

藤沢市の効率的な道路陥没防止手法の実践的研究 - 空洞モニタリング調査結果からの空洞潜在性の考察 -

ジオ・サーチ株式会社 正会員 ○藤井 邦男
藤沢市道路河川部 北村 和利、中村 栄一
同 上 畠山 瑠美子
東京大学生産技術研究所 フェロー会員 桑野 玲子

1. はじめに

本研究は、藤沢市・東京大学・ジオ・サーチ株式会社の官学産共同で地域に最適な道路陥没防止手法や体制の構築により「安全で安心な暮らしを築く」ことを目的としている¹⁾。研究内容は、藤沢市管理道路での空洞発生 の地域特性や拡大メカニズムについて、モニタリング調査や開削調査の結果を基に、地盤条件や埋設管布設状況等の空洞発生要因の分析を行い、地域の空洞・陥没の潜在性・脆弱性の評価手法を確立するものである。本稿では、過年度に発見された経過観察空洞等を対象としたモニタリング調査の結果から空洞の潜在性について考察する。

2. モニタリング調査の対象路線

藤沢市では管理道路 1,320.39km(8,661 路線)の内、主要な道路 300km(98 路線の測線長)を対象に 5 年ごとの実施計画を立案し、初回調査が平成 27、28 年度に実施された(表-1)。初回調査の結果を踏まえ、空洞発生と拡大の実態を把握するために、過年度の調査実施路線から 7 路線(南部地区: 5 路線、北部地区: 2 路線)、過去に護岸からの吸出し等による陥没や沈下が発生していた河川沿いの 3 路線、合計 10 路線(区間長 15.5km/測線長 25.8km)をモニタリング調査路線に選定した(表-2)。

3. 調査方法と実施状況

(1)一次調査(レーダ探査): GL-1.5m まで探査可能な電磁波地中レーダを搭載した空洞探査車を用いて、半年間隔で調査路線のデータを取得する(図-1)。取得したデータは調査ごとに、空洞の可能性がある異常信号(以下「異常信号」という)の解析作業を行い、その結果により空洞の拡大や発生を追跡する。

(2)二次調査(スコープ調査): モニタリング対象空洞のうち地盤条件や埋設管布設状況等を考慮した代表箇所を選定し、異常信号の最浅点へ 50mm の調査孔を削孔のうえ、孔壁の柱状写真による舗装構成・空洞厚の計測と、空洞底部のゆるみ状況の確認を行った。

(3)実施状況: 上記(1)、(2)の調査実施工程を表-3 に示す。

4. モニタリング調査結果と考察

(1)異常信号の発生数の推移: 初回調査(平成 27、28 年度)、第 1 回および第 2 回モニタリング一次調査の各時点で新規に発見された異常信号の箇所数を図-2 に示す。南部地区では第 1 回モニタリングで 12 箇所、第 2 回モニタリングで 11 箇所の新規異常信号が確認され、同様に河川沿いでは第 1 回モニタリングで 4 箇所、第 2 回モニタリングで 3 箇所、北部地区ではモニタリング調査での新規異常信号は確認されなかった。南部地区において、初回調査での異常信号 83 箇所の約 3 割(28%)に相当する 23 箇所の新規分が 1 年間で発生したこ

表-1 初回調査の実施結果

地区分類	測線長 (km)	空洞数 (箇所)	発生率 (箇所/km)
南部地区	90	154	1.7
北部地区	210	48	0.2
合 計	300	202	0.7

表-2 モニタリング調査の対象路線

地区分類	測線長 (km)	空洞数 (箇所)	発生率 (箇所/km)
南部地区	5.1	83	16.3
北部地区	14.6	4	0.3
河川沿い	6.1	-	-



図-1 空洞探査車と取得データ例

表-3 調査実施工程

初回調査(平成27、28年度)	平成27年12月 平成28年10月
第1回モニタリング調査	一次調査 平成29年4月 二次調査 平成29年6、8月
第2回モニタリング調査	一次調査 平成29年10月 二次調査 平成30年1月

キーワード 道路陥没 空洞 発生と拡大

連絡先 〒144-0051 東京都大田区西蒲田 7-37-10 ジオ・サーチ(株) 減災事業部 Tel:03-5710-0215

とは、地盤条件（細砂やシルトを含む砂質土が主体）や公共下水道の整備時期（昭和 26 年から着手され、昭和 39 年の東京オリンピックでセーリング会場になったことを契機に整備が加速）との関連性が高いと考えられる。

(2) 異常信号の陥没危険度：調査で確認した異常信号は、空洞の発生深度や規模に応じて、陥没危険度が高い順から「要緊急対応」、「危険度 A」、「危険度 B」および「危険度 C」の 4 段階に分類整理される（図-3）。初回調査（平成 27、28 年度）、第 1 回および第 2 回モニタリング調査の各時点で新規に発見された異常信号の陥没危険度の割合を図-4 に示す。初回調査時の「危険度 C」の割合(63.2%)に対し、第 1 回および第 2 モニタリング一次調査時の「危険度 C」の割合が高く(第 1 回:75.0%、第 2 回 78.6%)なっていることが分かる。その一方で、初回調査から 1 年間で「要緊急対応」が 3 箇所発生しており、迅速な開削補修が実施された。開削時の目視確認から、空洞の発生原因は下水道管継手部のモルタル充填不足(1 箇所)、他工事で下水道管を破損させた際の粗雑な補修跡(2 箇所)に起因していることが判明した。また、地盤条件として細粒分の多い砂質土であることが共通していた。

(3) 異常信号の拡大：モニタリング調査路線内では、現時点で 117 箇所の異常信号が確認されている。この内 6%にあたる 7 箇所で、空洞の拡大が確認された(表-4)。7 箇所のうち最初の 4 箇所は初回調査から第 1 回モニタリング調査で空洞範囲が 0.1～0.3m 拡大、深度は変化なしであった。次の 3 箇所は第 1 回から第 2 回モニタリング調査で空洞範囲が 0.1～0.2m 拡大、深度も 3 箇所全て 0.1m 上昇した。なお、これら 7 箇所は全て別箇所であり、2 期連続で同一の空洞が拡大した例はなかった。No.5 の「要緊急対応」は迅速に開削補修が実施され、空洞直下に下水道管継手部が存在し、外観からは異常を目視できなかったが、別途の管内カメラ調査から浸入水が確認されていることや地下水位(GL-1.45m)が下水道管(GL-1.64m)より上部であることから、浸入水に土砂の細粒分が含まれて流出したと推測される。No.5 以外の箇所についてはモニタリング調査を継続し、その結果を踏まえた検討を行う。なお、モニタリング二次調査（スコープ調査）を 6 箇所（南部地区：3 箇所、北部地区 2 箇所、河川沿い：1 箇所）で実施したが、第 1 回から第 2 回で顕著な変化は確認されなかった。

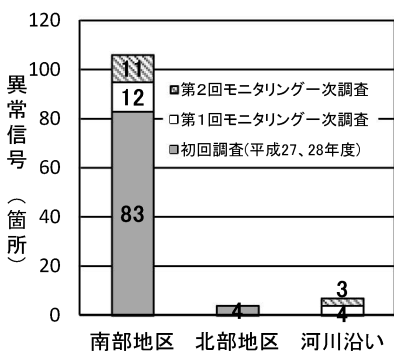


図-2 異常信号の箇所数

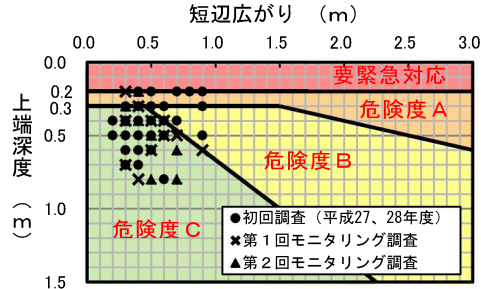


図-3 陥没危険度評価

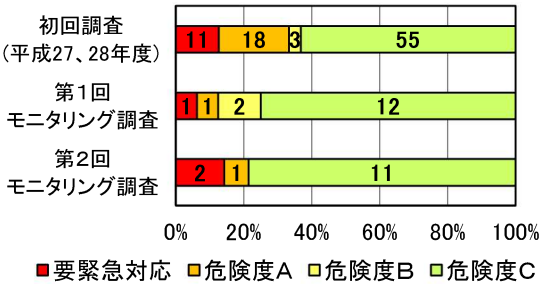


図-4 異常信号の陥没危険度の割合

表-4 異常信号の拡大状況

No.	調査時期	深度 (m)	縦断 (m)	横断 (m)	陥没 危険度	調査時期	深度 (m)	縦断 (m)	横断 (m)	陥没 危険度	【参考】近接する下水道管		
											布設年	分類	管種
1	平成28年10月 (初回調査)	0.4	0.8	0.5	C	平成29年4月 (第1回モニタリング)	0.4	0.8	0.6	B	1969年	合流式	ヒューム管
2		0.3	2.3	0.5	A		0.3	2.3	0.8	A	1974年		
3		0.4	0.9	0.3	C		0.4	1.0	0.4	C	1962年		
4		0.4	0.6	0.3	C		0.4	0.6	0.4	C	1962年		
5	平成29年4月 (第1回モニタリング)	0.3	1.0	0.6	A	平成29年10月 (第2回モニタリング)	0.2	1.0	0.6	要緊急	1969年	合流式	ヒューム管
6		0.4	0.6	0.4	C		0.3	0.7	0.6	A	1968年		
7		0.7	0.5	0.4	C		0.6	0.6	0.5	C	1968年		

5. 今後の予定

本研究は 2 ヶ年の研究期間が設定されており、本稿では 1 年目の中間報告を行った。次年度も半年間隔でのモニタリング調査を継続し、空洞発生の地域特性や拡大メカニズム究明へのデータ蓄積と分析を進める。
参考文献 1) 畠山ら(2018): 藤沢市における効率的な道路陥没防止手法の実践的研究(官学産 共同研究)その 1, 第 53 回地盤工学研究発表会(高松)