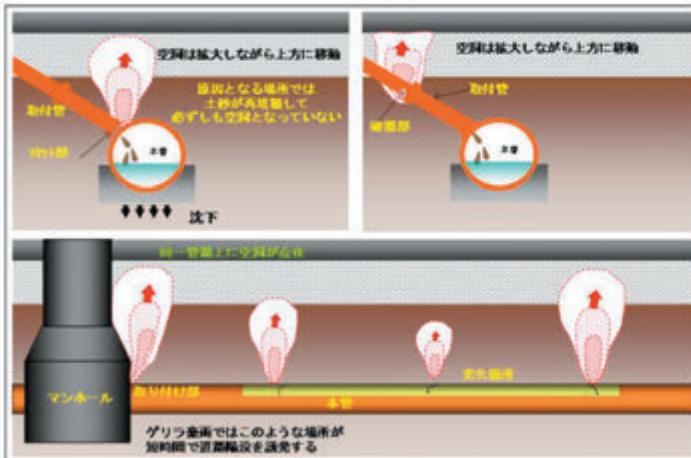


出所：国土交通省 HP より

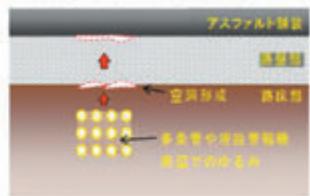
図表 5-5 空洞発生メカニズムの一例

空洞発生メカニズムの一例

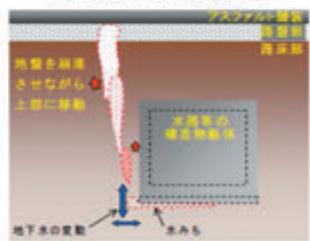
地下埋設物破損箇所等からの吸出し



地下埋設物・構造物敷設時の転圧不足



地下埋設物・構造物周辺での水みちによる影響



出所：基礎調査機関（ジオ・サーチ株式会社）より提出を受けた報告書より抜粋

これまで述べてきたとおり、伊丹市の路面下空洞は、浅い位置に小規模なものが多くの発生している傾向にあり、平成 28 年の博多駅前、令和 7 年の埼玉県八潮市のような事故が発生する確率は高くないと推測されるが、埼玉県八潮市での大規模道路陥没事故発生後、伊丹市では、下水道管路の緊急点検を行っており、陥没リスクを過小評価することなく、安全管理に取り組んでいる。

こうした取組の一環として、道路管理者である伊丹市（都市交通部道路室道路保全課）では、点検の効率化を図りつつ、重点的に点検すべき箇所を「見える化」することで、市民の更なる安全・安心を確保する観点から、陥没などの道路損傷の発生に関する可能性（ポテンシャル）を把握するため、伊丹市上下水道局から提供された上下水道の配管図をもとに、「ポテンシャルマップ」の作成に着手しており、本調査研究で得られた知見を順次加えて、道路管理の信頼性や効率性の向上に努めていく意向である。

図表 5-6 埼玉県八潮市の道路陥没事故を踏まえた伊丹市の緊急点検

下水道管路の緊急点検について

更新日：2025年02月04日

埼玉県八潮市において、下水道管の破損に起因すると考えられる道路陥没が起き、下水道（洗濯や風呂）の使用自粛を呼びかけるなど、大きな影響が発生しております。

このことを受け、国土交通省から、流域下水道管理者が管理する晴天時1日最大処理量300,000m³/日以上の大規模な下水処理場に接続する口径2メートル以上の下水道管路について、腐食等の施設の異常により道路陥没の恐れがないか目視等による緊急点検を行うよう要請があったところです。

市では、日頃から職員や委託業者による点検・調査を行っており、マンホール周辺の道路舗装や下水道管に異常を発見した際は、随時緊急で修繕等の対応をしておりますが、今回の緊急点検と足並みを併せ、市が管理する口径2メートル以上の下水道管を対象として、1月31日に道路面の異常の有無を目視により確認しましたが異常は見つかりませんでした。

また、2月3日からマンホールの蓋を開け、マンホール内より目視等による管内部の点検を行っています。



出所：伊丹市HPに掲載された「重要なお知らせ」（令和7年2月4日）

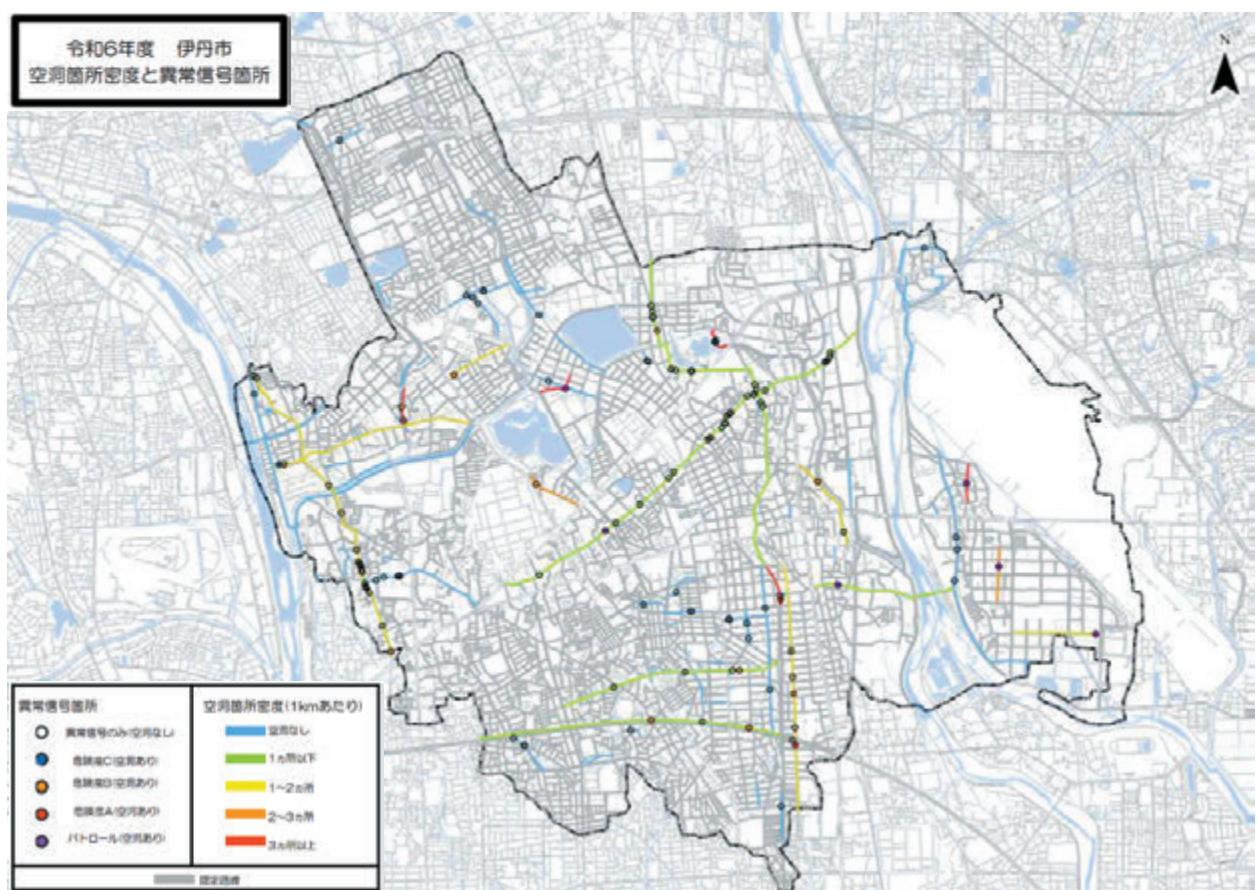
(2) 空洞探査時の異常信号データの反映

第2章で記述した空洞探査で得られた異常信号箇所（116 箇所）の GIS データを作成（図表 5-7）し、併せて 1 km 当たりの発生密度を整理（図表 5-8）した。

図表 5-7 異常信号箇所の分布



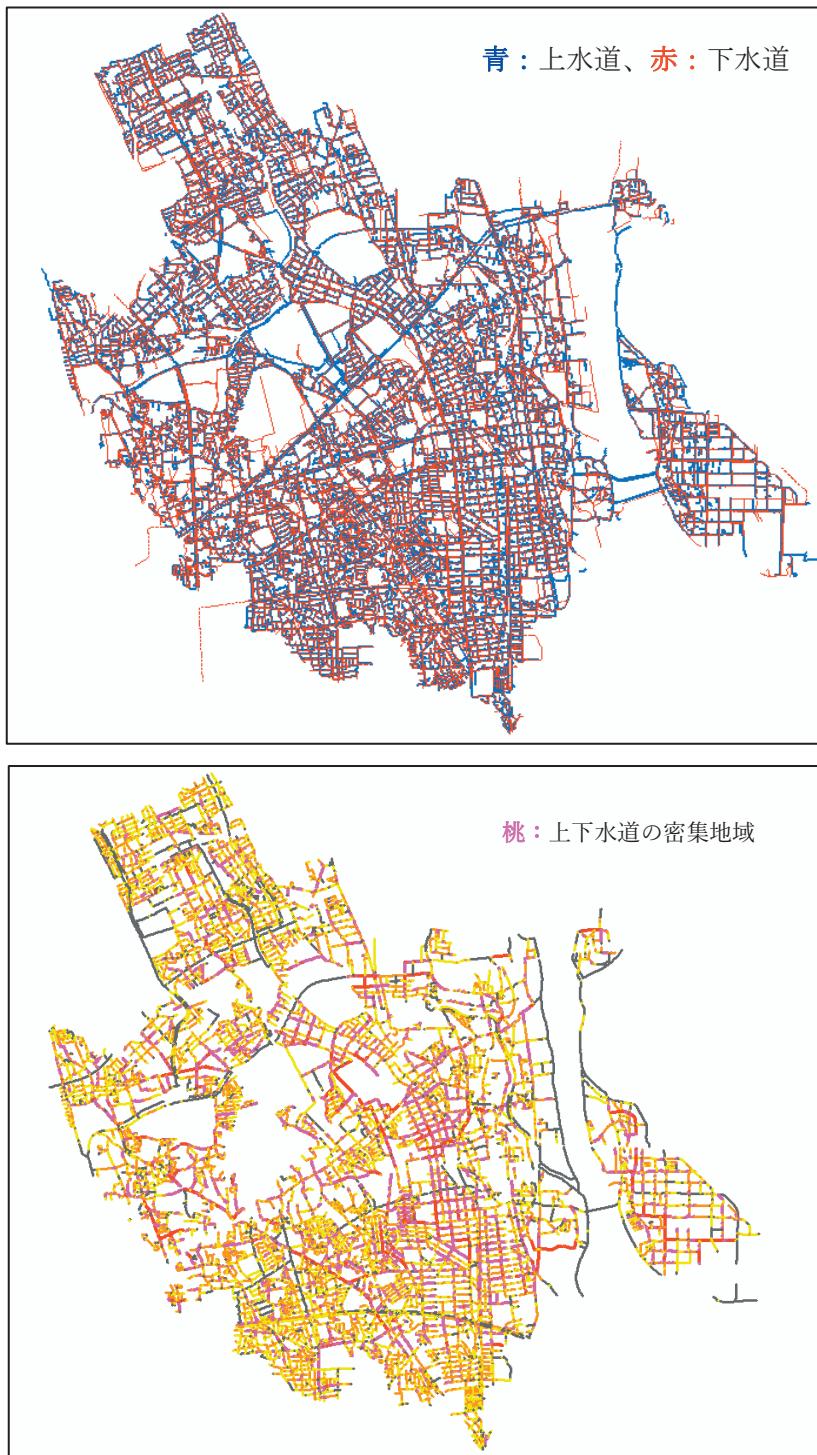
図表 5-8 1 kmあたりの異常信号密度



(3) 埋設管と異常信号との関係

また、伊丹市上下水道局から提供された埋設管路の位置情報を「見える化」するため、当該情報を GIS データに重ね合わせたものが、図表 5-9 である。この図から、伊丹市全域での上下水道管の網羅状況が確認できる。この GIS データと伊丹市が保有する道路施設の GIS データを元に、以下ア～ウの分析を行った。

図表 5-9 伊丹市における上下水道の分布状況

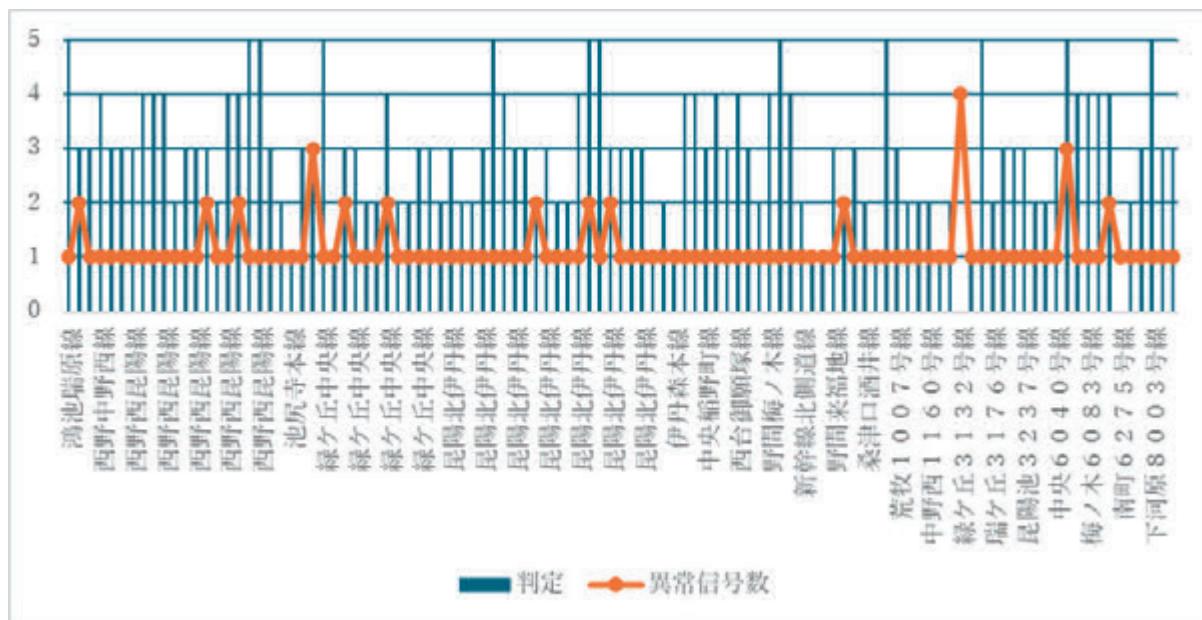


ア 異常信号箇所と埋設管位置の関係

第2章で記述した異常信号箇所（116箇所）と埋設管の位置関係を分析した結果、近傍に埋設管が存在する箇所は、上水道で111箇所、下水道で110箇所存在した。また、上下水道のいずれかがある箇所は、112箇所である。

異常信号がすべて埋設管に起因するわけではないが、異常信号を検知した場所は、埋設管の位置が密になっていることが確認できる。なお、緑ヶ丘3132号線で異常信号が4箇所検出されているが、上下水道局管理の埋設管ではなく、市が管理する埋設管が敷設されている。

図表 5-10 異常信号箇所と上下水道密度の分布



イ 異常信号箇所と供用年数による影響の関係

異常信号箇所と上下水道管の供用年数の関係を調査するにあたり、管路の更新基準（図表5-11）に基づき、供用年数40年を閾値とし、0～40年以下の年数は10年刻みで異常信号の分布状況を集計したものが、図表5-12である。

供用年数10年未満では、異常信号は確認されなかった。また、最も異常信号が多く発生した供用年数は31年～40年のゾーンで、111箇所確認された。なお、本調査研究で空洞探査を実施した路線下には、現時点で供用年数40年以上となる上下水道管が敷設されていないため、当該ゾーンでの異常信号箇所はない。

管路の更新基準である供用年数40年付近に異常信号が集中しており、上下水道管の供用年数が、空洞ポテンシャルに大きな影響を与えていると考えられる。

図表 5-11 管路の更新基準（実使用年数）設定例

水道統計の管種区分	更新基準の初期設定値 (法定耐用年数)		実使用年数の設定値例		耐震性能 *	
			事故率、耐震性能 を考慮した更新基 準としての一案**	レベル 1	レベル 2	
鉄管（ダクタイル鉄管は含まない）		40年～50年	50年	×	×	
ダクタイル鉄管 耐震型継手を有する			80年	○	○	
ダクタイル鉄管 K形継手等を有するもののうち良い地盤に布設されている		60年～80年	70年	○	注1)	
ダクタイル鉄管(上記以外・不明なものを含む)			60年	○	×	
鋼管（溶接継手を有する）		40年～70年	70年	○	○	
鋼管（上記以外・不明なものを含む）		70年	40年	—	—	
石綿セメント管(m)		40年	40年	×	×	
硬質塩化ビニル管（RRロング継手等を有する）		40年～60年	60年	○	注2)	
硬質塩化ビニル管（RR継手等を有する）		60年	50年	○	×	
硬質塩化ビニル管(上記以外・不明なものを含む)			40年	×	×	
コンクリート管		40年	40年	—	—	
鉛管		40年	40年	—	—	
ポリエチレン管（高密度、熱融着継手を有する）		40年～60年	60年	○	注3)	
ポリエチレン管（上記以外・不明なものを含む）		60年	40年	○	×	
ステンレス管 耐震型継手を有する		40年～60年	60年	○	○	
ステンレス管（上記以外・不明なものを含む）		60年	40年	—	—	
その他（管種が不明のものを含む）		40年	40年	—	—	

出所：管路の耐震化に関する検討会報告書（平成19年3月）を参照し作成

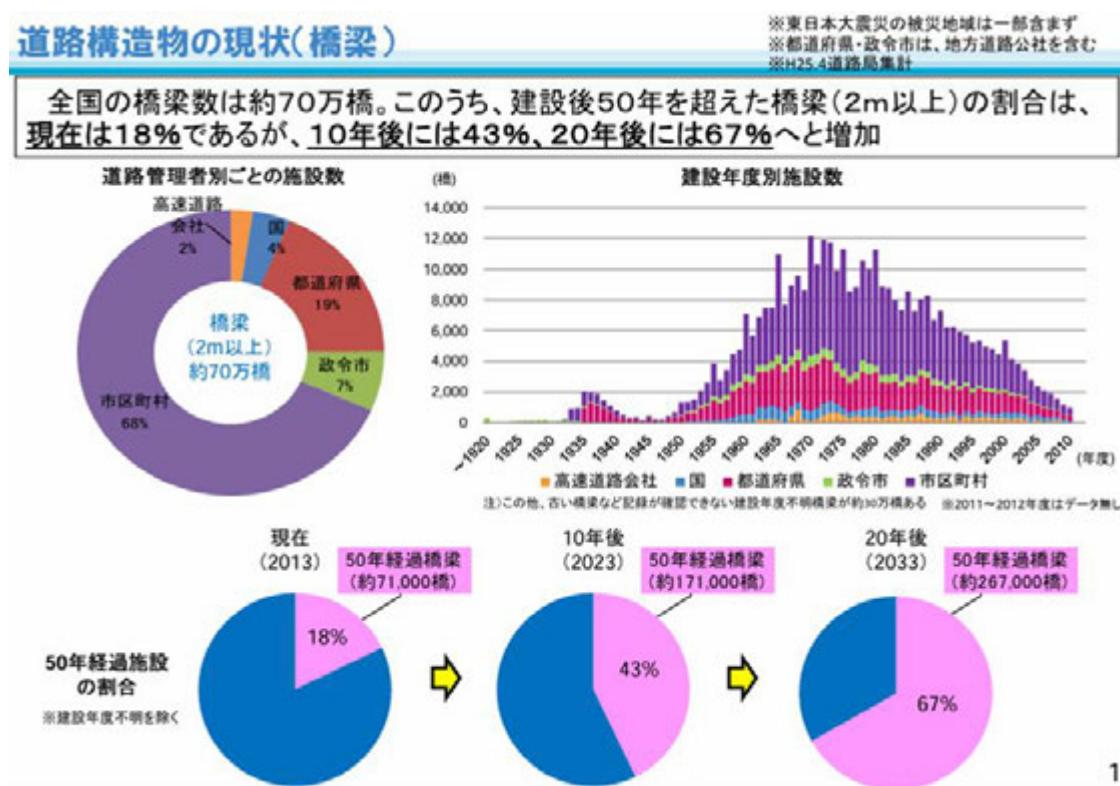
図表 5-12 異常信号箇所と供用年数の分布

供用年数	0～10年	11年～20年	21年～30年	31年～40年	40年以上	合計
異常信号数	0	4	1	111	0	116

ウ 道路の供用年数と上下水道管の埋設密度の関係

道路の供用年度と上下水道の埋設密度の関係を調査するにあたり、どの年代に供用されたものが多いのかを参考にした文献が、図表5-13に示す橋梁の供用時期である。橋梁の多くが供用された高度成長期に多くの道路整備も進められたと仮定し、上下水道についても、同時期に整備されていると想定したものである。

図表 5-13 道路構造物の現状

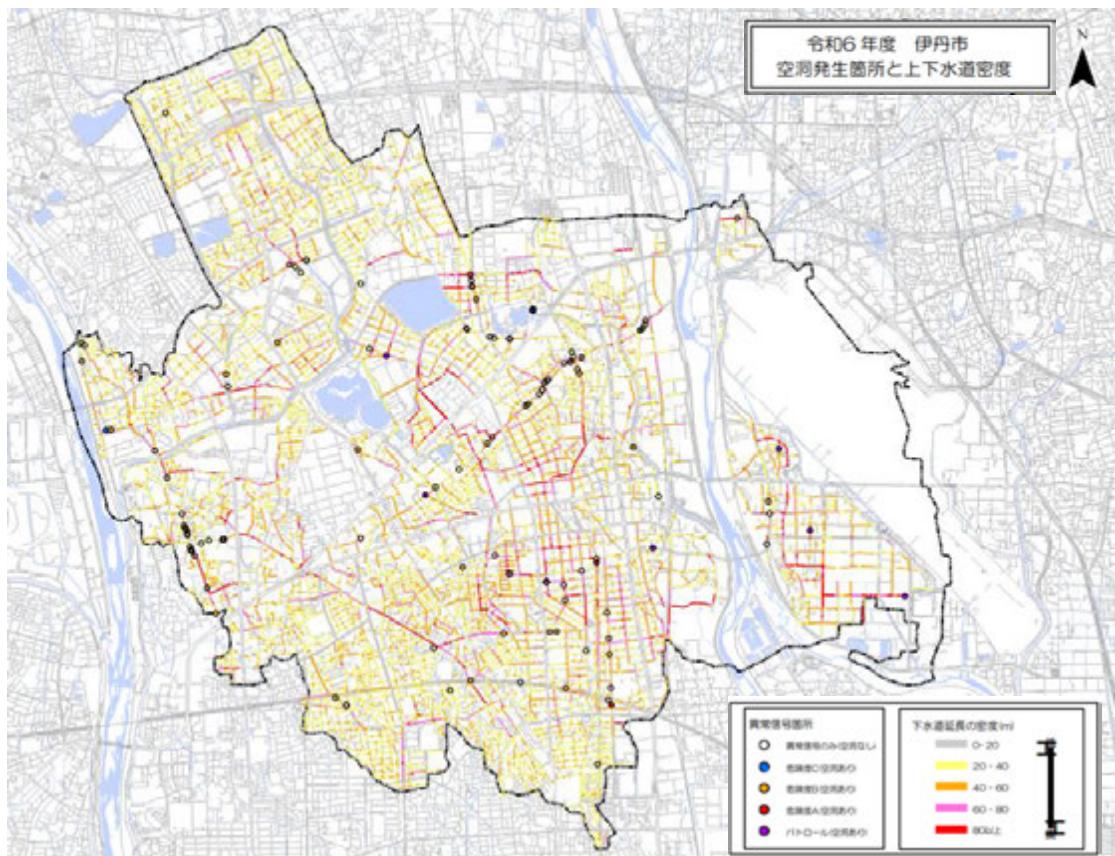


出所：国土交通省 HP から抜粋 (H25.4 道路局集計結果)

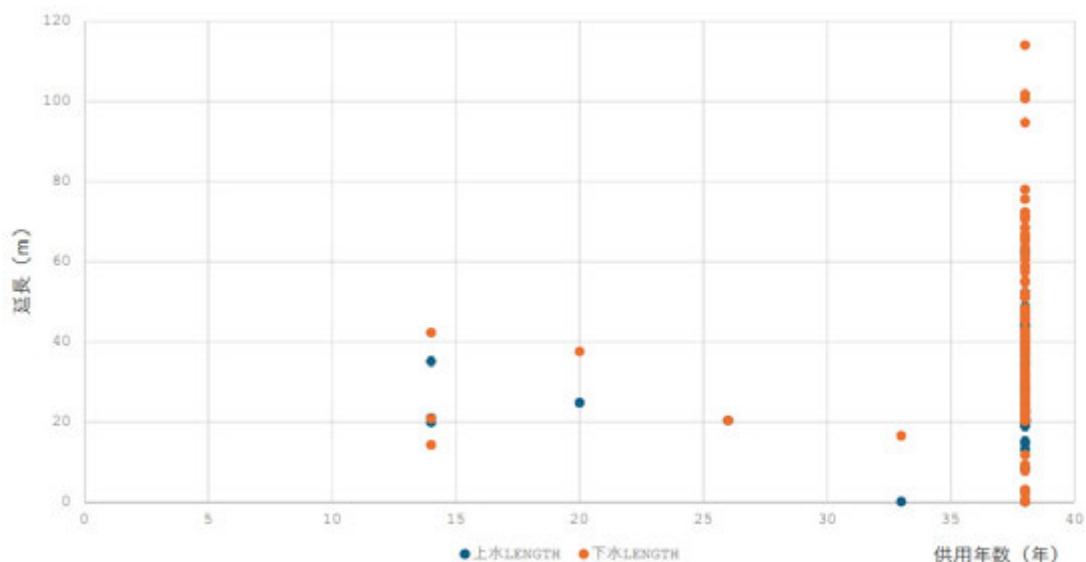
異常信号データと上下水道埋設管データを、令和4年度に実施した路面性状調査データの評価区間に重ね合わせ、20m区間当たりの敷設延長を上下水道密度として GIS 上に表示したものが、図表5-14である。

また、経過年数別の上下水道密度の分布状況を、図表5-15に示す。

図表 5-14 空洞発生箇所と上下水道密度の関係



図表 5-15 道路の供用年数と上下水道密度の分布（異常信号箇所）



図表5－15で明らかなどおり、道路の供用年数が35年から40年までのゾーンで上下水道管が密に配置されており、11年～20年の間で3%、21年から30年の間で0.6%、31年～40年で96.2%の分布となっている。

また、埋設管の密度が高いほど異常信号の増加がみられる傾向にあり、上下水道管の埋設密度と道路の供用年数の関係も、空洞ポテンシャルの評価要素となるものと考えられる。

以上、上記ア～ウの分析結果より、以下の3つの傾向を見て取ることができる。

- ・ 異常信号が発生する箇所には、埋設管との関係性が見られる
- ・ 異常信号が発生する場所は、埋設管の密度が高い
- ・ 道路の供用年度が古いほど、異常信号が発生しやすい

(4) ポテンシャル判定指標の検討

ア ポテンシャル指標の検討

前項までの分析結果に基づき、伊丹市では、陥没ポテンシャルを判定する指標を設定し、陥没ポテンシャルの検討を進めることとした。

- ① 道路の供用年数
- ② 上下水道の埋設密度

※埋設密度の設定：路面下に埋設管が複数配置されているため、道路延長20m毎の総延長を、上下水道の埋設密度として設定した。

以上の2点に基づき、空洞ポテンシャルを4段階で評価し、ポテンシャルのランクに応じた管理レベルを設定する案が、図表5-16となる。

図表 5-16 ポテンシャル判定と管理レベルの対比（案）

判定	空洞ポтенシャル	対 応
A	高	重点パトロール、状況に応じて詳細点検等実施
B	中	日常パトロール、変状がでればA判定
C	小	日常パトロール
D	異常なし	日常パトロール

また、上記空洞ポテンシャル案について分布を示したものが、図表5-17～図表5-19であり、伊丹市では実用に向けた詳細検討を進めている。

図表 5-17 ポテンシャルの判定（案）

密度 (m) 経過年数 (年)	$0m < L \leq 40m$	$40m < L \leq 60m$	$60m < L \leq 80m$	$80m < L \leq 100m$	$100m < L$
$y \leq 10$	C	C	C	B	B
$10 < y \leq 20$	C	C	B	B	B
$20 < y \leq 30$	C	B	B	B	A
$30 < y \leq 40$	B	B	B	A	A
$40 < y$	A	A	A	A	A

図表 5-18 ポテンシャル判定（案）に基づく延長分布

密度 (m) 経過年数 (年)	$0m < L \leq 40m$	$40m < L \leq 60m$	$60m < L \leq 80m$	$80m < L \leq 100m$	$100m < L$
$y \leq 10$	825	1,835	460	0	0
$10 < y \leq 20$	16,490	11,980	5,420	1,120	780
$20 < y \leq 30$	14,965	24,300	8,480	1,820	340
$30 < y \leq 40$	89,960	142,060	82,210	31,500	14,885
$40 < y$	370	180	130	0	0

図表 5-19 ポテンシャル判定（案）に基づく MCI 分布（参考）

密度 (m) 経過年数 (年)	0m < L ≤ 40m	40m < L ≤ 60m	60m < L ≤ 80m	80m < L ≤ 100m	100m < L
y ≤ 10	4.4~8.8	1.5~8.8	4.6~8.8	—	—
10 < y ≤ 20	1.5~10.0	1.1~8.8	0.7~8.8	1.6~8.8	3.5~8.8
20 < y ≤ 30	0.6~10.0	1.7~10.0	1.9~8.8	2.3~10.0	2.7~7.4
30 < y ≤ 40	0 ~10.0	0 ~10.0	0 ~10.0	0.7~10.0	0.9~8.8
40 < y	3.4~10.0	3.8~8.7	4.0~8.6	—	—

供用延長をポテンシャル判定ごとに分類したものが、図表5-17である。A判定が47.4 km、B判定が356.1 km、C判定が46.6 km（計450.1 km）となっている。B判定のうち、供用30年から40年に分布する道路が全体の約7割を占めており、注意して管理していく必要がある。

なお、図表5-19のとおり、本来、舗装点検の指標として利用されるMCIについては、舗装の損傷に関する評価であるため、あまり規則性の見られない分布となっている。これは、供用年数は古いものの、舗装の更新等が実施されているケースが多いいためであり、今後、補修等の履歴を整理したうえで、ポテンシャル判定に反映していくことが望ましい。

一般的に、舗装の耐用年数は10~20年程度であり、供用後40年を経過していれば、一度は舗装の更新を行っている可能性がある。また、これまで路盤から入れ替える工事は少なく、舗装長寿命化修繕計画に基づき、表層の補修により長寿命化を図る傾向があるが、今後は、ポテンシャルマップを参考に、表層のみならず路盤も考慮し、道路施設の更なる長寿命化を図る必要があろう。

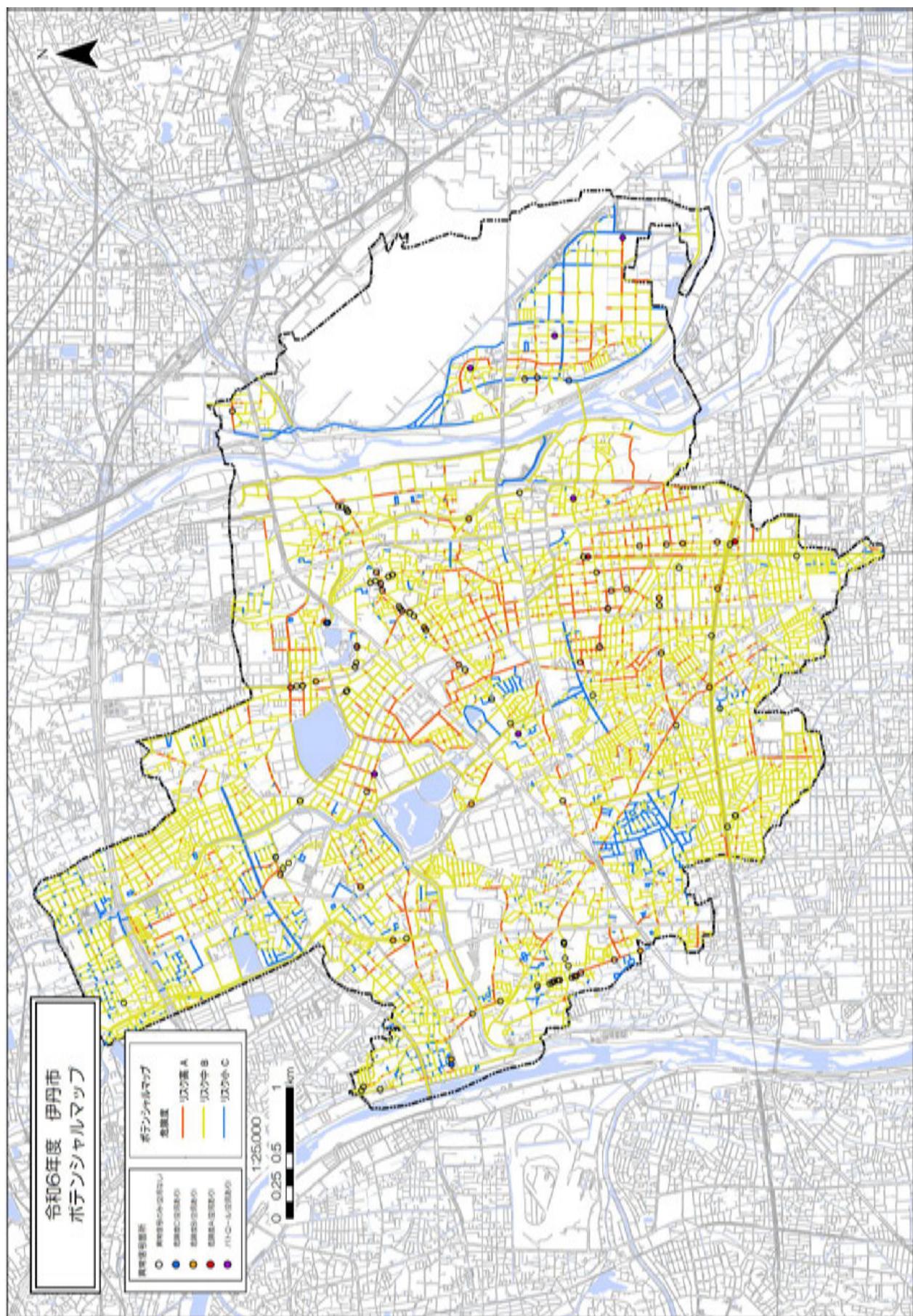
(5) ポテンシャルマップ案の作成

前項までの判定を考慮したポテンシャルマップ案が、図表5-20となる。

本ポテンシャルマップ案は、本調査研究での分析結果も踏まえ、埋設管（上下水道）と道路の供用年度を重視した判定基準としたが、伊丹市では、今後も以下に示す情報を取得し、ポテンシャルマップの更なる高度化を図る意向である。

- ① 上下水道埋設管の供用年度
- ② 舗装の修繕履歴
- ③ 他の埋設管理者の情報（敷設位置、供用年度、点検結果など）
- ④ パトロール結果のとりまとめ
- ⑤ 陥没が発生した場合の情報収集
- ⑥ 路面性状調査の結果（前回分、次回分）
- ⑦ 空洞調査結果（今後）等

図表 5-20 ポテンシャルマップ案



3 道路管理の信頼性や効率性の向上に向けた取組

(1) 路面安全管理マニュアルへの反映

前1節、2節で記述したとおり、損傷事例集やポテンシャルマップを作成することにより、潜在リスクの「見える化」が図られ、道路管理者（伊丹市）が、日常の道路巡回を実施する際に注意すべき路線や区間として管理していくことが可能となろう。こうして、調査や経験則がさらに蓄積されていくに従い、路面安全管理マニュアルの完成度が高まり、現象によっては、市民からの情報提供も得やすくなるなど、マニュアル整備の好循環も期待されよう。

なお、第3章、第4章で述べてきたとおり、本件調査研究では一時点の静的なデータを他のデータ等と比較、照合しながら得られた結果に対する所見を記述しているが、本来、路面性状や路面の損傷状態、空洞の生成から陥没の発生に至るまで、これらは時間の経過とともに連続的に変化しており、これらの観測データを時系列的に蓄積し、連続的な変化を複数時点のデータ比較からの考察を加えていくことで新たな知見が追加され、ポテンシャルマップや路面安全管理マニュアルのさらなる精緻化が促進されるであろう。

(2) 効率性の向上

本調査研究では、空洞探査（1次：地中レーダ探査、2次：開削（一部）、空洞発生地点の路面性状・路面損傷パターンの整理、赤外線サーモグラフィによる温度差測定を実施してきたが、それぞれの調査にはコストがかかり、検出精度や実施期間と調査コストとは、概ねトレードオフの関係になるものと考えられる。

今後、時系列データや陥没データの蓄積により、ポテンシャルマップへの陥没危険度表示の精度がさらに向上すれば、道路管理者（伊丹市）が対応すべき優先順位がさらに明確化され、科学的根拠を伴う効率的・効果的な道路管理が実現される可能性がある。

また、現在既に推進中である「伊丹市舗装長寿命化修繕計画」に定める舗装メンテナンスサイクルと、「伊丹市版路面安全管理マニュアル」に反映される空洞・陥没対応の優先順位を整合的に運用することにより、各種調査費用の節減や調査結果の多目的利用が図られる可能性があり、限りある財源の活用策として検討されることが望まれる。

(3) 維持管理の高度化にむけて

福岡県博多駅前や埼玉県八潮市の陥没事例に見られるとおり、従来から埋設構造物に起因して空洞が生じ、陥没事故に至るケースがよく知られている。本調査研究においても、埋設管と空洞の関係性を調査した結果、定説と同様の事象発生を確認した。

そのため、道路管理者が道路の維持管理を単独で実施するという従来からの管理方法から、道路管理者と埋設管理者とが緊密に連携して安全管理を担う方法へと進化させていくことが重要になろう。道路管理者は、路面の点検結果を埋設管理者に情報提供し、埋設管理者は、埋設管の点

検状況を道路管理者に情報提供することで、双方の安全管理レベルが向上し、ひいては市民生活の安全に寄与することになる。

(4) 調査研究を通じて

本調査研究を進める過程で、多くの知見や事実を発見することができた。こうした知見の集積が、さらなる道路の安全管理強化に資する好循環の端緒となれば幸いである。

また、路面の事象が視認できない路面下の事象とも関係している可能性があることが認識されたことから、安全管理上必要となる各種調査で発生する重複的なコストを節減できる余地も考えられよう。伊丹市での試算を付属資料に掲示するので、参考になれば幸いである。

最後に、本調査研究を進めるにあたり、伊丹市上下水道局、及び基礎調査機関の関係各位には多大なるご協力をいただいた。心より感謝を申し上げる。

付屬資料

空洞探査（電磁波レーダ照射）実施路線

路線番号	路線名	当初数量 (m)	概算数量 (m)	実施数量 (m)	備考
1 7	鴻池瑞原線	825	790	790	
2 9	西野池尻線	1,276	1,215	1,215	
3 10	西野中野西線	1,616	1,600	1,600	
4 11	西野西昆陽線	2,576	2,540	2,540	
5 12	池尻中野西線	3,780	3,780	3,780	
6 14	池尻寺本線	977	975	975	
7 19	緑ヶ丘中央線	5,430	5,430	5,430	
8 22	昆陽北伊丹線	3,465	3,440	3,440	
9 25	北本町伊丹線	762	760	760	
10 32	中央稻野町線	1,912	1,685	1,685	一部控除（探査車による計測困難）
11 33	西台御願塚線	1,275	1,275	1,275	
12 36	野間梅ノ木線	1,719	1,715	1,715	
13 42	新幹線北側道線	-	1,005	1,005	追加
14 43	新幹線南側道線	-	990	990	追加
15 44	野間来福地線	355	355	355	
16 48	桑津口酒井線	4,205	4,200	4,200	
17 54	宝塚池田線	691	1,080	1,080	
18 1006	荒牧1006号線	266	0	0	控除（探査車による計測困難）
19 1007	荒牧1007号線	345	345	345	
20 1033	荒牧荻野1033号線	830	0	0	控除（探査車による計測困難）
21 1053	荒牧鴻池1053号線	510	0	0	控除（探査車による計測困難）
22 1102	鴻池1102号線	427	425	425	
23 1138	中野北1138号線	110	110	110	
24 1141	中野北1141号線	230	230	230	
25 1159	中野西1159号線	280	280	280	
26 1160	中野西1160号線	280	280	280	
27 1186	中野鴻池1186号線	526	525	525	
28 1202	中野西1202号線	45	0	0	控除（探査車による計測困難）
29 1212	中野西1212号線	45	45	45	
30 1319	荒牧1319号線	95	95	95	
31 1387	鴻池1387号線	335	335	335	
32 2037	西野2037号線	58	55	55	
33 2040	西野2040号線	495	495	495	
34 2042	西野2042号線	201	200	200	
35 2047	池尻2047号線	221	0	0	控除（探査車による計測困難）
36 2095	池尻2095号線	49	45	45	
37 2124	西野2124号線	124	120	120	
38 2155	池尻2155号線	100	100	100	
39 2179	池尻2179号線	281	280	280	
40 3007	荻野3007号線	275	275	275	

路線番号	路線名	当初数量 (m)	概算数量 (m)	実施数量 (m)	備考
41	3069 萩野瑞原3069号線	285	285	285	
42	3108 東野3108号線	99	0	0	控除（探査車による計測困難）
43	3132 緑ヶ丘3132号線	241	240	220	計測時一部控除（探査車による計測困難）
44	3158 瑞原3158号線	255	255	255	
45	3176 瑞ヶ丘3176号線	514	510	510	
46	3180 瑞ヶ丘3180号線	472	470	470	
47	3198 瑞穂町3198号線	115	115	115	
48	3237 昆陽池3237号線	435	435	435	
49	4058 春日丘4058号線	97	95	95	
50	4077 春日丘清水4077号線	180	0	0	控除（探査車による計測困難）
51	4084 宮ノ前4084号線	107	105	105	
52	4183 昆陽4183号線	177	0	0	控除（探査車による計測困難）
53	5122 野間南野5122号線	246	245	245	
54	5416 南野5416号線	135	135	135	
55	6040 中央6040号線	321	320	320	
56	6042 中央6042号線	54	50	50	
57	6079 梅ノ木6079号線	-	335	335	追加
58	6083 梅ノ木6083号線	-	260	260	追加
59	6099 行基町昆陽6099号線	308	305	305	
60	6109 鈴原町行基町6109号線	280	280	280	
61	6179 南野6179号線	53	50	50	
62	6192 御願塚6192号線	249	245	245	
63	6194 御願塚6194号線	386	0	0	控除（探査車による計測困難）
64	6205 御願塚6205号線	125	125	125	
65	6210 御願塚6210号線	122	120	120	
66	6275 南町6275号線	-	95	95	追加
67	6276 南町6276号線	-	95	95	追加
68	6342 稲野町若菱町6342号線	386	385	385	
69	6349 稲野町6349号線	189	185	185	
70	6404 鈴原町6404号線	221	220	220	
71	7064 北河原天津7064号線	-	370	370	追加
72	7082 伊丹7082号線	85	85	85	
73	8003 下河原8003号線	370	0	0	控除（路線重複のため）
74	8003 下河原8003号線	368	365	365	
75	8010 下河原8010号線	280	255	255	
76	8015 下河原8015号線	110	0	0	控除（探査車による計測困難）
77	8027 東桑津8027号線	31	90	90	
78	8105 下河原8105号線	200	180	180	
79	8112 下河原8112号線	250	195	195	
80	8120 下河原中村8120号線	950	890	890	一部控除（探査車による計測困難）
合計		45,688	45,465	45,445	

異常信号検知箇所一覧

異常箇所 No.	路線 番号	路線名	方向	位置	地先	概略 深度 (m)	概略 縦断 (m)	概略 横断 (m)	陥没 危険度 評価	備考
1	7-3	7	鴻池瑞原線	西行	第1車線目	伊丹市鴻池1丁目10-1	0.5	1.0	0.5	B
2	7-1	7	鴻池瑞原線	西行	第1車線目	伊丹市鴻池4丁目9	0.2	1.0	1.9	A
3	7-2	7	鴻池瑞原線	西行	第1車線目	伊丹市鴻池4丁目9	0.2	1.6	0.9	A
4	9-1	9	西野池尻線	南行	第1車線目	伊丹市西野5丁目225	0.5	0.7	0.5	B
5	10-1	10	西野中野西線	西行	第1車線目	伊丹市西野5丁目344-1	0.7	0.9	0.5	C
6	10-2	10	西野中野西線	西行	第1車線目	伊丹市西野5丁目344-4	0.5	0.5	0.5	B
7	11-2	11	西野西昆陽線	北行	第1車線目	伊丹市西野6丁目187	0.4	0.8	0.5	B
8	11-1	11	西野西昆陽線	北行	第1車線目	伊丹市西野6丁目213	0.2	1.0	0.5	A
9	11-3	11	西野西昆陽線	北行	第1車線目	伊丹市西野1丁目314-4	0.6	0.8	0.5	B
10	11-4	11	西野西昆陽線	北行	第1車線目	伊丹市池尻3丁目445-1	0.3	0.6	0.6	B
11	11-5	11	西野西昆陽線	北行	第1車線目	伊丹市池尻6丁目77	0.5	0.6	0.5	B
12	11-6	11	西野西昆陽線	北行	路肩	伊丹市池尻6丁目61	0.3	1.1	0.6	B
13	11-7	11	西野西昆陽線	北行	第1車線目	伊丹市池尻6丁目59	0.5	0.7	0.7	B R02検出信号2-1-3 (変化なし)
14	11-8	11	西野西昆陽線	北行	第1車線目	伊丹市池尻6丁目59	0.5	0.7	0.7	B
15	11-9	11	西野西昆陽線	北行	第1車線目	伊丹市池尻6丁目29	0.6	1.3	0.7	B
16	11-10	11	西野西昆陽線	北行	第1車線目	伊丹市池尻2丁目143	0.4	1.4	0.5	B
17	11-11	11	西野西昆陽線	北行	第1車線目	伊丹市池尻2丁目126-1	0.3	1.2	0.6	B
18	11-12	11	西野西昆陽線	北行	第1車線目	伊丹市池尻2丁目126-1	0.3	2.2	0.5	B
19	11-13	11	西野西昆陽線	北行	第1車線目	伊丹市池尻2丁目126-1	0.3	0.7	0.5	B
20	11-14	11	西野西昆陽線	北行	第1車線目	伊丹市池尻5丁目58	0.3	1.8	1.1	B
21	11-15	11	西野西昆陽線	北行	第1車線目	伊丹市池尻2丁目100	0.3	0.7	1.1	B
22	11-16	11	西野西昆陽線	北行	第1車線目	伊丹市池尻1丁目204	0.3	0.8	0.6	B
23	11-17	11	西野西昆陽線	北行	第1車線目	伊丹市池尻5丁目5-5	0.4	0.8	0.6	B R02検出信号2-1-1 (変化なし)
24	14-2	14	池尻寺本線	東行	第1車線目	伊丹市池尻2丁目275	0.5	0.5	0.5	B
25	14-1	14	池尻寺本線	東行	第1車線目	伊丹市池尻2丁目276-7	0.2	1.1	0.5	A
26	14-3	14	池尻寺本線	東行	第1車線目	伊丹市池尻2丁目50	0.5	0.8	0.7	B
27	14-4	14	池尻寺本線	東行	第1車線目	伊丹市池尻2丁目349-1	0.3	0.8	0.5	B
28	14-5	14	池尻寺本線	東行	第1車線目	伊丹市池尻2丁目349-1	0.4	0.6	0.5	B
29	14-6	14	池尻寺本線	東行	第1車線目	伊丹市池尻2丁目349-1	0.4	0.7	0.6	B
30	19-1	19	緑ヶ丘中央線	北行	第1車線目(交差点内)	伊丹市緑ヶ丘5丁目64	0.4	0.7	0.6	B
31	19-2	19	緑ヶ丘中央線	南行	第1車線目	伊丹市緑ヶ丘5丁目26	1.0	0.7	0.6	C
32	19-3	19	緑ヶ丘中央線	北行	第1車線目	伊丹市緑ヶ丘5丁目90	0.4	0.7	0.6	B
33	19-4	19	緑ヶ丘中央線	北行	第1車線目	伊丹市緑ヶ丘5丁目90	0.4	0.7	0.6	B
34	19-5	19	緑ヶ丘中央線	南行	第1車線目	伊丹市緑ヶ丘2丁目136	0.5	0.9	0.6	B
35	19-6	19	緑ヶ丘中央線	東行	第1車線目	伊丹市緑ヶ丘1丁目165	0.3	2.1	0.5	B
36	19-7	19	緑ヶ丘中央線	東行	第1車線目	伊丹市緑ヶ丘1丁目256-2	0.3	0.9	0.7	B
37	19-8	19	緑ヶ丘中央線	東行	第1車線目	伊丹市緑ヶ丘1丁目136	0.4	0.7	0.5	B
38	19-9	19	緑ヶ丘中央線	西行	第1車線目	伊丹市緑ヶ丘1丁目199-4	0.4	0.8	0.6	B
39	19-10	19	緑ヶ丘中央線	北行	第1車線目	伊丹市高台3丁目34-2	0.5	0.9	0.8	B
40	19-11	19	緑ヶ丘中央線	北行	第1車線目	伊丹市高台3丁目31	0.5	1.2	0.5	B
41	19-12	19	緑ヶ丘中央線	北行	第1車線目	伊丹市春日丘3丁目9	0.5	0.6	0.6	B
42	19-13	19	緑ヶ丘中央線	南行	第1車線目	伊丹市春日丘5丁目22-13	0.5	0.6	0.5	B
43	22-1	22	昆陽北伊丹線	西行	第1車線目	伊丹市昆陽6丁目144-5	0.3	0.6	0.5	B
44	22-2	22	昆陽北伊丹線	西行	第1車線目	伊丹市千僧6丁目1	0.4	0.6	0.5	B

異常箇所 No.	路線 番号	路線名	方向	位置	地先	概略 深度 (m)	概略 縱断 (m)	概略 横断 (m)	陥没 危険度 評価	備考
45	22-3	昆陽北伊丹線	西行	第1車線目	伊丹市千僧2丁目144	0.3	0.5	0.5	B	
46	22-4	昆陽北伊丹線	西行	第1車線目	伊丹市千僧3丁目67	0.3	0.5	0.6	B	
47	22-5	昆陽北伊丹線	西行	第1車線目	伊丹市千僧3丁目64	0.8	0.7	0.8	C	
48	22-6	昆陽北伊丹線	西行	第1車線目	伊丹市大鹿3丁目35	0.5	1.0	0.7	B	
49	22-7	昆陽北伊丹線	西行	第1車線目	伊丹市大鹿3丁目35	0.6	0.9	0.6	B	
50	22-8	昆陽北伊丹線	西行	第1車線目	伊丹市大鹿3丁目7	0.6	0.6	0.5	B	
51	22-9	昆陽北伊丹線	西行	第1車線目	伊丹市大鹿3丁目1	0.8	1.3	0.7	C	
52	22-10	昆陽北伊丹線	西行	第1車線目	伊丹市春日丘3丁目62	0.7	1.0	0.7	C	
53	22-11	昆陽北伊丹線	西行	第1車線目	伊丹市高台1丁目125-1	0.5	0.6	0.5	B	
54	22-12	昆陽北伊丹線	西行	第1車線目	伊丹市高台1丁目125-1	0.3	0.5	0.5	B	
55	22-13	昆陽北伊丹線	西行	第1車線目	伊丹市春日丘3丁目59	0.4	0.8	0.6	B	
56	22-14	昆陽北伊丹線	西行	第1車線目	伊丹市高台3丁目17	0.5	0.9	0.6	B	
57	22-15	昆陽北伊丹線	西行	第1車線目	伊丹市春日丘3丁目27-2	0.4	0.9	0.5	B	
58	22-16	昆陽北伊丹線	西行	第1車線目	伊丹市春日丘3丁目27-2	0.4	1.1	0.5	B	
59	22-17	昆陽北伊丹線	西行	第1車線目	伊丹市春日丘6丁目23-1	0.5	0.5	0.6	B	
60	22-18	昆陽北伊丹線	西行	第1車線目	伊丹市北伊丹2丁目112	0.7	0.8	0.6	C	
61	22-19	昆陽北伊丹線	西行	第1車線目	伊丹市北伊丹2丁目124	0.3	0.5	0.5	B	
62	22-20	昆陽北伊丹線	西行	第1車線目	伊丹市北伊丹2丁目124	0.5	1.1	0.8	B	
63	22-21	昆陽北伊丹線	西行	第1車線目	伊丹市北伊丹2丁目121	0.5	0.9	0.5	B	
64	22-22	昆陽北伊丹線	西行	第1車線目	伊丹市北伊丹2丁目121	1.0	1.7	0.8	C	
65	25-1	北本町伊丹線	南行	第1車線目	伊丹市北本町3丁目1	0.4	1.0	0.8	B	R02検出信号1-1 (変化なし)
66	25-2	北本町伊丹線	南行	第1車線目	伊丹市伊丹1丁目14-17	0.5	0.8	0.8	B	
67	32-3	中央稻野町線	北行	第1車線目	伊丹市平松3丁目4-31	0.4	0.7	0.5	B	R02検出信号3-2 (変化なし)
68	32-1	中央稻野町線	北行	第1車線目	伊丹市平松5丁目4-3-2	0.2	0.7	0.5	A	
69	32-4	中央稻野町線	北行	第1車線目	伊丹市平松6丁目2-12	0.6	0.6	0.5	B	
70	32-5	中央稻野町線	北行	第1車線目	伊丹市南町2丁目4	0.5	0.7	0.6	B	
71	32-2	中央稻野町線	北行	第1車線目	伊丹市南町4丁目4-28	0.2	0.8	0.5	A	
72	33-1	西台御頬塚線	北行	第1車線目	伊丹市西台3丁目5-16	0.3	0.8	0.7	B	
73	33-2	西台御頬塚線	北行	第1車線目	伊丹市御頬塚2丁目2-4	0.4	1.0	0.6	B	
74	36-1	野間梅ノ木線	西行	第1車線目	伊丹市南野北3丁目1-9	0.4	0.8	0.5	B	
75	36-2	野間梅ノ木線	西行	第1車線目	伊丹市鈴原町9丁目55	0.4	0.5	0.5	B	
76	36-3	野間梅ノ木線	西行	第1車線目	伊丹市御頬塚1丁目7-7	0.5	0.5	0.5	B	
77	36-4	野間梅ノ木線	西行	第1車線目	伊丹市御頬塚1丁目6-21	0.5	0.5	0.7	B	
78	42-1	新幹線北側道線	東行	第1車線目(交差点内)	伊丹市南野北1丁目10	0.5	2.5	2.0	B	
79	42-2	新幹線北側道線	東行	第1車線目	伊丹市南鈴原4丁目39	0.6	0.6	0.6	B	
80	42-3	新幹線北側道線	東行	第1車線目	伊丹市御頬塚5丁目1-33	0.6	1.1	0.7	B	
81	44-2	野間来福地線	北行	第1車線目	伊丹市野間3丁目3	0.6	0.7	0.9	B	
82	44-1	野間来福地線	北行	第1車線目	伊丹市野間3丁目4-2	0.2	0.5	0.5	A	
83	44-3	野間来福地線	北行	第1車線目	伊丹市野間3丁目4-2	0.5	0.5	0.5	B	
84	48-1	桑津口酒井線	北行	第1車線目	伊丹市森本2丁目56-16	0.5	0.5	0.5	B	
85	48-2	桑津口酒井線	南行	第1車線目(交差点内)	伊丹市森本2丁目268	0.5	1.5	1.1	B	
86	48-3	桑津口酒井線	南行	第1車線目	伊丹市森本1丁目151	0.4	0.5	0.5	B	
87	1007-1	荒牧1007号線	東行	第1車線目	伊丹市荒牧1丁目12-20	0.4	0.8	0.6	B	
88	1102-1	鴻池1102号線	南行	第1車線目	伊丹市鴻池1丁目10	0.4	0.6	1.0	B	

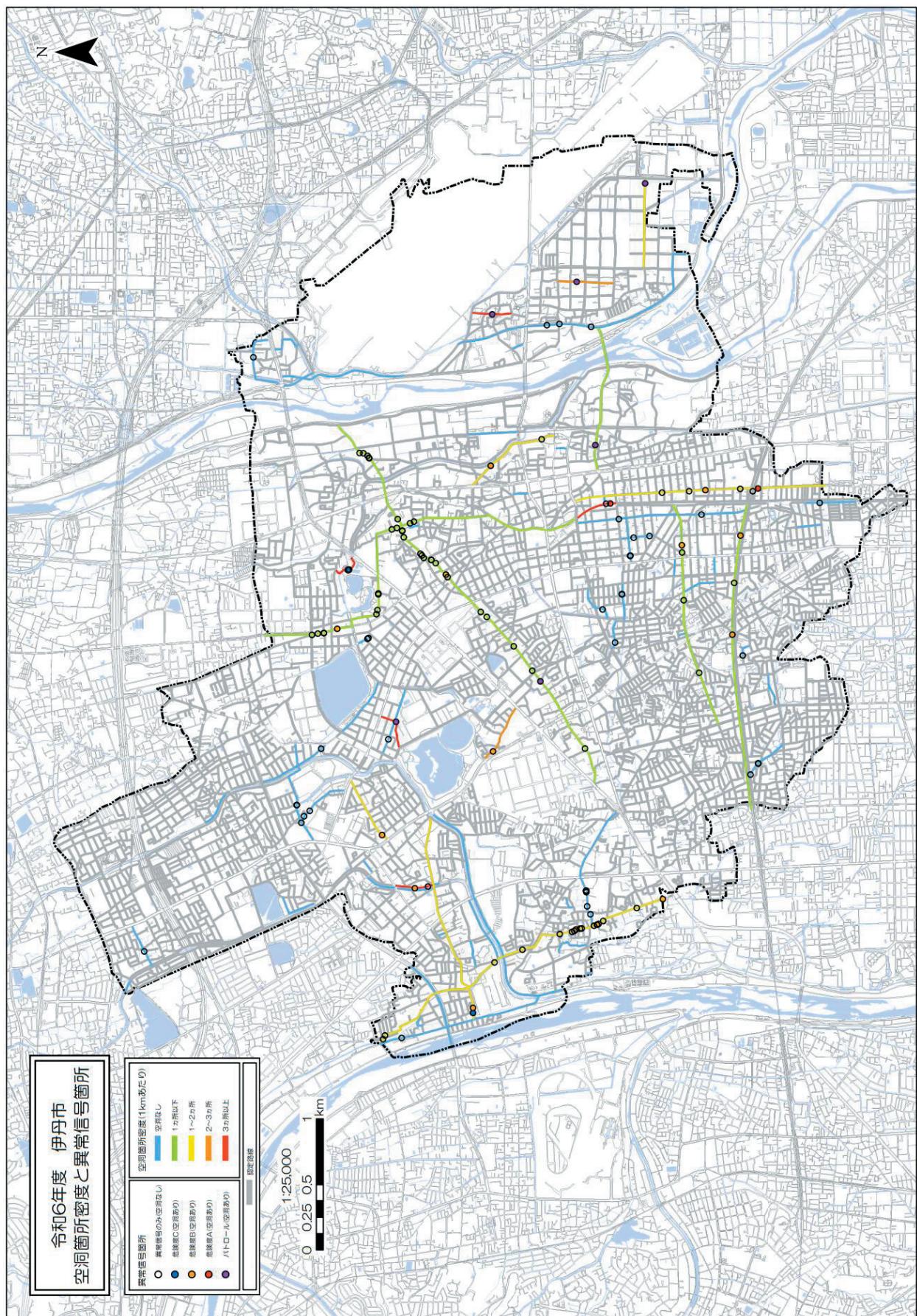
異常箇所 No.	路線 番号	路線名	方向	位置	地先	概略 深度 (m)	概略 縱断 (m)	概略 横断 (m)	陥没 危険度 評価	備考
89	1102-2	1102 鴻池1102号線	南行	第1車線目	伊丹市鴻池1丁目8-6	0.3	0.6	0.5	B	
90	1160-1	1160 中野西1160号線	北行	第1車線目	伊丹市中野西2丁目328	0.3	4.0	1.2	B	
91	1160-2	1160 中野西1160号線	北行	第1車線目	伊丹市中野西4丁目2-2	0.7	0.6	0.5	C	
92	1186-1	1186 中野鴻池1186号線	西行	第1車線目	伊丹市中野東2丁目354	0.3	0.7	0.6	B	
93	3132-1	3132 緑ヶ丘3132号線	南行	第1車線目	伊丹市緑ヶ丘1丁目26	0.4	0.5	0.5	B	
94	3132-2	3132 緑ヶ丘3132号線	南行	第1車線目	伊丹市緑ヶ丘1丁目26	0.4	0.6	0.6	B	
95	3132-3	3132 緑ヶ丘3132号線	南行	第1車線目	伊丹市緑ヶ丘1丁目22	0.3	0.9	0.5	B	
96	3132-4	3132 緑ヶ丘3132号線	南行	第1車線目	伊丹市緑ヶ丘1丁目22	0.7	0.6	0.6	C	
97	3158-1	3158 瑞原3158号線	北行	第1車線目	伊丹市瑞原2丁目55	0.4	0.7	0.6	B	
98	3176-1	3176 瑞ヶ丘3176号線	東行	第1車線目	伊丹市瑞ヶ丘4丁目22	0.4	2.2	0.6	B	
99	3198-1	3198 瑞穂町3198号線	南行	第1車線目	伊丹市瑞穂町4丁目44	0.3	4.8	0.7	B	
100	3198-2	3198 瑞穂町3198号線	南行	第1車線目	伊丹市瑞穂町4丁目44	0.3	8.0	0.7	B	
101	3237-1	3237 昆陽池3237号線	西行	第1車線目	伊丹市昆陽池2丁目132-1	0.4	0.8	0.7	B	
102	5416-1	5416 南野5416号線	東行	第1車線目	伊丹市南野4丁目5	0.4	0.5	0.5	B	
103	6040-2	6040 中央6040号線	南行	第1車線目	伊丹市西台3丁目4-14	0.3	0.7	0.8	B	
104	6040-1	6040 中央6040号線	南行	第1車線目	伊丹市西台3丁目4-1	0.2	0.8	0.5	A	即時報告時は No19-1として報告
105	6079-2	6079 梅ノ木6079号線	西行	第1車線目	伊丹市梅ノ木5丁目2	0.5	0.8	0.5	B	
106	6079-3	6079 梅ノ木6079号線	西行	第1車線目	伊丹市梅ノ木5丁目3	0.4	0.5	0.5	B	
107	6079-1	6079 梅ノ木6079号線	西行	第1車線目	伊丹市梅ノ木5丁目3	0.2	1.2	0.6	A	
108	6083-1	6083 梅ノ木6083号線	南行	第1車線目	伊丹市梅ノ木3丁目2-21	0.5	0.7	0.5	B	
109	6083-2	6083 梅ノ木6083号線	南行	第1車線目	伊丹市梅ノ木5丁目6-2	0.3	0.5	0.5	B	
110	6099-1	6099 行基町昆陽6099号線	西行	第1車線目	伊丹市行基町3丁目146	0.8	0.7	0.5	C	
111	6109-1	6109 鈴原町行基町6109号線	西行	第1車線目	伊丹市鈴原町2丁目5	0.4	0.9	0.6	B	
112	6109-2	6109 鈴原町行基町6109号線	西行	第1車線目	伊丹市鈴原町2丁目5	0.3	0.6	0.5	B	
113	6275-1	6275 南町6275号線	西行	第1車線目	伊丹市南町4丁目2-18	0.7	0.6	0.5	C	
114	6342-1	6342 稲野町若葉町6342号線	北行	第1車線目	伊丹市稻野町2丁目68	0.3	0.5	0.6	B	
115	6404-1	6404 鈴原町6404号線	西行	第1車線目	伊丹市鈴原町7丁目15	0.5	2.0	0.9	B	
116	8003-1	8003 下河原8003号線	東行	第1車線目	伊丹市下河原1丁目9-19	0.3	1.4	0.9	B	

異常信号箇所の発生傾向

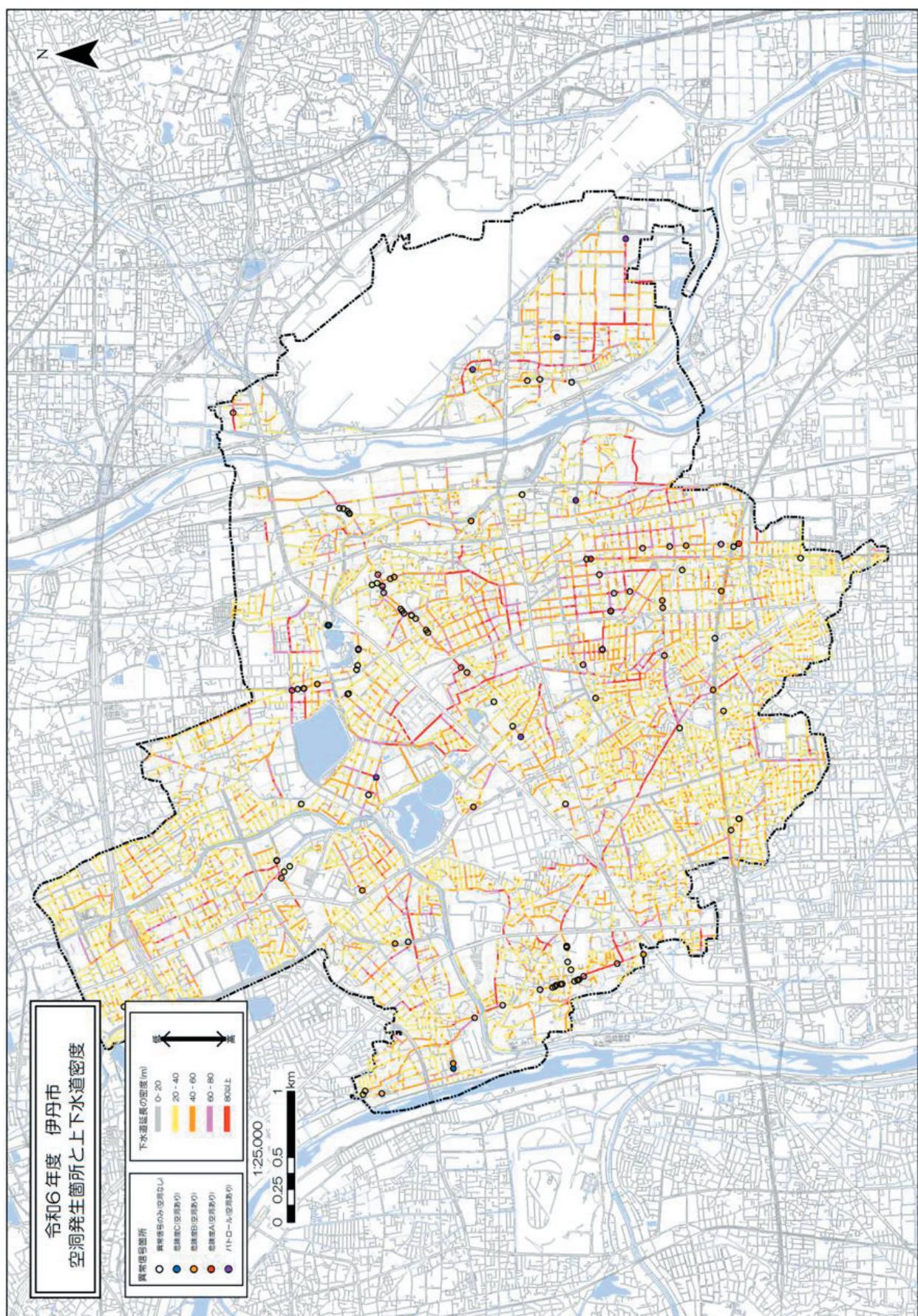
路線番号	路線名	測線長(m)	異常箇所数	1kmあたり発生数 (箇所/km)
7	鴻池瑞原線	790	3	3.80
9	西野池尻線	1,215	1	0.82
10	西野中野西線	1,600	2	1.25
11	西野西昆陽線	2,540	17	6.69
12	池尻中野西線	3,780	0	0.00
14	池尻寺本線	975	6	6.15
19	緑ヶ丘中央線	5,430	13	2.39
22	昆陽北伊丹線	3,440	22	6.40
25	北本町伊丹線	760	2	2.63
32	中央稻野町線	1,685	5	2.97
33	西台御願塚線	1,275	2	1.57
36	野間梅ノ木線	1,715	4	2.33
42	新幹線北側道線	1,005	3	2.99
43	新幹線南側道線	990	0	0.00
44	野間来福地線	355	3	8.45
48	桑津口酒井線	4,200	3	0.71
54	宝塚池田線	1,080	0	0.00
1007	荒牧1007号線	345	1	2.90
1102	鴻池1102号線	425	2	4.71
1138	中野北1138号線	110	0	0.00
1141	中野北1141号線	230	0	0.00
1159	中野西1159号線	280	0	0.00
1160	中野西1160号線	280	2	7.14
1186	中野鴻池1186号線	525	1	1.90
1212	中野西1212号線	45	0	0.00
1319	荒牧1319号線	95	0	0.00
1387	鴻池1387号線	335	0	0.00
2037	西野2037号線	55	0	0.00
2040	西野2040号線	495	0	0.00
2042	西野2042号線	200	0	0.00
2095	池尻2095号線	45	0	0.00
2124	西野2124号線	120	0	0.00
2155	池尻2155号線	100	0	0.00
2179	池尻2179号線	280	0	0.00

路線番号	路線名	測線長(m)	異常箇所数	1kmあたり発生数 (箇所/km)
3007	荻野3007号線	275	0	0.00
3069	荻野瑞原3069号線	285	0	0.00
3132	緑ヶ丘3132号線	240	4	16.67
3158	瑞原3158号線	255	1	3.92
3176	瑞ヶ丘3176号線	510	1	1.96
3180	瑞ヶ丘3180号線	470	0	0.00
3198	瑞穂町3198号線	115	2	17.39
3237	昆陽池3237号線	435	1	2.30
4058	春日丘4058号線	95	0	0.00
4084	宮ノ前4084号線	105	0	0.00
5122	野間南野5122号線	245	0	0.00
5416	南野5416号線	135	1	7.41
6040	中央6040号線	320	2	6.25
6042	中央6042号線	50	0	0.00
6079	梅ノ木6079号線	335	3	8.96
6083	梅ノ木6083号線	260	2	7.69
6099	行基町昆陽6099号線	305	1	3.28
6109	鈴原町行基町6109号線	280	2	7.14
6179	南野6179号線	50	0	0.00
6192	御願塚6192号線	245	0	0.00
6205	御願塚6205号線	125	0	0.00
6210	御願塚6210号線	120	0	0.00
6275	南町6275号線	95	1	10.53
6276	南町6276号線	95	0	0.00
6342	稻野町若菱町6342号線	385	1	2.60
6349	稻野町6349号線	185	0	0.00
6404	鈴原町6404号線	220	1	4.55
7064	北河原天津7064号線	370	0	0.00
7082	伊丹7082号線	85	0	0.00
8003	下河原8003号線	365	1	2.74
8010	下河原8010号線	255	0	0.00
8027	東桑津8027号線	90	0	0.00
8105	下河原8105号線	180	0	0.00
8112	下河原8112号線	195	0	0.00
8120	下河原中村8120号線	890	0	0.00

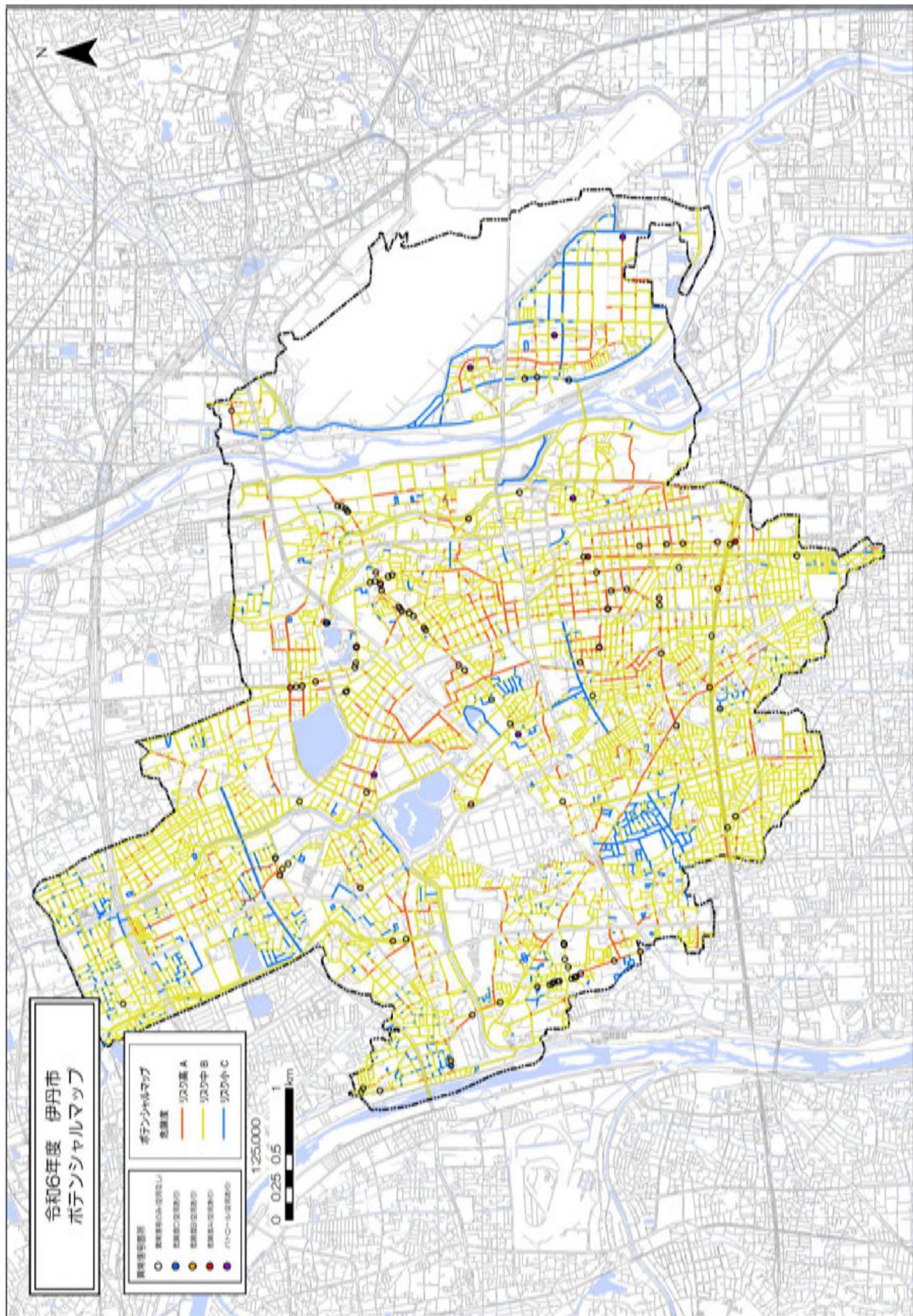
空洞箇所の密度と異常信号箇所



空洞発生箇所と上下水道密度



ポテンシャルマップ



本調査研究成果を踏まえた調査・点検・診断・補修の費用変化の試算（参考）

（前提条件）

費用の検討方法は、以下の6パターンとする。

- ① 【従来手法】空洞調査（1次調査、2次調査）、舗装点検（路面性状測定）、補修工事
- ② 【従来手法】空洞調査（1次調査）、舗装点検（路面性状測定）、空洞2次調査兼補修工事
- ③ 【ポテンシャルマップ活用】（重点箇所としてA判定47.4km分の調査）
【従来手法】空洞調査（1次調査、2次調査）、舗装点検（路面性状測定+舗装表面解析）、補修工事
- ④ 【ポテンシャルマップ活用】（重点箇所としてA判定47.4km分の調査）
【従来手法】空洞調査（1次調査）、舗装点検（路面性状測定+舗装表面解析）、空洞2次調査兼補修工事
- ⑤ 【ポテンシャルマップ活用】（重点箇所としてA・B判定132.2km分の調査）
【従来手法】空洞調査（1次調査、2次調査）、舗装点検（路面性状測定+舗装表面解析）、補修工事
- ⑥ 【ポテンシャルマップ活用】（重点箇所としてA・B判定132.2km分の調査）
【従来手法】空洞調査（1次調査）、舗装点検（路面性状測定+舗装表面解析）、2次調査兼補修工事

また、補修工事についての内訳は、従来手法で180箇所、A判定で100箇所、A・B判定で120箇所とする。

(試算結果)

Pa1	単価	数量	金額
1次	153,100	410	62,771,000
2次	100,000	180	18,000,000
舗装	72,000	410	29,520,000
解析	0	1	0
工事	200,000	180	36,000,000
合計			146,291,000

Pa 2	単価	数量	金額
1次	153,100	410	62,771,000
2次	0	180	0
舗装	72,000	410	29,520,000
解析	0	1	0
工事	200,000	180	36,000,000
合計			128,291,000

Pa3	単価	数量	金額
1次	191,800	47	9,091,320
2次	100,000	100	10,000,000
舗装	72,000	410	29,520,000
解析	10,000,000	1	10,000,000
工事	200,000	100	20,000,000
合計			78,611,320

Pa4	単価	数量	金額
1次	191,800	47	9,091,320
2次	0	100	0
舗装	72,000	410	29,520,000
解析	10,000,000	1	10,000,000
工事	200,000	100	20,000,000
合計			68,611,320

Pa5	単価	数量	金額
1次	170,400	132	22,526,880
2次	100,000	120	12,000,000
舗装	72,000	410	29,520,000
解析	10,000,000	1	10,000,000
工事	200,000	120	24,000,000
合計			98,046,880

Pa6	単価	数量	金額
1次	170,400	132	22,526,880
2次	0	120	0
舗装	72,000	410	29,520,000
解析	10,000,000	1	10,000,000
工事	200,000	120	24,000,000
合計			86,046,880

費用削減効果は以下のとおり

Pa1	100%
Pa2	88%
Pa3	54%
Pa4	47%
Pa5	67%
Pa6	59%

調查研究委員名簿

調査研究委員名簿

委員長	鎌田 敏郎	(大阪大学 教授)
委 員	川崎 佑磨	(立命館大学 準教授)
	巽 一嘉	(伊丹市 都市交通部 道路室長)
	廣澤 英治	(地方自治研究機構 常務理事)
事務局	前田 泰彦	(伊丹市 都市交通部 道路室 道路保全課長)
	余田 寛樹	(伊丹市 都市交通部 道路室 道路保全課 主査)
	西 隼一郎	(伊丹市 都市交通部 道路室 道路保全課 主査)
	吉田 貴保	(伊丹市 都市交通部 道路室 道路保全課 主任)
	小熊 信義	(地方自治研究機構 調査研究部 主任研究員)
	森田 英莉	(地方自治研究機構 調査研究部 研究員)
基礎調査機関	大出 速水	(ジオ・サーチ株式会社 大阪事務所 部長)
	明石 奈穂	(ジオ・サーチ株式会社 大阪事務所 課長)
	小野田 真也	(ジオ・サーチ株式会社 大阪事務所 主任)
	滝沢 進	(株式会社パスコ 関西事業部 国土情報部道路情報二課 課長)
	安部倉 完	(株式会社パスコ 関西事業部 国土情報部道路情報二課 主任技師)
	岡田 貢一	(株式会社パスコ 中央事業部 インフラマネジメント部 主任技師)
	山本 祥多	(株式会社パスコ 関西事業部 営業部 神戸支店 課長)

(順不同・敬称略)

路面安全管理マニュアルに基づく安全管理に向けた調査研究

—令和7年3月発行—

伊丹市 都市交通部 道路室 道路保全課

〒664-8503

兵庫県伊丹市千僧1-1

電話 072-784-8058

一般財団法人 地方自治研究機構

〒104-0061

東京都中央区銀座7-14-16 太陽銀座ビル2階

電話 03-5148-0661 (代表)

リサイクル適性(A)

この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。