

### 磁気探査による地中支障物調査の計画と実施について

戸田建設（株） 正会員 ○山本 純一  
 戸田建設（株） 内藤 寛之  
 戸田建設（株） 末永 光秀

#### 1. はじめに

本工事は、横浜環状北線の子安台換気所、開削トンネル及び橋台を構築する工事である。施工区域内にある子安台公園は戦時中、旧日本軍が高射砲陣地として使用していた。また、当該工事の土留壁打設用の重機足場造成作業中には高射砲の砲身が出土した。これらのことから、他にも支障物が出土する可能性があると考え土留工や掘削工に先立ち、磁気探査による地中支障物調査を実施し、地中の安全性を確認しながら工事を進めた。本稿では、磁気探査による地中支障物調査計画と施工結果について報告する。

#### 2. 磁気探査計画

磁気探査とは、鉄類が持つ微弱な磁場を磁気センサーで測定することにより、地中に埋没している鉄類を検出する探査方法である。探査対象は高射砲砲身・砲弾、また、土地利用の経緯から不発弾とし、過去の周辺地域の不発弾処理状況から判断して 250kg 級爆弾を想定した。探査深度は、爆弾投下による空中落下運動と地盤への地中穿孔運動の計算から地表面より 8m 程度となった。探査範囲は、土留杭等打設箇所およびその内部約 7,500m<sup>2</sup> とした。磁気探査の方法は、探査能率や探査深度などの条件により、土留杭等打設部と内部掘削部とで分け 2 種類の方法を選定した。

##### (1) 鉛直磁気探査

本方法は、ロータリーボーリングマシンで削孔した孔内に両コイル型磁気傾度計を降ろし、孔底下および孔側面を探査することで得られた磁気異常波形を解析することにより、埋設位置、磁気量を求めて異常物を判断する方法である。後述する水平磁気探査に比べて深い探査が可能になる。図-1 に探査有効範囲の模式図を示す。土留壁、グラウンドアンカー施工位置および中間杭打設位置の探査にこの方法を採用し、それらの打設位置を探査有効範囲で覆うように探査孔を配置して地中の安全性を確認した。

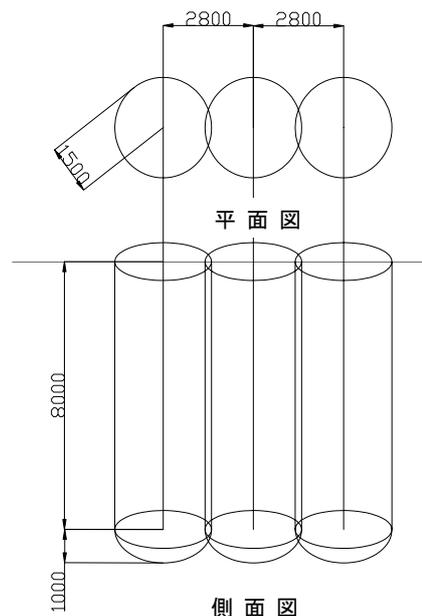


図-1 探査有効範囲模式図  
(鉛直磁気探査)

##### (2) 水平磁気探査

本方法は、作業員が両コイル型磁気傾度計および金属探知器を移動させながら磁気記録を測定することにより磁気異常点を特定し、異常物を取り除く方法である。操作が比較的容易であり、短時間に広範囲の探査が可能である。ただし、250kg 級爆弾の場合、探査深度は地表面下 1.5m までとなるため、地表面および掘削箇所の探査にこの方法を採用した。探査範囲を区割りしてその範囲をくまなく探査し、磁気異常点を人力で掘削して異常物を確認した。

#### 3. 磁気探査結果

本工事では、最大掘削深度約 36m に対して、上下 2 段（土留壁天端 GL0m と GL-18m）の土留工が計画されており、上段の土留・掘削工の後に下段の土留・掘削工を開始する計画であった。現在、上段の土留壁工を完了し、水平磁気探査により地中の安全を確認しながら掘削工を実施している。本文では、既に完了した上段の土留壁、中間杭及びグラウンドアンカー工に実施した鉛直磁気探査について報告する。

キーワード 磁気探査、支障物調査

連絡先 〒230-0078 神奈川県横浜市鶴見区岸谷 1-1-11 TEL045-570-0186

鉛直磁気探査は探査孔を図-2のように配置し深度8mまで探査した。探査は354孔で実施し、削孔長の合計は3,670mとなった。そのうち異常波形が検出された1箇所(図-3)において、異常物の位置、磁気量、空洞方向を探る目的で6孔の追加探査を行った。追加探査結果を図-4と表-1に示す。得られた異常物の平均磁気量は $111.5\mu\text{Wb}$ であり、250kg爆弾の持つ磁気量( $7\mu\text{Wb}\sim 56\mu\text{Wb}$ )よりも大きいこと及び、探査孔の削孔時、4孔で地中に空洞があることを確認したこと等から、異常物は空洞内にあると考えた。空洞の方向を想定して掘削した結果、横穴を確認し、写真-1に示す高射砲の砲身(長さ6.5m、口径120mm)とその砲弾2発(長さ1.1m)を発見した。

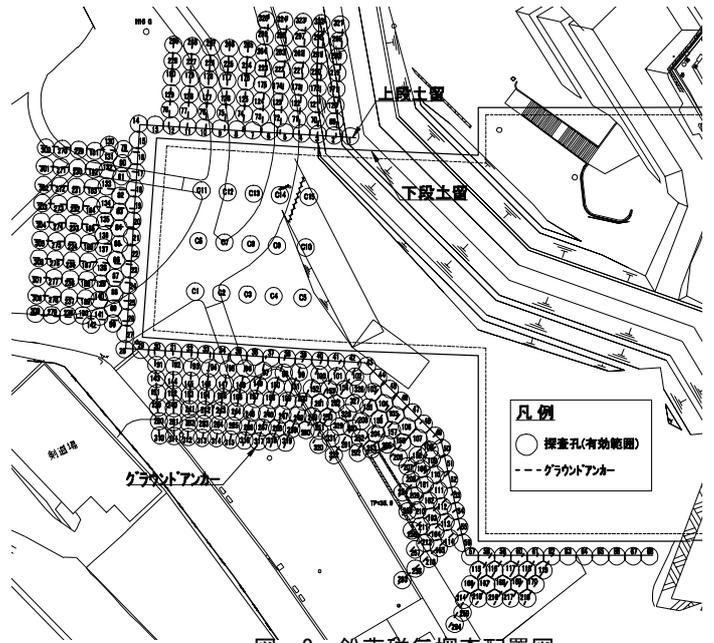


図-2 鉛直磁気探査配置図

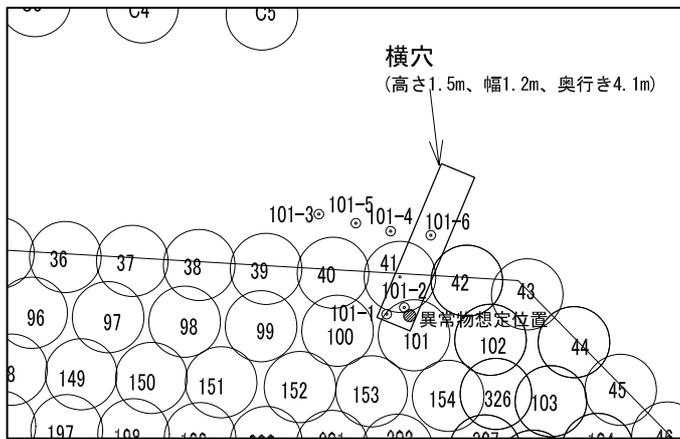


図-3 追加鉛直探査結果図

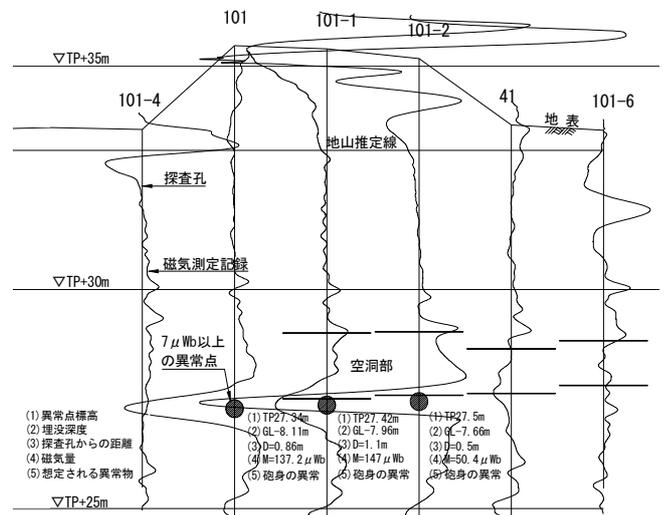


図-4 追加鉛直磁気探査波形図

表-1 追加探査磁気異常解析結果一覧

No.	地盤高	埋没深度	探査孔から異常点までの距離	磁気量	備考
101	TP+35.45m	GL-8.11m	TP+27.34m	0.86m	137.2 $\mu\text{Wb}$ 高射砲砲身の異常
101-1	TP+35.38m	GL-7.96m	TP+27.42m	1.10m	147.0 $\mu\text{Wb}$ 高射砲砲身の異常 空洞あり
101-2	TP+35.16m	GL-7.69m	TP+27.47m	0.50m	50.4 $\mu\text{Wb}$ 高射砲砲身の異常 空洞あり
101-3	TP+33.57m	-	-	-	顕著な異常なし
101-4	TP+33.58m	-	-	-	顕著な異常なし
101-5	TP+33.62m	-	-	-	顕著な異常なし
101-6	TP+33.56m	-	-	-	顕著な異常なし 空洞あり
41	TP+33.56m	-	-	-	顕著な異常なし 空洞あり
平均	-	GL-7.92m	TP+27.42m	-	111.5 $\mu\text{Wb}$

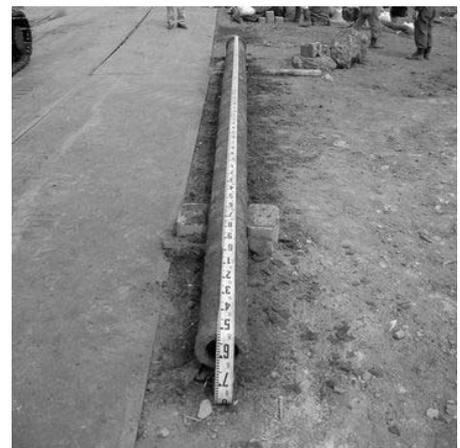


写真-1 高射砲の砲身

#### 4. 終わりに

本工事では、鉛直磁気探査による計画と綿密な探査により、横穴およびその内部に高射砲の砲身と砲弾を発見し、安全に土留杭の施工を完了することができた。現在、水平磁気探査と内部掘削を平行に実施しており、その結果についても次の機会に報告したいと考える。