

関東ローム層内の地下壕に対する調査事例

サンコーコンサルタント株式会社 ○江元 智子, 伊東 俊一郎, 越谷 賢, 村田 和則

1. はじめに

日本国内では戦時中に多くの地下壕が掘削され、現在でもその空洞が残っている場合がある。その中には、出入口だけが塞がれたり、記録が散逸してしまい、位置が分からなくなってしまった地下壕もある。

本発表では、東京都世田谷区の大蔵運動公園内に存在していた地下壕の調査の事例について報告する。なお、対象の地下壕は令和3年度に対策工事が完了している。

2. 地下壕の概要と調査の流れ

図-1の平面図に本調査で明らかになった地下壕の位置を示す。調査地は武蔵野台地の平坦面に位置しており、西側は段丘崖となっている。地質は地表から深度10m程度まで関東ローム層、その下位に砂礫層が分布している。



図-1 地下壕の位置

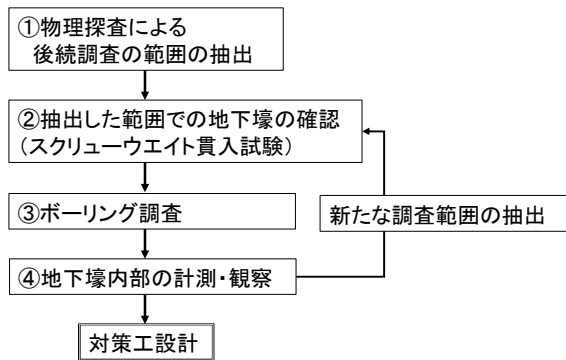


図-2 調査のフロー

既往の調査や記録から、地下壕は素掘りで高さ・幅ともに2m程度、出入口が段丘崖にあり(調査時点では塞がれていて未確認)、坑道は土被り6m程度でローム層内

を北東方向に掘削されていることが分かっていた。しかし対策工事に必要な地下壕の正確な位置、空洞部分の体積の情報が不十分であったため、地下壕の詳細な調査を実施した。調査は、図-2に示すフローで実施した。以下に各段階の調査について述べる。

3. 物理探査による後続調査の範囲の抽出

地下壕の調査の第一段階として物理探査を実施し、地下壕の可能性のある箇所を抽出を行った。現地在金属製の公園設備、電気や上下水道の埋設管が多い条件であり、ローム層と砂礫層の境界を含む15m程度の探査深度が必要であることからS波の浅層反射法探査を適用した。探査測線の位置を図-1、探査の仕様を表-1に示す。

表-1 S波反射法探査の仕様

測線長	1 測線当たり 80~100m 計 4 測線
受振点間隔	0.5m (ランドストリーマ形式)
発振点間隔	1m (機械式 S 波震源)

解析は一般的な CMP 重合による反射法解析の処理を適用した。図-3 (次頁) に測線1と測線3の断面を示す。両方の断面においてローム層と砂礫層の地層境界と解釈される反射波 (青色破線) が認められるのが特徴である。解析断面から下記の2つ観点で地下壕の可能性のある箇所を抽出し、既往調査の情報を考慮して後続調査の範囲を決定した。

- 地下壕から反射する場合は、回折波として上に凸の反射波の形状で断面図に現れる (黄色波線)。
- 地層境界からの反射波は横方向に連続するが、地下壕 (空洞) が上にある場合は不連続になる可能性がある。測線3は地下壕の情報が少なかったため、測線1より調査範囲を広く設定した。

4. 抽出した範囲での地下壕の確認とボーリング調査

浅層反射法探査により抽出した調査範囲において1.5m間隔を目安にスクリューウエイト貫入試験 (以下、SWS 試験) を実施し、地下壕の有無を確認した。

また、後述する地下壕の計測においては、ボーリング孔が地下壕の坑壁に近いと、計測時にプローブの動作範囲が制限されてしまうため、ボーリング孔は坑壁から十分な離隔を確保することが望ましい。SWS 試験で地下壕が確認され箇所では、想定される地下壕と直交方向に群列配置にした試験箇所を追加し、地下壕の範囲をより明確にしたうえでボーリング位置に決定した。

計測に利用するボーリング孔には、地下壕の上端の深

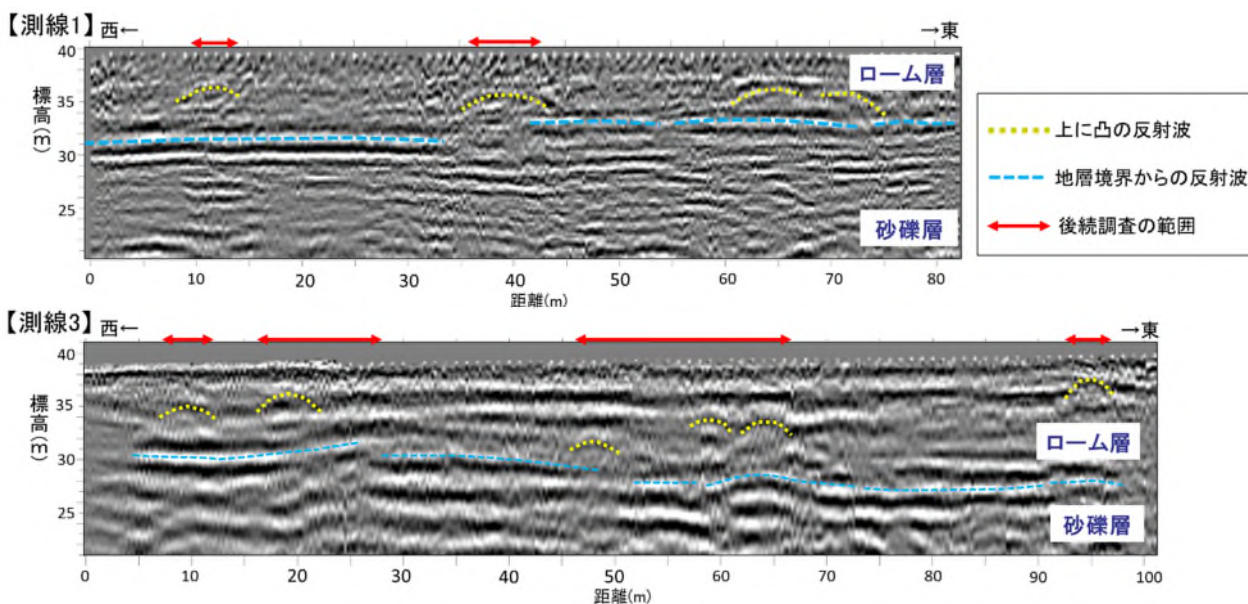


図-3 S波反射法探査の解析断面

度まで塩ビ管（主にVP65）を挿入し、調査後は蓋をして保存した。次年度以降の対策工事では、充填剤の注入孔や施工状況を確認する観測孔として活用されている。

5. 地下壕内部の計測・観察

地下壕の空洞の計測には、Carlsons 社製の孔内挿入式 3D レーザースキャナーを使用した。地下壕の内の坑壁の点群データを取得することで、地下壕の詳細な位置（座標）と形状を把握することができた。

図-4に計測で得られた点群データを平面図にプロットした。ボーリング孔から離れるほど点群の密度が低下するため形状を推定するのは困難となる。一方でNo.2孔で取得した点群のように約20m 先の地下壕の行き止まりは形状が認識できる。

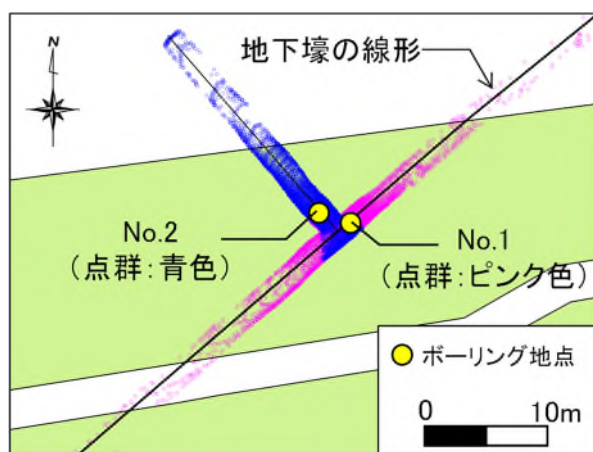


図-4 計測で得られた点群データの例

地下壕の路線が長い場合や、路線の屈曲や障害物でレーザーを遮られる場合は、ボーリング孔を追加して計測を行った。点群データをもとに追加調査の範囲を絞りこみ、前述のSWS試験による地下壕の確認の段階に戻り

り返し調査を行った。最終的に調査地内において22箇所地下壕の計測を実施し、図-1に示すような地下壕の位置の特定と対策工事のための空洞容積の算出につなげることができた。

地下壕の計測と合わせて、市販の光学カメラとライトを組み合わせた機材でボーリング孔の動画撮影を行い、地下壕の内部の様子を観察した。地下壕の撮影画像を図-5に示す。壁面や堆積する土砂が観察できた。



図-5 地下壕の内部の様子(No.1 孔)

6. まとめ

関東ローム層内に掘削された地下壕を対象に調査を実施した。物理探査により後続の調査範囲を絞り込むことができた。また、SWS試験により3Dレーザ計測に有効なボーリング位置を選定することで、より効率的に精度の高い地下壕全体の体積の把握が可能となり対策工事に有用な情報が取得できた。

最後に、本調査における世田谷区 みどり33推進担当 公園緑地課の御指導、御協力に対し、記して謝意を表します。