

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

道路陥没 空洞 地下水

ジオ・サーチ株式会社 正会員 ○三木 偉信
 同上 藤井 邦男
 藤沢市下水道部 張ヶ谷 昌彦
 藤沢市道路河川部 小島 佳幸
 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、「安全で安心な暮らしを築く」ことを目的として、藤沢市が管理する道路の円滑な交通確保、災害・危機に強いまちづくりの実現に向けた、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である。研究内容として道路陥没に着目し、初回の空洞調査から半年ごとの空洞モニタリング調査(合計4回)及び適時の開削調査が実施され、半年ごとの空洞モニタリング調査では陥没対策に必要な空洞が増加もしくは拡大するタイミングを詳細に把握し¹⁾、開削調査では合計13箇所の空洞について発生状況、周辺環境、発生原因の実態を確認した。開削調査を実施した13箇所の空洞は全て下水道管に起因しており、発生状況を(1)老朽化、(2)他工事による破損²⁾、(3)埋設管輻輳による取付け不良³⁾、(4)閉塞不良の4パターンに大別できた³⁾。本稿では、(1)老朽化に関する具体的な事例として「下水道本管の継手不良」と「下水道本管継手充填材欠損」について報告する。

2. 下水道本管の継手不良【事例1】

(1) 空洞の発生状況

本空洞は、初回(平成28年10月)の空洞調査業務で発見された空洞であり、空洞規模は縦断1.0m×横断0.6m、発生深度はGL-0.3mであった。初回調査から1年後の第2回空洞モニタリング調査(平成29年10月)では、図-1に示すように空洞の発生深度が0.1m上昇(路面から-0.3m→-0.2m)したことから緊急開削調査が実施され、空洞厚0.18mの空洞が確認された。本空洞の同一路線及び近傍箇所にも空洞が多数発生している。発生原因は下水道本管継手の隙間から浸入水とともに土砂が流出し、空洞が形成されたものと推測される。

(2) 地下水及び周辺地盤状況

本空洞の地下水及び周辺地盤状況は図-2に示すように路面からアスファルト舗装0.05m、路盤0.20m、以下は砂質土でありGL-1.45mからは地下水が確認された。また、空洞下GL-1.64mの位置にはHPφ800の下水道本管が布設されていた。本研究では空洞下端のゆるみ状況調査としてポータブルコーン貫入試験によるゆるみ調査を実施しているが、図-3に示すように空洞下端～下水道本管まで0.2m～0.5mの間隔でゆるみに強弱が確認されており、空洞の成長過程であったと推測される。

(3) 下水道管の実態調査状況

GL-1.64mの位置に布設されているHPφ800の下水道本管は昭和44年に布設されたヒューム管であり布設後49年が経った管路である。開削補修時の実態調査では図-4、5に示すように管路の外部に損傷等は確認されなかった。開削補修の事前に下水道本管内部のカメラ調査を行っており、管本体は健全であるものの、図-6で示すように空洞直下の下水道本管継手2時、

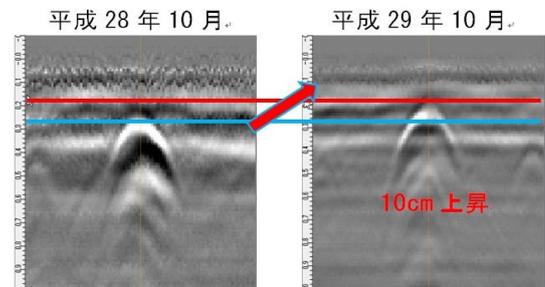


図-1 拡大した空洞のレーダー信号の比較

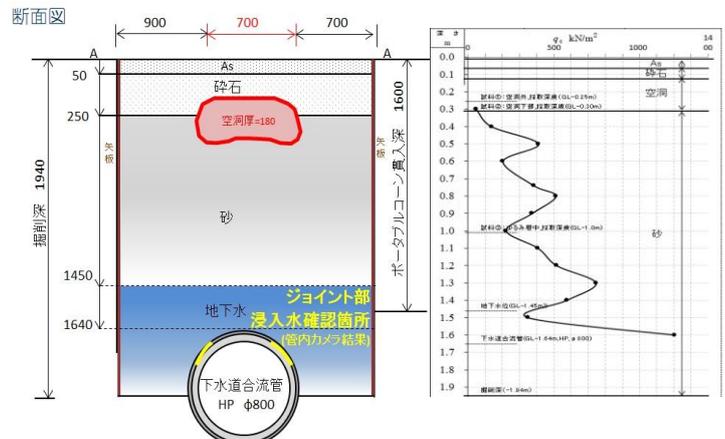


図-2 空洞発生状況

図-3 ポータブルコーン貫入試験結果



図-4 開削状況写真



図-5 下水道管継手写真

10時方向から下水道本管内部への浸入水が確認されていた。

(4) 空洞発生の原因調査

(1)～(3)の実態調査結果から（空洞直下に布設されていた下水道本管に破損は無い、その他空洞形成の要因も無い、下水道本管は地下水以深に布設されていた）、本空洞の発生原因は、空洞直下 GL-1.64m の位置に布設されている下水道本管継手の隙間から浸入水とともに土砂が流出し、空洞が形成されたものと推測される。空洞発生原因となった下水道本管継手部の隙間についてはモルタルを詰め込み復旧された。



図-6 管内カメラ状況写真

3. 下水道本管継手充填材欠損【事例2】

(1) 空洞の発生状況

本空洞は、初回調査（平成 28 年 10 月）で確認された空洞であり、空洞規模は縦断 0.6m×横断 0.3m、発生深度は GL-0.3m であった。初回調査から 2 年後の第 4 回空洞モニタリング調査（平成 30 年 11 月）では空洞の発生深度が 0.1m 上昇（路面から -0.3m→-0.2m）したことから緊急開削調査が実施され、空洞厚 0.38m の空洞が確認された。図-7 に示すように同一路線及び近傍箇所にも空洞（赤丸箇所）が多数発生している。発生原因として下水道本管継手のモルタルの一部が老朽化により欠損し、その隙間へ土砂が流出し空洞が形成されたと推測される。

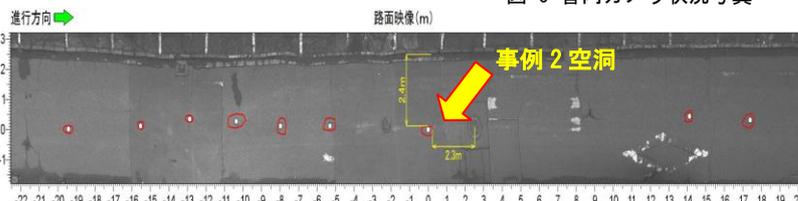


図-7 路面状況写真で見える空洞多発状況

(2) 地下水及び周辺地盤状況

本空洞の地下水及び周辺地盤状況は図-8 に示すように路面からアスファルト舗装 0.05m、路盤 0.35m、以下は砂質土であり GL-1.6m で地下水が確認された。また、空洞下 GL-1.5m の位置には CPφ400 の下水道本管が布設されていた。空洞下端のゆるみ領域の確認としてポータブルコーン貫入試験を行った結果、図-9 に示すように GL-1.5m の下水道管まで貫入抵抗 500kN/m² 以下と全体的にゆるんだ地盤状況であった。



図-8 空洞発生状況図

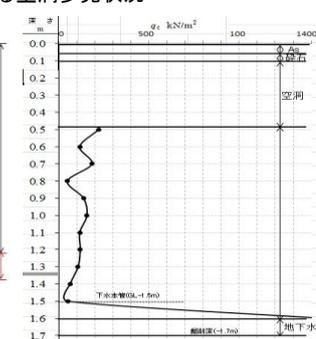


図-9 ポータブルコーン貫入試験結果

(3) 下水道管の実態調査状況

図-10 に示す GL-1.5m の位置に布設されている CPφ400 の下水道本管は昭和 38 年に布設された陶管であり布設後 54 年が経った管路である。開削補修時の実態調査では図-11 に示すように、下水道本管継手で老朽化によるモルタルの欠損箇所が確認された。



図-10 下水道管布設状況写真



図-11 継手欠損箇所

(4) 空洞発生の原因調査

(1)～(3)の実態調査結果から、空洞直下に布設されていた下水道本管継手のモルタルの一部が老朽化により欠損し、その隙間から周辺の土砂が下水道本管内部へ流出し空洞が形成されたと推測される。空洞発生原因となった下水道本管継手の欠損箇所についてはモルタルを詰め込み復旧された。

4. まとめ

本研究では 2 年間に及び、空洞の発生原因を究明する実態調査に取組んだ。その中で、下水道本管に明らかな破損が無い場合においても老朽化に伴う下水道本管継手の隙間から土砂が流出し、空洞が発生するという新たな知見を得た（通常の空洞補修では確認されることは無く、原因不明として報告されることが多かった）。同様の条件下にある下水道本管では、現時点で空洞が発生していない場合でも、今後発生及び拡大する可能性があると言える。現状の下水道管内カメラ調査では下水道本管継手の隙間についての調査・確認は困難である。今後は、地中レーダーを活用した空洞調査結果に、下水道管内カメラ調査結果を重ね合わせることで実態を的確に把握し、その情報で道路陥没対策方法を検討していくことも、道路陥没防止手法の高度化へとつながると考える。

- 1) 藤井ら(2019): 藤沢市における効率的な道路陥没防止手法の研究成果報告(官学産 共同研究)その2, 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) 岡村ら(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3, 第 54 回地盤工学研究発表会(大宮)