

道路陥没防止を目的とした路面下空洞原因の実態調査報告 その3

道路陥没 空洞 埋設管

ジオ・サーチ株式会社 正会員 ○岡村 雅俊
 同上 阿部 匡彦
 藤沢市道路河川部 西山 博光
 藤沢市道路河川部 平田 良祐
 東京大学生産技術研究所 国際会員 桑野 玲子

1. はじめに

本研究は、藤沢市×東京大学×ジオ・サーチの官学産連携による共同研究として、地域に最適な道路陥没防止手法や体制の検討を通じ、「安全で安心な暮らしを築く」ことを目的としている。本稿ではこのうち、三木ら¹⁾及び黒沢ら²⁾によって詳述された空洞発生事例を含む、本研究の開削調査で得られた空洞発生事例の総括を行った。

2. 現状認識と本研究での対応

路面下空洞に起因した道路陥没を防止するには、空洞部の補修のみでなく空洞発生原因を根治し、再発を防止することが重要である³⁾。しかし、実務においては地盤条件（地盤材及び地下水位等）や交通規制の時間的制約などの理由から、原因を明らかと出来ないまま空洞を補修する事例が少なくない。道路陥没防止への取り組みが先進的な藤沢市においても、路面下空洞の開削補修における原因不明の割合は69%であり⁴⁾、実現場における原因特定の難しさを物語っている。こうしたなか、本共同研究では官学産の緊密な連携により、空洞発生原因の究明や土質試験・分析を実施し、路面下空洞の実態を詳細に把握することができた。

3. 開削調査の概要

藤沢市では、陥没危険度の高い空洞から補修を進める方針で陥没防止対策を図っている⁴⁾。この方針に従って行われた空洞補修時に13箇所が開削調査を行い、空洞発生原因の究明や記録及び貫入試験や土質試料の採取・分析を行った。また、原因追求として近接下水道管の管内カメラも実施され、現地状況を多面的に把握した。

(1)開削調査及び記録：開削調査に際しては空洞規模・発生状況や周辺埋設物の布設状況を記録した。また、空洞下に存在する空洞原因物の深度まで掘削し、空洞発生原因及び周辺状況を目視確認したうえで、空洞発生状況の推定も行った。

(2)簡易貫入試験：空洞直下のゆるみ領域を客観的に比較・分析することを目的に、ポータブルコーン貫入試験を実施した。本試験の結果より、貫入抵抗分布から空洞成長過程を推定する手法の研究も、本共同研究内で進めている⁵⁾。

(3)土質試料の採取と分析：一部の空洞箇所では空洞直下と空洞下ゆるみ部及び空洞脇を対象に、ブロックサンプリング法（押切り式）による土質試料採取を行った。この分析結果より、空洞周辺の土質の特性を把握することができた。

4. 開削調査の結果

上述の開削調査を行った結果、全箇所とも下水道管に起因した空洞であることが明らかとなり、12箇所では詳細な空洞発生原因を特定した。本稿では、その原因が発生した状況ごとに、空洞の発生要因を分類した（図1）。

	(1)下水道管継手部の老朽化	(2)埋設管輻輳箇所での取付不良	(3)他工事での人為的損壊	(4)下水道管の閉塞不良	(5)詳細不明
発生状況写真					-
箇所数	7箇所/13箇所(54%)	2箇所/13箇所(15%)	2箇所/13箇所(15%)	1箇所/13箇所(8%)	1箇所/13箇所(8%)
説明	下水道管継手部や接続部が劣化により開口し、隙間より土砂流出	施工困難な埋設管輻輳箇所での下水道管の取付不良により土砂流出	他工事での下水道管を破損、粗雑な補修跡が雨等で開口し土砂流出	下水道管の取付管接続部跡が未閉塞のまま残置され土砂流出	空洞下に開口した下水取付管があるが、詳細な空洞発生状況は不明

図1 空洞発生要因の分類

(1)下水道管接続部の老朽化：開削調査実施箇所の半数にあたる7箇所は、下水道管継手部及び取付管接続部の老朽化が要因となって生じた空洞であった。具体的には、下水道管継手部或いは接続部が経年的な劣化等で開口し、開口箇所周辺の土砂が流出したものである。三木ら¹⁾が報告している、継手部の隙間から土砂が流出し空洞化した事例等がある。

(2)埋設管輻輳箇所での取付不良：開削調査実施箇所の15%にあたる2箇所は、埋設管が輻輳して布設された状況下にお

いて、下水道管の取付不良が確認された。当該状況の実例について、次章にて詳述する。

(3)他工事での人為的損壊：開削調査実施箇所 の 15%にあたる 2 箇所は、下水道管が他工事により破壊され、それにより生じた開口部が原因となる空洞であった。具体的な発生状況や原因は黒沢ら²⁾ が報告している、他工事により破壊・補修された下水道管が、補修の粗雑さにより開口し土砂の流出に繋がったものである。

(4)下水道管の閉塞不良：13 箇所のうち 1 箇所のみだが、下水道管の取付管接続部跡が未閉塞の状態 で残置されており、その開口部から土砂が流出し空洞化した事例もみられた。当該箇所は閉塞を試みた痕跡もなく、背景は不明である。

5. 埋設管輻輳箇所 に生じた空洞の事例

本研究で確認された空洞のうち、都市部での事例となる埋設管の輻輳が影響したケースを報告する。本空洞の周辺には、図 2 のように多数の埋設管が布設されている。過年度空洞調査(2016年10月)から第2回モニタリング調査(2017年10月)までの1年間、本空洞の規模や深度に変化は見られなかった。開削調査の結果、空洞上端深度 0.3m、厚さ 0.3m、縦断方向広がり 2.7m、横断方向広がり 0.6m の、細長い形状の空洞を確認した(図 2)。本空洞は下水人孔躯体に隣接して発生しており、空洞直下に位置する下水道管(1条2列)と人孔躯体の取付部に、僅かな隙間がみられた(図 3)。このことから当該部位より土砂が流出し、本空洞が発生したと推定さ

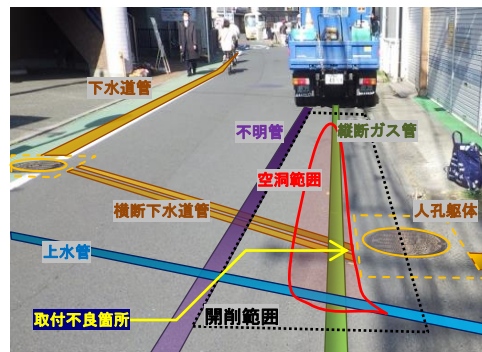


図 2 空洞箇所の周辺状況

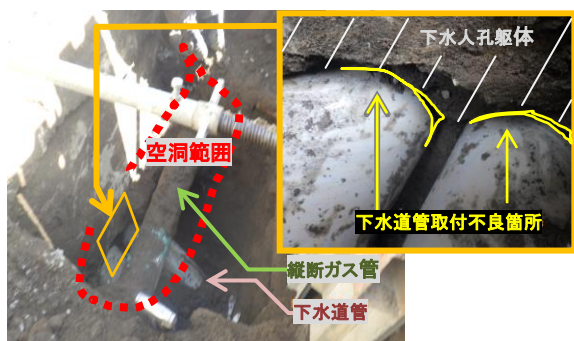


図 3 開削範囲内の管路輻輳状況と空洞発生原因箇所

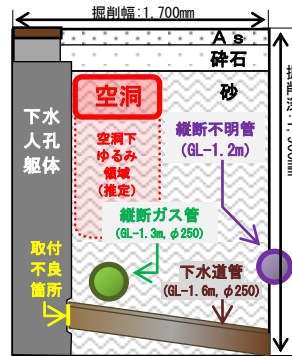


図 4 空洞周辺の横断面図

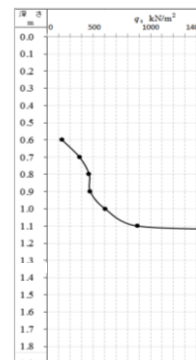


図 5 貫入抵抗値

れる。この隙間は、躯体側の継手部に対し、下水道管の接合が不十分であったため、生じたものであった。また、当該下水道管は縦断ガス管を避けて布設されており、小径管を2列とすることで流量を確保しつつ、下水道管の管頂部とガス管底部の干渉を避けたものと考えられる(図 4)。空洞が細長い形状である点についても、空洞成長過程においてガス管に沿って空洞及び地盤のゆるみが延伸し、開削時の空洞形状につながった可能性が高い。

こうした現地状況より、本空洞は埋設管輻輳箇所での取付不良が要因となって生じたものと推定される。空洞中心の底部で貫入試験を行った結果、空洞直下に 0.5m 厚のゆるみが確認され、GL-1.1m で貫入不可となった(図 5)。ただし、試験位置直下の GL-1.3m にガス管(φ 250mm)が布設されており、当該管路が貫入抵抗値に影響した可能性も考えられる。

6. 効率的な陥没対策に向けて

本調査で得られた空洞発生状況の詳細な記録や発生傾向は、本研究で開発した「藤沢市陥没ポテンシャルマップ」において、市に潜在する空洞の因子及び寄与度の大きさに反映されている⁶⁾。このマップを活用し、路線の重要性を考慮したうえで空洞調査を計画・実施することで、道路管理者は道路陥没対策を効率化することができる。また、空洞の実態や発生原因について、道路掘削工事の施工件数が多い道路占有企業者とも情報を共有・活用し、空洞の発生に留意した施工へと繋げることで、陥没の原因となる空洞を未然に防ぐことも可能となる。このため藤沢市では、道路占有企業者との会議の場を活用し、市内で発生している路面下空洞の発生状況等についての情報共有を進めている。

2016年11月に福岡市博多区で発生した博多駅前道路陥没事故以来、道路陥没に対する市民の意識は格段に高まっている。また、2018年9月30日に施行された改正道路法では、占有物件の損壊による道路構造や交通への支障を防ぐことを目的に、占有者による物件の維持管理義務が規定された。このように道路陥没を取り巻く環境変化に対応して、道路陥没に繋がる空洞の実態解明により陥没対策の高度化に尽力し、「安全で安心な暮らし」を築いていきたい。

1) 三木ら(2019):道路陥没防止を目的とした路面下空洞原因の実態調査報告 その1,第54回地盤工学研究発表会(大宮)

2) 黒沢ら(2019):道路陥没防止を目的とした路面下空洞原因の実態調査報告 その2,第54回地盤工学研究発表会(大宮)

3) 桑野ら(2010):老朽下水管損傷部からの土砂流出に伴う地盤内空洞・ゆるみ形成過程に関する検討,地盤工学ジャーナル vol15, No. 2, 349-361

4) 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)

5) M. OKAMURA et al. (2018): A STUDY OF PENETRATION RESISTANCE VALUE AT LOOSE AREA UNDER THE CAVITY: EXPANSION PROCESS OF SUB-SURFACE CAVITY, USMCA2018 (India)

6) 瀬良ら(2019):藤沢市における効率的な道路陥没防止手法の研究報告(官学産 共同研究)その1,第54回地盤工学研究発表会(大宮)