

陥没の発生に伴う空洞調査事例

株式会社日さく ○位下 天寿，一関 敏，堺田 佳人，小野 篤

1. はじめに

東京都多摩地方に立地する某施設において、敷地内道路の一部に陥没が発生した。陥没箇所の内側に空洞が広がっていることが目視で確認された。陥没箇所以外にも空洞や緩み域が広がっていることが想定されたことから、広範囲を適切に調査することが課題となった。本発表では陥没箇所の空洞に加え、周辺に伏在する空洞やその要因となる緩み域の分布を地中レーダー探査と簡易動的コーン貫入試験によって確認した事例について報告する。



写真-1 陥没箇所状況

2. 調査地の状況

(1) 地質概況

調査地は東京都多摩地方の武蔵野台地上に位置し、多摩川起源の礫を主体とする青梅礫層を基底として、所沢面を形成する下末吉ローム層が累重する。これらの上位に盛土層が分布する。盛土層についてはフェンス施工の影響で緩んでいる箇所がみられる。敷地内のボーリングデータをもとにして作成した地質断面図を図-1に示す。

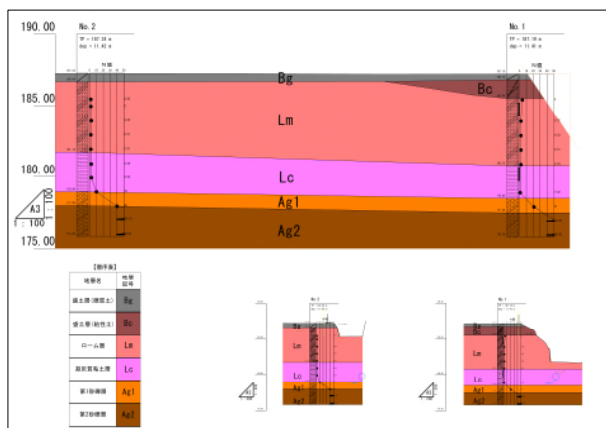


図-1 地質断面図

(2) 陥没箇所周辺の状況

陥没箇所は敷地周縁斜面の法肩付近に位置している。陥没箇所の北北西方向にイチョウの木が、北西方向に電気のハンドホールが位置している。陥没箇所周辺では、フェンスの基礎の沈下とフェンス沿いの舗装に凹みがあることが確認されていた。陥没箇所はこの凹み箇所と一致する。

3. 調査概要

(1) 調査目的

本調査は、陥没箇所および周辺の空洞や緩み域の広がりを調査することを目的とし、地中レーダー探査および簡易動的コーン貫入試験を実施した。

(2) 調査方法

①地中レーダー探査

地中レーダー探査は地中構造や埋設物を非破壊的に探査するものである。探査は、法肩上の敷地内道路および駐車場において、法面に対して縦断方向と横断方向の62測線にて測定を行った。

②簡易動的コーン貫入試験

簡易動的コーン貫入試験は地盤工学会の基準に準じた方法で深度4～5mを計27か所にて実施した。その内4か所は陥没内で実施した。本試験から求められる N_d 値と標準貫入試験から求められる N 値との間には以下の式のような関係式がある¹⁾。本調査においては中間値を採用し、 $N_d=2N$ として考察を行った。

$$N_d = (1 \sim 3) N \quad \dots \text{式-1}$$

4. 結果

地中レーダー探査の結果を図-2、図-3に示す。縦断方向では陥没箇所周辺の GL-1～3m の範囲において空洞と思われる異常信号が確認された(図-2～図-3, ピンクの網掛けの範囲)。横断方向では055測線および054測線付近の GL-1m 以浅と051測線～049測線 (062測線) 付近の GL-1～1.5m および GL-2.5～3m の範囲において空洞と思われる異常信号が確認された。これらの結果からイチョウの木および電気のハンドホールの西側 (図-2～図-5, 平面図) まで空洞が広がっている可能性が示唆された。その他の箇所では横断方向の034測線、029測線および011測線 (図-2～図-3, 平面図) 付近の GL-1～2m の範囲において空洞と思われる範囲が分布するものの、地表付近の変状は認められなかった。

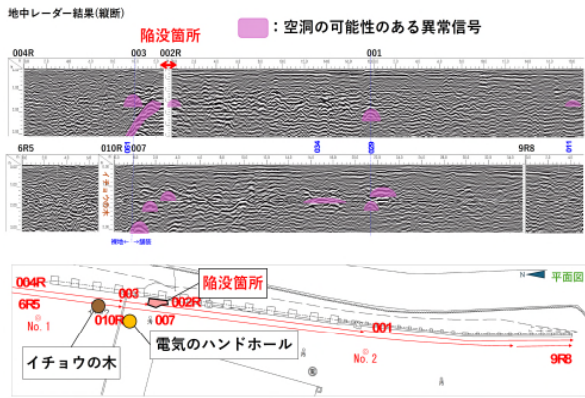


図-2 地中レーダー探査結果(縦断)

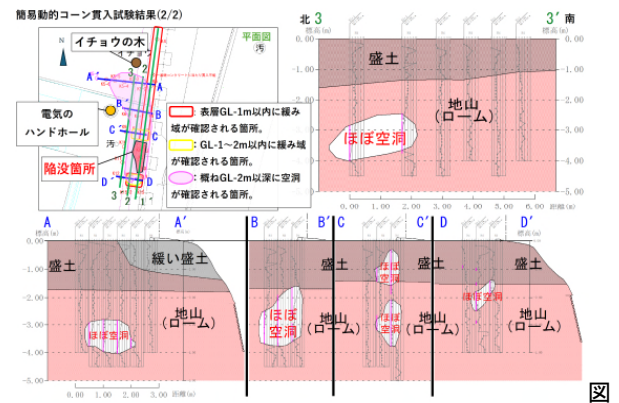


図-5 簡易動的コーン貫入試験結果②

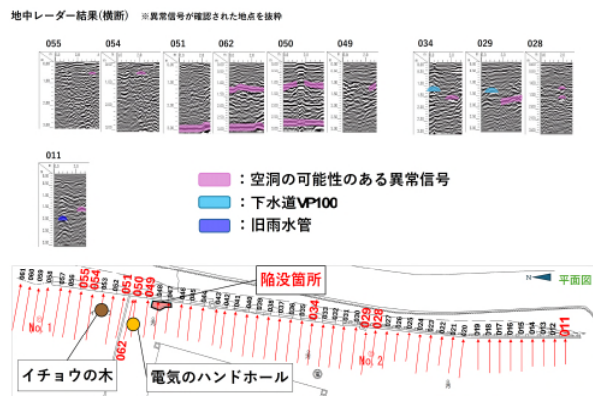


図-3 地中レーダー探査結果(横断)

簡易動的コーン貫入試験の結果を図-4、図-5 に示す。フェンス沿いでは、概ね GL-1m 以浅に緩み域が認められた (図-5、赤線で囲んだ範囲)。また、陥没箇所周辺の南北方向では GL-1~2m の範囲に緩み域が認められた (図-5、黄線で囲んだ範囲)。その他の箇所においては、現在の陥没箇所周辺を除いて概ね GL-2~4m において空洞が認められた (図-5、ピンクの網掛けの範囲)。電気の手ホールより南側ではフェンスから 1.2m 程度離れた測線 (図-5、3-3' 測線) では広い緩み域は確認されなかったことから、南側ではフェンス施工時に復旧した範囲で表層付近の空洞化が進行しているといえる。そこから電気の手ホールより北側およびイチョウの木の西側まで空洞や緩み域が拡大した可能性が考えられる。

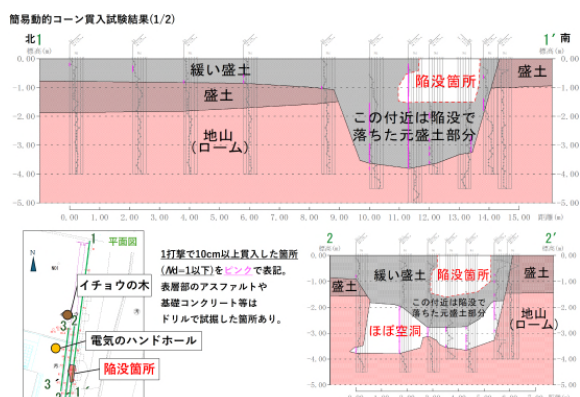


図-4 簡易動的コーン貫入試験結果①

地中レーダー探査および簡易動的コーン貫入試験結果から、表層部以深においても空洞や緩み域が確認された。空洞の体積について計算を行うと、13m³弱と算出された。

5. まとめ・考察

陥没箇所周辺に空洞および緩み域が形成された原因については主に3点考えられる。1つ目は盛土の表層がフェンス施工の影響で緩んでいた点である。2つ目は、陥没箇所から3.5m 程度離れて位置する当該施設の雨水浸透柵が盛土~ローム層に浸透させる構造となっていたために豪雨時に十分な浸透がなされず溢れていた点である。3つ目は陥没箇所周辺の舗装が周辺よりやや低く、かつ透水性舗装であったために溢れた雨水が陥没箇所周辺に浸透しやすい環境であった点である。

本調査結果から、モルタル吹付の法面背面に空洞化が進行している状況を鑑み、法面の改修および敷地内排水工を提案した。その際、現在の敷地内道路に利用されているアスファルトを透水性から非透水性のものに変更するとともに、新設する雨水浸透柵までU字トラフで誘導し、ストレーナーを GL-9m 以深の砂礫層に設置することで雨水を浸透させる構造とすることを提案した。

本調査において実施した地中レーダー探査と簡易動的コーン貫入試験により、陥没箇所の周囲に伏在する空洞の位置と規模、その形成要因について検討を行うことができた。地中レーダー探査は探査深度を3m としていたが、実際には4m まで空洞が確認されたため、深度設定は5m 程度とすべきであった。簡易動的コーン貫入試験は、フェンスや施設建屋に対して極近距離での試験実施が可能であり、効果的な方法であったと考える。このように空洞および緩み域の調査においては、地中レーダー探査と簡易動的コーン貫入試験は非常に有効な手法であったといえる。

《引用・参考文献》

- 1) 地盤調査の方法と解説 (2013) : 公益社団法人地盤工学会, pp. 317-324.